N°ORDRE : 3098
de la thèse

THESE

présentée

DEVANT L'UNIVERSITÉ DE RENNES 1

pour obtenir

le grade de : ***DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE RENNES 1***

Mention : Archéologie et Archéométrie

par

Loïc GAUDIN

Equipe d'accueil : UMR 6566, Civilisations atlantiques et Archéosciences, Laboratoire d'Anthropologie, Université de Rennes 1

Ecole Doctorale : Sciences de la Matière

Composante universitaire (UFR) : Structure et Propriétés de la Matière

Transformations spatio-temporelles de la végétation du nord-ouest de la France depuis la fin de la dernière glaciation. Reconstitutions paléo-paysagères.

(Tome 2 : Chapitre C, Synthèse et Annexe)

SOUTENUE LE : 16 Décembre 2004 devant la commission d'Examen

COMPOSITION DU JURY :

- Mme M.-J. GAILLARD, Professeur, Université de Kalmar (Suède) — Rapporteur
- Mme S. THIEBAULT, Directeur de Recherche, C.N.R.S., Nanterre — Rapporteur
- Mme J. BURNOUF, Professeur, Université de Paris 1 — Examinateur
- Mme F. ROZE, Maître de Conférence, Université de Rennes 1 — Examinateur
- M. J.-L. MONNIER, Directeur de Recherche, C.N.R.S., Rennes — Directeur de thèse
- M. D. MARGUERIE, Chargé de Recherche, C.N.R.S., Rennes — Co-directeur de thèse

Chapitre C

Mise en perspective des études archéobotaniques par intégration des reconstitutions paléo-paysagères dans des projets d’aménagements paysagers

Dans l'optique d'une valorisation des travaux de recherches archéobotaniques, les études ont porté cette fois-ci à l'échelle des sites et de leurs environs. En effet, il a été jugé nécessaire de mener les études à cette échelle car les projets d'aménagement sont souvent élaborés sur une commune ou une communauté de communes (ex. Zone de Protection du Patrimoine Architectural Urbain et Paysager).

C.1. Généralités

C.1.1. La reconstitution et la restauration d'un paysage passé : approche épistémologique

C.1.1.2. Le paysage reconstitué n'est pas celui qui a été pensé

Vouloir restaurer un « paysage passé » d'après une reconstitution basée sur des résultats archéobotaniques, nécessite inévitablement d'étudier les relations entretenues entre l'homme et la nature pour une époque donnée. Il est intéressant d'aborder ici quelques notions, relatives au débat philosophique entre Nature et Culture. Aborder des questions relatives à ce « débat » revient par exemple à se poser soi-même la question : « la nature qui nous entoure est-elle culturelle ? » Il est possible de répondre de manière multiple à cette interrogation. Ainsi, en fonction de notre savoir, de notre expérience, on peut considérer que toute matière, y compris l'homme, n'est finalement constituée que d'éléments naturels. Plonger le regard dans un télescope permet actuellement de mieux appréhender cela, et réduire ainsi l'importance de l'homme sur la nature. « Nous sommes de la poussière d'étoiles » vous diront les astronomes suite aux dernières découvertes de l'astro-physique… Il y a probablement d'autres points de vue à cette approche, mais peu importe. Ce qu'il faut retenir de ces quelques modestes réflexions, c'est qu'elles reposent sur nos connaissances actuelles, argumentées par la culture dont nous sommes imprégnés. L'homme de l'Antiquité, bien que très certainement intrigué par le ciel, ne possédait pas de télescopes, ni de spectromètres de masse, et autres moyens techniques (...) lui permettant d'appréhender l'environnement comme nous pouvons le faire actuellement.

Aussi, si nous demandions de définir « la nature » à un homme de la Préhistoire, de l'Antiquité, du Moyen-Age ou à des contemporains, il y aurait autant de définitions que de questionnés... En effet, l'individu humain est conditionné par une multitude de paramètres : des paramètres naturels : (génétiques : ex : taille, masse...et physiologiques : ouïe, sensibilité, curiosité, nervosité, mémoire...) mais aussi culturels (niveau technique atteint par sa communauté ou une communauté contemporaine, son expérience, sa religion, la situation «politique » de la société, le rôle, la sensibilité ou le métier de l'individu...).

Il ressort de ces premières réflexions que les propositions de reconstitution de paléo-paysages, même si elles reposent sur des constats archéobotaniques des plus « objectifs » (comptage de pollens, déterminations de graines, mesures de largeurs de cernes) sont avant tout issues et interprétées par nous-mêmes, « homme du XXI^{e}siècle » et ne peuvent permettre d'aboutir aux paysages « pensés » par les hommes qui ont vécu dans ces paysages. Or, « le paysage » n'existe pour certains auteurs (Roger, 1997) que par le regard qui est porté sur le paysage. C'est « l'artialisation » du paysage (Roger, 1997). Cette définition du paysage est difficilement accessible en ce qui concerne les paysages passés et notamment les paysages « préhistoriques ».

Notons par exemple que très peu de représentation végétale n'a été identifiée dans l'ensemble des représentations pariétales. Le rôle des animaux et des végétaux dans les représentations mentales du paysage des hommes du Paléolithique étaient donc probablement fondamentalement différentes des notres.

Actuellement, le paysage est de plus en plus vu comme un objet à étudier pour être aménager. La démarche de valorisation proposée ci-dessous se rattache davantage à cette dernière notion.

C.1.1.3. La nécessité de définir et de prendre en compte les thématiques patrimoniales du site

En plus des différences de définitions liées aux modes de pensées et aux époques, chaque homme a une relation avec le paysage qui lui est propre (ex. facteurs génétiques). Partant de ce postulat, les tentatives de définitions ou de caractérisations du paysage deviennent alors des notions finalement assez subjectives, souvent suffisamment larges pour pouvoir admettre toutes les approches (géographiques, historiques, archéologiques, écologiques) et intérêts de chacun (artistiques, écologiques, agricoles) (Antoine, 2002).

Certains sites patrimoniaux ont la particularité de présenter plusieurs thématiques patrimoniales pouvant relever d'intérêts culturels et/ou naturels. Prenons en exemple « la fontaine de Barenton », dans la forêt de Paimpont en Bretagne (appelée selon certains la forêt de Brocéliande...) et qui donne lieu parfois à des « bouillonnements ». Ainsi, ce lieu peut être visité sous deux angles :

- des visites à vocations scientifiques, visant à répondre aux questions relatives aux raisons physiques des bouillonnements,
- des visites dont l'objectif est davantage l'aspect mystique qu'a entraîné et qu'entraîne le phénomène.

En fait, les promeneurs pourront visiter le site de façons différentes en fonction de leur propre intérêt et de la définition qui leur sont proposés. Une visite du site peut donc relever de plusieurs intérêts tout autant estimables l'un que l'autre. Le patrimoine d'un site ou d'un objet, c'est à la fois son aspect culturel et naturel. Néanmoins, on peut difficilement faire coexister des discours scientifiques (pouvant relever des sciences sociales et naturelles) et des discours d'ordre mystique ou relevant de l'esthétisme, paramètres subjectifs d'un site, mais participant à sa définition...

Ce sont là des thématiques conflictuelles possibles, qu'il faut cerner et éviter dès la mise au point des objectifs d'aménagement. En effet, une mauvaise prise en compte de ces thématiques risquerait de mener par la suite à des incohérences dans l'aménagement et la visite du site.

Ainsi, en ce qui concerne les propositions de reconstitution paléo-paysagères, il peut y avoir des décalages entre les paysages souhaités pour des raisons d'esthétisme actuel (ex. un parterre floral, un gazon), les paysages parfois imaginés (ex. la forêt de Brocéliande) et la forêt perçue grâce aux résultats archéobotaniques. Le choix d'un projet d'aménagement paysager repose donc avant tout sur une définition soignée de la thématique patrimoniale que l'on souhaite développer. La proposition de reconstitution de paysages passés est bien adaptée aux cas de vestiges archéologiques que l'on souhaite mettre en valeur par des efforts de restauration à l'identique.

C.1.1.4. Conclusions, situation des propositions de reconstitutions paléo-paysagères parmi les objectifs d'aménagement paysager.

Parmi les différentes façons d'aménager le patrimoine, la restauration consiste en théorie, à donner une « nouvelle vigueur » ou « nouvelle existence » à quelque chose, par des actions de « réparation et de réfection ». Deux notions sont à souligner. La « réparation » et la « réfection » du monument visent le caractère physique du patrimoine. Les termes de

« nouvelle vigueur » et de « nouvelle existence » désignent l'environnement social du monument. On retrouve ainsi les deux composantes Nature et Culture. La restauration devra donc s'attacher, certes, à réparer le patrimoine matériel (selon l'objectif établi en fonction de faits scientifiques, archéologiques, historiques, ex : l'archéobotanique en ce qui concerne le paysage du monument) mais dans la mesure du possible ne pas omettre l'aspect social du site, peut être par des animations cohérentes avec le monument ou en évitant au moins des contresens historiques ou archéologiques. Le tout pourra nécessiter un certain détachement vis-à-vis de l'effet de mode propre à chaque époque (cela aussi en fonction de l'objectif d'aménagement).

Ainsi, J.-M. Nourry (1997) promulgue avant tout d'éviter certaines « erreurs » de cohérence avec les objectifs d'aménagements paysagers. C'est par exemple le cas de plantations de collections de tulipes dans le parc du Thabor à Rennes, où la conception originale du parc (XIXe) n'est plus respectée. En effet, la notion de collection florale est une idée récente, apparue bien après la création du parc… Il y a alors une incohérence entre les objectifs originaux de l'architecte paysager et l'aménagement actuel.

Alors certes, ne risque-t-on pas, avec les propositions de reconstitutions des paysages passés, de viser des objectifs trop idéalistes de l'aménagement. En fait, dans la plupart des cas l'aménagement du patrimoine est un compromis entre l'objectif d'aménagement initial (basé par exemple sur les propositions des scientifiques), l'effort de restauration (comprenant les résultats scientifiques mais aussi des contraintes techniques), les nécessités liées aux politiques de développement économique (touristiques, agricoles, énergétiques, industrielles), les préoccupations sociales (visant au bien être et à l'épanouissement de la population) et écologiques (mettant l'accent sur la protection voire le développement des écosystèmes menacés...), le tout dépendant enfin de volontés réglementaires, législatives, traditionnelles...

Au final, les reconstitutions des paysages passés proposées dans ce mémoire ne peuvent constituer qu'une petite partie des éléments permettant d'aboutir à l'aménagement paysager d'un site.

Pour la plupart des sites, l'objectif des propositions de reconstitutions paléo-paysagères n'est donc pas d'aboutir à une reconstitution fidèle d'un paysage tel qu'il pouvait être à une époque donnée, mais plus modestement, d'apporter des repères sur les grands traits d'un paysage passé et d'éviter un trop grand nombre d'erreurs concernant le paléo-paysage (ex. introduction d'espèces végétales inexistantes autour d'un monument restauré pour une époque donnée).

C.1.2. Le paysage de l'écologue

Il y a communément deux acceptations possibles pour définir un paysage : une première définition est généralement issue d'une perception d'un environnement. C'est d'ailleurs généralement de cette impression dont vont s'inspirer bon nombre d'artistes-peintres tels que Poussin, Monet, Millet, Courbet. Or, dans ce cas, l'épure d'un tableau reprend certes les réalités structurelles d'un paysage sous la forme des unités végétales, hydrographiques, d'éléments anthropiques (constructions, chemins...), le tout nappant un relief. De telles descriptions restent cependant subjectives car la recherche d'esthétisme, l'expérience et l'environnement social d'un artiste imprègnent alors aussi la description et la qualification d'un paysage.

Une seconde définition découle de la naissance de l'écologie du paysage. Si le terme d'écologie proposé par Haeckel en 1866 désigne « la science qui étudie les relations entre les êtres vivants avec leur milieu », les objets d'études de l'écologue se sont continuellement complexifiés, de l'individu au paysage, intégrant seulement dans cette ultime étape l'homme et ses activités (Barnaud et Lefeuvre, 1992).

Le terme d'écologie du paysage a été introduit par C. Troll en 1939, trois ans après que A.G. Tansley (1935) ait induit celui d'écosystème. Ce biogéographe allemand avait pour objectif de combiner deux disciplines, la géographie et l'écologie, c'est à dire relier les structures spatiales du paysage aux processus écologiques (Burel et Baudry, 2000).

Les dernières décennies ont vu émerger une prise de conscience environnementale dans les pays développés : en France, le ministère de l'Environnement est créé en 1971 et une loi sur la protection de la nature est promulguée en 1976, cela en réponse à des bouleversements majeurs dans l'économie mais aussi dans l'organisation des paysages (remembrements).

L'écologie du paysage, par son double caractère, va permettre d'analyser mais aussi d'apporter des éléments de réponse face aux transformations paysagères contemporaines, tels que par exemple : l'urbanisation sauvage, les fertilisations abusives ou les changements climatiques.

Au sein du paysage, il y a une gamme d'échelles spatio-temporelles dans lesquelles se rapportent globalement les processus écologiques (Fig. 27). Ils peuvent être regroupés en classes de vitesse et rayons d'action semblables. Ces unités spatiales et fonctionnelles établies, on retient classiquement trois grands axes pour décrire un espace paysager :

- Une structure, que l'on peut réduire aux trois paramètres :

- **biotiques** : faune, flore...
- **abiotiques** ou **mésologiques** : climat, géologie, pédologie, hydrographie, géographie... ces paramètres forment en quelque sorte l'armature du paysage
- **humain** : facteur devenu bien évidemment non négligeable depuis quelques millénaires...

- Un fonctionnement : ce sont les fonctionnements internes mais aussi les interactions entre les paramètres biotiques, abiotiques et anthropiques. L'ensemble de ces paramètres va former le moteur de la dynamique du paysage. (Fig. 415).

- Une dynamique : elle découle des variations intrinsèques à chaque paramètre mais aussi de l'interaction entre chacun de ces paramètres. Le paysage que nous pouvons observer à un moment "t" n'est qu'un résultat transitoire de ces interactions. Cela nous invite à prendre conscience plus encore du caractère éphémère du paysage y compris du paysage actuel.

De manière évidente, un paysage observé à un moment « t » est le résultat transitoire d'une dynamique paysagère. Bien sûr, anticiper les effets négatifs des transformations paysagères grâce à des modèles basés sur les faits archéologiques est susceptible d'intéresser les instances territoriales. Cependant, ces tentatives de modélisations sont rendues très souvent fort complexes :

- d'une part parce que chaque paramètre paysager aura un effet et une évolution qui lui est propre. Les paramètres géologiques évoluent sur le très long terme alors qu'un glissement de terrain (phénomène catastrophique) apparaîtra comme un instantané au regard des millénaires,
- d'autre part à cause des multiples interactions existant entre chaque paramètre paysager (Fig. 415).

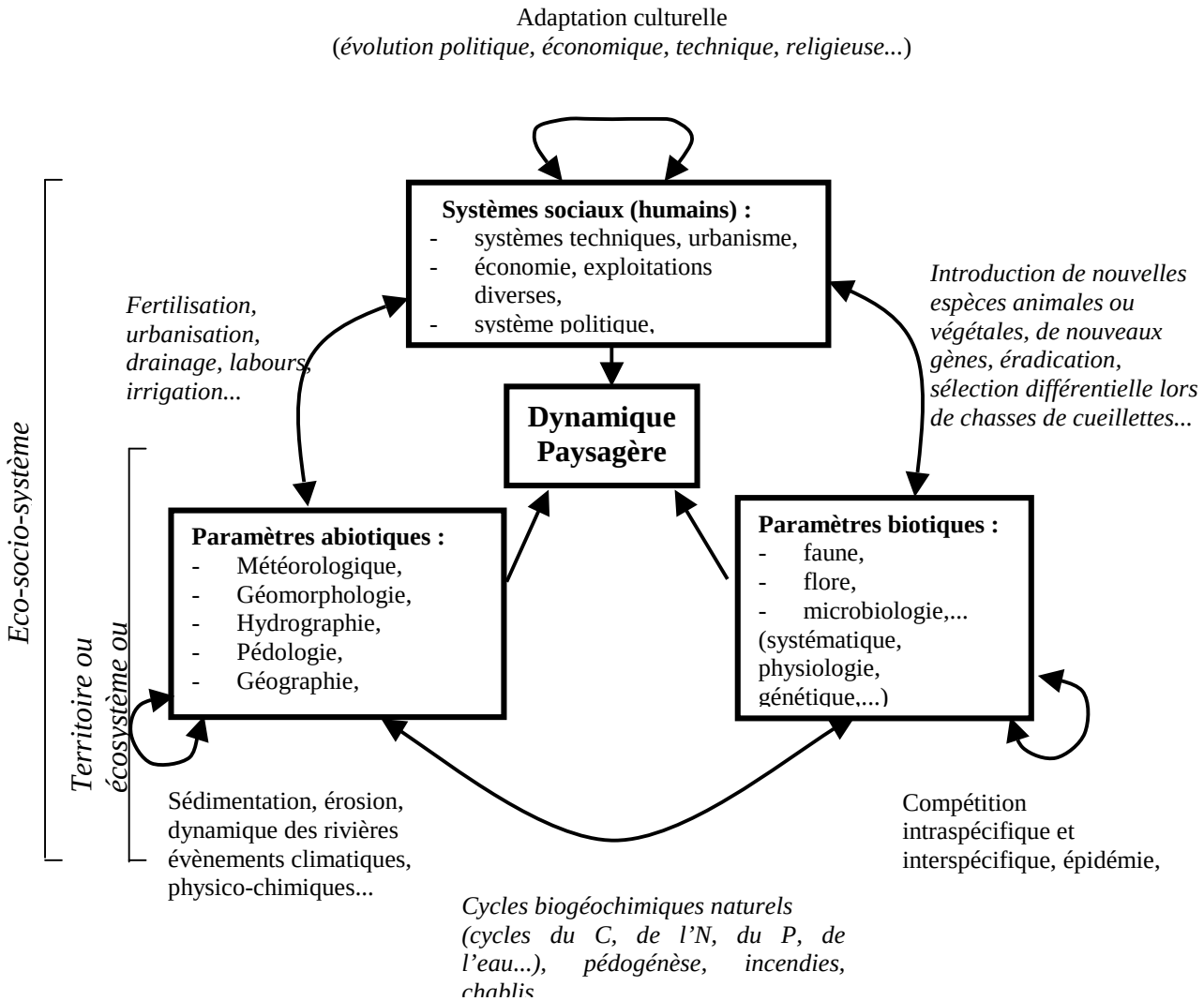

Fig. 415 Schéma présentant les principaux compartiments structuraux et principales interactions expliquant une dynamique globale d'un paysage (extrait de Gaudin, 2002).

Bien sûr, il est toujours préférable de travailler de manière pluridisciplinaire. Cependant, retracer l'évolution de la végétation revient aussi à retracer l'évolution d'un paysage, au moins dans ses grands traits. En effet, contrairement aux associations faunistiques ou aux activités humaines, la plante doit s'accommoder des caractères de son environnement immédiat. Aussi, établir une dynamique végétale à partir de résultats archéobotaniques revient à intégrer des transformations climatiques, géologiques, pédologiques et humaines (Fig. 416).

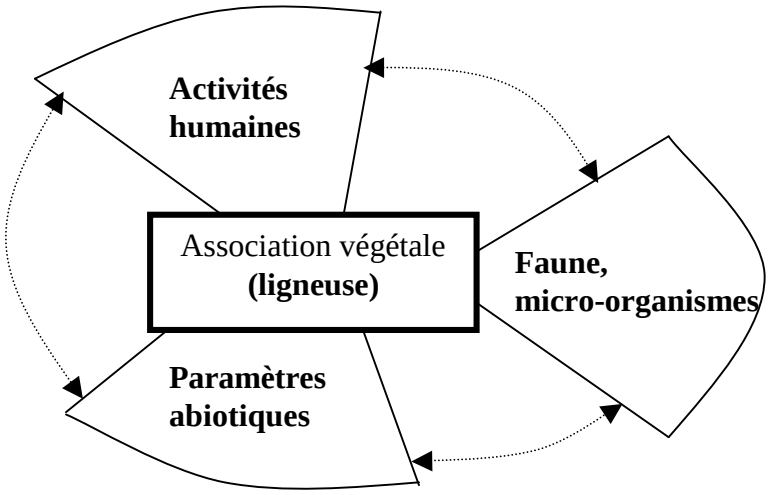

Fig. 416 L'association végétale, indice intégrant potentiellement les activités humaines, biotiques et abiotiques

Si la modélisation des dynamiques paysagères peut paraître complexe à cause des multiples interactions entre paramètres, l'étude des dynamiques végétales sera pertinente puisque résultant de l'effet de l'ensemble des facteurs. Le recours aux autres disciplines est cependant le plus souvent nécessaire afin d'identifier le facteur responsable du changement de végétation.

C.2. Contribution de la thèse à la mise en valeur de quelques sites, démarche visant à enrichir les propositions d'aménagements paysagers autour des sites à partir de reconstitutions paléoenvironnementales.

La démarche proposée se déroule en trois étapes :

1. Réalisation d'une ou plusieurs études paléoenvironnementales sur un même site permettant de retracer l'évolution des couvertures végétales autour du site

La réalisation d'études palynologiques dans des zones humides (cf. méthodologie employée C.2.1) permettent d'aboutir à des interprétations concernant l'évolution des paysages autour du point de sondage. Les résultats obtenus constituent une première forme de mise en valeur du site (fonction de recherche cf. § C.2.3).

D'autres études archéobotaniques (carpologie et anthracologie) souvent associées à des chantiers de fouilles archéologiques complètent les résultats polliniques.

2. Démarche permettant d'aboutir à la proposition d'une reconstitution de la mosaïque végétale à une période donnée autour du(des) point(s) de sondage(s) palynologique(s). (cf. § C.2.2)

Notons que le choix de la période dépend de la définition des thématiques patrimoniales propre au site (ex. l'histoire, ou bien le type de projet d'aménagement paysager souhaité).

2.1 Synthèse des études paléoenvironnementales réalisées sur le Massif armoricain pour la période concernée et regard plus détaillé sur les études menées dans l'environnement immédiat du site (cf. § C.2.2.1).

2.2 Mise au point d'une carte de végétation potentielle (principalement des groupements forestiers et de zones humides) dans un périmètre défini autour du site (cf. § C.2.2.2).

2.3 Elaboration d'une carte présentant la mosaïque paysagère dans un périmètre défini autour du site, à partir de la carte de végétation potentielle, des informations archéologiques et/ou des différentes unités végétales « anthropiques » (cf. § C.2.2.3).

3. Intérêts patrimoniaux potentiels issus de la démarche proposée (cf. § C.2.3)

C.2.1. Les études palynologiques : principe et méthodologie employée

C.2.1.2. Les techniques de sondage

Ce sont des carottiers de type « GIK » (Belokupitov et Beresnevitch, 1955) qui ont été utilisés pour faire les sondages polliniques.

Pour les sites présentant une faible épaisseur de sédiment ou bien difficile d'accès, on a eu recours à un carottier manuel de plus petites dimensions (50 cm de longueur pour 5 cm de diamètre). Ainsi, le prélèvement de Noguello (Melrand, 56) qui présentait une faible profondeur a été réalisé de cette façon.

Lorsque la profondeur du carottage est importante (supérieure à 1,50 mètres), le sondage est réalisé à l'aide d'un système motorisé par un compresseur hydraulique. Ce mécanisme actionne un treuil permettant d'enfoncer puis de retirer le carottier. Le carottier utilisé (demi-cylindre de 45 cm de longueur pour un diamètre de 10 cm) a été mis au point au Laboratoire d'écologie et des paléoenvironnements atlantiques de Nantes (Visset et Hauray, 1980, 1988). Ce système possède l'avantage d'éviter le tassement des sédiments prélevés ainsi que toute contamination par des pollens de niveaux différents. Ce système efficace est probablement parmi les plus utilisés (de Beaulieu et Reille, 1978 ; Visset, 1979 ; Voeltzel 1987 ; Bernard 1996 ; Barbier 1999…).

Dans tous les cas de figures, le mode de prélèvement par carottes successives (de 45 cm ou 90 cm) implique une perturbation des vingt premiers centimètres par la pointe du carottier lors du prélèvement précédent. Afin de limiter les perturbations dues à la pointe de la sonde, deux sondages sont menés en parallèle à peu de distance l'un de l'autre. Les carottes sont ainsi réalisées en alternance et à des profondeurs décalées. Parfois, les prélèvements réalisés en double exemplaires permettent aussi d'obtenir suffisamment de matériel pour tenter des datations radiocarboniques, des analyses granulométriques ou recommencer des traitements physico-chimiques défectueux.

Les carottes de sédiment ainsi récoltées sont ensuite recueillies dans des gaines de PVC et mises sous emballage plastique avec les références du site et la profondeur. Le découpage en tranches régulières est ensuite réalisé au laboratoire.

C.2.1.3. Les techniques de laboratoire

C.2.1.3.1. Conservation des sédiments et découpage des échantillons

Afin d'éviter tout phénomène de corrosion des enveloppes polliniques (oxydation chimique et/ou biologique), mais aussi toute dessiccation, les carottes sont conservées au laboratoire dans des congélateurs.

Le prélèvement des échantillons à traiter se fait systématiquement après avoir enlevé la partie périphérique de la carotte. En effet, cette partie externe est susceptible d'avoir subi des contaminations par des pollens actuels, ou d'éventuelles pollutions par des pollens d'autres niveaux lors de l'utilisation du carottier dans le puits de sondage.

La maille de prélèvement des échantillons à traiter dépend de la puissance totale du dépôt, de la nature des sédiments mais aussi parfois des résultats polliniques déjà acquis. Une maille de 5 cm a généralement été employée (ex. étude pollinique de Pargo, Langazel 100 et Langazel ZA15) lorsque les séquences se trouvèrent être homogènes. Cette maille a pu être ramenée à 2 cm lors de changement de sédimentation ou lorsque les constatations polliniques se devaient d'être consolidées (ex. fond du sondage de Langazel ZA 15 et de la tourbière de Pargo).

C.2.1.3.2. Les traitements des échantillons

Le traitement des échantillons visant à extraire puis isoler les grains de pollens fossiles de leur gangue sédimentaire a été réalisé au Laboratoire d'écologie de Nantes par L. Charriau. Le protocole nantais utilisé, a montré toute son efficacité dans de nombreuses études (Visset, 1979 ; Bernard 1996, Voetzel, 1987, Barbier, 1999…) Deux protocoles ont été utilisés en fonction de la nature du sédiment (organique ou minéral).

1. Préparation des sédiments organiques

Les sédiments riches en matières organiques, généralement des tourbes sont traitées par une méthode dite à NaOH :

1. Immersion du sédiment dans HCl 40% durant environ douze heures afin de dissoudre les carbonates.
2. Après centrifugation et rinçage à l'eau distillée, le culot est mixé dans NaOH 10% afin de supprimer d'éventuelles racines et brindilles puis ce dernier est versé dans un bécher et porté à ébullition durant 25 minutes afin de détruire en grande partie la matière organique.
3. Après centrifugation et rinçage à l'eau distillée le culot est tamisé (maille de 200µm) pour éliminer les ultimes particules grossières de matières organiques encore présentes.
4. Après centrifugation, le culot est versé dans un bécher en téflon contenant HF (fluor hydrique) et porté à ébullition 10 minutes afin de dissoudre la silice ; puis

rinçage à HCl 10% (neutralisation), centrifugation et déshydratation à l'acide acétique glacial CH_3COOH.

5. Le culot obtenu après centrifugation est « acétolysé » (c'est-à-dire inclus dans un mélange d'anhydride acétique $C_4H_6O_3$ et d'acide sulfurique H_2SO_4 purs pendant 6 minutes au bain-marie) ce qui permet de détruire d'éventuels « restes » de matières organiques et également de colorer les grains de pollens (incolores à l'état naturel) en jaune-orangé.
6. Série de rinçages du culot à l'alcool 30% et de centrifugations ; conservation du culot dans de la glycérine.

2. Préparation des sédiments minéraux

Afin de traiter les sédiments contenant une fraction minérale importante (sédiment vaso-tourbeux, vase) une technique faisant intervenir une liqueur dense (solution de Thoulet à base de iodure de cadmium et de potassium ajustée à une densité de 2,1) a été ajoutée à la méthode « classique » d'extraction (Frenzel, 1964). Cette méthode a ensuite été perfectionnée par E. Juvigné (1973a, 1973b).

Ainsi les étapes 2 et 3 du protocole sur sédiment organique sont modifiées :

2. Après centrifugation et rinçage à l'eau distillée le culot est directement transvasé (sans mixage préalable) dans un bécher contenant NaOH 10% et porté à ébullition seulement 10 minutes.

3. Après centrifugation et lavage à l'eau distillée, le culot est immergé dans HCl 10% avant d'être mixé avec la solution de Thoulet. Après une centrifugation, le surnageant concentré en pollens est filtré (sur filtre de cellulose) ; ce filtre sur lequel repose les pollens subira ensuite l'étape « 4 ».

C.2.1.4. Les comptages et les déterminations

C.2.1.4.1. Protocole d'étude général

Afin de pouvoir effectuer par la suite des mesures du « flux pollinique », un volume de glycérine est ajouté au volume du culot de centrifugation obtenu en fin de traitement physico-chimique. Le volume total (volume du culot de pollens + volume de glycérine) est précieusement noté (V).

Un volume constant de 40µl (v) est ensuite prélevé de ce volume total et monté entre lame et lamelle. La glycérine maintient une mobilité des grains de pollens et permet ainsi leur détermination par observation selon différents angles de vues et par observation des éléments de relief de la paroi pollinique par mise au point successive à différentes profondeurs de champs. Les bords de la lamelle sont lutés au vernis pour isoler le contenu pollinique de l'air ambiant.

La lecture des lames, exécutée à l'aide d'un microscope (Olympus BX51 à oculaires x 10) a été effectuée généralement avec un objectif de x 50 à immersion. L'objectif x 100 à immersion a également été utilisé lors de déterminations plus compliquées.

Le nombre de grains de pollens et de spores comptés par échantillon a été variable et fonction de la nature des sédiments. Cependant, une moyenne de 300 grains par échantillon a été lue. En effet, ce nombre est préconisé dans de nombreux travaux sur le sujet dont ceux de M. Reille (1990) qui précise qu' au « delà de 300 l'information ne s'accroît que dans des

proportions infimes ». Notons par ailleurs que le calcul des fréquences polliniques absolues (cf. ci-dessous) nécessite de faire le comptage sur au moins une ligne entière de la lamelle, ce qui a impliqué le comptage de plus d'un millier de pollens pour certaines lames particulièrement riches en pollens.

Une fois cette valeur atteinte, il a été systématiquement procédé à un balayage (à l'objectif x 20) de la surface de la lamelle afin de détecter d'éventuels taxons polliniques non identifiés jusqu'alors.

Les outils utilisés pour les déterminations sont de plusieurs sortes :

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

Enfin, les problèmes de détermination ont été soumis aux yeux experts de L. Visset et D. Marguerie.

Les pollens d'arbres et d'arbustes ont été déterminés au niveau du genre (*Quercus*, *Corylus*, *Fagus*…). En revanche, beaucoup de pollens d'herbacées ne peuvent être reconnus au-delà de la famille (Chénopodiacées, Caryophyllacées, Poacées, Cypéracées…). Quelques taxons sont cependant identifiables au niveau du genre (*Rumex*, *Artemisia*, *Thalictrum*, *Calluna*) et encore plus rarement jusqu'à l'espèce (*Typha augustifolia*, *Centaurea cyanus*, *Polygonum aviculare*…).

La différenciation entre pollens issus de Poacées « sauvages » et Poacées « cultivées » (céréales) repose sur des critères biométriques (Heim, 1970 ; Visset, 1974 ; Chester P. I. et Ian Raine, 2001). Afin de limiter au maximum les erreurs de détermination, seuls les pollens de Poacées dont la taille est comprise entre 40 et 60µm, et dont le diamètre extérieur du pore aréolé est supérieur à 10µm peuvent être considéré comme étant des céréales (Chester P. I. et Ian Raine, 2001).

Ces critères anatomiques ont cependant été remis en cause en 1971 par N. Planchais, dans l'étude pollinique des tourbières du Lac de Grandlieu (44). Elle évoque la ressemblance dimensionnelle entre les pollens de céréales et ceux du genre *Glyceria* (Poacée hygrophile).

J. Heim (1970) invite également à être vigilant devant les pollens du type « *Cerealia* » découvert dans les zones littorales à végétation halophiles. En effet, les pollens de certaines Poacées (ex. *Elymus*, *Agropyrum* particulièrement *A. juncetum*, selon Lopez Saez *et al*., 2003) poussant dans les milieux dunaires et en arrière-dunes peuvent présenter des caractères morphologiques semblables aux pollens de céréales. Aussi, lorsque des grains de « type céréale » sont observés de manière sporadique il est prudent avant de les déterminer comme céréales, de s'intéresser à l'ensemble des indices anthropiques (ex. ouverture du paysage) ainsi que des cortèges floristiques de plantes adventices (ex. *Rumex*) ou de plantes rudérales (ex. *Urticacées*) qui peuvent rendre cohérente ou non la détermination (cf. § 2.1.1.2.2.36).

Le genre *Secale* a pu être déterminé grâce à une exine scabre et à son pore latéral (Chester et Ian Raine, 2001).

Le taxon pollinique « *Cannabis-Humulus* » a été créé par l'absence de critère notable permettant de distinguer le pollen de *Cannabis* du pollen de *Humulus* qui se développe dans les zones humides de façon spontanée sur le Massif armoricain. S'appuyant sur ce fait, il est cohérent d'interpréter ce taxon comme correspondant à des cultures de chanvre lorsque d'autres taxons anthropiques (céréales, *Fagopyrum*, *Juglans*…) sont repérés. L'absence

d'activité humaine couplée à des attestations polliniques sporadiques de « *Cannabis-Humulus* » correspond plutôt à des provenances polliniques depuis des plants de houblon naturels.

En ce qui concerne les types de « *Pinus* », il a été possible de différencier les pollens de *Pinus sylvestris* des pollens de *Pinus pinaster* à partir des caractères biométriques. Selon D. Barbier 1999, qui reprend les travaux de J.L. Turon (1973) et M.L. Torras Troncoso (1983), le pollen de *Pinus sylvestris* a une « longueur comprise entre 38 et 50µm et des ballonnets de petites tailles. L'exine du corps central est caractérisée par une faible épaisseur : 2µm ». Le pollen de *Pinus pinaster* possède quant à lui « une taille du corps central comprise entre 55 et 65µm, des ballonnets plus développés, emboîtants et à mailles larges, ainsi qu'une épaisseur d'exine supérieure à 2µm ». Cependant, comme le justifie aussi D. Barbier (1999) pour la Mayenne, il est difficile de croire à la présence de ce taxon ici, compte tenu de l'aire de répartition écologique de ce taxon. La dénomination de pollens de *Pinus pinaster* constatés dans certaines études, doit donc être interprétée avec précaution.

C.2.1.4.2. Objectif et protocole des Fréquences Polliniques Absolues (FPA):

En plus des comptages réalisés ligne par ligne de manière classique jusqu'à un nombre de déterminations représentatif, nous avons choisi de calculer les Fréquences Polliniques Absolues.

C.2.1.4.2.1. Objectif :

La concentration pollinique absolue, c'est le nombre de grains de pollens par gramme de sédiment traité.

Alors qu'en raisonnant en fréquences relatives, la représentation quantitative d'un taxon dépend pour partie de la quantité des autres taxons (par l'intermédiaire de la somme de base…) dans le cas des fréquences absolues, on mesure des quantités de pollens qui ont été émises et emprisonnées dans le sédiment à un moment « t ». Dans des conditions de sédimentation homogènes, elles mènent donc à une meilleure estimation des changements de végétation car les fluctuations des pourcentages peuvent relever d'un effet statique lié à une hausse ou une diminution importante d'un seul taxon (Leroyer, 1997). On a donc là une valeur qui est en théorie plus informative, indépendante des valeurs des autres taxons.

Ce calcul nécessite cependant une bonne compréhension des processus sédimentaires et des densités de sédiments. En fait, afin de pouvoir réellement comparer les concentrations absolues, il est nécessaire de travailler sur des sites ou bien des unités stratigraphiques bien connues (cf. § C.2.1.4.2.3 relatif au processus sédimentaires ci-dessous).

Il existe deux méthodes afin d'établir ces fréquences absolues :

- Une méthode préconisant l'introduction de pastilles de Lycopodes au nombre connu dans les préparations (Stokmarr, 1972), protocole jugé peu performant par J. Clerc, (1988),
- la méthode volumétrique, méthode retenue et décrite ci-dessous.

C.2.1.4.2.2. Protocole

Cette démarche, inspirée des travaux de Leroyer, (1997) nécessite un certain nombre de mesures :

- la masse sèche de sédiment traité (P),
- le volume du culot contenant l'ensemble des pollens extraits ajusté* par ajout de glycérine, afin d'obtenir des concentrations polliniques qui ne soient pas trop denses à observer (V),
- le volume de la fraction (40µl) déposée entre lame et lamelle (v).

Afin de calculer le nombre de grains de pollens contenus dans le volume de culot déposé sur la lame, il est indispensable de connaître pour chaque grossissement le nombre de lignes présentes sur la surface utile de la lamelle. Le nombre de lignes d'une lamelle de largeur 24 mm varie en fonction du grossissement adopté pour la lecture. Il a donc été calculé pour les grossissements de 200 fois (22 lignes + 1/3 de champ pour la lame considérée) et 500 fois (54 lignes 7/8 de champ). Lors de l'étude, le grossissement adopté et le nombre de lignes parcourues seront donc bien évidemment aussi à noter.

Le nombre de grains de pollens contenu dans un gramme de sédiment sec (N) se calcule selon la formule suivante :

$$N = \frac{n \cdot \left(\frac{V}{v} \right)}{P}$$

Avec :

- *P* : poids sec de sédiment traité (g),
- *v* : volume du culot déposé sur la lame (40µl),
- *V* : volume total du culot résiduel après manipulations (µl),
- *n* : nombre de grains de pollens contenus dans le volume de culot déposé sur la lame, calculé d'après la formule :

$$n = \frac{\text{somme totale comptée x nombre de lignes de la lamelle}}{\text{nombre de lignes parcourues}}$$

On peut se rendre compte par l'intermédiaire de ces formules et notamment par la valeur de *P*, que la comparaison de deux valeurs de « FPA » nécessite un sédiment de densité homogène.

* cet ajustement a fait l'objet d'un protocole particulier. En effet, les extractions polliniques ont été tout d'abord centrifugées puis le surnageant (en partie de la glycérine et de l'eau) enlevé afin d'obtenir des culots polliniques concentrés de manière homogène. Lorsque le culot présente une concentration pollinique marquée (opaque), un volume de glycérine de l'ordre de 4 fois le volume du culot est alors ajouté. Les culots polliniques faiblement concentrés, ne sont, quant à eux, pas ou peu dilués (1, 2 ou 3 volumes du culot seulement).

C.2.1.4.2.3. Prise en compte du processus de sédimentation

On peut procéder à plusieurs méthodes afin d'estimer des unités sédimentaires. Tout d'abord, un découpage par l'intermédiaire des textures et des couleurs sédimentaires permet d'obtenir les grands traits litho-stratigraphiques du carottage.

Lorsque les diagrammes sont suffisamment fournis en datations absolues, il est possible d'estimer les taux (ou vitesses) et les « à-coups » (ou accélérations) de la sédimentation. L'objectif consiste alors à retracer la variation de l'épaisseur de la tourbière en fonction du temps, de mieux dater les différents niveaux échantillonnés, et de caractériser le taux de sédimentation. La courbe d'étalonnage de l'épaisseur en fonction du temps permet de

dater tous les niveaux intermédiaires avec un intervalle de confiance qui intègre l'ensemble des incertitudes intervenant dans les différents niveaux de l'analyse.

Nous avons mis en œuvre une approche statistique Bayésienne (Green et Silverman, 1994 ; Wahba, 1990) développée à Rennes (Lanos, 2004) pour établir ces courbes d'étalonnage. Nous avons considéré, en première approximation, des erreurs uniformes sur le temps dans les intervalles « à 95% » donnés par les ^{14}C calibrés, et des erreurs sur les épaisseurs de tourbe prélevées de ±1 cm. Nous avons émis l'hypothèse de l'existence d'une variance sur les profondeurs réelles autour des valeurs observées, afin de modéliser des variations aléatoires d'épaisseur.

Les résultats d'une simulation à partir de 30 datations (simulation élaborée par Ph. Lanos) sont synthétisés en Fig. 417. On obtient une courbe moyenne (en rouge) encadrée par une enveloppe (en bleu) donnée à 95% de confiance, ce qui veut dire que toute courbe de sédimentation monotone croissante dans cette enveloppe est admissible.

Les niveaux datés *a priori* par ^{14}C voient leurs datations améliorées *a posteriori* (resserrement des dates calculées dans chaque intervalle autour d'une moyenne dite « Bayésienne » qui n'est plus forcément au centre de l'intervalle, cf. courbe rouge et points noirs de la Fig. 417 ci-dessous).

Pour les autres niveaux non datés, ni *a priori*, ni *a posteriori*, il est possible de procéder à leur datation via la courbe d'étalonnage obtenue. Ce qui permet de déterminer la résolution temporelle de la référence, par exemple : ± 90 ans à 68 % et de ± 180 ans à 95%.

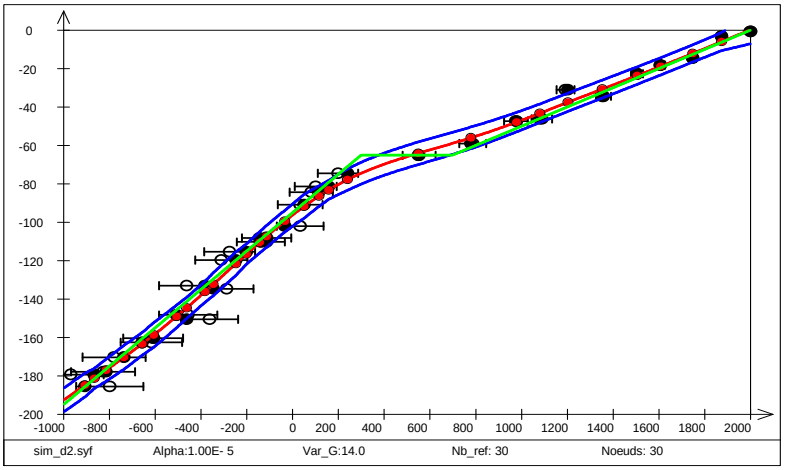

Fig. 417 Résultat d'une simulation à 30 datations réparties sur une épaisseur sédimentaire. - Courbe vraie (sédimentation théorique) en vert - Courbe spline Bayésienne en rouge - Courbes enveloppes à 95% en bleu, qui contient le « plateau » dû à une lacune de sédimentation - Points observés en noir : date « améliorée » - barre horizontale : erreur temps a priori - barres verticales aux extrémités : erreur expérimentale a priori sur la profondeur ici fixée à 1 cm.

Le calcul de la dérivée première de la courbe d'étalonnage permet de déterminer le taux de sédimentation, et la dérivée seconde permet de déterminer la variation de ce taux au cours du temps (Fig. 418).

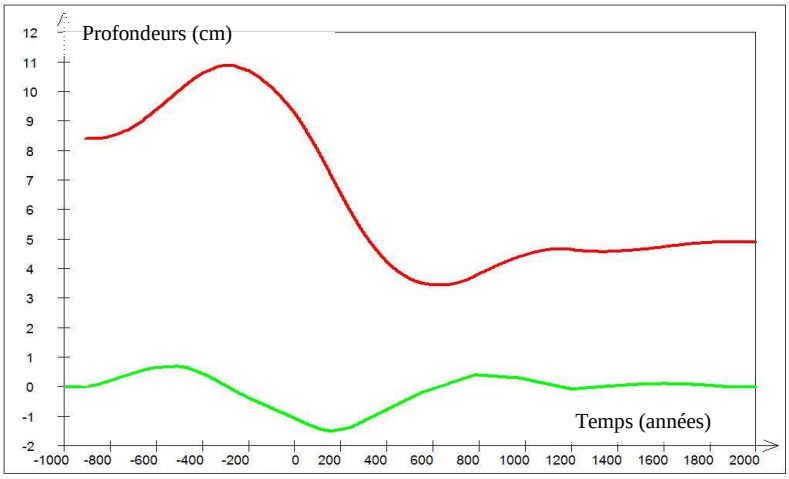

Fig. 418 Courbes du taux de sédimentation instantané (en rouge) et courbe d'accélération de la sédimentation (en vert) représentant les à-coups de la sédimentation réalisées à partir d'une simulation de 30 datations (Fig. ci-dessus correspondante).

Enfin l'étude granulométrique des sédiments est utilisée pour définir et caractériser les unités lithostratigraphiques (cf. chapitre C.2.1.7 ci-dessous).

C.2.1.5. Les datations radiocarboniques

Un total de quinze datations radiocarboniques a été réalisé sur l'ensemble des quatre stations étudiées dans ce mémoire. Les échantillons présentant des taux de matière organique suffisants (tourbes) ont fait l'objet de datations classiques dans le laboratoire « d'Archéométrie et d'Archéologie » de Lyon (Université Claude Bernard Lyon I) et au laboratoire du « Centre d'Etudes Nordiques » (Université de Laval, Québec, Canada). Pour les échantillons pauvres en matière organique (sédiment de base minérale, vase) des datations par accélérateur de particules (AMS) ont été effectuées par le laboratoire de Lyon.

La calibration en années réelles (av./ap. J.-C.) réalisée à partir des dates conventionnelles (exprimées en B.P.) a été rendue possible par l'intermédiaire du logiciel Oxcal v. 3.5, C. Bronk Ramsey (1995), utilisant les données atmosphériques de M. Stuiver *et al.* (1998a & 1998b).

C.2.1.6. Les représentations des diagrammes polliniques

Les diagrammes polliniques obtenus après lecture au microscope des préparations polliniques renseignent sur les associations végétales existantes à différentes époques et enregistrées à différentes profondeurs du sondage. Ainsi, il est possible de collecter des informations sur le climat passé et sur les éventuelles actions de l'homme sur le paysage environnant.

Les décomptes des spores et pollens sont transformés en fréquences relatives. Les fréquences obtenues dépendent de la somme de base choisie.

Les avantages et inconvénients des modes de représentations palynologiques les plus couramment utilisés ont été discutés par A.-V. Munaut (1967). Selon ce dernier auteur, « l'interprétation écologique de résultats palynologiques en montrant l'image réelle de la pluie pollinique en un endroit particulier » est favorisée par des calculs basés sur la somme totale des pollens et des spores.

La prise en compte des spores dans la somme de base n'est pas sans poser quelques problèmes. L'exemple de *Sphagnum* a été étudié par J. Heim (1970) qui a constaté que la production de spores de sphaigne pouvait varier sans concordance évidente avec le couvert végétal du site considéré. Plus généralement, les Ptéridophytes et les Bryophytes présentant une sporulation souvent difficile à interpréter. Aussi, les spores sont généralement exclues de la somme de base (Voetzel, 1987 ; Barbier, 1999 ; Ouguerram, 2002). Pour notre part, les caractéristiques de production et de dispersion des spores étant différentes des caractéristiques polliniques, nous avons aussi choisi d'exclure les spores de la somme de base.

En revanche, contrairement à la méthode conseillée par K. Faegri et J. Iversen (1964) basée sur des sommes partielles de pollens arboréens et non arboréens, nous avons choisi de travailler sur des fréquences basées sur une somme de base incluant les espèces locales. En séparant les taxons « locaux » des taxons « régionaux », l'objectif est de soustraire les caractéristiques de la végétation régionale à l'influence de l'apport pollinique local. En effet, par le jeu des fréquences relatives, la fréquence pollinique d'une espèce locale (ex. *Alnus*) peut fortement influencer les taux polliniques des autres taxons… Plusieurs arguments viennent cependant à l'encontre de cette méthode.

Tout d'abord, le classement des taxons dans une catégorie régionale ou locale peut relever d' « à priori » parfois mal avérés, basés le plus souvent sur l'autoécologie des espèces actuelles et sans connaissance sur les modes de production et de dispersion pollinique.

Par ailleurs, les problèmes liés à l'identification spécifique des pollens limitent considérablement son application (Munaut, 1967). Ainsi « le taxon pollinique *Betula* » est-il à classer parmi les taxons régionaux ou locaux ?

Enfin et surtout, dans le cadre de ce mémoire et de la synthèse des résultats polliniques armoricains, le problème de comparabilité des données polliniques s'est posé pour l'ensemble des études procédant à des exclusions. En effet, en prenant le parti de construire des diagrammes polliniques sur des sommes de base avec « exclusions », on se trouve face à une multitude de possibilités de sommes de base différentes, si bien que les résultats ne sont plus comparables.

Il convient bien évidemment de tenir compte de l'origine des taxons polliniques lors de l'interprétation, mais plutôt à la suite et non avant la construction d'un diagramme pollinique.

On peut noter la solution trouvée par D. Voetzel (1987) qui a eu recours à la construction de diagrammes partiels, « auxiliaires », figurant à côté d'un diagramme général (avec somme de base pollinique complète) des diagrammes avec exclusion des taxons arboréens. L'aulne, le bouleau, *Myrica*, le saule et le nerprun sont alors exclus de la somme de base dans ce second diagramme.

Les diagrammes en fréquences relatives d'après la somme totale des pollens ont tous été obtenus grâce au logiciel « GpalWin » (conçu par Cl. Goeury, à l'Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie de la Faculté Saint-Jérôme à Marseille).

Sur ces diagrammes figurent de la gauche vers la droite :

- la profondeur des prélèvements (exprimée en centimètres et mesurée par rapport à la surface du sol),
- la colonne stratigraphique de la séquence sédimentaire (représentant des textures sédimentaires),
- l'ensemble des fréquences relatives de chaque taxons d'arbres puis des arbustes déterminés lors du comptage,
- un diagramme de type « Iversen », synthétisant d'une part les A.P. (Arborean Pollen), avec la représentation du type dominant de pollen arboréen et d'autre part les N.A.P. (Non Arborean Pollen) avec la représentation du type dominant de pollens d'herbacées. La courbe continue AP / NAP permet d'estimer l'évolution des parts relatives des végétations boisées vis-à-vis des végétations herbacées dans l'environnement du lieu de sondage.
- les courbes individuelles continues, en pourcentages relatifs des taxons polliniques de plantes herbacées. Au sein des herbacées, les taxons sont réunis par groupements écologiques,
- les courbes individuelles continues des Ptéridophytes, puis des Bryophytes (sphaignes) et enfin parfois (en contexte littoral) des dinoflagellées.
- la zonation (cf. ci-dessous).

Afin de faciliter l'interprétation d'une séquence pollinique, il est coutumier de regrouper les échantillons en zones. On distingue les zones d'assemblages polliniques, les phases écologiques, les chronozones. Enfin, en présence de suffisamment de repères

chronologiques (grâce aux datations absolues notamment), une chronologie archéologique et/ou historique est disposée sur le côté droit du diagramme.

- *Les zones d'assemblages polliniques (ou zonations locales) :*

Ce premier degré de zonation est établi en fonction de la variation du pourcentage d'au moins deux taxons locaux (Cushing, 1963). Elles sont désignées par les lettres de l'alphabet (a, b, c,…). Ces zonations locales permettent d'estimer l'évolution de la végétation locale autour du sondage pollinique.

- *Les phases écologiques :*

Ce niveau hiérarchique de la zonation est composé des zones d'assemblages polliniques. Il est établi en fonction de la variation significative des taxons dominants et permet ainsi d'appréhender l'évolution des formations végétales majeures. Leurs dénominations sont généralement exprimées par les trois premières lettres en majuscules du site considéré, suivies d'un chiffre.

- *La chronologie archéologique et/ou historique :*

Celle-ci va là aussi dépendre pour partie des datations radiocarboniques obtenues (seuls repères chronologiques indépendants). Elle permet de mettre en adéquation les constats archéobotaniques (l'évolution des paléo-végétations) avec l'évolution climatique (connue par d'autres analyses) et les évènements archéologiques - historiques. Elle prend tout son sens à partir du moment où l'impact humain sur le paysage végétal peut être identifié en terme de signature pollinique (ex. baisse du taux de pollens d'arbres, introduction de taxons allochtones, développement de taxons favorisés par la présence humaine), c'est à dire surtout à partir de la période climatique de l'Atlantique.

- *Les chronozones :*

Cette zonation repose sur les phases écologiques et les datations radiocarboniques absolues. Il s'agit donc d'une chronologie absolue (Puertas, 1997) permettant de resituer l'ensemble de la séquence par rapport aux périodes climatiques régionales. Dans le cadre de ce mémoire, nous nous référons à la chronologie climatique établie à partir des études armoricaines (cf. chapitre A.2.1 concernant les chronologies climatiques et archéologiques). D. Barbier (1999) indique dans ses travaux que « ces chronozones sont principalement utilisées dans l'interprétation des séquences les plus anciennes (Tardiglaciaire et début de l'Holocène), lorsque la problématique est abordée en terme de climat. En effet, à partir du Subboréal et durant toute la période Subatlantique, l'évolution de la végétation ne dépend plus uniquement des facteurs abiotiques (le climat notamment) mais est fortement liée à la pression humaine croissante ».

<u>Remarque :</u>

- Les datations radiocarboniques (exprimées en B.P.) sont disposées sur le diagramme à la profondeur où elles ont été effectuées.
- Lorsqu'un taxon est représenté par moins de 1,5% en pourcentage relatif, il est matérialisé sur le diagramme par un point.

C.2.1.7. Les analyses granulométriques

Ces analyses granulométriques réalisées sur les sédiments des sondages palynologiques ont pour but de caractériser les matériaux de remplissage et de déterminer leur provenance. Dix échantillons ont été étudiés. Quatre sur le sondage de Pargo (Quiberon), trois sur le sondage de Langazel 100 et trois sur le sondage de Langazel ZA15.

La méthode consiste en un tamisage des sables et graviers et en une microgranulométrie des suspensions de particules fines en milieu aqueux à la pipette d'Andreasen modifiée par Monnier-Bigot-Marguerie (inspirée des travaux de A. Rivière, 1977).

Les résultats de l'étude granulométrique permettent d'établir dans un premier temps les pourcentages des différentes classes de tailles des particules (cailloux, graviers, sables, limons, argiles).

Par ailleurs, les deux facteurs retenus pour ce traitement et reflétant au mieux la distribution granulométrique sont :

- un indice de grossièreté du sédiment (permettant d'estimer la taille moyenne des particules) : « X2 ». Plus l'indice est fort et plus les particules sont grossières.

- un indice d'évolution du sédiment (permettant d'estimer le tri des particules et ainsi de connaître l'énergie du flux qui a mis en place ces particules): « N2 ». Plus l'indice est fort et plus l'énergie du dépôt sédimentaire a été importante.

La lecture des courbes granulométriques cumulatives permet quant à elle de détecter des éventuels remaniements du dépôt initial (ex. apports de sables marins).

C.2.2. La démarche permettant d'aboutir à la proposition d'une reconstitution de la mosaïque végétale à une période donnée autour du (des) point(s) de sondage(s) palynologique(s).

C.2.2.1. Synthèse des études paléoenvironnementales réalisées sur le Massif armoricain pour une période concernée et regard plus détaillé sur les études menées dans l'environnement immédiat du site

Cette première étape a d'une part pour objectif de faire un inventaire de l'ensemble des résultats archéobotaniques armoricains recoupant la ou les période(s) sélectionnée(s). On s'appuie pour cela sur l'enregistrement des résultats archéobotaniques armoricains réalisé dans le cadre de ce mémoire (cf. chapitre B). L'étude menée à l'échelle armoricaine peut apporter des indications sur les grandes tendances évolutives de la végétation de la période choisie au travers notamment des indices relatifs de taux de pollens d'arbres et de Poacées, de diversités des groupements végétaux, des fréquences des occurrences de tel ou tel groupement végétal.

Par ailleurs, des cartes représentant la distribution spatiale des différents groupements végétaux, taxons allochtones ou taux de pollens d'arbres peuvent venir illustrer les grands traits paysagers de l'époque.

De plus, un regard plus attentif sur les études qui ont été menées dans les environs du site (quelques dizaines de kilomètres) est conseillé afin d'identifier plus exactement les taxons et groupements archéobotaniques dans chaque résultat.

Ces différents groupements ont été créés sur la base de données archéobotaniques (Berhe, 1981; Prentice *et al.*, 1996; Leroyer, 1997 ; programme CLIMEX**, 1995) et des

groupements végétaux connus actuellement sur le Massif armoricain (Bournerias, 1968; Corillion, 1971; Rameau *et al.*, 1996). Cette liste d'associations végétales inspirée d'une liste plus vaste en vue de la modélisation des paysages à l'échelle du Massif armoricain (cf. tableau chapitre B.2.2.2.37) doit permettre de dépeindre l'ensemble des groupements végétaux détectables à l'époque et dans l'espace étudié. Ces groupements taxonomiques sont tout particulièrement adaptés à la lecture des diagrammes polliniques. En effet, on distingue les groupements issus des « apports polliniques locaux » (généralement de la zone humide du sondage), des apports provenant des « coteaux » (dans un périmètre de 500 mètres autour du sondage) et des « apports polliniques régionaux » (au-delà de 500 mètres jusqu'à une dizaine de kilomètres selon J. Heim, 1970). Enfin, les taxons allochtones peuvent faire l'objet d'enregistrements particuliers lorsque le niveau de détermination est suffisant. (exemple : occurrences de cultures, de sarrasin, de seigle…) (cf. chapitre B).

C.2.2.2. Mise au point d'une carte de végétation potentielle dans un périmètre défini autour du site.

La construction de cette carte de végétation potentielle, carte théorique, consiste à superposer sur un fond de carte topographique et hydrographique, les groupements végétaux « potentiels » (c'est-à-dire les groupements qui sont pressentis sans interventions humaines) identifiés à travers les résultats archéobotaniques.

Il est évidemment impossible de connaître cette mosaïque végétale dans le détail, on peut cependant s'en approcher en sélectionnant les groupements archéobotaniques forestiers de la période climatique concernée. En effet, les groupements forestiers représentent la plupart des niveaux « climaciques » des successions végétales du Massif armoricain (mis à part pour le littoral ou les zones d'altitudes soumises à des contraintes importantes de vents, pluies, température, salinités, embruns…). Ces groupements forestiers correspondent aux « apports polliniques régionaux » (cf. § C.2.2.1 ci-dessus et § B.2.2.2.37.3).

Ces successions anciennement appelées « séries de végétation » sont aussi désignées par le nom de l'espèce dominante du groupement climatique (ex. série du chêne sessile ; série du hêtre ; séries des aulnaies, bétulaies…). R. Corillion (1971) s'est inspiré de cette typologie pour mettre au point des cartes de végétations potentielles.

De plus, nous nous sommes appuyés sur les caractères écologiques actuels des stations forestières bretonnes (Fig. 419) afin de placer de manière théorique et manuelle, les groupements archéobotaniques forestiers en fonction des paramètres géophysiques (essentiellement topographiques et hydrographiques, en l'absence de véritables études géomorphologiques).

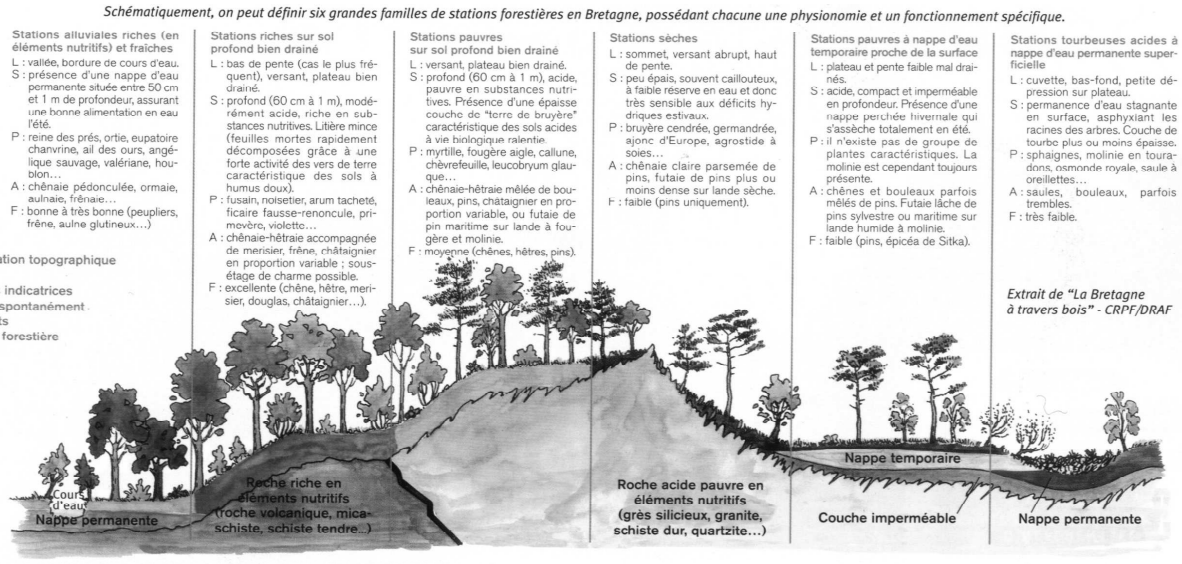

Fig. 419 Les principaux types de stations forestières en Bretagne (extrait de « La Bretagne à travers bois » - CRPF/DRAF).

Un ordre de grandeur dans la représentativité de ces groupements peut être estimé en tenant compte de la fréquence de leurs détections dans les études comprises dans les environs du site étudié.

C.2.2.3. Elaboration d'une carte présentant la mosaïque paysagère dans un périmètre défini autour du site, à partir de la carte de végétation potentielle, des informations archéologiques et/ou des différentes unités végétales « anthropiques ».

Cette carte est construite sur la base de la carte potentielle, sur laquelle vont être disposés principalement des groupements archéobotaniques correspondant à des apports polliniques de « coteaux » (cf. § B.2.2.2.37.2). On dispose les groupements archéobotaniques identifiés dans le(s) sondage(s) pollinique(s), en fonction des vestiges archéologiques (habitats, microreliefs), des qualités écologiques intrinsèques à chaque association (ex. les associations de landes sèches sont plutôt sur des sols pauvres, peu profonds (Rameau *et al.*, 1996)) ou des qualités agronomiques de chaque taxon cultivé (ex. le chanvre est cultivé dans les zones humides telles que les zones alluviales ; le sarrasin peut quant à lui être cultivé aussi bien sur sols pauvres que sur sols riches Le Clech, 1999).

Une recherche bibliographique concernant les pratiques agricoles peut nous aider à positionner les associations archéobotaniques autour des études paléoenvironnementales (ex. documents d'archives et iconographiques). Les types et modes de cultures connus pour chaque époque sont aussi, dans la mesure du possible, à intégrer dans les représentations cartographiques des associations végétales (ex. la pratique de la jachère en alternance avec une culture est représentée sous la forme de hachures, Fig. 472). L'ouvrage de D. Poulain (2004) apporte de nombreuses informations sur l'histoire de l'agriculture et de ses pratiques.

C.2.3. Intérêts potentiels issus de la reconstitution végétale proposée

- La reconstitution des paysages passés permet tout d'abord d'élargir les possibilités dans le processus d'élaboration d'un projet d'aménagement paysager. C'est un objectif d'aménagement on ne peut plus cohérent pour les sites à vocation patrimoniale (sites

historiques et sites naturels). En effet, proposer des idées d'aménagement ou de reconstitutions de paysages passés autour de sites à vocation patrimoniale permet d'enrichir l'offre patrimoniale par les différentes fonctions impliquées par l'étude paléoenvironnementale :

- fonction de recherche (collecte d'information nouvelles),
- fonction de communication (valoriser une période donnée, mise en valeur d'un thème : l'histoire du paysage)
- fonction de création (proposer des idées d'aménagement ou de reconstitutions de paysages passés autour de sites à vocation patrimoniale ; ex. la reconstitution d'un environnement médiéval autour d'un château),
- fonction de formation : sensibilisation aux transformations de l'environnement, à la fragilité de l'environnement,
- fonction de conservation : en mettant en exergue le potentiel historique d'un site (ex. une zone humide) on ajoute des arguments aidant à la décision de conserver ou non tel ou tel site;
- fonction d'animation : reconstituer des techniques agricoles passées à partir des faits paléobotaniques ;
- fonction de diffusion : efforts de présentation des techniques de recherches paléobotaniques.

- L'étude de la succession des paysages permet de mieux appréhender les changements environnementaux régionaux et les mécanismes qui les sous-tendent. La description de crises environnementales passées par les résultats archéobotaniques doivent théoriquement permettre d'anticiper certains phénomènes ou de lever des inquiétudes (notamment d'ordre climatique).

- Cette démarche paléoenvironnementale permet potentiellement de déterminer dans quelle mesure, à quelle époque et de quelle manière, des interventions humaines ont pu faire dévier des potentialités du milieu. Mettre ainsi en perspective le fonctionnement d'un paysage sur le long terme, c'est anticiper de la meilleure façon qui soit l'organisation et l'aménagement d'un paysage de manière durable.

C.3. Application de la démarche de reconstitutions paléo-paysagères autour de sites à vocations patrimoniales

C.3.1. Région de Carnac : l'étude palynologique de la tourbière littorale de « Rohu-Pargo » (Quiberon, 56)

C.3.1.1. Etude palynologique

C.3.1.1.1. Présentation du site et objectif

La tourbière de Rohu (localisée au lieu-dit « Pargo ») se situe à Quiberon (56) (Fig. 420). La tourbière est localisée en bordure d'une route secondaire reliant Saint-Pierre-de-Quiberon à Quiberon.

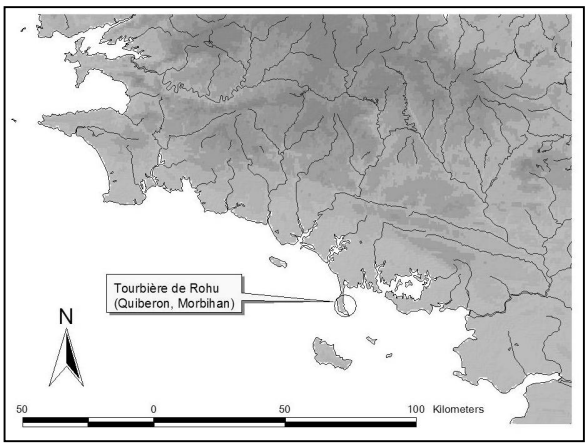

Fig. 420 Localisation de la tourbière de « Rohu-Pargo » située sur la commune de Quiberon dans le Morbihan

La formation de cette tourbière littorale résulte du barrage formé par un cordon dunaire à l'arrière de l'une des plages de la côte est de la presqu'île (plage de Rohu). La zone humide est alimentée par un ruisseau qui traverse la péninsule d'ouest en est. Il n'a pas été possible de sonder le milieu de la tourbière, à cause de l'humidité restée importante même en été. Le sondage a été effectué dans la partie orientale de la tourbière (cf. aussi Fig. 431).

Le carottier de type GIK a permis le prélèvement des sédiments jusqu'à une profondeur de 520 cm.

Les coordonnées géographiques du sondage ont été identifiées par GPS (X=189 125, 464 m et Y = 292 358, 011 m (coordonnées Lambert II)). Le sommet du sondage correspond à une altitude calculée à partir d'une moyenne de dix valeurs prises par GPS soit z = 3,746 m (NGF).

L'objectif de cette étude est de reconstituer l'histoire de la végétation d'une partie de la péninsule de Quiberon en tentant d'y apporter des explications d'ordre naturel mais aussi d'ordre culturel. La péninsule mais aussi l'ensemble de la région de Carnac laissait présager au regard du nombre très élevé de vestiges archéologiques, un impact humain fort sur la végétation depuis le Néolithique (Fig. 421). C'est donc à partir de cette hypothèse que nous avons décidé de prospecter la région pour trouver puis réaliser l'étude pollinique d'une zone humide susceptible d'exister depuis au moins le Néolithique.

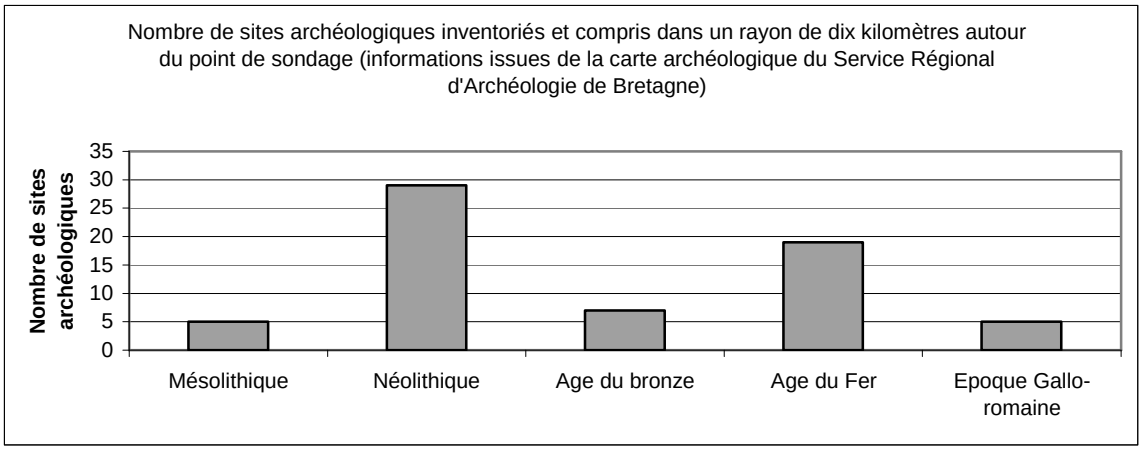

Fig. 421 Nombre de sites archéologiques inventoriés dans un rayon de 10 kilomètres autour du point de sondage.

C.3.1.1.2. La litho-stratigraphie et granulométrie du dépôt

La litho-stratigraphie observée est la suivante :

0 cm – 65 cm : tourbe fibreuse peu décomposée
65 cm – 105 cm : tourbe sablo-argileuse
105 cm – 130 cm : sableux avec quelques inclusions de macrorestes (racines)
130 cm – 325 cm : tourbe argileuse
325 cm – 355 cm : argile tourbeuse
355 cm – 410 cm : tourbe argileuse
410 cm – 415 cm : argile tourbeuse
415 cm – 435 cm : tourbe argileuse
435 cm – 465 cm : argile organique (les quelques inclusions de macrorestes se raréfiant très rapidement avec la profondeur)
465 cm – 485 cm : argile
485 cm – 510 cm : argile sableuse, avec quelques traces d'oxydation
510 cm – 520 cm : sable limoneux avec quelques cailloux

L'étude de la texture des couches lithologiques permet tout d'abord de constater une passe sableuse située entre 105 cm – 130 cm. Ce niveau correspond à un déplacement de la dune ou à une entrée maritime à l'intérieur de la tourbière. On observe par ailleurs un passage assez brutal entre de la tourbe argileuse et de l'argile organique aux environs de 435 cm de profondeur. Cette rupture dans les processus de sédimentation - événement qui nous le verrons est aussi perceptible à travers l'enregistrement pollinique - met en évidence un très net ralentissement de la sédimentation voire un hiatus.

Afin de mieux caractériser la lithologie des strates du fond du sondage, nous avons eu recours à des études granulométriques. Les quatre échantillonnages, établis à partir de la litho-stratigraphie ci-dessus proviennent des niveaux suivants : de 115 à 129 cm, 432 à 460 cm, 467 à 490 cm et 500 à 517 cm.

Les résultats de l'analyse granulométrique globale, les indices de grossièreté (X) et l'évolution du sédiment (N) sont indiqués dans la figure ci-contre (Fig. 422).

Profondeurs (cm)	Pourcentage de cailloux	Pourcentage de graviers	Pourcentage de sables	Pourcentage de limons	Pourcentage d'argiles	Indice de grossièreté (X2)	Indice d'évolution (N2)
115 – 129	0	0	100	0	0	4.3	2.4
432 – 460	0.19	0.25	22.66	40.36	36.55	2.2	0.1
467 – 490	0.06	2.77	21.18	40.88	35.10	2.3	0.05
500 – 517	1.07	8.47	50.62	25.94	13.89	3	0.2

Fig. 422 Résultats granulométriques obtenus sur les sédiments du sondage de « Rohu-Pargo ».

L'étude granulométrique du prélèvement le plus profond (500 à 517 cm de profondeur), permet de percevoir un dépôt sédimentaire calme (indice d'évolution faible). Le sédiment est enrichi en argiles fines de décantation.

La couche située entre 467 et 490 cm est la plus fine et la moins bien triée de toute la série étudiée. Elle est limono-argileuse. Sa texture et sa courbe granulométrique la font correspondre à un dépôt très calme de fond d'étendue d'eau.

La couche comprise entre 432-460 cm a une composition granulométrique très proche de celle décrite précédemment. Elle est également limono-argileuse et présente des indices de grossièreté et d'évolution très faibles. Une nouvelle fois, ce dépôt sédimentaire s'est mis en place dans un contexte de très faible énergie de type décantation de fond de dépression remplie d'eau.

La passée sableuse comprise entre 115 et 129 cm de profondeur est constituée de 100 % de sables. Ceux-ci sont fort bien classés dans le domaine des sables moyens d'environ 250 µm. Les données analytiques décrivent ici des conditions de mise en place et de tri énergétiques, telles que celles rencontrées lors d'une invasion marine dans le marais ou de l'avancée d'une dune littorale sous l'effet du vent.

C.3.1.1.3. Datations radiocarboniques

Cinq échantillons ont fait l'objet d'une datation radiocarbonique dont une en AMS (niveau 485-487) (Fig. 423).

Code Labo :	**Coordonnées stratigraphiques des échantillons (cm)**	**Type de sédiments**	**Age (B.P.)**	**Age calibré** (à partir des données atmosphériques de Stuiver *et al*. (1998) ; Oxcal v. 3.5, Bronk Ramsey (1995); Avec une probabilité de 95.4%
LY-11481	130 - 132,5	tourbe argileuse	1190 ± 50	690AD (9.2%) 750 AD 760AD (86.2%) 980 AD
Beta – 185617	257,5 – 260	tourbe argileuse	2810 ± 40	1070BC (95.4%) 830 BC
LY-11482	320 - 322,5	tourbe argileuse	3570 ± 35	2030BC (77.6%) 1860BC 1850BC (17.8%) 1770BC
UL – 2659	427,5 – 430	tourbe argileuse	6420 ± 120	5650 BC (95.4%) 5050 BC

Fig. 423 Inventaire des datations radiocarboniques et de leurs calibrations obtenues sur le sondage de « Rohu-Pargo ».

Notons qu'il n'a pas été possible d'obtenir des datations dans le fond du sondage à cause de la trop faible teneur en matières organiques et cela même en AMS.

C.3.1.1.4. Résultats palynologiques

Le diagramme a été réalisé selon la méthode « classique », c'est à dire en excluant les spores de la somme totale.

C.3.1.1.4.1. Description des zones du diagramme pollinique

Dix-neuf zones locales, chacune désignée par une lettre de l'alphabet peuvent être mises en évidence.

- Zone a (521 cm – 504 cm)

L'enregistrement est dominé par les Non Arborean Pollen (N.A.P.) qui représentent 80% des pollens. Ce sont les pollens de Poacées qui sont les plus nombreux (environ 50%) avec les Cypéracées (15%) ainsi que des attestations de *Lemna* qui tend à se développer avec d'autres aquatiques (*Callitriche*, *Sparganium*, *Sagittaria*) dans une étendue d'eau libre. Un ensemble d'herbacées à caractère steppique (Astéracées, Cichorioïdées, Caryophyllacées, *Artemisia*, Rosacées, *Plantago*, voire les Chénopodiacées ainsi que des Plombaginacées) marque cette zonation. Le taux d'A.P. réduit correspond au pourcentage de *Corylus*, *Pinus*, *Juniperus*, *Quercus*, *Betula*, *Alnus*, *Salix*, et *Populus*. Notons que certains des spectres polliniques de cette zonation sont construits sur des effectifs de sommes de base très réduits, (101 pollens seulement pour le niveau 519 !), il convient donc de modérer l'interprétation des spectres de ces niveaux.

- Zone b (504 cm – 499 cm)

Le taux des A.P./N.A.P. est sensiblement identique (avec toujours environ 50% de pollens de Poacées). Cette zonation se caractérise surtout par la disparition de plusieurs taxons identifiés dans les niveaux sous-jacents : disparition des Astéracées, Cichorioïdées, Caryophyllacées, Rosacées, *Plantago* et *Lemna*. Les taxons arboréens sont aussi en net recul avec la disparition de *Pinus*, *Juniperus*, *Alnus*, *Betula*, *Salix*, *Populus*. On voit par contre se développer l'armoise. Quelques arbres sont présents avec le chêne et le frêne notamment. Notons là encore les très faibles effectifs du niveau 499 avec 22 pollens identifiés seulement malgré la lecture de 38 lignes, ce qui pourrait expliquer la diminution de la richesse taxonomique constatée.

- Zone c (499 cm – 491 cm)

La courbe des A.P./N.A.P reste stable à 80% environ de taxons polliniques herbacées, cela ne traduit cependant pas la nette baisse du taux de Poacées qui passe de 50 à 25%. Cette zone est caractérisée par la disparition de l'armoise et des Chénopodiacées. En fait, les Cypéracées (en augmentation) et *Typha augustifolia* semblent dominer la zone humide avec dans une moindre mesure *Sparganium*, *Potamogeton* et *Callitriche*. En ce qui concerne les quelques taxons polliniques d'arbres, il faut noter le maintien du chêne, mais là encore les effectifs constituant la somme de base sont faibles (108 pollens comptés pour le niveau 491). *Alnus* est présent.

- Zone d (491 cm – 486 cm)

Cette zone est marquée par une nouvelle augmentation du taux de Poacées au détriment cette fois-ci des Cypéracées. La courbe des A.P./N.A.P. reste cantonnée aux environs de 80%. On note le retour des Cichorioïdés, des Astéracées, de *Plantago*, des Renonculacées, et Caryophyllacées. Les compositions polliniques de la zone humide se caractérisent par les baisses des taux de Cypéracées et de *Typha augustifolia*. Ces constats paraissent être la conséquence d'une remontée des niveaux d'eau qui auraient favorisé le développement de *Lemna*.

En ce qui concerne les taxons polliniques arboréens (qui représentent moins de 20% de la somme totale), on note parallèlement à une légère baisse des taux de *Quercus*, l'amorce d'un développement de *Pinus*, *Juniperus*, *Betula*, et dans une moindre mesure *Corylus*, *Salix*, *Fraxinus*, *Populus*.

- Zone e (486 cm – 461 cm)

Le pourcentage de Poacées baisse de 40 à 10% tandis que la courbe A.P. / N.A.P. oscille désormais entre 20 et 60%. C'est lors de cette période que l'on constate donc les premiers balbutiements d'une reconquête végétale par les arbres. Les groupements d'herbacées à caractère écologique steppique (Cichorioïdées, Astéracées, *Artemisia*, Caryophyllacées, Chénopodiacées, *Plantago*, Crassulacées, Rosacées) mais peut être aussi de prairies (*Plantago*, Ranunculacées, Scrophulariacées) s'affirment de nouveau.

En ce qui concerne la végétation arboréenne, on constate un développement de *Pinus* accompagné désormais par *Corylus*, *Betula* et dans une moindre mesure *Juniperus*. On voit apparaître *Ulmus* et *Tilia* alors que *Quercus* est en légère régression. Le cortège des arbres hygrophiles, probablement situés dans la périphérie de la zone humide, s'affirme avec *Alnus* (sous la forme d'un pic à environ 30% au niveau 471), *Salix*, *Fraxinus*, *Populus* et *Myrica*.

La zone humide est colonisée par les Cypéracées qui oscillent entre 20 et 40% ainsi que par *Typha augustifolia*. Le cortège des aquatiques est bien implanté avec *Sagittaria*, *Sparganium*, *Potamogeton* et *Lemna* qui se maintient entre 20 et 10%.

Enfin, les Ptéridophytes (spores de *Polypodium*, spores trilètes et monolètes) présentent de très forts taux.

- Zone f (461 cm – 441 cm)

La courbe d'A.P. / N.A.P. montre de fortes oscillations entre 10 et 70% (!). Cette évolution est dans la continuité des observations de la zone sous-jacente.

Ce qui caractérise cette zone d'assemblage pollinique, c'est la disparition d'une bonne partie du groupement d'herbacées à caractère écologique plus ou moins steppique (Cichorioïdées, Astéracées, *Artemisia*, Caryophyllacées, Chénopodiacées, Rosacées). On voit en revanche se développer les Renonculacées. *Plantago* est quant à lui toujours présent. On peut percevoir là l'apparition fragile d'un cortège prairial.

En ce qui concerne les espèces arboréennes, on constate de nouveau la disparition de *Pinus* et *Juniperus*, *Betula*. Seul *Corylus* se maintient de manière assez importante (10 à 25%). A un degré moindre les attestations de *Quercus* alternent entre une présence importante (pic d'environ 20% au niveau 454) et une absence totale dans les niveaux sous et sus-jacents. Le cortège des arbres hygrophiles s'est considérablement réduit puisque ne subsiste qu'*Alnus* (une nouvelle fois sous la forme d'un pic d'environ 30% au niveau 454).

- zone g (441 cm – 416 cm)

Le taux de pollens d'arbres diminue pour se stabiliser à environ 15% alors que les taux de Poacées atteignent les 25%. La richesse taxonomique augmente de manière générale tant pour les taxons d'arbres (identification de *Pinus pinaster* et réapparition de *Tilia*) et d'arbustes (réapparition de *Salix*, *Populus*, *Myrica*, apparition de *Cornus*) que pour les taxons d'herbacées (réapparition des Cichorioïdées, Astéracées, Caryophyllacées, Chénopodiacées, Brassicacées, Fabacées, Rosacées, apparition d'*Epilobium*, *Nymphea*, *Myriophyllum verticillatum*, Urticacées, Dipsacacées, *Calluna*, Gentianacées, Rumex, Rubiacées et Scrophulariacées.

Cette augmentation brutale de la richesse taxonomique dénote une rupture nette dans les paysages enregistrés dans cette zone vis-à-vis des cortèges retrouvés dans les niveaux antérieurs.

Ainsi, en ce qui concerne la zone humide, le paysage est marqué par le développement de saules accompagnés de quelques aulnes. On trouve par ailleurs un cortège d'aquatiques de zone profonde avec *Lemna*, *Nuphar*, *Myriophyllum verticillatum*. En revanche les zones moins profondes sont peu représentées (disparition de *Typha augustifolia*, et détection de quelques grains de *Potamogeton* seulement). Les zones d'atterrissement périphériques à la zone humide sont dominées par une cariçaie. Notons la présence probable d'un bas-marais avec les attestations polliniques de Poacées, Cypéracées, Gentianacées, Dipsacacées, Renonculacées, *Myrica*, *Calluna* (il manque *Sphagnum*).

En ce qui concerne les coteaux, on voit apparaître un cortège prairial avec notamment le développement des Rubiacées et des Scrophulariacées.

Le groupement de côte sableuse avec les Chénopodiacées, Poacées, Brassicacées, Apiacées, Rosacées, Fabacées et voire d'un pollen de « type Céréale » (…) paraît exister à proximité du lieu de sondage.

Enfin, pour ce qui est de la végétation forestière, c'est l'association *Quercus*, *Pinus*, *Tilia* qui prend le relais de la corylaie des niveaux antérieurs.

- zone h (416 cm – 391 cm)

La courbe de A.P./N.A.P. se maintient aux environs de 80% de pollens d'herbacées. Ce constat, (par ailleurs assez atypique parmi les autres résultats polliniques armoricains contemporains…) est très certainement lié à la proximité de la mer. Le taux de Poacées est élevé puisqu'il oscille entre 50 et 25%.

Cette zone est d'autre part marquée par le développement des Brassicacées (environ 10%) et par la disparition de la saulaie détectée dans la zone antérieure.

On retrouve la plupart des taxons apparus dans la zone g, mais de façon plus continue tout au long des différents niveaux de cette zone. Ainsi les attestations de Cichorioïdées, Astéracées, Chénopodiacées, Brassicacées, *Plantago*, *Rumex*, Ranonculacées et Rubiacées sont présents à tous les niveaux de la zone d'association pollinique. Les cortèges des côtes sableuses et de prairies sont aussi plus affirmés.

La zone humide présente toujours des endroits profonds (*Lemna*) mais il y a davantage de taxons de tranches d'eau moins profondes avec le développement de *Typha augustifolia*. Les Cypéracées sont quant à eux en légère régression.

Les formations forestières sont composées de *Quercus*, *Corylus*, *Pinus*, *Tilia* et *Ulmus*. Notons le développement sensible de ces deux derniers taxons durant cette zone.

- zone i (391 cm – 331 cm)

Cette zone est marquée par le développement des Chénopodiacées qui atteignent de manière soudaine un taux de 40% avant de régresser progressivement à 10%. Cette évolution conjointe à la détection de quelques kystes de dinoflagellés (appartenant probablement aux cortèges de slikke et du schorre) signe une entrée d'eau de mer dans la zone humide.

L'entrée d'eau saumâtre dans la zone humide bouscule les cortèges d'eau douce qui ne sont plus représentés que de façon éparse (un grain de *Lemna*, de *Myriophyllum spicatum*, de *Nymphea* et *Sagittaria*. Quelques attestations de *Potamogeton* existent encore).

Les cortèges de prairies (avec notamment les Scrofulariacées, *Rumex*, *Plantago* et les Rubiacées) et des côtes sableuses (Chénopodiacées, Poacées, Brassicacées, Apiacées, Rosacées, Fabacées) sont toujours bien représentés.

Les formations forestières, un peu mieux enregistrées mais tout de même en quantités faibles (25% d'A.P.), se diversifient quelque peu avec l'apparition du charme (*Carpinus*) et de quelques éléments de *Fagus*. Le chêne domine toujours (20 à 30%) avec le noisetier (*Corylus*) qui est de nouveau plus fréquent (10 à 20%). *Alnus* se développe de nouveau à la périphérie de la zone humide.

- zone j (331 cm à 311 cm)

Le fait marquant de cette zone est l'augmentation très nette de *Typha augustifolia* (20 à 40%). On voit parallèlement disparaître le taux de Chénopodiacées. L'augmentation de *Typha augustifolia* ainsi que des taux de *Potamogeton* (5%), de *Lemna*, *Myriophyllum alternifolium*, *Callitriche*, *Sparganium* paraissent annoncer une nouvelle fermeture de la zone humide vis-à-vis de la mer (les kystes de dinoflagellés ne sont plus détectés). Le groupement de côte sableuse est néanmoins toujours présent avec les Chénopodiacées, Brassicacées, Apiacées, Malvacées, Crassulacées…

En ce qui concerne les taxons arboréens, on constate toujours la dominance du chêne suivi de *Corylus* et de quelques unités de *Fagus*, *Pinus*, *Carpinus*, *Ulmus*. *Tilia* n'est plus identifié.

- zone k (311 cm – 271 cm)

Le taux d'A.P. oscille entre 20 et 50%. La végétation forestière est composée principalement par du chêne (*Quercus*) accompagné du noisetier (*Corylus*) et du bouleau (*Betula*). On trouve le hêtre (*Fagus*) et le pin (*Pinus*) comme principaux taxons d'arbres avec dans une moindre mesure, l'orme (*Ulmus*) et le tilleul (*Tilia*). Les taxons arbustifs sont présents avec *Rhamnus*, *Frangula*, le prunelier (*Prunus*), le surreau (*Sambucus nigra*).

Le cortège des arbres hygrophiles est important avec *Alnus*, *Salix*, *Fraxinus*, *Myrica*.

En ce qui concerne la zone humide, ce sont les taxons de zones périphériques, moins profondes (*Typha augustifolia*, *Typha latifolia*, *Sparganium*, *Callitriche*, *Potamogeton*) et les zones en voie d'atterrissement (Cypéracées, *Sparganium*, *Polygonum persicaria*, Scrophulariacées, *Typha*) qui dominent. On trouve quelques pollens de *Lemna* attestant l'existence de quelques zones d'eau libre. Quelques éléments de Gentianacées, de *Calluna* et d'*Erica* indiquent des faciès de landes tourbeuses.

L'influence de la mer se fait toujours sentir avec l'identification de quelques kystes de dinoflagellés (schorre et/ou slikke ?). Les Chénopodiacées bien qu'en net recul depuis les zones i et k sont encore présents et signent avec les Brassicacées, Apiacées, *Plantago coronopus*, Malvacées, Rosacées, Fabacées, *Artemisia*, Poacées (dont Poacées « *type Cerealia* ») la proximité de la mer.

Les associations de prairies sont aussi détectées avec notamment les Scrophulariacées et Rubiacées, *Rumex*, *Plantago*, Astéracées, Campanulacées. Les taxons de plantes adventices

tels que *Mercurialis annua, Centaurea cyanus, Rumex*, semblent attester l'existence de pratiques culturales. L'attestation d'un pollen de « type céréale » au sommet de cette zone pourrait appuyer cette hypothèse.

Cette zone est par ailleurs caractérisée par une diversité taxonomique pollinique importante. On peut y voir là probablement une diversification des écosystèmes. Ce phénomène pourrait être lié à une contrainte naturelle croissante telle que l'influence maritime (via l'élévation du niveau marin) mais peut être aussi à l'impact humain (un défrichement entraînant après abandon des lieux, une succession végétale et donc une multiplication des écosystèmes par juxtaposition des niveaux dynamiques végétaux). On touche là à une des difficultés d'interprétation caractéristique des études polliniques proches du littoral. En effet, la proximité de la mer exerce une contrainte sur la végétation qui est semblable à l'effet d'un impact humain (maintien de l'état d'ouverture du paysage). Dans tous les cas de figures, ces quelques constatations (quelques grains de pollens seulement) ainsi que les attestations d'un grain de « *Canabis-humulus* » traduisent probablement les balbutiements de pratiques agricoles aux environs de Pargo.

- zone l (271 cm – 249 cm)

Cette zone est marquée par le développement des plantes aquatiques de zone profonde avec *Lemna, Myriophyllum spicatum, Nuphar, Nymphea* et surtout *Myriophyllum alternifolium*. L'ensemble des autres formations végétales se retrouvent dans la zone « k ».

Le taux de pollens d'arbres suit une légère baisse se stabilisant aux environs de 20 à 30%.

Deux attestations de pollens de « type céréale » consolident l'hypothèse des pratiques de cultures céréalières repérées dès la zone k.

- zone m (249 cm – 229 cm)

La prolifération des pollens de *Typha augustifolia* (plus de 60%) ainsi que des spores monolètes est le fait marquant de cette zone. Ces pollens attestent l'existence de zones de faibles profondeurs et/ou en voie d'atterrissement. La détection de pollens de *Lemna* atteste toujours la présence de zones profondes, peut être en régression.

Les très forts pourcentages de *Typha augustifolia* impliquent une diminution des taux d'A.P., mais l'image qualitative de la végétation reste relativement stable. Notons cependant en ce qui concerne les pollens d'arbres, l'apparition du châtaignier (*Castanea*), les disparitions du tilleul (*Tilia*) et du charme (*Carpinus*).

- zone n (229 cm – 214 cm)

Cette zone est caractérisée par la baisse très nette des taux de pollens de *Typha augustifolia* (les taux passent de 60% à 10%) mais aussi par le développement des taux de pollens d'Apiacées. Le taux de Poacées suit une augmentation de 15% à 30%. Le développement des Apiacées peut être attribué à l'extension de prairies humides avec *Thalictrum, Filipendula*, Lamiacées, Cypéracées et donc de Poacées.

La courbe d'A.P. / N.A.P. oscille désormais aux environs de 15 à 25% de taux de pollens d'arbres. Le paysage semble donc un peu plus ouvert encore par rapport aux zones i, j, k.

Une légère baisse du nombre de taxons est constatée. Néanmoins, il n'y a pas de véritable rupture dans l'évolution générale de la végétation vis-à-vis des couches précédentes.

- zone o (214 cm – 176 cm)

Les Chénopodiacées qui avaient pratiquement disparu dans les zones m et n, s'affirment de nouveau avec une stabilisation autour de 15%. Cela traduit un nouvel accroissement de l'influence maritime sur la végétation. La détection de kystes de dinoflagellés mais aussi de pollens de Brassicacées, Astéracées, Rosacées, Fabacées, *Artemisia*, de taux de Poacées forts (environ 30%) voire de gros pollens de Poacées « type céréale » tendent à attester l'existence de groupements de slikke, schorre et de zones sableuses plus rapprochés. Il y a donc peut-être de nouveau une entrée maritime.

L'augmentation du taux de Poacées peut aussi trouver son explication dans l'extension de l'agriculture. En effet, le cortège des plantes de prairies existe ici avec les Scrophulariacées, les Rubiacées, Ranonculacées, *Rumex*. Notons que ce dernier taxon, en plus des attestations de pollens de type céréale et d'un élément de sarrasin (*Fagopyrum*), pourrait être significatif de cultures.

La zone humide présente différents faciès avec des endroits profonds (*Lemna*), des zones périphériques moins profondes (*Typha augustifolia*, *Potamogeton*, *Sparganium*), des espaces en voie d'atterrissement (Poacées, Cypéracées, *Sparganium*, *Lythrum*, Primulacées, *Typha*, Valerianacées). Une attestation de *Sphagnum* et quelques pollens de *Calluna*, d'*Erica*, et de *Myrica* indiqueraient l'existence de landes tourbeuses. Quelques boisements sont présents autour de cette zone humide avec *Alnus*, *Salix*, *Fraxinus*, *Myrica*.

Parmi les taxons « forestiers », on note toujours la dominance du chêne, suivi du noisetier, du pin, du hêtre et de l'orme. Ce sont néanmoins de faibles taux (environ 10 à 15% d'attestations de chêne parmi les 15 à 25 % d'A.P.).

- zone p (176 cm – 151 cm)

Cette zone est caractérisée par une augmentation des taux de pollens d'arbres (augmentation de 25 à 70%). On constate surtout l'augmentation du chêne (15 à 30%) du noisetier (10 à 25%) de l'aulne (jusqu'à 20%) et du bouleau (10%). Quelques pollens de tilleul (*Tilia*) réapparaissent. Les taux de Poacées sont en repli aux environs de 25% et on voit réapparaître des pics d'Apiacées probablement significatifs de groupements de prairies mésophiles (Rubiacées, Scrophulariacées, Astéracées, *Plantago*) ou humides (avec *Thalictrum*, *Lythrum*, *Sparganium*, Cypéracées, Valerianacées).

Les groupements des aquatiques restent stables par rapport à la zone précédente.

Le groupement de zone sableuse est toujours présent avec les Chénopodiacées, Brassicacées, Fabacées, Caryophyllacées, *Artemisia*, pollens de « *Cerealia type* » (?) et les Apiacées.

Les attestations de Poacées de « type céréale » ainsi qu'un petit pic de « *Cannabis-Humulus* » pourraient avoir une origine anthropique, puisque l'on retrouve en plus des taxons de prairies évoqués ci-dessus, des pollens de *Rumex*, mais aussi de plantes rudérales (Urticacées, *Polygonum aviculare*, *Artemisia*, Cichorioïdées, *Potentilla*, Fabacées).

- zone q (151 cm – 130 cm)

Une très nette baisse du taux de pollens d'arbres (on constate une stabilisation autour de 20%) signe le début de la zone. Cette baisse se fait surtout sentir chez le noisetier, l'aulne et le chêne. On voit de nouveau disparaître l'orme et le tilleul au profit du charme et du hêtre. Les taux de Poacées restent aux environs de 25%.

Une attestation de dinoflagellé indique la proximité d'une slikke ou d'un schorre dont les eaux communiquent avec la zone humide. Par ailleurs, un pic de *Myriophyllum spicatum*, indicateur de zone inondée profonde annonce avec *Lemna*, *Nuphar*, la persistance voire une extension des espaces d'eau profonde. Néanmoins, certaines fréquences polliniques particulièrement fortes constatées au sommet de cette zone sont peut-être la conséquence de la passée sableuse repérée dans le niveau supérieur. On constate en effet que le taux pollinique de *Myriophyllum spicatum* est aussi attesté dans les niveaux sus-jacents à la passe sableuse. Or, il est probable qu'un certain nombre de pollens, qui se sont dans un premier temps déposés sur la passe sableuse, ait ensuite subi une percolation à travers le sable pour s'accumuler sur le niveau immédiatement sous-jacent. *Myriophyllum spicatum* ainsi que d'autres taxons polliniques (ex. Ranonculacées et Cichorioïdées) pourraient donc être sur-représentés et hors contexte.

L'ensemble des cortèges de zone humide, de prairies et de cultures (céréales) sont attestés d'une manière semblable à la zone p.

- zone r (101 cm à 89 cm)

Cette zone correspond au retour de conditions sédimentaires tourbeuses après l'accumulation sableuse. On constate des compositions polliniques qui ne sont pas très différentes de celles rencontrées dans la zone q (persistance des cortèges des plantes aquatiques (*Myriophyllum spicatum*), des plantes de prairies (Rubiacées), de la côte sableuse (Chénopodiacées) et des compositions forestières (avec *Quercus*, *Corylus*, *Fagus*, *Pinus*, *Ulmus*). La passe sableuse concrétise donc un phénomène relativement bref (déplacement de la dune ?).

On note cependant plusieurs « ruptures » pour ce qui concerne les taux polliniques. Ainsi, le taux de pollens d'arbres devient très faible, (10% maximum) alors que les Poacées se maintiennent à 25% environ. Les taux de Ranonculacées, de Cichorioïdées et de Cypéracées sont en augmentation par rapport à la zone q. Ces observations peuvent être interprétées comme une nouvelle ouverture, presque complète, des environs de la zone humide.

Un pic marqué de « *Cannabis-Humulus* » signe très probablement une activité de culture voire de rouissage du chanvre dans les environs de la zone humide. L'identification d'un véritable cortège de plantes cultivées (céréales, seigle, lin, chanvre) en plus de plantes adventices (*Rumex* et *Centaurea cyanus*) ou introduites (*Juglans*) paraît indiquer une anthropisation générale des paysages de la presqu'île (comme le prouve aussi les attestations de plantes rudérales avec notamment les Urticacées).

- zone s (89 cm à 70 cm)

Le taux d'A.P. augmente de nouveau sous la pression du noisetier et du chêne. Les taux de Poacées sont en légers retraits (15% environ).

Les taxons de cultures de chanvre et de lin disparaissent. Seuls des pollens de type céréale et de seigles sont déterminés. L'appauvrissement de la diversité taxonomique mais aussi cette reconquête « forestière », paraissent annoncer un relâchement de la pression humaine sur les pourtours de la zone humide.

Enfin, le sommet de la zone est dominé par l'augmentation brutale et très importante du taux de Cypéracées. C'est probablement l'amorce du développement de la cariçaie qui recouvre aujourd'hui encore la zone humide. Un pollen de sapin (*Abies*) confirme l'origine récente du dépôt au niveau 70 cm.

Neuf phases écologiques (PAR suivi d'un chiffre) peuvent être distinguées. Elles s'organisent de la base au sommet de la manière suivante :

PAR 1 (zone a, b, et c) : phase à Poacées, Cypéracées, Astéracées, Cichorioïdées, (*Quercus*, *Corylus*, *Pinus*, *Juniperus*, *Artemisia*)

PAR 2 (zone d, e et f) : phase à Cypéracées, *Corylus*, Poacées, *Pinus*, (*Quercus*, Astéracées, *Juniperus*, *Alnus*, *Ulmus*, *Betula*)

PAR 3 (zone g et h) : phase à Cypéracées, Poacées, Apiacées, *Quercus*, *Corylus*, (*Pinus*, *Salix*, *Alnus*, *Betula*, *Tilia*, *Ulmus*)

PAR 4 (zone i, j) : phase à *Quercus*, Poacées, Chénopodiacées, Cypéracées, *Corylus*, *Alnus*, *Betula*, (*Ulmus*, *Tilia*, *Fagus*, *Carpinus*)

PAR 5 (zone k, l) : phase à Poacées, *Quercu*s, Cypéracées, *Corylus*, *Alnus*, *Plantago*, *Betula*, *Fagus*, *Salix*, (*Cerealia type*)

PAR 6 (zone m, n, o) : phase à Poacées, Cypéracées, *Quercus*, Chénopodiacées, Apiacées, *Alnus*, *Corylus*, (*Pinus*, *Fagus*, *Ulmus*, *Cerealia type*, *Castanea*, *Fagopyrum*)

PAR 7 (zone p, q) : phase à Poacées, *Quercus*, *Corylus*, *Alnus*, Cypéracées, Apiacées, Chénopodiacées, *Plantago*, *Betula*, (*Fagus*, *Pinus*, *Cerealia type*)

PAR 8 (zone r) : phase à Poacées, Cypéracées, *Cannabis-Humulus*, Ranonculacées, Cichorioïdées, *Quercus*, *Plantago*, Chénopodiacées, *Cerealia type*, (*Secale*, *Juglans*, *Linum usitatissimum*)

PAR 9 (zone s) : phase à Poacées, *Quercus*, Cypéracées, *Corylus*, *Pinus*, *Alnus*, (*Cerealia type*, *Secale*, *Abies*)

C.3.1.1.4.2. Description de la courbe du flux pollinique (fréquences absolues de la somme totale de pollens)

Les sédiments des différentes unités litho-stratigraphiques n'ayant pas les mêmes densités, il est nécessaire d'étudier les variations du flux pollinique par unité stratigraphique et par séquence présentant des vitesses de sédimentation semblables. (cf. § C.2.1.4.2 concernant le calcul du flux pollinique et l'estimation de la vitesse de sédimentation).

- *Flux polliniques des unités sédimentaires à dominante minérale (de 521 à 435 cm)*

On constate tout d'abord pour l'ensemble des unités sédimentaires de composition à dominante minérale (couches allant de 521 à 435 cm), de très faibles effectifs de pollens par gramme de sédiment. Les problèmes de conservation des pollens les plus anciens, mais aussi la densité rendue plus importante à cause de la compaction des sédiments situés en profondeur expliquent ces faibles taux. Il est possible de constater dans le détail une variation de ces faibles flux. Néanmoins, les quatre unités lithologiques de cette partie (cf. description de la litho-stratigraphie § C.3.1.1.2) présentent des faciès lithologiques et donc des densités différentes mais indéterminées (cf. § C.3.1.1.2 concernant la granulométrique). Aussi, il n'est pas possible d'interpréter ces faibles variations du flux pollinique.

- Flux polliniques des unités sédimentaires tourbeuses (de 435 cm au sommet du sondage)

A partir du niveau situé à 435 cm de profondeur, la globalité de la partie sommitale est constituée par un sédiment relativement homogène correspondant à une tourbe argileuse. Par ailleurs, une mise en relation entre les datations absolues et leur profondeur (cf. § C.2.1.4.2.3 et Fig. 424 ci-dessous) permet d'estimer que la vitesse de sédimentation s'est accélérée de -4000 à -2000 cal. BC. Le taux de sédimentation s'est quant à lui accru entre –2000 cal. BC et l'actuel (cf. courbe rouge de la Fig. 425). Dès lors, cette légère augmentation (de l'ordre de quelques dixièmes de mm) a pour conséquence une « dilution » un peu plus importante du nombre de pollens enregistré dans les niveaux supérieurs. Les Fréquences Polliniques Absolues sont donc légèrement sous-évaluées dans la partie sommitale du sondage.

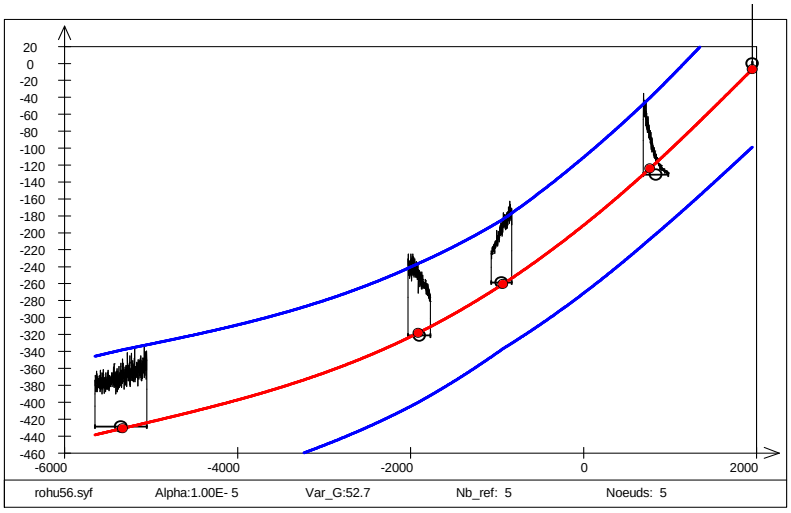

Fig. 424 Courbe d'étalonnage du sondage de Rohu-Pargo mettant en relation la profondeur (en cm) en fonction du temps (datation absolue en dates cal. BC) d'après l'approche bayésienne développée par Ph. Lanos (1994).

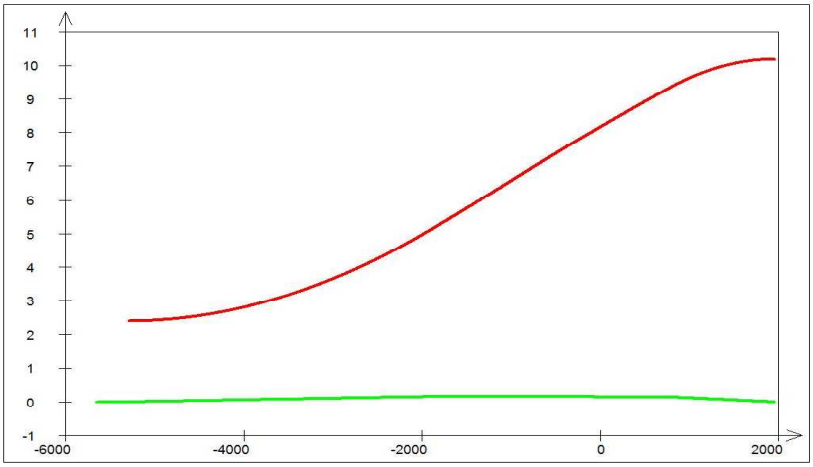

Fig. 425 Courbes du taux de sédimentation instantané (en rouge, en 1/10 de mm par an) et courbe d'accélération de la sédimentation (en vert, en 1/100 de mm par an^{-2}) pour le sondage de Rohu-Pago (Quiberon) calculé d'après la courbe d'étalonnage ci-dessus.

Seules deux passes argilo-tourbeuses (entre 415 cm – 410 cm et 355 cm – 325 cm) ainsi qu'une couche sableuse (130 cm – 105 cm) vont venir entrecouper la nature du sédiment à dominante tourbeuse.

Entre 431 cm et 386 cm, on observe un nombre de grains de pollens évoluant aux environ de 30000 pollens par gramme de sédiment avec un pic atteignant 130 000 pollens g^{-1}. Il s'agit là essentiellement de pollens d'origine locale, composés de Cypéracées et de Poacées. Le pic observé au niveau 401 correspond au développement des Poacées.

A partir du niveau 386 cm, on voit apparaître coup sur coup deux pics atteignant respectivement 180 000 et 170 000 pollens g^{-1} de sédiment. La lecture du diagramme pollinique fait correspondre le premier pic au développement des Chénopodiacées et le second aux Poacées. L'origine locale des flux polliniques est donc de nouveau la cause de ces fortes fluctuations.

Le repli de la production pollinique qui suit (niveaux 346 – 341 cm) correspond à une augmentation du taux de pollens d'arbres. En fait, l'identification de quelques kystes de dinoflagellés à ces niveaux permet d'entrevoir une entrée maritime et une diminution nette de la végétation locale. Au regard des résultats du flux pollinique des niveaux inférieurs, celui-ci étant largement inféodé aux espèces locales, une entrée d'eau de mer a probablement raréfié une grande partie de la couverture végétale des environs immédiats de la zone humide. En l'absence de cette végétation locale, ce sont les végétaux un peu plus éloignés de l'intérieur des terres, dont les végétations arborescentes, qui se trouvent être un peu mieux représentées.

Après ce bouleversement, la végétation se reconstitue dans la zone humide. On voit ainsi apparaître une succession de flux polliniques importants alternant avec des baisses de productions polliniques :

- un pic au niveau 311 cm : correspondant à *Typha augustifolia* qui recolonise probablement l'ensemble de la périphérie de la zone humide,
- une diminution très nette du flux pollinique entre 306 et 294 cm qui correspond probablement à une nouvelle entrée maritime (identification de kystes de dinoflagellés). Ce constat traduit probablement un impact identique à celui décrit aux niveaux 346 - 341 cm (diminution de la densité de végétation locale, impliquant une augmentation des taux de pollens d'arbres),
- un nouveau pic situé au niveau 289, correspondant à une recolonisation de la zone humide par les Poacées et les Cypéracées,
- une baisse du flux pollinique est à nouveau constatée (niveaux 284 –271). Il faut probablement chercher la raison dans le développement des taux de spores des Ptéridophytes (cf. taux de spores monolètes). En effet, ces fortes valeurs correspondent généralement à des phénomènes de conservations différentielles. Une première explication pourrait donc être d'ordre taphonomique, une partie des pollens n'ayant pas été conservée. Une autre hypothèse d'ordre écologique est aussi plausible. Les fougères se seraient tout d'abord implantées en même temps que la recolonisation par les Poacées et les Cypéracées (niveaux 289-294 cm). Au cours de leur développement, les Ptéridophytes seraient rentrées en concurrence puis auraient envahi les zones de Poacées et de Cypéracées (niveau 279), diminuant alors le flux pollinique provenant des herbacées,
- des flux polliniques importants sont ensuite identifiés dans les sédiments allant de 261 cm à 229 cm de profondeur. Ils correspondent à des pollens de Cypéracées mais surtout aussi à des pollens de plantes aquatiques telles que le *Myriophyllum alternifolium* ou bien le *Typha augustifolia,* plantes non concurrencées par les Ptéridophytes. Les forts taux de spores monolètes laissent penser à un développement important des fougères sur les coteaux.

On constate pour les niveaux allant de 221 à 70 cm, des oscillations de flux polliniques d'ampleur globale moins importante (valeurs de 900 à 160 000 pollens par gramme de sédiment). La vitesse de sédimentation qui s'est accrue pourrait pour une part expliquer cette tendance. La remontée du niveau marin (des attestations de dinoflagellés sont identifiées aux niveaux 206, 201, 176 et 130 cm) entraînant un accroissement des contraintes littorales (vents, embruns, salinité…) a très probablement aussi empêché le développement d'une végétation dense autour de la dépression.

C.3.1.1.5. Interprétation : chronologie et histoire de la végétation

- *Le Tardiglaciaire (phase écologique PAR 1)*

Cette phase écologique présente un paysage typiquement tardiglaciaire et laisse penser que sa base pourrait être située en toute fin de la période Bölling – Allerød (zone a) avec un sommet appartenant au Dryas récent (zone b et c).

- la fin de la période Bölling – Allerød (zone a)

Le paysage végétal de cette période apparaît ouvert et est dominé par des plantes herbacées.

La dépression présente des zones d'eau profondes dans laquelle se développent des espèces aquatiques : *Lemna*, *Myriophyllum alterniflorum*, Alismacées, *Sparganium*, *Potamogeton*. Les ceintures de la zone humide sont couvertes par des espèces palustres telles que Cypéracées, *Typha augustipholia*, *Lysimachia*, *Anagallis*. Ces observations ainsi que les résultats granulométriques (cf. § C.3.1.1.2) s'accordent pour décrire un lac (sédimentation calme). Quelques grains de sables probablement soufflés depuis le littoral se sont alors déposés dans le lac.

Les environs immédiats du lac sont entourés de quelques aulnes, saules et peupliers.

Les coteaux de la zone humide sont dominés par une steppe à Poacées, Astéracées, Cichorioïdées, Caryophyllacées, *Artemisia*, Lamiacées, *Plantago*, dans laquelle le noisetier en régression, le pin, le genévrier, l'orme, mais aussi quelques chênes et bouleaux évoluent, probablement de manière très localisée (Barbier 1999 parle « de refuges weisheliens »). Les taux des taxons d'arbres et notamment l'évolution du taux de pollens de noisetier pourrait correspondre à la fin de « boisements » ayant existé dans cette région pendant l'interstade du Bölling-Allerød.

Notons que l'influence maritime, certes alors assez lointaine (le niveau marin se situe encore à plus de 50 m au-dessous de son niveau actuel - Larsonneur (1977) - soit à plus de 20 kilomètres, Fig. 426) a pu néanmoins modérer les pics de températures extrêmes. Or, on peut supposer que si la contrainte des températures s'est trouvée amoindrie, quelques espèces ligneuses ont pu probablement mieux subsister dans ce secteur armoricain, par rapport à des contrées plus continentales.

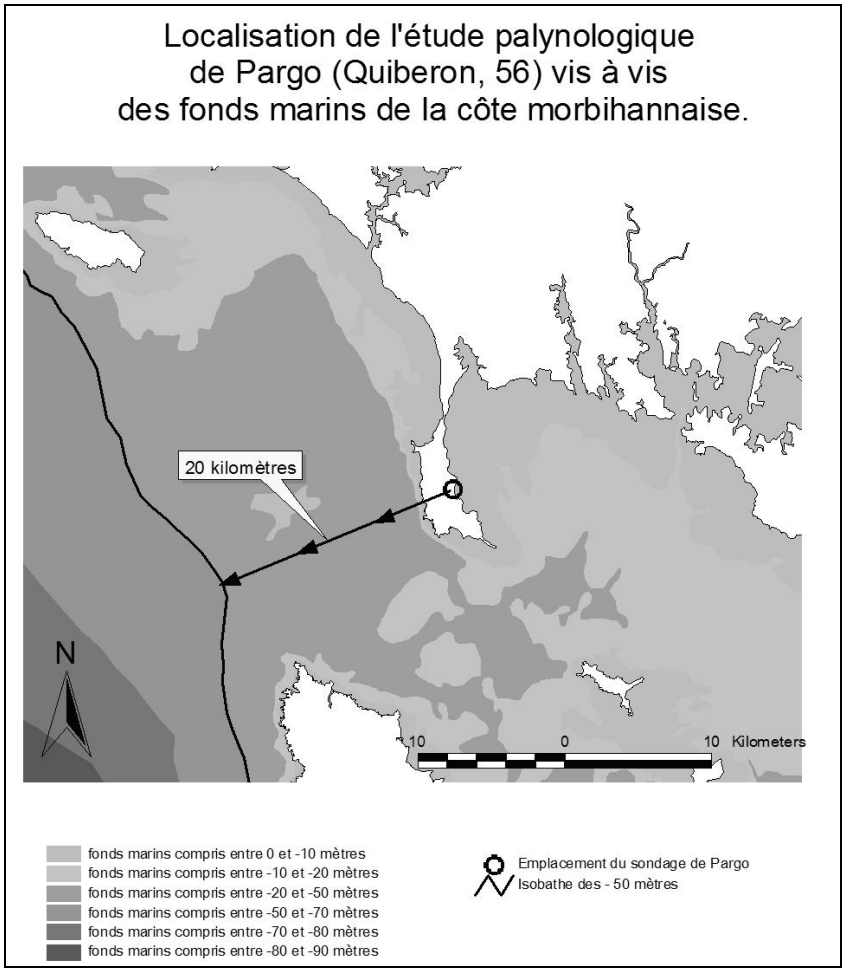

Fig. 426 Localisation de l'étude palynologique de Pargo par rapport au trait de côte estimé à la fin de la période Bölling – Allerød. Le littoral estimé au moins à l'isobathe – 50 mètres par rapport au niveau des mers actuel, se situait alors à plus de 20 kilomètres du point de sondage (d'après Larsonneur *et al*., 1977).

- Le Dryas récent (zones b et c)

Les très rudes conditions climatiques - froides et sèches - de la période ont entraîné le développement d'une végétation rase, typiquement herbacée et adaptée à cette péjoration climatique de la fin du Tardiglaciaire (Younger Dryas de Mangerud *et al.*, 1974).

Les deux zones b et c correspondent à une période durant laquelle un refroidissement sec a favorisé l'installation d'un paysage à végétation plus steppique, dominé par la croissance d'*Artemisia* : (niveau 499), (Bastin, 1971 ; Watts, 1977 ; Pennington, 1977 ; Beaulieu et al. 1985 ; Barbier 1999 ; Ouguerram, 2002) ainsi que par des taux élevés de Chénopodiacées et surtout de Poacées.

Le climat plus aride conduit de plus à une diminution de la tranche d'eau du lac (disparition des aquatiques : *Lemna*) ce qui profite aux plantes hygrophiles (Cypéracées et *Typha angustifolia*).

Ce paysage se caractérise aussi par une baisse générale de la diversité taxonomique, avec notamment une disparition des attestations de ligneux (*Pinus*, *Betula*, *Corylus*). On note des occurrences de *Fraxinus* et de *Quercus*. Par ailleurs, la persistance « de refuges weischeliens » (Barbier, 1999) peut-être évoqué, tout comme des problèmes de mélanges.

La zone c, tout en maintenant la plupart des taxons évoqués ci-dessus, voit apparaître de nouveau quelques pollens de *Pinus*, *Juniperus*, *Betula*, *Alnus*, ainsi que des pollens d'herbacées tels que *Plantago*, Ranonculacées et le retour de plantes aquatiques telles que *Sparganium*, *Lemna* et *Myriophillum spicatum*. Ces observations annoncent donc le retour de conditions plus humides et plus tempérées, caractéristiques de l'Holocène.

- *L'Holocène*

Le passage de la phase écologique PAR 1 à PAR 2 connaît un changement de sédimentation puisqu'un sédiment argileux enregistrant une végétation mésothermophile succède au sédiment argilo-sableux du Tardiglaciaire.

- Le Préboréal – Boréal (phase écologique PAR 2 : zones d, e, f)

La transition probablement très graduelle entre le Préboréal et le Boréal permet difficilement, au regard des résultats polliniques, de séparer les deux périodes.

La zone d qui voit réapparaître un certain nombre de taxons de ligneux tels que *Pinus*, *Juniperus*, *Betula*, et dans une moindre mesure *Corylus*, *Salix*, *Fraxinus*, *Populus* paraît assez bien correspondre à l'amorce du réchauffement holocène du Préboréal. La faiblesse de l'enregistrement (seulement deux spectres polliniques) nécessite néanmoins de considérer ce résultat avec précaution.

Les zones e et f sont marquées par le développement des taux d'AP (sous l'impulsion de pics de taux polliniques d'*Alnus*) composé surtout par les fréquences polliniques du noisetier (*Corylus*). On note aussi l'apparition du tilleul et de l'orme, taxons mésothermophiles. Le pin est bien présent. C'est là une phase de recolonisation forestière typique des paysages du Préboréal et du Boréal armoricain. Notons que la diversité taxonomique apparaît plus importante dans la zone e (avec notamment des groupements de prairies) ce qui pourrait être significatif d'une période de transformation (remplacement ?) des végétations (reforestation d'espaces jusqu'alors dominés par les herbacées à caractère steppiques) (cf. aussi § B.3.3.1.6.2 montrant l'évolution des occurrences polliniques de *Corylus* parmi l'ensemble des études armoricaines).

En l'absence de datation, il faut donc probablement rechercher la transition entre le Préboréal et le Boréal au cours de la zone « e ». Le paysage de cette période encore très ouvert autour de Rohu-Pargo, présente des végétations forestières régionales dominées par des corylaies probablement encore très morcelées. La zone « f » correspond quant elle plus certainement à la période du Boréal, avec des corylaies bien établies sur les coteaux de la zone humide.

- L'Atlantique (phase écologique PAR 3 : zones g et h)

La datation du milieu de la zone « g » (UL-2659 : 6420 ± 120 B.P.) fournit un jalon chronologique important dans l'interprétation générale du diagramme. Elle permet d'attribuer la phase écologique PAR 3 à la période climatique de l'Atlantique. Au regard de la chronologie habituellement admise par les palynologues travaillant sur le Massif armoricain,

la date obtenue attribue davantage la phase écologique PAR 3 à la seconde moitié de la période Atlantique. L'évolution des taux polliniques (ex. *Salix*, ou *Quercus*) n'indiquent pourtant aucune véritable rupture synonyme de hiatus. L'étude des unités lithologiques montre un changement entre les sédiments argileux de la phase PAR 2 et les sédiments tourbeux-argileux de la phase PAR 3. En fait, l'amélioration climatique de l'Atlantique a effectivement amorcé des processus de tourbification, mais le phénomène ne s'est probablement pas traduit immédiatement de manière efficace en terme de dépôt sédimentaire et d'enregistrement pollinique. D'où apparemment un faible enregistrement du début de l'Atlantique.

La chronozone de l'Atlantique se caractérise habituellement par un réchauffement et une augmentation de l'humidité atmosphérique. Ces conditions climatiques sont particulièrement favorables au développement d'une végétation dense de taxons mésothermophiles. Ainsi, sur le Massif armoricain, c'est le tilleul qui est pris comme repère pollinique de la période Atlantique (cf. § A.2.1 concernant la chronologie climatique). En ce qui concerne les végétations forestières, on constate le plus souvent la succession d'un boisement à « *Tilia – Quercus – Corylus* » suivi d'un boisement à « *Quercus – Tilia – Corylus* » dans lesquelles se mêlent d'autres taxons tels *Ulmus* et *Acer* (Ouguerram, 2002).

La remontée du niveau marin (un niveau marin aux environs de - 8 à – 9 m est estimé d'après C. Larsonneur (1977), M. Ters (1973) et M.-T. Morzadec-Kerfourn (1974)) place désormais la zone humide de Pargo dans un contexte littoral. L'isobathe – 10 mètres est à une distance d'environ 3 à 4 kilomètres (Fig. 426 ci-dessus). Or, les contraintes imposées par la proximité de la mer (vents, embruns, salinité…) vont impliquer des compositions végétales différentes du schéma habituellement observé et interprété en palynologie.

Ainsi, en ce qui concerne la phase écologique PAR 3, on constate des taux d'A.P. faibles pour cette période (environ 20%). Malgré les conditions climatiques favorables, c'est donc l'image d'un paysage très ouvert qui se dégage dans les environs de Pargo.

Les apports polliniques forestiers, probablement plus régionaux, sont dominés par les pollens de chêne puis les taux polliniques du noisetier et du tilleul. L'orme est détecté à partir de la zone « g ». L'ensemble des attestations de ces derniers taxons restent cependant très ténus (quelques grains de pollens par niveau). On ne peut exclure une origine lointaine (continentale) de ces quelques taxons, surtout lorsque l'on compare les autres diagrammes armoricains généralement très fournis en pollens d'arbres pour la même période (cf. § B.3.3.1.3 et § B.4.5).

Ce paysage ouvert et inattendu pour la période sous-tend des pressions littorales fortes concrétisées probablement par un effet « brosse » important et constant sur les végétations de la péninsule. Cet effet maritime a ainsi freiné les dynamiques de recolonisation végétale à des niveaux d'associations végétales bas, telles que peuvent le présenter par exemple les formations de landes-fourrés (Fabacées, *Calluna*, Rosacées, Urticacées). Les quelques formations arborescentes sont alors probablement positionnées dans le paysage en fonction de l'exposition et des légers reliefs protégeant des vents.

Autour de la dépression, on voit se développer le saule ainsi que quelques aulnes et *Myrica*. Là encore, ces observations contrastent avec les résultats de cette période, où les aulnaies-saulaies sont habituellement luxuriantes autour des zones humides (cf. § B.3.3.1.5.3).

Lemna, quelques *Myriophyllum spicatum*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Nymphea* et *Potamogeton* indiquent l'existence de zones d'eau libre. Cependant, contrairement aux chronozones antérieures, il semble que la zone humide se soit peu à peu transformée en un marécage (Cypéracées, Gentianacées, Dipsacacées, Ranonculacées, *Myrica)* laissant les espaces d'eau libre plus rares (la nature du sédiment est désormais tourbo-argileuse…).

La proximité de la mer se fait aussi sentir par l'apparition presque continue de pollens de Chénopodiacées. Par ailleurs, les attestations de Brassicacées, Apiacées, Rosacées,

Fabacées, Caryophyllacées, Crassulacées, ainsi qu'un gros pollen de Poacées « type céréale » pourrait fort bien correspondre à des végétations des côtes sableuses proches. En effet, ce pollen « type céréale » n'est accompagné d'aucun indice d'anthropisation. Or, certaines Poacées du littoral, telles que l'*Agropyrum*, sont reconnues pour produire des pollens de grandes dimensions, semblables aux Poacées « type céréale » (Heim, 1970 ; Chester & Ian Raine, 2001 ; Lopez Saez *et al*., 2003). Ces constats accréditent donc davantage l'hypothèse d'une origine littorale.

Enfin, l'augmentation générale de la diversité taxonomique est aussi liée aux associations de prairies (Scrophulariacées, Rubiacées, Astéracées, *Potentilla*, *Calluna*, *Plantago*, Urticacées) qui se développent dans les zones maintenues ouvertes à cause des contraintes maritimes.

- Le Subboréal (phase écologique PAR 4 : zones i et j)

- *Le Néolithique moyen et final*

La limite Atlantique-Subboréal est marquée dans l'histoire végétale de la dépression de Pargo, par un pic marqué de Chénopodiacées. Cette limite est habituellement difficile à percevoir à travers la lecture des compositions polliniques forestières. Selon J. Bernard (1996) le passage de l'Atlantique au Subboréal se repère par l'interruption de la courbe d'*Ulmus* et une chute de *Tilia*. Selon A. Ouguerram (2002), l'Atlantique voit par ailleurs les taux de *Corylus* en association avec d'autres taxons tels que *Ulmus*, *Acer*, *Carpinus*, se développer graduellement. Excepté le taux de pollens d'arbres qui diminue habituellement lors du passage Atlantique-Subboréal et l'absence de l'érable, le diagramme de Pargo suit globalement ce schéma. Par ailleurs et conformément à ce qui est constaté dans les autres études polliniques armoricaines, le *Fagus* apparaît au milieu de la phase écologique (niveau 351) et s'affirme par la suite.

Une datation au niveau 319 permet de jalonner la fin de la période climatique : 3570 ± 35 B.P. soit après calibrage et avec une probabilité de 95.4% : 2030 cal. BC (77.6%) 1860 cal. BC et 1850 cal. BC (17.8%) 1770 cal. BC.

L'augmentation apparente des taux de pollens d'arbres est à souligner, elle se concrétise notamment par le développement de *Quercus*, *Corylus* et plus localement (?) d'*Alnus*. Notons que ce sont probablement les faibles apports polliniques locaux, identifiés par l'étude des flux polliniques (cf. § C.3.1.1.4.2 ci-dessus) qui expliquent par un effet de « fréquences relatives » l'augmentation apparente des pollens de taxons d'arbres, d'origines plus régionales. Ce résultat invite donc à modérer l'interprétation d'un reboisement.

La couverture arborescente reste faible au regard des paysages plus continentaux de la même période (40 à 50% seulement de taux de pollens d'arbres alors que l'on atteint des moyennes de 60% à 80% dans l'ensemble des études armoricaines) (cf. § B.3.3.1.3 et § B.4.6).

La phase écologique PAR 4 est caractérisée par un pic brutal de Chénopodiacées dont les taux vont progressivement diminuer tout au long des niveaux de la phase. Par ailleurs, les attestations de Crassulacées, Brassicacées, Apiacées, Malvacées, Poacées accompagnant les Chénopodiacées, s'accordent pour décrire un groupement de côte sableuse très présent autour de la zone humide. Ces observations traduisent une accentuation brutale des contraintes maritimes liée à la remontée du niveau marin. Désormais, la proximité de la mer (- 8 à – 6 mètres selon la courbe de C. Larsonneur, (1977) soit une distance probablement inférieure à 1 kilomètre si l'on se réfère aux courbes bathymétriques actuelles : Fig. 426) implique potentiellement des contraintes fortes sur la végétation, tels qu'un effet accru des embruns,

des déplacements de dunes soufflés par le vent ou bien des tempêtes pouvant entraîner une remontée des eaux de mer jusque dans la zone humide.

Ainsi, les résultats conjugués des calculs de flux polliniques (devenus quasiment nuls au niveau 341, § C.3.1.1.4.2 ci-dessus) mais aussi l'identification de kystes de dinoflagellés indiquent un estran en contact avec les eaux du marécage et une végétation des environs immédiats de la zone de sondage très clairsemée dans les niveaux allant de 346 à 336.

Le pic de Chénopodiacées du niveau 386 cm paraît marquer un accroissement des contraintes maritimes dans la zone humide (ex. salinité de l'eau entraînée par une entrée des eaux de mer ?). Cet épisode est néanmoins à modérer. Le phénomène n'a en effet pas totalement modifié le fonctionnement de la zone humide car il n'y a pas de véritables ruptures dans l'enregistrement des compositions polliniques (on retrouve globalement l'ensemble des groupements de la période précédente, y compris les attestations de plantes d'eaux douces telles que *Myriophyllum alterniflorum*, *Typha angustifolia*, *Potamogeton*). On note un sédiment un peu différent (passage à une vase argilo-tourbeuse, sans doute lié à un apport de particules marines) mais il y a toujours parallèlement un dépôt de tourbe. C'est donc plus probablement un phénomène ponctuel, lié à la proximité de la mer et aux aléas des tempêtes et des marées qui s'est produit, plutôt qu'une « oscillation positive du niveau marin» qui aurait alors modifié plus en profondeur l'ensemble de l'enregistrement.

La fermeture de « l'entrée » des eaux de mer, probablement rapide, a entraîné dès le niveau 331 l'invasion de la zone humide par *Typha angustifolia* (dont on constate un pic de flux pollinique très important au niveau 311). Cette poussée de *Typha angustifolia* correspond à la zone « j » attribuée au début de l'Age du Bronze (zone datée à 3570 ± 35 B.P.). Il est intéressant de noter l'existence selon M.-T. Morzadec-Kerfourn (1974) d'une oscillation négative aux environs de 3800 à 3600 BP. La « baisse » des contraintes littorales de la zone humide de Rohu pourrait bien correspondre à cette « oscillation négative ». Notons néanmoins la persistance des Chénopodiacées et du groupement de côte sableuse tout au long de la zone « j », ce qui modère l'importance de cette baisse de l'influence maritime.

Face à l'ensemble de ces contraintes environnementales, l'impact humain se trouve masqué et ce malgré un nombre de sites archéologiques néolithiques « élevé » dans ce secteur (Fig. 421), dont la présence à quelques centaines de mètres des alignements du Moulin sur la commune de Saint-Pierre-Quiberon (56). Les éventuels défrichements ne sont pas discernables et il n'y a pas de taxons allochtones détectés, ni de véritables cortèges de plantes adventices (seul *Rumex* est présent). De plus, un bon nombre d'attestations de taxons habituellement interprétés comme rudéraux est aussi favorisé par leur bonne capacité à résister aux contraintes littorales. Ils sont donc difficilement interprétables (ex. Chénopodiacées, *Plantago*).

- Le Subatlantique (Phases écologiques PAR 5, PAR 6, PAR 7, PAR 8 et PAR 9),

- *Age du Bronze (Phase écologique PAR 5 : zones k, l)*

La datation de la zone « j » (3570 ± 35 BP) permet de faire débuter la période du Subatlantique avec la zone d'association pollinique « k », en plein Age du Bronze.

On assiste tout d'abord à une stabilisation des taux de pollens d'arbres aux environs de 30%. Mais c'est là encore un résultat à interpréter avec précaution puisque les flux polliniques sont à nouveau particulièrement bas pour les niveaux allant de 299 à 249 (cf. § C.3.1.1.4.2). La végétation arborescente est donc rare sur la péninsule. On trouve une végétation forestière dominée par le chêne, le noisetier, en plus du bouleau et de l'aulne (peut-être plus local). *Fagus* présente de faibles taux mais est quasiment attesté dans tous les niveaux de la phase

écologique. *Pinus*, *Ulmus*, *Tilia* et *Carpinus* sont aussi présents. Ce sont là des compositions taxonomiques mésothermophiles peu surprenantes pour ce secteur et pour cette période du Subatlantique (cf. § B.4.7.1).

Un certain nombre de taxons d'arbres hygrophiles tels *Alnus*, *Salix*, *Fraxinus*, *Myrica* profitent des environs de la zone humide. Les taxons arbustifs sont présents avec *Rhamnus*, *Frangula*, *Prunus*, *Sambucus nigra* ce qui constitue un fait nouveau par rapport aux niveaux précédents. On peut y voir des végétations de reconquête forestière et de lisières.

Le début de cette phase coïncide avec une nouvelle pénétration des influences maritimes dans la zone humide et à l'enregistrement des groupements d'estran (slikkes et schorres). En effet, les flux polliniques connaissent une très nette diminution (niveau 299) et des attestations de kystes de dinoflagellés sont à nouveau repérées dans les niveaux 306 et 294. Cet événement peut-être mis en corrélation avec un haut niveau marin mis en évidence lors de l'étude dans le marais de Kerdual (soit un niveau des plus hautes mers estimé entre 0 et +1 m) (Visset *et al.*, 1995) et calé entre 3400 à 3000 B.P.

A partir du niveau 289, le cordon sédimentaire isolant la zone humide « se reforme » redonnant des conditions plus favorables aux plantes d'eau douce (le groupement de côte sableuse est néanmoins toujours présent avec l'enregistrement notamment de quelques pollens de Chénopodiacées). On assiste alors à un nouveau pic de flux pollinique de Poacées, de *Typha latifolia* et de Cypéracées notamment. Cette dynamique s'accompagne d'un développement important de Ptéridophytes qui vont dans un premier temps rentrer en concurrence puis faire disparaître les taxons herbacés de même biotope (les Poacées et dans une moindre mesure les Cypéracées) réduisant alors le flux pollinique des niveaux 284 à 271.

L'impact humain est pour la première fois dans ce sondage perceptible, avec les attestations polliniques de trois plantes adventices (*Rumex*, *Mercurialis annua*, *Centaurea cyanus* notamment) et avec un pollen de Poacées de « type céréale ». Ce faisceau d'indices certes très ténu est quelque peu surprenant puisqu'il apparaît durant l'Age du Bronze, période sous-représentée en nombre de sites archéologiques (Fig. 421).

La fin de la phase écologique (zone l), datée à 5910 ± 55 BP soit 1070 cal. BC (95.4%) 830 Cal. BC (Beta–185617) voit de nouveau les ceintures du marécage connaître un développement de Cypéracées et de Poacées (pic de flux pollinique au niveau 256) alors que dans un même temps les compositions des taxons polliniques d'arbres restent stables (*Quercus*, *Corylus*, *Alnus*, *Fagus*, *Betula*). L'influence de la mer semble en recul. Ce constat serait cohérent avec les résultats observés dans l'étude réalisée à l'île d'Errand, dans les marais de Brière (Visset *et al.*, 1994), où une « régression » débutant dès le Bronze final et qui dure jusqu'à l'époque gallo-romaine est interprétée.

- *Age du Fer (Phase écologique PAR 6, zones m, n)*

Cette période débute avec une diminution du taux de pollens d'arbres (moins de 20%) liée cependant à une prolifération de pollens de *Typha angustifolia* (plus de 60% avec un pic de flux pollinique au niveau 244). Les spores de Ptéridophytes sont aussi très présentes. L'ensemble de ces observations s'accorde pour décrire un paysage encore un peu plus ouvert par rapport aux périodes antérieures. Notons que le passage de l'Age du Bronze à l'Age du Fer est marqué à l'échelle du Massif armoricain par une ouverture régulière du paysage (cf. § B.3.3.2.3). Les résultats polliniques de Rohu-Pargo sont donc cohérents avec ce qui est observé plus à l'intérieur des terres. Les compositions polliniques d'arbres sont restées globalement les mêmes par rapport à la phase écologique précédente (dominance du chêne devant le noisetier, l'aulne, le pin, le hêtre).

Une attestation de châtaignier est à noter. Elle est aussi assez cohérente avec l'émergence que connaît l'espèce sur l'ensemble du Massif armoricain à cette période (cf. chapitre B.3.3.2.6).

En revanche, les pratiques de cultures paraissent s'estomper (absence de pollens de type « céréales »). Seul un grain de *Cannabis*/*Humulus* pourrait indiquer une éventuelle culture de chanvre (détecté dans environ 30% des études archéobotaniques armoricaines de l'Age du Fer), mais l'absence de véritable cortège floristique de plantes adventices (seul *Rumex* est présent) et l'interprétation délicate des attestations de plantes rudérales, rendent une provenance pollinique depuis un chanvre cultivé ou traité (rouissage) assez douteuse.

L'absence d'activités humaines à travers les résultats polliniques est surprenante en comparaison avec les effectifs de sites archéologiques voisins de l'Age du Fer en hausse par rapport à la période précédente (Fig. 421).

- *Epoque gallo-romaine (PAR 6, o et PAR 7, p)*

Pendant cette période, la zone humide de Rohu-Pargo connaît de nouveau un retour des influences maritimes. En effet, les taux de Chénopodiacées atteignent environ 15% et les détections de kystes de dinoflagellés dans les zones « o » et « p », de pollens de Brassicacées, Astéracées, Rosacées, Fabacées, Apiacées, *Artemisia*, Caryophyllacées, voire de gros pollens de Poacées « type céréale » (…), tendent à décrire des groupements de slikke, schorre et de côte sableuse. La chute du flux pollinique autour du niveau 186 peut aussi être expliqué par des contraintes littorales fortes sur la végétation de la zone humide. Ces résultats concernant le niveau marin rejoignent aussi le constat effectué dans les marais de Brière à l'île d'Errand (Visset *et al.*, 1994).

On observe par ailleurs une augmentation des pollens de Poacées ainsi qu'une présence affirmée du cortège des plantes de prairies (avec les Scrophulariacées, Rubiacées, Astéracées, *Potentilla*, *Calluna*, *Polygonum aviculare*, *Plantago*, Apiacées, Ranonculacées, *Rumex*). En plus de ces taxons possibles de prairies, un certain nombre de taxons de plantes rudérales est identifié (Urticacées, *Artemisia*, Cichorioïdées, Lamiacées, Fabacées). Ces identifications polliniques en plus d'occurrences de pollens de « type céréale » (?), d'une attestation de *Fagopyrum* (niveau 176) ainsi qu'un petit pic de *Cannabis-Humulus* (niveau 164) annoncent des pratiques agricoles gallo-romaines sur la péninsule. Mais là encore, la proximité du rivage interdit la quasi certitude d'un enregistrement d'activités anthropiques.

Les très faibles taux de pollens d'arbres de la zone d'assemblage pollinique « o » augmentent de manière importante dans la zone « p » et notamment au niveau 151. Ce constat est à mettre en relation avec la chute du flux pollinique observé à ce même niveau. A nouveau, l'hypothèse d'une végétation locale amoindrie par la proximité de la mer peut être avancée (cf. ci-dessus). En revanche, les pollens d'arbres, anémophiles, donc provenant d'espaces plus lointains (plus continentaux) ont continué à être piégés par la zone humide et par le jeux des « fréquences relatives » se trouvent davantage représentés. L'augmentation du taux de pollens d'arbres est donc « artificielle » et ne traduit probablement pas une reforestation de la péninsule.

La composition des boisements est toujours dominée par le chêne, suivie du noisetier, l'aulne, le bouleau, le pin et le hêtre. La diversité des taxons arbustifs (*Prunus*, Rosacées, *Ulex*, *Ilex*, Rhamnacées) ou de lierre (*Hedera*) est à souligner. Elle pourrait résulter de déboisements qui auraient pu ensuite générer des dynamiques végétales de reconquêtes forestières passant par ces stades arbustifs.

- *Haut Moyen-Age (PAR 7, q)*

La partie supérieure de la phase écologique PAR 7 est calée grâce à une datation radiocarbonique à 1190 ± 50 B.P. (LY-11481) et correspond plus exactement à la seconde moitié du haut Moyen-Age.

Le paysage de cette période présente peu de différences qualitatives par rapport à la zone précédente (persistance des groupements de prairies avec l'apparition des Campanulacées, des cortèges de plantes aquatiques, des groupements de ceintures de la zone humide et de cultures avec les pollens « type céréale »). Les cultures restent néanmoins hypothétiques à cause de l'absence de cortège de plantes adventices (seul *Rumex* est attesté). L'absence des autres taxons de culture (chanvre, lin, seigle, sarrasin) du châtaignier, du noyer sont à noter et s'accordent pour décrire un environnement sans exploitations agricoles proches.

La chute manifeste du taux de pollens d'arbres est à relativiser au regard des événements qui affectèrent les flux polliniques de la période gallo-romaine. Il semble en effet que les taux d'A.P. soient apparus sur-représentés à cause de la proximité de la mer (cf. interprétation ci-dessus concernant la période gallo-romaine). Pour la période du haut Moyen-Age, les flux polliniques sont toujours faibles mais se sont reconstitués. La végétation de la zone humide s'est donc de nouveau densifiée et la disproportion entre les apports locaux et des coteaux (incluant davantage les arbres) s'est rééquilibrée. Les taux de pollens d'arbres correspondent désormais aux taux obtenus dans la zone « o » (environ 20%) ce qui représente des couvertures végétales très ouvertes.

- *Bas Moyen-Age - époque moderne (PAR 8)*

La passe sableuse sous jacente à la zone « r », a « effacé » une partie de l'enregistrement. L'émergence du taux de pollens de *Cannabis-Humulus* est le fait marquant de cette phase écologique. C'est un repère important puisque la fréquence des occurrences archéobotaniques affecte plus de 70% des études durant les périodes du bas Moyen-Age et de l'époque moderne (cf. § B.3.3.2.6.5). On peut supposer qu'une activité de culture et d'exploitation du chanvre (rouissage) s'est installée dans les environs de Pargo. Une attestation de *Linum usitatissimum* est aussi cohérente avec le fort développement économique que connaît la Bretagne à l'époque moderne grâce l'industrie du textile (Chédeville, 1997).

Ainsi, au XVIIIe siècle, Vannes et Lorient sont des ports connus pour l'exportation de toiles. Même si la région morbihannaise n'est pas reconnue comme étant une région très favorable aux cultures de chanvre et de lin, la confection de toiles de lin est néanmoins avérée par les archives autour des ports de Lorient et Vannes (Tanguy, 2002).

Quelques attestations de pollens de « type céréale » et de seigle, en plus de pollens de plantes adventices (*Rumex*, *Centaurea cyanus*) signent l'existence de cultures céréalières. Un pollen de noyer ainsi qu'un taux élevé de Cichorioïdées sont à noter.

Enfin, le taux de pollens d'arbres est quasiment nul (10% seulement).

- *Epoque contemporaine (PAR 9)*

La phase écologique se caractérise par une nette augmentation du taux de pollens d'arbres. Au regard des résultats du flux pollinique, il semble que cette poussée soit une nouvelle fois davantage la conséquence d'un déficit de pollens des plantes locales (conservation différentielle, contrainte littorale, concurrence des Ptéridophytes ?) plutôt qu'une véritable reconquête forestière tel que semble l'indiquer le pic d'A.P.

Les boisements sont composés de chênes, noisetier et de pin. Le ressaut de ces taxons d'arbres (et notamment du pin) pourrait correspondre à une volonté de mise en valeur des espaces de landes, démarche typique du XIX^{e}siècle.

On note par ailleurs, la disparition des pollens de lin et de chanvre, signe du déclin de l'industrie du textile que connaît la Bretagne face notamment à l'importation du coton (Fig. 150 et Fig. 151).

Quelques attestations de seigle et probablement d'autres céréales sont comptées ainsi qu'un pollen de sapin (*Abies*) qui signe une époque récente.

C.3.1.2. Proposition d'une mosaïque paysagère autour de la zone humide de Rohu-Pargo pour la fin de la période du Subboréal

C.3.1.2.1. Inventaire des études paléoenvironnementales

C.3.1.2.1.1. Synthèse des études paléoenvironnementales réalisées sur le Massif armoricain pour la période de la fin du Subboréal

- *Les données disponibles*

Pour la période de la fin du Subboréal, 111 études paléoenvironnementales ont été inventoriées, dont 87 études palynologiques réalisées en zone humide. Ces études sont appuyées par 47 datations radiocarboniques cohérentes pour la seconde moitié du Subboréal (cf. § B.4.6.2 et Fig. 226).

- *Les grands traits du paysage végétal armoricain à la fin du Subboréal*

La fin du Subboréal armoricain qui comprend la fin du Néolithique et le début de l'Age du Bronze affiche une moyenne des taux de pollens d'arbres élevée, en légère baisse depuis la période Atlantique (Fig. 89).

La légère baisse du taux de pollens d'arbres observée depuis la période Atlantique peut traduire des défrichements peu intensifs et localisés. La carte d'interpolation du taux de pollens d'arbres (Fig. 229) ne permet évidemment pas de restituer dans le détail ces actions humaines. Les taux de pollens interpolés par krigeage indique des taux variant entre 60 et 80% sur la plus grande partie du Massif armoricain. La carte d'interpolation permet de reconnaître une « densité de végétation » un peu plus faible (taux de pollens d'arbres entre 60 et 40%) le long de la marge littorale du sud (Fig. 230). Cet effet est très probablement lié à la proximité de la côte mais aussi peut être à la pression humaine (installation importante durant tout le Néolithique de la région de Carnac).

L'hétérogénéité des paysages (traduite par le nombre de groupements végétaux des « coteaux ») stagne quant à elle depuis la période Atlantique (Fig. 92). Ce constat indique une constance dans les pressions anthropiques exercées sur le paysage. En effet, alors que les défrichements et autres moyens d'exploitation de l'environnement se concrétisent par une régression des successions végétales et donc une augmentation du nombre de groupements végétaux, l'abandon d'un site amorce une recolonisation végétale qui tend vers une homogénéisation et donc une diminution des écosystèmes (climax).

Ces résultats vont dans le sens d'une emprise humaine sur l'environnement végétal plutôt modérée à l'échelle du Massif armoricain.

Hormis les végétations forestières, omniprésentes, les groupements archéobotaniques les plus fréquents à la fin du Subboréal sont les groupements « de friches et de jachères », les groupements « des boisements rudéraux », les groupements « des chemins, communautés rudérales, zones d'habitats, lieux de pacages » (Fig. 427). Ces trois groupements correspondent à des niveaux dynamiques de recolonisation végétale (groupements de friches, friches évoluées), ou bien à des « écosystèmes » maintenus à ce stade grâce à des pressions humaines (ex. zones d'habitats, lieux de pacages). Ces résultats et notamment la sur-représentation des groupements de friches peuvent être la conséquence directe d'une mise en jachère des terrains agricoles. Les groupements significatifs de cultures sont présents (20% des études) et pourraient bien correspondre à ce type de culture extensive.

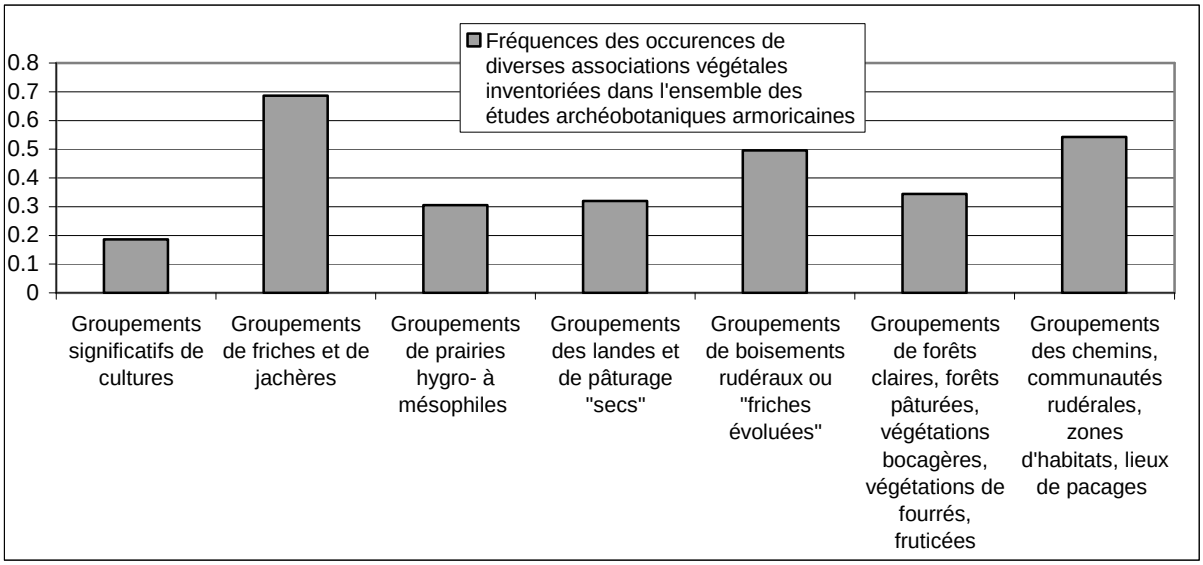

Fig. 427 Fréquences des occurrences de diverses associations végétales inventoriées dans l'ensemble des études archéobotaniques armoricaines recoupant la période de la fin du Subboréal.

En ce qui concerne les groupements forestiers, l'association « *Corylus sp.*, *Quercus sp.*, *Tilia sp.*, *Ulmus sp.* » est la mieux représentée avec les associations « *Corylus sp.*, *Quercus sp.*» et « *Quercus sp.* dominant » (Fig. 428). Le groupement « *Corylus sp.*, *Quercus sp.*, *Tilia sp.*, *Ulmus sp.* » est distribué sur l'ensemble de la partie littorale méridionale du Massif armoricain (dont l'étude palynologique de Rohu-Pargo) alors que les associations archéobotaniques « *Corylus sp.*, *Quercus sp.*» et « *Quercus sp.* dominant » sont quant à elles davantage localisées sur la partie occidentale et nord de la Bretagne (Fig. 241).

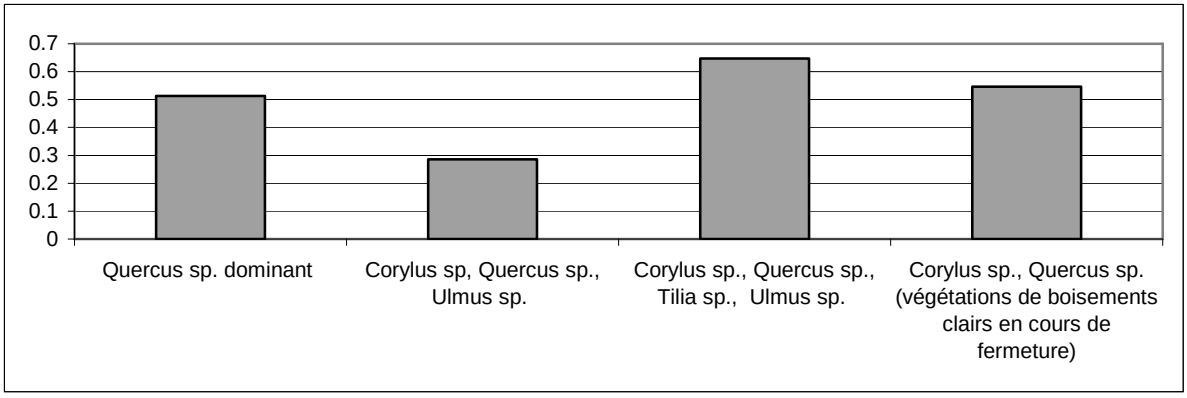

Fig. 428 Fréquences des différentes associations archéobotaniques forestières à partir de l'ensemble des études archéobotaniques recoupant la fin du Subboréal (4650 à 3600 BP).

C.3.1.2.1.2. Les différentes études paléoenvironnementales réalisées sur la côte morbihannaise ; synthèse des résultats pour la période de la fin du Subboréal

- *Inventaire des études du secteur*

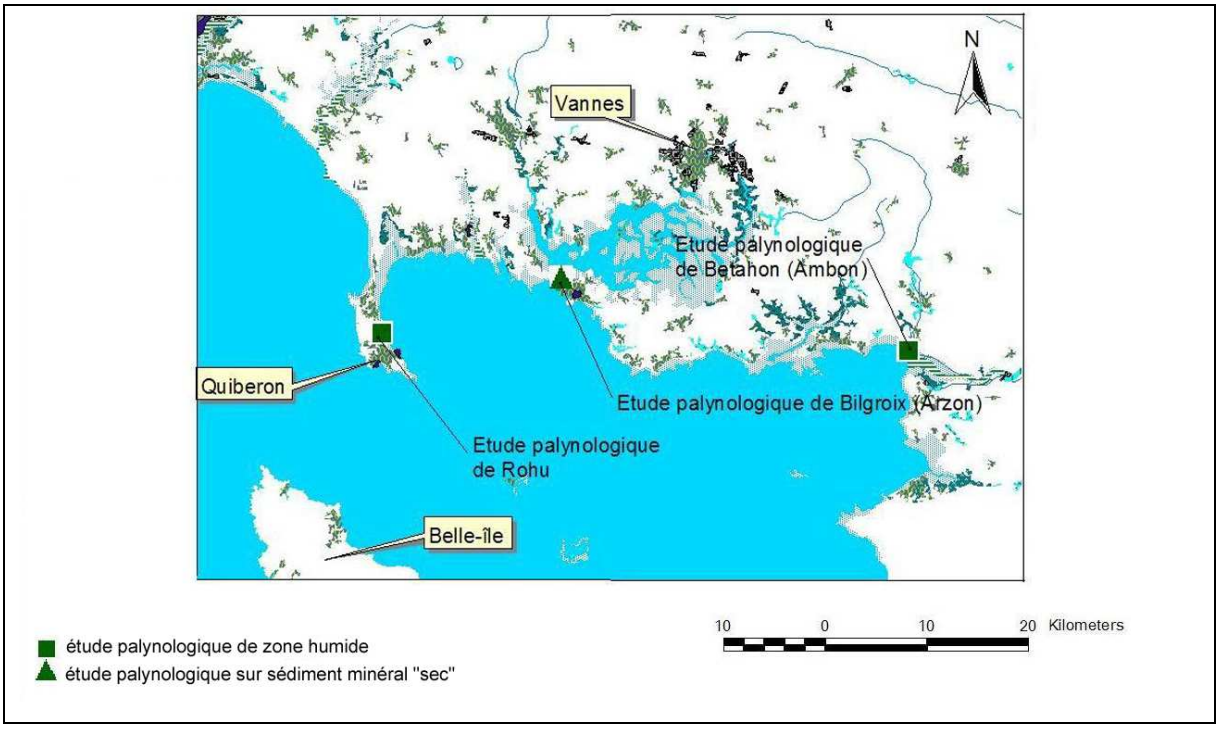

Fig. 429 Localisation des études paléoenvironnementales recoupant la fin du Subboréal et réalisées dans les environs du sondage palynologique de Rohu-Pargo (Quiberon, 56).

Seulement trois études recoupant la fin du Subboréal ont été inventoriées à ce jour dans ce secteur.

L'étude palynologique du complexe mégalithique de Bilgroix (Arzon) a été réalisée par D. Marguerie (1992b). Seulement trois échantillons ont livré des pollens à l'occasion des prélèvements effectués lors des fouilles de J. Lecornec. Cette étude apporte une information sur l'environnement immédiat du site pour la phase finale du Néolithique. Deux zones ont été prélevées : K22 sous le première assise du parement de façade (pal 1 à –5 cm et pal 2 à –15

cm) et R19-R20, dans le monument à la hauteur d'une dalle en place, sous la première assise du parement de bordure du couloir (pal 3). Ces résultats polliniques réalisés sur un sédiment minéral « sec » sont à interpréter avec précaution compte-tenu des conservations différentielles et risques de pollutions possibles.

Le sondage de la tourbière d'estran de Bétahon à Ambon (Marguerie, 1992) est situé sur un très bas plateau surmontant de 2 à 3 mètres le niveau des plus hautes mers. Un dépôt tourbeux est conservé sur le bas estran. En haut de plage, un cordon dunaire retient un marais littoral alimenté par des ruisseaux. Le contexte abiotique de cette tourbière est donc proche de celui de la tourbière de Rohu-Pargo à Quiberon.

- *Synthèse des résultats polliniques pour la fin du Subboréal*

		Tourbière de Rohu-Pargo (Quiberon)	Bétahon (Ambon)	Site mégalithique de Bilgroix (Arzon)
Les formations végétales de la station (zones humides)	Groupements de zone profondes (1.5 à 2.5 mètres)	+	-	0
	Groupements de zones inondées (peu profondes, moins de 1.5m)	+	+	0
	Groupements de roselières	-	+	0
	Groupements de tourbières	+	-	0
	Groupements de prairies humides (en périphérie)	+	-	-
	Groupements de forêts et de bois hygrophiles	+	+	+
	Groupements de côte sableuse	+	-	0
	Groupements de la slikke	+	-	0
	Groupements du schorre	+	-	0
Les groupements végétaux des coteaux ou du voisinage	les groupements significatifs de cultures	-	-	+
	Les groupements de friches et de jachères	+	-	+
	Prairies hygro- à mésophiles pâturées	+	-	-
	Groupements des landes armoricaines et de pâturages « secs »	+	-	-
	Groupements de boisements rudéraux ou « friches évoluées »	+	+	-
	Forêts claires, forêts pâturées, végétations bocagères	-	-	-
	Chemins, communautés rudérales, zones d'habitats, lieux de pacage	+	-	+
	Groupements végétaux des rochers et des falaises	+	-	-
Les groupements végétaux issus de l'apport pollinique régional (500m à 10km.)	Groupements archéobotaniques (*Corylus sp., Quercus sp.*)	+	+	+
	Groupements archéobotaniques (*Corylus sp., Quercus sp., Tilia sp., Ulmus sp.*)	+	+	+
	Groupements végétaux de la « chênaie-charmaie », « chênaie-ormaie » (*Corylus sp., Quercus sp., Ulmus sp.*)	+	-	-

Fig. 430 Tableau représentant les occurrences de divers groupements végétaux retrouvés dans les études archéobotaniques de la région de Quiberon et du Golfe du Morbihan pour la fin du Subboréal. Légende du tableau : « 0 » : hors contexte car l'étude pollinique a été effectuée à partir de sédiment sec ou parce qu'il n'existe pas d'attribution chronologique; « - » : groupement absent ; « + » : groupement présent.

En ce qui concerne les groupements de zones humides des deux tourbières littorales (groupements de zones profondes, groupements de ceintures périphériques, groupements de roselières, groupements de tourbières, groupements de prairies humides, groupements de forêts et de bois hygrophiles), on constate la prédominance des groupements de zones

inondées peu profondes (Rohu et Bétahon) ainsi que des groupements de boisements hygrophiles (dans les trois études). L'étude de la zone humide de Rohu permet par ailleurs de détecter à la fois des groupements de tourbières et de prairies humides. Le groupement de roselière est identifié dans l'étude de Bétahon seulement.

La proximité de la mer et probablement une entrée d'eau de mer dans la cuvette de Rohu a entraîné un enregistrement pollinique de groupements d'affinités « marines » (groupements de côte sableuse, slikke, schorre). La zone humide de Bétahon est restée probablement hermétique aux entrées maritimes.

En ce qui concerne l'image de l'environnement des coteaux de ces zones humides, l'absence de groupements significatifs de cultures est patente autour des deux tourbières. Seule l'étude du site de Bilgroix aurait enregistré des indices polliniques de cultures.

Les groupements de friches, de friches évoluées, de communautés rudérales sont bien représentés dans les trois études. C'est néanmoins probablement une conséquence des contraintes maritimes (vents, embruns) sur la végétation côtière. Dans les espaces littoraux exposés, ces pressions environnementales ont pour conséquence de stopper les dynamiques végétales et de maintenir des formations végétales ouvertes (herbacées) et/ou arbustives (ex. landes-fourrés). Or, parmi les taxons composant ces formations végétales « littorales », on retrouve bon nombre de taxons polliniques pouvant correspondre à des plantes qualifiées de rudérales telles que *Plantago*, Brassicacées, Chénopodiacées, Apiacées, *Artemisia*…

L'impact de l'homme (défrichements) n'est pas à exclure, notamment lorsque des indices de taxons allochtones sont détectés (cas de l'étude de Bilgroix). Dans le cas contraire, il est difficile de trancher entre une explication d'ordre anthropique ou naturel.

L'apport des taux de pollens d'arbres est assez disparate entre les études de Rohu (entre 20 et 40% de pollens d'arbres) et de Bétahon (entre 60 et 80%). Les taux de pollens d'arbres de l'étude pollinique sur du sédiment minéral sec de Bilgroix sont quant à eux à considérer avec précaution. Au regard de la carte d'interpolation des pollens d'arbres à l'échelle du Massif armoricain, on constate des taux qui sont de l'ordre de 40 à 60% sur la marge côtière de cette région (Fig. 239), c'est là un résultat moyen probablement plus cohérent à l'échelle de l'ensemble de la zone littorale. Les zones abritées, boisées, alternant probablement avec des zones exposées beaucoup plus ouvertes.

En ce qui concerne la composition des taxons d'arbres, le groupement le plus souvent identifié se compose du *Corylus sp.*, *Quercus sp.*, *Tilia sp.*, *Ulmus sp.*. C'est un résultat cohérent avec les autres résultats polliniques retrouvés notamment dans les marais de la Brière (Visset, 1979).

C.3.1.2.2. Mise au point d'une carte de végétation potentielle de la fin du Subboréal autour de l'étude pollinique de Rohu-Pargo (Quiberon, 56).

C.3.1.2.2.1. Reconstitution de l'environnement abiotique des alentours de la zone humide

La topographie actuelle permet de reconstituer l'armature du paysage qui existait à la fin du Subboréal. La grande variété des altitudes des rivages de la Bretagne méridionale est la conséquence des orogénèses alpines et pyrénéennes, dont la région perçoit encore aujourd'hui les influences lointaines. Dans la région du golfe du Morbihan, ces mouvements se concrétisent par des rejeux de failles donnant lieu à des ondulations transversales (Couvreur, 1990). Il résulterait un mouvement positif de la Presqu'île de Rhuys (des dépôts de quartz

auraient été retrouvés au-dessus du niveau marin actuel), alors que le golfe du Morbihan serait le lieu d'un affaissement parfois suggéré (Cabanis, 1987). Ces mouvements existent toujours, on ne peut cependant envisager des mouvements de grandes ampleurs depuis le Néolithique, quelques décimètres tout au plus (com. Pers. B. Hallegouët). Par ailleurs, les faibles dénivellations ainsi que les sols peu profonds ne permettent pas d'envisager de gros bouleversements érosifs ou sédimentaires.

En revanche, pour ce qui concerne le rivage, les phénomènes de sédimentation et d'érosion ainsi que la remontée du niveau des mers ont largement évolué depuis le Subboréal. La sédimentation du littoral, reprenant pour une part des dépôts fluviaux mais aussi des heads ou des sédiments d'origine lointaine dispersés par les courants marins, est soumise à la forme de la côte et aux facteurs hydrologiques telles que la force et l'orientation de courants littoraux ou bien les débits et teneurs en éléments des eaux déversées d'un fleuve.

Les érosions, elles aussi induites par la configuration du littoral et par les courants d'eaux, affectent surtout les sédiments non ou peu consolidés (ceux du Quaternaire en général qui disparaissent vite par rapport aux formations plus consolidées des socles et couvertures plus anciennes). Phénomènes d'érosion et de sédimentation se partagent donc, en plus de la néotectonique, la responsabilité des formes variées de cette côte morbihannaise (falaises, récifs, baies, abers, dunes, plages et cordons) variant au gré des fluctuations complexes régissant ces phénomènes(Gaudin, 2001).

Les nombreux aménagements du littoral effectués par l'homme au cours des derniers siècles (construction de digues, de perrés, canalisations de cours d'eau), ont par exemple modifié considérablement les courants littoraux. Ainsi la préservation « anthropique » du tombolo reliant Quiberon au continent, modifie potentiellement tout le courant littoral de cette région.

Au regard de la complexité des interactions régissant le trait de côte et en l'absence d'indices fiables (coquillages fossiles en position de vie), il est dès lors illusoire de chercher à fixer un trait de côte avec précision. Dans le cadre du travail ci-présent, seule une estimation du trait de côte de la fin du Subboréal peut être avancée en couplant le tracé des isobathes et les courbes du niveau marin (travaux de C. Larsonneur, 1977 ; M. Ters, 1973 et M.-T. Morzadec-Kerfourn, 1974, cf. chapitre A). La lecture de ces courbes indique un niveau marin plus bas d'environ 5 mètres par rapport à l'actuel. Nous avons donc choisi de placer le niveau des plus hautes mers de la fin du Subboréal au niveau des plus basses mers actuelles, ce qui correspond aussi au 0 des cartes marines (Fig. 431) (le marnage actuel de la côte morbihannaise est d'environ 5 mètres).

En période de démaigrissement, on peut voir apparaître sur l'estran des morceaux de tourbe en face la tourbière actuelle. Dans le cadre de la reconstitution du paléopaysage des environs de la zone humide, il est donc nécessaire d'étendre la zone humide au moins jusqu'au niveau de l'estran actuel. Par ailleurs, les attestations de kystes de dinoflagellé identifiés dans l'étude pollinique suggèrent une rentrée d'eau marine au moins temporaire. On peut donc supposer que le cordon sédimentaire était relativement mince.

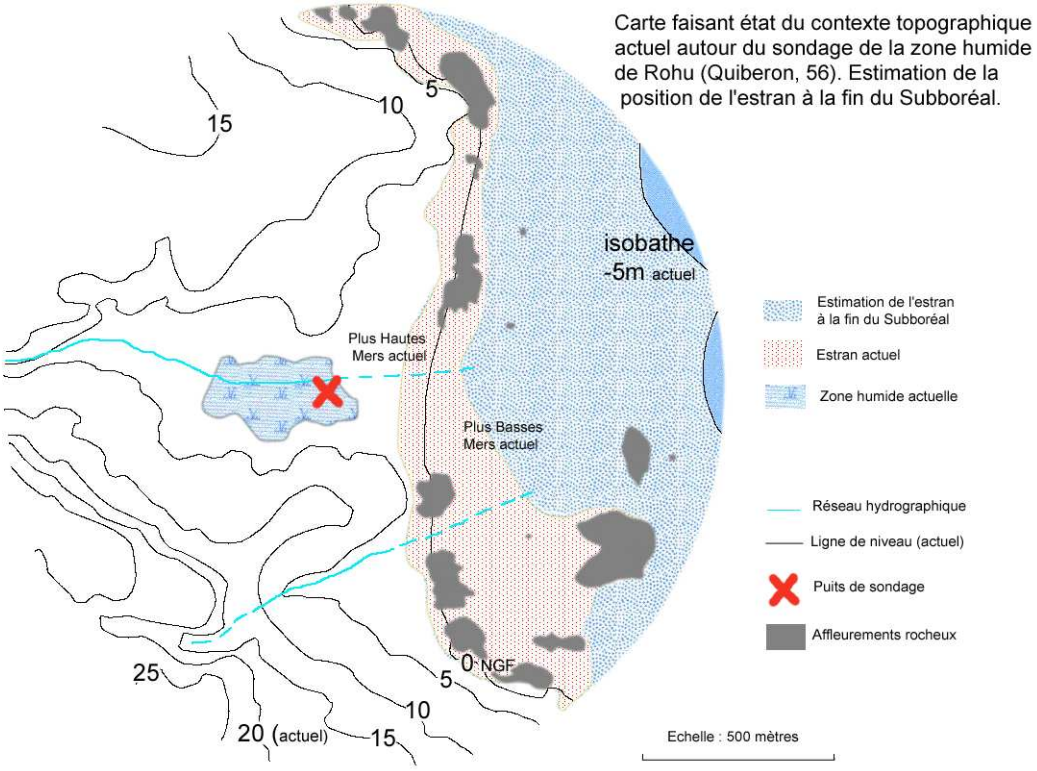

Fig. 431 Estimation du trait de côte à la fin du Subboréal. Les isoclines, actuelles, sont issues de la carte de l'IGN au 1 : 25 000.

C.3.1.2.2.2. Reconstitution de la paléo-végétation des alentours de la zone humide

La reconstitution de la couverture végétale des environs de la cuvette de Rohu-Pargo s'appuie sur les résultats de l'étude palynologique et sur l'ensemble des résultats archéobotaniques évoqués dans la synthèse précédente.

Ainsi, on a pu interpréter au travers les résultats de l'étude de Rohu-Pargo, la présence de groupements maritimes tels que les groupements de côtes sableuses, les groupements de slikke et du schorre. Ces groupements ont été replacés selon une distribution bien connue le long de l'estran.

La provenance des pollens des végétations des « coteaux » est estimée habituellement à environ 500 mètres selon J. Heim, (1970). L'environnement végétal très ouvert qui règne sur les environs de la dépression il y a environ 4000 ans (cf. description de la phase écologique PAR 4 § C.3.1.1.4.1), permet d'attendre des pollens d'une provenance un peu plus lointaine. Une provenance d'un kilomètre depuis le côté ouest de la presqu'île, à cause des vents d'ouest dominants, est très probable.

Les pollens d'arbres proviennent pour une partie de boisements hygrophiles (*Alnus* notamment) situés en bordure de la zone humide. Les groupements de *Corylus*, *Quercus*, *Ulmus* et *Corylus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, sont faiblement représentés au travers les résultats polliniques de Rohu-Pargo. Il est d'ailleurs possible qu'une bonne partie des pollens de ces arbres ait une origine plus lointaine que la périphérie de la zone humide, voire de la

presqu'île. Néanmoins, il est probable que certains arbres aient pu se développer à l'abri des boisements hygrophiles, de fourrés et du léger relief.

Il n'a pas été détecté de véritables faisceaux d'indices d'exploitations agricoles des environs de Rohu-Pargo pour la fin du Subboréal (ex. indices polliniques de taxons allochtones, de taxons de plantes adventices, de défrichements). En revanche, les taxons de plantes rudérales sont assez nombreux. Ils sont très probablement liés aux contraintes imposées par la proximité de la mer (ex. Chénopodiacées, *Artemisia*) même si l'impact de l'homme ne peut être totalement exclu.

Les groupements de prairies, de « friches », friches évoluées, (dominés par les Poacées), boisements rudéraux, sont bien représentés dans les spectres polliniques, y compris dans les autres études de Bétahon (Ambon, 56) et de Bilgroix (Arzon, 56). Ce sont là les végétations qui dominent la couverture végétale de la presqu'île.

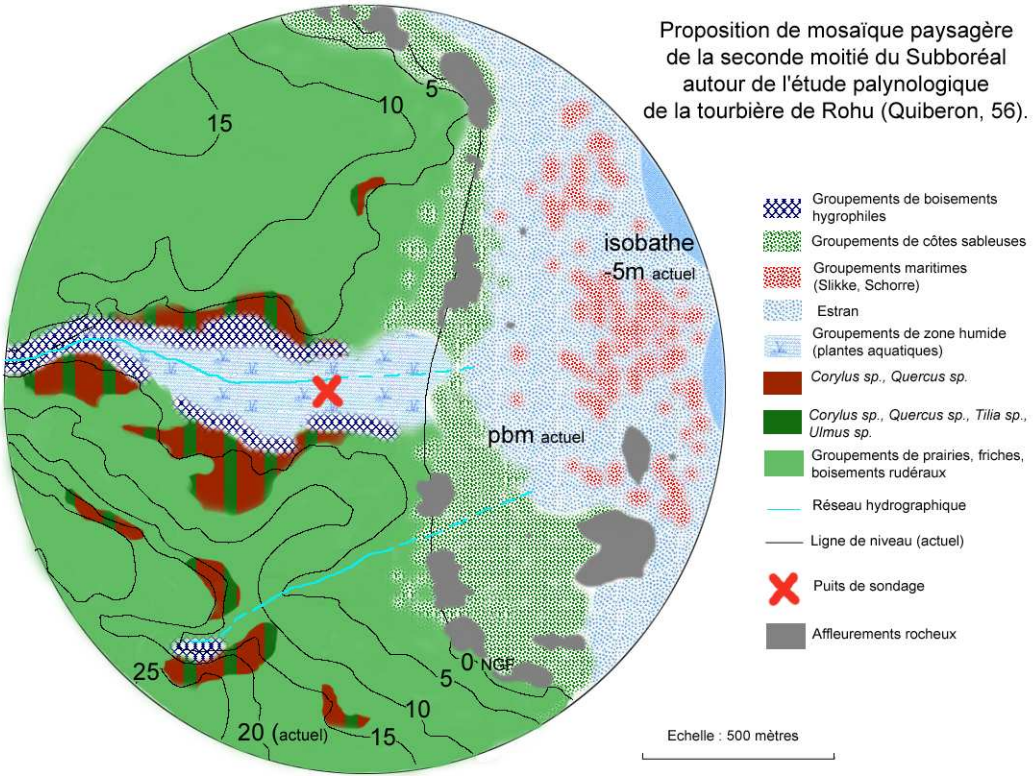

Fig. 432 Proposition de la mosaïque paysagère autour de la tourbière de Rohu-Pargo (Quiberon) à la fin du Subboréal.

C.3.1.3. Proposition d'une mosaïque paysagère autour de la zone humide de Rohu-Pargo, pour la période du Néolithique moyen (4700 à 3500 av. J.-C.)

C.3.1.3.1. Inventaire des études paléoenvironnementales

C.3.1.3.1.1. Synthèse des études paléoenvironnementales réalisées sur le Massif armoricain pour la période du Néolithique moyen

- *Les données disponibles*

Deux sources de données sont disponibles pour cette période. Les données paléoenvironnementales enregistrées selon un pas de temps correspondant à la période du début du Subboréal (5700 à 4650 B.P.) et les données enregistrées pour la période du Néolithique moyen. Ces deux types d'information sont de natures différentes. En effet, les pas de temps chronologiques différents impliquent des enregistrements paléoenvironnementaux différents. Par exemple, les assemblages forestiers ne sont enregistrés que dans les entités paysagères du début du Subboréal (« base de donnée paléoclimatique » cf. § B.4) alors que la présence ou l'absence de taxons allochtones (ex. attestations de céréales) n'est enregistrée que dans l'entité paysagère du Néolithique moyen (« base de donnée culturelle » cf. § B.5). D'autre part, les pas de temps chronologiques plus longs permettent d'obtenir davantage de groupements archéobotaniques car il y davantage de spectres polliniques pris en compte.

Ainsi pour la période du début du Subboréal (cf. § B.4.6.1), 115 études archéobotaniques ont été enregistrées, dont 92 études palynologiques et 22 études anthracologiques. Ces résultats sont appuyés par 38 datations radiocarboniques.

Pour la période du Néolithique moyen (cf. § B.5.2) ce sont 118 études archéobotaniques qui ont été enregistrées dont 71 études palynologiques, 9 études carpologiques et 46 études anthracologiques. En ce qui concerne le calage chronologique, ce sont 54 datations radiocarboniques qui viennent appuyer les résultats paléoenvironnementaux de cette période.

- *Les grands traits du paysage armoricain au Néolithique moyen*

L'ensemble des 77 études palynologiques armoricaines recoupant la période du Néolithique moyen, présente une moyenne des taux de pollens d'arbres en légers retraits par rapport à la période précédente (Fig. 114).

Cette « ouverture » du paysage s'accompagne d'une légère augmentation du nombre de groupements archéobotaniques « des coteaux » détectés dans les études polliniques (Fig. 117). En effet, une ouverture du paysage amorce des dynamiques de recolonisation végétale et donc une augmentation du nombre d'écosystèmes et de groupements végétaux. Au regard de ces premiers résultats, il apparaît néanmoins difficile d'attribuer cette ouverture du paysage à un phénomène d'ordre anthropique ou naturel. Quoi qu'il en soit, les résultats s'accordent pour décrire des paysages encore très boisés sur le Massif armoricain.

Les cartes d'interpolation des taux de pollens d'arbres du Néolithique moyen (Fig. 287 et Fig. 289) indiquent des taux variant entre 60 et 80% pour la majeure partie de l'espace armoricain. Néanmoins, les résultats des taux de pollens d'arbres interpolés affichent des

paysages un peu plus ouverts (40 à 60% d'A.P.) sur la marge littorale sud de la péninsule bretonne.

Pour certaines études (l'étude de Rohu-Pargo et l'étude de Kerpenhir, Visset *et al.*, 1996) cet état du paysage dépend des contraintes maritimes (cf. effet de la continentalité Fig. 288). D'autre part, dans bon nombre d'études réalisées en Brière (Visset, 1979), les taux d'A.P. sont faibles à cause des nombreux espaces marécageux qui devaient exister dans ce secteur.

Enfin, la distribution spatiale des vestiges archéologiques affiche des concentrations de vestiges néolithiques impressionnants le long de la côte morbihannaise (Fig. 289, Fig. 290 et Fig. 433) ce qui invite bien évidemment à évoquer aussi une pression anthropique.

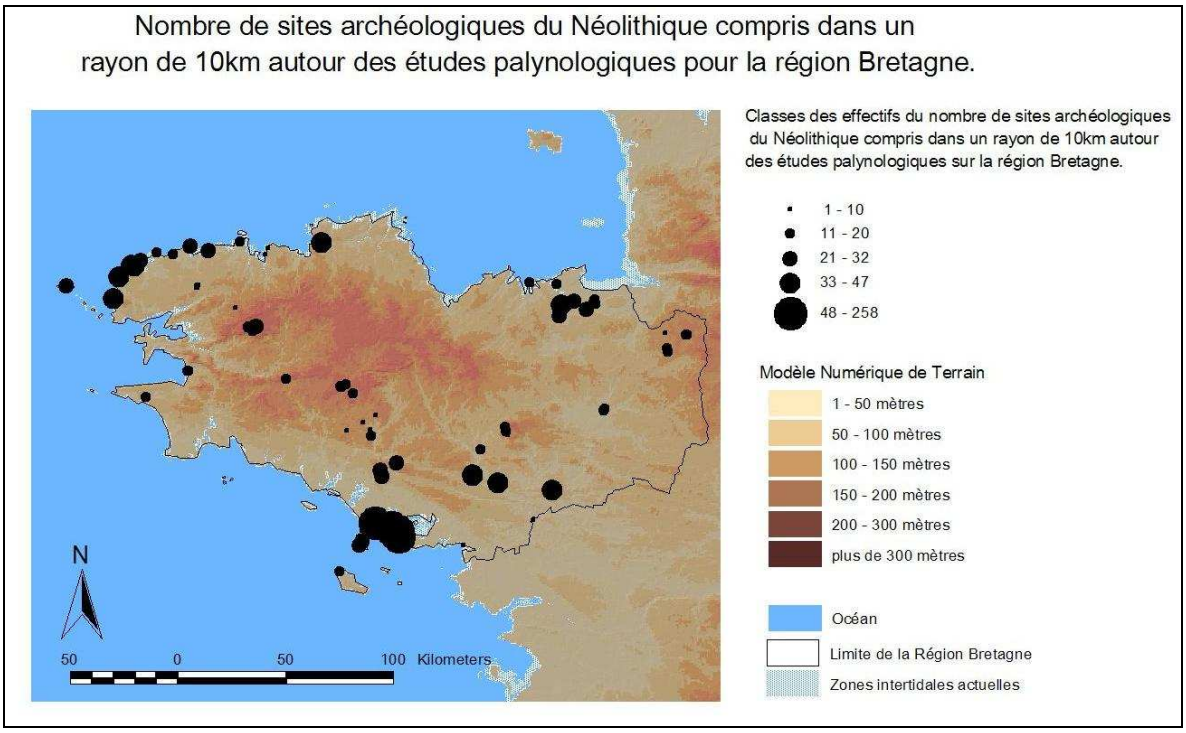

Fig. 433 Représentation cartographique des effectifs de sites archéologiques « néolithiques » inventoriés au Service Régionale d'Archéologie de Bretagne et compris dans un rayon de 10 km autour des études palynologiques.

Hormis les groupements forestiers et de zones humides, les groupements végétaux les plus fréquents sont les groupements « de friches et de jachère », « les groupements des chemins, communautés rudérales, zones d'habitats, lieux de pacages » et « les groupements de boisements rudéraux » (Fig. 434). Ces groupements correspondent à des niveaux dynamiques de recolonisation végétale ou bien à des écosystèmes maintenus à ce stade par des contraintes anthropiques (ex. pratiques agricoles et élevages extensifs).

Les groupements significatifs de cultures sont présents dans environ une étude archéobotanique sur trois (Fig. 124). Ces groupements sont détectés parfois sur le littoral mais assez souvent aussi à l'intérieur du Massif armoricain (Fig. 300).

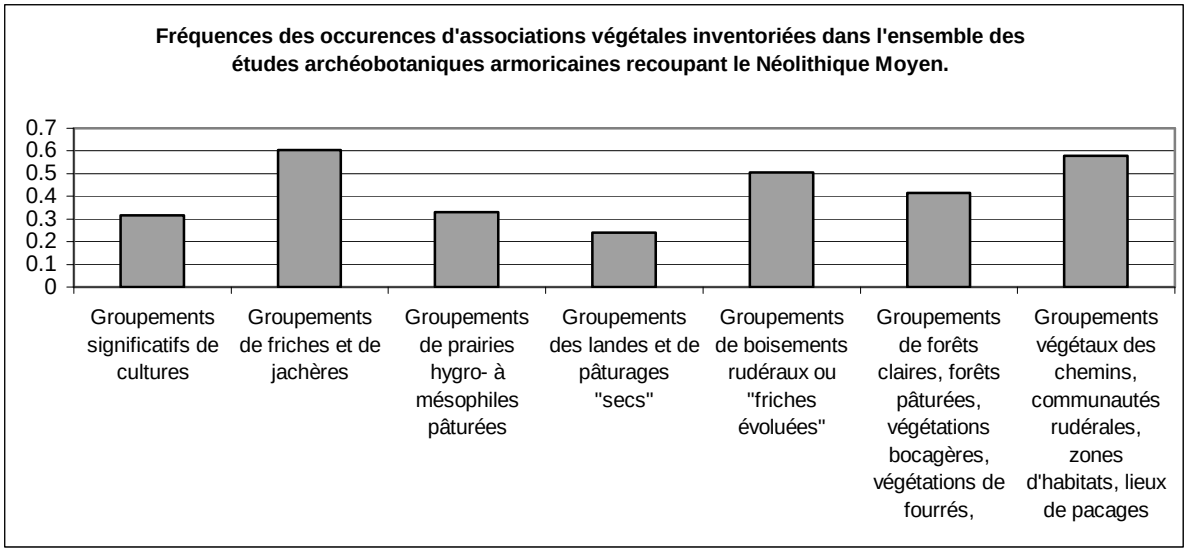

Fig. 434 Fréquences des occurrences des associations végétales de sols bien drainés inventoriées dans l'ensemble des études archéobotaniques armoricaines recoupant le Néolithique moyen.

En ce qui concerne les associations forestières, les groupements « *Corylus sp.*, *Quercus sp.*, *Tilia sp.*, *Ulmus sp.* » et « *Corylus sp.*, *Quercus sp.*» sont les plus fréquemment identifiés dans les spectres palynologiques recoupant le début du Subboréal (Fig. 435 ci-dessous) .

La distribution spatiale de ces groupements forestiers est représentée sur la figure « Fig. 225 ».

On distingue ainsi que le groupement « *Corylus sp.*, *Quercus sp.*, *Tilia sp.*, *Ulmus sp.* » est distribué sur l'ensemble de la partie méridionale du Massif armoricain. Il faut noter la connotation plus thermophile de ce groupement, avec la présence de *Tilia sp.*

L'association archéobotanique « *Corylus sp.*, *Quercus sp.*» accompagnée dans une moindre mesure par les associations « *Corylus sp.*, *Quercus sp.*, *Ulmus sp.* » et « *Quercus sp.* dominant » est davantage identifiée dans les études du nord-ouest de la péninsule bretonne.

L'est du Massif est couvert par l'association « *Corylus sp.*, *Quercus sp.*» mais aussi par des groupements forestiers dominés exclusivement par le chêne (« association *Quercus sp.* dominant »).

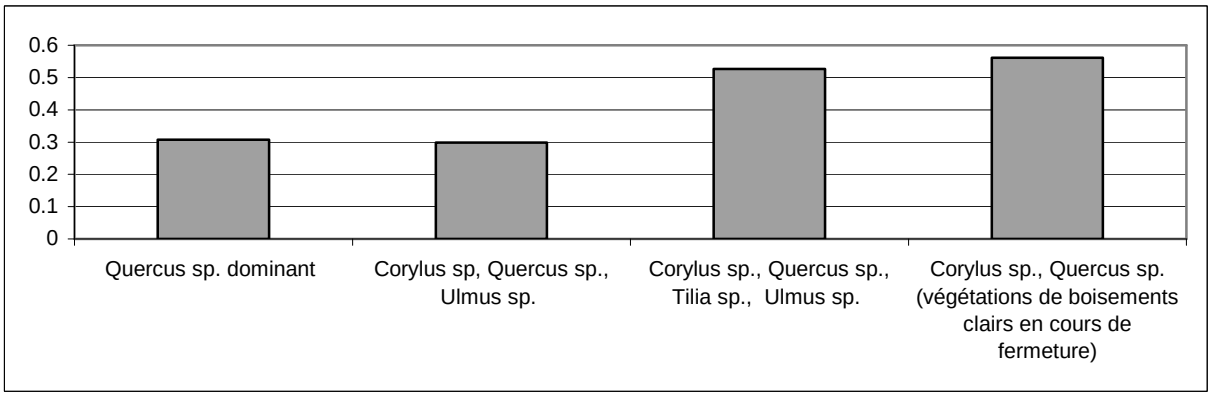

Fig. 435 Fréquences des différentes associations archéobotaniques forestières reconnues à partir de l'ensemble des études archéobotaniques recoupant le début du Subboréal (5700 à 4650 BP).

C.3.1.3.1.2. Les différentes études paléoenvironnementales réalisées sur la côte morbihannaise ; synthèse des résultats pour la période du Néolithique moyen

- *Inventaire des études du secteur*

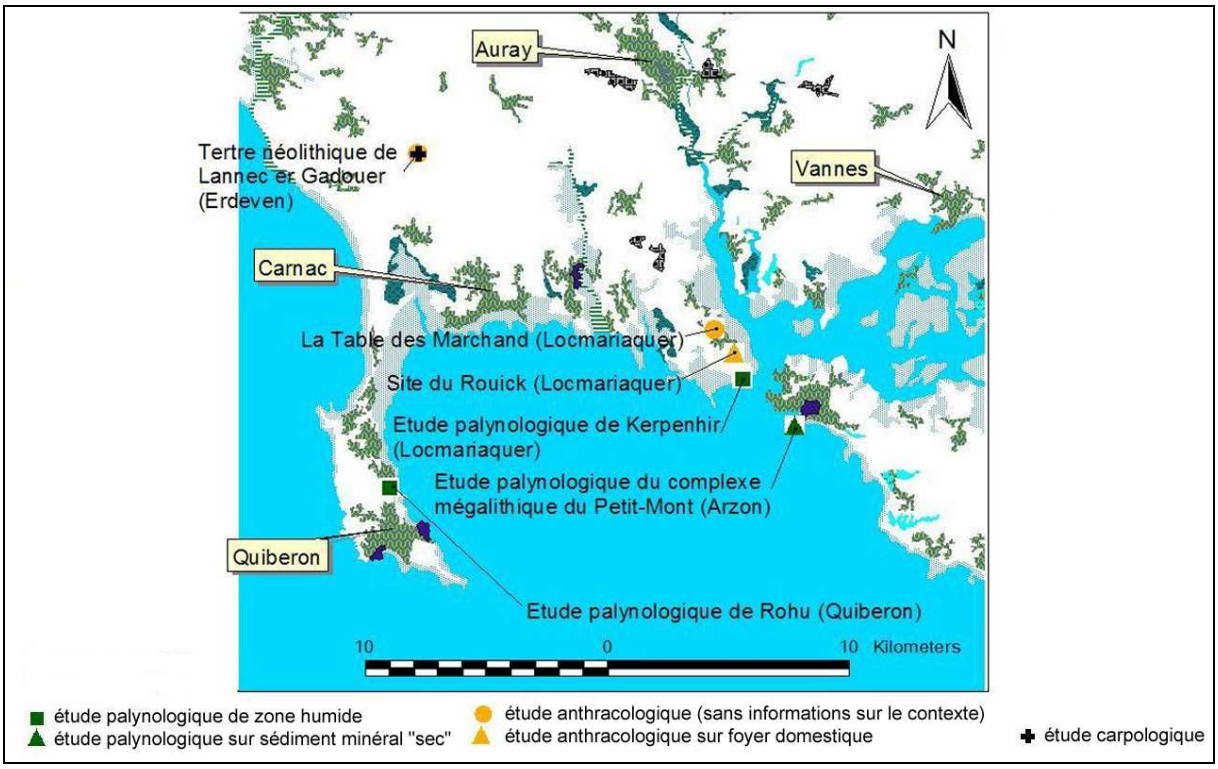

Fig. 436 Localisation des études archéobotaniques de la côte morbihannaise réalisées dans les environs du sondage palynologique de Rohu-Pargo (Quiberon).

Le paléoenvironnement du Néolithique moyen de cette partie de la côte morbihannaise est bien renseigné puisque 23 études (carpologiques, anthracologiques et palynologiques) sont inventoriées (Fig. 436 ci-dessus). Ce chiffre découle du nombre important de fouilles archéologiques menées sur cette période et sur ce secteur morbihannais. Ainsi, on compte 13 études anthracologiques dont 10 sur le seul complexe mégalithique de la Table des Marchand / Er Grah / Grand Menhir de Locmariquer.

En revanche, seules 5 études palynologiques dont trois en contexte minéral sec ont été inventoriées (Fig. 437).

Lieux et noms des études	Datations absolues	Attributions chronologiques	Types d'analyses	Références bibliographiques
Arzon : Le complexe mégalithique du Petit-Mont (étude palynologique)	Gif 6844 : 5650±70 BP; Gif 7015 : 4900±70 BP	Recoupement stratigraphique	Palynologie sur sédiment minéral sec	MARGUERIE D., 1992 - Evolution de la végétation sous l'impact humain en armorique du Néolithique aux périodes historiques. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie, Rennes, 40, 262p.
Arzon : Le complexe mégalithique du Petit-Mont (étude sédimentologique)	Gif 6844 : 5650±70 BP; Gif 7015 : 4900±70 BP	Recoupement stratigraphique	Sédimentologie sur sédiment minéral sec	GEBHARDT A., 1990 - Evolution du paléopaysage agricole dans le nord-ouest de la France - apport de la micromorphologie. Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes1, 175 p.
Locmariaquer : le long tumulus d'Er Grah (étude palynologique)	Gif7691:5250±70 BP; Gif7692:5260±70 BP; Gif7693:5370±70 BP	Recoupement stratigraphique	Palynologie sur sédiment minéral sec	MARGUERIE D., 1992 - Evolution de la végétation sous l'impact humain en armorique du Néolithique aux périodes historiques. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie, Rennes, 40, 262p.
Locmariaquer : le long tumulus d'Er Grah (étude anthracologique du foyer F1 en D54)	Gif7691:5250±70 BP; Gif7692:5260±70 BP; Gif7693:5370±70 BP	Recoupement stratigraphique	Anthracologie sur structure domestique	MARGUERIE D., 1992 - Evolution de la végétation sous l'impact humain en armorique du Néolithique aux périodes historiques. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie, Rennes, 40, 262p.
Locmariaquer : le long tumulus d'Er Grah (étude anthracologique du centre du foyer en G52)	Gif7692:5260±70 BP	Datation sur matériel d'étude	Anthracologie sur foyer domestique	MARGUERIE D., 1992 - Evolution de la végétation sous l'impact humain en armorique du Néolithique aux périodes historiques. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie, Rennes, 40, 262p.
Locmariaquer : le long tumulus d'Er Grah (étude anthracologique en bordure du foyer en G52)	Gif7692:5260±70 BP	Datation sur matériel d'étude	Anthracologie sur foyer domestique	MARGUERIE D., 1992 - Evolution de la végétation sous l'impact humain en armorique du Néolithique aux périodes historiques. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie, Rennes, 40, 262p.
Locmariaquer : le long tumulus d'Er Grah (étude anthracologique de la zone charbonneuse en AF49)	Gif7691:5250±70 BP; Gif7692:5260±70 BP; Gif7693:5370±70 BP	Recoupement stratigraphique	Anthracologie sur structure artisanale ou domestique	MARGUERIE D., 1992 - Evolution de la végétation sous l'impact humain en armorique du Néolithique aux périodes historiques. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie, Rennes, 40, 262p.
Locmariaquer : le long tumulus d'Er Grah (étude sédimentologique)	Gif7691:5250±70 BP; Gif7692:5260±70 BP; Gif7693:5370±70 BP	Recoupement stratigraphique	Sédimentologie sur sédiment minéral sec	GEBHARDT A., 1990 - Evolution du paléopaysage agricole dans le nord-ouest de la France - apport de la micromorphologie. Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes1, 175 p.
Locmariaquer : le dolmen de la Table des Marchand (étude palynologique)	A8857 : 5440±60 BP; LGQ 558 : 5220±130 BP	Recoupement stratigraphique	Palynologie sur sédiment minéral sec	MARGUERIE D., 1992 - Evolution de la végétation sous l'impact humain en armorique du Néolithique aux périodes historiques. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie, Rennes, 40, 262p.
Locmariaquer : le dolmen de la Table des Marchand (étude anthracologique de la couche c.7)	A8857 : 5440±60 BP; LGQ 558 : 5220±130 BP	Recoupement stratigraphique	Anthracologie	GEBHARDT A. et MARGUERIE D. sous presse - Les sols, leur couvert végétal et leur utilisation. In Le Roux, C.-T. (dir.), Les fouilles de Locmariaquer (Morbihan). Tome I: Présentation générale, tumulus d'Er-Grah nouveau cimetière; première partie
Locmariaquer : le dolmen de la Table des Marchand (étude anthracologique de la couche c.8)	A8857 : 5440±60 BP; LGQ 558 : 5220±130 BP	Recoupement stratigraphique	Anthracologie	GEBHARDT A. et MARGUERIE D. sous presse - Les sols, leur couvert végétal et leur utilisation. In Le Roux, C.-T. (dir.), Les fouilles de Locmariaquer (Morbihan). Tome I: Présentation générale, tumulus d'Er-Grah nouveau cimetière; première partie
Locmariaquer : le dolmen de la Table des Marchand (étude anthracologique de la couche c.9)	A8857 : 5440±60 BP; LGQ 558 : 5220±130 BP	Recoupement stratigraphique	Anthracologie	GEBHARDT A. et MARGUERIE D. sous presse - Les sols, leur couvert végétal et leur utilisation. In Le Roux, C.-T. (dir.), Les fouilles de Locmariaquer (Morbihan). Tome I: Présentation générale, tumulus d'Er-Grah nouveau cimetière; première partie
Locmariaquer : le dolmen de la Table des Marchand (étude carpologique)		Datation relative	Carpologie	VISSET L., L'HELGOUAC'H J. et BERNARD J., 1996 - La tourbière submergée de la pointe de Kerpenhir à Locmariaquer (Morbihan), étude environnementale et mise en évidence de déforestations et de pratiques agricoles néolithiques. Rev. Archéo. Ouest, 13, 79-8
Locmariaquer : le dolmen de la Table des Marchand (étude anthracologique de la couche c.9.1)	LGQ 555 : 4990±180 BP; LGQ 556: 4580±140 BP; A 8855: 5395±75 BP	Datation sur matériel d'étude	Anthracologie	GEBHARDT A. et MARGUERIE D. sous presse - Les sols, leur couvert végétal et leur utilisation. In Le Roux, C.-T. (dir.), Les fouilles de Locmariaquer (Morbihan). Tome I: Présentation générale, tumulus d'Er-Grah nouveau cimetière; première partie
Locmariaquer : L'ensemble Tertre-Grand Menhir (étude anthracologique de la couche c.9.4)		Datation relative	Anthracologie	GEBHARDT A. et MARGUERIE D. sous presse - Les sols, leur couvert végétal et leur utilisation. In Le Roux, C.-T. (dir.), Les fouilles de Locmariaquer (Morbihan). Tome I: Présentation générale, tumulus d'Er-Grah nouveau cimetière; première partie
Locmariaquer : L'ensemble Tertre-Grand Menhir (étude anthracologique de la couche c.11)		Datation relative	Anthracologie	GEBHARDT A. et MARGUERIE D. sous presse - Les sols, leur couvert végétal et leur utilisation. In Le Roux, C.-T. (dir.), Les fouilles de Locmariaquer (Morbihan). Tome I: Présentation générale, tumulus d'Er-Grah nouveau cimetière; première partie
Locmariaquer : Le site du Rouick (étude anthracologique)	Gif 8702 : 5300±60 BP	Datation sur matériel d'étude	Anthracologie sur foyer domestique	MARGUERIE D., 1992 - Evolution de la végétation sous l'impact humain en armorique du Néolithique aux périodes historiques. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie, Rennes, 40, 262p.
Locmariaquer : Tourbière submergée de la pointe de Kerpenhir (étude palynologique)	A8836 : 5425±70 BP; A7976 : 5105±90 BP	Datation sur matériel d'étude	Palynologie en zone humide	VISSET L., L'HELGOUAC'H J. et BERNARD J., 1996 - La tourbière submergée de la pointe de Kerpenhir à Locmariaquer (Morbihan). Etude environnementale et mise en évidence de déforestations et de pratiques agricoles néolithiques. RAO, 13, 79-97.
Erdeven : Tertre de Lannec-er-Gadouer - foyer 2 (étude anthracologique)	AA # 20130 : 5640±80 BP;	Datation sur matériel d'étude	Anthracologie	GAUDIN L. et MARGUERIE D., 2000 - Etude anthracologique du tertre mégalithique de Lannec er Gadouer. Eléments paléoenvironnementaux et palethnographiques. In : Cassen S. - Eléments d'architecture. Constructions et reconstitutions dans le Néolithique morbihan
Erdeven : Tertre de Lannec-er-Gadouer - charbons du caveau (étude anthracologique)		Datation relative	Anthracologie	GAUDIN L. et MARGUERIE D., 2000 - Etude anthracologique du tertre mégalithique de Lannec er Gadouer. Eléments paléoenvironnementaux et palethnographiques. In : Cassen S. - Eléments d'architecture. Constructions et reconstitutions dans le Néolithique morbihan
Erdeven : Tertre de Lannec-er-Gadouer - AH 39 / Foyer n°2 (étude carpologique)	AA # 9240 : 5770±80 BP;	Datation sur matériel d'étude	Carpologie	DIETSCH-SELLAMI M.-F.,2000 - Les résultats carpologiques. In: Cassen S. - Elements d'architecture. Constructions et reconstitutions dans le Néolithique morbihannais, propositions pour une lecture symbolique. Chauvigny, France, éd. Chauvinoises, p.139-148
Erdeven : Tertre de Lannec-er-Gadouer - Fossé 1 / Fossé 2 (étude carpologique)	AA # 29390 : 5210±55 BP;	Datation sur matériel d'étude	Carpologie	DIETSCH-SELLAMI M.-F.,2000 - Les résultats carpologiques. In: Cassen S. - Elements d'architecture. Constructions et reconstitutions dans le Néolithique morbihannais, propositions pour une lecture symbolique. Chauvigny, France, éd. Chauvinoises, p.139-148
Quiberon : tourbière de Rohu-Pargo (étude palynologique)		Datation relative	Palynologie en zone humide	GAUDIN L. et MARGUERIE D., 2004 - La tourbière de Rohu Pargo (Quiberon). en cours d'étude

Fig. 437 Inventaire et caractéristiques des études paléoenvironnementales de la côte morbihannaise recoupant le Néolithique moyen et réalisées dans les environs du sondage palynologique de Rohu-Pargo (Quiberon).

- *Synthèse des résultats polliniques pour le Néolithique moyen*

		Locmariaquer : le long tumulus d'Er Grah (étude anthracologique du foyer F1 en D54)	Locmariaquer : le long tumulus d'Er Grah (étude anthracologique du centre du foyer en G52)	Locmariaquer : le long tumulus d'Er Grah (étude anthracologique en bordure du foyer en G52)	Locmariaquer : le long tumulus d'Er Grah (étude anthracologique de la zone charbonneuse en AF49)	Locmariaquer : le dolmen de la Table des Marchand (étude anthracologique de la couche c.7)	Locmariaquer : le dolmen de la Table des Marchand (étude anthracologique de la couche c.8)	Locmariaquer : le dolmen de la Table des Marchand (étude anthracologique de la couche c.9)	Locmariaquer : le dolmen de la Table des Marchand (étude anthracologique de la couche c.9.1)	Locmariaquer : L'ensemble Tertre-Grand Menhir (étude anthracologique de la couche c.9.4)	Locmariaquer : L'ensemble Tertre-Grand Menhir (étude anthracologique de la couche c.11)	Locmariaquer : Le site du Rouick (étude anthracologique)	Erdeven : Tertre de Lannec-er-Gadouer - foyer 2 (étude anthracologique)	Erdeven : Tertre de Lannec-er-Gadouer - charbon du caveau (étude anthracologique)	Erdeven : Tertre de Lannec-er-Gadouer - AH 39 / Foyer n°2 (étude carpologique)	Erdeven : Tertre de Lannec-er-Gadouer - Fossé 1 / Fossé 2 (étude carpologique)	Locmariaquer : le dolmen de la Table des Marchand (étude carpologique)	Arzon : Le complexe mégalithique du Petit-Mont (étude palynologique)	Locmariaquer : le long tumulus d'Er Grah (étude palynologique)	Locmariaquer : le dolmen de la Table des Marchand (étude palynologique)	Quiberon : tourbière de Rohu-Pargo (étude palynologique)	Locmariaquer : Tourbière submergée de la pointe de Kerpenhir (étude palynologique)
Les formations végétales de la station (zones humides)	Groupements de zone profondes (1.5 à 2.5 mètres)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+
	Groupements de zones inondées (peu profondes, moins de 1.5m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+
	Groupements de roselières	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	+
	Groupements de tourbières	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
	Groupements de prairies humides (en périphérie)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	+	-
	Groupements de forêts et de bois hygrophiles	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	0	0	0	-	+	+	+	+
	Groupements de côte sableuse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	+	-	+	+
	Groupements de la slikke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	+
	Groupements du schorre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	+
Les groupements végétaux des coteaux ou du voisinage (sols bien drainés)	les groupements significatifs de cultures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	+	-	-	-	+
	Les groupements de friches et de jachères	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	+	+	+	+	+
	Prairies hygro- à mésophiles pâturées	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	+	+	+	+	+
	Groupements des landes armoricaines et de pâturages « secs »	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-
	Groupements de boisements rudéraux ou « friches évoluées »	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	0	0	0	+	+	+	-	+
	Forêts claires, forêts pâturées, végétations bocagères	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	0	0	0	-	-	-	-	-
	Chemins, communautés rudérales, zones d'habitats, lieux de pacage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	+	+	-	+	+
	Groupements végétaux des rochers et des falaises	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	+	-
Les groupements végétaux issus de l'apport pollinique régional	Groupements archéobotaniques (*Corylus sp., Quercus sp.*)												-		0	0	0	+	+	+	+	-
	Groupements archéobotaniques (*Quercus sp.* dominant)												+		0	0	0	-	-	-	-	+
	Groupements archéobotaniques (*Corylus sp., Quercus sp., Tilia sp., Ulmus sp.*)												-		0	0	0	-	+	+	+	+
	Groupements archéobotaniques (*Corylus sp., Quercus sp., Ulmus sp.*)												+		0	0	0	-	-	-	+	-

Fig. 438 Tableau représentant les occurrences de divers groupements végétaux retrouvés dans les études archéobotaniques du Néolithique moyen, sur le littoral de la région de Quiberon et du Golfe du Morbihan. Légende du tableau : « 0 » : hors contexte car l'étude pollinique ou anthracologique a été effectuée à partir de sédiment sec ou parce qu'il n'existe pas d'attribution chronologique; « - » : groupement absent ; « + » : groupement présent ; « » pas d'associations identifiables au regard des analyses effectuées.

Les études anthracologiques permettent d'identifier parmi les groupements végétaux forestiers l'existence assez fréquente de groupements de « forêts claires, forêts pâturées, végétations bocagères » (neuf études sur treize) ainsi que des « groupements de boisements rudéraux ou friches évoluées » (sept études sur treize). Ce dernier groupement est presque systématiquement repéré dans les études polliniques (quatre études sur cinq) alors que la première association de forêt n'est pas repérée parmi les études polliniques. On peut donc supposer que les aires de ramassage du bois de feu sont non exhaustives et localisées un peu plus à l'intérieur des terres. Ces ramassages se portent sur des espaces « forestiers » ou des lisières devenues rares.

Les groupements « des landes armoricaines et de pâturages secs » sont rarement détectés, tant parmi les études anthracologiques (une étude sur treize) que parmi les études polliniques (une étude sur cinq) et jamais en carpologie.

Les groupements « de forêts et de bois hygrophiles » sont aussi rarement détectés dans les études anthracologiques (deux études sur treize). Ils le sont davantage dans les études palynologiques (quatre études sur cinq). Là encore, l'hypothèse d'une aire de ramassage de bois en dehors de ces milieux humides peut être évoquée. Le contexte humide des études palynologiques (au moins pour les études de Kerpenhir et de Rohu-Pargo) est un autre paramètre déformant les compositions paléo-végétales perçues.

En ce qui concerne les groupements d'herbacées enregistrés par les études palynologiques : les études de zones humides ont permis d'enregistrer des groupements de zones inondées, ainsi que des groupements côtiers lorsque ces études se trouvaient à proximité de la mer. Notons que le groupement de côte sableuse est enregistré dans trois études sur cinq dont l'étude palynologique de la table des Marchand (identification de pollens d'*Ephedra* notamment) pourtant assez éloignée du rivage. Ces constats peuvent sous-tendre des végétations de côtes sableuses importantes par rapport aux étendues actuelles.

Les groupements « significatifs de cultures » sont identifiés dans trois études carpologiques en plus de deux études palynologiques sur cinq. Notons qu'aucun groupement « significatif de cultures » n'a pu être déterminé à travers les compositions polliniques de l'étude de Rohu-Pargo (cf. § C.3.1.1.4).

Les groupements de « friches et de jachères » ainsi que les groupements de « prairies mésophiles » sont identifiés de manière systématique dans les études palynologiques. Ce résultat suggère donc l'existence de « prairies » fréquentes dans ce secteur armoricain au Néolithique moyen.

Enfin les groupements « de boisements rudéraux » ou « de friches évoluées » ainsi que les groupements de « chemins, communautés rudérales, zones d'habitats, lieux de pacage » sont souvent enregistrés dans les études polliniques (quatre études sur cinq). Ces groupements sont probablement la conséquence de fréquentations humaines assez importantes, même si les contraintes maritimes imposées sur les végétations littorales peuvent aussi favoriser un certain nombre de taxons polliniques de « plantes rudérales » (Chénopodiacées, *Artemisia*, *Plantago*, Rubiacées, Apiacées…).

Les taux de pollens d'arbres sont assez hétérogènes entre les études polliniques de Rohu-Pargo (Quiberon), du Petit-Mont (Arzon) (entre 0 et 20% de pollens d'arbres), d'Er Grah, de Kerpenhir (Locmariaquer) (entre 20 et 40%) et de la Table des Marchand (40 à 60%). Les résultats des études polliniques réalisées sur du sédiment minéral sec (études d'Er Grah, du Petit-Mont, de la Table des Marchand) sont à utiliser avec précaution à cause d'éventuelles conservations différentielles.

La carte d'interpolation des indices de pollens d'arbres calculés avec un lag interval = 15000 mètres (Fig. 284 et cf. annexe pour le principe du krigeage) montre des taux qui sont de

l'ordre de 40 à 60% sur la marge littorale de cette région. Ce résultat paraît surestimer les taux de boisements retrouvés parmi les études côtières évoquées ci-dessus. La méthode d'interpolation prenant en compte l'ensemble des taux d'A.P. des études palynologiques de zones humides pour calculer les valeurs de chaque pixel, les taux de pollens d'arbres observés dans les études littorales (études de Kerpenhir et Rohu-Pargo seulement) se trouvent sous-estimés par rapport aux valeurs interpolées. Cette carte (Fig. 287) montre par ailleurs des valeurs d'A.P. interpolées de 40 à 60% (indice 3) à quelques kilomètres du rivage seulement.

La seconde carte d'interpolation calculée avec un lag interval=1000 mètres restreint la part des valeurs d'A.P. comprises entre 40 à 60% au profit des valeurs interpolées entre 60 et 80% (Fig. 286). On peut donc décrire un paysage boisé à l'intérieur des terres (les taux d'A.P. oscillent entre 60 et 80%). Avec cette interpolation l'effet du « littoral » se fait ressentir sur les indices d'A.P. interpolés sur plusieurs dizaines de kilomètres à l'intérieur des terres (Fig. 288).

Sur la côte, les zones abritées probablement plus boisées (ex. fonds de vallées) alternent avec des zones exposées plus ouvertes (de manière générale les taux d'A.P. oscillent entre 40 et 60% sur la marge littorale).

En ce qui concerne la composition des taxons d'arbres, les deux groupements les plus souvent identifiés sont « *Corylus sp., Quercus sp., Tilia sp., Ulmus sp.* » et « *Corylus sp., Quercus sp.* ». Pour l'étude de Rohu-Pargo, c'est l'association « *Corylus sp., Quercus sp., Tilia sp., Ulmus sp.* » qui paraît la mieux représentée devant le groupement à « *Corylus sp., Quercus sp.* » (Fig. 225).

C.3.1.3.2. Proposition d'une carte de végétation potentielle du Néolithique moyen, autour de l'étude pollinique de Rohu-Pargo (Quiberon, 56).

C.3.1.3.2.1. Reconstitution de l'environnement abiotique des alentours de la zone humide.

Comme nous avons pu l'expliquer dans le paragraphe concernant l'environnement abiotique de la fin du Subboréal (cf. § C.3.1.2.2.1), la topographie actuelle permet d'avoir une assez bonne représentation du relief qui devait exister au début du Subboréal. D'autre part, les faibles dénivellations ainsi que les sols généralement peu profonds ne permettent pas d'envisager de gros bouleversements érosifs ou des accumulations sédimentaires sur les versants.

Les multiples interactions régissant le trait de côte et l'absence d'indices fiables rendent impossible la reconstitution précise de la forme du rivage (cf. C.3.1.2.2.1). Dans le cadre de ce mémoire, seule une estimation du trait de côte du Néolithique moyen peut être avancée en couplant le tracé des isobathes et les courbes du niveau marin (travaux de Larsonneur, 1977 ; M. Ters, 1973 et Morzadec-Kerfourn, 1974). La lecture de ces courbes indique un niveau marin plus bas d'environ 8 à 10 mètres pour cette période (5000 à 6000 B.P.). Le marnage actuel de la côte morbihannaise étant de 5 mètres, nous avons donc choisi de placer le niveau des plus hautes mers de vives eaux du Néolithique moyen à l'isobathe de –5 mètres N.G.F des cartes actuelles (Fig. 439).

Actuellement encore, on peut voir apparaître en période de démaigrissement des morceaux de tourbe sur l'estran, en face la tourbière. Dans le cadre de la reconstitution du paléopaysage des environs de la zone humide, il faut donc étendre la zone humide au moins jusqu'au niveau de l'estran actuel. Par ailleurs, le niveau marin étant plus bas il est fort

probable que la zone humide se soit appuyée sur un cordon sédimentaire littoral d'autant plus bas. Dans le cadre de cette reconstitution, la position de la zone humide a donc été déplacée vers l'est par rapport à la position actuelle.

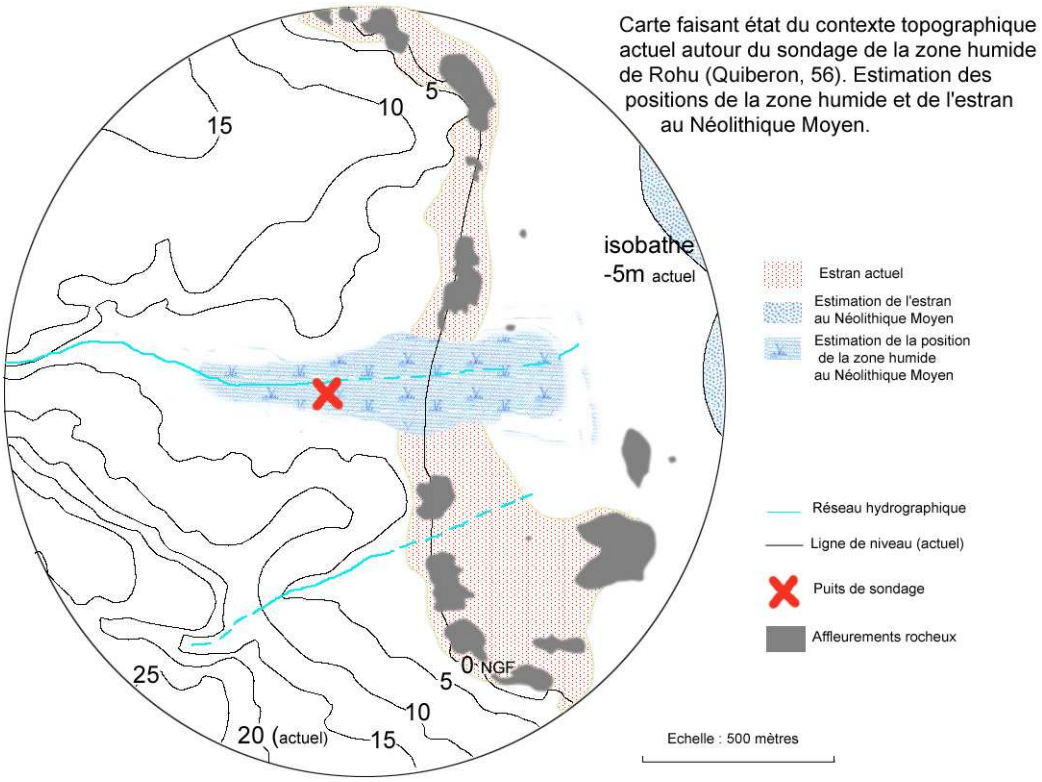

Fig. 439 Estimation du trait de côte au Néolithique moyen. Les isoclines actuelles, sont issues de la carte de l'IGN au 1 : 25 000.

C.3.1.3.2.2. Reconstitution de la végétation des alentours de la zone humide

L'absence de kystes de dinoflagellés dans les spectres polliniques du Néolithique moyen tend à démontrer l'absence de communication entre les eaux du marécage et les eaux de mer. En revanche, le groupement de côte sableuse est identifié (cf. description de la zone « i » dont un pic de Chénopodiacées au niveau 386 cm, § C.3.1.1.4). Il est donc fort probable qu'un cordon dunaire ait existé, retenant les eaux du marécage et faisant barrage à la pénétration marine.

La provenance potentielle des pollens des végétations des « coteaux » est estimée à environ 500 mètres selon J. Heim, (1970). Le paysage végétal apparaissant très ouvert il y a environ 6000 ans (environ 25% de pollens d'arbres et cf. la description des zones d'association polliniques « h » et « i »), il est possible que certains pollens aient été transportés sur des distances un peu plus lointaines depuis l'ouest de la presqu'île (les vents dominants venant de l'ouest).

Les pollens d'arbres enregistrés proviennent surtout de boisements hygrophiles périphériques à la zone humide et aux cours d'eau (pollens d'*Alnus* et *Salix* notamment). Les groupements de « *Corylus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus* » et « *Corylus*, *Quercus* » représentent les boisements forestiers repérés à travers les résultats polliniques de Rohu-Pargo. Il est d'ailleurs probable qu'une bonne partie des pollens de ces arbres aient une origine plus lointaine que la

périphérie de la zone humide, puisqu'on retrouve très souvent ces deux associations archéobotaniques de forêts dans les études polliniques armoricaines de cette période (Fig. 435). Néanmoins, il est possible que certains arbres aient pu se développer à l'abri des boisements hygrophiles, de fourrés voire du léger relief environnant la tourbière.

Aucun indice fiable d'exploitation agricole n'a pu être mis en évidence au cours de cette période autour de la tourbière de Rohu-Pargo (ex. indices polliniques de taxons allochtones, de taxons de plantes adventices, de défrichements). En revanche, les taxons de plantes rudérales sont assez nombreux. Ils sont néanmoins probablement favorisés par les contraintes maritimes (ex. groupements des côtes sableuses avec les attestations de Chénopodiacées, *Artemisia*, *Plantago*), même si l'impact de l'homme ne peut être totalement exclu.

Sur les coteaux et en l'absence de forts boisements, ce sont les groupements de « prairies hygro- à mésophiles » (cinq études polliniques sur cinq), de « friches » (cinq études polliniques sur cinq), de « boisements rudéraux » ou de « friches évoluées » (12 études sur 18 études polliniques et anthracologiques) et de groupements apparentés à des « chemins, communautés rudérales, zones d'habitats et de lieux de pacage » (quatre études polliniques sur cinq) qui dominent les espaces côtiers de cette région (Fig. 438). Notons une nouvelle fois que la plupart de ces groupements, dont notamment les groupements de « friches » et de « communautés rudérales », est probablement inféodée aux contraintes maritimes, contraintes « imitant » les effets d'activités humaines sur la végétation. Cela explique aussi la connotation anthropique attribuée à certains groupements archéobotaniques, qui sont pourtant dans le cas présent probablement entièrement naturels.

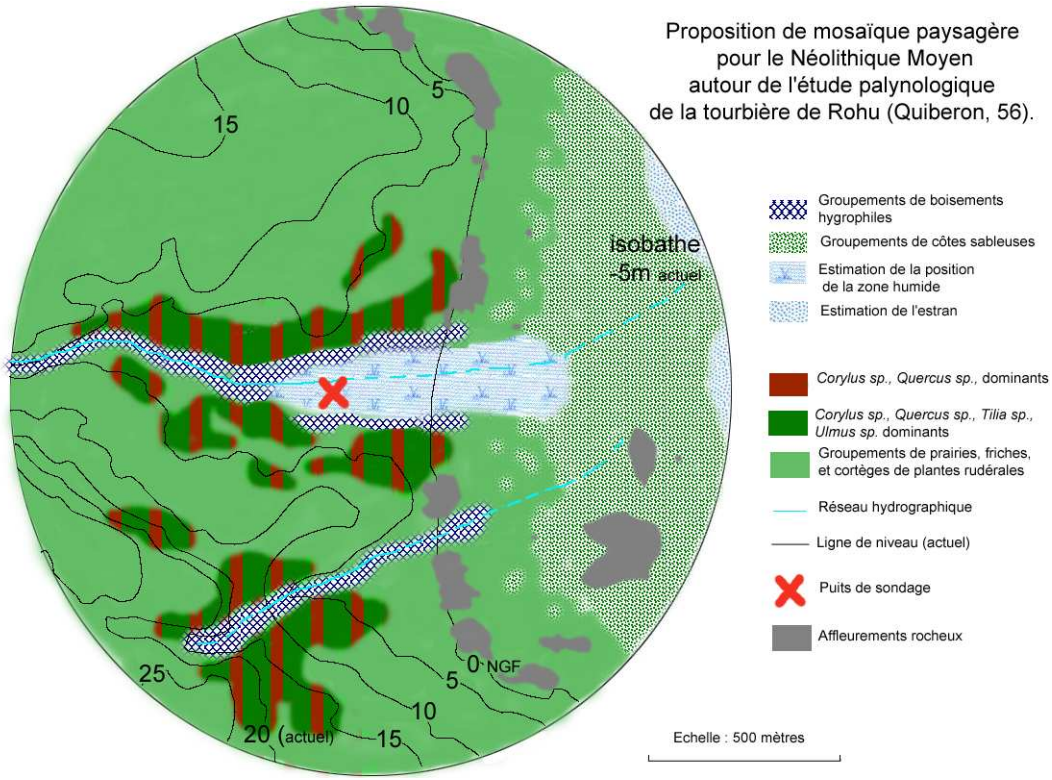

Fig. 440 Proposition de la mosaïque paysagère autour de la tourbière de Rohu (Quiberon) au Néolithique moyen.

C.3.2. Région du Finistère nord : études polliniques des zones humides de la réserve Natura 2000 de Langazel (Trémaouezan, 29)

C.3.2.1. Contexte des études palynologiques

C.3.2.1.1. Introduction

Les tourbières de Langazel se situent sur la commune de Trémaouezan (Finistère) (Fig. 441). Ces études font suite à un premier travail remis en février 2000 (Marguerie et Marcoux, 2000) concernant l'étude de trois parcelles (n°100, 39, 711).

Grâce à une série de sondages prospectifs effectués à la tarière à main par les membres de l'Association de Langazel et nous-mêmes, deux nouveaux carottages ont été réalisés à la sonde « Gik » mécanisée, respectivement dans les parcelles 100 et ZA 15 (Fig. 442).

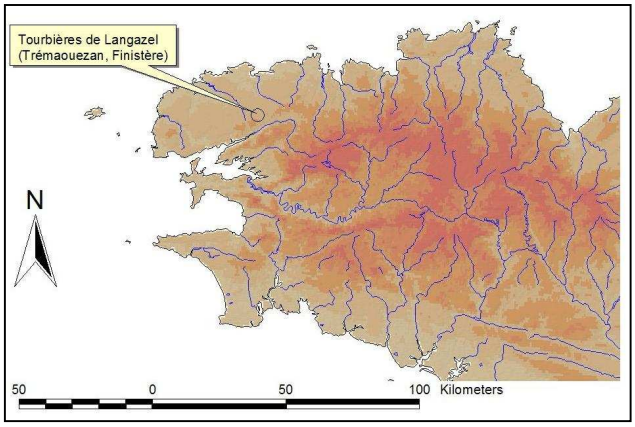

Fig. 441 Localisation régionale des tourbières de Langazel à Trémaouezan.

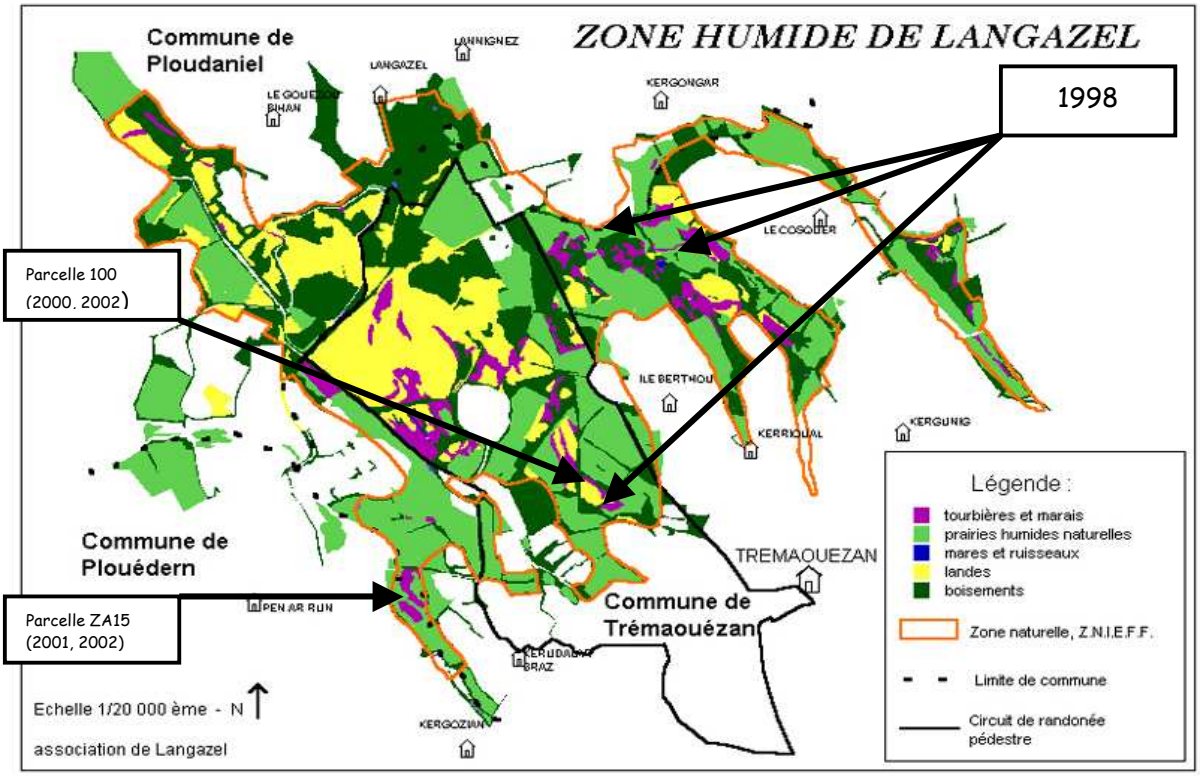

Fig. 442 Carte de localisation des sondages polliniques dans les zones humides de Langazel (la parcelle 100 a été sondée en 2000 et 2002 et la parcelle ZA15 en 2001 et 2002), document de l'association de Langazel.

C.3.2.1.2. Problématique

Ces études ont été suscitées et financées par le Conseil Général du Finistère et l'association de Langazel, association gérante d'une zone Natura 2000. L'objectif de l'association est de promouvoir le patrimoine naturel des tourbières en mettant en valeur leur statut « d'archive sédimentaire ». Pour ce faire, ce sont les informations directement tirées des études palynologiques, à condition de les rendre accessibles, qui permettent de promouvoir le site (cf. § C.2.3).

L'intérêt scientifique et fondamental de l'étude pollinique de la tourbière de Langazel (Trémaouezan, Finistère) n'est bien sûr pas à négliger puisque les résultats obtenus sur les études menées en 2000 (sondage Langazel 1 parcelle 100) ont permis de retracer l'histoire de la végétation sur plus de 11000 ans, fait rare sur la péninsule bretonne.

Par ailleurs, les quelques vestiges lithiques inventoriés par M. Le Goffic (archéologue départemental) et attribués à l'Epipaléolithique constituent le fait archéologique marquant du secteur de Langazel. Selon M. Le Goffic « En dehors, de l'outillage commun dans lequel les éclats retouchés, les coches et les grattoirs sont bien représentés et où les burins sont de qualités médiocre, il y a lieu de noter des pointes à dos courbe de type azilien, des pointes de Grundy, des pointes à dos anguleux, proches du type Creswell ». Une démarche visant à estimer le paysage autour de la cuvette à la fin de l'interstade du Bölling-Allerød est donc envisagée (cf. § C.3.2.5 ci-dessous).

C.3.2.1.3. Datations radiocarboniques du sondage pollinique réalisé dans la parcelle 100 en 2000

Une première étude pollinique menée sur la parcelle 100 en 2000 (Marguerie et Marcoux, 2000) avait donné des résultats forts anciens (Fig. 443). Les datations radiocarboniques obtenues sont inventoriées et calibrées dans le tableau ci-dessous.

Code Labo :	**Coordonnées stratigraphiques des échantillons (cm)**	**Age (B.P.)**	**Age calibré** (à partir des données atmosphériques de Stuiver et al. (1998) ; Oxcal v. 3.5 Bronk Ramsey (1995); Avec une probabilité de 95.4%
Beta – 135834	95 - 97	5400 ± 70 BP	4360 BC (95.4%) 4040 BC
Beta – 123259	142 - 143	10240 ± 110 BP	10800 BC (95.4%) 9300 BC
Beta – 135836	144 - 145	10300 ± 180 BP	10900 BC (95.4%) 9300 BC

Fig. 443 Inventaire des datations radiocarboniques et de leurs calibrations pour l'étude de Langazel 100 réalisée en 2000 (Marguerie et Marcoux, 2000)

C.3.2.2. Sondage de Langazel parcelle 100, (sondage 2002)

C.3.2.2.1. Litho-stratigraphie et granulométrie du sondage

Le sondage a traversé 2 mètres de sédiments. Les couches rencontrées s'organisaient de haut en bas de la façon suivante :

- de 15 cm à 143 cm : tourbe argileuse noirâtre contenant des macrorestes végétaux herbacés,
- de 143 cm à 148 cm : tourbe argileuse noirâtre contenant des macrorestes végétaux et un peu de sables,

- de 148 cm à 163 cm : argile plastique marron-beige, légèrement sableuse avec quelques macrorestes,
- de 163 cm à 190 cm : argile plastique grisâtre légèrement sableuse contenant quelques macrorestes végétaux,
- de 190 cm à 200 cm : argile plastique blanchâtre.

Afin de mieux caractériser la lithologie des trois strates du fond du sondage, nous avons eu recours à des études granulométriques. Les quatre échantillonnages, établis à partir de la litho-stratigraphie ci-dessus vont de 145 à 162 cm, 168 à 189 cm et 191 à 200 cm (Fig. 444).

Les résultats des indices de grossièreté (X2), d'évolution du sédiment (N2) et les pourcentages de différentes classes de texture de sédiment sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Profondeurs (cm)	Pourcentage de cailloux	Pourcentage de graviers	Pourcentage de sables	Pourcentage de limons	Pourcentage d'argiles	Pourcentage d'argiles fines	Indice de grossièreté (X2)	Indice d'évolution (N2)
145 – 162	0	0	7.29	66.21	26.50	15.58	2.7	0.28
168 – 189	0	0.1	20.77	61.49	17.64	0	2.9	0.4
191 – 200	0.3	1.12	29.31	53.25	16.02	8.43	2.9	0.39

Fig. 444 Résultats granulométriques obtenus sur le sondage de Langazel, parcelle 100

Les résultats d'analyses granulométriques des échantillons les plus profonds (191-200 et 168-189 cm) sont d'une grande similitude. Ces dépôts sont limono-sableux et présentent des grossièretés (X2) et des évolutions (N2) identiques. Toutefois, il est possible de lire sur les courbes granulométriques, l'absence d'argiles fines dans la couche 168-189 cm par rapport à celle sous-jacente. Les conditions de dépôt globalement faibles pour ces deux couches sont donc devenues légèrement plus énergiques au cours de la sédimentation. L'allure des courbes granulométriques révèle l'apport de limons fins vraisemblablement d'origine éolienne.

Le sédiment compris entre 145-162 cm est d'une grossièreté et d'une évolution légèrement plus faible que ceux précédemment décrits. Sa mise en place relève donc de conditions légèrement plus calmes. Sa courbe granulométrique reflète nettement sa composition limono-sableuse et souligne également son enrichissement en argiles fines (de décantation ?).

C.3.2.2.2. Datations radiocarboniques

Trois échantillons ont été sélectionnés en vue de réaliser des datations radiocarboniques (Fig. 445).

Ils ont été envoyés au laboratoire « Beta analytic » de Miami (Floride, U.S.A.) (code de laboratoire : « Beta ») et à celui du Centre d'Etudes Nordiques (C.E.N.) de l'Université Laval de Québec (Canada)(code de laboratoire : « UL »).

Malgré plusieurs tentatives sur les échantillons situés dans et en-dessous la strate argilo-organique (à partir de 163 cm), il n'a pas été possible d'obtenir de datation que ce soit par des méthodes conventionnelles ou bien par A.M.S. Les taux de matières organiques étant trop faibles.

Code Labo :	**Coordonnées stratigraphiques des échantillons (cm)**	**Type de sédiments**	**Age (B.P.)**	**Age calibré** (à partir des données atmosphériques de Stuiver et al. (1998) ; Oxcal v. 3.5 Bronk Ramsey (1995); Avec une probabilité de 95.4%
Beta - 185616	41 – 45	tourbe argileuse	790 ± 60 BP	1040 AD (5%) 1090 AD 1120 AD (2.6%) 1140 AD 1150 AD (87.8%) 1310 AD
UL – 2654	122 – 124	tourbe argileuse	7370 ± 110 BP	6430 BC (95.4%) 6020 BC
UL – 2499	147 – 151	tourbe argileuse	11700 ± 160 BP	13200 BC (4.7%) 12800 BC 12200 BC (90.7%) 11200 BC

Fig. 445 Inventaire des datations radiocarboniques et de leurs calibrations pour le sondage de Langazel, parcelle 100

C.3.2.2.3. Résultats palynologiques

C.3.2.2.3.1. Description des zones du diagramme pollinique

- zone a (188 à 196 cm)

Cette zone d'association pollinique se caractérise par un très faible taux de pollens d'arbres. Seules quelques attestations de *Pinus*, *Corylus*, *Quercus*, *Alnus* et *Juniperus* notamment, décrivent quelques boisements très clairsemés.

Les taux de N.A.P. sont dominés par les pollens de Cypéracées et de Poacées. On peut y reconnaître le cortège des aquatiques avec *Lemna* (10% environ), *Sagittaria*, et Alismaceae. Les pollens de Cypéracées (jusqu'à 60%) et *Typha angustifolia* décrivent plutôt des végétations de la périphérie de la zone humide. Notons qu'une attestation de *Sphagnum* couplée à l'identification de pollens de Gentianacées, de Liliacées et de Ranunculacées peuvent suggérer l'existence de zones de tourbières.

La détermination de pollens de *Thalictrum*, Renonculacées, en plus du cortège des plantes de prairies telles que les Astéracées, *Rumex*, Lamiacées, Brassicacées, Caryophyllacées, Apiacées et Scrophulariacées indiquent la présence des prairies humides dans les environs.

Enfin, tout un ensemble d'herbacées à caractère steppique (Astéracées, Cichorioïdées, Caryophyllacées, *Artemisia*, Chénopodiacées et les Plombaginacées) marque cette zone.

- zone b (179 à 188 cm)

C'est l'apparition d'un pic de pollens d'aulne qui caractérise cette séquence. Sous l'impulsion du taux de ce taxon, le taux de pollens d'arbres atteint 60 à 30%. Mais ce n'est probablement là qu'un phénomène local lié au développement d'une aulnaie dans les environs de la zone humide. La végétation boisée reste identique à la zone précédente dans ses grands traits puisque l'on détecte toujours des pollens de noisetier, bouleau et de chêne. Le pin est cependant absent du niveau 185. C'est peut-être là un des effets du filtre pollinique exercé par la présence de l'aulnaie.

En ce qui concerne les pollens d'herbacées, on constate une diminution assez nette de la richesse taxonomique du niveau 185 cm. En effet, les pollens d'Astéracées,

Caryophyllacées, Chénopodiacées, Brassicacées, *Thalictrum* disparaissent à ce niveau pour réapparaître dans les niveaux supérieurs. Il est là aussi tentant de mettre ce constat en parallèle avec le développement de l'aulnaie dans les environs du sondage. Notons la diminution ponctuelle au niveau 185, des taux de pollens de Cypéracées et du taux de *Lemna*, plante caractéristique des zones d'eau profondes, ce qui peut traduire un assèchement de la zone humide profitant ainsi au développement de l'aulnaie.

On note enfin l'apparition de pollens de Rosacées, *Potentilla*, Apiacées, *Linaria*, *Plantago* et *Filipendula*, cortège de prairies à consonance plutôt humide (avec *Filipendula* et *Typha angustifolia* notamment).

- zone c (167 cm – 179 cm)

La courbe des A.P. baisse de nouveau pour se stabiliser aux environs de 10 à 20%. Les compositions polliniques sont donc alors dominées par les taux polliniques de taxons herbacées dont notamment les pollens de Cypéracées (30 à 50%) et de Poacées (15 à 40%). La constance des taux de *Pinus* (à 5% environ) est une autre caractéristique de cette zone.

On note la présence de plantes aquatiques avec *Potamogeton*, *Myriophyllum spicatum*, *Nuphar*, *Nymphea*, Alismacées et surtout *Lemna* (15%).

Les associations végétales périphériques (prairies humides, roselières, boisements hygrophiles) à la zone humide sont aussi présentes avec la détection de pollens de Cypéracées, *Thalictrum*, *Typha angustifolia*, *Typha latifolia* (pour les roselières). Des pollens de Rosacées, *Potentilla*, Ranunculacées, Apiacées caractérisent davantage des prairies.

Malgré un certain recul, on retrouve aussi toujours un certains nombre de taxons polliniques à consonance steppique avec les Astéracées, Cichorioïdées, Caryophyllacées, *Artemisia*, Chénopodiacées et les Plombaginacées (pollens de type « *Armeria maritima* »).

Les attestations d'arbres sont rares. Parmi celles-ci les pollens de *Pinus* dominent avec des pollens de *Juniperus*. Quelques pollens d'arbres plus « méso-thermophiles » sont présents avec *Corylus* et *Quercus*.

- zone d (148 cm – 167 cm)

Cette zone est marquée par une augmentation de la richesse taxonomique ainsi que par des taux de pollens de Poacées et de *Lemna* plus élevés que dans la zone précédente. On note par ailleurs une raréfaction des pollens de *Pinus*.

La courbe des pollens d'arbres est à son plus bas (10% environ). On retrouve quelques traces de *Pinus*, *Juniperus*, *Betula* ainsi que quelques pollens de taxons méso-thermophiles avec *Corylus* et *Quercus*.

Le cortège des steppiques est de nouveau détecté avec les pollens d'Astéracées, Cichorioïdées, Caryophyllacées, *Artemisia*, Chénopodiacées et les Plombaginacées.

Le développement de *Lemna* accompagné de quelques attestations d'Alismacées, *Sagittaria*, *Nuphar*, *Potamogeton*, *Myriophyllum spicatum* témoignent d'une extension des écosystèmes aquatiques.

La détermination de pollens de Scrophulariacées, Rubiacées, Apiacées, Saxifragacées, Rosacées, caractérise l'association de prairies. *Thalictrum* donnant une consonance humide à cette association.

- zone e (135 cm – 148 cm)

L'augmentation du taux de pollens d'arbres est le fait principal de cette zone. On voit parallèlement diminuer les taux de Cypéracées et de Poacées.

Ce sont principalement les taux de pollens de *Betula* accompagnés dans une moindre mesure des taux de *Corylus*, *Salix*, *Quercus* et *Alnus* qui se développent. Désormais, le pin n'apparaît plus que de manière sporadique, le genévrier n'est plus détecté.

En ce qui concerne les végétations de la zone humide, on constate la disparition brutale des taux de *Lemna* mais aussi *Nuphar*, *Potamogeton*, *Myriophyllum spicatum*.

Quelques pollens de *Sagittaria*, *Equisetum*, *Alismacées*, *Typha angustifolia*, *Anagallis*, témoignent du maintien de conditions humides avec néanmoins une diminution globale de la tranche d'eau par rapport à la zone « d ». En effet, ces taxons polliniques sont plutôt caractéristiques de zones inondées peu profondes (*Sagittaria*, *Equisetum*, *Alismacées*) ou de zones en voie d'atterrissement (*Typha angustifolia*, *Equisetum*).

Les pollens de *Potentilla*, *Rumex*, Rubiacées, Apiacées, Brassicacées, *Epilobium* en plus de Poacées, Cypéracées suggèrent la persistance de prairies. Une nouvelle fois, quelques pollens *Thalictrum*, Dipsacacées, Liliacées signent l'existence de prairies humides.

La présence d'une aulnaie-saulaie sur les bords de la zone humide est pressentie à cause des taux de pollens d'aulne (5%) mais surtout de saule (10%).

Les déterminations de pollens de Cichorioïdées, Astéracées, Chénopodiacées, Caryophyllacées et *Artemisia* peuvent témoigner de cortèges plus ou moins steppiques et néanmoins de plus en plus clairsemés.

- zone f (129 cm – 135 cm)

On constate un nouvel accroissement des taux de pollens d'arbres. Cette augmentation est directement liée à la hausse des taux de *Corylus* et *Quercus*, taxons méso-thermophiles (accompagnés d'une première attestation d'*Ulmus*). En revanche, les taux de *Betula*, taxon colonisateur, sont en diminution.

En bordure de la zone humide, les saules les plus proches du point de sondage disparaissent. Seuls les pollens d'aulnes indiquent le maintien de boisements hygrophiles (quelques pollens de *Myrica* et *Salix* complètent l'association pollinique de ces boisements).

Le cortège des aquatiques est désormais complètement absent, ce qui témoigne d'un assèchement ou d'un comblement des zones d'eau libre.

Les attestations d'Apiacées, Cypéracées, Poacées, Rosacées, Ranunculacées et Dipsacacées suggèrent l'existence de prairies humides.

- zone g (119 cm – 129 cm)

Cette zone est caractérisée par de forts taux de pollens d'arbres, composés pour l'essentiel de pollens de *Corylus*, *Betula* et *Quercus*. Même si les boisements de noisetiers semblent prédominer, les taux de *Quercus* et quelques pollens d'*Ulmus* annoncent l'émergence de forêts de type « chênaies-ormaies » mésothermophiles (accompagnées des taxons de la strate arbustive : *Corylus*, *Hedera*, *Viburnum*).

En ce qui concerne la zone humide, quelques pollens d'aulnes et de saules indiquent un boisement hygrophile peu développé.

Le cortège des aquatiques, tout comme dans la zone précédente, est mal représenté. Quelques unités de *Lemna* et *Nymphea* sont probablement synonymes de quelques mares. En revanche, l'association de prairie (humide) est mieux représentée avec les attestations d'Apiacées, Rosacées, Cypéracées, Ranunculacées, Dipsacacées, Valérianacées (l'attestation pollinique de *Cannabis* / *Humulus* est probablement naturelle en l'absence d'autres indices d'anthropisation).

- zone h (103 cm à 119 cm)

L'essor de « l'aulnaie » marque la zone. Les taux de pollens d'*Alnus* (jusqu' à 70%) accompagnés de quelques pollens de *Salix*, *Fraxinus*, *Populus* et *Myrica* indiquent l'expansion des boisements hygrophiles. Par le jeu des fréquences relatives, les taux des autres taxons d'arbres paraissent diminuer. Il n'en est probablement rien en terme de réalité paysagère.

Les compositions d'arbres sont toujours dominées par les pollens de *Corylus*, de *Quercus* et dans une moindre mesure de *Betula*. Notons, malgré l'explosion des taux d'*Alnus*, le bon maintien des taux de *Quercus* en début et fin de zone. Ce constat annonce la prédominance du *Quercus* sur le *Corylus* dans les végétations forestières postérieures. Parallèlement à ce résultat on voit apparaître des pollens *Tilia* qui viennent s'ajouter aux pollens d'*Ulmus* continuellement présents et caractérisant des forêts mésothermophiles. La détermination des taxons de *Rhamnacées*, *Hedera*, et désormais *Ilex* caractérise la strate arbustive.

Les attestations de plantes aquatiques sont rares, des pollens de *Nymphaea* et de *Potamogeton* témoignent de quelques trous d'eau. Quelques pollens de *Sphagnum*, de Gentianancées et d'*Erica* peuvent caractériser des zones de tourbières.

En ce qui concerne les coteaux, on trouve de nouveau des taxons polliniques de prairies avec les pollens d'Apiacées, de *Potentilla*, de Rosacées, Ranunculacées, *Rumex*, Dipsacacées, *Plantago*. Notons que l'ensemble des attestations de Brassicacées, Geraniacées, Caryophyllacées, *Rumex* et *Linaria* peuvent suggérer, et ce malgré l'absence de pollens de taxons cultivés, l'existence de végétations de « friches ». C'est là peut-être un premier indice, certes très ténu, d'une incidence humaine sur la végétation.

- zone i (98 cm à 103 cm)

Cette zone correspondant au spectre du niveau 100 cm, possède une composition proche de la zone précédente, mais est marquée par l'augmentation du taux de pollens de *Quercus* (40%) et une baisse des pollens d'*Alnus* (25%).

- zone j (58 cm à 98 cm)

Les forts taux de pollens d'arbres sont toujours dominés par les pollens d'aulne (entre 70 et 30%). L'aulnaie (qui est désormais composée presque exclusivement d'aulnes avec quelques éléments de *Myrica*) paraît occuper l'ensemble de la zone humide. Les attestations de plantes aquatiques sont en effet rares, seuls quelques pollens de *Potamogeton* et *Callitriche* signent la présence de « trous d'eau ».

Les taux polliniques du chêne sont désormais clairement supérieurs à ceux du noisetier. Les pollens de pins et d'ormes sont repérés dans la quasi-totalité des niveaux en compagnie de quelques éléments de tilleul. La strate arbustive est représentée avec les taxons polliniques de Rhamnacées, *Hedera* et *Ilex*, plus fréquemment rencontrés.

On reconnaît l'ensemble taxonomique des prairies, constitué par des pollens de Scrophulariacées, Apiacées, *Potentilla*, Rosacées, Ranunculacées, Urticacées, *Plantago*. (prairies davantage humides avec *Lysimachia*).

Notons les déterminations d'un pollen de type « *Cannabis / Humulus* », ainsi qu'un pollen de *Linum*. Là encore, l'absence d'un véritable faisceau d'indices d'anthropisation des paysages (ouverture du paysage, en plus de l'identification d'un cortège de plantes adventices et rudérales) ne permet pas d'attribuer clairement une origine allochtone à ces deux grains de pollens. Néanmoins, la détermination de pollens de plantes interprétées comme rudérales,

avec *Artemisia*, *Linaria*, Urticacées, *Plantago*, Cichorioïdées, Astéracées, Brassicacées laissent pressentir une influence humaine.

- zone k (41 cm à 58 cm)

Cette zone est marquée par la chute du taux de pollens d'arbres accompagnée d'une augmentation de la richesse taxonomique et d'une augmentation nette des taux de pollens de Poacées et de *Calluna*.

En ce qui concerne la composition du boisement hygrophile. On note la réapparition du saule, du frêne et du peuplier.

Les compositions forestières toujours à base de chênes, noisetiers, ormes, pins et tilleuls sont désormais complétées par du hêtre.

L'identification de pollens de Rubiacées, Scrophulariacées, Apiacées, *Potentilla*, Rosacées, Liliacées caractérise les végétations des prairies environnantes.

Des pollens de *Sphagnum*, *Erica*, *Calluna*, *Myrica*, Dipsaccacées, Ranunculacées, *Potamogeton* en plus de Cypéracées et Poacées signent l'existence de groupements de tourbières (landes tourbeuses).

Contrairement aux niveaux précédents, il existe dans cette zone un faisceau d'indices d'anthropisation des environs de la tourbière. En effet, des attestations régulières de pollens de type « *Cerealia* », des pollens de *Rumex* (plante adventice), et un cortège de pollens correspondant à des plantes rudérales (Cichorioïdées, Astéracées, Caryophyllacées, Chénopodiacées, Brassicacées, *Plantago*) indiquent l'existence de pratiques agricoles dans les environs de la tourbière. Ces indices s'accompagnent d'une ouverture du paysage avec la baisse du taux de pollens d'arbres (notamment de l'aulnaie) mais aussi d'un pic de bouleau qui pourrait correspondre à une recolonisation végétale d'un espace ouvert puis abandonné… L'émergence de landes avec l'augmentation des taux de *Calluna* et l'apparition d'éléments d'*Erica* et de Fabacées constituent probablement une autre conséquence de l'exploitation des terrains alentours.

- zone l (19 cm à 41 cm)

Les taux de N.A.P. constitués principalement de Poacées (environ 25%) et de Cypéracées (environ 20%) continuent à croître (70% de N.A.P ou 30% d'A.P. environ) aux dépens de l'aulnaie.

Le cortège des prairies est une nouvelle fois présent (Rubiacées, Scrophulariacées, Apiacées, *Potentilla*, Rosacées, Campanulacées en plus de *Lysimachia* et *Filipendula* pour les prairies humides). Ces espaces sont probablement exploités puisque le cortège d'espèces nitrophiles s'amplifie (on note désormais des taux réguliers de *Plantago* de l'ordre de 5%, en plus d'un léger pic d'Urticacées).

Les taux importants de pollens de *Calluna*, d'*Erica* mais aussi de Fabacées peuvent être la conséquence du développement des landes.

Un panel de plantes aquatiques avec *Lemna*, *Callitriche*, *Sparganium*, *Typha angustifolia*, *Typha latifolia*, Alismacées témoigne d'étendues d'eau libre. Notons aussi l'identification de zones (landes ?) tourbeuses avec les occurrences de *Sphagnum*, Cypéracées, *Potamogeton*, *Myrica*, Liliacées.

Des taxons anthropiques apparaissent avec les attestations de *Juglans*, *Castanea*, *Fagopyrum*, *Secale*, ou se maintiennent : *Linum*, *Cannabis / Humulus*.

- zone m (15 cm à 19 cm)

Le sommet du sondage voit le taux de pollens d'arbres passer de 15 à 60% sous l'effet d'une recolonistation de la zone humide par une aulnaie, mais aussi par le développement (plantations ?) de boisements de noisetiers et de chênes. Par ailleurs, la richesse en taxons polliniques connaît une diminution. On reconnaît les principaux groupements identifiés dans la zone précédente à l'exception des attestations de cultures (les pollens de *Cerealia type*, *Secale*, *Fagopyrum*, *Linum*, *Cannabis / Humulus* sont désormais absents) et le groupement des aquatiques d'eau « profondes » (*Potamogeton* disparaît alors que *Typha angustifolia*, *Typha latifolia* et le groupement de landes tourbeuses avec *Sphagnum* se maintiennent).

Huit phases écologiques (LG1 suivi d'un chiffre) peuvent être identifiées :

LG1 – 1 (zone a, b, c, d) : phase à Cypéracées, Poacées, *Lemna*, *Pinus*, (*Alnus*, *Corylus*, *Quercus*, *Juniperus*, Caryophyllacées, Brassicacées, Ranunculacées, *Thalictrum*),

LG1 – 2 (zone e) : phase à *Betula*, Poacées, Cypéracées, *Corylus*, *Salix*, *Quercus*, *Alnus*,

LG1 – 3 (zone f) : phase à *Corylus*, *Quercus*, *Betula*, Cypéracées, *Alnus*, Poacées,

LG1 – 4 (zone g) : phase à *Corylus*, *Betula*, *Quercus*, Cypéracées, *Alnus*, Poacées,

LG1 – 5 (zone h) : phase à *Alnus*, *Corylus*, *Quercus*, *Betula*, Cypéracées, Poacées, *Ulmus*,

LG1 – 6 (zone i et j) : phase à *Alnus*, *Quercus*, *Corylus*, Cypéracées, *Betula*, Rhamnacées, Rosacées, *Pinus*, *Ulmus*, *Tilia*,

LG1 – 7 (zone k) : phase à *Alnus*, *Corylus*, Poacées, *Quercus*, *Betula*, *Calluna*, Rosacées, Rhamnacées, *Ulmus*, *Tilia*, *Fagus*,

LG1 – 8 (zone l et m) : phase à Poacées, Cypéracées, *Erica*, *Calluna*, *Plantago*, *Corylus*, *Alnus*, Rosacées, (*Rumex*, *Cerealia*, *Secale*).

C.3.2.2.3.2. Description de la courbe du flux pollinique (fréquences absolues de la somme totale de pollens)

Afin de pouvoir commenter cette courbe, il est nécessaire de délimiter des unités litho-stratigraphiques (cf. § C.2.1.4.2). Ainsi, on peut distinguer les unités stratigraphiques du fond du sondage (de 196 cm à 148 cm) de composition à dominante minérale et les unités de composition tourbo-argileuse qui occupent toute la partie supérieure du sondage (de 148 cm à 15 cm).

On constate tout d'abord pour l'ensemble des unités sédimentaires à dominante minérale, de très faibles effectifs de pollens par gramme de sédiments (1000 à 20000 pollens par gramme de sédiments). Les problèmes de conservation des pollens les plus anciens et la densité rendue plus importante à cause de la compaction des sédiments situés en profondeur expliquent ces faibles taux. Il existe évidemment dans le détail une variation des valeurs. Néanmoins, les faibles effectifs polliniques, les problèmes de conservation et la nature

sédimentaire différente des trois unités lithologiques introduisent trop de paramètres à prendre en compte afin d'interpréter les variations des flux polliniques constatées.

En ce qui concerne les vitesses de sédimentation, toutes les datations radiocarboniques ayant été réalisées sur le sédiment tourbeux, l'estimation de la vitesse de sédimentation ne peut être faite que sur la partie supérieure du sondage (Fig. 446).

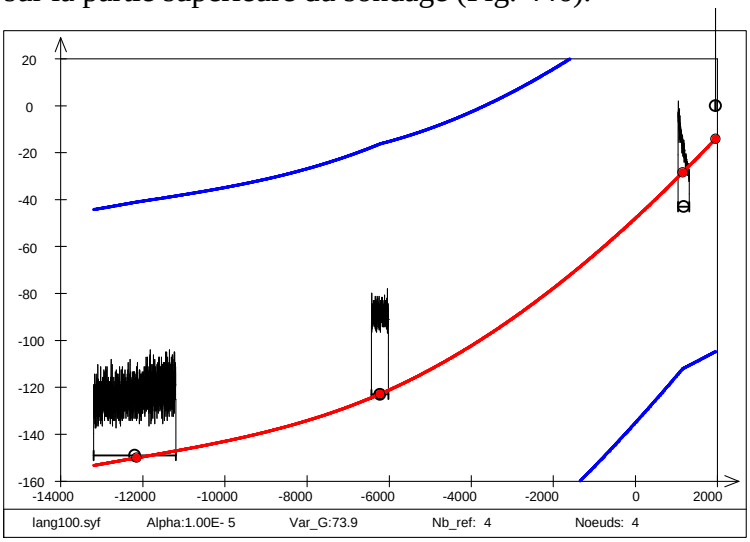

Fig. 446 Courbe d'étalonnage du sondage de Langazel parcelle 100 mettant en relation la profondeur (en cm) en fonction du temps (datation absolue en dates cal. BC) (d'après l'approche bayésienne développée par Ph. Lanos (1994)).

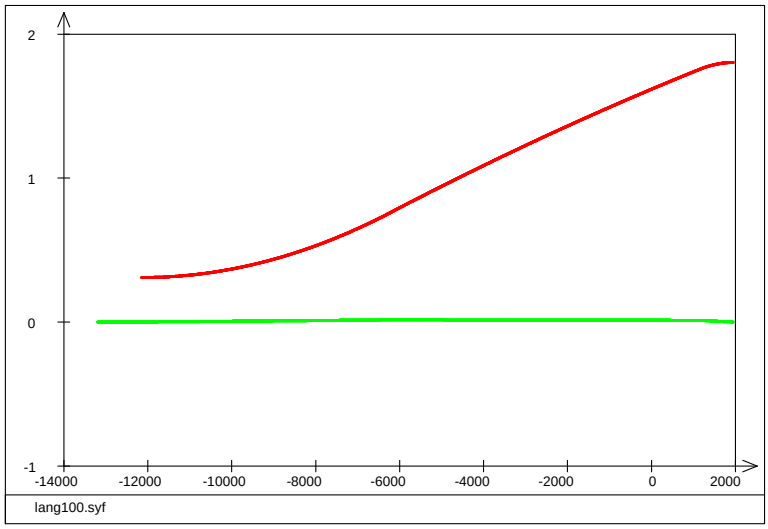

Fig. 447 Courbe du taux de sédimentation instantané (en rouge, en 1/10 de mm par an) et courbe d'accélération de la sédimentation (en vert, en 1/100 de mm par an^{-2}) pour le sondage de Langazel parcelle 100 (Trémaouezan, 56) calculées d'après la courbe d'étalonnage ci-dessus.

A partir du niveau 148 cm de profondeur, on trouve un sédiment relativement homogène de composition tourbo-argileuse. Le taux de sédimentation (courbe rouge de la Fig. 447) augmente régulièrement entre les niveaux 0 et –140 cm, l'accélération est quasiment nulle.

Au regard de l'évolution du taux de sédimentation, les Fréquences Polliniques Absolues du haut de sondage sont donc théoriquement (en l'absence de compactions différentielles…) sous-évaluées (le nombre de pollens est davantage « dilué ») par rapport aux fréquences du milieu et surtout du fond de sondage (en-dessous 160 cm).

On observe un premier pic de pollens au niveau 138 cm. A ce niveau, la composition pollinique est dominée par *Betula* et dans une moindre mesure par *Salix*. On peut donc accorder ce premier flux de pollens, à une recolonisation végétale par le bouleau (à forte productivité pollinique…).

Après un léger fléchissement au niveau 130 cm, on constate des flux polliniques importants à partir du niveau 122 cm notamment, avec un pic très important au niveau 110 cm. Les valeurs fléchissent ensuite jusqu'au niveau 95 cm. La mise en correspondance avec le diagramme pollinique indique clairement l'influence de l'aulne sur ce flux. En effet, la part de ce taxon est prépondérante dans l'ensemble de ces niveaux et notamment au niveau 110 cm où les taux de pollens d'aulne dépassent les 60%.

La courbe décrit ensuite un nouveau pic au niveau 80 cm avant de décroître régulièrement. A partir du niveau 40 cm, les valeurs du flux pollinique sont particulièrement faibles par rapport aux niveaux précédents. On constate là encore une correspondance nette avec les fluctuations des taux relatifs de pollens d'*Alnus*. En effet, les taux d'aulne fluctuent de 30 à 70% à partir du niveau 95 cm (on constate un taux de 50% d'aulne au niveau 80) et s'effondrent au-dessus 40 cm de profondeur. L'augmentation du taux de sédimentation peut aussi expliquer cette évolution.

En ce qui concerne les niveaux supérieurs du sondage, la structure ou la position de l'aulnaie vis-à-vis du lieu de sondage peut aussi expliquer les fluctuations du flux pollinique. Notons les valeurs importantes des niveaux allant de 122 cm à 60 cm malgré l'augmentation du taux de sédimentation. Elles correspondent probablement à un envahissement de l'ensemble de la zone humide par l'aulnaie.

C.3.2.3. Sondage de Langazel parcelle ZA 15

C.3.2.3.1. Litho-stratigraphie et granulométrie du sondage

La profondeur du sondage atteint 2,10 m. La stratigraphie est organisée comme suit de haut en bas :

- de 0 à 21 cm, tourbe argileuse marron avec quelques macrorestes végétaux,
- de 21 à 61 cm, tourbe argileuse marron avec des macrorestes végétaux (feuilles, tiges),
- de 61 à 140 cm, tourbe argileuse noir renfermant quelques végétaux non décomposés,
- de 140 à 160 cm, argile et limon tourbeux marron clair, plastique contenant des macrorestes,
- de 160 à 167 cm, argile tourbeuse noire plastique avec des macrorestes,
- de 167 à 170 cm, argile organique grisâtre plastique avec des macrorestes,
- de 170 à 189 cm, argile organique marron plastique avec des macrorestes,
- de 189 à 195 cm, argile organique noire avec des macrorestes,
- de 195 à 210 cm, sable limono-argileux grisâtre plastique contenant un peu de matière organique dont quelques macrorestes végétaux.

On discerne donc deux grands ensembles sédimentaires, une partie supérieure du sondage (0 cm à 140 cm) à dominante organique et une partie inférieure à dominante minérale (140 cm à 210 cm).

Afin de compléter cette description. Trois études granulométriques ont été effectuées sur les niveaux du fond du sondage. Les trois échantillonnages, établis à partir de la litho-stratigraphie ci-dessus vont de 144 à 165 cm, 171 à 196 cm et 199 à 210 cm.

Les résultats des indices de grossièreté (X2), d'évolution du sédiment (N2) et les pourcentages de différentes classes de texture de sédiment sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Profondeurs (cm)	Pourcentage de cailloux	Pourcentage de graviers	Pourcentage de sables	Pourcentage de limons	Pourcentage d'argiles	Pourcentage d'argiles fins	Indice de grossièreté (X2)	Indice d'évolution (N2)
144 – 165	0	0	9.08	59.82	31.1	16.38	2.5	0.19
171 – 196	0	0.61	15.09	56.68	27.62	14.55	2.6	0.24
199 – 210	0.04	0.43	35.57	49.94	14.02	8.88	3.1	0.46

Fig. 448 Résultats granulométriques du sondage de Langazel, parcelle ZA15

Les résultats granulométriques montrent des indices d'évolution (N2) faibles pour les trois échantillons. Les sédiments se sont donc déposés dans des conditions calmes. Notons la décroissance de cet indice, en plus de l'augmentation de la part des argiles fines depuis le fond vers le haut du sondage. L'énergie de dépôt déjà faible lors du début de remplissage de la cuvette a donc diminué au cours du temps.

L'échantillon de base (199-210 cm) est limono-sableux et présente la courbe granulométrique d'un sédiment bien classé dans le domaine des sables fins. Il est porteur d'un taux non négligeable (9 %) d'argiles fines issues de décantation.

La courbe granulométrique de l'échantillon compris entre 171 et 176 cm est du même type que celle située à 199-210 cm de profondeur. Elle souligne cependant une proportion plus forte en argiles fines (14,5 %). Même type de courbe granulométrique quoique plus d'argiles fines encore (16,4 %) sont les caractéristiques de l'échantillon 144-165 cm.

En résumé, les conditions de dépôts de ces trois couches sont identiques. Leur grossièreté, leur évolution et leur richesse en argiles fines révèlent cependant une diminution de la compétence de leur mise en place au cours du temps.

C.3.2.3.2. Datations radiocarboniques

Quatre échantillons ont été retenus en vue de datations radiocarboniques.

Ils ont été envoyés au laboratoire « Beta analytic » de Miami (Floride, U.S.A.) (code de laboratoire : « Beta ») et à celui du Centre d'Etudes Nordiques (C.E.N.) de l'Université Laval de Québec (Canada) (code de laboratoire : « UL »).

Le matériel daté correspond à de la tourbe et à de l'argile organique (Fig. 449).

Code Labo :	**Coordonnées stratigraphiques des échantillons (cm)**	**Type de sédiments**	**Age (B.P.)**	**Age calibré** (à partir des données atmosphériques de Stuiver et al. (1998) ; Oxcal v. 3.5 Bronk Ramsey (1995); Avec une probabilité de 95.4%
Beta - 185615	50 – 52	tourbe argileuse	2230 ± 60	410 BC (94.3%) 160 BC 140 BC (1.1%) 110 BC
Ly - 12089	158 – 159	argileux-organique	5910 ± 140	4940 BC (93.4%) 4670 BC 4640 BC (2.0%) 4610 BC
UL - 2498	190 – 195	argileux-organique	11110 ± 140	11600 BC (93.3%) 10900 BC 10800 BC (2.1%) 10700 BC
Ly - 12090	197 – 199	argileux-organique	9520 ± 140	9250 BC (95.4%) 8450 BC

Fig. 449 Inventaire des datations radiocarboniques et de leurs calibrations réalisées sur le sondage de Langazel, parcelle ZA15.

C.3.2.3.3. Résultats palynologiques

C.3.2.3.3.1. Description des zones du diagramme pollinique

- zone a (207 cm à 209 cm)

La zone est presque vide de taxons polliniques d'arbres. Seuls quelques pollens de *Pinus*, *Juniperus*, *Betula*, *Corylus* et plus surprenant, d'*Ulmus*, *Quercus* et *Acer* ont été repérés.

Par ailleurs, les attestations d'*Alnus*, *Salix*, *Populus* et *Myrica* indiquent l'existence de quelques boisements sur les bords de la zone humide. On note des taux polliniques importants de *Lemna* (30%) ainsi que des attestations polliniques de plantes aquatiques d'eau profonde (*Lemna* et *Sagittaria*) ce qui pourrait confirmer l'existence d'une étendue d'eau assez vaste (cf. aussi résultats granulométriques).

Sur les coteaux, on trouve tout un cortège de plantes à caractère steppique avec les Astéracées, Cichorioïdées, Caryophyllacées, *Artemisia*, Chénopodiacées et Poacées.

L'identification de pollens de *Thalictrum*, Renonculacées, en plus du cortège des plantes de prairies avec les Astéracées, *Rumex*, Liliacées, Brassicacées, Caryophyllacées, Fabacées, Rubiacées et Rosacées suggère l'existence de prairies humides dans les environs.

- zone b (199 cm à 207 cm)

La zone se caractérise par une légère poussée des taux d'A.P. C'est l'augmentation des taux de *Corylus*, *Betula* et *Quercus* qui explique principalement cette fluctuation. On constate tout comme dans la zone précédente, l'identification de pollens de *Pinus*, *Juniperus*, *Ulmus*, et d'autres taxons plus surprenants pour ces niveaux : *Fagus* et *Buxus*.

En ce qui concerne la zone humide, on retrouve toujours les plantes aquatiques d'eau profonde avec *Lemna*, Alismacées et *Sagittaria*.

L'ensemble des taxons polliniques de *Sparganium*, *Typha angustifolia*, *Menyanthes*, en plus des pollens de Poacées, Cypéracées indique des espaces de zone humide en voie d'atterrissement, de roselières… Quelques sphaignes attestent quant à elles des zones de tourbières. On retrouve quelques aulnes et saules en bordure de la zone humide.

Les coteaux sont couverts à la fois par des végétations de prairies (Rubiacées, Scrophulariacées, Ranunculacées, *Rumex*, Rosacées, *Potentilla*, Apiacées, Urticacées, Dipsacacées), quelques occurrences de *Thalictrum* caractérisant davantage des prairies humides.

Le cortège des steppiques est toujours présent avec des pollens d'Astéracées, Cichorioïdées, Caryophyllacées, *Artemisia*, Chénopodiacées, Plombaginacées et Poacées.

- zone c (189 cm à 199 cm)

La zone c correspond à un nouveau « vide » du taux de pollens d'arbres, notamment au niveau 197 cm. En effet, seuls quelques rares pollens de *Pinus*, *Juniperus*, *Corylus*, *Quercus* et *Betula* sont détectés dans ces niveaux. Notons les très légères poussées des fréquences polliniques de *Pinus* et *Betula* au niveau 191 cm. L'ensemble des autres fréquences polliniques est en baisse par rapport à la zone b. Sur les bords de la zone humide, quelques aulnes et saules persistent.

En ce qui concerne les végétations aquatiques, on constate une disparition totale des plantes d'eau profonde (*Lemna*) après le niveau 197 cm. Les végétaux de roselières et zones en voie d'atterrissement sont toujours attestées avec *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Menyanthes*. Quelques attestations de *Sphagnum* suggèrent en plus des zones de tourbières.

On retrouve tout comme dans la zone b, les cortèges des formations de prairies et de steppes (avec néanmoins une baisse notoire des fréquences polliniques de Cichorioïdées et d'Astéracées).

- zone d (178 cm à 189 cm)

Le taux d'A.P. augmente pour dépasser les 50%. Le paysage qui était encore relativement ouvert est en plein reboisement. Ces boisements sont composés de bouleaux (exclusif en début de zone), noisetiers et chênes. Quelques pollens de *Carpinus*, d'*Ulmus*, *Pinus* et *Juniperus* viennent compléter la couverture arborescente. Avec le développement de ces « forêts », quelques taxons polliniques de la strate arbustive tels que *Viburnum* ou *Hedera* sont aussi repérés.

Parallèlement à cet essor, les secteurs humides bordant la dépression se couvrent d'une aulnaie. Ce boisement hygrophile est accompagné de saules et de *Myrica gale* (piment royal).

La zone humide, profonde en certains secteurs (*Lemna*, *Potamogeton*, *Menianthes*) est toujours entourée de végétations herbacées hygrophiles avec *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, Cypéracées, *Filipendula*. Notons l'existence de prairies humides avec *Lysimachia*, *Filipendula*, *Thalictrum* mais aussi tous les taxons polliniques de prairies avec notamment les occurrences de Rubiacées, Scrophulariacées, Astéracées, Rosacées, *Potentilla*, Apiacées, Brassicacées, *Rumex*, Lamiacées, Valerianacées, Urticacées, *Epilobium*. Un pollen de *Cannabis* / *Humulus* a probablement une origine dans ces groupements végétaux.

Enfin, on retrouve le cortège des plantes à caractère steppique avec les attestations d'Astéracées, Cichorioïdées, Caryophyllacées, *Artemisia*, Chénopodiacées et Poacées.

- zone e (173 cm à 178 cm)

Le taux d'A.P. continue à croître pour atteindre 80% environ. Cette augmentation se produit sous l'impulsion des taux de *Quercus* (30%) et surtout de *Corylus* (50%). Les taux de pollens de *Betula* sont en replis. On constate par ailleurs des occurrences de *Carpinus* et dans une moindre mesure de *Pinus*. Des pollens de la strate arbustive sont présents avec *Hedera*. L'émergence brutale du charme dans cette zone (notamment au niveau 180 cm) implique l'existence d'étés chauds nécessaires à la maturation des graines (Rameau *et al*., 1996). Par ailleurs, la disparition de *Juniperus* mais aussi d'une partie des taxons à caractère steppique (ex. Cichorioïdées, Astéracées, *Artemisia*, Chénopodiacées) indiquent un réchauffement du climat. De plus, ce reboisement s'effectue au détriment des végétations de prairies (disparition quantitative et qualitative de nombreux taxons de prairies mésophiles).

En ce qui concerne la zone humide, on retrouve des occurrences de *Menyanthes* pour les zones d'eau libre, des attestations de *Typha angustifolia*, *Filipendula*, Valerianacées pour les végétations des ceintures périphériques telles que les roselières et *Thalictrum* pour les prairies humides.

- zone f (162 cm à 173 cm)

Cette zone est marquée par une stabilisation des taux de pollens d'arbres à des valeurs élevées (environ 85%). Les taxons polliniques de *Corylus* (30%) et *Quercus* (15%), malgré de légères baisses, dominent la zone « f ». L'augmentation des taux de *Betula* en fin de zone

(30%) est l'autre fait marquant de ces niveaux. Par ailleurs, la détection d'*Ulmus* et l'apparition de *Tilia* permettent de définir des forêts mésothermophiles. L'identification de taxons de strates arbustives tels qu'*Hedera*, *Viburnum*, *Melampyrum* mais aussi l'apparition d'*Ilex* viennent compléter cette composition forestière.

Quelques unités de *Nymphea*, *Nuphar* et *Hottonia* indiquent l'existence de zones d'eau libre profondes. Les végétations de ceintures périphériques sont presque absentes (une attestation de *Typha latifolia* seulement). Seules quelques pollens de Scrophulariacées, Rubiacées, Apiacées, *Potentilla*, Rosacées sont synonymes de prairies.

Enfin, des éléments de *Sphagnum*, accompagnés de pollens de Dipsacacées, Liliacées, *Myrica*, Ranunculacées peuvent provenir de tourbières.

- zone g (141 cm à 162 cm)

L'émergence brutale des taux d'*Alnus* (50%) caractérise cette zone. Cette dynamique est à mettre en parallèle avec la baisse des taux de *Betula* (niveaux 164 à 160 cm), dont certains individus occupaient probablement les mêmes espaces en bordure de zone humide. Malgré cette forte augmentation, les taux relatifs de *Corylus* et *Betula* (excepté le passage du niveau 164 cm à 160 cm) restent stables et le taux de *Quercus* subit seulement une légère baisse. Ce constat suggère l'existence de boisements régionaux, à base de noisetiers, de chênes et de bouleaux en progression, tout comme l'aulnaie sur les bordures de la zone humide.

Les pollens d'*Ulmus*, de *Tilia* ainsi qu'un pollen de *Fagus* caractérisent des forêts de type mésothermophile. On retrouve par ailleurs des attestations d'*Hedera*, *Viburnum*, *Ilex*, *Melampyrum* et de Rosacées correspondant aux strates arbustives de ces forêts.

La détection, isolée, d'un pollen de noyer au niveau 160 cm peut apparaître surprenante.

Les occurrences de plantes aquatiques sont rares seuls quelques pollens de *Nuphar*, de *Typha angustifolia* et de *Typha latifolia* attestent d'espaces inondés. Comme dans le niveau précédent, quelques occurrences de *Sphagnum* en plus de Dipsacacées, *Myrica*, Cypéracées indiquent potentiellement l'existence de tourbières.

On retrouve par ailleurs le groupement de prairies à caractère mésophile avec les Rubiacées, Scrophulariacées, Apiacées, *Potentilla*, Rosacées, Lamiacées, Ranunculacées, Fabacées, *Rumex*, *Centaurea*, *Plantago*, Urticacées. Notons une attestation de *Linum*, probablement non anthropique, qui serait alors en provenance d'un tel groupement de prairies.

- zone h (128 cm à 141 cm)

Cette zone est marquée par l'augmentation du taux de pollens de *Quercus* amenant le taux de pollens d'arbres à plus de 90%. Parallèlement on constate une baisse des taux polliniques d'*Alnus* et de *Betula* alors que dans un même temps la fréquence des pollens de *Corylus* se maintient. Il est tentant de voir là une conquête de la chênaie sur les espaces précédemment occupés par des boisements hygrophiles (…) même si ces boisements sont toujours bien présents (*Alnus*, *Salix*, *Myrica*).

En ce qui concerne les compositions forestières, on retrouve en plus des attestations de *Quercus* et de *Corylus*, des pollens de *Pinus*, *Ulmus* et *Tilia*. Des taxons polliniques des strates arbustives viennent compléter le groupement avec *Ilex*, *Hedera*, *Viburnum* et *Rhamnacées*.

Les groupements herbacés, de prairies (Apiacées) ou de zones inondées (*Potamogeton* et *Typha angustifolia*) sont moins discernables.

- zone i (103 cm à 128 cm)

Le taux de pollens d'arbres connaît une légère baisse par rapport à la zone « h » (75% environ). La part des taux de pollens d'*Alnus* (30%) dépasse désormais légèrement les taux de *Quercus* (20%) et de *Corylus* (20%).

La composition forestière dominée par les taxons polliniques de *Quercus*, *Corylus*, comprend par ailleurs des occurrences de *Pinus*, *Ulmus* et *Carpinus*. Quelques pollens d'*Ilex*, *Hedera* et Rhamnacées proviennent des strates arbustives de ces boisements.

L'aulnaie est bien représentée avec des taux de pollens d'aulne importants mais aussi des attestations de *Salix*, *Fraxinus*, *Myrica*.

Ces formations arborescentes semblent recouvrir la majeure partie de l'espace car les taxons polliniques d'herbacées sont rares. Seules quelques attestations de *Potamogeton*, *Sphagnum*, *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Lysimachia* et Cypéracées proviennent de zones inondées ou en voie d'atterrissement. L'ensemble des occurrences de Poacées, Cypéracées (en augmentation), *Lysimachia*, Rosacées, Ranunculacées, *Filipendula* a probablement pour origine une prairie humide.

- zone j (77 cm à 103 cm)

On constate de nouveau une augmentation des taux polliniques d'*Alnus* entraînant par le jeu des fréquences relatives une légère baisse des taux de *Quercus* et de *Corylus*. L'augmentation de la richesse en taxon pollinique est l'autre fait marquant de la « zone j ».

Le taux des pollens d'arbres atteint environ 80%. On retrouve les mêmes compositions de boisements que la zone précédente. Notons la légère prolifération des pollens de *Salix* en provenance probable du boisement hygrophile.

Malgré l'augmentation des taux de pollens d'arbres, on constate une diversité taxonomique plus riche notamment dans les compositions polliniques des groupements herbacés.

Les attestations polliniques en provenance des zones inondées sont toujours aussi pauvres (*Nymphea*, *Lemna*, *Sparganium* pour les endroits profonds, *Typha angustifolia* en périphérie). En revanche, les groupements des bords de zones humides et de prairies humides sont bien représentés avec les pollens de Poacées, Cypéracées, *Lysimachia*, *Lythrum*, *Filipendula*, *Thalictrum*, Scrophulariacées, Rubiacées, Apiacées, Lamiacées, Rosacées, *Potentilla*…

Des prairies mésophiles sont aussi probablement présentes avec l'association *Rumex*, Apiacées, Rubiacées, Scrophulariacées, *Plantago*, *Calluna*, Urticacées.

Il est intéressant de constater tout un ensemble d'indices, certes ténus, mais permettant d'avancer l'hypothèse d'un impact de l'homme sur les environs de la tourbière de Langazel. En effet, en plus de l'augmentation de la richesse taxonomique des pollens d'herbacées, on peut observer à la fois plusieurs taxons polliniques potentiellement allochtones à la région (*Cannabis / Humulus* et *Linum*) et le seigle (*Secale*) qui a pour origine des cultures. De plus, on voit apparaître des taxons polliniques de plantes interprétées comme des adventices (*Rumex*) ou bien des rudérales (Urticacées, *Plantago*, Chénopodiacées, *Artemisia*).

Le développement des toutes premières landes avec les attestations de *Calluna* et Fabacées peut constituer un autre indice d'anthropisation.

- zone k (51 cm à 77 cm)

Le taux de pollens d'arbres baisse de nouveau, suite notamment à l'effondrement des taux de pollens d'*Alnus*. Les autres taxons polliniques d'arbres se maintiennent avec *Quercus*, *Corylus*, *Betula*. Quelques pollens de *Pinus* et d'*Ulmus* sont toujours présents. Des pollens de *Fagus* apparaissent, conférant une connotation climatique plus humide à l'ensemble forestier. Les strates arbustives sont décrites grâce à des pollens d'*Ilex* et d'*Hedera*.

En revanche, au regard des taux de pollens d'*Alnus* en baisse et de la disparition des attestations de *Salix* et de *Fraxinus*, le boisement hygrophile est désormais plus réduit sur les bords de la zone humide.

On retrouve quelques attestations de plantes aquatiques (*Potamogeton*, *Lemna*, *Sparganium*). Les groupements de zones de bord d'eau et/ou de prairies humides sont représentées avec *Lysimachia*, *Filipendula*, Scrophulariacées, Rubiacées, Ranunculacées. Les pollens de Rosacées, *Potentilla*, viennent compléter l'ensemble précédent sur les stations un peu mieux drainées.

Un petit « pic » de *Calluna* accompagné de quelques pollens de Fabacées proviennent probablement de landes.

Les indices d'impact humain sont moins présents, seule l'ouverture de l'aulnaie pourrait trouver une explication anthropique.

- zone l (44 cm à 51 cm)

La chute de la courbe des pollens d'arbres et l'augmentation des pollens de Poacées marquent la zone « l ». La baisse s'exerce à la fois sur les taux polliniques de *Quercus*, *Corylus* et *Betula*.

Les ensembles polliniques en provenance de forêts, composées pour partie de *Quercus*, *Corylus* et *Betula* sont complétées par du *Pinus*, *Ulmus* et *Tilia*. D'autre part, des taxons de la strate arbustive tels que *Hedera* et Rhamnacées ont été déterminés.

Le cortège des aquatiques est représenté avec la détection de pollens de *Potamogeton* pour les zones profondes et de *Typha angustifolia*, *Typha latifolia* et Cypéracées pour les zones périphériques de la zone humide.

Les associations de prairies sont mal représentées (Apiacées et Rosacées seulement), alors que le taux de Poacées augmente pourtant…

Un pic de *Calluna* suggère l'existence de landes, conséquence possible de défrichements. Ce constat rejoint la baisse importante du taux de pollens d'arbres qui correspond à un probable défrichement d'ordre régional du paysage autour de Langazel.

Par ailleurs, la détermination d'un pollen de *Secale*, isolé, est un indice fragile de cultures dans les environs (aucun pollen de plante adventice n'a été identifié).

- zone m (26 cm à 44 cm)

La zone se caractérise par des taux de pollens d'arbres bas (20%) et des taux de Poacées très importants (jusqu'à près de 50%). On constate aussi une augmentation de la diversité taxonomique.

Au regard des taxons polliniques, les compositions forestières sont dominées par le chêne et le noisetier. Dans une moindre mesure on observe des occurrences polliniques de bouleaux, d'ormes et hêtres. Quelques attestations de Rhamnacées et de lierre (*Hedera*) complètent cette composition forestière.

En bordure de la zone humide, l'aulnaie (dont quelques saules, frênes) est désormais réduite (moins de 5%).

Des landes semblent s'être développées avec *Calluna* (10%), *Erica*, *Ulex*, Fabacées. Notons que la présence de *Sphagnum*, Cypéracées, *Erica*, *Calluna*, Ranunculacées, Liliacées peut aussi suggérer l'existence de landes tourbeuses…

Le cortège des plantes aquatiques est désormais presque absent (un seul pollen de *Lemna*), ce qui pourrait sous-tendre une disparition des zones d'eau libre à l'intérieur de la cuvette.

Le cortège de prairie est bien attesté avec des pollens de Scrophulariacées, Rubiacées, Apiacées, *Potentilla*, Rosacées, Fabacées, *Centaurea*, Lamiacées, *Lysimachia* et *Anagallis* (prairies humides).

En plus de la diminution du boisement régional et du développement des landes, d'autres indices polliniques témoignent de l'impact de l'homme sur le paysage. Ainsi, les attestations de plantes allochtones telles que *Secale*, *Cereales type*, *Cannabis / Humulus* accompagnées de pollens de *Rumex* et *Centaurea type jacea* s'accordent pour décrire un environnement cultivé. Par ailleurs, les occurrences de plantes rudérales sont nombreuses avec *Artemisia*, Chenopodiacées, *Plantago* (5%), *Convolvulus arvensis*, Cichorioïdées, Apiacées, *Potentilla*, Fabacées, Rubiacées et Urticacées notamment.

- zone n (15 cm à 26 cm)

Le taux de pollens d'arbres connaît une nouvelle augmentation au niveau « 23 » sous l'impulsion du taux de *Corylus*. Cette augmentation est immédiatement suivie d'une rechute du taux d'A.P.

On retrouve la composition forestière décrite dans la zone précédente avec *Quercus*, *Corylus*, *Betula*, *Fagus*, *Ulmus* et *Pinus*. Quelques pollens d'*Hedera* et *Viburnum* accompagnent cette composition forestière. *Castanea* apparaît en sommet de sondage.

L'ensemble des groupements de végétation de la zone « m » est aussi présent dans cette zone (landes, landes tourbeuses, prairies).

Le cortège des plantes aquatiques réapparaît avec *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton*, *Nymphea*, (eaux profondes), *Typha angustifolia*, *Typha latifolia* (zones périphériques en voie d'atterrissement).

En ce qui concerne les attestations significatives de cultures, on voit apparaître en sommet le sarrasin (*Fagopyrum*). Le seigle (*Secale*) n'est plus déterminé. En revanche, *Cerealia type*, *Linum*, *Cannabis / Humulus*, sont de nouveau présents. Notons l'augmentation du taux de *Rumex* en sommet de sondage, indice d'un accroissement des surfaces exploitées.

Les attestations de plantes rudérales sont toujours nombreuses avec notamment des pollens de Cichorioïdées, *Artemisia*, *Plantago*, *Potentilla*, Fabacées, Rubiacées, Urticacées, Chénopodiacées.

Huit phases écologiques (L15 suivi d'un chiffre) peuvent être distinguées.

L15 – 1 (zone a, b, c) : phase à Poacées, Cypéracées, *Lemna*, Cichorioïdées, Astéracées, *Salix*, *Pinus*, *Juniperus*, *Ulmus*, *Quercus*,

L15 – 2 (zone d) : phase à Cypéracées, Poacées, *Betula*, *Corylus*, *Alnus*, *Quercus*, *Carpinus*, *Artemisia*, *Juniperus*, *Ulmus*,

L15 – 3 (zone e) : phase à *Corylus*, *Quercus*, Cypéracées, *Betula*, *Pinus*,

L15 – 4 (zone f) : phase à *Corylus*, *Betula*, *Quercus*, Cypéracées, *Alnus*, *Salix*, (*Pinus*, *Ulmus*, *Tilia*)

L15 – 5 (zone g) : phase à *Alnus*, *Corylus*, Cypéracées, *Betula*, (Pinus, *Ulmus*, *Tilia*),

L15 – 6 (zone h, i, j) : phase à *Alnus*, *Quercus*, *Corylus*, Cypéracées, *Betula*, Poacées *Hedera*, (*Pinus*, *Ulmus*)

L15 – 7 (zone l, k) : phase à *Quercus*, *Alnus*, *Corylus*, Cypéracées, Poacées, *Betula*, Rosacées, (*Fagus*)

L15 – 8 (zone m, n) : phase à Poacées, Cypéracées, *Quercus*, *Corylus*, Rosacées, *Alnus*, *Betula*, *Calluna*, Cichorioïdées, *Plantago*, Astéracées, (*Fagus*, *Cerealia type*, *Rumex*),

C.3.2.3.3.2. Description de la courbe du flux pollinique

Il est nécessaire de commenter l'évolution des fréquences polliniques absolues à condition que les sédiments aient une « densité » semblable. Ainsi, il faut discerner les unités stratigraphiques du fond du sondage (de 209 cm à 140 cm) de composition à dominante minérale et les unités de composition tourbo-argileuse qui occupent toute la partie supérieure du sondage (de 140 cm à 15 cm).

On constate tout d'abord pour l'ensemble des unités sédimentaires de composition à dominante minérale, des effectifs de pollens par gramme de sédiment (de 20 000 à 3 000 000 de pollens par gramme de sédiment) légèrement plus faibles que les taux absolus rencontrés dans les niveaux à dominante organique. Les problèmes de conservation des pollens les plus anciens, la densité rendue plus importante à cause de la compaction des sédiments situés en profondeur peuvent expliquer ces faibles taux (notamment pour les niveaux situés en dessous de 180 cm de profondeur). Au regard des effectifs polliniques constatés de 140 cm à 180 cm de profondeur, il apparaît néanmoins possible d'interpréter les fluctuations polliniques à l'intérieur de ces niveaux.

En ce qui concerne la vitesse de sédimentation, les datations radiocarboniques ayant été réalisées en majorité sur le sédiment minéral (datations à 197 à 199 cm, 190 à 195 cm, 158 à 159 cm), l'estimation de la vitesse de sédimentation est donc plus fiable sur ces niveaux que sur la partie tourbeuse (une seule datation à 50 – 52 cm). Les deux dates du fond de sondage UL – 2498 et Ly – 12090 étant inversées, la courbe d'étalonnage présente une stagnation du taux de sédimentation pour les niveaux 200 –190 cm (Figures ci-dessous). On constate néanmoins une augmentation du taux de sédimentation pour une grande partie du sondage (niveaux 180 à 50 cm environ, Fig. 451). De 50 cm de profondeur au sommet du sondage, on observe un taux de sédimentation stable mais restant plus rapide que durant les niveaux inférieurs. Le nombre de pollens enregistré par gramme de sédiment est donc potentiellement inférieur par rapport aux niveaux du fond de sondage.

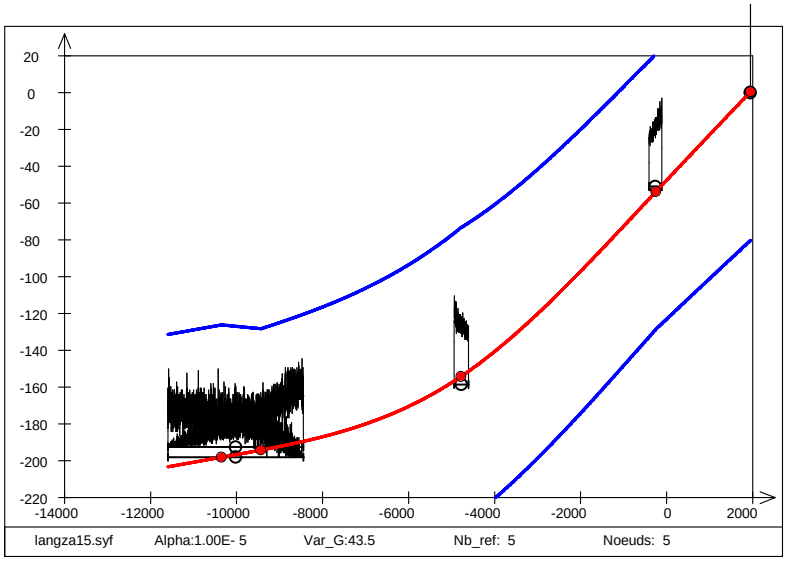

Fig. 450 Courbe d'étalonnage du sondage de Langazel parcelle ZA15 mettant en relation la profondeur (en cm) en fonction du temps (datation absolue en dates cal. BC) (d'après l'approche bayésienne développée par Ph. Lanos (1994)).

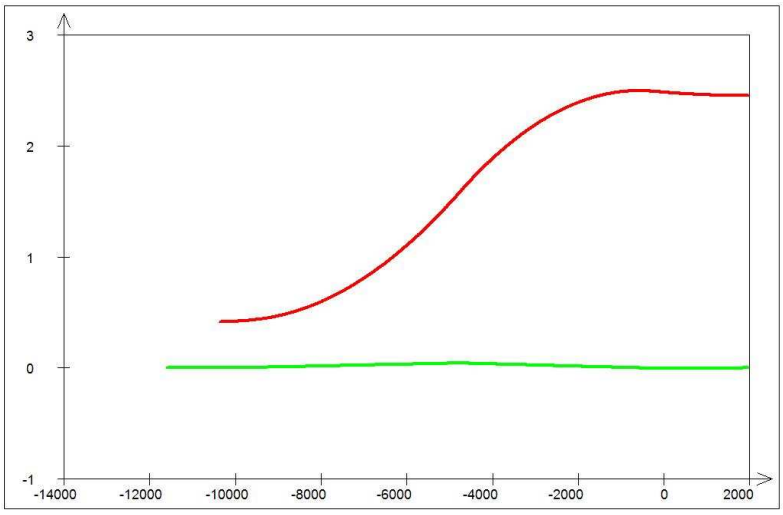

Fig. 451 Courbes du taux de sédimentation instantané (en rouge, en 1/10 de mm par an) et courbe d'accélération de la sédimentation (en vert, en 1/100 de mm par an^2) pour le sondage de Langazel parcelle ZA15 (Trémaouezan) calculées d'après la courbe d'étalonnage ci-dessus.

Au regard de l'évolution du taux de sédimentation, les Fréquences Polliniques Absolues du haut de sondage (au-dessus 50 cm) sont donc théoriquement (en l'absence de compactions différentielles…) sous évaluées par rapport aux fréquences du milieu (entre 50 et 180 cm) et surtout du fond de sondage (en-dessous 180 cm).

Malgré ce phénomène, les valeurs du flux pollinique restent très faibles avant le niveau 185 cm. Il est difficile de donner une explication à ces faibles valeurs polliniques à cause des multiples paramètres jouant sur ce résultat (taphonomie, compaction du sédiment, conservation différentielle, faible production pollinique, densité du sédiment).

Un premier « pic » de pollens se dégage au niveau 186 cm. Il correspond à des taxons polliniques de ligneux à fort pouvoir colonisateur, tels que le noisetier et le bouleau. Une part non négligeable de pollens de *Quercus*, d'*Alnus* et surtout de Cypéracées correspond aussi à ce pic (cf. diagramme pollinique en annexe).

Une raréfaction des pollens (niveau 180 cm) suit ensuite ce pic. Il correspond probablement à un éclaircissement de la végétation qui garde néanmoins la même composition qualitative.

Au niveau 175 cm, un nouveau pic du flux pollinique est détecté. Il correspond à des fréquences polliniques importantes de *Quercus* et surtout de *Corylus*. C'est donc de nouveau la végétation arborescente environnante qui est en cause.

Le niveau 160 cm connaît une nouvelle poussée du flux pollinique sous l'essor très important des taux polliniques d'*Alnus*, taxon qui colonise la cuvette. Il s'ensuit au niveau 155 cm une baisse du flux pollinique qui peut s'expliquer par le filtre pollinique occasionné par l'aulnaie.

Le niveau 140 cm marque le début de la partie sédimentaire supérieure du sondage à dominante tourbeuse. La densité du sédiment diminuant, les Fréquences Polliniques Absolues se trouvent augmentées par rapport à la partie sédimentaire à dominante minérale. On peut trouver là une première explication à l'augmentation des valeurs du flux pollinique des niveaux 139 à 125 cm.

Par ailleurs, le niveau 139 cm correspond à un nouveau pic du flux pollinique. On constate parallèlement une augmentation des taux de *Corylus* et de *Quercus*. La fréquence pollinique d'*Alnus*, bien que majoritaire, se trouve en diminution. On peut donc supposer une régression de l'aulnaie au profit de la chênaie – corylaie, l'ouverture de l'aulnaie permettant alors l'arrivée de nouveaux flux de pollens en provenance des forêts environnantes. Les valeurs du flux pollinique observées aux niveaux 135 cm et 130 cm répondent au même processus.

Pour les niveaux 125 cm à 120 cm, la courbe du flux pollinique décrit un nouveau pic d'ampleur très importante (7 000 000 de pollens g^{-1} de sédiment). Cette oscillation correspond à une chute importante de la fréquence relative des pollens de *Quercus*. Les taux polliniques de l'aulne et du noisetier redeviennent alors dominants. On peut donc accorder au flux pollinique très important qui se dégage de ces niveaux une nouvelle reconquête de la zone humide et des environs par une aulnaie – corylaie.

Les flux polliniques des niveaux 113 cm à 95 cm affichent une baisse avec des valeurs allant de 100 000 à 1 000 000 pollens g^{-1}. Ces niveaux correspondent à des spectres polliniques dominés par l'aulne (fréquences en léger retrait), le chêne et le noisetier. Les taux sont relativement stables par rapport aux valeurs observées pour les niveaux inférieurs (130 – 120 cm). Cette baisse du flux pollinique peut s'expliquer de nouveau par l'effet d'un filtre exercé par la couverture végétale de l'aulnaie qui recouvre le lieu de sondage. Les attestations de provenance extérieure à la zone humide sont d'ailleurs fort rares à ces niveaux. L'augmentation de la vitesse de sédimentation peut aussi être évoquée (Fig. 451).

Les pics de valeurs absolues des niveaux 90 et 80 cm paraissent répondre directement à des augmentations des taux polliniques d'*Alnus*, pollens probablement d'origines locales.

De 74 à 60 cm de profondeur, le flux pollinique en légère baisse depuis le niveau 80, est composé équitablement de pollens d'*Alnus*, *Quercus* et *Corylus*. Dans ce cas, la diminution de l'apport pollinique de l'aulnaie a été compensée par les apports régionaux des pollens de chêne et noisetier ainsi que par les apports locaux des pollens de Cypéracées et de Poacées. La baisse peut aussi s'expliquer par le taux de sédimentation qui augmente par rapport aux niveaux précédents (Fig. 451).

A partir du niveau 54 cm, les flux polliniques sont inférieurs à 1 000 000 de pollens g^{-1} de sédiment. L'observation du diagramme pollinique permet d'attribuer ces faibles valeurs à la diminution du taux de pollens d'arbres. En effet, l'augmentation du taux de pollens de Poacées (niveau : 40 cm) ou de Cypéracées (niveau : 29 cm) ne compense pas la production pollinique des arbres. D'autre part, notons que la vitesse de sédimentation est désormais stable

mais élevée vis-à-vis des niveaux inférieurs ce qui tend à diminuer les Fréquences Polliniques Absolues (Fig. 451).

Enfin, le niveau 23 cm connaît une nouvelle baisse du flux pollinique suivie d'un flux pollinique augmentant sous l'impulsion des pollens de Cypéracées (niveau : 15 cm).

C.3.2.4. Interprétation des diagrammes polliniques

Devant la ressemblance des évolutions de taux polliniques présentés par les deux diagrammes des parcelles ZA15 et 100, nous avons choisi d'interpréter les résultats sous la forme d'une seule et unique synthèse.

Le diagramme pollinique de la parcelle 100 réalisé en 2000 par D. Marguerie et N. Marcoux (sondage situé à quelques centaines de mètres du sondage fait en 2002) présentait lui aussi une évolution de la végétation remarquablement parallèle. Il pourra donc être aussi fait allusion à cette étude.

Compte-tenu des datations radiocarboniques (11700 ± 160 BP), (11110 ± 140 BP) et des compositions polliniques enregistrées (cortège des plantes à caractère steppique et pollens d'arbres quasiment absents), il est possible de définir un début d'enregistrement pollinique à partir de la période du Tardiglaciaire et plus précisément à l'interstade du Bölling - Allerød.

- *Le Tardiglaciaire*

- Interstade Bölling – Allerød : (phase LG1-1 et phase L15-1)

- *Le début de l'interstade Bölling – Allerød (phase LG1-1 a , b, et phase L15-1 a, b)*

Une seule datation radiocarbonique a pu être réalisée pour ces niveaux. Il s'agit de la datation à 197-199 cm du diagramme de la parcelle ZA15 (9520 ± 140 BP). Néanmoins, au regard de la cohérence globale des datations obtenues avec les résultats polliniques dans les niveaux supérieurs sur l'ensemble des trois études, ce résultat apparaît assez nettement « rajeuni » (environs 1500 années plus jeunes par rapport à la date obtenue dans les niveaux supérieurs !). Or, même si la plupart des macrorestes a été systématiquement retirée des prélèvements envoyés pour datation, des restes de quelques racines ont pu introduire de la matière organique plus jeune. Cette date a donc été écartée.

La tourbière actuelle de Langazel occupe l'ensemble d'une vaste dépression alimentée actuellement par deux ruisseaux drainant un versant de colline situé au sud. (Fig. 457). Les analyses granulométriques des couches correspondant à cette période (prélèvements 191-200 du sondage parcelle 100 et prélèvements 199-210 du sondage de la parcelle ZA15) montrent pour les deux sondages des conditions de dépôts sédimentaires très calmes (cf. § C.3.2.2.1 et C.3.2.3.1), telles que le présentait par exemple le fond d'un lac.

A cette période, le paysage apparaît ouvert (80% de pollens d'herbacées) dans les zones d'assemblage polliniques « a » de LG1 et de L15. Les zones « b » de LG1 et L15 présentent simultanément un léger ressaut des pollens d'arbres (25% pour le sondage ZA15 et 50% sous l'impulsion des pollens d'*Alnus* pour le sondage de la parcelle 100).

La cuvette, inondée, présente des profondeurs d'eau relativement importantes (*Lemna*, *Sagittaria* et Alismacées sont détectées dans les deux sondages). La périphérie de la zone humide est bordée par quelques zones marécageuses (*Typha angustifolia*, *Typha latifolia*, *Sparganium*, *Menyanthes*, *Filipendula* et Cypéracées) et boisements hygrophiles (pollens

d'*Alnus*, *Salix*, *Populus*, *Myrica*). Notons le développement de tourbières dans les environs de la parcelle 100 avec quelques attestations de *Sphagnum* couplées à l'identification de pollens de Gentianacées, de Liliacées et de Renonculacées.

Sur les coteaux (notamment sur le versant sud de la tourbière), le paysage dominant qui ressort des deux études est une steppe à Poacées à laquelle se mêle un cortège d'herbacées donnant l'image d'une véritable mosaïque végétale. Ainsi se retrouve communément enregistrés les Astéracées, Cichorioïdées, Caryophyllacées, Chénopodiacées, Plombaginacées et pour les secteurs les mieux drainés *Artemisia* et Crassulacées.

Le cortège des plantes de prairies avec les Astéracées, *Rumex*, Lamiacées, Brassicacées, Caryophyllacées, Apiacées, Scrophulariacées, Rubiacées, Urticacées, *Potentilla*, et Rosacées est aussi repéré. La détermination de pollens de *Thalictrum*, *Filipendula*, Renonculacées caractérise davantage des prairies humides.

La composition des pollens d'arbres est dominée par les pollens de *Betula*, de *Pinus*, de *Juniperus* et de *Corylus* (en plus des taxons de la ripisylve). Au regard des faibles effectifs de ces pollens un apport lointain n'est pas à exclure (notamment pour les pollens de *Pinus* dont les taux sont insignifiants y compris sur le Massif armoricain (Barbier, 1999).

Cette composition arborescente possède la particularité de présenter dans les deux sondages ainsi qu'à la base du sondage de la parcelle 100 (Marguerie et Marcoux, 2000), des taxons généralement interprétés comme « mésothermophiles » (*Quercus*, *Ulmus*, en plus, dans le sondage de la parcelle ZA15, de *Fagus* et *Acer*. Notons dans le cas du genre *Ulmus* l'existence d'espèces montagnardes pouvant donc potentiellement supporter des climats frais).

Le bouleversement climatique qui s'opère aux environs de 12700 BP (14670 cal. BP. environ) est selon H. Richard (1990) « d'une rapidité et d'une ampleur exceptionnelle ». En effet, les températures calculées à partir du rapport isotopique de l'oxygène correspondant au tout début de l'interstade Bölling – Allerød sont en nettes ruptures par rapport aux périodes précédentes. Les températures estimées atteignent brutalement des valeurs semblables à celles qui seront obtenues durant l'holocène (variation du rapport isotopique de l'Oxygène mesuré le long du sondage GISP2, Grootes *et al.*, 1993 ; Meese *et al.*, 1994 ; Stuiver *et al.*, 1995 ; Grootes *et al.*, 1997).

Les quelques attestations de taxons méso-thermophiles ainsi que l'augmentation du taux de pollens d'arbres probablement d'origine régionale et constatée dans les deux zones « b » pourraient bien correspondre à ce radoucissement de la première partie de l'interstade. Notons par ailleurs l'existence d'un « optimum du Bölling » qui se produit vers 14380 cal. BP (soit environ 12430 cal. BC, cf. sondage GISP2) et qui pourrait être parfaitement corréler avec l'augmentation des pollens d'arbre de la zone « b » ainsi que du premier pic de flux pollinique observé au niveau 200 du sondage de la parcelle ZA15 (71567 grains de pollens g^{-1} de sédiment).

Par ailleurs, la position occidentale des sondages leur confère actuellement un climat océanique caractérisé par des températures relativement douces et de faibles amplitudes. Or, malgré un rivage un peu plus lointain durant cette période le secteur pouvait déjà bénéficier de telles influences marines (moins de 50 kilomètres séparent les études de la ligne bathymétrique de –70 mètres, Fig. 452 ci-dessous, le niveau marin a été estimé par la courbe de C. Larsonneur, 1977 ; M. Ters, 1973 et M.-T. Morzadec-Kerfourn, 1974, cf. § A.1.3.2 et par les courbes bathymétriques cf. § A.1.1.2.2).

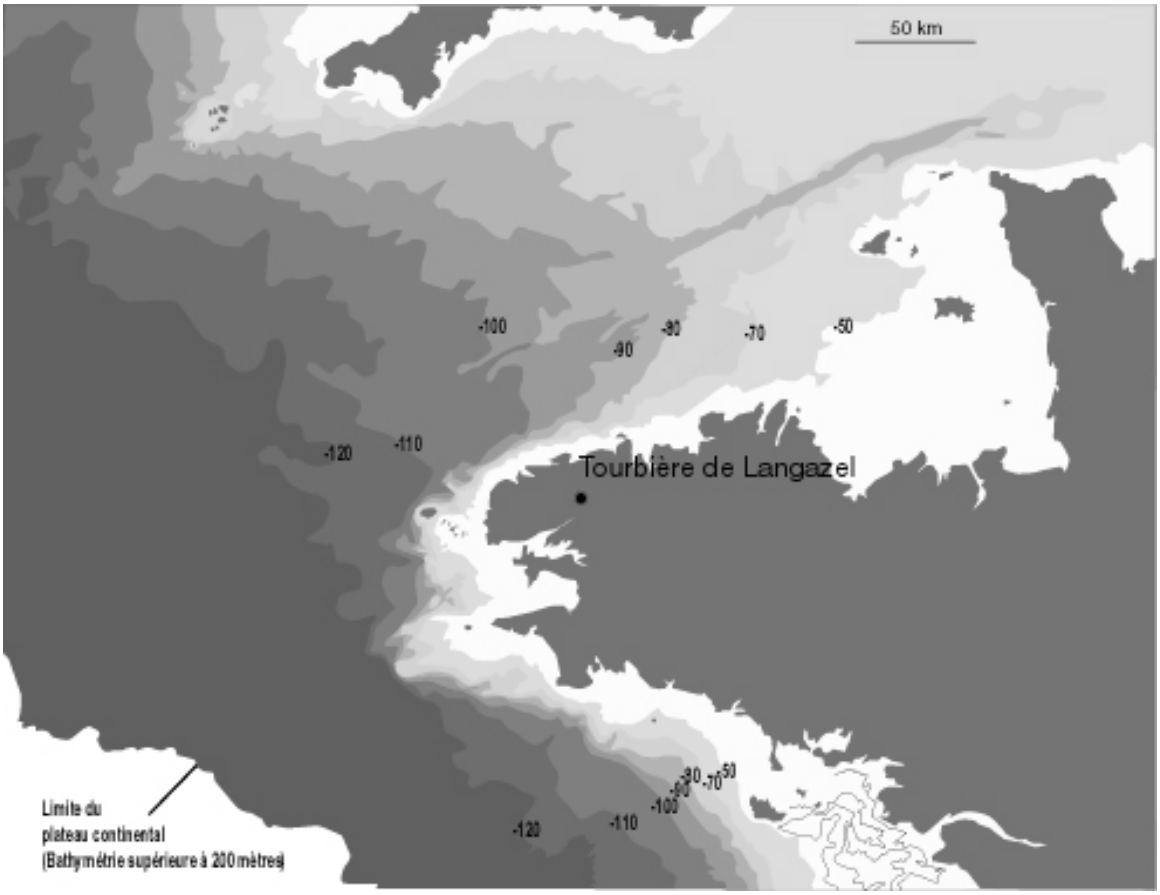

Fig. 452 Carte des fonds marins autour du rivage armoricain (extrait des données compilées par Bertois in Auffret, 1983). Notons la faible distance (moins de 50 kilomètres) séparant la tourbière de Langazel avec les isobathes de – 60 et – 70 mètres, niveaux marins estimés pour cette période par la courbe de C. Larsonneur (1977).

Les amplitudes thermiques plus importantes qui existaient autour des sondages plus continentaux, ont probablement entraîné des extrêmes de températures aux effets plus rudes sur la végétation de cette époque. Les différences de compositions polliniques entre les résultats de Langazel avec des études plus orientales sont donc très probablement à rechercher dans l'effet de la continentalité.

- *La fin de l'interstade Bölling – Allerød (phase LG1-1c, d, et phase L15-1c)*

L'étude granulométrique réalisée sur les niveaux stratigraphiques (168-189 et 145-162) du sondage de la parcelle 100 et correspondant à cette période, montre une diminution de l'énergie de dépôt sédimentaire. La zone humide, très calme, probablement un lac, est donc désormais alimentée par des cours d'eau très réduits.

Deux datations radiocarboniques permettent de jalonner chronologiquement cette période. Il s'agit dans le sondage de la parcelle 100 de la date (11700 ± 160 BP) et pour la parcelle ZA 15 de la date (11110 ± 140 BP).

En se référant au sondage GISP 2 (Grootes *et al.*, 1993 ; Meese *et al.*, 1994 ; Stuiver *et al.*, 1995 ; Grootes *et al.*, 1997) on constate que cette seconde moitié de l'interstade tend vers des températures plus fraîches à l'échelle du globe.

Or, cette période se caractérise dans les études de Langazel par une baisse des taux de pollens d'arbres (environ 10%) et par la disparition de toute attestation d'*Ulmus*, de *Fagus* et d'*Acer*, ce qui pourrait aussi être la conséquence de conditions environnementales plus rudes (froides).

Notons néanmoins la persistance, surprenante, de quelques pollens de *Quercus*. Même si l'on ne peut tout à fait exclure des problèmes de mélange, il faut probablement de nouveau chercher des explications dans les conditions environnementales régionales et notamment dans le climat océanique pouvant fournir une protection contre les températures extrêmes. Les conditions climatiques régionales se seraient alors révélées suffisantes pour que subsistent localement des espèces assez ubiquistes, telles que quelques individus de chêne et de noisetier...

Quelques rares arbres adaptés aux températures fraîches sont aussi attestés avec des pollens de *Pinus*, *Betula* et *Juniperus*. Notons que ces quelques occurrences d'arbres correspondent à des apports lointains ou à la présence de quelques individus isolés. Il n'est donc pas possible de retrouver le modèle de succession végétale *Juniperus-Betula-Pinus* qui caractérise souvent l'interstade dans les études du Nord-Ouest de l'Europe. Les études réalisées à l'est du Massif armoricain (Barbier, 1999) ne permettent pas, non plus, d'identifier une telle succession.

Les influences maritimes ainsi que le substrat géologique siliceux, acide, sont les principaux paramètres conférant un caractère spécial aux végétations armoricaines actuelles. Il est donc probable qu'il faille s'appuyer sur ces caractéristiques pour expliquer l'absence du développement sur le long terme des Gymnospermes.

La plupart des autres groupements de végétations définis dans la période précédente est à nouveau identifiée. On retrouve des niveaux d'eau profonds dans les alentours de la parcelle 100 (attestations de *Lemna*, *Nuphar*, *Potamogeton*, *Nymphea*, *Sagittaria*) alors que les zones jusqu'alors inondées des environs de la parcelle ZA15 paraissent en régression (disparitions des pollens de *Lemna*, *Sagittaria* et Alismacées). Il pourrait s'agir là d'un assèchement ou d'un comblement de cette partie de la cuvette. Les associations végétales périphériques de la zone humide sont néanmoins encore abondantes autour des deux points de sondage, avec les taux importants de Cypéracées et les attestations de *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Thalictrum*, omniprésentes. Quelques pollens de *Salix* et *Alnus* décrivent des bosquets hygrophiles désormais forts réduits.

On retrouve par ailleurs le cortège des plantes à caractère steppique avec les Astéracées, Cichorioïdées (en baisse dans la parcelle ZA15 par rapport à la période précédente), Caryophyllacées, *Artemisia*, Chénopodiacées et Plombaginacées. Les coteaux sont aussi couverts par des végétations de prairies (Rubiacées, Scrophulariacées, Ranunculacées, *Rumex*, Rosacées, *Potentilla*, Apiacées, Urticacées).

- *L'Holocène*

- Le Préboréal : (phase LG1-2, et phase L15-2)

Cette phase écologique est caractérisée par une colonisation de l'espace par du bouleau et dans une moindre mesure par du noisetier. Par ailleurs, les taxons hygrophiles tels que l'aulne et le saule se développent autour de la dépression. Cette phase est aussi très caractéristique dans l'étude réalisée par D. Marguerie et N. Marcoux (2000) dans la parcelle 100. Dans cette étude, deux datations radiocarboniques effectuées au niveau du premier pic du taux de *Betula* permettent de dater cette phase : il s'agit des dates 10300 ± 180 BP et 10240 ± 110 BP.

Les fourchettes chronologiques offertes par ces dates peuvent correspondre au Dryas Récent (environ 10900 à 9600 cal. BC) mais aussi au début de la période du Préboréal (à partir d'environ 9600 cal. BC). Or, en se référant de nouveau aux données isotopiques de l'oxygène du sondage GISP2 (Grootes *et al.*, 1993 ; Meese *et al.*, 1994 ; Stuiver *et al.*, 1995 ; Grootes *et al.*, 1997) on constate que le réchauffement qui se met en place au Préboréal est très rapide. Au regard de ces seules datations absolues, les niveaux datés peuvent donc tout aussi bien correspondre à la période froide du Dryas récent qu'au climat déjà beaucoup plus doux du Préboréal.

L'augmentation du taux de pollens d'arbres (qui passe de 20% à près de 70%) accompagnée d'une composition pollinique régionale dominée par les pollens de *Betula*, *Corylus*, *Quercus* en plus de quelques attestations d'*Hedera* caractérisent la période de réchauffement du Préboréal. Dans le sondage de la parcelle ZA15, deux autres taxons mésothermophiles viennent appuyer ce réchauffement (*Ulmus*, *Carpinus*), l'orme étant aussi détecté dans l'étude réalisée par D. Marguerie et N. Marcoux en 2000. Dans les deux sondages, l'amorce du développement des fréquences polliniques absolues probablement liée à la colonisation de l'espace par les arbres va aussi dans le sens d'un paysage aux conditions climatiques plus clémentes.

Il faut donc envisager un hiatus de sédimentation durant le Dryas récent, à la fois dans les sondages de la parcelle 100 et ZA15 (un tel hiatus de sédimentation pour le Dryas récent a été mis en évidence par exemple lors de la fouille du site des Chaloignes, à Mozé-sur-Louet, (49) en cours de publication, com. pers. G. Marchand et F. Sellami). Notons d'autre part que le fond du sondage de la parcelle 100 réalisé en 2000 (Marguerie et Marcoux, 2000) ne permet pas d'atteindre non plus les niveaux polliniques caractéristiques du Dryas récent. Cet arrêt général de la sédimentation pourrait découler des conditions très rudes qui ont régné alors sur l'ensemble du secteur de Langazel bloquant notamment les processus de tourbification.

La rupture est tout autant palpable en ce qui concerne les végétations aquatiques. Alors que les taux de *Lemna* étaient importants dans les niveaux de l'interstade Bölling-Allerød, ce taxon pollinique n'est plus représenté que par quelques unités dans le Préboral. On constate par ailleurs la disparition brutale des attestations de *Nuphar*, *Potamogeton*, *Myriophyllum spicatum*, dans l'étude de la parcelle 100 et de *Potamogeton* accompagné de *Menianthes* dans la parcelle ZA15. Même si quelques végétations des ceintures périphériques à la zone humide persistent (*Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, Cypéracées (en diminution dans le sondage de la parcelle 100), *Filipendula*, *Thalictrum*, *Equisetum*), une diminution globale de l'humidité est ressentie. Ce phénomène a déjà été constaté dans d'autres études armoricaines et notamment pour la seconde moitié de la période où les occurrences de groupements de zones inondées profondes disparaissent (Fig. 95).

La disparition des zones inondées libère des espaces qui se couvrent alors par des prairies qui peuvent avoir une consonance humide (quelques attestations de *Thalictrum*, Dipsacacées, *Liliacées*, *Filipendula*, *Lysimachia*).

Ce début d'amélioration climatique du Préboréal (augmentation des températures et légère diminution de l'humidité) engendre le remplacement progressif des cortèges steppiques (les taux polliniques d'*Artemisia*, *Cichorioioïdées*, *Astéracées*, Chénopodiacées, sont moins importants). Quelques ultimes attestations de genévriers (*Juniperus*) rappellent la persistance d'un climat, certes en cours de réchauffement mais encore frais (cf. valeurs isotopiques de l'oxygène du sondage GISP2 par rapport aux valeurs du Boréal, Meese *et al.*, 1994 ; Stuiver *et al.*, 1995 ; Grootes *et al.*, 1997).

Tout comme le suggère D. Barbier (1999) pour la région de l'Erve sur la marge orientale du Massif armoricain, la rapidité avec laquelle s'effectue la reconquête de l'espace par les boisements de bouleaux, noisetiers et chênes sous-tend l'existence de zones refuges durant la période du Dryas Récent. Rappelons que quelques attestations de *Quercus, Ulmus* et *Corylus* notamment étaient perceptibles dès l'interstade du Bölling-Allerød.

- Boréal (phase LG1-3, et phase L15-3)

La période est caractérisée par des températures relativement douces dans l'Europe entière. Cette stabilisation des températures est bien identifiée dans les sondages du Groenland (Grootes *et al.,* 1993 ; Meese *et al.,* 1994 ; Stuiver *et al.,* 1995 ; Grootes *et al.,* 1997).

On constate dans les deux sondages polliniques des taux de pollens d'arbres qui atteignent des valeurs proches de 80% ce qui témoigne d'une couverture végétale très boisée. Les valeurs du flux pollinique restent néanmoins hétérogènes à l'échelle du voisinage puisque si l'on constate une forte production de pollens autour de la parcelle ZA15 (2 000 000 pollens g^{-1}), la production pollinique est plus modérée autour de la parcelle 100 (1 000 000 pollens g^{-1}).

Le Boréal est bien souvent défini comme « l'époque du noisetier ». Le secteur de Langazel n'échappe pas à la règle puisqu'on constate à travers la lecture des trois études la prédominance des fréquences polliniques du noisetier (de 40%) sur les taux polliniques de bouleau en nets replis. On observe aussi le développement des taux de pollens de *Quercus* accompagné de quelques occurrences d'*Ulmus,* d'*Acer* (Marguerie et Marcoux, 2000) et de *Carpinus* confirmant ainsi l'hypothèse des températures désormais plus favorables.

En ce qui concerne la zone humide, la diminution des taux de Cypéracées dans les deux études traduit la réduction générale des associations végétales périphériques, cela même si quelques groupements de roselières ou de prairies humides persistent autour du sondage de la parcelle ZA15 (quelques attestations de *Typha angustifolia,* de *Menyanthes, Filipendula* et *Thalictrum*). Les boisements hygrophiles apparaissent aussi très réduits autour de la zone humide (*Alnus* et *Salix*). Par ailleurs, le cortège des aquatiques disparaît complètement dans les trois sondages ce qui corrobore un assèchement (ou comblement ?) de la dépression de Langazel, phénomène assez fréquent à l'échelle du Massif armoricain (Fig. 95 pour la période du Boréal).

L'épaisseur de l'enregistrement est faible (un seul spectre d'enregistrement dans les deux sondages) ce qui peut être interprété comme un ralentissement de la sédimentation liée à l'assèchement générale du milieu. Ainsi les phénomènes de tourbification de ce secteur ont probablement été très nettement freinés par les conditions climatiques assez sèches de cette période.

- L'Atlantique

- *Le début de l'Atlantique (phase L15-4 et LG1-4)*

La zone LG1-4 (sondage de la parcelle 100) est jalonnée par une datation radiocarbonique (7370 ± 110 BP) correspondant au début de la période Atlantique. Une nouvelle fois un parallèle peut-être fait entre les résultats des deux sondages. En effet, on constate pour l'ensemble des sondages (y compris pour l'étude de Marguerie et Marcoux, 2000), une nouvelle augmentation des fréquences polliniques de *Betula* alors que les taux de

Quercus et *Corylus* régressent légèrement. Ce sont là des constats qui paraissent aller à l'encontre des résultats observés habituellement au début de l'Atlantique synonyme de l'apogée de la chênaie avec l'optimum climatique postglaciaire (chaleur et humidité).

Il convient néanmoins de modérer l'importance régionale du bouleau. En effet, les taux polliniques de *Betula* paraissent se développer directement en fonction de l'évolution des fréquences polliniques d'*Alnus* (ex. dans la période du début de l'Atlantique dans l'étude ZA15, ou bien lors du développement des taux polliniques d'*Alnus* lors du passage à la seconde moitié de l'Atlantique dans les deux études). L'aulne occupant préférentiellement les zones périphériques de la zone humide, on peut donc interpréter ce phénomène par une compétition des espaces périphériques de la zone humide entre le bouleau et l'aulne.

Le bouleau mis à part, et même si les taux de *Corylus* dominent, les fréquences polliniques de *Quercus* accompagnées des occurrences désormais régulières d'*Ulmus*, mais aussi par des pollens de *Tilia*, *Hedera*, *Viburnum* et *Ilex* annoncent l'émergence de forêts de type « Corylaies-chênaies-ormaies » mésothermophiles. De nouveau, le caractère peu tranché de ces forêts semble pouvoir être imputable aux conditions géologiques et/ou climatiques (océaniques…) régnant à cette période à la pointe de la péninsule armoricaine.

En ce qui concerne la zone humide, les pollens de *Betula* accompagnés des pollens d'*Alnus*, de *Salix* et de *Myrica* indiquent des boisements hygrophiles en cours de développement. Des groupements de fougères (*Osmunda*, *Polypodium*) constituent les sous-bois de ces formations hygrophiles. Le cortège des aquatiques d'eau profonde, bien que représenté dans les deux sondages par seulement quelques pollens (*Lemna*, *Nymphea*, *Nuphar*, *Hottonia*) indique le retour de conditions un peu plus humides dans la dépression de Langazel (probablement sous la forme de quelques mares). Ce constat peut être réitéré avec l'identification dans le sondage de la parcelle ZA15 de quelques pollens de *Sphagnum*, pouvant provenir de tourbières. En revanche, le retour de ces conditions un peu plus humides ne permet pas le développement des végétations des ceintures périphériques (*Typha* et *Cypéracées* sont mal représentés).

L'unique attestation de « *Cannabis* / *Humulus* », en l'absence d'autres indices d'anthropisation, ne permet en aucun cas d'avancer l'hypothèse d'une intervention humaine sur la végétation environnante de Langazel à cette époque. L'association de prairie identifiée dans le sondage de la parcelle 100 avec les attestations de Cypéracées, Apiacées, Rosacées, Ranunculacées, Valerianacées, Poacées et *Thalictrum* (en contexte humide) se prête bien à l'accueil de ce taxon.

- *La fin de l'Atlantique (phase L15-5 et LG1-5)*

La période est caractérisée à l'intérieur des trois sondages par une forte augmentation des fréquences polliniques de l'aulne qui atteignent près de 70%. Les valeurs du flux pollinique, sous l'impulsion de l'aulne, sont très importantes dans le sondage de la parcelle 100 (jusqu'à 18 000 000 pollens g^{-1}).

Une datation radiocarbonique permet d'attribuer ces résultats à la fin de l'Atlantique. Il s'agit de la datation 5910 ± 140 BP réalisée sur le sondage ZA15 au tout début du développement des taux polliniques d'*Alnus* (niveau 158 – 159 cm). Une autre datation, 5400 ± 70 BP (niveaux 85 – 90 cm du sondage de la parcelle 100, Marguerie et Marcoux, 2000) plus récente, située au niveau de la régression du taux d'*Alnus* permet d'estimer la fin de la période.

L'essor de l'aulne autour de la zone humide de Langazel s'accompagne des attestations de *Salix*, *Fraxinus*, *Populus* et *Myrica*, décrivant ainsi l'expansion du boisement hygrophile aux dépens des bouleaux dont les taux régressent pour stagner à moins de 10%.

L'optimum climatique de l'Holocène (chaleur et humidité importante) se traduit ici et comme cela est le cas sur de nombreuses études armoricaines par le développement sur l'ensemble de la cuvette d'un boisement hygrophile (aulnaie), accompagné en sous-bois par des Polypodiacées, *Osmunda* et autres fougères (Fig. 97).

Les occurrences polliniques d'aquatiques sont tout aussi rares que dans la phase précédente, quelques pollens de *Nymphea*, *Potamogeton*, *Sphagnum*, témoignent de zones inondées et de tourbières assez réduites, bordées presque exclusivement par l'aulnaie. Ces groupements archéobotaniques de zone humide sont néanmoins synonymes d'une humidité édaphique et atmosphérique assez importante, stable vis-à-vis du début de l'Atlantique.

Par le jeu des fréquences relatives, les taux polliniques de *Quercus* diminuent légèrement sous la pression des taux polliniques d'*Alnus*. Cela ne traduit donc aucunement une transformation paysagère d'ordre régionale.

Les végétations de forêts sont toujours dominées par le noisetier devant le chêne. Ce constat n'est pas isolé puisque la prépondérance des taux polliniques du *Corylus* sur *Quercus* durant l'Atlantique a déjà été observée par D. Barbier (1999) sur la partie orientale du Massif armoricain (étude palynologique du Fourneau). En fait sur le Massif armoricain, 15 études sur 66 études palynologiques présenteraient une supériorité ou une égalité entre les taux de *Corylus* et de *Quercus* pour cette période de l'Atlantique. Ce constat est réitéré dans un certain nombre d'études palynologiques du Finistère notamment (cf. § B.4.5.2).

L'humidité édaphique déjà évoquée par D. Barbier en 1999 pour interpréter les résultats de l'étude du Fourneau, est aussi une explication plausible dans le cas des études de Langazel. Le noisetier est en effet un peu plus hygrophile que le chêne (et notamment le chêne pédonculé) (Rameau *et al*, 1996). Avec les conditions d'humidité probablement un peu plus importantes sur cette région du Finistère, le noisetier auraient ainsi bénéficié d'un atout compétitif face au chêne, ce qui peut être corroboré par les quelques attestations de plantes aquatiques et surtout par le développement de l'aulne. Notons qu'il existe deux concentrations d'études palynologiques présentant de tels taux : dans la région du Finistère et dans la partie Nord-Ouest du Massif armoricain (Normandie et nord de la Mayenne) (Fig. 210). Or, il existe une correspondance entre la distribution des sites présentant ces taux de *Corylus* élevés avec la répartition des taux d'humidité (dépendant eux-mêmes du relief) régnant sur le Massif armoricain (Fig. 9). Par ailleurs, un test de U Mann et Whitney (ou Kruskal – Wallis) réalisé sur les deux séries des valeurs pluviométriques obtenues pour chaque point de sondage palynologique a révélé une différence significative (cf. exemple Fig. 211 correspondant à la fin de l'Atlantique).

- <u>Le Subboréal (phase L15-6 et LG1-6)</u>

La période débute dans les trois sondages par une poussée du taux de pollens de *Quercus* (zone d'association pollinique « i » du sondage de la parcelle 100 et « h » du sondage de la parcelle ZA15). Le début de cet événement est daté dans le premier sondage réalisé sur la parcelle 100 (Marguerie et Marcoux, 2000) : 5400 ± 70 BP.

L'enregistrement pollinique s'avère là encore quelque peu singulier par rapport à ce qui est habituellement admis pour cette période (cf. § A.2.1.1.2).

Sur le Massif armoricain, le Subboréal est caractérisé selon J. Bernard (1996) par une interruption de la courbe pollinique de l'orme et une chute des pollens de tilleul. Une régression de la chênaie et l'apparition de *Fagus* forment un autre critère selon M.-T. Morzadec-Kerfourn, (1974).

En ce qui concerne le sondage de la parcelle ZA15, on constate effectivement une diminution des occurrences d'*Ulmus* et de *Tilia*. En revanche, pour ce qui est du sondage de la parcelle 100, les attestations d'orme et de tilleul sont continues. Les pollens de *Fagus* sont rares, seule une attestation a été identifiée en toute fin de la période dans le sondage de la parcelle 100 (niveau 60).

La chênaie se fait un peu plus présente dans les spectres polliniques. Le « pic pollinique de *Quercus* » (50% dans le sondage de la parcelle ZA15) détecté dans les trois sondages en tout début de période, marque une rupture dans l'évolution du paysage. Même si la légère augmentation des taux de pollens du chêne semble bénéficier de la baisse des fréquences polliniques de l'aulne, les taux polliniques de *Quercus* dépassent désormais la fréquence du noisetier dans l'ensemble des sondages. On note par ailleurs une augmentation de la qualité (nombre de taxons) et de la quantité des compositions taxonomiques de végétations de sous-bois avec les attestations d'*Ilex*, *Viburnum*, *Hedera* et Rhamnacées.

Ces constats témoignent d'une évolution des conditions abiotiques plus favorables à l'extension du couvert forestier et plus particulièrement de la chênaie. En accordant quelques crédits à la raison invoquée pour expliquer le maintien du noisetier durant l'Atlantique dans ce secteur (soit le degré d'humidité), on peut alors expliquer, inversement, le développement du chêne par une diminution de l'humidité durant le Subboréal. Ce résultat paraît de plus corroboré au niveau de la zone marécageuse par une nette raréfaction des taxons aquatiques et conjointement par une régression des taux de *Betula*, Cypéracées (notamment dans le sondage de la parcelle 100) et d'*Alnus* (taux qui restent néanmoins bien présents et influençant directement les valeurs du flux pollinique).

Ainsi, le léger rafraîchissement du Subboréal (cf. valeurs isotopiques de l'oxygène du sondage GISP2, Meese *et al.*, 1994 ; Stuiver *et al.*, 1995 ; Grootes *et al.*, 1997) souvent interprété sur le Massif armoricain (Morzadec-Kerfourn, 1974 ; Barbier, 1999) s'accompagne probablement dans la pointe occidentale de la péninsule bretonne d'une diminution de l'humidité permettant le développement tardif de la chênaie.

Ce n'est cependant pas un résultat systématique pour cette époque. Notons par exemple la persistance des taux polliniques de noisetiers supérieurs à ceux du chêne dans les études réalisées autour du réservoir Saint-Michel dans les Monts d'Arrée (Marguerie et Visset, 1995). On peut alors évoquer une raison climatique avec probablement le maintien de conditions pluviométriques importantes autour des légers reliefs des Monts d'Arrée.

L'interrogation de la base de données paléoenvironnementales réalisée dans le cadre de ce mémoire (cf. chapitre B) indique que 22 études sur 84 présentent des taux polliniques de *Corylus* supérieurs ou égaux aux taux de *Quercus* (Fig. 453) pour le début du Subboréal (la sélection est de 32 études sur 111 études palynologiques pour la fin du Subboréal). Or, la distribution spatiale des études sélectionnées ne paraît répondre à aucune répartition spatiale de facteurs abiotiques : les tests de corrélations calculés entre les valeurs de divers paramètres abiotiques (ex. température, relief, humidité, éloignement par rapport au rivage) et la distribution des études présentant un taux pollinique de noisetier supérieur au chêne ne se sont pas révélés significatifs pour le début de la période. Il faut dès lors introduire en plus le facteur humain comme facteur explicatif possible. Ainsi, des défrichements ont probablement affecté les chênaies ce qui pourrait expliquer les chutes ponctuelles des taux de *Quercus*, favorisant alors localement la pollinisation de *Corylus* lors de la recolonisation de « clairières » autour des études palynologiques.

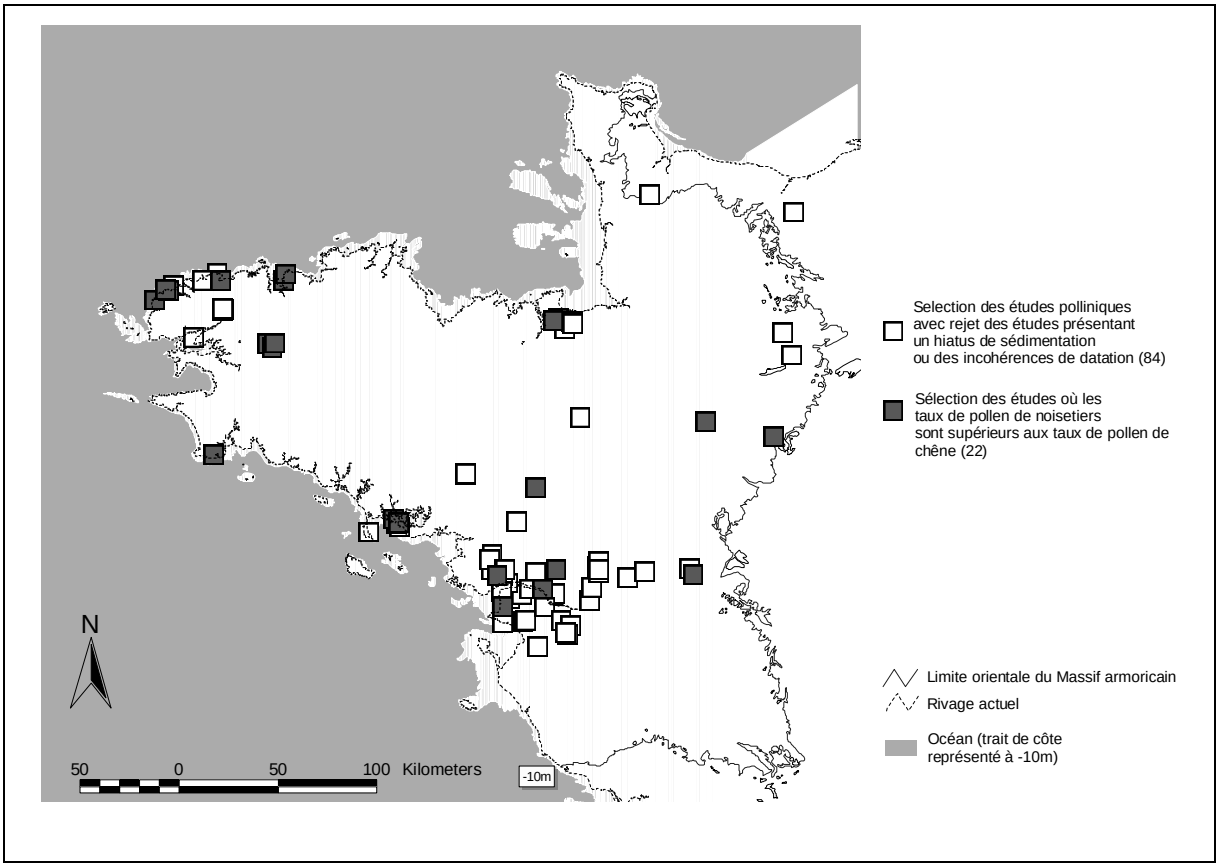

Fig. 453 Sélection des études présentant un taux de *Corylus* supérieur ou égal au taux de *Quercus* parmi l'ensemble des études palynologiques armoricaines recoupant le début du Subboréal.

En ce qui concerne la tourbière de Langazel, le développement de la chênaie indique l'absence d'une forte emprise humaine sur le paysage végétal. Notons néanmoins dans la zone d'association pollinique « j » du sondage de la parcelle ZA15, l'augmentation de la richesse taxonomique des pollens d'herbacées dont des attestations de taxons potentiellement allochtones (*Cannabis / Humulus* et *Linum*) ainsi qu'un pollen de taxon cultivé : le seigle (*Secale*). D'autres indices d'anthropisation peuvent être avancés avec la détermination de taxons polliniques de plantes adventices (*Rumex*) et rudérales (Urticacées, *Plantago*, Chénopodiacées, *Artemisia*). Le développement des toutes premières landes avec les occurrences de *Calluna* et de Fabacées constitue un autre indice possible d'une occupation humaine dans les environs de la cuvette de Langazel dès la fin du Subboréal.

- Le Subatlantique

- *Le début du Subatlantique (phase L15-7 et LG1-7)*

Deux datations absolues concernent directement ces deux phases. Les deux dates ont été réalisées dans des niveaux décrivant dans les deux sondages une nette baisse du taux de pollens d'arbres, évolution probablement caractéristique d'un même événement. La date radiocarbone (2230± 60 BP) obtenue sur le sondage de la parcelle ZA15 permet de faire correspondre ces compositions polliniques avec la première moitié du Subatlantique (Age du Fer). Une date obtenue en toute fin de la phase LG1 – 7 (790±60 BP soit 1040 à 1310 Cal. AD) situe la fin de la chronozone au Moyen-Age central ce qui constitue un résultat trop « jeune » par rapport à la première date mais aussi au regard des autres résultats polliniques

obtenus sur le Massif armoricain. En effet, cette très nette baisse du taux de pollens d'arbres est souvent constatée au cours des périodes de l'Age du Bronze et de l'Age du Fer (Fig. 114). C'est donc la première date qui paraît la plus cohérente. L'hypothèse d'un hiatus sédimentaire est à rejeter puisque l'on suit relativement bien les mêmes évolutions polliniques dans les deux diagrammes.

La période se caractérise aussi dans les deux sondages par un fléchissement de la courbe du flux pollinique. Avec, la chute des taux d'A.P., ces résultats sont la conséquence probable de déboisements et notamment de l'aulnaie. Cette première ouverture du paysage s'accompagne d'une augmentation des fréquences polliniques de taxons de landes (*Calluna*) pouvant correspondre à la reconquête des espaces appauvris par les exploitants mais peut être aussi au développement de landes tourbeuses (*Erica*, Cypéracées, *Sphagnum*, *Myrica*, Dipsacécées) dans la parcelle 100. Notons néanmoins la très faible représentation des taxons de cultures, de plantes adventices et de rudérales dans les spectres polliniques du sondage de la parcelle ZA15. Seul un pollen de seigle (*Secale*) a pu être reconnu en toute fin de période dans cette étude. En revanche, quelques pollens de céréales accompagnés de pollens de *Rumex* (plante adventice) ont été identifiés dans l'étude de la parcelle 100. Ces constats en plus du cortège des plantes rudérales (Cichorioïdées, Astéracées, Caryophyllacées, Chénopodiacées, Brassicacées, *Plantago*) atteste l'existence d'exploitations agricoles dont des cultures céréalières dans ce secteur de Langazel.

La détermination de pollens de Rubiacées, Scrophulariacées, Apiacées, *Potentilla*, Rosacées, Ranunculacées, *Plantago* et Poacées caractérisent les végétations de prairies qui se développent sur les versants.

En ce qui concerne la zone humide, quelques rares pollens de *Potamogeton* et *Lemna* pour les zones profondes et de *Typha angustifolia* et *Typha latifolia* pour les ceintures périphériques, attestent l'existence de zones inondées. Une aulnaie désormais réduite, borde toujours la dépression (accompagné du frêne et du peuplier dans la parcelle 100).

Autour de la cuvette, le paysage paraît encore largement boisé (les fréquences polliniques de *Quercus*, *Corylus* et *Betula* représentent à eux seuls près de 50% des taux de pollens d'arbres dans le sondage de la parcelle ZA15). La chênaie déjà identifiée dans le Subboréal est composée par *Quercus*, *Corylus*, *Betula*, *Ulmus*, *Tilia*, *Pinus* en plus des taxons de strate arbustive tels que *Ilex*, *Prunus* et *Hedera*. On voit désormais apparaître de manière plus régulière le hêtre (*Fagus*), signe d'un retour de conditions climatiques un peu plus humides.

La période se termine par une nette baisse des taux de pollens d'arbres synonyme très probablement de défrichements importants à partir des périodes de la fin de l'Age du Bronze et surtout de l'Age du Fer si l'on se réfère à la date 2230± 60 BP (soit 410 à 110 Cal. BC) obtenue sur le sondage de la parcelle ZA15.

- *La « fin » du Subatlantique (phase L15-8 et LG1-8)*

Les diminutions des taux d'A.P. et des fréquences polliniques absolues au profit des fréquences de Poacées constituent le fait marquant de cette période. En bordure de la zone humide l'aulnaie est désormais très réduite.

On constate aussi une augmentation de la diversité taxonomique liée probablement aux « régressions » des dynamiques végétales générées et entretenues par diverses pressions et contraintes anthropiques (sous la forme de défrichement et d'exploitations agricoles notamment).

Désormais, l'emprise humaine est en effet omniprésente : en plus du déboisement (baisses des taux d'A.P.), le développement des landes (*Calluna*, Fabacées, *Ulex* dont des landes tourbeuses avec quelques occurrence d' *Erica* et *Sphagnum*) et les attestations de

taxons de cultures (avec les pollens de *Cerealia type*, de *Secale*, *Cannabis / Humulus*, *Linum*, *Fagopyrum*) accompagnés de pollens de *Rumex* et de *Centaurea type jacea* dans le sondage de la parcelle ZA15 attestent l'existence d'exploitations agricoles autour de la tourbière de Langazel. Notons l'accroissement des taux polliniques de *Rumex* au sommet des deux sondages, indice possible d'un accroissement des terres exploitées. Par ailleurs, les premières attestations de *Castanea* et de *Juglans* n'apparaissent qu'à partir de cette seconde partie du Subatlantique ce qui correspond à une introduction relativement tardive par rapport à d'autres résultats armoricains Ces premières occurrences pourraient être contemporaines de la « seconde vague » d'implantation de ces deux taxons durant l'époque moderne probable signature de la mise en place du bocage dans ce secteur du Finistère (Fig. 153 et Fig. 154).

Les groupements rudéraux sont bien représentés avec notamment les occurrences d'*Artemisia*, Chénopodiacées, *Plantago* (5% dans la parcelle ZA15), *Convolvulus arvensis*, Cichorioïdées, Apiacées, *Potentilla*, Fabacées, Rubiacées, Urticacées, *Potentilla*…

Le cortège des plantes aquatiques est un peu mieux représenté que dans la première moitié du Subatlantique. On reconnaît des attestations de *Myriophyllum alternifolium*, *Potamogeton*, *Nymphea*, *Lemna*, *Callitriche*, *Sparganium*, Alismacées, (eaux profondes), *Typha angustifolia*, *Typha latifolia* (zones périphériques en voie d'atterrissement). Cet augmentation de l'humidité est bien identifiée à travers l'ensemble des études palynologiques armoricaines (Fig. 95).

En ce qui concerne les compositions forestières, on retrouve les attestations de la « chênaie-hêtraie » avec *Quercus*, *Corylus*, *Betula*, *Fagus*, *Ulmus*, et *Pinus* en plus désormais de *Carpinus*. Les taxons de la strate arbustive sont représentés avec *Hedera*, *Ilex* et Rhamnacées. La régression générale des fréquences et du nombre d'attestations de l'ensemble de ces taxons forestiers est sans doute liée à un défrichement général des forêts.

Notons néanmoins un sursaut de la courbe du taux de pollens d'arbres au sommet des deux sondages (zone d'association pollinique « n » de la parcelle ZA15 et « m » de la parcelle 100) sous l'impulsion des taux polliniques de *Corylus*, *Quercus* et d'*Alnus* (dans le sondage de la parcelle 100). Cet événement pourrait correspondre à l'effet cumulé de la déprise agricole et des efforts de reboisement amorcés depuis le XIXe siècle en Bretagne afin par exemple de valoriser les espaces de landes.

C.3.2.5. Proposition d'une mosaïque paysagère pour la fin de l'interstade du Bölling – Allerød autour de la zone humide de Langazel

C.3.2.5.1. Inventaire des études paléoenvironnementales

C.3.2.5.1.1. Synthèse des études paléoenvironnementales réalisées sur le Massif armoricain pour la fin de l'interstade du Bölling – Allerød

- *Les données disponibles :*

Les données disponibles pour cette période sont relativement rares et proviennent pour la plupart d'études récentes. Ainsi, 9 études palynologiques réalisées en zones humides appuyées par 6 datations radiocarboniques cohérentes recoupent cette période (cf. § B.4.1).

incohérente

- *Les grands traits du paysage végétal armoricain à la fin de l'interstade du Bölling – Allerød*

Cette période affiche une moyenne des taux de pollens d'arbres parmi les plus faibles valeurs, en baisse par rapport au début de l'interstade du Bölling - Allerød. Cette évolution est liée au refroidissement qui s'amorce avec la fin de l'interstade. La « biodiversité » (nombre de groupements végétaux des « coteaux ») est aussi faible (Fig. 92). Seulement un à deux groupements archéobotaniques différents sont enregistrés à la fois dans chaque étude. Les écart-types, réduits, indiquent des valeurs semblables pour les neuf études palynologiques.

La distribution géographique des valeurs de taux de pollens d'arbres montre des paysages très ouverts sur toute la péninsule bretonne. Les taux de Poacées sont en revanche très élevés, ils caractérisent les végétations à caractère steppique qui couvrent alors la majorité du Massif armoricain (cf. § B.4.1).

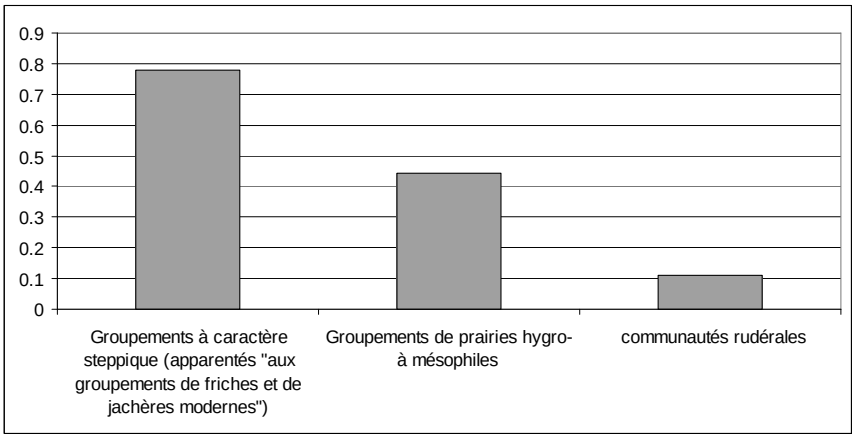

Fig. 454 Fréquences des occurrences de diverses associations végétales « de coteaux » inventoriées dans l'ensemble des études archéobotaniques armoricaines recoupant la fin du Bölling – Allerød (soit neuf études).

Comme le laissait suggérer la faible moyenne du nombre de groupements archéobotaniques par étude (Fig. 92), il y a peu de groupements différents, trois seulement pour l'ensemble des neuf études. En ce qui concerne les groupements « archéobotaniques de coteaux », ce sont les groupements apparentés pour les besoins de l'enregistrement aux groupements de « friches et de jachères » qui sont les mieux représentés. Ces groupements ont évidemment une origine entièrement naturelle. Mais les contraintes climatiques qui se sont exercées sur les végétations de la fin du Bölling – Allerød ont formé des associations archéobotaniques semblables aux groupements de « friches et de jachères » actuels. Ainsi, on retrouve par exemple dans cette association les attestations de « Poacées, *Artemisia*, *Chénopodiacées*, Astéracées et *Rumex* ». Pour la fin d'interstade du Bölling – Allerød cette association est bien sûr à relier aux végétations à caractère steppique.

On trouve ensuite les groupements de prairies et de communautés « rudérales » qui répondent au même principe (Fig. 454).

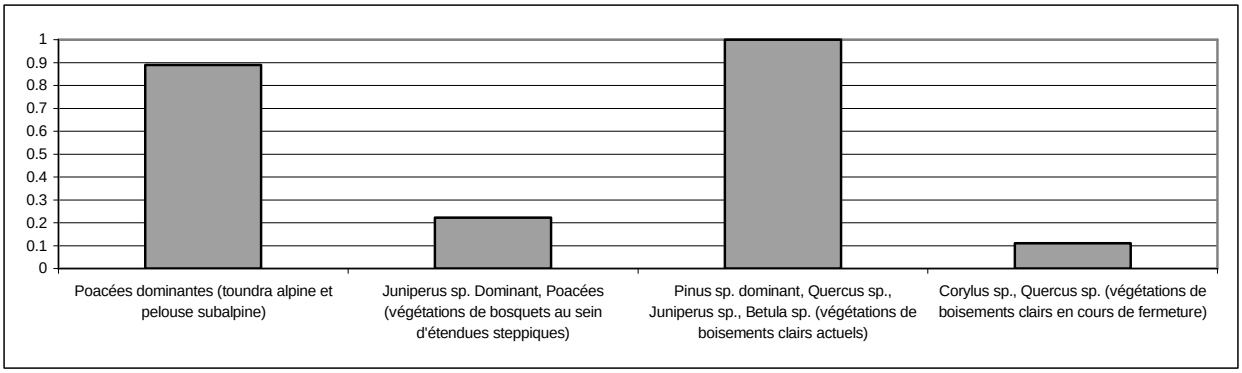

Fig. 455 Fréquences des occurrences des différentes associations archéobotaniques régionales identifiées dans l'ensemble des études archéobotaniques recoupant la fin de l'interstade du Bölling – Allerød (environ 11850 à 10700 BP).

Ce sont les associations à Poacées dominantes accompagnées par les végétations de boisements clairs qui sont les mieux représentées. Notons que le groupement à « *Pinus* dominant » est systématiquement identifié dans les études mais apparaît en « bruit de fond » par rapport aux fréquences polliniques nettement plus importantes des taxons du groupement à Poacées. Devant les fréquences relativement faibles (parfois quelques occurrences) mais systématiques des pollens de pin dans les études armoricaines, il faut envisager une provenance lointaine depuis les marges orientales du Massif armoricain (car la présence de pins à proximité d'un des points de sondage se concrétiserait inévitablement par de fortes fréquences polliniques ce qui n'est pas le cas). Il est possible que le vecteur de transport (probablement les hautes masses d'air) ont alors homogénéisé les densités de pollens sur l'ensemble du Massif. Une nouvelle fois, l'enregistrement de données polliniques à l'extérieur du Massif se révèlerait nécessaire afin de mieux estimer cette différence de végétation.

C.3.2.5.1.2. Les différentes études paléoenvironnementales réalisées dans le Finistère

Seules les deux études de Langazel (Trémaouezan), décrites dans le cadre de ce mémoire, permettent d'avoir des informations sur le paysage végétal de la fin de l'interstade du Bolling-Allerød sur cette partie occidentale de la péninsule bretonne.

- *Synthèse des résultats polliniques*

Les occurrences des groupements détectés pour la fin de l'interstade du Bölling – Allerød sont inventoriés dans la tableau ci-dessous. L'interprétation des paléo-paysages correspondant est détaillée au chapitre C.3.2.4.

	Groupements archéobotaniques inventoriés	Sondage de la parcelle ZA15	Sondage de la parcelle 100
Les formations végétales de la station (zones humides)	Groupements de zone profondes (1.5 à 2.5 mètres)	-	+
	Groupements de zones inondées (peu profondes, moins de 1.5m)	+	+
	Groupements de roselières	+	+
	Groupements de tourbières	+	+
	Groupements de prairies humides (en périphérie)	+	+
	Groupements de forêts et de bois hygrophiles	-	-
	Groupements de côte sableuse	-	-
	Groupements de la slikke	-	-
	Groupements du schorre	-	-
Les groupements végétaux des coteaux ou du voisinage (sols bien drainés)	les groupements significatifs de cultures	-	-
	Les groupements de friches et de jachères	+	+
	Prairies hygro- à mésophiles pâturées	+	+
	Groupements des landes armoricaines et de pâturages « secs »	-	-
	Groupements de boisements rudéraux ou « friches évoluées »	-	-
	Forêts claires, forêts pâturées, végétations bocagères	-	-
	Communautés rudérales, chemins, zones d'habitats, lieux de pacage	-	-
	Groupements végétaux des rochers et des falaises	-	-
Les groupements végétaux issus de l'apport pollinique régional (500m à 10km.)	Groupements archéobotaniques à Poacées dominantes « toundras alpines et pelouses subalpine »	+	+
	Groupements archéobotaniques de *Pinus sp.* dominant, *Quercus sp.*, *Juniperus sp.*, *Betula sp.* (végétations de boisements clairs actuels)	+	+
	Groupements archéobotaniques de *Corylus sp.*, *Quercus sp.* (végétations de boisements clairs en cours de fermeture)	-	+

Fig. 456 Tableau représentant les occurrences de divers groupements végétaux retrouvés dans les études archéobotaniques de Langazel (Trémaouezan) pour la fin du Bölling – Allerød. Légende du tableau : « - » : groupement absent ; « + » : groupement présent.

C.3.2.5.2. Proposition d'une carte de végétation potentielle de la fin de l'interstade du Bölling - Allerød, autour de la zone humide de Langazel (Trémaouezan, 29).

C.3.2.5.2.1. Reconstitution de l'environnement abiotique des alentours de la zone humide

Le milieu physique constitue un ensemble de paramètres déterminant la flore et la faune ayant existé. Il s'articule autour de trois paramètres principaux :

- le climat,
- la géologie, la géomorphologie, la pédologie,
- l'hydrologie, l'hydrographie.

La tourbière de Langazel ayant bénéficié d'un diagnostic écologique dans le cadre de l'établissement d'un plan de gestion Natura 2000, ces différents points ont été analysés et consignés dans un mémoire traitant du site (J. Durfort, 1994). Dans le cadre de la reconstitution paléo-paysagère nous nous référerons à ces informations.

- *le climat,*

La région du Léon se caractérise actuellement par un climat océanique. La courbe de la montée du niveau marin estimée par E. Bard (1996) et Larsonneur (1977) (cf. § A.1.3.2) montre un niveau bas d'environ –70 mètres pour la fin de l'interstade. L'isobathe actuelle de –70 mètres permet de positionner le trait de côte de l'époque à environ 27 kilomètres des sondages.

Les influences climatiques marines devaient donc aussi exister, même s'il est impossible de définir exactement la qualité de ces influences (ex. l'existence ou non de courants marins favorables tel que le Gulf Stream ?).

Les rapports isotopiques de l'oxygène obtenus dans les niveaux de glaces correspondant à la fin de l'interstade indiquent des températures plus fraîches par rapport au début de l'interstade, annonçant les températures froides du Dryas Récent.

- *la géologie, pédologie,*

La zone humide de Langazel se tient dans une de ces cuvettes mal drainées que l'on rencontre dans le pays léonard. Le socle hercynien, granitique, affleure sous forme de quelques boules dispersées. Ce socle est recouvert d'un placage limoneux gris-bleu riche en quartz. Il s'agit d'un limon gris déposé lors de la dernière période glaciaire. A la différence des limons ocres que l'on trouve également dans ce secteur de la Bretagne, ces limons gris donnent des terres peu fertiles. D'un point de vue pédologique, la présence de ce matériaux quaternaire réparti uniformément sur l'ensemble du secteur d'étude sur plus d'un mètre d'épaisseur se traduit par une homogénéité texturale des profils. Ce constat, en plus des faibles épaisseurs sous lesquelles ont été retrouvées les niveaux de l'interstade dans les sondages palynologiques (seulement 1,5 m dans le sondage de la parcelle 100 et 1,8 m dans la parcelle ZA15 au milieu de la cuvette !) n'annonce pas d'importants remaniements sédimentaires depuis cette époque. Les grands traits du relief actuel permettent donc d'avoir une image assez fidèle de la configuration topographique globale de l'époque.

Par ailleurs, une carte des épaisseurs de l'horizon organique a été établie dans le cadre du plan de gestion traitant de la description du milieu. Elle révèle une faible épaisseur des horizons organiques sur les coteaux, mais aussi des zones plus profondes à l'intérieure de la cuvette (Fig. 457). Il n'est pas facile de prendre en compte ces épaisseurs dans le cadre de la reconstitution paléo-paysagère car le site a fait l'objet de prélèvements de tourbe et de drainages dans certaines parcelles.

On peut néanmoins supposer que les endroits présentant les plus fortes épaisseurs de l'horizon organique (assimilable à un horizon tourbeux ou para-tourbeux) sont aussi ceux qui ont amorcé en premier les processus de tourbification. Ce sont donc des endroits qui présentaient dès l'origine des contextes encaissés et susceptibles de maintenir une humidité permanente.

- *hydrologie, hydrographie,*

La zone humide de Langazel est comprise en tête du bassin versant de l'Aber Vrac'h et elle abrite les principales sources de cette rivière. Deux « sous-bassins versants » peuvent être distingués à l'intérieur de la zone humide :

- un sous-bassin versant principal dont le point aval se trouve sur l'Aber Vrac'h quand celui-ci pénètre dans la commune de Ploudaniel (partie nord-est de la zone humide).
- un sous-bassin versant nettement plus réduit englobant la partie extrême ouest de la zone naturelle.

Les études granulométriques réalisées sur les niveaux correspondant à la fin du Bölling – Allerød ont montré pour les deux sondages des conditions de dépôts sédimentaires très calmes, telles que le présentait probablement le fond d'un lac. Cette hypothèse est appuyée par les résultats palynologiques qui montrent des groupements de zones inondées bien développés.

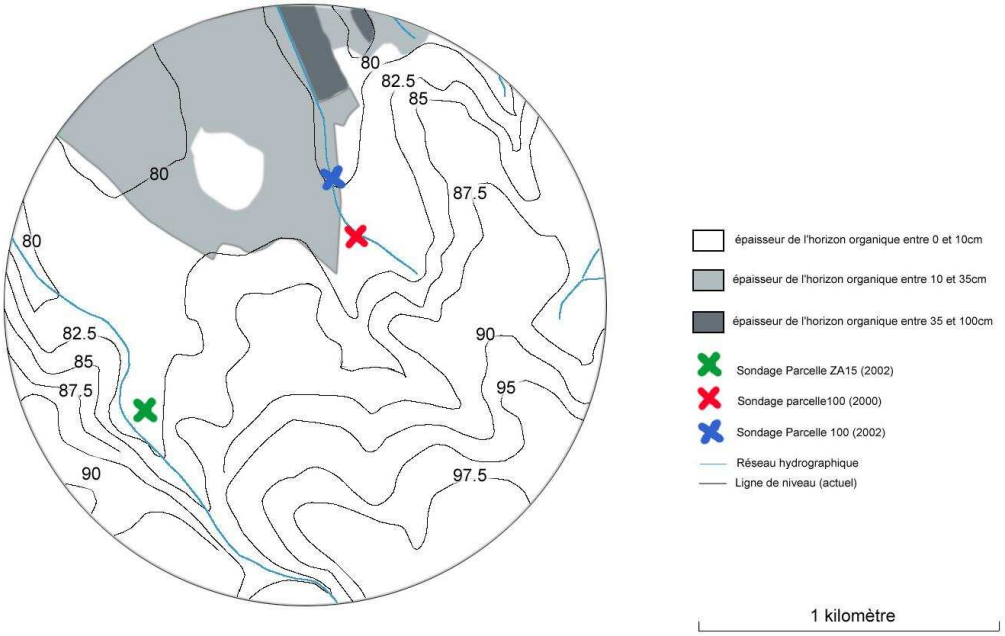

Fig. 457 Carte faisant état du contexte topographique actuel autour de la tourbière de Langazel (extrait de la carte IGN au 1/25000e). La distribution spatiale des épaisseurs de l'horizon organique mesurée lors du diagnostic écologique de la zone humide (J. Durfort, 1994) est aussi représentée.

C.3.2.5.2.2. Reconstitution de la végétation des alentours de la zone humide.

Les études granulométriques réalisées sur les niveaux correspondant à la fin du Bölling – Allerød ont montré des indices d'évolution et de grossièreté très faible révélant des conditions de dépôts sédimentaires très calmes, telles que le présentait probablement le fond d'un lac (cf. § C.3.2.2.1 et § C.3.2.3.1).

Les résultats palynologiques sont cohérents avec cette interprétation puisque des groupements de zones inondées sont inventoriés dans les deux sondages. Notons que l'étude de la parcelle 100 présente un groupement de zone inondée profonde ce qui n'est pas le cas de l'étude de la parcelle ZA15 qui se trouvait donc plus en périphérie de la zone humide. Divers groupements archéobotaniques de zone humide ont aussi été identifiés (groupements de tourbières, de roselières et zones en voie d'envasement, prairies humides). Ces groupements occupaient probablement les différents faciès géomorphologiques du bord du lac.

Les coteaux sont couverts par des végétations à caractère steppique où les Poacées dominent (groupements apparentés aux groupements de « friches et de jachères »). On trouve aussi des groupements archéobotaniques de « Prairies hygro- à mésophiles » dans les deux sondages.

En ce qui concerne les groupements archéobotaniques à résonance régionale c'est à nouveau le groupement « à Poacées dominantes » qui est supposé. Les résultats palynologiques révèlent aussi des compositions ligneuses, en quantités polliniques moins importantes (groupement archéobotanique à *Pinus sp.* dominant, *Quercus sp.*, *Juniperus sp.*, *Betula sp.* (végétations de boisements clairs actuels)). Ces groupements étaient probablement présents dans les espaces aux sols épais (ex. les fonds de vallées).

Enfin, le groupement à base de *Corylus* et *Quercus* (végétations de boisements clairs en cours de fermeture) a été identifié dans le sondage de la parcelle 100. Ces taxons ligneux résistant mal à des températures trop froides, ils devaient être cantonnés à des espaces bien exposés et protégés des vents (cf. proposition de reconstitution paléo-paysagère Fig. 458).

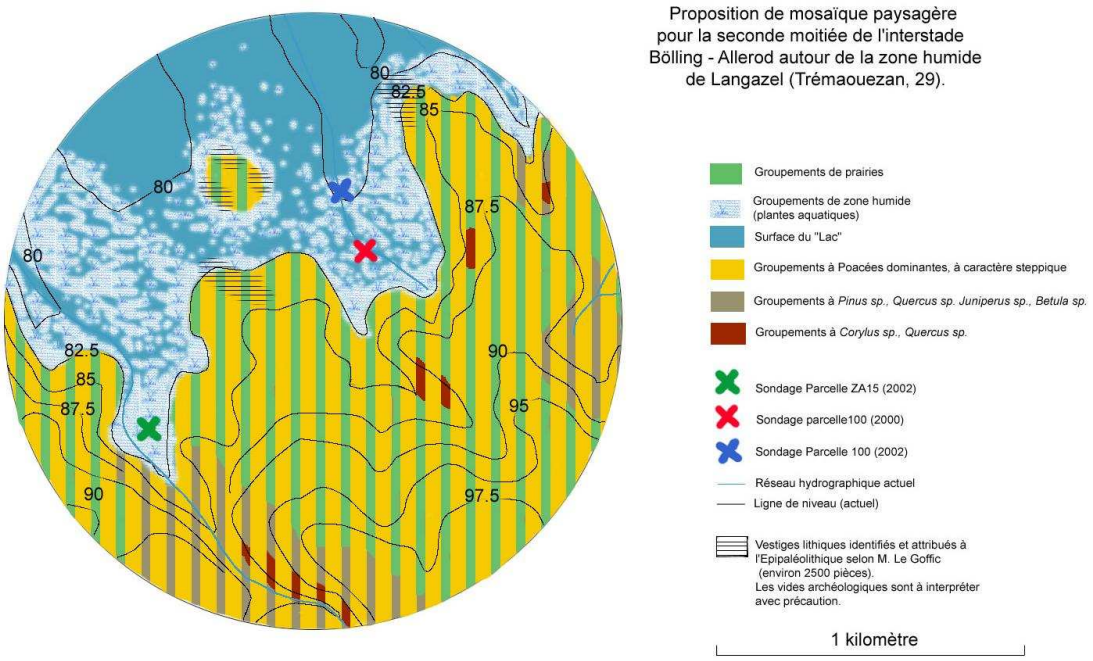

Fig. 458 Proposition de la mosaïque paysagère autour de la zone humide de Langazel (Trémaouezan), à la fin du Bölling-Allerød (environ 11850 à 10700 BP).

C.3.3. Site de la ferme archéologique de Lann Gouh, Melrand (56)

C.3.3.1. L'étude palynologique

C.3.3.1.1. Présentation du site et objectifs

L'objectif de cette étude, élaboré en concertation avec Maud Le Clainche, directrice de la ferme archéologique de Melrand (Village de l'an mil), est de reconstituer le paysage végétal contemporain du village médiéval de Lann Gouh. Ce village situé à proximité d'un affluent de la Sarre, à Melrand a été mis au jour par des fouilles archéologiques engagées depuis les années 1980.

Depuis 1986, dans le cadre d'une mise en valeur touristique et pédagogique, une étude pluridsiciplinaire du site a été lancée. C'est dans ce cadre que l'élaboration d'une maquette du village médiéval de Lann-Gouh tel qu'il était aux alentours du XIIIe / XIVe siècle a été envisagée puis réalisée.

Pour cela, l'archéologue, Maud Le Clainche, ainsi que les divers intervenants disposent d'un certain nombre de documents d'ordre archéologique, géographique, ethnographique, archéobotanique… Or, si la reconstitution des divers bâtiments ainsi que le plan du village peuvent être réalisés assez fidèlement à partir de ces documents, l'insertion paysagère du village dans un périmètre de quelques centaines de mètres nécessite la mise au point d'une véritable démarche appuyée sur des données d'ordre archéobotanique (études palynologiques, carpologiques, anthracologiques) mais aussi écologique (affinités écologiques des espèces, dynamiques végétales), géographique (utilisation de données topographiques, géologiques, pédologiques) et ethnographique (données sur les pratiques agricoles).

Afin de compléter les données archéobotaniques existantes, il a donc été décidé de procéder à une étude palynologique dans les environs du village, à Noguello (Fig. 459).

Le sondage se situe plus exactement à l'intérieur d'une aulnaie-saulaie à quelques dizaines de mètres en contrebas d'une prairie humide. L'humidité de cette zone est assurée par un ruisseau qui draine les prairies environnantes.

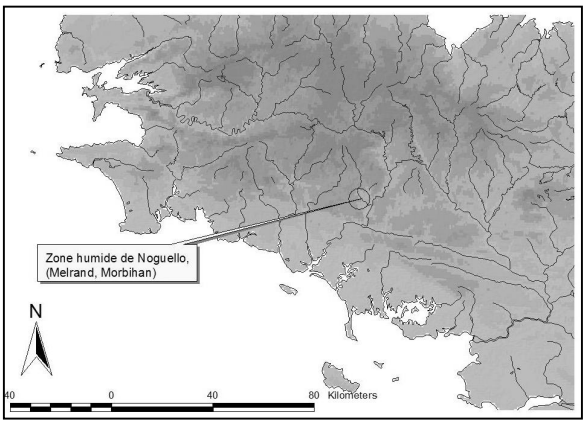

Fig. 459 Localisation de la zone humide de Noguello, commune de Melrand (56).

Le sondage a été réalisé grâce à un carottier manuel, à l'endroit qui présentait la plus forte puissance de tourbe, soit environ 140 cm.

Les coordonnées géographiques du sondage sont les suivantes : X = 192 320 m et Y = 344040 m (coordonnées Lambert II).

C.3.3.1.2. Litho-stratigraphie

La litho-stratigraphie observée se résume à trois niveaux :

De 0 cm à 124 cm : tourbe noire,
de 124 cm à 131 cm : tourbo-argilo-limoneux,
de 131 cm à 137 cm : argilo-limoneux.

L'étude de la lithologie permet de constater une sédimentation tourbeuse, homogène sur toute la partie sommitale du sondage (0 à 124 cm). Une couche plus minérale de quelques centimètres (de 124 cm à 131 cm) fait la transition avec l'horizon argilo-limoneux de la base du sondage.

C.3.3.1.3. Datations radiocarboniques

Trois échantillons ont fait l'objet de datations radiocarboniques. Le matériel daté correspond à de la tourbe et à de l'argile organique (Fig. 460).

Code Labo :	**Coordonnées stratigraphiques des échantillons (cm)**	**Type de sédiments**	**Age (B.P.)**	**Age calibré** (à partir des données atmosphériques de Stuiver et al. (1998) ; Oxcal v. 3.5 Bronk Ramsey (1995); Avec une probabilité de 95.4%
LY - 11646	80 - 84	tourbe	Actuel	Actuel (1982) (activité de 123,41%)
Ly - 12088	106 - 108	tourbe	1990 ± 60	170 cal. BC (95.4%) 140 cal. AD
Lyon-2223(OxA) (mesure par accélérateur)	128 - 130	Tourbe argileuse	6440 ± 40	5480 cal. BC (95.4%) 5320 cal. BC

Fig. 460 Inventaire des datations radiocarboniques et de leurs calibrations pour le sondage de Noguello.

La dernière datation (au niveau 128 – 130) située juste à la transition entre les niveaux à dominante organique (124 cm à 131 cm) et les niveaux à base minérale (131 cm à 137 cm) est plus vieille que ne le laissait présager la datation du niveau 106-108 cm et l'homogénéité des résultats polliniques. Il est possible qu'une contamination avec les sédiments des niveaux inférieurs (puisque la datation se situe en limite inférieure du niveau organique) ou bien un hiatus situé au niveau 127-128 cm explique ce décalage chronologique.

La datation ^{14}C réalisée au niveau 80-84 cm (LY – 11646) apparaît très récente par rapport à l'évolution globale du diagramme. Le niveau daté n'étant pas très profond, il est très probable que quelques racines et autres éléments organiques aient contaminé le prélèvement daté. Néanmoins, elle ne peut être tout à fait écartée.

C.3.3.1.4. Résultats palynologiques

Les fréquences du diagramme palynologique (cf. diagramme en annexe) ont été réalisées à partir d'une somme de base excluant les spores de la somme de base.

C.3.3.1.4.1. Description des zones du diagramme pollinique

Six zones locales, chacune désignée par une lettre de l'alphabet ont pu être mises en évidence :

- Zone a (137 cm)

Cette zone n'est composée que par un seul spectre pollinique, le prélèvement postérieur (131 cm - 132 cm) n'ayant révélé que trop peu de pollens. La composition de ce spectre est néanmoins à considérer avec précaution à cause d'éventuelles conservations différentielles liées au substrat minéral, voire à cause d'éventuels effets de la circulation d'eau de la nappe phréatique ayant pu introduire des pollens extérieurs.

Le spectre est marqué par des taux de pollens d'arbres aux environs de 40%, avec notamment des pollens de *Salix*, boisement probablement local.

On constate par ailleurs des taux polliniques d'herbacées importants avec des taux de Poacées à 20%, de Cichorioïdées et d'Astéracées à plus de 10%. Les taux de Cypéracées restent aux alentours de 15%.

Les taux relativement importants de Cichorioïdées et d'Astéracées sont surprenants par rapport à la relative pauvreté de la diversité taxonomique du spectre. Une conservation différentielle de ces deux taxons est à envisager.

- Zone b (127 cm –103 cm)

Un très fort taux de pollens d'arbres se dégage de cette zone puisque le taux d'A.P. atteint plus de 80%. C'est l'aulne probablement local qui représente la plus grande part de ces pollens avec un taux qui atteint parfois 70%.

La diversité taxonomique est l'autre fait marquant de la zone d'association pollinique. On trouve en effet le cortège des aquatiques avec *Nymphaea*, *Potamogeton*, *Myriophyllum spicatum*, Alismacées. Quelques attestations de *Sphagnum* accompagnées de pollens de Dipsacacées et d'*Erica*, peuvent indiquer l'existence de landes tourbeuses. La détection d'attestations de *Typha angustifolia*, *Lysimachia*, Cypéracées, *Hydrocotyle*, signale la présence de zones humides en voie d'atterrissement, de roselières.

Un ensemble de taxons polliniques caractéristiques des prairies mésophiles à humides peut être identifié avec les pollens de Poacées, Cypéracées, *Lysimachia*, Rubiacées, Scrophulariacés, Rosacées, *Potentilla*, Apiacées, Astéracées, *Rumex*, Brassicacées, Renonculacées, Caryophyllacées, *Epilobium*…

Les preuves d'exploitations agricoles des alentours existent avec la détermination de taxons polliniques correspondant à des plantes cultivées (*Cerealia type*, *Fagopyrum*, *Linum*, *Cannabis*/*Humulus*) ainsi que par des taxons accompagnateurs de ces cultures avec *Rumex* et *Linaria* (dans le cas de *Linaria arvensis* caractéristique de terres cultivées). Le châtaignier (*Castanea*) est aussi présent. Les taxons polliniques de plantes rudérales sont nombreux avec *Plantago*, *Polygonum aviculare*, Cichorioïdées, Apiacées, *Potentilla*, Fabacées, Rubiacées (ex. *Galium*), Urticacées, *Artemisia*, Chénopodiacées.

La composition forestière est dominée par *Quercus*, *Corylus* et dans une moindre mesure par *Fagus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Pinus*, *Acer*. Des taxons arbustifs sont aussi détectés avec des pollens d'*Ilex*, *Hedera*, Rhamnacées (en plus de *Melampyrum*, Scrophulariacée de sous-bois) .

Enfin, le boisement hygrophile, local, est représenté par *Alnus*, *Fraxinus*, *Populus*, *Myrica*.

- Zone c (103 cm à 89 cm)

Cette zone se démarque de la précédente par une très nette baisse du taux de pollens d'arbres. Celui-ci oscille désormais entre 30 et 60%. Cette baisse est liée à la forte régression de la fréquence pollinique de l'aulne (15 à 30%) qui constitue néanmoins encore la plus

grande part des pollens d'arbres. En revanche, les taux de *Quercus* (jusqu'à 20%) et de *Corylus* (10%) sont restés relativement stables vis-à-vis de la zone sous-jacente.

Parallèlement, les compositions polliniques sont semblables à celles constatées dans les niveaux de la zone précédente, avec un peu moins de diversité taxonomique et ce malgré « l'ouverture » de l'environnement local.

Ainsi, on détecte toujours des aquatiques par l'intermédiaire de *Potamogeton* et *Sparganium*. Les pollens de *Typha angustifolia* attestent de zones de roselières. Les *Sphagnum* et les pollens d'Ericacées, de Dipsacacées sont caractéristiques de zones de tourbières. Il est néanmoins nécessaire de modérer l'importance de ces cortèges à cause de la pauvreté taxonomique qui les caractérise.

Le cortège des prairies humides et mésophiles est de nouveau détecté avec les pollens de Poacées, Scrophulariacées, Rubiacées, *Potentilla*, Rosacées, Caryophyllacées, Astéracées, Apiacées, Lamiacées, *Rumex*. Notons les détections de pollens de Campanulacées et de *Polygonum aviculare*, signes de prairies mésophiles.

Les taxons « allochtones » sont présents avec les attestations de *Cerealia type*, *Cannabis*/*Humulus*, *Fagopyrum* et *Castanea* dont les taux augmentent. Par ailleurs, les nombreux pollens de *Rumex* mais aussi un pollen de *Papaver* appuient l'existence de terrains cultivés. Les groupements végétaux de friches, de communautés rudérales, zones d'habitats, lieux de pacage sont représentés par les taxons polliniques de *Plantago*, Urticacées, Chénopodiacées, Renonculacées, Caryophyllacées, *Artemisia*, *Polygonum aviculare*, *Rumex*, Ericacées, *Calluna*, Brassicacées,…

L'existence de landes peut être suggérée par la détection à la fois de pollens d'*Ulex*, *Calluna*, *Erica*, Ericacées et Fabacées.

Les compositions forestières sont dominées du point de vue des fréquences polliniques par *Quercus*, *Corylus* et *Betula*. On retrouve à des taux plus faibles, des attestations de *Fagus*, *Tilia*, *Ulmus* et *Pinus*.

Les végétations de sous-bois sont représentées par l'intermédiaire des taxons d'*Ilex*, *Hedera* et Rhamnacées.

- Zones d (89 cm – 65 cm)

C'est l'augmentation brutale du taux de pollens de *Cannabis/Humulus* qui est le principal critère de délimitation de la zone d'assemblage pollinique. On constate par ailleurs un léger ressaut des taux de *Cerealia type*, *Plantago*, *Rumex*, Brassicacées dans les niveaux 89 à 85 cm. De plus, des pollens de seigle et un pollen de noyer apparaissent pour la première fois dans ces niveaux. Cette zone est donc marquée par un impact anthropique fort.

Le taux de pollens d'arbres oscille entre 25 et 50%, dont une bonne partie est composée de pollens d'aulne probablement d'origine locale. Ces résultats décrivent donc un paysage faiblement boisé à l'extérieur de la zone humide. Les compositions forestières sont dominées par *Quercus*, *Corylus* et *Betula*. Les taxons de *Fagus*, *Tilia*, *Pinus* sont les autres taxons d'arbres. En revanche, on voit disparaître les attestations de sous-bois jusque là continues de Rhamnacées et d'*Ilex*.

Le cortège des aquatiques est représenté par *Potamogeton*, *Lemna*, *Callitriche* (synonymes d'étendues d'eau relativement profondes). *Typha angustifolia* atteste l'existence de zones moins profondes (ex. roselières). Une attestation de *Sphagnum* couplée à des pollens d'*Erica*, de Dipsacacées, *Myrica*, voire de *Potamogeton* tendent à indiquer la présence de zones de tourbières qui sont néanmoins en régression par rapport aux zones sous-jacentes.

Les groupements de prairies humides et mésophiles sont perceptibles avec les pollens de Cypéracées, *Lysimachia*, Rubiacées, Rosacées, *Potentilla*, Apiacées, Lamiacées. Les

détections de Scrophulariacées, Campanulacées, *Polygonum aviculare*, *Calluna*, Astéracées, signent davantage l'existence de prairies mésophiles.

Enfin, des landes existent probablement dans le secteur avec les détections de pollens de *Calluna*, *Erica* et Fabacées.

- Zone e (65 cm – 39 cm)

La très nette chute des fréquences polliniques de l'aulne marque le début de la zone. Cette chute entraîne une baisse du taux de pollens d'arbres aux environs de 25%. On voit en revanche se développer les taux de châtaignier à 15% dominant alors la composition des pollens d'arbres. Il est probable que le châtaignier a une origine locale peut-être en remplacement des aulnes détectés dans les séquences sous-jacentes. En plus du châtaignier, *Quercus* apparaît désormais comme le taxon dominant les végétations forestières avec dans une moindre mesure *Corylus*, *Betula*, *Pinus* et *Fagus*.

On constate par ailleurs une quasi-disparition des taxons de plantes aquatiques (disparition de *Lemna* et *Potamogeton*) seuls les pollens de Cypéracées avec ceux de *Typha angustifolia* attestent encore d'une certaine humidité du site.

Une fois de plus, les cortèges de prairies plutôt mésophiles sont bien représentés avec la détection de pollens de Rubiacées, Apiacées, Scrophulariacées, Campanulacées, Astéracées, Rosacées, *Potentilla*, *Calluna*, *Polygonum aviculare*.

Les taux en augmentation de Brassicacées, *Plantago*, Urticacées en plus de la détermination de pollens d'Astéracées, d'*Artemisia*, Cichorioïdées, *Rumex*, Chénopodiacées sont synonymes du développement des groupements végétaux rudéraux tels que les groupements de chemins, zones d'habitats, lieux de pacages, zones de friches. Des landes sont pressenties par l'intermédiaire des attestations de *Calluna*, Ericacées et Fabacées notamment.

Les taxons de cultures sont dominés par les taux de *Cannabis/Humulus*, *Secale*, *Cerealia type* et *Fagopyrum*.

- Zone f (39 cm – 9 cm)

Cette zone est marquée par une brusque remontée des taux de Cypéracées. Les taux d'A.P. augmentent quelque peu (35% environ) sous l'impulsion notamment du taux de châtaignier (20%). Il est néanmoins probable que ces châtaigniers, locaux (?), ne reflètent pas un reboisement régional. En effet, on constate de faibles fréquences polliniques de chêne (moins de 10%), avec des taux tout aussi faibles de *Betula* accompagnés de quelques pollens de *Corylus*, *Fagus*, *Ulmus*. Les taxons de sous-bois ne sont plus représentés que par quelques occurrences de *Viburnum*, *Prunus*, *Hedera* et Rhamnacées. L'augmentation du taux de pollens de *Pinus* (jusqu'à 10%) décrit très probablement la mise en valeur des sols de landes qui a eu lieu un peu partout en Bretagne à partir du XIXe siècle.

Les attestations de plantes aquatiques sont rares. Seules quelques attestations de *Myriophyllum spicatum* et *Potamogeton* indiquent l'existence de zones d'eau libre. Le développement des taux de Cypéracées avec la présence de pollens de *Typha angustifolia* et de *Filipendula* peuvent révéler des espaces humides en voie de comblement (ex. roselières).

Tout comme dans les zones d'association polliniques sous-jacentes, le cortège des plantes de prairies est bien représenté avec des déterminations de pollens de Rubiacées, de Scrophulariacées, d'Apiacées, de *Potentilla*, de *Rumex*, de *Plantago*, de Campanulacées, de Brassicacées. Quelques pollens de *Filipendula* et de *Thalictrum* peuvent être synonymes de prairies à caractère plus humide.

Enfin, on constate des pollens attestant la pratique de cultures de sarrasin et de céréales, dont le seigle. Les taux de pollens de *Cannabis/Humulus* diminuent jusqu'à

disparaître au sommet du sondage. Les plantes rudérales paraissent être moins présentes autour de la zone humide (les pollens d'Urticacées et de *Plantago* sont réduits à quelques unités). Les plantes adventices sont toujours représentées avec des pollens de *Rumex*.

Quatre phases écologiques (NOG suivi d'un chiffre) peuvent être définies.

NOG 1 (zone a) : phase à *Salix*, Poacées, Cichorioïdées, Astéracées, Cypéracées,

NOG 2 (zone b, c) : phase à *Alnus*, *Quercus*, *Corylus*, Poacées, (Cypéracées, *Betula*, *Rumex*, *Fagus*, *Pinus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Plantago*, *Cannabis/Humulus*, *Cerealia type*, *Fagopyrum*, *Castanea*, *Linum*),

NOG 3 (zone d) : phase à Poacées, *Alnus*, *Cannabis/Humulus*, Cypéracées, *Rumex*, *Corylus*, (*Castanea*, *Betula*, *Fagus*, *Plantago*, Cichorioïdées, Brassicacées, *Cerealia type*, *Fagopyrum*, *Secale*),

NOG 4 (zone e, f) : phase à Poacées, Cypéracées, *Castanea*, *Quercus*, *Alnus*, *Betula*, *Pinus*, Cichorioïdées, Brassicacées, *Cannabis*/*Humulus*, *Rumex*, Renonculacées, (*Cerealia type*, *Secale*, *Fagopyrum*).

C.3.3.1.4.2. Description de la courbe du flux pollinique

L'ensemble de la partie supérieure du carottage ne présente pas de différences sédimentaires majeures (une tourbe noire est constatée depuis le sommet jusqu'au niveau 124 cm). En l'absence de différences d'ordre sédimentaire, les variations des fréquences polliniques absolues ne sont donc soumises qu'aux seules variations de la production pollinique environnante. Seuls les prélèvements allant de 124 à 127 cm, dont la composition sédimentaire semble un peu plus minérale et le prélèvement du fond de la colonne (clairement minéral) présentent des densités sédimentaires différentes.

En ce qui concerne la vitesse de sédimentation, il n'a pas été possible d'utiliser la méthode bayésienne à cause du trop faible nombre de datations (trois datations dont une correspondant à l'actuel…). Notons que la date de 1982 obtenue par ^{14}C à la profondeur 80 – 84 cm pose problème. On peut soit évoquer un problème de datation, soit une sédimentation brutale et importante durant les dernières années pour l'ensemble du sommet du sondage (ex. effet d'un arasement de talus ou d'un remembrement du parcellaire de Noguello…?).

Le spectre du niveau 137 cm présente un nombre de grains de pollens par gramme de sédiment faible par rapport aux niveaux supérieurs (environ 5000 pollens par gramme de sédiment). Ce résultat est lié à la densité importante du sédiment de ce niveau (à base minérale) mais aussi très probablement à la disparition d'un grand nombre de pollens. Par ailleurs, la conservation différentielle de certains types de pollens peut être évoqué à cause de la forte disparité constatée entre les taxons polliniques de ce spectre (cf. zone a).

La séquence allant de 125 à 105 cm présente de forts flux polliniques. Ils correspondent globalement à de fortes productions de pollens d'aulne. Le pic observé au niveau 119 ne correspond à aucun véritable changement de composition pollinique.

Une chute de la production pollinique est à signaler au niveau 87 cm (environ 16000 grains par gramme de sédiment). Le flux pollinique reste faible au niveau 85 cm. Il n'y a tout d'abord pas de relations apparentes entre ces baisses des fréquences polliniques absolues et l'évolution de la composition pollinique du diagramme. Ce n'est qu'à partir du niveau 89 cm

(début de la zone d'assemblage pollinique d) que plusieurs indices d'anthropisation apparaissent (pollens de *Secale*, augmentation brutale du taux de *Cannabis*/*Humulus*, augmentation du taux de *Rumex*, diminution du taux A.P.). Ce repli de la production pollinique pourrait donc être l'une des conséquences de l'exploitation agricole des environs immédiats (défrichement, fauche, perturbation localisée de la sédimentation de la zone humide ?).

Deux légers pics du flux pollinique sont à signaler aux niveaux 69 et 79 cm. Ils correspondent à des productions polliniques de Poacées, de « Chanvre / Houblon » et d'aulne.

On constate pour les niveaux allant de 65 cm au sommet du sondage, des flux polliniques plus faibles et relativement stables. Ce phénomène pourrait résulter de l'exploitation et de l'entretien d'un paysage ouvert dans les environs immédiats du site (l'aulnaie a disparu), ce qui aurait alors freiné le développement de la végétation autour de la dépression. Néanmoins, notons en l'absence de datation de toute la partie supérieure du carottage, l'existence probable d'une sédimentation rapide pour l'ensemble de la partie sommitale du sondage (la date obtenue pour le niveau 82 cm correspondait à un dépôt récent). Or, dans ce cas de figure il est alors logique de constater des fréquences polliniques absolues en baisse puisque pour un apport pollinique constant il y a dans le même temps une arrivée de sédiments plus importante...

C.3.3.1.5. Interprétation du diagramme pollinique

- *Age du Fer - époque gallo-romaine (NOG2, b)*

La zone d'assemblage pollinique « a » présentant un mauvais état de conservation, il a été décidé de ne pas prendre en compte cette zone dans l'interprétation des résultats.

La datation située à la limite inférieure de la zone « b » (128 – 130 cm : 6440 ± 40 BP) est beaucoup plus vieille par rapport à ce que l'on pouvait attendre au regard de la datation de la limite supérieure de la zone « b » (niveaux 106 – 108 cm : 1990±60 BP). Par ailleurs, l'homogénéité des signatures polliniques de cette zone « b » et la qualité des attestations polliniques (ex. présence continue d'attestations de *Fagus* plutôt synonymes des périodes du Subboréal ou du Subatlantique) tendent à appuyer l'hypothèse d'une contamination du prélèvement de la partie inférieure de la zone « b ». En revanche, la datation des niveaux 106 - 108 cm : 1990±60 BP (soit 170 BC (95.4%) 140 AD) apparaît cohérente et permet de faire correspondre cette zone « b » à une période s'étendant probablement de l'Age du Fer à l'époque gallo-romaine.

Avec le début de la phase écologique NOG 2, on assiste tout d'abord à des taux de pollens d'arbres très élevés (entre 80 et 90%). Ces taux sont en partie d'origine locale puisque l'on constate une part très importante des pollens d'aulne. Ces pollens d'aulnes apparaissent d'autre part en fortes quantités (le pic de flux pollinique du niveau 119 est composé par 70% de pollens d'aulne).

C'est un paysage relativement fermé qui se dessine au-delà de l'aulnaie. En effet, après les pollens d'aulne ce sont les fréquences polliniques d'autres arbres qui dominent. Les forêts sont composées notamment de chênes, noisetiers et bouleaux. On trouve par ailleurs dans tous les niveaux de cette période des pollens de hêtres, tilleuls, ormes et pins. Les attestations de plantes de sous-bois sont assez bien représentées (*Ilex*, *Hedera*, Rhamnacées, *Melampyrum*).

Il est possible de détecter l'existence de prairies (on retrouve le cortège des plantes de prairies avec l'identification de pollens de Rubiacées, Rosacées, *Potentilla*, Apiacées, Astéracées, *Rumex*, Brassicacées, Renonculacées, Caryophyllacées, *Epilobium*, *Plantago*).

Par ailleurs, l'identification d'attestations de *Calluna*, d'Ericacées, d'*Ulex* et de Fabacées suggère l'existence de landes dans les environs.

Enfin, des cultures de sarrasin, de céréale, de chanvre, voire de lin (une attestation de *Linum usitatissimum*) sont aussi pratiquées dans le secteur. Le châtaignier, attesté par quelques pollens semble présent de manière sporadique ou lointaine dans le paysage. L'identification de ces taxons est cohérente pour l'époque.

- *Haut Moyen-Age / Moyen-Age central (NOG 2, c)*

Cette partie du diagramme correspond à la première partie du Moyen-Age autour de Noguello. La datation du niveau 106 - 108 cm (1990±60 BP) permet en effet, de resituer de manière relative cette zone d'association pollinique. Elle se démarque de la période précédente par une baisse du taux de pollens d'aulne et par une augmentation, probablement consécutive du taux de Cypéracées.

On note par ailleurs une augmentation des taux de Poacées et de *Rumex*. Ces quelques constats peuvent indiquer une ouverture et une mise en valeur accrue des terres environnantes de Noguello. On ne constate cependant pas de variations nettes en ce qui concerne la qualité des compositions polliniques des formations herbacées ou de forêts. Les cultures de céréale, du sarrasin, du chanvre sont toujours attestées. Le châtaignier se maintient aussi dans le paysage.

- *Bas Moyen-Age / époque moderne (NOG 3)*

Cette période est caractérisée par une très nette amplification de l'emprise humaine sur le paysage végétal.

Les taux polliniques d'aulne sont stables par rapport à la période précédente. Cependant les taux de *Quercus* et *Corylus* sont en léger recul. Le cortège des plantes de sous-bois paraît aussi en régression avec la disparition du houx (*Ilex*) et la raréfaction du lierre (*Hedera*) ce qui appuie avec le recul des arbres, l'hypothèse d'une diminution de la couverture forestière régionale.

En ce qui concerne les cultures, on remarque en premier lieu la forte augmentation des taux polliniques de *Cannabis/Humulus*. C'est probablement l'intensification de l'agriculture ainsi que les techniques de travail du chanvre (tels que le rouissage) qui sont la cause de ces taux élevés. Cette période voit en effet l'industrie du textile (chanvre et lin) se développer de manière très importante en Bretagne. Notons que la région de Pontivy est renommée avant tout pour ses toiles de lin entre le XVIe et le XVIIIe siècle (Tanguy, 2002).

On retrouve les cultures de sarrasin et de céréales qui étaient pratiquées durant la période antérieure. L'affirmation des taux de *Rumex* (plante adventice) est un indice appuyant la pratique de cultures dans les environs. On note de plus l'apparition de pollens de seigle ainsi qu'une attestation de noyer. Le châtaignier est quant à lui de plus en plus présent.

L'identification du noyer et du châtaignier, taxons exigeant des sols riches, suggère des plantations réalisées en parallèle à la mise en place du bocage dans la région de Melrand.

Les prairies sont bien représentées avec des taux de Poacées importants et un cortège taxonomique continu (les taux de *Plantago*, de *Rumex* et des Brassicacées s'affirment).

Enfin, l'association de *Calluna*, Ericacées, *Potentilla*, Campanulacées, Ptéridophytes est caractéristique de landes.

- *Epoque contemporaine (NOG 4)*

Avec cette période, on constate la disparition presque complète de l'aulnaie qui occupait jusqu'à présent les bords de la zone humide. Les taux de pollens d'arbres se maintiennent néanmoins aux environs de 30%, grâce notamment aux pollens de châtaignier. On peut trouver là une raison locale puisque quelques châtaigniers ont pu se développer à proximité du lieu de sondage, en remplacement de l'aulnaie. Il est aussi possible d'y voir une raison plus régionale avec le développement du bocage.

Les taux de Poacées restent importants même s'ils connaissent localement (?), un fléchissement dans la zone « f » (probablement lié au développement des Cypéracées dans la zone humide). Les prairies persistent dans les alentours avec l'association pollinique de Rubiacées, Scrophulariacées, Apiacées, Campanulacées, *Plantago*, *Rumex*…

Les taux polliniques de plantes rudérales, notamment des Urticacées, Brassicacées, *Plantago* mais aussi de *Rumex* augmentent. Là encore, ils attestent de l'emprise humaine sur le paysage végétal.

On retrouve des indices de cultures avec des pollens de sarrasin, seigle, céréale. La fréquence pollinique du chanvre décroît quant à elle peu à peu jusqu'à disparaître au sommet du sondage.

Enfin, la croissance du taux de *Pinus* est à signaler. Cette augmentation correspond probablement aux plantations de résineux qui sont réalisées à partir du XIXe siècle afin d'exploiter les sols pauvres des landes.

C.3.3.2. Proposition d'une mosaïque paysagère autour du village de Lann-Gouh (Melrand, Morbihan) pour la seconde moitié du Moyen-Age (du Moyen-Age central au bas Moyen-Age)

C.3.3.2.1. Contexte et problématique

Le village de Lann Gouh Melrand, rapporté à la période du Moyen-Age par le matériel archéologique, a fait l'objet de plusieurs études paléo-environnementales en liaison avec les fouilles archéologiques dirigées par J. Chalavoux dans les années 1980.

Aujourd'hui, cette reconstitution paléoenvironnementale s'intègre dans un projet de mise en valeur et d'aménagement du site, décrit dans la lettre ci-contre :

Melrand

VILLAGE DE L'AN MIL

LA RECONSTITUTION DES MILIEUX INTERET ET OBJECTIFS

Cas de MELRAND, historique, atouts et inconvénients d'une telle tentative

La collaboration entre les « archéoscientifiques » et les gestionnaires du site est ancienne. Nous avons désormais 18 ans d'expériences, heureuses ou malheureuses. Il était dés le départ impératif qu'un site ouvert au public reste dans le champ de la recherche, justifiant ainsi le contenu de ce qui était présenté et continuant à alimenter une mise en valeur toujours en évolution. Ni laboratoire, ni parc d'attraction, la caution de chercheurs conforte le visiteur dans les choix qui lui sont présentés sur ce site et le sérieux de l'opération dans sa globalité. L'inconvénient est évidemment la lenteur du processus

	Hypothèses	Vérification	Mise en place concrète pour le public
ou	Vestiges mis au jour	Analyses	Elaboration d'un atelier pratique

Les objectifs vis à vis des publics, l'interface entre chercheurs et visiteurs

Ils sont de présenter au public des aspects inattendus, à une échelle réelle ou réduite, par des supports variés mais dont le plus intéressant reste la reconstitution à l'échelle sur le terrain (un terroir avec ses différentes composantes). C'est la mise à disposition à un public le plus large possible des derniers résultats dans un domaine de recherche défini. On ne parle plus du paysage, on le montre, on s'y immerge, on le vit, on le voit évoluer…

Les moyens à mettre en œuvre

Un décryptage des résultats afin qu'ils soient synthétisés et accessibles à tous

De la place même si on ne décide pas de reconstituer tout le terroir

Une volonté de s'inscrire dans le long terme car le végétal l'exige, c'est difficile pour les financeurs

Un suivi des équipes, des chercheurs comme des gestionnaires, l'intérêt étant multiple

Un protocole d'expérimentation bien précis, évolutif, fixant les limites

Les limites de la démarche

Il faut de la place, tenir compte des modifications de climat, d'environnement, des savoirs-faire des équipes qui mettent en place, du temps que l'on peut y consacrer.

Difficultés à intégrer la faune et les acteurs parfois nombreux à un même moment (impact du charbonnier, de l'agriculteur, du seigneur en train de chasser, des moines…).

On va repartir d'une parcelle présentant des caractéristiques dont il est difficile de déterminer l'écart avec celles de l'époque (forêt primaire ! ?) ; les chercheurs doivent pondérer leurs résultats.

Exemples d'applications

Visite d'un milieu Alors que l'iconographie donne une vision où l'imaginaire du peintre peut jouer, la reconstitution de tout ou partie d'un terroir permet d'affiner la perception à partir d'éléments objectifs même si ils peuvent être à un moment ou à un autre discutés.

Maquette De la même façon que nous faisons des maquettes de maisons, de poulaillers, de village… un atelier sur l'environnement est un exercice pratique à la portée d'enfants d'âges très variés

Suivi de l'évolution Un groupe de personnes, sur le long terme, vient régulièrement sur le site de reconstitution pour comprendre le vieillissement naturel, l'impact anthropique, les choix et les interrogations des chercheurs. Sous la forme d'une visite d'extérieur avec une thématique bien précise, la découverte du milieu

Participation active des visiteurs aux travaux exigés par la parcelle à différents moments de l'année

Melle Maud Le Clainche,
MELRAND, le Mardi 18 Février 2003

Melrand Village de l'An Mil Lann Gouh 56310 MELRAND
Tél/Fax : 02 97 39 57 89 - E-mail : melrand@sagemor.fr

SAGEMOR SAEML au capital de 405 000 € - RCS : Vannes B 317 823 409 - Code APE : 632 C - n° SIREN : 317 823 409 - n° SIRET : 317 823 409 00022 - Identifiant TVA FR 09 317 823 409

C.3.3.2.2. Inventaire des études paléoenvironnementales

C.3.3.2.2.1. Synthèse des études paléoenvironnementales réalisées sur le Massif armoricain pour les périodes du Moyen-Age central et du bas Moyen-Age;

- *Les données disponibles :*

Pour la période du Moyen-Age central, 71 études ont été inventoriées dont 37 études palynologiques, 23 études anthracologiques et 7 études carpologiques. Pour le bas Moyen-Age, ce sont 39 études dont 33 études polliniques, 1 anthracologique et 4 études carpologiques qui ont été répertoriées (Fig. 385 pour le Moyen-Age central et Fig. 396 pour le bas Moyen-Age). Il existe en réalité davantage d'études palynologiques recoupant le Moyen-Age, mais la nécessité de datations absolues afin d'ajuster le calage chronologique et la faible définition de ces datations empêchent bien souvent l'attribution précise des données palynologiques pour les périodes médiévales.

- *Les grands traits du paysage végétal armoricain au Moyen-Age central et au bas Moyen-Age*

Ces périodes affichent des taux de pollens d'arbres parmi les plus bas ce qui sous-tend des paysages forts déboisés (les valeurs sont semblables à celles du sub-actuel, Fig. 115)... Ces constatations vont dans le sens d'une emprise humaine de plus en plus forte sur le paysage végétal. L'exploitation des ressources naturelles (en bois notamment) ininterrompue depuis le Néolithique, a eu pour conséquence un déboisement général du Massif armoricain (cf. carte de distribution des interpolations des taux de pollens d'arbres Fig. 387 et Fig. 398).

Toujours en ce qui concerne l'évolution moyenne des indices d'A.P., on note des écarts-types plus faibles par rapport aux autres périodes (Fig. 115) ce qui dénote une certaine homogénéité des densités de végétation pour l'ensemble des études (Fig. 398).

Pour ce qui est des dynamiques végétales, les défrichements probablement très nombreux se concrétisent par une régression de l'ensemble des successions végétales contrecarrée par les phénomènes naturels de recolonisation végétale. Cette confrontation entre dynamique naturelle et pression humaine a pour résultat une augmentation du nombre simultané de niveaux dynamiques (ou groupements de végétation) et probablement de la biodiversité (Fig. 117). Notons la légère baisse du nombre de groupements détectés dans les études paléoenvironnementales entre les périodes du haut Moyen-Age et du Moyen-Age central, ce qui pourrait traduire soit une diminution de la pression anthropique sur le paysage par une disparition des groupements inféodés à l'impact de l'homme, soit au contraire une homogénéisation des paysages par une mise en valeur générale des terres.

La fréquence des groupements archéobotaniques liés à un impact humain direct (Fig. 124) montre un fléchissement marqué au Moyen-Age central, ce qui appuierait donc plutôt l'hypothèse d'une légère érosion de l'emprise humaine pour cette période.

L'évolution des fréquences de taxons cultivés ou implantés par l'homme montre une augmentation presque systématique entre le Moyen-Age central et le bas Moyen-Age (Fig. 461). On note une forte progression des fréquences du sarrasin. On constate par ailleurs de fortes fréquences d'occurrences de taxons « type céréale », et du « chanvre/houblon ». Les attestations du noyer et du châtaignier sont aussi fréquentes puisque plus d'une étude palynologique sur deux possède des occurrences de ces taxons pour ces périodes. Ces

constatations s'accordent pour décrire des paysages anthropisés pour plus des trois quarts des points de sondages polliniques (Fig. 124).

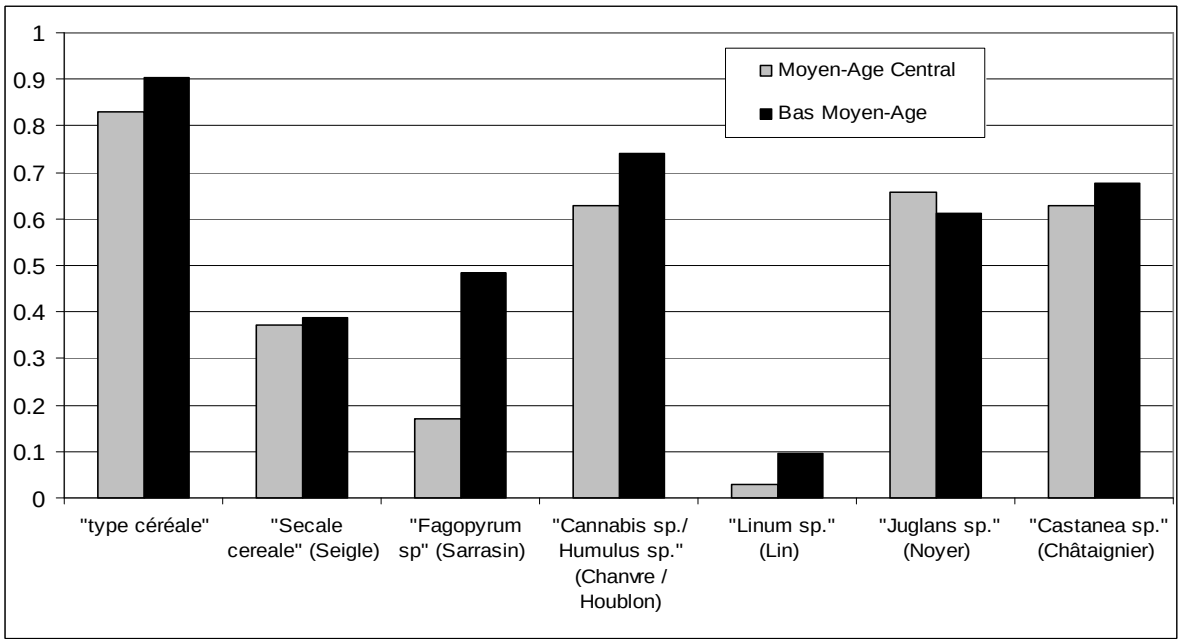

Fig. 461 Evolution des fréquences des occurrences de quelques taxons allochtones entre le Moyen-Age central et le bas Moyen-Age parmi l'ensemble des études carpologiques et palynologiques.

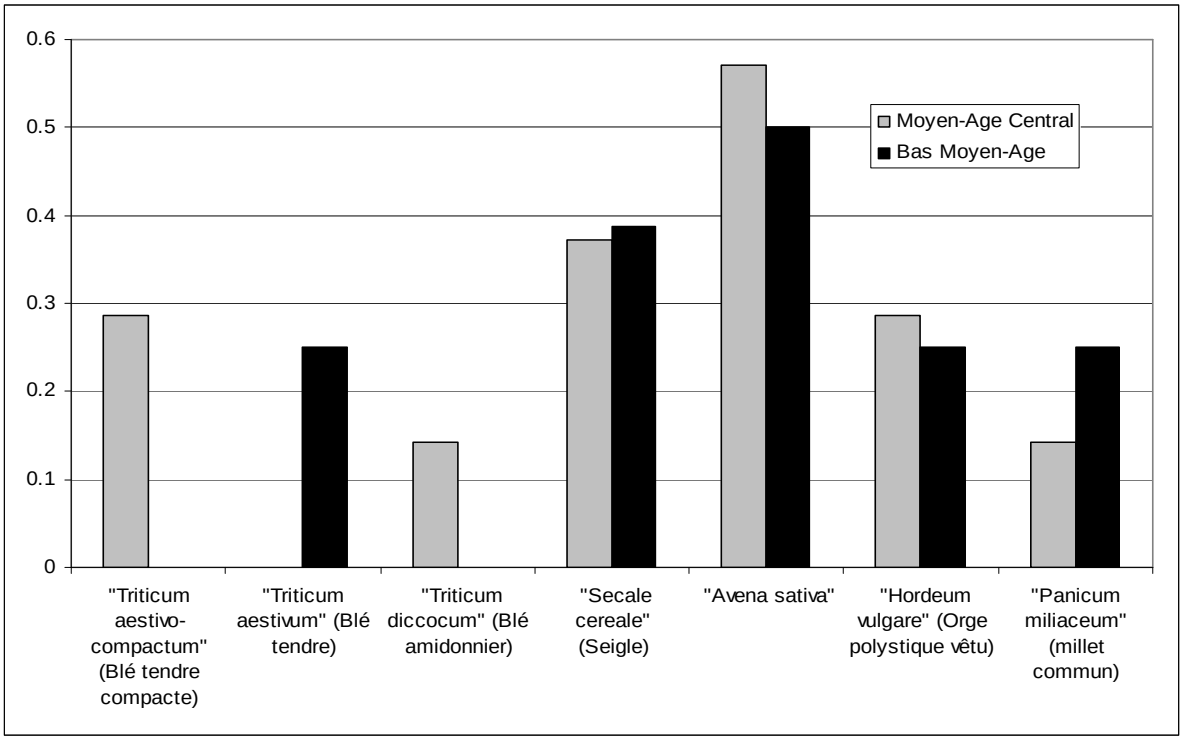

Fig. 462 Evolution des fréquences des attestations carpologiques et palynologiques (pour le seigle) de céréales entre le Moyen-Age central et le bas Moyen-Age.

Parmi les attestations carpologiques de céréales, les résultats montrent dans leur ensemble une prépondérance des occurrences d'avoine (*Avena sativa*), devant le seigle (*Secale cereale*), l'orge (*Hordeum vulgare*), le millet (*Panicum miliaceum*) et les espèces de

blé (*Triticum aestivo-compactum*, *Triticum aestivum*, *Triticum diccocum*) (Fig. 462). L'ensemble des cultures de blé sert très probablement à l'alimentation des populations. En ce qui concerne le seigle, M.-P. Ruas (1990a) souligne que c'est la céréale la plus fréquente sur l'ensemble des sites armoricains d'époque historique. Sa culture était commune au moins depuis le 10e siècle dans l'ouest du Bassin parisien. En Bretagne, selon A. Chedeville et J.-Y. Tonnerre (1987), le seigle serait d'ailleurs « la céréale normale du Moyen-Age ». Les sources écrites et les sources archéobotaniques (Fig. 137 et Fig. 138) montrent que le seigle a tenu une importance économique dans les régions aux sols acides comme ceux de la Bretagne dès les premiers siècles du Moyen-Age.

L'utilisation de l'avoine cultivée (*Avena sativa*) semble moins connue. Selon M.-P. Ruas (1990), « en Bretagne les textes médiévaux lui accorderaient moitié moins de mentions que le seigle » ce qui est contradictoire avec les résultats archéobotaniques (Fig. 462). On peut supposer que l'avoine avait un rôle de complément aux autres céréales, ce qui n'était pas forcément mentionné dans les textes.

L'orge vêtue et le millet sont généralement mal représentés. Ces résultats sont à mettre en parallèle avec les rares mentions de l'orge dans les textes des 11e-13e siècles en Bretagne (Chedeville et Tonnerre, 1987) et avec la part réduite des sols réservés à l'avoine et au millet. En effet, un dixième des terres seulement aurait été réservé à ces deux céréales autour de Vannes à la fin du Moyen-Age, d'après les comptes domaniaux de la Bretagne. Les meilleures terres sont ensemencées avec du froment rouge et du seigle (Legay et Martin, 1982).

La mosaïque paysagère de la seconde moitié du Moyen-Age est dominée par les groupements anthropiques (cultures, communautés rudérales) suivis par les groupements bocagers (ou de lisières), les groupements de prairies et enfin par les groupements de landes et de boisements rudéraux. Il faut noter l'augmentation des fréquences des groupements de « forêts claires », de « fourrés » et surtout de la fréquence des landes de presque 20% entre les deux périodes (Fig. 463).

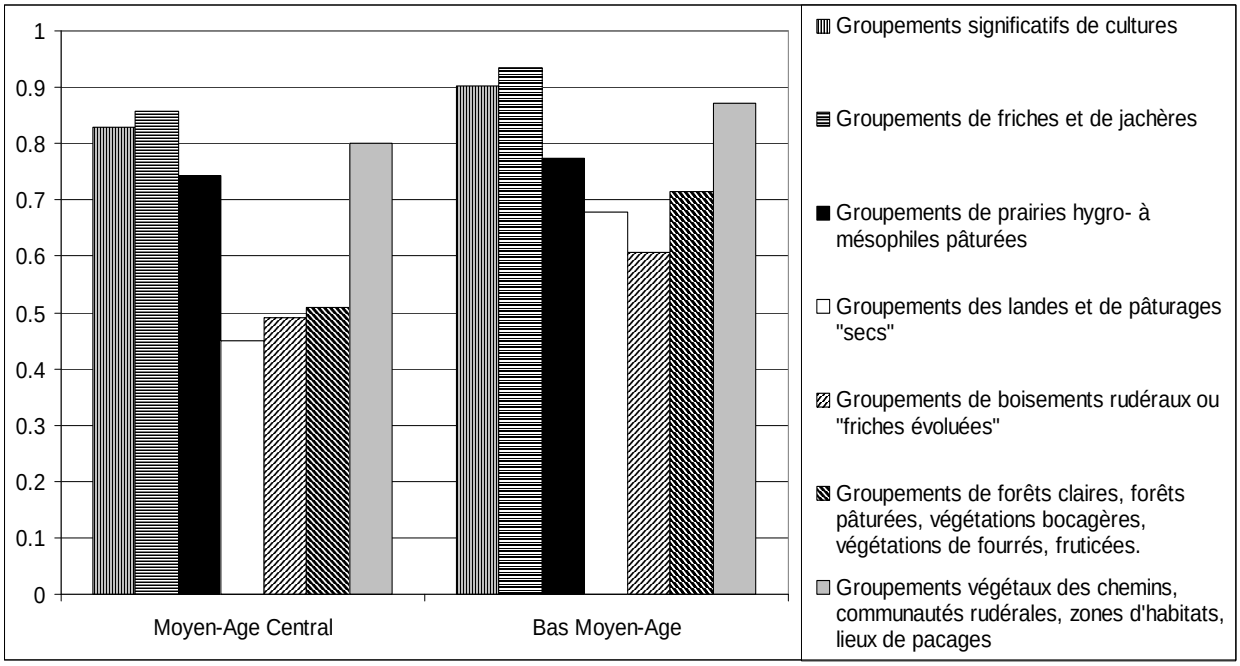

Fig. 463 Fréquences des occurrences de divers groupements végétaux archéobotaniques pour les périodes du Moyen-Age central et du bas Moyen-Age.

Les groupements de landes se développent généralement sur des terrains pauvres et acides laissés à l'abandon. Ces landes peuvent néanmoins être climaciques sur les côtes. De fortes contraintes liées aux vents ou aux sols peuvent en effet maintenir ces associations végétales à un niveau dynamique relativement stable. Or, la plupart des études archéobotaniques qui recoupent les périodes médiévales sont à l'intérieur des terres ce qui exclu une représentation différentielle entre chaque période.

Tout comme les formations de landes, les végétations de fourrés et forêts claires correspondent à des végétations qui contribuent à la recolonisation végétale de milieux ouverts et laissés à l'abandon. L'augmentation des fréquences de ces groupements peut donc s'interpréter comme une recolonisation des espaces abandonnés au Moyen-Age central. Plusieurs constatations sont cependant à souligner. Tout d'abord, il y a deux fois plus d'études disponibles pour la période du Moyen-Age central vis-à-vis de la période du bas Moyen-Age. Les possibilités de comparaisons diachroniques des attestations archéobotaniques de landes au sein de mêmes études polliniques sont, au final, relativement rares. D'autre part, les comparaisons des quantités de pollens de landes au sein même des études (sous la forme d'indices, cf. codage § B.2.2.2.40) ne permettent pas de discerner de tendance générale à la hausse (Fig. 464).

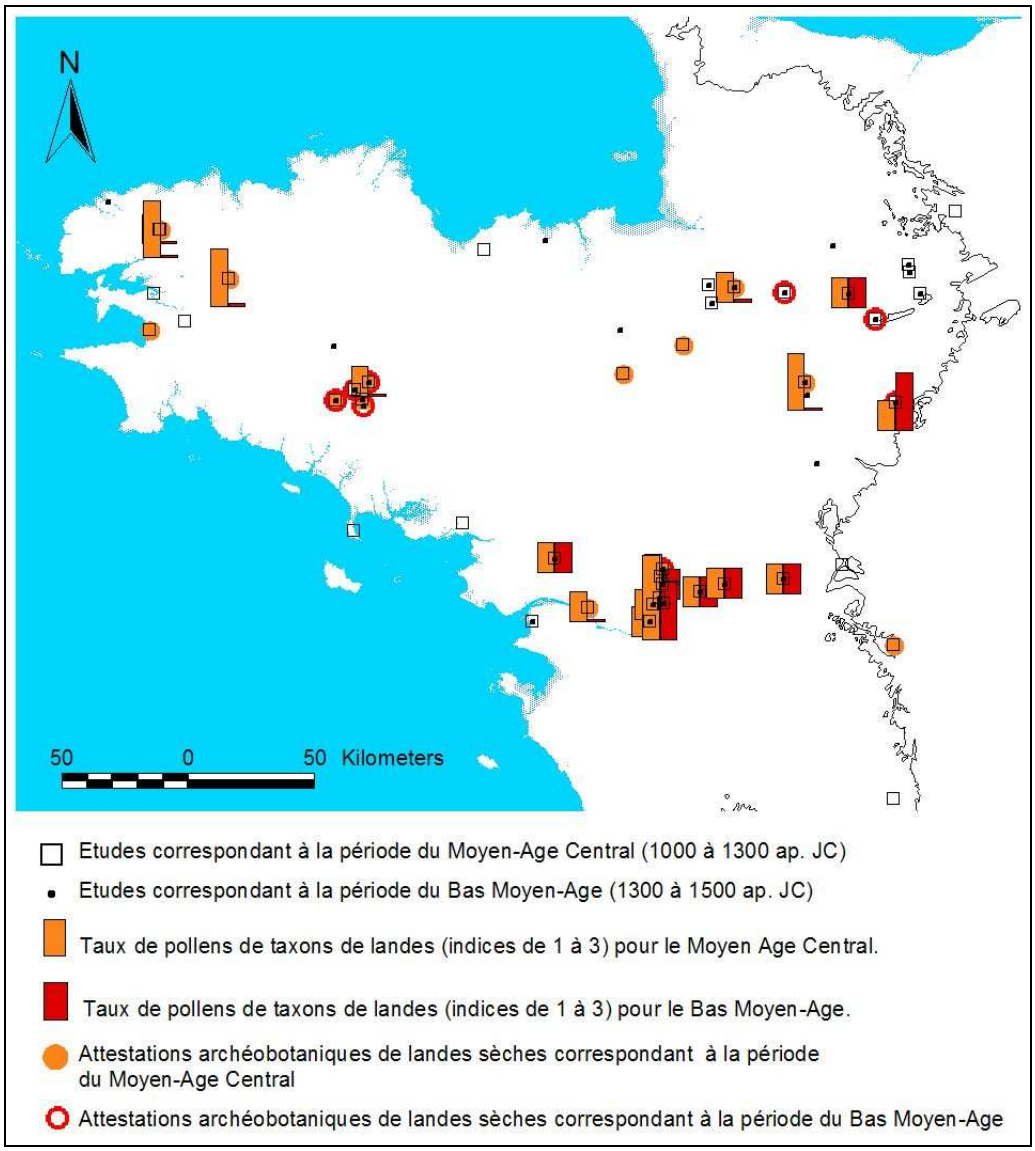

Fig. 464 Evolution des landes du Moyen-Age central au bas Moyen-Age sur le Massif armoricain.

Enfin, en ce qui concerne le couvert forestier, c'est la chênaie-hêtraie qui domine la fin du Subatlantique devant le groupement de la chênaie notamment (Fig. 465). Ces constatations archéobotaniques sont significatives de conditions écologiques mésophiles favorisées parfois par une humidité atmosphérique élevée (notamment pour le hêtre).

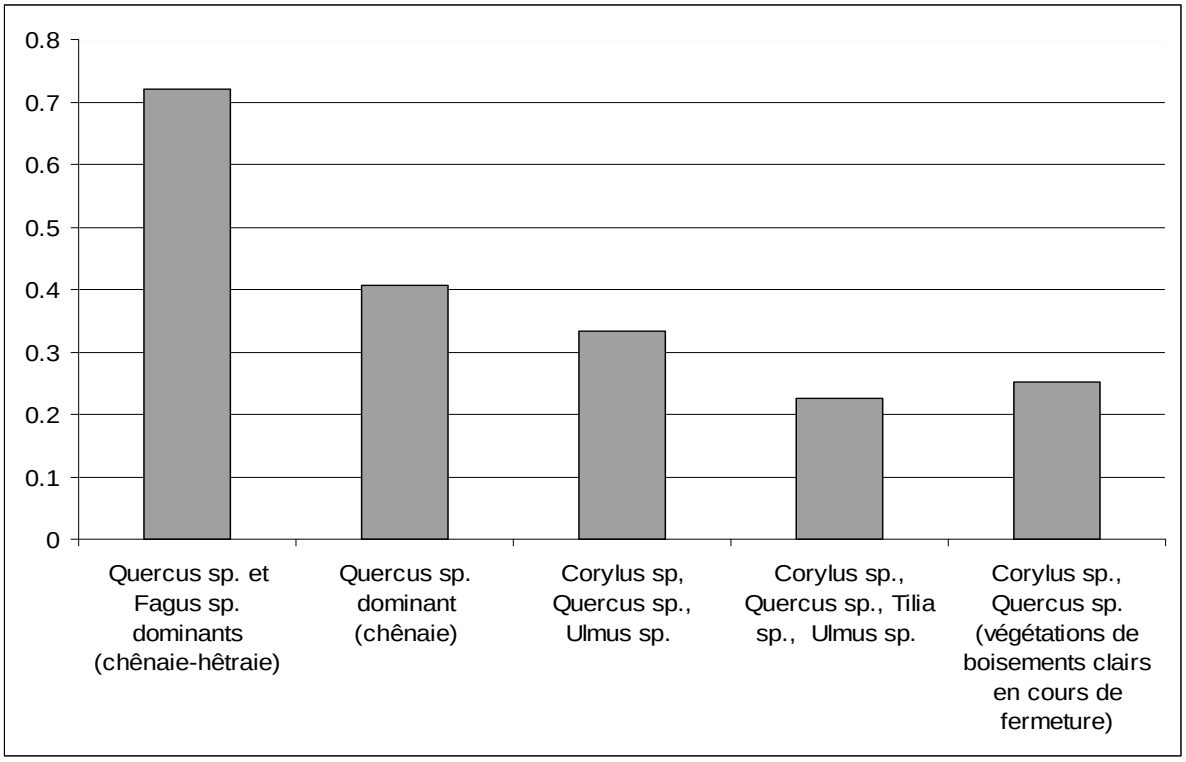

Fig. 465 Fréquence des occurrences des groupements forestiers identifiés dans les études palynologiques pour la fin du Subatlantique.

Les cartes de végétations potentielles (Corillion, 1971) et les compositions forestières actuelles corroborent assez bien ces résultats.

C.3.3.2.2.2. Les différentes études paléoenvironnementales réalisées dans le secteur de Melrand ; synthèse des résultats pour les périodes médiévales

Un total de 11 études recoupant les périodes du Moyen-Age central et du bas Moyen-Age a été inventorié à ce jour. On compte 4 études palynologiques dans les communes périphériques de Melrand et 7 études réalisées aux environs proches ou au sein même de l'ancien village de Melrand (Fig. 466).

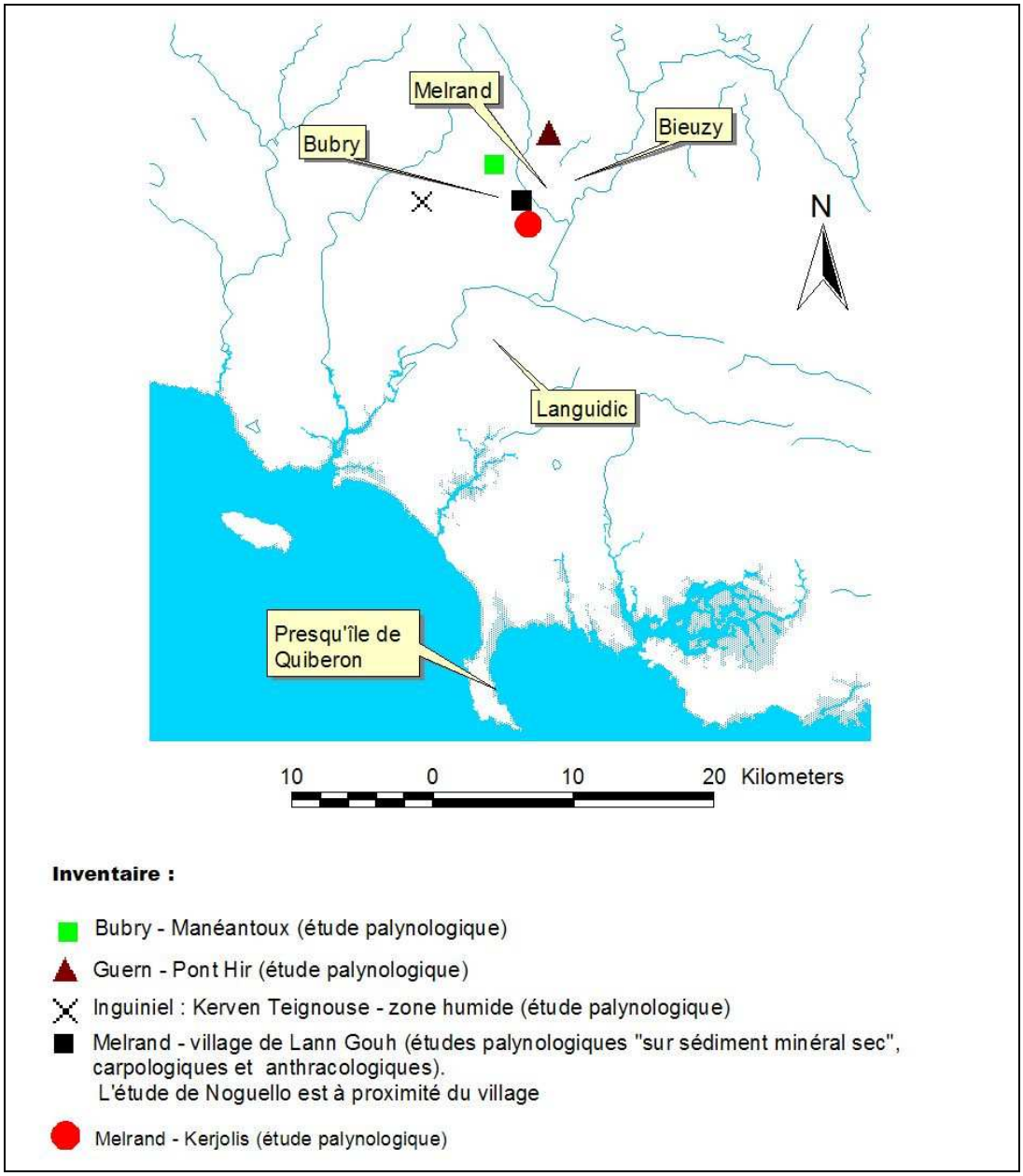

Fig. 466 Localisation des études paléoenvironnementales réalisées sur ou dans les environs de l'ancien village de Lann Gouh à Melrand.

- *Analyses anthracologiques*

- le foyer extérieur retrouvé lors des fouilles de l'ancien village médiéval de Lann Gouh à Melrand

Des charbons de bois ont été retrouvés dans deux secteurs du site archéologique de Lann Gouh. Les études anthracologiques ont été effectuée par D. Marguerie (1992).

Un premier ensemble, localisé au nord-est du site et attribué au X-XIIe siècle grâce à de la céramique mêlé au dépôt, a livré 10 essences différentes (Fig. 467).

Taxons	Quantités de fragments identifiés	Masse (g)
Hêtre (*Fagus sylvatica*)	48	4,16
Chêne caducifolié (*Quercus sp.*)	16	1,09
Houx (*Ilex aquifolium*)	2	0,26
Châtaignier (*Castanea sativa*)	1	0,05
Noisetier (*Corylus avellana*)	1	0,02
Erable champêtre (*Acer campestre*)	1	0,04
Bourdaine (*Frangula alnus*)	15	1,34
Pomoïdée (*Sorbus-type*)	8	0,66
Genêt (*Cytisus sp.*)	4	0,47
Ajonc (*Ulex sp.*)	2	0,08

Fig. 467 Résultats anthracologiques tirés des charbons de bois du foyer « extérieur » (tableau extrait de Marguerie, 1992)

Le ramassage du bois a probablement eu lieu dans deux formations végétales distinctes. On peut tout d'abord supposer un ramassage dans une formation forestières relativement fermée, de type « chênaie-hêtraie » (avec le hêtre, le chêne et le houx). On note d'autre part que l'association *Quercus*, *Frangula alnus*, Pomoïdée (*Sorbus-type*), *Castanea sativa*, *Corylus avellana* correspond aux taxons caractéristiques de la chênaie sessiliflore (le charme, l'aubépine, le tilleul et le prunellier manquent cependant à cette association). Cette chênaie (dominée par le chêne sessile, *Quercus petraea*) est l'un des groupements silvatiques les plus xérophiles du Nord-Ouest. Elle est caractéristique des terres siliceuses pauvres (sables, grès), avec un humus acide. Le châtaignier n'est représenté que par un seul élément.

Selon D. Marguerie (1992), le noisetier, l'érable, le sorbier, la bourdaine, le genêt et l'ajonc sont des espèces héliophiles ou de demi-ombre poussant en des lieux ouverts, des lisières forestières, voire des bois clairs. On retrouve là une description des groupements de boisements rudéraux ou « friches évoluées », et du groupement de forêts claires, forêts pâturées, voire de végétations bocagères.

Une étude dendrologique a été menée sur les 16 charbons de chêne reconnus (Marguerie, 1992). Parmi ces charbons 12 présentent des cernes courbes à très courbes. Ces restes sont donc issus de branches ou de jeunes troncs de faibles diamètres. Les mesures des largeurs moyennes de cernes effectuées sur les charbons restant ont permis d'identifier des cernes de 1 à 2,5 mm de largeur. Le faible effectif des charbons empêche cependant de tirer des conclusions sur la structure du boisement.

- <u>charbons retrouvés dans les niveaux archéologiques des bâtiments U.A.1 (plutôt à usage agricole) et U.A. 2 (plutôt à usage domestique)</u>

Les six prélèvements effectués dans les bâtiments U.A.1 et U.A.2 ont révélé trois essences différentes : le chêne caducifolié, le châtaignier et le hêtre. Selon D. Marguerie

(1992), contrairement à ce qui a été observé dans le « foyer extérieur », les charbons de bois sont systématiquement issus de gros modules de bois, tels que de grosses branches ou troncs. Il s'agit manifestement de bois sélectionnés pour l'architecture. L'information d'ordre environnementale est alors en partie biaisée (provenance, choix des arbres non représentatif de l'état de l'environnement).

- *Etudes carpologiques*

Une étude de semences carbonisées, retrouvées dans un foyer a fait l'objet d'une analyse par M.-P. Ruas (1990a et b) (Fig. 468).

9 taxons ont ainsi été répertoriés :

Céréales :
Avelana sativa (Avoine cultivée, grain avec glumelles) Secale cereale (Seigle, grains) Secale cereale (Seigle, articles d'épis) Fragments de tiges de céréales indéterminées
Plantes sauvages :
Chrysanthemum segetum (Chrysanthème des moissons) Cypéracées (famille des Scirpes) *Galium sp.* (Gaillet) *Luzula – type* (type Luzule) *Matricaria inodora* (Matricaire inodore) *Rumex sp.* (Oseille/Patience) *Vicia cf. augustifolia* (Vesce peut-être à feuilles étroites)
Indéterminé :
demi-fruit

Fig. 468 Tableau représentant les différents taxons identifiés par la carpologie.

Si les 3 premiers taxons de céréales sont clairement issus de cultures, les taxons de la flore sauvage peuvent-être interprétés comme des adventices messicoles (*Chrysanthemum segetum, Galium sp., Luzula – type, Matricaria inodora, Rumex sp., Vicia cf. augustifolia*). Seules les Cypéracées peuvent prêter à confusion puisque l'on retrouve certaines espèces dans les zones humides et d'autres dans les champs…

L'exploitation de l'avoine cultivée (*Avena sativa*) n'a laissé que peu de restes archéobotaniques à Melrand. Selon M.-R. Ruas (1990a) un seul caryopse enveloppé dans ses balles a été recueilli malgré les 28 litres de sédiments tamisés.

- *Analyses palynologiques*

- Diagramme pollinique de Lann Gouh, Melrand

A l'occasion de fouilles de 1987, neuf échantillons ont été prélevés par le responsable de la ferme archéologique dans la zone fouillée n°2 et analysés par D. Marguerie (1987). Parmi ces échantillons quatre se sont révélés assez riches en pollens et spores fossiles.

Selon D. Marguerie (1987) :

- « le site apparaît aux alentours de l'an mil comme particulièrement déboisé,
- le caractère nettement anthropisé des alentours ressort à travers la présence de plantes rudérales dont *Plantago*, Rubiacées, Astéracées…,

- enfin, les taux de pollens de céréales sont non négligeables pour le Moyen-Age. La culture du seigle (*Secale cereale*) est attestée à proximité du site ».

Ces prélèvements ayant été effectués hors contexte d'une zone humide, l'apport pollinique provient surtout des groupements de coteaux et d'apports régionaux. D'après les résultats et interprétations de D. Marguerie, on peut dès lors supposer l'existence :

- « des groupements significatifs de cultures » (avec *Cerealia type* dont *Secale cereale*, des Astéracées et des taxons rudéraux),
- « des groupements végétaux des chemins, communautés rudérales, zones d'habitats, lieux de pacage » et « des groupements de friches et jachères » (avec la présence de plantes rudérales dont *Plantago*, les Astéracées),
- « des groupements de forêts claires, forêts pâturées, végétations bocagères » ou « de groupements de boisements rudéraux » (avec la présence de notamment de *Corylus* et *Betula*). Notons une faible couverture arborescente au regard des faibles taux d'A.P. L'absence du châtaignier est à signaler.

- Le diagramme pollinique du bas-marais de Manéantoux (Bubry)

L'étude palynologique réalisée par D. Marguerie (1991a, 1992) a mis en évidence deux séquences sédimentaires différentes.

La séquence sédimentaire la plus profonde (la zone pollinique M1) recouvre une période assez nettement antérieure au XIII / XIVe siècle. La zone pollinique M2 correspond à un changement de sédimentation et selon D. Marguerie (1991a) à un environnement végétal différent.

D'après une datation radiocarbonique, la phase M2 débute aux alentours du XIIIe siècle (la datation radiocarbonique, dans la partie inférieure de la sous-phase M2a indique 620±40 BP soit 1290 à 1410 cal. AD). Dans le cadre de la reconstitution du paysage du village de Lann Gouh, la séquence M2 et notamment M2a nous intéresse donc tout particulièrement.

L'aulnaie qui marque les paysages de la séquence M1 connaît un recul très important en M2. Le développement du cortège des plantes aquatiques tend à indiquer une augmentation de l'hygrométrie globale de la zone humide.

Durant cette phase M2, le paysage est marqué par une déforestation importante. La représentation pollinique des arbres déjà faible, chute de nouveau au niveau la sous-phase M2a (D. Marguerie 1991b). Cette « sous séquence » est caractérisée par un taux de Non Arboreal Pollen (N.A.P) très fort d'environ 70%.

L'apport pollinique régional (principalement des pollens d'arbres) est particulièrement faible dans la séquence « M2a ». En effet, de faibles taux de pollens de *Quercus*, *Fagus*, *Corylus*, *Betula*, *Ilex*, quelques rares *Castanea*, *Pinus* tendent à indiquer une chênaie de type chênaie-hêtraie très dégradée.

Au regard de ces quelques constatations, le paysage des environs de la zone humide de Manéantoux apparaît très anthropisé au cours du Moyen Age (XIIIe siècle). Selon D. Marguerie (1991b), « le milieu est intensément exploité et les environs du marais prennent l'allure d'un véritable paysage agraire ». Le paysage régional semble très ouvert.

L'ensemble des groupements archéobotaniques et des taxons allochtones sont inventoriés dans les figures suivantes (Fig. 469 et Fig. 470).

- Diagramme pollinique de Pont Hir (Guern, Morbihan)

Le sondage pollinique a été réalisé par D. Marguerie (1992) dans une « prairie tourbeuse ».

Le diagramme palynologique de Pont Hir a été divisé en trois séquences, la séquence inférieure P1 est subdivisé en deux sous-zones « P1a » et « P1b ».

Tenant compte des datations réalisées, les compositions polliniques de la seconde moitié du Moyen-Age correspondent à la séquence située entre les deux datations de la séquence P2.

L'apport pollinique régional composé principalement par les taxons d'arbres est peu représenté. En fait, les forêts sont probablement fortement dégradées (le taux d'A.P. représente moins de 50% des pollens). La chênaie-hêtraie acidophile (avec *Quercus, Fagus, Betula, Ilex* et *Hedera*) ressort néanmoins en « bruit de fond ».

C'est une mosaïque paysagère marquée par l'exploitation agricole qui se dessine autour de la zone humide de Pont Hir à la fin du Moyen-Age. Les cultures du chanvre (dont les taux sont peut-être sur-représentés à cause de la pratique du rouissage) et des céréales sont omniprésentes. Les faibles taux de pollens d'arbres caractérisent une couverture forestière probablement très ouverte…

Les groupements archéobotaniques et les taxons allochtones repérés dans cette étude sont inventoriés dans les figures suivantes (Fig. 469 et Fig. 470).

- Diagramme pollinique du bas-marais de Kerjolis (Melrand, Morbihan)

Le bas-marais de Kerjolis est situé dans une vallée encaissée et occupe une petite superficie. Parmi les trois études polliniques de Manéantoux, Pont Hir et Kerjolis, cette dernière est la plus proche du village médiéval de Lann Gouh. D. Marguerie (1992) précise d'autre part qu'il n'a pas été possible d'effectuer de datations radiocarboniques à cause d'un volume de prélèvement insuffisant. A la lecture du spectre et par comparaison avec les deux autres études polliniques, il est cependant possible d'attribuer une origine médiévale à une partie des séquences polliniques.

En corrélant l'apparition des céréales dans les profils polliniques de Manéantoux, Pont Hir à ceux de Kerjolis, on peut faire correspondre prudemment la période du XIIIe / XIVe siècle à la séquence Ke2a. Ce lien chronologique est conforté par la cohérence globale des évolutions paysagères enregistrées à la fois dans les trois diagrammes.

L'ensemble des groupements archéobotaniques et taxons allochtones sont inventoriés dans les deux figures suivantes (Fig. 469 et Fig. 470).

Le taux d'A.P. est important (environ 75%), mais il est composé en parti de forts taux de pollens d'*Alnus* masquant les autres taux de pollens arboréens relativement moyens.

Au final, c'est un paysage assez ouvert, bien que plus boisé que les autres études polliniques, qui se dégage. L'agriculture et les activités humaines (habitats, chemins) apparaissent une nouvelle fois très présentes à la lecture des compositions polliniques.

Notons enfin que l'absence de datations absolues laisse un doute quant à l'attribution chronologique de ces résultats.

- Diagramme pollinique de la zone humide de Kerven-Teignouse (Inguiniel, Morbihan)

L'étude de cette zone humide s'inscrit dans l'étude paléoenvironnementale du site archéologique de l'Age du Fer de Kerven Teignouse dirigé par D. Tanguy. L'étude a été réalisée par D. Marguerie (2000).

Cette étude munie de deux datations absolues permet d'identifier l'environnement de la période de l'Age du Bronze mais aussi les périodes du Moyen-Age central et du bas Moyen-Age (Beta 123265 : 560 ± 90 BP ou 1270 à 1620 cal. ap. J.-C.).

En ce qui concerne le Moyen-Age central, les groupements de zones inondées peu profondes, de roselières, de tourbières, de landes humides et enfin le groupement de prairies humides dominent l'environnement de la zone humide. L'absence d'une véritable ripisylve est à noter. Les coteaux sont couverts par l'ensemble des groupements de sols drainés (cultures, friches, prairies, landes) exceptés des groupements de boisements rudéraux. Les taux de pollens d'arbres restent moyens (compris entre 40 et 60 %), en revanche les taux de Poacées sont très abondants (supérieurs à 40%). C'est donc un paysage assez ouvert qui devait exister autour de ce point de sondage. Les taxons cultivés sont présents avec les céréales mais aussi le chanvre. Quelques pollens de châtaignier sont à signaler.

Le bas Moyen-Age est caractérisé par les mêmes groupements de station humide excepté du groupement de tourbière-lande tourbeuse. Les coteaux sont quant à eux couvert d'une mosaïque riche de l'ensemble des groupements du voisinage. Les taux de pollens d'arbres ont diminué par rapport au Moyen-Age central (entre 20 et 40%) alors que les taux de Poacées restent très élevés (supérieurs à 40%). Ces résultats suggèrent un paysage dominé par les associations végétales herbacées ou de fourrés. On note aussi la présence de céréales (avec du seigle) en plus du chanvre et du châtaignier.

Les groupements forestiers de la fin du Subbatlantique retrouvés à Inguiniel correspondent aux résultats armoricains puisque l'on retrouve le groupement de la chênaie-hêtraie acidophile (avec *Quercus*, *Fagus*, *Betula*, *Ilex* et *Hedera*) avec l'association de la chênaie-ormaie (*Corylus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*).

Ces groupements accompagnés des taxons allochtones détectés ont été enregistrés (Fig. 469 et Fig. 470).

- Synthèse des études polliniques

		Manéantoux (Bubry)	Pont Hir (Guern)	Kerjolis (Melrand)	Kerven Teignouse (Inguiniel)	Noguello (Melrand)	Village de Lann Gouh (Melrand)
Les formations végétales de la station (zones humides)	Groupements de zone profondes (1.5 à 2.5 mètres)	+	-	+	-	+	0
	Groupements de zones inondées (peu profondes, moins de 1.5m)	+	+	+	+	+	0
	Groupements de roselières	+	+	+	+	+	0
	Groupements de tourbières	+	+	+	+	+	0
	Groupements de prairies humides (en périphérie)	+	+	-	+	+	0
	Groupements de forêts et de bois hygrophiles	+	+	+	+	+	0
Les groupements végétaux des coteaux ou du voisinage (sols bien drainés)	les groupements significatifs de cultures*	+	+	+	+	+	+
	Les groupements de friches et de jachères	+	+	+	+	+	+
	Prairies hygro- à mésophiles pâturées	+	+	+	+	+	-
	Groupements des landes armoricaines et de pâturages « secs »	+	+	+	+	+	-
	Groupements de boisements rudéraux ou « friches évoluées »	+	-	+	+	+	+
	Forêts claires, forêts pâturées, végétations bocagères	+	+	+	+	+	+
	Chemins, communautés rudérales, zones d'habitats, lieux de pacage	+	+	+	+	+	+
Les groupements végétaux issus de l'apport pollinique régional (500m à 10km)	La « chênaie-hêtraie acidophile » (*Quercus, Fagus*)	+	+	+	+	+	0
	Groupements végétaux de « la chênaie type pédonculée » (*Quercus dominant*)	+	-	-	+	+	0
	Groupements végétaux de la « chênaie sessiliflore » (*Corylus, Quercus, Tilia, Ulmus*)	+ (?)	-	+	-	+	0
	Groupements végétaux de la « chênaie-charmaie », « chênaie-ormaie » (*Corylus, Quercus, Ulmus*)	-	-	-	+ (?)	+	0

Fig. 469 Tableau schématisant les occurrences de divers groupements dans les compositions polliniques ou anthracologiques retrouvées dans des séquences sédimentaires correspondant aux périodes du Moyen-Age central et bas Moyen-Age. Légende du tableau : « 0 » : hors contexte car l'étude pollinique a été effectué à partir de sédiment sec ou parce qu'il n'existe pas d'attribution chronologique; « - » : groupement absent ; « + » : groupement présent.

	Manéantoux (Bubry)	Pont Hir (Guern)	Kerven Teignouse (Inguiniel)	Noguello (Melrand)	Kerjolis (Melrand)
Cerealia type (Céréales)	+	+	+	+	+
Secale (Seigle)	+	+	+	+ (Bas Moyen Age)	-
Fagopyrum (Sarrasin)	+	+	-	+	+
Cannabis / Humulus (Chanvre)	+	+	+	+	+
Castanea (Châtaignier)	+	+	+	+	+
Juglans (Noyer)	+	-	-	+ (Bas Moyen Age)	+

Fig. 470 Tableau schématisant l'importance de divers taxons cultivés ou plantés dans les compositions polliniques retrouvées dans des séquences sédimentaires correspondant aux périodes du Moyen-Age central et du bas Moyen-Age. (légende du tableau : « - » : taxon absent ; « + » : taxon présent)

Au regard de l'ensemble des groupements végétaux de zones humides, on constate la présence systématique des groupements de zones inondées, des groupements de roselières, de tourbières et de boisements hygrophiles. Les prairies humides sont aussi très souvent détectées.

Les coteaux sont recouverts par des végétations diversifiées. On constate systématiquement des groupements significatifs de cultures accompagnés par des groupements de friches et de jachères. L'agriculture semble donc omniprésente autour des

sites. Dans le cadre de cycles d'exploitation des terres (biennal ou triennal) il est possible que les surfaces exploitées étaient pour moitié occupées par des cultures et pour l'autre en phase de repos (groupements de prairies et de friches évoluées). On note par ailleurs l'enregistrement systématique de prairies hygro- à mésophiles, probables lieux de pâturage. Les landes, probablement utilisées comme lieux de pacage, apparaissent aussi systématiquement enregistrées dans les environs des sondages.

Les associations de végétations de forêts claires ainsi que les groupements des communautés rudérales sont enregistrés dans les cinq études. Ces constatations tendent à décrire un paysage organisé, grâce probablement à un réseau de chemins d'accès entre exploitations. Les surfaces agricoles paraissent mêlées à des boisements clairs probablement aussi exploités (récolte de bois, pacages). On peut penser que ces territoires à forte emprise agricole s'accompagnaient aussi « d'aménagements » tels que des haies, chemins, fossés, clôtures (?)…

Enfin, les apports polliniques régionaux correspondant aux pollens d'arbres (A.P) sont plutôt moyens dans les études. En effet, les taux d'A.P. sont généralement augmentés à cause de la prise en compte des pollens d'aulne de provenance locale. Aussi, les forêts sont probablement assez dégradées. La chênaie-hêtraie acidophile (avec *Quercus, Fagus, Betula, Castanea, Ilex* et *Hedera*) semble être la forêt dominante à l'échelle régionale.

- *Etudes sédimentologiques*

Une série de prélèvements a été effectuée par A. Gebhardt (1989) en vue d'analyses sédimentologiques. Ces études ont été menées sur le remplissage d'un fossé (Stc 2.51) et d'une fosse (Stc 2.32). D'autres études ont été effectuées sur un fragment de sol de fond de cabane et sur une structure en creux (2.10). Mais celles-ci informent surtout sur l'aménagement des sols d'occupation.

En ce qui concerne le fossé 2.51, A. Gebhardt a pu constater une alternance de phases calmes et de phases inondées. Selon J. Chavaloux *et al.* (1989) il est difficile d'interpréter cette dynamique à des variations saisonnières de pluviosité (hiver, été) ou à une utilisation anthropique temporaire mais répétée des fossés (irrigation, drainage).

D'autre part, la présence dans tout le remplissage de fragments « d'argilanes limpides litées », caractéristiques de l'horizon Bt du sol brun lessivé atlantique originel, révèle des terres alentours en voie d'érosion. Toujours selon J. Chalavoux *et al.* (1989) et A. Gebhardt (1989), ces fragments piégés dans les fossés (papules), mélangés à des argilanes plus poussiéreuses indiquent un milieu ouvert mis en culture.

Contrairement à la structure 2.21, la fosse 2.32 se caractérise par un remplissage homogène, probablement rapide et aux dépens d'horizons pédologiques naturels ou anthropisés (foyers) environnants. La présence de phytolithes, de poussières charbonneuses et de fragments de végétaux carbonisés incite A. Gebhardt (1989) à dépeindre un environnement «ouvert et défriché par brûlis ». Cependant, ces observations associées aux fragments de terre compactés font penser selon J. Chalavoux *et al.* (1989) à un remblai de matériaux domestiques.

C.3.3.2.3. Proposition d'une carte de végétation potentielle pour la seconde moitié du Moyen-Age autour de l'ancien village de Lann Gouh

La région de Melrand est située à une soixantaine de kilomètres de la côte sud bretonne. Le substrat géologique est en partie granitique.

Comme pour l'ensemble du Massif armoricain, le climat est de type océanique tempéré, les cartons des cartes de végétations (Corillion, 1971) indiquent des températures moyennes sur l'année d'environ 10,5°C ainsi que des précipitations moyennes de 600 à 800 mm. Notons que la région de Melrand est légèrement plus sèche que des zones situées en périphérie (1000 à 800 mm). Ces valeurs moyennes varient bien évidemment dans le détail, au gré du relief et des courants d'air.

Le paysage se caractérise par un relief marqué oscillant entre 50 et 150 mètres d'altitude. On distingue ainsi trois grands faciès topographiques et pédologiques autour du site de Lann Gouh (Fig. 471) :

- une zone de plateaux et de « sommets », à l'ouest, caractérisée par des sols de faibles épaisseurs (0 à 60 cm)*,
- une zone de coteaux de micro-talwegs (sols composés de colluvions),
- une zone alluviale où circule la Sarre, au nord-est du site.

En ce qui concerne la végétation « climacique » de cette époque, nous nous sommes appuyés, en plus des données archéobotaniques, sur la carte de végétation potentielle réalisée par R. Corillion (1971). En effet la période du Subatlantique étant par définition la période climatique actuelle, la carte de végétation potentielle du Massif armoricain élaborée par R. Corillion (1971) à partir des observations et les paramètres écologiques actuels est tout à fait utilisable. La végétation potentielle des alentours de Melrand est principalement composée par les séries de la chênaie-hêtraie et dans une moindre mesure par la chênaie sessile. Ces résultats sont cohérents avec ceux issus des analyses archéobotaniques à l'échelle du Massif armoricain (Fig. 465) et autour de Melrand (Fig. 469).

La détection systématique des groupements de forêts et de bois hygrophiles (aulnaies) permet d'envisager des fonds de vallées et zones alluviales couvertes de ces boisements.

En tenant compte des données sur la paléo-végétation, de la topographie et du réseau hydrographique, il est possible de proposer une carte de la végétation potentielle des environs immédiats au site de Lann Gouh (Fig. 471).

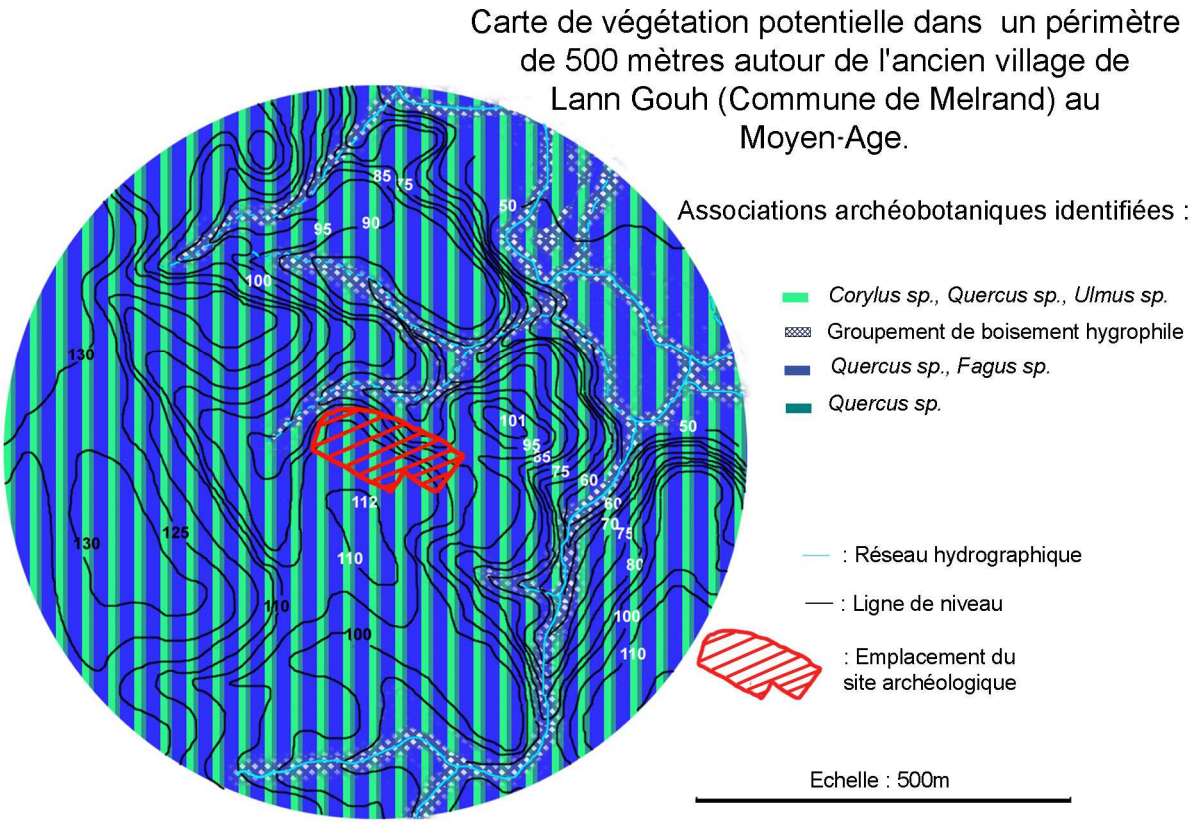

Fig. 471 Proposition de la carte de végétation potentielle du Moyen-Age autour de l'ancien village de Melrand, basée sur les paramètres physiques de l'environnement, sur les données archéobotaniques et sur la carte de végétation potentielle de Corillion (1971).

C.3.3.2.4. Proposition d'une mosaïque paysagère autour du site à partir de la carte de végétation potentielle, des informations archéologiques et des différentes unités végétales « anthropiques » identifiées par l'archéobotanique.

Au moment de disposer les divers groupements reconnus, rappelons que l'interprétation quantitative de ces résultats est cependant rendue délicate à cause des limites propres à chaque analyse. En effet, les restes carpologiques et anthracologiques sont directement issus de récoltes ou de ramassages. Or, ces actions anthropiques ponctuelles ne sont pas exhaustives et ne reflètent pas la composition floristique exacte de l'aire de ramassage (sauf en ce qui concerne l'anthracologie dans le cas de foyers domestiques entretenus sur de longues durées). D'autre part, comment pondérer un groupement végétal reconnu à travers la palynologie en ignorant la distance séparant le groupement du lieu de sondage ? En d'autres termes, comment savoir si un groupement végétal identifié par la palynologie a été enregistré en abondance à cause de sa proximité vis-à-vis du sondage ou à cause de son abondance dans un paysage. Seul le recoupement de plusieurs études archéobotaniques peuvent permettre d'obtenir des données indépendantes et contemporaines afin d'estimer les grands traits «quantitatifs » d'un paysage végétal passé. C'est le cas pour l'environnement médiéval de Melrand (Fig. 469) qui bénéficie de six études polliniques.

Les paramètres abiotiques constituent l'autre aspect du paysage. Un certain nombre de ces paramètres est caractérisé par des évolutions de basses fréquences (évolutions naturelles se déroulant sur plusieurs milliers d'années) ce qui au regard des quelques siècles nous

séparant de l'époque médiévale laisse apparaître un cadre n'ayant « pas » ou peu évolué. Dans le cadre de la reconstitution du paysage médiéval de Melrand, ce constat permet de qualifier la topographie, la géologie, le réseau hydrographique, le climat comme formant véritablement l'armature du paysage.

Ainsi, à l'échelle des changements climatiques (les chronozones climatiques sont de l'ordre de plusieurs milliers d'années), la période médiéval appartient à la même période climatique que celle que nous connaissons : le Subatlantique final.

La topographie, dépendante de l'évolution géologique apparaît actuellement très certainement sous une forme quasi-identique à celle du Moyen-Age. Notons cependant un probable changement en ce qui concerne la nature des sols. En effet, l'exploitation agricole des sols depuis le Moyen-Age a dû poursuivre voire accentuer les phénomènes d'érosion et d'acidification des sols. Par conséquent les données pédologiques réalisées à la demande de la ferme archéologique* et notamment les mesures de profondeur des sols doivent être interprétées avec précaution. Les sommets des collines apparaissant comme particulièrement érodés ne l'étaient peut-être pas autant au Moyen-Age. Néanmoins, les formations de landes sèches et des groupements de boisements rudéraux identifiés par la palynologie tendent à décrire l'existence d'affleurements et de rankers de faibles épaisseurs constatées encore actuellement par les pédologues dans certains secteurs*. Il est en effet probable que ces espaces à forte contrainte édaphique ont été favorables au développement de ces formations végétales pouvant être provoquées puis «entretenues » par des pressions anthropiques (défrichements, pâturages, exploitations agricoles).

Notons que la culture du sarrasin (*Fagopyrum*), identifié dans les études archéobotaniques, se prête bien à la mise en valeur de ces sols et a dû être envisagée.

Le réseau hydrographique est étroitement lié à la topographie. Dans le cadre de cette reconstitution, seuls des aménagements anthropiques tels que des drainages ou irrigations peuvent être susceptibles de modifier, dans le détail, le réseau des cours d'eau. D'autre part, la nature géologique, granitique, de la région est reconnue pour être drainante. Aucune réorganisation d'ampleur ne semble ressortir à l'échelle de la carte. Seuls des aménagements de fossés de drainage dans la zone alluviale ainsi que dans les dépressions topographiques afin d'éviter les effets de ruissellement ont probablement été réalisés au cours du Moyen-Age.

La zone alluviale, située à quelques centaines de mètres au nord-est de l'ancien village a très certainement aussi été mise à profit. On peut supposer que le caractère humide de ces terrains a favorisé après défrichement le développement naturel de prairies entretenues par des pâtures. Des cultures (ex. du chanvre voire de seigle et d'avoine) sont envisageables sur ces terrains via probablement quelques aménagements de drainage.

Les zones de plateaux (à l'ouest du village) sont les zones les plus favorables aux exploitations agricoles. On peut y envisager plusieurs types de cultures. Cependant, la mise au repos des terres étant alors indispensable, il faut envisager pour chaque espace de culture un espace de jachères. Ce système de rotation des terres, pouvait être biennal (exemple, les cultures de blés) mais certaines terres devaient être laissées au repos jusqu'à une dizaine d'années (com. Pers. D. Poulain***). Ce constat n'est pas sans conséquence sur la structure végétale du paysage qui subissait un fort renouvellement.

Seulement deux espèces de céréales ont pu être identifiées par la carpologie : le seigle et l'avoine. Ce sont là des espèces poussant sur des sols acides et supportant l'humidité. Les zones de plateau pouvaient donc aussi convenir. Notons d'autre part que la culture du sarrasin se pratique aussi bien sur sols pauvres que sur sols riches. La culture de cette Polygonacée n'est donc pas à exclure de ces plateaux (notamment sur les sommets où les sols sont moins profonds).

Les coteaux particulièrement pentus (certaines pentes présentent des dénivellations de 25 à 50%) impliquent des difficultés d'exploitation d'ordre technique en plus des problèmes de ruissellements et d'érosion. Aussi, il est probable que ces zones étaient couvertes soit de prairies après défrichement, soit par des boisements. Les labours avec des bœufs bien que rendues difficiles ne devaient cependant pas être impossibles sur des coteaux moins pentus.

Les zones situées en bas de pente, voire de fond de vallée sont caractérisées en l'absence de systèmes de drainage, par une humidité plus importante. Tout comme dans la plaine alluviale, après d'éventuels défrichements des boisements hygrophiles (aulnaies, saulaies), ces terrains devaient être couverts par des prairies hygro- à mésophiles entretenues par des pâtures. Des cultures de chanvre, de seigle ou d'avoine sont aussi envisageables.

Les communautés rudérales des chemins, zones d'habitats, lieux de pacages se sont probablement particulièrement développées dans la zone d'influence directe du site archéologique et partout où l'emprise de l'homme s'est exercée de la façon la plus intensive. Si ces groupements se trouvaient sans doute particulièrement concentrés autour du village, ils étaient aussi disséminés partout ailleurs où l'emprise de l'homme pouvait se faire sentir (ex. chemins, bordures de champs, lieux de rassemblement des troupeaux…). On peut cependant supposer que les champs, prairies, haies, drainages (?) les mieux entretenus devaient aussi se trouver dans les endroits les plus facilement accessibles. La distance entre les lieux d'habitations, les barrières géographiques (telles que les rivières et les reliefs) ont ainsi contribuées à baisser l'intensité de la pression de l'homme sur l'environnement végétal. La représentation des boisements a ainsi été privilégiée dans certains secteurs en périphérie de la carte (Fig. 472).

Enfin, il semble difficile d'avancer une organisation du territoire plus détaillée autour de Lann Gouh. En effet, l'étude du parcellaire sur carte IGN ne paraît pas privilégier une orientation « fossile » principale. La métrologie ainsi que la toponymie des lieux (le cadastre de 1828 mentionne le site archéologique « Goh Melrand », le Vieux Melrand, le lieu est aussi parfois désigné par « Lann Gouh Verand » ou la lande du vieux Melrand) sont certainement anciennes mais doivent être interprétées avec prudence.

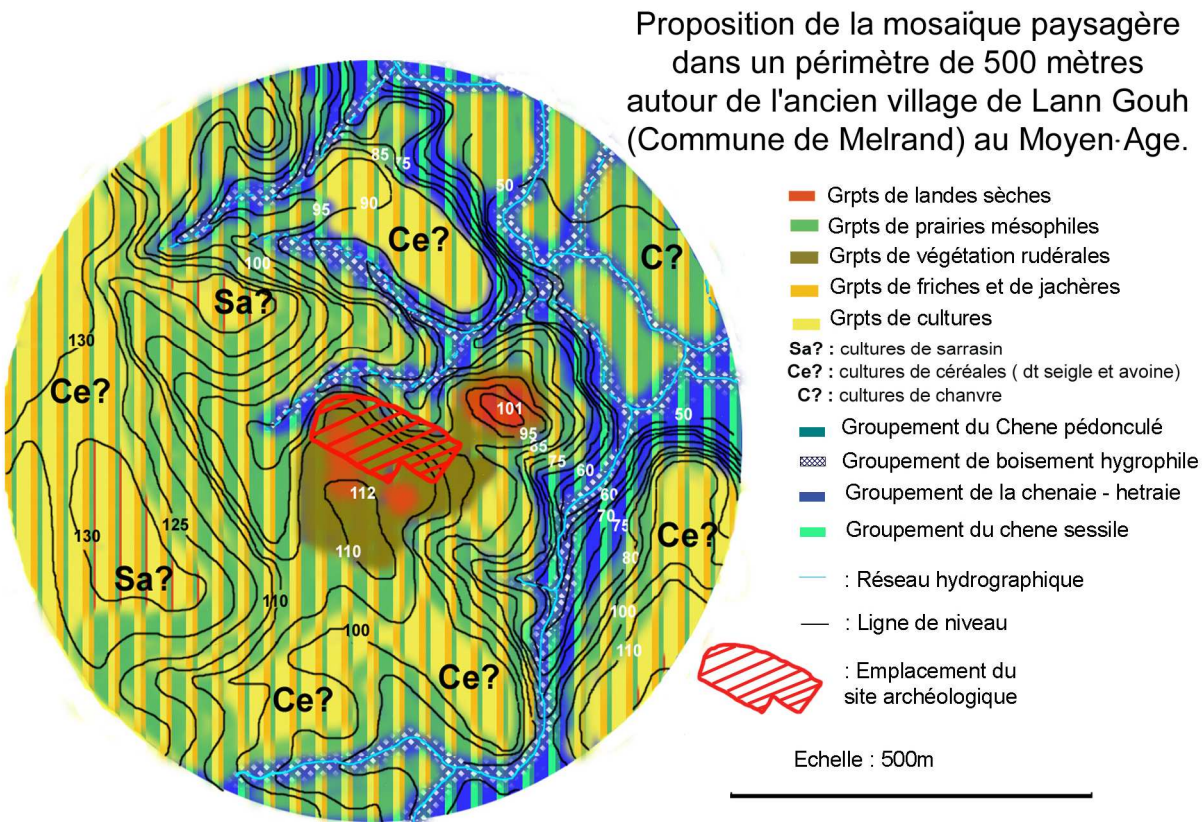

Fig. 472 Proposition de la carte de végétation autour de l'ancien village de Melrand durant le Moyen-Age central et le bas Moyen-Age, grâce aux associations archéobotaniques réalisées dans les environs de Melrand.

* Archives de la ferme archéologique de Melrand.

** CLIMEX : Programme international "Climats extrêmes" initié en 1995 sous l'égide de l'IUGS (Union internationale des sciences géologiques) et de l'UNESCO par douze chercheurs français de l'INQUA

*** D. Poulain : agronome ENSAR

Synthèse

Synthèse

Ce mémoire de thèse étant d'une certaine façon déjà une synthèse de l'ensemble des résultats paléo-botaniques acquis sur le Massif armoricain, il m'a semblé inutile de revenir une nouvelle fois sur les résultats proprement archéobotaniques amplement développés tout au long de ces pages. Sur ce sujet, nous invitons le lecteur à se référer à la période (cf. chapitre B.3) ou bien au descripteur archéobotanique (cf. chapitre B.2.2.2) l'intéressant plus particulièrement.

En revanche, il était important de souligner dans cette synthèse les points forts de ce qui fait l'originalité de cette thèse, c'est-à-dire le concept d'une démarche spatio-temporelle et les apports méthodologiques et scientifiques de ce concept. Les grands types de résultats espérés puis obtenus grâce à cette démarche sont ainsi décrits dans une première partie de cette synthèse.

En plus de l'aspect fondamental de ce premier travail, une autre partie est consacrée à l'utilisation possible des résultats obtenus telle que l'aide à la décision et la valorisation des résultats dans le cadre de projets d'aménagement.

Pour répondre à ces quelques considérations, deux grands objectifs ont été dégagés en début de thèse :

- faire une synthèse solide de l'évolution des paysages végétaux armoricains depuis la fin de la dernière glaciation dans un cadre spatio-temporel (chapitre B),

- développer une recherche fondamentale à finalité appliquée : valoriser les résultats paléoenvironnementaux (chapitre C).

1. La réalisation d'une synthèse spatio-temporelle de l'évolution des paysages végétaux armoricains depuis la fin de la dernière glaciation

1.1. Contexte méthodologique

Plusieurs réflexions m'ont amené à envisager l'étude des paléoenvironnements dans leur cadre spatio-temporel.

Tout d'abord, les études paléoenvironnementales sont très souvent réalisées à la demande des archéologues ou bien dans le cadre de programmes de recherche insistant sur l'aspect temporel des résultats. Aussi, la dimension spatiale est très rarement prise en compte de manière rationnelle (la dimension spatiale n'apparaît que dans l'interprétation des résultats). Or, cet isolement spatial invite généralement à interpréter les résultats exclusivement de manière diachronique, rendant superficielle les confrontations avec d'autres résultats.

L'un des principaux objectifs de cette recherche est donc de permettre la comparaison de divers résultats d'analyses et de paramètres environnementaux dans leur cadre spatio-temporel.

Pour être fiables, ces comparaisons doivent répondre à des conditions concernant les dimensions chronologiques et spatiales :

- tout d'abord, le lien chronologique doit bien sûr être indépendant. Dans le cadre des études archéobotaniques, il s'appuie systématiquement sur les datations radiocarboniques (les datations faites à partir de repères archéobotaniques sont

proscrites). Le calage chronologique des résultats est nécessaire pour pouvoir ensuite étudier la distribution spatiale des résultats archéobotaniques. Les comparaisons spatiales sont évidemment réalisées à l'intérieur d'une même période chronologique. Des comparaisons entre périodes sont aussi parfois envisagées pour percevoir des transformations paysagères.

- le lien spatial fait véritablement l'originalité de ce travail. Or, cette dimension permet potentiellement de croiser l'information archéobotanique avec une multitude de paramètres environnementaux et humains. En fait, une fois le calage chronologique établi, il est possible d'utiliser des outils de traitements d'analyses spatiales (interpolations) et statistiques (analyses multivariées) similaires à ceux utilisés en écologie du paysage.

Si les pas de temps chronologiques ont pu être choisis, il n'en est pas de même de la répartition spatiale des points d'études. En effet, contrairement à l'étude des paysages actuels, l'échantillonnage des points d'études archéobotaniques n'est pas distribué de manière aléatoire ni régulière mais plutôt en agrégats. La répartition des points d'études dépend d'une part de la distribution des sites archéologiques (les études anthracologiques et carpologiques sont généralement associées à ces sites) et de conditions de sédimentation et de taphonomie favorables à l'enregistrement des vestiges archéobotaniques (ex. études polliniques des zones humides). Cette distribution interdit l'exploitation de tests paramétriques (ex. test t de student et test du X^2) et nécessite de bien choisir les analyses statistiques (ex. analyses à partir des occurrences archéobotaniques via les AFC), voire de modérer certains résultats (ex. les valeurs interpolées dans des secteurs vides d'études).

L'utilisation des Systèmes d'Informations Géographiques rend possible l'enregistrement de résultats d'origines diverses, décrivant ainsi de mêmes réalités paysagères par des moyens différents. Ces outils permettent par la suite d'entamer des recherches en terme de traitements spatiaux (ex. interpolation des données) et d'analyses statistiques des données (le géoréférencement des points d'analyses permet par exemple de décrire la distribution de ces points au regard d'autres paramètres environnementaux géoréférencés). En effet, si ces résultats d'analyses différents (indépendants) décrivent bien une même réalité paysagère, on peut logiquement espérer démontrer des relations entre paramètres environnementaux (ex. données géographiques, pédologiques, topographiques, sédimentologiques, dendrologiques, archéologiques, botaniques…).

Pour cela, toute une batterie de tests statistiques plus ou moins sophistiqués peut être envisagée (tests de corrélations, tests paramétriques ou non, analyses multivariées telles que les Analyses Factorielles des Correspondances, Analyses des Composantes Principales ou analyses de co-inerties…cf. exemples ci-dessous). La démonstration de telles relations spatiales entre résultats d'analyses indépendants est d'autant plus pertinente qu'elle permet d'appuyer mutuellement ou de percevoir au contraire les limites de chaque discipline.
Ainsi, plusieurs exemples de tentatives de « corrélation » entre mesures archéobotaniques, paramètres abiotiques et archéologiques ont pu être entreprises.

L'aspect technique a consisté à mettre au point un cadre méthodologique permettant d'enregistrer l'ensemble de l'information paléoenvironnementale armoricaine disponible en bibliographie (cf. chapitre B.2).

Le Massif armoricain se prêtait bien à la mise en œuvre de cette méthode puisque plus de 500 études paléoenvironnementales ont été réalisées et accumulées par les équipes de recherche de cette région (notamment par le Laboratoire d'Anthropologie de Rennes et le Laboratoire d'Ecologie et des Paléoenvironnements atlantiques de Nantes). J'ai par ailleurs

contribué à enrichir ces données par l'intermédiaire de plusieurs études anthracologiques (Marguerie et Gaudin, 2001) et de quatre études polliniques présentées dans ce mémoire (cf. Chapitre C).

Une année m'a été nécessaire pour inventorier, lire puis enregistrer environ 150 000 données.

1.2. Les moyens mis en œuvre et les résultats obtenus

L'isolement des études ne permettait pas jusqu'à présent de pondérer les grandes tendances spatiales et l'importance d'un phénomène. Aussi les interprétations polliniques que l'on retrouve globalement en bibliographie s'appuient très souvent sur des fréquences polliniques qui sont très dépendantes des conditions taphonomiques et de la distance séparant la plante émettrice du point de sondage. Dans le cadre de cette base de données, nous avons pris le parti d'enregistrer la plus grande partie de l'information archéobotanique sous la forme d'occurrences archéobotaniques (ou présence / absence d'une donnée). Il est ainsi possible de quantifier un phénomène, au regard de l'ensemble des études disponibles et ainsi de relativiser l'importance d'un résultat isolé. De plus, le géoréférencement des études permet ensuite de détecter d'éventuelles entités spatiales.

Les données archéobotaniques sont des données ponctuelles. Afin de pouvoir comparer des distributions spatiales de données archéobotaniques de natures différentes et avec d'autres paramètres, deux traitements ont été mis en œuvre.

1.2.1. L'interpolation de données quantitatives

L'interpolation de certaines données quantitatives (ex. taux de pollens d'arbres d'études polliniques de zones humides ou bien calcul de la densité de sites archéologiques de l'Age du Bronze compris dans un rayon de 10 kilomètres) permettent de visualiser les grandes tendances de la distribution spatiale de ces données quantitatives. Dans le cadre de la comparaison spatiale de données quantitatives issues d'analyses différentes, l'interpolation permet d'obtenir des valeurs interpolées au niveau de n'importe quel pixel.

L'interpolation choisie pour les taux de pollens d'arbres est la méthode du krigeage, méthode apparue la plus adaptée au regard de la nature du signal pollinique (cf. § B.2.2.1 et § Annexe concernant les méthodes d'interpolation).

Il est ainsi possible d'attribuer une valeur interpolée issue de premiers résultats d'analyses (ex. taux de pollens d'arbres) à des points d'études différentes (ex. études dendrologiques). On peut ensuite visualiser l'éventuelle relation entre les deux séries de valeurs grâce à des graphiques accompagnés de l'indice de corrélation.

Le même principe a ainsi permis de tenter des corrélations entre la répartition spatiale des flux polliniques d'arbres interpolés et la distance par rapport au rivage (ex. effet de la continentalité sur les taux de pollens d'arbres en fonction des époques), la qualité de paléosols (ex. études sédimentologiques de l'Age du Fer), des mesures dendrologiques (ex. à l'Age du Fer) ou bien la répartition des vestiges archéologiques d'une époque (ex. à l'Age du Bronze).

Quelques tests non paramétriques ont aussi été mis en œuvre, par exemple pour montrer l'existence d'une différence significative entre la répartition des études présentant des spectres polliniques dominés par les pollens de noisetier et la distribution spatiale des valeurs de précipitations (ex. à l'Atlantique).

1.2.2. Les analyses multivariées (« Analyse Factorielle des Correspondances » : AFC , « Analyses en Composantes Principales » : ACP, Analyses de co-inertie)

L'interpolation ainsi que les tests évoqués ci-dessus ne permettent cependant pas de comparer plus de deux paramètres à la fois. Afin d'étayer les interprétations à partir de beaucoup plus de paramètres (28 paramètres abiotiques et 34 descripteurs archéobotaniques sont inventoriés), l'utilisation des analyses multivariées s'est révélée indispensable. Parmi les analyses multivariées disponibles, l'analyse de co-inertie s'est montrée la plus appropriée.

Pour chaque période, cette méthode de co-inertie a été réalisée exclusivement sur les résultats des études polliniques de zones humides.

Cette méthode se déroule en trois étapes.

Tout d'abord, en vue d'obtenir une typologie des compositions polliniques retrouvées à une période donnée, une Analyse Factorielle des Correspondances est réalisée sur un certain nombre de descripteurs polliniques. L'un des points forts de cette analyse est de prendre en compte à la fois la présence mais aussi l'absence d'une donnée dans chacune des études polliniques. En ce sens, l'AFC est moins sensible à la répartition en agrégats des études polliniques.

Dans un second temps, chacune des études paléoenvironnementales étant caractérisée par un certain nombre de mesures environnementales, (l'utilisation d'un Système d'Information Géographique a permis d'attribuer les valeurs de 28 paramètres abiotiques à chacune des études polliniques géoréférencées), un « classement » des études d'après leurs caractères environnementaux est ensuite recherché. Une Analyse en Composantes principales réalisée sur les paramètres abiotiques (et parfois archéologiques) de l'ensemble des sondages permet alors d'obtenir les principales tendances abiotiques caractérisant les études (ce sont les effets de la latitude et de la continentalité qui ont le plus souvent été associés aux axes principaux des ACP).

Enfin, l'Analyse de co-inertie vise à « corréler » les typologies des compositions polliniques aux grandes tendances abiotiques caractérisant les sondages polliniques. On cherche ainsi à expliquer la répartition les compositions polliniques d'une période par les grandes tendances abiotiques.

Remarque : Notons que la comparaison entre résultats archéobotaniques relevant d'analyses différentes ou bien de conditions taphonomiques différentes (ex. contexte humide ou minéral sec) reste difficile et rare. La grande majorité des traitements statistiques a été réalisée sur des résultats issus de types d'analyses et de contextes taphonomiques identiques. Ce sont par exemple les interpolations des taux de pollens d'arbres calculées à partir des seules études polliniques de zones humides, ou bien l'évolution diachronique des fréquences des occurrences de certaines attestations ou groupements archéobotaniques.

Les tentatives de corrélation présentent très souvent des relations logiques mais des coefficients de corrélation ou des coefficients de détermination relativement « moyens » (ex. les secteurs présentant les largeurs de cerne les plus larges sont aussi les secteurs apparaissant les plus « ouverts » à l'Age du Fer mais le coefficient de corrélation n'est que de R = 0,5). Ces valeurs s'expliquent très probablement par l'interaction d'autres paramètres environnementaux non pris en compte et par la nature très complexe du signal pollinique (ex. contraintes liées à l'orientation et l'intensité des vents sur la distribution des pollens d'arbres

et sur les largeurs moyennes de cernes…). D'autres part, ces résultats souvent vieux de plusieurs milliers d'années traduisent forcément une réalité plus ou moins fidèle… Néanmoins, les relations ou tendances qui apparaissent entre résultats d'analyses différents permettent tout de même de confirmer ou d'infirmer certaines interprétations basées jusqu'alors sur les résultats de disciplines isolées. En ce sens, les tendances qui ressortent parfois du croisement de résultats d'analyses différents sont un net progrès même avec des indices de « corrélation » parfois un peu faibles... (ex. un secteur vide de vestiges archéologiques et présentant des flux polliniques d'arbres importants montre une relation logique qui conforte mutuellement la véracité des deux résultats. Cette relation peut rester pertinente même si les secteurs ne sont pas toujours tout à fait vides de sites aux endroits où les taux de pollens d'arbres sont au maximum.

2. Mise en perspective des résultats paléoenvironnementaux dans le cadre de projets d'aménagements paysagers

La mise en perspective des travaux paléoenvironnementaux étant un objectif affiché dès le début du doctorat, une seconde démarche visant à intégrer les résultats dans des projets d'aménagements de sites patrimoniaux a été élaborée.

Afin de contribuer à la création de nouvelles données archéobotaniques (palynologiques), nous avons choisi des lieux d'études d'une part en fonction du potentiel informatif susceptible d'être apporté en terme de recherche fondamentale (ex. l'étude de la tourbière de Pargo à Quiberon) mais aussi en fonction d'intérêts patrimoniaux (ex. zone Natura 2000 de Langazel à Tréamouezan) ou bien en fonction de projets de valorisation des sites (ex. ferme archéologique de Melrand).

2.1. Réalisation d'études archéobotaniques (palynologiques) permettant de retracer l'évolution des couvertures végétales autour des sites

Cette première étape correspond à l'étude scientifique classique visant à reconstituer l'histoire de la végétation des environs du site choisi. Les grands traits du protocole scientifique consistent à échantillonner, traiter, dater les sédiments, observer puis interpréter les résultats palynologiques. Notons qu'en plus des fréquences polliniques, les comptages ont été effectués de manière à obtenir aussi des fréquences absolues (en nombre de grains de pollens par gramme de sédiments).

Des études granulométriques sont venues compléter les études palynologiques afin de connaître les conditions de dépôts polliniques.

- Le sondage palynologique de Pargo à Quiberon atteint une profondeur de 5,2 mètres avec une base estimée à la fin du Bölling - Allerød. L'observation de 74 niveaux palynologiques a permis de retracer l'évolution de la végétation de ce secteur jusqu'à l'actuel. L'impact de l'homme est apparu en partie masqué par les contraintes marines très proches. Les taux de pollens d'arbres ne sont par exemple jamais très élevés, ce qui empêche de percevoir les effets d'éventuels défrichements. Les premiers indices d'anthropisation n'apparaissent qu'à partir de l'Age du Bronze.

- Les sondages réalisés sur deux parcelles de la Zone Natura 2000 de Langazel à Trémaouezan ont permis de reconstituer l'évolution de la végétation de ce secteur depuis le début de l'interstade du Bölling – Allerød. Les sondages profonds de 2,1 mètres (sondage de

la parcelle ZA15) et de 2 mètres (sondage de la parcelle 100) ont respectivement fourni 37 et 38 spectres polliniques.

Cette reconstitution est d'autant plus pertinente que l'on a pu constater une évolution des compositions polliniques rigoureusement parallèle dans les deux sondages pourtant distants d'environ un kilomètre. Les résultats de ces deux sondages s'accordent aussi avec le diagramme pollinique d'une troisième étude réalisée sur l'une des zones humides de Langazel en 2000 par D. Marguerie et N. Marcoux. Ces trois sondages polliniques constituent désormais un jalon géographique important dans la connaissance de l'évolution de la végétation tardiglaciaire du Massif armoricain.

La transformation anthropique du paysage se fait ressentir assez tardivement dans ce secteur du Finistère puisque les premiers indices polliniques liés à l'homme n'apparaissent qu'avec la seconde moitié du Subboréal.

- Le sondage de Noguello effectué sur la commune de Melrand près de la ferme archéologique est moins profond (1,4 mètres) et moins fourni en niveaux polliniques. Il a néanmoins enregistré des compositions polliniques probablement depuis la période de l'Age du Fer.

L'impact de l'Homme sur le paysage est continuellement perçu de la base au sommet du diagramme.

2.2. Proposition d'une reconstitution de la mosaïque végétale autour des sites pour une période donnée

Le sondage de la tourbière de Pargo à Quiberon a essentiellement été choisi en fonction d'un intérêt scientifique. En effet, sa position géographique dans une région riche en vestiges mégalithiques néolithiques laissait espérer l'enregistrement d'indices archéobotaniques imputables à des impacts humains très anciens.

En ce qui concerne la valorisation des résultats, l'aménagement accru des sites mégalithiques de la région nécessite potentiellement des informations relatives à l'état de la mosaïque paysagère contemporaine à la construction des vestiges mégalithiques (ex. aménagements paysagers des sites mégalithiques de Carnac, 56).

La fin du Subboréal et le Néolithique moyen sont les périodes qui ont donc été choisies pour reconstituer et proposer des mosaïques paléo-paysagères.

Les études de Langazel ont été motivées par Ph. Hamonou en charge de la valorisation et gestion de la zone Natura 2000 de Langazel. L'objectif de ces études était alors clairement de promouvoir l'intérêt patrimonial de la zone humide en plus de l'intérêt scientifique, objectif en totale adéquation avec ceux de la thèse.

L'ancienneté de l'enregistrement palynologique de la base des trois sondages faisant l'originalité de ces études, nous avons donc choisi de procéder à une reconstitution de la mosaïque paléo-paysagère de la fin de l'interstade du Bölling – Allerød. Le choix de cette période est d'autant plus intéressant que des vestiges archéologiques attribués à cette période ont aussi été localisés.

Le sondage pollinique de Noguello s'inscrit dans une série d'études archéobotaniques menées autour de l'ancien village de Lann Gouh.

L'objectif de ces études archéobotaniques est une nouvelle fois la valorisation du site puisque les résultats contribuent à alimenter des sujets d'expositions, de reconstitutions (ex. de bâtiments, de jardins, de cultures) en plus de l'intérêt scientifique fondamental (ex. apparition du bocage).

Le Moyen-Age est la période qui a naturellement été retenue pour la proposition d'une reconstitution de la mosaïque paléo-paysagère autour de l'ancien village. Notons que la plupart des données archéobotaniques disponibles correspondent au Moyen-Age central et au bas Moyen-Age, c'est donc plutôt une image de la seconde moitié du Moyen-Age qui est proposée.

2.3. Intérêts potentiels issus des résultats paléoenvironnementaux et de la reconstitution végétale proposée

Les fonctions potentielles de valorisation des résultats et des reconstitutions paléoenvironnementales sont nombreuses. Ces résultats permettent d'élargir les possibilités dans le processus d'élaboration d'un projet d'aménagement paysager et peuvent être particulièrement utiles pour les sites à vocation patrimoniale (tant pour le patrimoine naturel que culturel).

Par ailleurs, la mise en perspective du fonctionnement d'un paysage sur le long terme peut aussi être mise à profit dans l'optique d'un aménagement « durable », qualité souvent requise pour les sites patrimoniaux.

Ces nouvelles données permettent aussi d'enrichir potentiellement l'offre patrimoniale du site par les fonctions de recherche, de communication, de création, de formation, de conservation, d'animation, de diffusion.

L'objectif de l'étude palynologique de la zone humide de Pargo à Quiberon (56) était avant tout scientifique. Néanmoins l'étude paléoenvironnementale ainsi que la reconstitution paléo-paysagère offre désormais une image de la végétation proche de ce qu'elle pouvait être à l'époque du Néolithique. Il n'existe actuellement pas de projets d'aménagements paysagers de sites mégalithiques morbihannais, mais ce travail offre potentiellement une source de données pour d'éventuels aménagements paysagers. Par ailleurs, les fonctions de diffusion et de communication peuvent tout à fait être envisagées avec l'étude et la publication de fouilles archéologiques par exemple.

Les études menées sur l'initiative de l'association de Langazel (Tréamouezan, 29) entrent dans le cadre de la restauration et de la valorisation de la zone humide. En ce sens, les études palynologiques sont aussi tout à fait cohérentes avec les objectifs de la thèse.

Selon Ph. Hamonou (animateur de l'association), les fonctions de ces études sont avant tout des fonctions de recherche (connaissance de l'évolution des paysages, compréhension des différentes étapes de l'évolution de la zone humide), des fonctions de communication (connaissance de l'occupation et des activités humaines de la zone humide), mais aussi des fonctions de conservation (ces études palynologiques permettent de qualifier les tourbes de véritables archives sédimentaires qu'il faut protéger).

D'autres fonctions de création, de formation, d'animation, de diffusion peuvent aussi venir se greffer sans trop de difficulté à ces études paléoenvironnementales.

Dans l'immédiat, un ouvrage grand public résumant les principales étapes de l'histoire végétale du secteur et une exposition sur l'étude paléo-paysagère sont envisagés.

L'étude palynologique et la proposition de reconstitution paléo-paysagère des environs de l'ancien village de Melrand ont quant à elles été directement incluses dans les projets de valorisation du centre archéologique de Melrand. Ces résultats participeront donc à la réalisation de documents et d'expositions sur l'organisation du paysage médiéval autour de

l’ancien village. Un projet de maquette inspiré des plans archéologiques du village mais aussi des résultats paléo-paysagers est d’ailleurs déjà en place.

D’autre part, l’acquisition récente d’une parcelle de terrain près de l’ancien village devrait être aménagée et gérée en tenant compte des résultats acquis.

Perspectives

Perspectives

1. La modélisation de l'information palynologique

En ce qui concerne la synthèse spatio-temporelle des données paléoenvironnementales, il semble désormais nécessaire de passer à une phase de modélisation de l'information paléoenvironnementale (S. Sugita, 1994), d'une part pour tenter d'expliquer des phénomènes constatés (ex. gradient du taux de pollens d'arbres en fonction de la distance au rivage), pour estimer les aires de provenances polliniques autour des capteurs polliniques armoricains, mais aussi par la suite tenter de reconstituer des compositions végétales à partir de compositions polliniques et inversement. Ainsi, afin de valider les propositions de reconstitutions paléo-paysagères de ce mémoire, la modélisation de ces mosaïques paléo-paysagères permettrait de calculer des compositions polliniques théoriques qui resteraient à comparer avec les compositions polliniques obtenues (un travail de simulation d'une mosaïque paléo-paysagère à partir des compositions pollinique observées est tout aussi envisageable).

Par ailleurs, la bonne compréhension des phénomènes expliquant les fluctuations polliniques à travers le temps et confronté à l'évolution d'autres paramètres environnementaux (ex. climats, impacts humains) pourrait potentiellement permettre de « prédire » (en introduisant par exemple une augmentation des températures) des compositions polliniques futures.

Afin de créer ces modélisations, il est tout d'abord nécessaire de « rationaliser » l'information archéobotanique et notamment palynologique (les signaux anthracologiques et carpologiques semblent en effet beaucoup plus compliqués à modéliser à cause de leurs composantes humaines). Cette rationalisation de l'information palynologique passe par une étude des pluies polliniques armoricaines actuelles (détermination des productions polliniques pour chaque taxons, des tailles des capteurs polliniques, des vitesses de chute des pollens, des compositions végétales autour de chaque zone humide, l'effet du vent…) réparties dans l'ensemble des contextes environnementaux possibles. Ces contextes environnementaux seront choisis de manière à obtenir le maximum des combinaisons de contextes abiotiques, biotiques, sociologiques possibles et selon un grand éventail d'échelles spatiales. La prise en compte de l'ensemble des paramètres environnementaux devrait être possible grâce à l'utilisation des images satellitaires. On peut ainsi espérer obtenir des correspondances objectives entre des compositions polliniques et des contextes environnementaux pour pouvoir mettre au point des simulations.

Les modèles permettant des reconstitutions locales développées notamment par S. Sugita (1994), S. Sugita *et al.* (1999), A. Brostrom (2004) s'inscrivent dans ces perspectives.

En revanche, les modèles qui permetraient d'étendre les reconstitutions végétales à des échelles plus régionales sont à mettre au point. On peut envisager de telles reconstitutions sur la base de corrélations testées entre la distribution des associations archéobotaniques (ex. occurrences de groupements ou de taxons archéobotaniques) et la distribution des paramètres environnementaux (ex. relief, données édaphiques, éloignement du rivage, distribution des sites archéologiques les plus proches… cf. analyse de co-inertie de ce mémoire). Il serait ensuite possible d'étendre les données archéobotaniques à l'ensemble d'une région en combinant les diverses cartes thématiques dont les valeurs seraient pondérées par les coefficients de corrélation obtenus (abiotiques et archéologiques) en rapport à la distribution des données archéobotaniques (cf. chapitre B.2.3.6).

2. Le croisement des données archéobotaniques et archéologiques

Toujours en ce qui concerne la première partie de la thèse, la relation entre les paléoenvironnements végétaux et les données archéologiques n'a été étudiée qu'assez partiellement. En effet, seules quelques données archéologiques de la région Bretagne ont été mises à disposition.

Néanmoins, la répartition et l'attribution chronologique des vestiges archéologiques étant soumises à de nombreux aléas à intégrer (biais liés aux prospections, à la taphonomie, à l'archéologie…) il a semblé impossible de pouvoir traiter l'ensemble de l'information archéologique dans le laps de temps imparti. Dans le cadre de cette thèse, quelques tests de corrélations entre les indices des taux de pollens d'arbres et le nombre de sites archéologiques bretons compris dans un périmètre de 10 kilomètres (données fournies par le Service Régional d'Archéologie) autour des sondages polliniques ont été calculés. Il en est ressorti des résultats plus ou moins logiques et avec des indices de corrélation plus ou moins fiables. Il faut incontestablement prendre en compte les biais contenus dans les cartes de répartition de sites archéologiques pour expliquer ces résultats…

Le croisement entre les informations archéobotaniques, les données de quelques paramètres abiotiques et la distribution de l'ensemble des occurrences archéologiques qui ont fourni des objets métalliques de l'Age du Bronze (carte fournie et corrigée par M. Gabillot ayant fait l'objet de prospections plus systématiques) a laissé entrevoir des résultats et des possibilités de développements intéressantes (notamment grâce à des traitements par des analyses multivariées).

La base de données archéobotaniques étant désormais construite, un projet de recherche concernant le croisement entre la répartition des sites archéologiques, la distribution des données archéobotaniques et abiotiques pourrait se révéler prometteur. En effet, l'obtention de tendances « logiques » entre secteurs présentant par exemple des flux polliniques d'arbres importants avec de faibles concentrations de sites archéologiques et au contraire des secteurs possédant de nombreux sites archéologiques avec de faibles flux polliniques d'arbres, permet d'appuyer mutuellement les distributions spatiales des sites archéologiques et des flux polliniques d'arbres. Une incohérence entre les résultats inviterait au contraire à chercher d'autres facteurs explicatifs…

Enfin, il faut aussi envisager un croisement entre les distributions des données archéobotaniques et des données relatives aux dynamiques géomorphologiques, et notamment les évolutions fluviales qui sont bien souvent en relation directe avec de nombreuses occupations humaines. Les travaux réalisés le long de la Loire par N. Carcaud *et al.*, (2002), J. Burnouf *et al*., (2001) se prêteraient par exemple bien à ce genre d'expérience.

3. Une aide à l'orientation des futures campagnes de sondages polliniques

La cartographie de la totalité des études montre des secteurs richement fournis (ex. le département de la Loire Atlantique avec notamment les marais de Brière) alors que d'autres sont presque vides d'études (ex. le département des côtes d'Armor) (cf. chapitre B.3.2 concernant la distribution spatiale des études).

Des raisons taphonomiques et sociologiques (ex. l'implantation des centres de recherche) ont été évoquées pour expliquer cette distribution. Il serait néanmoins possible de corriger cette distribution en agrégats avec une stratégie de recherche volontariste, car même si le potentiel « archéobotanique » est moins riche dans certains secteurs, il n'est jamais totalement absent (ex. aucune étude pollinique de zone humide n'est répertoriée dans le département des Côtes - d'Armor, or des zones humides existent dans ce département…).

4. Un projet de valorisation des données paléoenvironnementales

La démarche de valorisation des données paléoenvironnementales reste relativement théorique à l'issue de la thèse.

Nous avons donc cherché à intégrer un projet d'aménagement de site patrimonial afin de confronter véritablement la démarche avec les exigences d'un projet d'aménagement paysager.

Le projet de Zone de Protection du Patrimoine Architectural Urbain et Paysager (ZPPAUP) du château de la Hunaudaye (22) mené par la DRAC, se prête bien à cette tentative. A ce jour, deux sondages palynologiques ont été réalisés de part et d'autre du château afin de reconstituer le paysage du Moyen-Age. Des réunions sont prévues avec les paysagistes et les différents acteurs du château pour envisager un aménagement paysager tenant compte du paléo-paysage.

Bibliographie

Bibliographie

- Principales abréviations employées

A.M.A.R.A.I. : Association Manche-Atlantique pour la Recherche Archéologique dans les Iles.

A.G.O.R.A : Association du Grand-Ouest pour la Recherche en Archéosciences

Ce.R.A.A : Centre de Recherche Archéologique d'Alet.

- Liste Bibliographique

ABALAIN H., 1998 – *Histoire des langues celtiques*. Editions Gisserot, 128 p.

ABBAYES des H., 1951 – Essai sur les limites du Sous-secteur phytogéographique armoricain et sur sa subdivision en districts. *76e Congret Société Savante*, Rennes, p. 249-263.

ABBAYES des H., 1954 – *Excursion phytogéographique dans l'Ouest armoricain (avec le concours de R. Corillion et A. Dizerbo).* Notice Botanique et itinéraire commentés, VIIIe Congret International, Paris, p. 19-29.

ABBAYES des H., CLAUSTRE G., CORILLION R., DUPONT P., 1971 – *Flore et végétation du Massif armoricain. Tome I-Flore vasculaire.* P.U.B. Saint-Brieuc, 1226 p.

ALLARD M. et GUYOT R., 1972 – Etude préliminaire d'une industrie magdalénienne au camp d'Auvours, commune de Saint-Mars-la-Brière (Sarthe). *Bulletin de la Société Préhistorique française*, 69, p. 347-355.

ANDERSEN S.-Th., 1970 – The relative pollen productivity and pollen representation of North European trees, and correction factors for tree pollen spectra. *Danmarks Geologiske Undersøgelse, Geological Survey of Denmark*, 2, 96, 99 p.

ANDERSEN S.-Th., 1974 – Wind conditions and pollen deposition in a mixed deciduous forest. I. Wind conditions and pollen dispersal. *Grana*, 14, p. 57-63.

ANDERSEN S.-Th., 1979 – The relative pollen productivity of the common forest trees in the early Holocen in Denmark. *Årbog, Danmarks Geologiske Undersøgelse, Geological Survey of Denmark*, yearbook 1979, p. 5-19.

ANTOINE A., 2002 – *Le Paysage de l'historien, archéologie des bocages de l'ouest de la France à l'époque moderne.* Presses Universitaires de Rennes, 340 p.

AUFFRET G.A., 1983 – *Dynamique sédimentaire de la Marge Continentale Celtique*. Thèse Doctorale, Université de Bordeaux I, 350 p.

BAILLOUD G., BOUJOT C., CASSEN S., LE ROUX C.-T., 1995 – *Carnac, les premières architectures de pierre.* Collection Patrimoine au présent, CNRS Editions, 126 p.

BARBIER D. et VISSET L., 1997 - Logné, a peat bog of European ecological interest in the Massif Armorican, Western France : bog development, vegetation and land-use history.

BARBIER D., 1999 – *Histoire de la végétation du nord-mayennais de la fin du Weischelien à l'aube du XXIème siècle Mise en évidence d'un Tardiglaciaire armoricain Interactions Homme-Milieu.* Thèse de doctorat, Université de Nantes, Editions Groupe d'Etude des Milieux Naturels, Nantes, tome I, texte : 284 p., tome II, illustration : 63 Figures.

BARBIER D., BURNOUF J. & VISSET L., 2001 – Les diagrammes société/végétation : un outil de dialogue interdisciplinaire pour la compréhension des interactions homme/milieu. *Quaternaire*, 12 (1-2), p. 103-108.

BARD E., 1996 - *Le niveau marin depuis 20000 ans enregistré par les coraux*. La lettre du Programme international Géosphère Biosphère (PIGB) - Programme mondial de recherches sur le climat (PMRC), lettre n°5 Octobre 1996.
http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim/rechfran/4theme/paleo/glacesarchiv.html

BARNAUD G. & LEFEUVRE J.C., 1992 – l'écologie avec ou sans l'homme ? *In* : collectif. *Entre nature et société. Les passeurs de frontières*. CNRS. Paris, p. 69-112.

BASTIN B., 1971 – Recherches sur l'évolution du peuplement végétal en Belgique durant la glaciation Würm. *Acta Geographica lovaniensia*, vol. 9, 136 p.

BATARDY C., BUCHSENSCHUTZ F., DUMASSY F., 2000 – Le Berry Antique ATLAS 2000. *Supplément n°21 à la Revue Archéologique du Centre de la France*, 189 p.

BAUDRY J., BUNCE R.G.H., BUREL F., 2000 – Hedgerows diversity : an international perspective on their origin, function and management. *Journal of Environmental Management*, 60, p. 7- 22.

BEALL F.C., 1972 – Introduction to thermal analysis in the combustion of wood. *Wood Science*, vol. 5, n°2, p. 102-108.

BEAULIEU J.L. de, PONS A. et REILLE M., 1985 – Recherches pollenanalytiques sur l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des monts d'Aubrac (Massif Central, France). *Revue de Paléobotanique et Palynologie*, 44, p. 37-80.

BEHRE K.E., 1981 – The interpretation of anthropogenic indicator in pollen diagrams. *Pollen et spores*, vol. XXIII, n°2, p. 225-245.

BEHRE K.E., 1986 - *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. Balkema, Rotterdam, 232 p.

BEHRE K.E., 1988 – The role of man in Europe vegetation history. In : HUNTLEY B. & WEBB T. (eds), *Vegetation History*, Kluver Academic Publications, London, p. 633-672.

BELOKUPITOV I.E. et BERESNEVITCH V.V., 1955 – Giktorf's peat borers. *Turf. Prom.*, 8, p. 9-10.

BENNINGHOF W.S., 1960 – Pollen spectra from bryophytique polsters Inverness Mud Lake bog, Cheboygan county. *Papers Michigan Acad. Sc.*, 45, Michigan, p. 41-60.

BERGER A., 1992 – *Le climat de la terre Un passé pour quel avenir ?* De Boeck Université, Bruxelle, 479 p.

BERGER W.H., 1990 – The Younger Dryas cold spell-a quest for causes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 89, p. 219-237.

BERGLUND B.E., 1969 – Vegetation and human influence in South Scandinavia during prehistoric time. *Oikos Suppl.*, 12, p. 9-28.

BERGLUND B.E., EMANUELSSON U., PERSSON S., PERSSON T., 1986 – Pollen/Vegetation relationships in grazed and mowed plant communities of South Sweden. In : Berhe K.-E., *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams*. Balkema, Rotterdam, p. 37-51.

BERNARD J., 1996 – *Paléoenvironnement du Pays-de-Retz et du marais Breton-Vendéen.* Thèse de doctorat de l'Université de Nantes, 2 tomes, 174 p.

BERNARD V., 1991 - *Rapport dendrochronologique concernant les bois de charpente de la ferme de Hédé (Ille et Vilaine)*. 9 p.

BILLARD C., CLET-PELLERIN M., LAUTRIDOU J.-P. avec la collaboration de GIFFAULT M., 1995 - Un site protohistorique littoral dans le havre de la Vanlee à Lingreville et Bricqueville-sur-mer (Manche). *Revue Archéologique de l'Ouest*, 12, p. 73-110.

BIRKS H.J.B., 1973 – Modern pollen rain studies in some arctic and alpine environnements. In : Birks H.J.B. and West R.G., *Quaternary Plant Ecology*. Blackwell, Oxford, p. 143-168.

BIRKS H.J.B., BIRKS H.H., 1980 – Quaternary Palaeoecology. *Edward Arnold*, London, 289 p.

BIRKS H.J.B., GORDON A.D., 1985 – Numerical methodsin Quaternary pollen analysis. *Academic press*, London.

BLANCHON P. et SHAW J. 1995 – Reef drowning during the last deglaciation : evidence for catastrophic sea-level rise and ice-sheet collapse. *Geology*, 23, p. 1257-1266.

BOILLOT G., 1983 – *Géologie des marges continentales*. Masson, Paris - New York, 139 p.

BOND G., 1992 – Evidence for massive discharges of iceberg into the north Atlantic ocean during the last glacial period, *Nature*, vol. 360, p. 245-247.

BONNET S., 1998 – *Tectonique et dynamique du relief : Le socle armoricain au Pléistocène.* Collection Mémoire de Géosciences de Rennes, 86, 352 p.

BORSE Ch., 1939 – Über die Frage der Pollenproduktion, Pollenzerstörung und pollenverbreitung in ost preussischen Waldgebieten. *Schr. Phys. Ökon. Ges. Köningsberg*, 71, p. 127-144.

BOUJOT Ch. et CASSEN S., 1992 – Le développement des premières architectures funéraires monumentales en France occidentale. *Revue Archéologique de l'Ouest, supplément n°5*, p. 195-211.

BOURNERIAS M., 1968 - *Guide des groupements végétaux de la région parisienne*. SEDES, Paris, 290 p.

BOURNERIAS M. et POMEROL C., 1986 – *La Bretagne de la Pointe du Raz à l'estuaire de la Loire*. Guides naturalistes des côtes de France, Delachaux & Niestlé, 255 p.

BOURNERIAS M., POMEROL C. et TURQUIER Y., 1995 – *La Bretagne de la Pointe du Raz à l'estuaire de la Loire*. Guides naturalistes des côtes de France, 2ème édition, Delachaux & Niestlé, 272 p.

BRADSHAW R.H.W., 1981 – Modern pollen-representation factors for woods in South-East England, *J. Ecology*, 64, p. 859-887.

BRIARD J., 1970 - Un tumulus du Bronze ancien Kernonen en Plouvorn (Finistère). *L'Anthropologie*, T. 74, n°1-2, p. 5-56.

BRIARD J., 1995 – *Les mégalithes de l'Europe atlantique : architecture et art funéraire (5000-2000 avant J.-C.)*. Errance, p. 7-39.

BRIARD J., TUARZE M., MARGUERIE D. et ONNEE Y., 1999 - *Néolithique, Age du Bronze et paléoenvironnement en Bretagne centrale, le Pays Pourlet*. Travaux du laboratoire d'anthropologie, 100 p.

BROECKER W., 1994 – Massive iceberg discharges as triggers for global climatic change, *Nature*, vol. 378, p. 273-274.

BRONK RAMSEY C., 1995 - Radiocarbon Calibration and Analysis of Stratigraphy: The OxCal Program. *Radiocarbon*, 37 (2), p. 425-430.

BROSTROM A., GAILLARD M.-J., ISHE M., et ODGAARD B., 1998 – Pollen-landscape relationships in modern analogues of ancient cultural landscapes in southern Sweden – a first step towards quantification of vegetation openness in the past. *Vegetation History and Archaeobotany*, 7, p. 189-201.

BROSTROM A., SUGITA S., GAILLARD M.-J., 2004 – Pollen productivity estimates for the reconstruction of past vegetation cover in the cultural landscape of southern Sweden. *The Holocene*, 14, 3, p. 368-381.

BUREL F. & BAUDRY J., 2000 – *Ecologie du paysage, concepts, méthodes et applications*, Editions TEC & DOC, 360 p.

BURNOUF J., CARCAUD N., CUBIZOLLE H., TREMENT F., VISSET L., GARCIN M., SERIEYSSOL K., 2001 – Les relations sociétés/milieux physiques depuis le fin du Tardiglaciaire : les apports du programme Loire. Quaternaire, 12, (1-2), p. 5-13.

CABANIS B., 1987 – *Découverte géologique de la Bretagne.* Collection Jean Ricour, Bureau de Recherche Géologique et Minière, p. 23-33.

CALCOTE R., 1995 – Pollen source area and pollen productivity : evidence from forest hollows. *Journal of Ecology*, 83, p. 591 – 602.

CAMBORNAC M., 1998 – *Plantes et jardins du Moyen Age*. Editions Hartmann, Paris, 104 p.

CARCAUD N., CYPRIEN A.-L., VISSET L., 2000 - Marais et vallée de la Loire, mémoire des paysages depuis 10000 ans. *Archives d'Anjou*, 4, p. 187-215.

CARCAUD N., GARCIN M., VISSET L., MUSCH J., BURNOUF J., 2002. Nouvelle lecture de l'évolution des paysages fluviaux à l'Holocène dans le bassin de la Loire moyenne. In : J.-P. Bravard et M. Magny Dir., *Histoire des rivières et des lacs de Lascaux à nos jours*. Errance, Paris, p. 71-84.

CARON J.M., GAUTHIER A., SCHAAF A., ULYSSE J., WOZNIAK J., 1992 – *Comprendre et enseigner la planète terre.* Editions Ophrys, 271 p.

CASELDINE C.L., 1981 – Surface pollen studies across Bankhead Moss, Fife, Scotland. *Journal of Biogeography*, 8, p. 7-25.

CASSEN S., AUDREN C., HINGUANT S., LANNUZEL G., MARCHAND G., 1998 – L'habitat Villeneuve-Saint-Germain du Haut-Mée (Saint-Etienne-en-Coglès, Ille-et-Vilaine). *Bulletin de la Société Préhistorique Française.* 95, 81, Paris, p. 41-75.

CASSEN S., BOUJOT Ch., VAQUERO J., ANDERSON P., AUDREN C., DEFAIX J., DIETSCH-SELLAMI M.-F., HERBAUT F., GAUDIN L., GOULETQUER P., GROUBER P., GUYODO J.-N., LANOS P., LE BOULAIRE A., MARCHAND G., MARGUERIE D., MENANTEAU L., MENS E., PIEL T., QUERRE G., PAILLER Y., YVEN E., VALOTEAU F., 2000 – *Eléments d'architecture. Exploration d'un tertre funéraire à Lannec er Gadouer (Erdeven, Morbihan). Constructions et reconstructions dans le Néolithique morbihannais. Propositions pour une lecture symbolique.* Association des Publications Chauvinoises, 814 p.

CHABAL L., 1990 – L'Etude paléoécologique de sites protohistoriques à partir de charbons de bois : la question de l'unité de mesure. Dénombrement de fragments ou pesées ? In : Hackens T., Munaut A.V., Till C., *Wood and Archaeology, Bois et archéologie* : First European Conference, Louvain-la-Neuve, October 2nd-3rd 1987, PACT, 22. Louvain-la-Neuve : Groupe européen d'étude pour les techniques physiques, chimiques, mathématiques et biologiques appliquées à l'archéologie. p. 189-205.

CHABAL L., 1997 – *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'anthracologie, méthode et paléoécologie*. Documents d'Archéologie Française. Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 63, 189 p.

CHABAL L., FABRE L., TERRAL J.-F., THERY-PARISOT I., 1999 – L'anthracologie *In* : A. Ferdière (Dir.), *La botanique.* Collection archéologiques, Editions Errance, Paris, p. 43-104.

CHALAVOUX J., GEBHARDT A. et LE CABEC Y., 1989 - De la fouille à l'expérimentation, en passant par les archéosciences : l'exemple de la micromorphologie. *Revue d'Archéométrie*, 14, p. 174-179.

CHEDEVILLE A. et TONNERRE J.-Y., 1987 – *La Bretagne féodale XIe – XIIIe siècles*. Editions Ouest-France, 427 p.

CHEDEVILLE A., 1997 – *Histoire de la Bretagne*. Editions Ouest-France, 63 p.

CHESTER P.I. & IAN RAINE J., 2001 – Pollen and spore keys for Quaternary deposits in the northern Pindos Mountains, *Grana*, 40, Greece, p. 299-387.

CINTRE R., 1992 – *Les marches de Bretagne au Moyen-Age*. Editions Jean-Marie Pierre, 238 p.

CLEMENT B., 1984 – Origine et répartition des tourbières de Bretagne. *Penn ar Bed*, vol.15, fasc. 2, n°117, p. 50-56.

CLERC J., 1988 – *Recherches pollenanalytiques sur la paléoécologie tardiglaciaire et holocène du Bas-Dauphiné*. Thèse, Université Aix-Marseille III, 179 p.

CLET-PELLERIN M., 1985 - Synthèse palynologique de quelques sites archéologiques de Normandie depuis le Néolithique. Palynologie archéologique, Notes et monographie technique. *Actes des Journées du 25 au 27 janvier au Centre de Recherche Archéologique*, n°17, Editions du C.N.R.S., p. 427-443.

CLOSMADEUC DE G., 1863 - Les bronzes gaulois découverts aux environs de Questembert. *Bulletins de la Société Polymatique du Morbihan*, premier semestre, p. 10-30.

COMET G., 1987 – *Le paysan et son outil. Essai d'histoire technique des céréales (France, VIIIe – XVe siècles).* Thèse de Doctorat d'Etat es-lettres. Université de Provence, U.E.R. d'Histoire, Aix-en-Provence, 2 tomes multigraphiés, 823 p.

CORILLION R., 1971 – *Notice détaillée des feuilles armoricaines. Phytogéographie et végétation du Massif armoricain.* Edition du C.N.R.S, 1 vol., Paris, 197 p.

COUVREUR G., LE GUEN G., 1990 – *Bretagne*. Guides géographiques régionaux. Ed. Masson, 230 p.

CUNDILL P.R., 1979 – Contemporary pollen spectra on the North York Moors. *Journal of Biogeography*, 8, p. 7-25.

CUSHING E.J., 1963 – *Late Wisconsin pollen stratigraphy in East Central Minnesota*. Ph. D. thesis, Université du Minnesota, 165 p.

CYPRIEN A.-L., 2002 – *Chronologie de l'interaction de l'homme et du milieu dans l'espace central et aval de la Loire (Ouest de la France).* Thèse de doctorat de l'Université de Nantes, tome I, texte : 182 p., tome II, illustration : 75 fig.

DAIRE M.-Y., 1990 – Céramiques armoricaines et habitats à l'Age du Fer. *In* : Collection. Les Gaulois d'Armorique, la fin de l'Age du Fer en Europe, XIIe Colloque AFEAF, *Revue Archéologique de l'Ouest*, Supplément n°3, p. 13-21.

DANSGAARD W., JOHNSEN S., CLAUSEN H. B., DAHL-JENSEN., D., GUNDESTRUP N. S., HAMMER C. U., HVIDBERG C.S., STEFFENSEN J. P., SVEINBJORNSDOTTIR A.E., JOUZEL J. & BOND G., 1993 - Evidence for general instability of past climate from a 250 kyr ice core record, *Nature*, vol. 364, p. 218-220.

DAVIS M.B., 1963 – On the theory of pollen analysis. *Am J Science*, 261, p. 897-912.

DAVIS O.K., 1984 – Pollen frequencies reflect vegetation patterns in a Great Basin (U.S.A) mountain range. Rev. Palaebot. Palynol., 40, p. 295–315.

DIETRICH A., 1990 - *Restes ligneux provenant du puits 35 sur le site gallo-romain des Sept Pertuis (Saint-Malo).* Rapport d'Analyse xylologiques, 10 p.

DIETRICH A. et RUAS M.-P., 1990 - *Des Hommes et des Plantes au IIè siècle à Mazière-en-Mauges.* Plaquette d'exposition, 7 p.

DIETSCH-SELAMI M.-F., 1999 - *Etude carpologique de l'abbaye de Landévennec (Finistère).* Rapport, 8 p.

DIETSCH-SELAMI M.-F., 1999 - Etudes carpologiques. *In* : Guesquière E., Macigny C., Lepaumier H. et coll., Les gisements Cerny d'Hébécrevon "Le village de l'Hôtel Torquet" et "La Couesnerie" (Manche). *Bulletin de la Société Préhistorique Française,* tome 96, n°4, p. 529-546.

DIETSCH-SELAMI M.-F., 2001 - *Etude carpologique d'échantillons du fossé 30 du site Age du Fer des Natteries (Le Puy-Saint-Bonnet, Maine-et-Loire).* Responsable d'opération : P. Maguer. Contrat Université de Rennes1, 8 p.

DIETSCH-SELLAMI M.-F., 2000 - Les résultats carpologiques. *In* : Cassen S. - *Elements d'architecture. Constructions et reconstructions dans le Néolithique morbihannais, propositions pour une lecture symbolique*. Ed. Chauvinoises, Chauvigny, France, p. 149-151.

DIETSCH-SELLAMI M.-F., 2000 - Stock de grains carbonisés d'une salle basse du logis (14ème-15ème siècles) du chateau du Guildo. *Journée préhistorique et protohistorique de Bretagne*, Rennes, p. 41-43.

DIETSCH-SELLAMI M.-F., 2002 - *In* : V. Carpentier et coll. Un habitat des XIème-XIIème siècles dans la campagne d'Argentan (Orne). *Archéologie médiévale*, tome 32, CNRS Editions, p. 89 - 92.

DOLEDEC S. et CHESSEL D., 1994 – Co-inertie analysis : an alternative method for studying species-environment relationships. *Freshwere Biology*, 31, p. 277–294.

DOLEDEC S., et CHESSEL D., 1997 – ADE4 on the web. Ecological Data Analysis : Exploratory and Euclidean methods in Environmental Sciences. Topics documentation, volume 4 : Coupling and constraints. Co-structure de deux analyses en composantes principales. ftp://pbil.univ-lyon1.fr/pub/mac/ADE/ADE4/DocThemPDF/Thema41.pdf.

DOLEDEC S., CHESSEL D. et MERCIER P., 1997 – ADE4 on the web. Ecological Data Analysis : Exploratory and Euclidean methods in Environmental Sciences. Topics documentation, volume 4 : Coupling and constraints. Ecological profiles and Co-inertia Analysis. ftp://pbil.univ-Lyon1.fr/pub/mac/ADE/ADE4/DocThemPDF/Thema42.pdf.

DU CHATELIER P., 1880 - Exploration du tumulus de Kerhué Bras en Plonéour-Lanvern (Finistère). *Revue archéologique*, Paris, p. 3-12.

DUBOIS C. et SAUVAGE J., 1963 - Analyses polliniques de tourbes de Bretagne septentrionale (Santec et Guerzit). *Bulletin Service Carte Géologique*, 16, fasc. 4 , Alsace-Lorraine, p. 241-247.

DUCHAUFOUR Ph., 1995 – *Pédologie, sol, végétation, environnement.* Masson, Série des abrégés, 4e édition, 323 p.

DUPLESSY J.-C. et MOREL P., 1990 - *Gros temps sur la planète*, Ed. Odile Jacob.

DURAND S. et LARDEUX H., 1985 – *Bretagne.* Guides géologiques régionaux, 2e édition, Masson, 171 p.

DURFORT J., 1994 – *Diagnostic écologique et plan de gestion du site naturel de Lann Gazel.* Fédération Centre-Bretagne Environnement, Commune de Trémaouezan et Ploudaniel, Finistère, 39 p.

EDWARDS R.L., BECK J.W., BURR G.S., DONAHUE D.J., CHAPELL J.M.A., BLOOM A.L., DRUFFEL E.R.M., TAYLOR F.W., 1993 – A large drop in atmospheric ^{14}C /^{12}C and reduced melting in the Younger Dryas, documented with 230^{Th} ages of corals. *Science*, 260, p. 963-968.

ELHAI H., 1959 - Analyse pollinique de deux tourbières normandes. *Pollens et spores*, vol. I, p. 59-76.

ELHAI H., 1960 - La tourbière de Gathemo (Manche-Normandie). *Pollen et Spores*, vol. II, n°2, p. 263-274.

ELHAI H., 1963 - *La Normandie occidentale, entre Seine et Golfe Normand-Breton, étude morphologique*. Imprimerie Bière, Bordeaux, 624 p., 136 Figures et une carte.

FAEGRI K. et IVERSEN J., 1989 – *Textbook of pollen analysis 4th ed.* John Wiley & Sons, Chichester, 328 p.

FAEGRI K., IVERSEN J., and WATERBOLK H.T., 1964 – *Textbook of pollen analysis*. Munksgaard, Copenhagen, 237 p.

FIRBAS F., 1934 – Uber die Bestimmung der Walddichte und der Vegetation waldloser Gebiete mit Hilfe der Pollenanalyse. *Planta*, 22, p. 109-145.

FRENZEL B., 1964 – Zur Pollenanalyse von Lössen : Untersuchunger der Lössprofile von Oberfellabrunn und Stillfried (Niederösterreich). *Eiszeitalter und Gegenwart*, 15, p. 5-39.

FRITTS H.C., 1976 – *Tree Rings and Climate.* Academic Press London, New York, 567 p.

FROMENT P., 1953 – Répartition des espèces. *In : Recherches sur la flore, le développement des végétaux et leurs groupements dans les vallées du Laonnois et du Vermandois* (Souche, Ardon, Somme), p. 134-153.

GAILLARD M.-J., BIRKS H.J.B., EMANUELSSON U. et BERGLUND B.E., 1992 – Modern pollen/land-use relationships as an aid in the reconstruction of past land-use and cultural landscapes : an example from south Sweden. *Vegetation History and Archaeobotany*, 1, p. 3-17.

GAILLARD M.-J., BIRKS H.J.B., EMANUELSSON U., KARLSSON S., LAGERAS S. et OLAUSSON D., 1994 – Application of modern pollen/land-use relation-ships to the interpretation of pollen diagrams – reconstructions of land-use history in south Sweden. 3000-0 BP. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 82, p. 47-73.

GAILLARD M.-J., BIRKS H.J.B., IHSE M., et RUNBORG S., 1998 – Pollen/landscape calibrations based on modern pollen assemblages from surface-sediment samples and landscape mapping – a pilot study in south Sweden. In Gaillard M.J. and Berglund B., *Quantification of land surface cleared of forests during the Holocene – modern pollen/vegetation /landscape relationships as an aid to the interpretation of fossil pollen data*. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, p. 31-52.

GALLAGHER K., CARTER A., HURFORD A., SIDDAL R. & THOMPSON S., 1997 – Towards a long term denudation chronology of NW Europe. *In* : Müller P. *et al*., Hydrothermal alteration and ore deposition. *European Union of Géosciences (EUG9)*, symposium 59, Strasbourg, 185 p.

GALOP D., 1998 – *La forêt, l'homme et le troupeau dans les pyrénées. 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et Méditerranée*. Géode, Laboratoire d'Ecologie Terrestre, Toulouse.

GAUDIN L. et MARGUERIE D., 2000 - Etude anthracologique du tertre mégalithique de Lannec er Gadouer. Eléments paléoenvironnementaux et palethnographiques. *In* : Cassen S. - *Elements d'architecture. Constructions et reconstructions dans le Néolithique morbihannais, propositions pour une lecture symbolique*. Ed. Chauvinoises, Chauvigny, France, p. 139 – 148.

GAUDIN L., 2001 – L'évolution d'un trait côtier, exemple du rivage de la région du golfe du Morbihan. *Bulletin de l'A.M.A.R.A.I.*, n°14, p. 5-14.

GAUDIN L., 2002 - Anthracology and landscape planning. *In :* Thiebault S. – *Charcoal Analysis, Methodological Approaches, Palaeocological Results and Wood Uses. Proceedings of the Second International Meeting of Anthracology*. BAR International Séries 1063, Paris, September 2000, p. 229 – 233.

GAUTIER M. et KAYSER O., 1987 – Le gisement mésolithique de Saint-Melaine en Pléchatel (Ille-et-Vilaine). *Les dossiers du Ce.R.A.A.*, 15, p. 49-55.

GEBHARDT A., 1989 – *Rapport d'étude sédimentologique de LANN GOUH en Melrand (Morbihan)*. Laboratoire d'anthropologie, Préhistoire, Protohistoire et Quaternaire armoricains, p. 153-171.

GEBHARDT A., 1990 – *Evolution du paléopaysage agricole dans le nord-ouest de la France – apport de la micromorphologie.* Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes1, 175 p.

GEBHARDT A. 1993 - Micromorphological evidence of soil deterioration since the mid-Holocene at archaeological sites in Brittany, France. *The Holocene*, 3, 4, p. 333-341.

GEBHARDT A. et MARGUERIE D. à paraître - Les sols, leur couvert végétal et leur utilisation. *In* : Le Roux, C.-T. (dir.), *Les fouilles de Locmariaquer* (Morbihan). Tome I: Présentation générale, tumulus d'Er-Grah nouveau cimetière; première partie (l'environnement).

GEHU J.-M., 1961 – Les groupements végétaux du Bassin de la Sambre française. *Vegetatio*, vol. X, fascicule 2-6, p. 60-372.

GIOT P.-R., 1986 - *Un habitat protohistorique : Le Moulin-de-la-Rive en Locquirec*. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie, Rennes, 153 p.

GIOT P.-R., 1949 - Deux dépôts de bronze finistériens (Rosnoën et Tréboul). *Bulletin de la Société de Préhistoire du Finistère*, 75, p. 9-19.

GIOT P.-R., 1990 – Le niveau de la mer : changeant, fluctuant, mouvant…, *Bulletin de l'A.M.A.R.A.I*, n°3, p. 5-16.

GIOT P.-R., L'HELGOUAC'H J. et MONNIER J.-L., 1979 – *Préhistoire de la Bretagne*, Ed. Ouest-France Université, Rennes, 443 p.

GIOT P.-R., L'HELGOUAC'H J. et MONNIER J.-L., 1998 – *Préhistoire de la Bretagne*, Ed. Ouest-France Université, Rennes, p. 221-281.

GODWIN H., 1934 – Pollen analysis. An outline of the problems and potentialities of the method. *The New Phytologist*, 33, p. 278-358.

GODWIN H., 1940 – Pollen analysis and Forest History of England and Walles. *New Phytologist*, 39 (4), p. 370-400.

GOUDINEAU Ch. et GUILAINE J., 1991 – *De Lascaux au grand Louvre, Archéologie et Histoire en France*. Editions Errance, Paris, 565 p.

GOUEZIN P. et LE GALL E., 1998 – *Le site mégalithique d'Er Lannic.* Association Archéolologique Douar Mor, p. 2-10.

GOULETQUER P. et LEOPOLD P., 1991 – Le site mésolithique de Quillien (Le Cloître-Saint-Thégonnec, Finistère). *Revue Archéologique de l'Ouest*, 8, Rennes, p. 61-82.

GOURAUD G., 1992 – Le campement mésolithique des Etangs de la Brenière à Montbert (Loire Atlantique). *Revue Archéologique de l'Ouest*, 9, Rennes, p. 39-55.

GRATON Y., 2002 – Le Krigeage : la méthode optimale d'interpolation spatiale. *Les articles de l'Institut d'Analyse Géographique*, 4 p.

GREEN P.J. and SILVERMAN B.W., 1994 - *Nonparametric regression and generalized linear models, a roughness penalty approach.* Monographs on Statistics and applied probability, Chapman and Hall, London, 182 p.

GROENMAN-VAN WAATERINGE W., 1986 – Grazing possibilities in the Neolithic of the Netherlands based on palynological data. *In* : BEHRE K.E., *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. Balkema, Rotterdam, p. 187-202.

GROOTES, P.M., et STUIVER M., 1997 - Oxygen 18/16 variability in Greenland snow and ice with 10^3 to 10^5-year time resolution. *Journal of Geophysical Research*, 102, p. 26455-26470.

GROOTES P.M., STUIVER M., WHITE J.W.C., JOHNSEN S.J., et JOUZEL J., 1993 - Comparison of oxygen isotope records from the GISP2 and GRIP Greenland ice cores. *Nature*, 366, p. 552-554.

GUIOT J., REILLE M., PONS A., BEAULIEU J.L., 1987 - Reconstruction of the last climatic cycle based on pollen data from les Echets and La Grande Pile (France). *XII International Congress*, Ottawa July 1987, Abstracts, 179p.

GUITTON V., 2001 - *Rapport d'analyse xylologique du site des Natteries (Le Puy-Saint-Bonnet, Maine-et-Loire)*. Responsable d'opération : P. Maguer, 5 p.

GUITTON V., LE DIGOL Y., MARGUERIE D. et BERNARD V., 2002 - *Etude anthracologique d'un four de potier, hôpital militaire Ambroise Paré*. Rapport d'étude, 24 p.

GUYOT G., 1997- Climatologie de l'environnement de la plante aux écosystèmes. *Enseignement des Sciences de la Vie.* Masson, Paris, 505 p.

HALL V.A., 1989. A Study of modern pollen rain from a reconstructed 19th century farm. *Ir. Nat.* J., 23, p. 82-92.

HAVINGA A.J., 1974 – Problems in the interpretation of pollen diagrams of mineral soils. *Geology in Mijzbou*, 53, 6, p. 449-453.

HAVINGA A.J., 1984 – A 20 year experimental investigation into the differential corrosion susceptibilty of pollen and spores in various soil types. *Pollen et Spores*, 26, p. 541-557.

HEIM J., 1970 - *Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe occidentale*. Thèse, Université de Louvain, Laboratoire de Palynologie et Phytosociologie, 181 p.

HICKS S., 1986 – Modern pollen deposition records from kuusamo, Finland. II. The establishment of pollen : vegetation analogues. *Grana*, 25, p. 183-204.

HICKS S., 2003 – Towards better temporal, spatial and ecological resolution in palaecological reconstructions : the role of pollen monitoring. *In* : Spassimir Tonkov (ed.) *Aspects of Palynology and Palaeoecology*. Pensoft Publishers, Sofia – Moscow, p. 43-60.

HJELLE K.L., 1997 – Relationships between pollen and plants in human-influenced vegetation types using presence-absence data in western Norway. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 99, p. 1-16.

HUET S. 2000 – *Quel Climat pour demain ?* Ed. Calmann-lévy, Paris, 236 p.

HUNOT J.-Y. 1997 - *La Carrière de la Seigneurie (Doué-la-Fontaine). Etude des charbons de bois, Département de Maine-et-Loire*. Service Archéologique, 16 p.

HUNOT J.-Y. et MARGUERIE D., 1992 - *La ferme du Haut-Chesnay (Hédé, Ille-et-Vilaine). Etude de charpentes.* A.G.O.R.A., 12 p.

HUNOT J.-Y. et MARGUERIE D., 1999 - *L'abbaye de Landévennec (Landévennec, Finistère).* Rapport d'étude xylologique, Université de Rennes1.

ISLEBE G.A., HOOGHIEMSTRA H., 1995 – Recent pollen spectra of Highland Guatemala. *J. Biogeogr*., 22, p. 1091-1099.

IVERSEN J., 1949 – The influence of prehistoric man on vegetation. *Dan. Geol. Under*. 4(3-6), p. 5-22.

IVERSEN., 1954 – The Lateglacial Flora of Denmark and its relation to climate and soil. *Danmarks Geologiske Undesogelse*, série 2, 80, p. 87-119.

IVERSEN J., 1960 – Problems of the early Post-glacial forest development in Denmark. *Danmarks Geologiske Undersogelse*, série 4, 4, p. 1-32.

JACKSON S.T., 1990 – Pollen source area and representation in small lakes of the north-eastern United States. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 63, p. 53-76.

JACKSON S.T. et LYFORD M.E., 1999 – Pollen dispersal models in Quaternary plant ecology : assumption, parameters, and prescriptions. *The Botanical Review*, 65, p. 39-75.

JACOBSON G.L. et BRADSHAW R.H.W., 1981 – The selection of sites for palaeoenvironmental studies. *Quaternary Research*, 16, p. 80-96.

JALUT G., 1991 – Le pollen traducteur du paysage agraire. *In* GUILAINE (Dir.), *Pour une archéologie agraire*. Editions Colin, Paris, p. 345-368.

JANSSEN C.R., 1966 – Recent pollen spectra from the deciduous and coniferous deciduous forests of Northeastern Minnesota. A study in pollen dispersal . *Ecology*, 47, p. 804-825.

JANSSEN C.R., 1967 – A postglacial pollen diagram from a small Typha swamp in north-western Minnesota, interpreted from pollen indicators and surface samples. *Ecological Monographs*, 37, p. 147-172.

JANSSEN C.R., 1970 – Problems in the recognition of plant communities in pollen diagrams. *Vegetation*, 20, p. 187-198.

JANSSEN C.R., 1981 – Contemporary pollen Assemblages from the Vosges (France). *Review Palaeobotany et Palynology*, 33, p.183-313.

JANSSEN C.R., 1984 – Modern Pollen Assemblages and Vegetation in the Myrtle Lake Peatland, *Ecological Monographs*, 54(2), Minnesota, p. 213-252.

JANSSEN C.R., 1986 –The use of local indicators and of the contrats between regional and local values in the assessment of the human impact on vegetation. *In* : Behre K.E., 1986 - *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. Balkema, Rotterdam, p. 203-208.

JOHNSON J. 1992 – Irregular glacial intersdials recorded in a new Greenland ice core, *Nature*, vol. 359, p. 311-313.

JOUSSAUME S., 1999 – *Climat d'hier à demain.* CNRS Editions, Paris, 141 p.

JOUZEL J., LOUIS Cl., STEVENARD M., 1994 – Les archives glaciaires du Groenland, *La Recherche*, n°261, p. 38-45.

JUNEJA S.C., 1975 – Combustion of cellulosic materials and its retardance, status and trends, Ignition, combustion, process and synergism. *Wood Science*, vol.7, n°3, p. 201-208.

JUVIGNE E., 1973a – Une méthode de séparation des pollens applicable aux sédiments minéraux. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 96, p. 253-262.

JUVIGNE E., 1973b – Un perfectionnement de la méthode de séparation des minéraux denses de loess. *Annales de Société Géologique de Belgique*, 97, p. 142-143.

KALAND P.E., 1986 – The origin and management of Norwegian coastal heaths as reflected by pollen analysis. *In* : Berhe K.E., *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. Balkema, Rotterdam, p. 19-36.

KAYSER O., 1984 – Autour du Mésolithique en Bretagne. *Revue Archéologique de l'Ouest*, 1, Rennes, p. 7-13.

KAYSER O., 1985 – A propos de la fin du Mésolithique en Bretagne : l'amas coquillier de Beg-an-Dorchenn (Finistère). Note préliminaire. *Travaux de l'Institut d'art préhistorique*, Université de Toulouse-Le Mirail, p. 80-92.

KAYSER O., 1988 – « Le Mésolithique côtier armoricain », quelques aspects de la problématique. *Bulletin du Centre de Géomorphologie*, 35, Caen, p. 27-31.

KAYSER O., 1989 – L'Epipaléolithique et le Mésolithique en Bretagne. *Le Temps de la Préhistoire*, Edition Archeologia, 1, Dijon, p. 350-352.

KAYSER O., 1989 - Notices sur Beg an Dorchenn et Beg er Vil. *In* : *Catalogue de l'exposition "30 ans d'archéologie"*, Paris, p. 120-121.

KAYSER O. & BERNIER G., 1988 – Nouveaux objets décorés du Mésolithique armoricain, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 85, p. 45-47.

KRAUSZ S., 1988 - *Les ossements animaux du site de La Tène de Plouer-sur-Rance*. Rapport d'analyse ronéoté, 18 p.

KRAUSZ S., 1989 - La faune de l'habitat isolé de l'île des Ebihens. *In* : L. Langouët (dir.) - Un village coriosolite sur l'île des Ebihens, *Ce.R.A.A.*, Saint-Malo, p. 137-143.

L'HELGOUAC'H J., 1983 – Les idoles qu'on abat. *Bulletin de la Société Polymatique du Morbihan*, 110, p. 57-68.

LANOS Ph., 2004 - Bayesian inference of calibration curves, application to archaeomagnetism: Chapter 3 in "*Tools for Constructing Chronologies, Crossing Disciplinary Boundaries*. Series : Lecture Notes in Statistics, vol. 177, ", Buck C.E. and Millard A.R. (Eds), Springer-Verlag, London, p. 43-82.

LARDEUX H., 1996 – *Guide géologique de la Bretagne*. Guides géologiques régionaux, 3e édition, Masson, 223 p.

LARSONNEUR C., 1977 - De la baie de Seine à l'estuaire de la Seine, histoire du Quaternaire marin. *Bulletin de la Société Géologique de Normandie et Amis du Museum du Havre*, 64, p. 9-19.

LATOUR B., 1997 – *Le métier de chercheur, regard d'un anthropologue*. Collection « Sciences en questions », INRA éditions, 95 p.

LE BRET P., DUPAS A.-M.-C., COURBOULEIX S., COUTARD J.-P. GARCIN M., LAUTRIDOU J., LEVY M. & VAN VLIET LANOE B., 1996 – Modélisation de la profondeur du pergélisol du dernier cycle glaciaire en France, *Bull. Soc. Géol. France*, Vol. 167, p. 169-179.

LE CLECH B., 1999 – *Les productions végétales : grandes cultures*. Collections Références, Editions Synthèse agricole, 340 p.

LE ROUX C.-T., 1985 - *Gavrinis et les îles du Morbihan, les mégalithes du Golfe*. Guides archéologiques de la France, Imprimerie Nationale, 6, Paris, p. 1-75.

LE ROY LADURIE E., 1983 – *Histoire du Climat depuis l'An Mil*. Flammarion, France, n° édition 9736, 2 vol. (287 p., 254 p.).

LEBRETON J.D., CHESSEL D., PRODON R. et YOCCOZ N., 1988 – L'analyse des relations espèces-milieu par l'analyse canonique des correspondances. *Acta Œcologica / Œcologia Generalis*, 9, p. 53-67.

LEBRUN P. et DEVILLE J., 1998 – *Les Fossiles*. Collection bien connaître, Editions Jean-Paul Gisserot, 127 p.

LECHEVALIER C., 1986 - Données récentes sur l'environnement postglaciaire et l'occupation néolithique, dans la partie occidentale des collines de Normandie. *Revue Archéologique de l'Ouest*, supplément n°1, p. 285-290.

LECOMPTE J. et VERGNES P., 1986 – *Le climat de la Bretagne*. Ed. Ouest-France, Rennes, 32 p.

LEGAY J.-P. et MARTIN H., 1982 – *Fastes et malheurs de la Bretagne ducale 1213 – 1532*. Edition Ouest France, 424 p.

LEROYER Ch., 1997 – *Homme, climat, végétation au Tardi- et Postglaciaire dans le Bassin parisien : apport de l'étude palynologique des fonds de vallées.* Thèse de doctorat de l'Université de Paris I, 2 volumes, 574 p.

L'HELGOUACH J., 1979 - Informations archéologiques, Saint-Nazaire, *Gallia Préhistoire*, 22, p. 563-568.

L'HOSTIS L., 1935 - Le gisement de Kerc'hleus en Saint-Pabu (Finistère). *Bulletin de la Société de Préhistoire Française*, 11, Paris, p. 1-15.

LOPEZ SAEZ J.-A., LOPEZ GARCIA P. et BURJACHS F., 2003 – Arqueopalinologia : sintesis critica. *Polen* 12, p. 5-35.

LOYER S., VAN VLIET LANOE B., MONNIER J.-L., HALLEGOUET B. & MERCIER N., 1995 – La coupe de Nantois (baie de Saint-Brieuc, France) : datations par thermoluminescence (TL) et données paléoenvironnementales nouvelles pour le Pléistocène de Bretagne. *Quaternaire*, vol. 16, p. 21-33.

MAGNY M., 1995 – Paleohydrological changes in Jura (France), and climatic oscillations around the North Atlantic from Allerød to Préboréal. *Geographie physique et Quaternaire*, 49, p. 401-408.

MAGNY M., 1998 – Le climat de 13000 à 5000 avant J.-C. *In* : Cupillard C. et Richard A. (Dir) – *Les derniers chasseurs – cueilleurs du Massif jurassien et ses marges*, Edition Centre Jurassien du Patrimoine, p. 48-59.

MANGERUD J., ANDERSEN S.T., BERGLUND B.E. et DONNER J.J., 1974 – Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. *Boreas*, 3, p. 109-128.

MARCHAND G. 1999 - *La néolithisation de l'Ouest de la France : caractérisation des industries lithiques*. British Archaeological Reports. S., 748, 487 p.

MARCHAND G. 2002 - Complément d'enquête sur la Néolithisation : Le site du Porteau-ouest à Pornic (Loire Atlantique). *Bulletin de l'A.M.A.R.A.I.*, n°15, p. 47-66.

MARCHAND G., 2003 – Les zones de contacts Mésolithique/Néolithique dans l'ouest de la France : définitions et implications. Muita gente, poucas antas ? origens, espaços e contextos do megalitismo. *Actas do II coloquio international sobre megalitismo*, p. 181-197.

MARGUERIE D., 1987 – Analyses palynologiques Premiers résultats. *In* : CHALAVOUX J., *Rapport de fouille Lann-Gouh Melrand*. 3 p.

MARGUERIE D., 1991a – Les Tourbières associées au site de Lann Gouh (Melrand, Morbihan). Rapport d'étude palynologique. *A.G.O.R.A.*, 16 p.

MARGUERIE D., 1991b – Le village médiéval de Lann Gouh (Melrand, Morbihan). Rapport d'étude palynologique sur les tourbières associées. *A.G.O.R.A.*, p. 121-150.

MARGUERIE D., 1991 - *La Grande Ouche (La Roche-Mabile, Orne)*. Rapport d'étude anthracologique, *A.G.O.R.A.*, 19 p.

MARGUERIE D., 1991 - *Les pieux de "la Maison de culture" (Parthenay, Deux-Sévres).* Rapport d'étude xylologique, A.G.O.R.A., 5 p.

MARGUERIE D., 1992 - *Le site médiéval du Freche-clos (Planguenoual, Côte-d'Armor).* Rapport d'étude anthracologique, A.G.O.R.A., 17 p.

MARGUERIE D., 1992 - *L'embaumement du corps découvert dans un cercueil en Plomb au vieux château de Laval*. Rapport d'étude palynologique. A.G.O.R.A., 5 p.

MARGUERIE D., 1992 – *Evolution de la végétation sous l'impact humain en Armorique du Néolithique aux périodes historiques*. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie de Rennes, n°40, 262 p.

MARGUERIE D., 1992 - *Le camp du second Age du Fer de Saint-Symphorien (Paule, Côtes-d'Armor)*, Rapport d'étude anthracologique. A.G.O.R.A., Université de Rennes1, 15 p.

MARGUERIE D., 1992 - *Le site mégalithique de Bilgroix (Arzon, Morbihan). Rapport d'étude anthracologique sur le site mégalithique de Bilgroix (Arzon, Morbihan).* Rapport d'analyse, 10 p.

MARGUERIE D., 1993 - *L'établissement agricole de la Tène Moyenne de Bellevue (Augan, Morbihan).* Rapport d'étude anthracologique, A.G.O.R.A., 17 p.

MARGUERIE D., 1993 - *L'atelier de grès médiévaux de la Picaudière (La Haute-Chapelle, Orne).* Pré-rapport anthracologique, A.G.O.R.A., 14 p.

MARGUERIE D., 1993 - *Le site artisanal de Chartre-de-Bretagne*. Pré-rapport anthracologique, A.G.O.R.A., 13 p.

MARGUERIE D., 1993 - *Les fouilles de sauvetage du campus de universitaire de la Place Hoche (Rennes, Ille-et-vilaine).* Rapport d'étude palynologique, A.G.O.R.A., 11 p.

MARGUERIE D., 1995 - *La Motte Beauce (Vezin-le-Coquet, Ille-et-Vilaine).* Rapport anthracologique, A.G.O.R.A, Université de Rennes1, 14 p.

MARGUERIE D., 1995 - *La motte de Dézerseul (Liffré, Ille-et-Vilaine).* Rapport anthracologique, A.G.O.R.A, Université de Rennes1, 13 p.

MARGUERIE D., 1995 - *Le site artisanal du four provost (Chartre-de-Bretagne, Ille-et-Vilaine).* Rapport anthracologique, Université de Rennes1, 17 p.

MARGUERIE D., 1995 - *Le site de la Butte du Houx (Sarceauxt, Orne).* Rapport anthracologique, A.G.O.R.A, Université de Rennes1, 8 p.

MARGUERIE D., 1995 - *Le site de Penancreach (Quimper, Finistère).* Rapport d'étude anthracologique, A.G.O.R.A, Université de Rennes1, 15 p.

MARGUERIE D., 1995 - Les études archéobotaniques *In* : BRIARD J., GAUTIER M., LEROUX G., *Les mégalithes et les tumulus de Saint-Just, Ille-et-Vilaine*. Editions du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, p. 129-142.

MARGUERIE D., 1995 - *Les fours gallo-romains de Mazière en Mauges (Maine-et-Loire).* Rapport d'étude anthracologique, Université de Rennes1, 15 p.

MARGUERIE D., 1996 - *Etude palynologique du site mégalithique de Bilgroix (Arzon, Morbihan).* Rapport anthracologique, Université de Rennes1, 6 p.

MARGUERIE D., 1996 - *Le site de Beaumont (Saint-Laurent-sur-Oust, Morbihan).* Rapport d'étude anthracologique, Université de Rennes1, 11 p.

MARGUERIE D., 1997 - *Le site de Keralio (Pont-L'abbé, Finistère).* Rapport d'étude anthracologique, Laboratoire d'Anthropologie, 26 p.

MARGUERIE D., 1997 - *La chapelle (Cesson-Sévigné, Ille-et-Vilaine).* Rapport d'étude anthracologique, Université de Rennes1, 16 p.

MARGUERIE D., 1997 - *Les alignements de menhirs du bois de Fourgon, Domaine de la Guignardière (Avrille, Vendée).* Rapport d'étude anthracologique, Université de Rennes1, 6 p.

MARGUERIE D., 1998 - *La Basse Bouëxière (Guichen, Ile-et-Vilaine).* Rapport d'étude anthracologique, Université de Rennes1, 17 p.

MARGUERIE D., 1998 - *La Glânerie (Athée, Mayenne).* Rapport d'étude anthracologique, Université de Rennes1, 15 p.

MARGUERIE D., 1998 - *Le Haut Mée (Saint-Etienne-en-Cogles).* Rapport d'étude anthracologique.

MARGUERIE D., 1998 - *Résultats de l'étude pollinique menée sur le site de la Minette (Saint-Sauveur-des-Landes, Ille et Vilaine)*. Rapport inedit.

MARGUERIE D., 1998 - *Saint-Etienne-en-Coglès : Breil Rigaud (étude pollinique des coupe DD' et JJ')*. Rapport d'étude UMR 6566, inédit, 13 p.

MARGUERIE D., 1999 - Rapport d'étude *In* : AUBRY L., - *Rennes "Place de la République", Réalisation d'une station de métro souterraine*. DFS de sauvetage.

MARGUERIE D., 1999 - *Etude anthracologique, La Chevetelière, (Saint-Mathurin, Vendée).* Rapport d'étude, 10 p.

MARGUERIE D., 1999 - *Etude anthracologique, La Hersonnais, (Plechatel, La Hersonnais)*. Rapport d'étude, 30 p.

MARGUERIE D., 2000 - Premières données paléoenvironnementales extraites du matériel archéobotanique de Kerven Teignouse (Inguiniel, Morbihan). *Revue Archéologique de l'Ouest*, 17, p. 175-182.

MARGUERIE D., 2003 - *Le Puy-Saint-Bonnet : Les Natteries (étude palynologique)*. Rapport d'étude UMR 6566, inédit, 19 p.

MARGUERIE D. & RENAUDIN S., 1997 - *La Talvassais (Montours)*. Rapport d'étude anthracologique

MARGUERIE D. et GARCIA Y., 1998 - *L'aunay-Truchet (La Bazoge, Sarthe).* Pré-rapport d'étude anthracologique, Université de Rennes1, 20 p.

MARGUERIE D. et GAUDIN L., 2001 - *Etude anthracologique, La Chevetelière, (Saint-Mathurin, Vendée).* Rapport d'étude UMR 6566, 16 p.

MARGUERIE D. et GAUDIN L., 2001 - *Etude anthracologique, La Frétellière, (Trémentines, Maine-et-Loire)*. Rapport d'étude UMR 6566, 16 p.

MARGUERIE D. et GAUDIN L., 2001 - *Etude anthracologique, La Pierre Tourneresse (Cairon, Calvados).* Rapport d'étude UMR 6566, 17 p.

MARGUERIE D. et GAUDIN L., 2001 - *Etude anthracologique, Le rocher Abraham (Saint-Pierre-de-Plesguen, Ille et Vilaine)*. Rapport d'étude UMR 6566, 15 p.

MARGUERIE D. et GAUDIN L., 2001 - *Etude anthracologique, Le Souc'h (Plouhinec, Finistère).* Rapport d'étude UMR 6566, 10 p.

MARGUERIE D. et MARCOUX N., 1999 - *Etude anthracologique, La Pierre Tourneresse (Cairon, Calvados).* Rapport d'étude UMR 6566, 12 p.

MARGUERIE D. et MARCOUX N., 2000 – *Etude palynologique, La tourbière de Langazel*. Rapport d'étude UMR 6566, 41 p.

MARGUERIE D. et RENAUDIN S., 1996 - *La maison danubienne du Haut Saint-Martin (Mondeville, Calvados).* Rapport d'étude anthracologique, Université de Rennes1, 13 p.

MARGUERIE D. et RENAUDIN S., 1997 - *Beziers (Bédée, Ile-et-Vilaine)*. Rapport d'étude anthracologique, Université de Rennes1, 13 p.

MARGUERIE D. et RENAUDIN S., 1997 - *La Nécropole du Néolithique Moyen de Fleury-sur-Orne (Calvados)*. Rapport d'étude anthracologique, Université de Rennes1, 9 p.

MARGUERIE D. et RENAUDIN S., 1997 - *Les structures du Néolithique Moyen de la zone industrielle de Mondeville Sud (Grentheville, Calvados).* Rapport d'étude anthracologique, Université de Rennes1, 15 p.

MARGUERIE D. et RENAUDIN S., 1997 - *Ile de Tatihou "Clos du Lazaret" (Saint-Vaast-La-Hougue, Manche).* Rapport d'étude anthracologique, Université de Rennes1, 9 p.

MARGUERIE D. et RENAUDIN S., 1997 - *Le menhir de la Guignardière (Avrille, Maine-et-Loire).* Rapport d'étude anthracologique, Université de Rennes1, 8 p.

MARGUERIE D. et VISSET L., 1995 - *Etudes palynologiques des tourbières du Yeun Ellez, réservoir Saint-Michel, Monts d'Arrée (Finistère).* Rapport UMR 6566, 45 p.

MARGUERIE D., ANTOINE A., THENAIL C., BAUDRY J., BERNARD V., BUREL F., CATTEDU I., DAIRE M.-Y., GAUTIER M., GEBHARDT A., GUIBAL F., KERGREIS S., LANOS Ph., LE CŒUR D., LE DU L., MEROT P., NAAS P., OUIN A., PICHOT D., VISSET L., 2003 – Bocage armoricains et sociétés, genèse, évolution et interactions. *Des milieux et des hommes : fragments d'histoires croisées*, Elsevier, p. 115-131.

MARINVAL P. 1990 - Analyse carpologique du Lividic (Plouneour-Trez, finistère) à l'Age du Bronze final. *In* : *Un monde villageois, habitat et milieu naturel en Europe de 2000 à 500 av. J.-C.* Lons-le-Saunier, p. 41-42.

MARINVAL Ph., 1988 – *L'alimentation végétale en France du Mésolithique jusqu'à l'Age du Fer.* Editions du C.N.R.S, Centre Régional de Publication de Toulouse, 192 p.

MARINVAL Ph., 1999 – Les graines et les fruits : la carpologie *In* : A. Ferdière (Dir.), *La botanique*. Collection archéologiques, Editions Errance, Paris, p. 105-137.

MARKGRAF V., 1980 – Pollen dispersal in a mountain area, *Grana*, 19, p. 127-146.

MARTIN A., 1899 - Exploration du tumulus de Tossen-Maharit, commune de Trévérec. *Bulletin de la Société Emul. Côte du Nord*., T. XXXVII, p. 5-36.

McANDREWS J.H., 1966 – Postglacial history of Prairie, Savanna and Forest in north-western Minnesota. *Bull. Torey Bot. Club*, 22(2), 72 p.

MEESE, D.A., R.B. ALLEY, R.J. FIACCO, M.S. GERMANI, A.J. GOW, P.M. GROOTES, M. ILLING, P.A. MAYEWSKI, M.C. MORRISON, M. RAM, K.C. TAYLOR, Q. YANG, and G.A. ZIELINSKI. 1994 - Preliminary depth-agescale of the GISP2 ice core. *Special CRREL* Report, US, p. 94-1.

MENEZ Y., DAIRE M.-Y., HYVERT J., LANGOUET L., LE BIHAN J.-P. et TANGUY D., 1990 – Les bâtiments de l'Age du Fer en Armorique. *In* : Collection. Les Gaulois d'Armorique, la fin de l'Age du Fer en Europe, XIIe Colloque AFEAF, *Revue Archéologique de l'Ouest*, Supplément n°3, p. 121-137.

MILLAN de la PENA N., BUTET A., DELETTRE Y., PAILLAT G., MORANT Ph., LE DU L. et BUREL Fr., 2003 – Response of the small mammal community to changes in western French agricultural landscapes. *Landscape Ecology*, 18, p. 265 – 278.

MISSET M.-Th. et GOURRET J.P., 1989 – Voir, connaître et utiliser le pollen. *Document INRAP*, 83, Mars 1989, 80 p.

MIX A.C., RUDDIMAN W.F., - 1985 – Structure and timing of the last deglaciation : oxygen isotope evidence. *Quaternary science Reviews*, 4 , p. 59-108.

MONNIER J.-L., 1979 – Le Pléistocène de la côte Nord de la Bretagne : essai de synthèse lithostratigraphique et chronostratigraphique – *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire.*, vol. 3, p. 147-156.

MONNIER J.-L., 1991 – *La Préhistoire de Bretagne et d'Armorique*, Edition Jean Paul Gisserot, 121 p.

MONNIER J.-L., MORZADEC-KERFOURN M.-T., 1982 – Formations périglaciaires et formations marines, stratigraphie des sols, biostratigraphie et industries du Pléistocène du littoral breton. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 4, p. 185-194.

MOORE P., WEBB J.A. COLLINSON M.E., 1991 – *Pollen Analysis.* 2nd edition, Blackwell, Oxford.

MORZADEC-KERFOURN M.-T., 1974 - *Variation de la ligne de rivage armoricaine au quaternaire. Analyses polliniques de dépôts organiques littoraux*. Mémoire de la Société Géologique Minéralogique de Bretagne, Rennes, 1, 208 p.

MORZADEC-KERFOURN M.-T., 1976 – La signification écologique des Dinoflagellés et leur intérêt pour l'étude des variations du niveau marin. *Revue micropaléontologie*, 18 (4), p. 229-235.

MORZADEC-KERFOURN M.-T., 1977 – Remarques concernant la corrosion des grains de pollens dans les sédiments soumis à l'altération. *In* : LAVILLE H. et RENAULT-MISKOVSKY J. (Dir.), Approche écologique de l'homme fossile . *Supplément au bulletin de l'Association Française des Etudes Quaternaires*, 47, p. 51-52.

MORZADEC-KERFOURN M.-T., 1984 - Analyses polliniques de paléosols. *In* : Briard J., - *Les tumulus d'armorique*. Editions Picard, p. 184-186.

MULLENDERS W. et coll., 1967 – Flore de la Belgique, du Nord de la France et des Régions voisines. *Desoer*, Liège, 750 p.

MUNAUT A.V., 1962 – L'analyse pollinique d'un sol sableux comparée à l'analyse d'une tourbière à Braine-le-Château (Brabant, Belgique). *Pflanzensoziologie und Palynologie*, Inter. Symp. Stolzenau, p. 201-202.

MUNAUT A.V., 1967 – Recherches paléo-écologiques en Basse et Moyenne Belgique. *Acta géographica Lovaniensia*, Thèse, 6, 191 p.

NOURRY L.-M., 1997 – *Les jardins publics en province, espaces et politique au XIXe siècle*. Presses Universitaires de Rennes, 265 p.

OPRAVIL E., 1961 – Die Wälder der Gegend von Znojmo im Hallstatt. *Acta Musei Moraviae*, p. 81-10.

OUGUERRAM A., 2002 – *Histoire de la vallée de l'Erdre (affluent de la Loire, Massif armoricain, France) de la fin du Tardiglacaire aux époques actuelles.* Thèse de doctorat, Université de Moulay Ismaïl de Meknès (Maroc), Editions Groupe d'Etude des Milieux Naturels, 121 p., 24 Figures.

OZENDA P., 1982 – *Les végétaux dans la biosphère*. Doin Editeurs, Paris, 431 p.

OZENDA P., 1985 – *La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen*. Masson, Paris, 341 p.

OZENDA P, 1986, *La cartographie écologique et ses applications, ecological mapping and its applications*, Masson, Paris, 160 p.

OZENDA P., 1994 – *Végétation du continent européen*, édition Delachaux et Niestlé, Paris, 271 p.

PARENT S., 1991 – *Dictionnaire des sciences de l'environnement. Terminologie bilingue Français-Anglais.* Edition Hatier – Rageot – Broquet, Paris – Ottawa, 748 p.

PARSONS R.W., PRENTICE I.C., 1981 – Statistical approaches to R-values and the pollen-vegetation relationship. *Rev. Palaeobot. Palynol*., 32, p. 127-152.

PAYETTE S. & ROCHEFORT L., 2001 - *Ecologie des tourbières du Québec-Labrador.* Les presses de l'Université de Laval, 621 p.

PENNINGTON W., 1977 – *Studies in the Scottish late-glacial environnement*, Editions J.M. Gray & J.J. Lowe, Pergamon Press.

PEQUART M. et S.-J., 1954 - *Hoëdic deuxième station-nécropole Mésolithique côtier armoricain.* Editions De Sikkel, Anvers, 93 p.

PEQUART M. et S.-J., BOULE M. et VALLOIS H., 1937 - Téviec station -nécropole mésolithique du Morbihan. *Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine*, Masson, mémoire 18, Paris, 227 p.

PICHOT D., MARGUERIE D., sous presse – Approche pluridisciplinaire sur l'aménagement des petits cours par les sociétés médiévales (VII – XIIe S.) dans l'ouest de la France. Actes Colloque PEVS – SEDD : les fleuves aussi ont une histoire, Aix-en-Provence, mars 2002.

PLANCHAIS N., 1967 - Palynologie du Lac de Grand Lieu. *C. R. Soc. Biogéogr*., 387, p. 81-90.

PLANCHAIS N., 1971 – *Histoire de la végétation post-würmienne des plaines du bassin de la Loire, d'après l'analyse pollinique*. Thèse d'Etat , Montpellier, 2 vol., 115 p.

PLANCHAIS N. et CORILLION R., 1968 - Recherches sur l'évolution récente de la flore de Belle-Ile-en-Mer (Morbihan), d'après l'analyse pollinique de la tourbière submergée de Ster-Vras. *Bulletion de la Société Botanique Française*, 115, p. 441-458.

POIRIER Ph., 1999 - *Anthracologie et Environnement de la période gallo-romaine à la période médiévale en Poitou-Charentes.* Thèse, Académie de Montpellier, Université de Montpellier II, Sciences et techniques du Languedoc, 2 tomes, 247 p.

POLESE J.-M., 1996 – *Le guide des plantes & fleurs sauvages*. Selection du reader'digest, 255 p.

PONS A., 1984 – A propos de l'apport de la palynologie quaternaire à la connaissance de la forêt bourguignonne. *Bulletin de la Société Botanique Française*, Lettre botaniques, 131, p. 49-53.

POULAIN D., 2004 – *Histoire et chronologies de l'agriculture française*. Ellipse, 426 p.

PRENTICE I.C., 1985 – Pollen representation, source area and basin size : towards a unified theory of pollen analysis. *Quaternary Research*, 23, p. 76-86.

PRENTICE I.C., GUIOT J. HUNTLEY B., JOLLY D. CHEDDADI R., 1996 – Reconstructing biomes from palaecological data : a general method and its application to european pollen at 0 and 6 Ka. *Climate dynamics*, 12, 3, p. 185-194.

PRENTICE I.C., PARSON R.W., 1983 – Maximum likelihood linear calibration of pollen spectra in terms of forest composition. *Biometrics*, 39, p. 1051-1057.

PROVOST M., 1968 – *Etude de la végétation du Mont Pinçon (Calvados). Recherches écologiques, phytosociologiques et phytogéographiques.* Thèse 3e cycle, Caen, 110 p.

PRUVOST P., 1949 – Les mers et les terres de Bretagne aux temps paléozoïques. *Ann. Hébert et Haug*, VII, p. 345-360.

PUERTAS O., 1997 – *Evolution de la végétation depuis le Dryas récent dans la plaine littorale de Montpellier (Hérault, France) à partir de l'analyse pollinique. Dynamique naturelle et anthropisation du milieu*, Thèse de doctorat, université de Franche-Comté, 337 p.

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

RANDALL R.E., ANDREW R., WEST R.G., 1986 – Pollen catchment in relation to local vegetation : Ceann Ear Monach Isle N.N.R., Outer Hebrides. *New Phytol*., 104, p. 271-310.

RAUNKIER C., 1934 – The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford, XVI, 632 p.

RASSOL I., 1993 – *Système Terre.* Flammarion.

REILLE M., 1978 – A propos de la disparition du pollen dans certains sédiments minéraux. *Annales Mines de Belgiques*, 6, p. 702-712.

REILLE M., 1990 – *Leçon de palynologie et d'analyse pollinique*. Editions du C.N.R.S., Paris, 206 p.

REILLE M., 1992 - *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord.*, Editions Louis-Jean, Gap, 520 p.

REILLE M. 1995 – *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord*. Supplément 1. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.

RENAULT-MISKOVSKY J. et PETZOLD M., 1989 – *Spores et Pollen.* Editions la Duraulié, Barcelone, 360 p.

RICHARD H., 1994a – Indices polliniques d'une néolithisation précoce sur le premier plateau du Jura (France). *Comptes Rendu de l'Académie des Sciences*, série IIa, 318, Paris, p. 993-999.

RICHARD H., 1994b - Evaluation de l'impact de l'homme sur la végétation : l'apport de la palynologie. *Hist. & Mes*. 9(3/4), p. 305-316.

RICHARD H., 1995 – Indices d'anthropisation dans les diagrammes polliniques du massif jurassien. *Palynosciences*, 3, p. 37-49.

RICHARD H., 1997 – Indices polliniques de néolithisation du Massif jurassien au VIe et V^{e} millénaires. *Quaternaire*, 8,1, p. 55-62.

RICHARD H., 1999 – La palynologie *In* : A. Ferdière (Dir.), *La botanique*. Collection archéologiques, Editions Errance, Paris, p. 9-42.

RICHIE J.C. et LICHTI-FEDEROVICH S., 1963 – Contemporary pollen spectra in central Canada. I. atmospheric samples at Winnipeg, Manitoba. *Pollen et Spores*, 5, p. 95-114.

RISER J., 1999 – *Le Quaternaire, Géologie et milieux naturels.* Paris, Dunod, 320 p.

RIVIERE A., 1977 – Méthodes granulométriques : techniques et interprétations. *Techniques et méthodes sédimentologiques*, Ed. Masson, Paris, 170 p.

ROGER A., 1997 – *Court traité du paysage*. Collection « Bibliothèque des Sciences Humaines », Gallimard, Paris, 199 p.

ROZE F., 1978 – *Etude analytique et comparative de la végétation des haies et talus en Bretagne*. Thèse de troisième cycle, Université de Rennes 1.

ROZE F., 1992 – *Fixation et restructuration de dunes par la végétation*. Communication colloque Nantes, Isomer 1992, Université de Nantes, juillet 1991, p. 295-298.

ROZE F., 1995 – Restauration des landes bretonnes : exemple du Cap d'Erquy. *Botanica rhedonica, nouvelle série*, 3, p. 39-45.

RUAS M.-P. 1990a – *Recherches carpologiques dans le Massif armoricain du Mésolithique au Bas Moyen Age*. Diplôme d'Etudes Approfondies en Histoire et Civilisations, E.H.E.S.S., Paris, 93 p.

RUAS M.-P. 1990b – *Lann Gouh en Melrand (Morbihan) 1° rapport de l'analyse carpologique.* Rapport, 2 p.

RUAS M.-P., 1990 - *Rapport de l'analyse carpologique du site du Boisanne, Plouer-sur-Rance (Cotes d'Armor).* Rapport, 4 p.

RUAS M.-P., 1991 - *La Cocherais, Tinténiac, Ille-et-Vilaine, résultats préliminaires de l'analyse carpologique*. Rapport, 12 p.

RUAS M.-P., 1999 – *Landévennec.* Rapport d'analyse carpologique, 21 p.

RUAS M.-P. et PRADAT B., 2001 - Céréales et lin dans le Coglais au Haut Moyen-Age : les semences carbonisées du Teilleul. *In* : Catteddu (dir.), Les habitats carolingiens de Montours et de la Chapelle-Saint-Aubert (I&V). *Documents d'Archéologie Française*, n°89, p. 12-20.

RUDDIMAN W.F., SANCETTA C.D. and MC INTYRE A., 1977 – Glacial-Interglacial response rate of subpolar North Atlantic waters to climatic change : the record in oceanic sediments. *Phil. Trans. R. Soc. London*, B 280, p. 119-142.

SAN JUAN G. et DRON J.-L., 1991 - Ernes (Calvados), Une occupation néolithique scellée par un cairn à chambre ronde. *In* : Despriée J. *et al*. (dir.), "La région Centre, carrefour d'influences ?". Actes du 14e colloque interrégional sur le Néolithique, Blois, 1987. *Suppl. Bull. Soc. Archéol. Scient. et Litt. du Vendômois*, p. 69–80.

SAN JUAN G., DRON J.-L., 1998 - Le site néolithique moyen de Derrière-les-Prés à Ernes (Calvados). *Gallia Préhistoire*, 39, 1997, p. 151-237.

SANCETTA C. IMBRIE J., et KIPP N.G., 1973 – Climatic record of past 130000 years in North Atlantic deep sea core V23-82 : correlation with terrestrial record. *Quaternary Research*, 3(1), p. 110-116.

SANGSTER A.C. et DALE H.M., 1961 – A preliminary study of differential pollen grain preservation. *Canad. Journ. Bot. Gesellsch*., 44, p. 227-238.

SCHWEINGRUBER F.H., 1982 – *Anatomie microscopie du bois.* Ed. Flück-Wirth, Teufen, 227 p.

SCHWEINGRUBER F.H., 1988 – *Tree-Rings, Basics and applications od dendrochronology.* D. Reidel Publ. Company, Dordrecht, Holland, 276 p.

SCOLLAR I., TABBAGH A., HESSE A., HERZOG I., 1990 – *Archaeological Prospecting and Remote Sensing*. Cambridge University Press. p. 558-561.

SEIGNAC H. et MARGUERIE D., 2001 - *Etude anthracologique de la structure sub 101, La bruyère du Hamel (Condé-sur-Ifs, Calvados).* Rapport d'étude, 30 p.

SHACKLETON N.J. and OPKYDE N.D., 1973 – Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28-238 : oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 105 year and 106 year scale. *Quaternary Research*, 3(1), p. 39-55.

SHACKLETON N.J., 1987 – Oxygen isotope, ice volume and sea level. *Quaternary Sciences Research*, 6 n°3/4, p.183-190.

SIMMONS I.G. et DIMBLEBY G.W., 1974 – The possible Role of Ivy (*Hedera helix L.*) in the Mesolithic Economy of Western Europe. *Journal of Archaeological Science*, 1, p. 291-296.

STEIG E.J., GROOTES P.M. et STUIVER M. 1994 - Seasonal precipitation timing and ice core records. *Science*, 266, p. 1885-1886.

STOCKMARR J., 1972 – Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollens et spores*, 13, p. 615-621.

STUIVER M., BRAZIUNAS T. F., 1993 – Sun, ocean, climate and atmospheric $^{14}CO2$: an evaluation of causal and spectral relationships. *The Holocene*, 3, p. 289-305.

STUIVER M., GROOTES P.M. et BRAZIUNAS T.F., 1995 – The GISP $d^{18}O$ climate record of the past 16500 years and the role of the sun, ocean and volcanoes. *Quaternary Research*, 44, p. 341-354.

STUIVER M., REIMER P.J., BARD E., BECK J.W., BURR G.S., HUGHEN K.A., KROMER B., MC CORMAC G., VAN DER PLICHT J. and SPURK M., 1998 - INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24000-0 cal BP, *Radiocarbon*, 40 (3), p. 1041-1083.

STUIVER M., REIMER P.J. et BRAZIUNAS T.F., 1998 - High-precision radiocarbon age calibration for terrestrial and marine samples, *Radiocarbon* 40 (3), p. 1127-1151.

STUIVER M. et VAN DER PLICHT J., 1998 - Calibration Issue. *Radiocarbon*, 40 (3).

SUGITA S., 1993 – A model of pollen source area for an entire lake surface. *Quaternary Research*, 39, p. 44-239.

SUGITA S., 1994 – Pollen representation of vegetation in Quaternary sediments : theory and method in patchy vegetation. *Journal of Ecology*, 82, p. 97-881.

SUGITA S., GAILLARD M.-J. et BROSTROM A., 1999 – Landscape openness and pollen records : a simulation approach. *The Holocene*, 9, p. 21-409

SUTTON O.G., 1953 – *Micrometeorology*. New York, McGraw-Hill.

TANGUY B. et LAGREE M., 2002 – *Atlas d'Histoire de Bretagne*. Editions Skol Vreizh, Université de Bretagne Occidentale (CRBC) et le CHRISCO (Université de Rennes 2), 172 p.

TANSLEY A.G., 1935 – The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16, p. 284-307.

TARASOV P., CHEDDADI R., GUIOT J., BOTTEMA S., PEYRON O., BELMONTE J., RUIZ-SANCHEZ V., SAADI F. and BREWER S., 1998 – A method to determine warm and cool steppe biomes from pollen data ; application to the Mediterranean and Kazakhstan regions. *Journal of Quaternary Science*, 13, p. 335-344.

TARASOV P., PEYRON O., GUIOT J., CHEDDADI R., BREWER S., VOLKOVA V.S., BEZUSKO L.G., DOROFEYUK N.I., KVAVADZE E.V., OSIPOVA I.M., PANOVA N.K., 1999 – Last Glacial Maximum climate of the former Soviet Union and Mongolia reconstructed from pollen and plant macrofossil data. *Climate Dynamics*, 15, p. 227-240.

TAUBER H., 1965 – Differential pollen dispersion and the interpretation of pollen diagrams. *Geological Survey of Denmark*, 2, 89, 69 p.

TAUBER H., 1967 – Investigation of the mode of pollen transfer in forested areas. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 3, p. 86-277.

TAUBER H., 1977 – Investigations of Aerial Pollen Transport in a Forested Area. *Dansk Botanisk Arkiv*, 32, p. 1-121.

TERS M., 1973 - Les variations du niveau marin depuis 10000 ans le long du littoral atlantique français. *In* : *Le Quaternaire Géodynamique, stratigraphie et environnement.* 9eme congrès I.N.Q.U.A., Christchurch, Comité National de l'I.N.Q.U.A., p. 114-135.

THERY-PARISOT I., 2001. *Économie des combustibles au Paléolithique*. Dossier de Documentation Archéologique, CNRS, 20, Paris.

THIEBAULT S., 1985 - Etude anthracologique. *In* : Gallais J.-Y., *et al.*, Le site à microlithes de l'Organais en Sainte-Reine-de-Bretagne (Loire-Atlantique), *Revue Archéologique de l'Ouest*, 2, p. 40-43.

THIEBAULT S., 1988 – L'Homme et le milieu végétal : analyses anthracologiques de six gisements des Préalpes au Tardi- et au Postglaciaire. *Documents d'Archéologie Française*, n°15, Paris, 111 p.

THIEBAULT S., 2002 – *Charcoal Analysis, Methodological Approaches, Palaeocological Results and Wood Uses. Proceedings of the Second International Meeting of Anthracology*. BAR International Séries 1063, Paris, September 2000, 284 p.

THIOULOUSE J., CHESSEL D., DOLELEC S. et OLIVIER J.M., 1997 – ADE-4 : a multivariate analysis and graphical display software. *Statistics Computing*, 7, p. 75–83.

TINSLEY H.M. et SMITH R.T., 1974 – Surface pollen studies across a woodland/heath transition and their application in the interpretation of pollen diagrams. *New Phytologist*, 73, p. 65-547.

TORRAS TRONCOSO M.L., 1982 – *Application del analisis polinico a la datacion de paleosuelos de Galicia*. Ph. D. thesis, Université de Saint-Jacques de Compostelle, 365 p.

TRESSET A., 2002 - L'apparition de l'élevage à la marge nord-ouest de l'Europe : un processus complexe et diversifié. *Fondation Fyssen*, Annales n°17, p. 43-52.

TRIAT-LAVAL H., 1979 – *Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et postglaciaire de la végétation de la basse vallée du Rhône.* Thèse d'Etat, Université Aix-Marseille III, 343 p.

TROLL C., 1939 – Luftbildplan und okologische Bodenforschung. *Zeistschraft der gesellschaft fur erdkunde zu Berlin*, p. 241-298.

TURNER C., 1964 – The anthropogenic factor in vegetation history. *New Phytol.*, 3, p. 73-89.

TURON J.L., 1973 – *Apports des ensembles sporopolliniques à la connaissance du quaternaire récent du Golfe de Gascogne*. Ph. D. thesis, Université de Bordeaux I, 107 p.

VAN DER KNAAP C.J.F., 1994 – Relations between present-day pollen deposition and vegetation in Spitsbergen. *Grana*, 29, p. 63-78.

VAN VLIET LANOE B., 1996 – Relations entre la contraction thermique des sols en Europe du nord-ouest et la dynamique de l'inlandsis weichsélien – *Compte Rendu de l'Académie des Sciences*, Vol. 322, p. 461-468.

VAN ZEIST W., 1963 - Recherches palynologiques en Bretagne occidentale. *Norois*, t. 10, n°37, 19 p.

VAN ZEIST W., 1964 - A palynological study of some bogs in western brittany (Finistère), France. *Palaeohistoria*, X, p. 157-180.

VAN ZEIST W, 1966 – Archaeology and Palynology in the Netherlands. *Rev. Palaeobot. Palynolo*., 4, p. 44-65.

VERGER F., FLORSCHUTZ F., 1960 - Pédologie sur l'existence à Fromentine (Vendée) d'une couche de tourbe du début de l'Atlantique. *Compte-Rendu de l'Académie des Sciences*, 251, Paris, p. 891-893.

VERTONGEN S., 1998 - "*Camp Saint-Symphorien" à Paule, Côtes-d'Armor. Analyse xylologique*. Rapport d'étude xylologique, 10 p.

VISSET L. 1974 – Le tumulus de Dissignac à Saint-Nazaire (Loire-Atlantique), étude palynologique. *Bulletin de la Société scientifique de Bretagne*, 48, p. 7-14.

VISSET L., 1979 – Recherches palynologiques sur la végétation Pléistocène et Holocène de quelques sites du district phytogéographique de la Basse-Loire. *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France*, Nantes, supplément H.S., 282 p.

VISSET L., 1982 - Carte géologique de la France au 1/50000ème, Notice explicative de la feuille de Saint-Philibert-de-Grand-Lieu XII-24, n°508, Lac de Grand-Lieu (en collaboration, sous la direction de M. TERS). *BRGM*, p. 49-53, 2 diagrammes polliniques.

VISSET L., 1982 - Nouvelles recherches palynologiques (Boréal - actuel) dans le marais de Brière : Ile d'Errand en Saint-Malo-de-Guersac (Loire-Atlantique - France). *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*,1, p. 29-38.

VISSET L., 1985 - Dernières données pollennanalytiques et radiométriques du golfe Brieron (Massif armoricain - France). *Ecologia Mediterranea*, XI, 1, p.107-116.

VISSET L., 1985 - Etude palynologie. *In* : Gallais J.-Y., *et al*., Le site à microlithes de l'Organais en Sainte-Reine-de-Bretagne (Loire-Atlantique), *Revue Archéologique de l'Ouest.*, 2, p. 40-43.

VISSET L., 1989 - La tourbière de Landemarais en Parigné (I&V, France) 2 - étude pollinique. *Lejeunia*, nouvelle série, n°129, p. 16-26.

VISSET L., 1994 - Vegetation changes and development of agriculture at "Kerfontaine" (Sérent, Massif armoricain, France). *Vegetation History and Archaeobotany*, 3, p.1-6.

VISSET L., CYPRIEN A.-L., CARCAUD N., OUGUERRAM A., BARBIER D., BERNARD J., 2002 – Les prémices d'une agriculture diversifiée à la fin du Mésolithique dans le Val de la Loire (Loire armoricaine, France). *C.R. Palevol. 1, Académie des sciences.* Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS, p. 51-58.

VISSET L., GIRARDCLOS O., LAMBERT G.-N., 1994 - La forêt de chênes sur tourbe, à l'île d'Errand, dans les marais de Brière (Massif armoricain, France). Palynologie et premiers résultats dendrochronologiques. *Quaternaire*, 5(2), p. 69-77.

VISSET L. et HAURAY G., 1980 – Palynologie : une technique de sondage pour les sédiments meubles. *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France*, nouvelle série 2, p. 129-138.

VISSET L. et HAURAY G., 1988 – The mechanized « Gik » corer : seven years of use and improvement. *Boreas*, 17, p. 329-331.

VISSET L., L'HELGOUAC'H J. et BERNARD J., 1996 - La tourbière submergée de la pointe de Kerpenhir à Locmariaquer (Morbihan), étude environnementale et mise en évidence de déforestations et de pratiques agricoles néolithiques. *Revue Archéologique de l'Ouest*, 13, p. 79-8.

VISSET L., SELLIER D. et L'HELGOUAC'H J., 1995 – Le paléoenvironnement de la région de Carnac, sondage dans le marais de Kerdual, La Trinité-sur-Mer (Morbihan). *Revue Archéologique de l'Ouest*, 12, p. 57-71.

VISSET L. et VOELTZEL D., 1989 - Le confluent Erdre-Loire : étude pollen-analytique du remplissage sédimentaire atlantique (Nantes-France). *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, 3, p. 121-127.

VISSET L. et WILLKOMM H., 1988 - Palynologische Untersuchung der Crôle im Haut Brivet (Brière), Armorikanisches Massiv - Frankreich. *Schr. Naturwiss. Schlesw.-Holst.*, 58, p. 93-102.

VOELTZEL D., 1987 – *Recherches pollenanalytiques sur la végétation holocène de la plaine alluviale de l'estuaire de la Loire et des coteaux environnants*. Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille III, Laboratoire d'Ecologie et de Phytogéographie Faculté des Sciences et des Techniques, Nantes, 178 p.

VUORELA I., 1973 – Relative pollen rain around cultivated fields. *Acta botanica Fennica*, 102, p. 1-27.

WAHBA G., 1990 - *Spline models for observational data*. Society for industrial and applied statistics, Philadelphia, Pennsylvannia, 169 p.

WALTER C., SCHVARTZ C., CLAUDOT B., AUROUSSEAU P., BOUEDO T., 1998 – Synthèse nationale des analyses de terre : période 1990 à 1994. *Association française pour l'étude du sol*, 2ème édition, 66 p. et 24 cartes.

WATTS W.A., 1977 – The Late Devensian vegetation of Ireland. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B. 280, p. 273-293.

WEBB T.III., HOWE S.E., BRADSHAW R.H.W et HEIDE K.M., 1981 – Estimating plant abundance from pollen percentages : the use of regression analysis. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 34, p. 269-300.

WILLCOX G.H., 1977 – exotic plants from roman Waterlogged Sites in London. *Journal of Archaeological Sciences*, 4, p. 269-282.

- Références à des programmes de recherches ou d'inventaires

CLIMEX : Programme international "Climats extrêmes" initié en 1995 sous l'égide de l'IUGS (Union internationale des sciences géologiques) et de l'UNESCO par douze chercheurs français de l'INQUA (International Union for Quaternary Research), sous la direction de N. Petit-Maire. Ce programme a été réalisé avec une partie de la communauté des paléontologues et archéozoologues appartenant aux unités de recherche : • UMR 6636 - Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme - Aix-en-Provence, • UMR 5808 - Milieux, Techniques et Cultures Préhistoriques - Talence, • URA 1415 - Archéozoologie et Histoire des Sociétés - Paris, • UMR 7041 - Archéologies et Sciences de l'Antiquité - Nanterre.

Conservatoire Botanique National de Brest, 2000 – Référentiel typologique des habitats naturels bretons : Classement par ordre alphabétique des classes phytosociologiques (Mars 2000), Annexe 1, 66 p.

CRPF Bretagne, 1996 - La Bretagne à travers bois, DRAF Bretagne.

GRIP, 1993 – Greenland Ice Corte Project Members, climatic instability during the last interglacial period recorded in the GRIP ice core, *Nature*, vol. 364, p. 203-207.

-Données cartographiques :

- Cartes de France de l'IGN au 1 : 250 000 de Lorient, feuille NL 30 – 2 (1962) ; de Brest, feuille NL-NM 30-1-10 (1961) ; de La Rochelle, feuille 30 – 5 – 6 (1962) ; de Caen, feuille NM 30 – 9 (1961) ; de Rennes : feuille NM-30-12 (1961) ; de Saint-Brieuc, feuille NM 30-11 (1961).

- Carte de France de l'IGN au 1 : 100 000 de Granville, feuille E-7 (1958) ; de l'Ile d'Yeu, feuille D-13 (1958) ; de Nantes : Feuille E-12 (1960) ; des Sables d'Olonnes, feuille E-14 (1960) ; de Saint-Nazaire, feuille D-12 (1958) ; de Challans, feuille E-13 (1960).

- Carto Exploreur II : Finistère (29) partie sud (3ème édition); Finistère (29) partie nord (3ème édition); Morbihan (56) partie ouest (3ème édition); Morbihan (56) partie est (1ère édition); Côtes-d'Armor (22) partie ouest (2ème édition); Côtes-d'Armor (22) partie est (1ère édition); Ille-et-Vilaine (35) partie nord (2ème édition) ; Ille-et-Vilaine (35) partie sud (1ère édition). Données issue de la numérisation des cartes IGN 1 : 25000, IGN, Paris, 2000.

- Carte météorologique, 1998 - Faits, chiffres et repères cartographiques. Atlas de l'Environnement en Bretagne. (Sources météofrances).

- Carte géologique de la France, 6ème édition (1996), carte géoréférencée version 1 (1998), 1 : 1 000 000 ; éditions du BRGM.

- Carte de la végétation de la France au 1 : 200 000. (Service cartographique de la végétation C.N.R.S., Toulouse) : Feuille 23 – Alençon, 1960 (Corillion R. avec notice détaillée) ; Feuille 22 – Rennes (Corillion R.), 1962 ; Feuille 21 – Brest (Corillion R.), 1965 ; Feuille 31 – Angers(Corillion R.), 1966 ; Feuille 37 – Nantes (Corillion R. avec la collaboration de G. Beneteau), 1967 ; Feuille 30 – Vannes (Corillion R.), 1968 ; Feuille 13 – Granville (Corillion R.), 1969 ; Feuille 38 – La Roche-sur-Yon (Corillion R.), 1970 ; Feuille 7 – Cherbourg (Corillion R. avec la collaboration de M. Guerlesquin), 1971 ; Feuille 14 – Caen (Corillion R. avec la collaboration de M. Guerlesquin) 1973 ; Feuille 44 – La Rochelle (Corillion R. avec la collaboration de M. Guerlesquin), 1974.

- CEC, 1985 - Soil map of the European Communities at 1:1 000 000. CEC-DGVI. Brussels-Luxembourg. 124 pp.

- Couverture nationale des principaux modes d'occupation des terres, 1995 - Base de données géographiques CORINE Land Cover, ©UE-Institut Français de l'Environnement.

- Digital Chart of the World, 1993 – réseau hydrographique mondial à l'échelle 1 : 1 000 000, « Environmental Systems Research Institute » (ESRI).

- FAO, 1974 - Soil Map of the World at 1 : 5 000 000. UNESCO, Paris, France.

- GOTOPO30, 1996 - « Digital Terrain Elevation Data » (DTED) (grille avec pixel de taille de 30 arc seconde), « the U.S. Geological Survey », the National Aeronautics and Space Administration (NASA), the United Nations Environment Programme/Global Resource Information Database (UNEP/GRID), the U.S. Agency for International Development, the Instituto Nacional de Estadistica Geografica e Informatica (INEGI) of Mexico, the Geographical Survey Institute (GSI) of Japan.