

La fin du paradigme du désert landais : histoire de la végétation et de l'anthropisation à partir de l'étude palynologique de quelques lagunes de la Grande-Lande

Élodie Faure, Didier Galop

▶ **To cite this version:**

Élodie Faure, Didier Galop. La fin du paradigme du désert landais : histoire de la végétation et de l'anthropisation à partir de l'étude palynologique de quelques lagunes de la Grande-Lande. Aquitania, 2011, 24, pp.43-59. hal-01207927

HAL Id: hal-01207927
https://hal.science/hal-01207927

Submitted on 1 Oct 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La fin du paradigme du désert landais : histoire de la végétation et de l'anthropisation à partir de l'étude palynologique de quelques lagunes de la Grande-Lande

Élodie Faure, Didier Galop

Introduction

L'histoire du peuplement et de l'environnement de la Grande-Lande restait encore, il y a peu, mal connue ou assujettie à la prégnance d'un paradigme, celui du "désert landais" qui définissait ce territoire comme une zone marginale voire insalubre, occupée par de rares établissements humains installés sur des sols sableux, ingrats et impropres à une véritable mise en valeur, si ce n'est pastorale, puis sylvicole à partir de la fin du XVIII[e] siècle et surtout du XIX[e], lors de la grande période de reboisement du plateau landais. Les recherches archéologiques réalisées depuis près d'un vingtaine d'année sont venues bouleverser cette vision. Elles apportent un nouvel éclairage qui, alimenté par la découverte de nombreux vestiges matériels d'habitats et d'activités humaines, met en évidence une anthropisation et un développement de pratiques agro-pastorales remontant, au moins, au Néolithique final[1]. Cette dynamique nouvellement mise en œuvre a logiquement entraîné le développement de recherches paléoenvironnementales et palynologiques en particulier. Il est vrai que contrairement à la façade atlantique aquitaine ou au versant nord des Pyrénées qui l'encadrent, cette région restait encore faiblement documentée en matière d'histoire de l'environnement. Les seules données disponibles proviennent de zones proches du littoral atlantique avec les enregistrements polliniques de Bourricos à Pontenx-les forges (Paquereau 1981) et de deux séquences du delta de la Leyre dans le bassin d'Arcachon[2] et, à l'intérieur des terres, des études réalisées sur la tourbière de Campagne à l'ouest de Mont-de-Marsan (Paquereau 1966) et sur la lagune de Bordelounque (Legigan & Marambat 1993).

C'est dans ce contexte et dans le cadre du PCR *Lagunes des Landes de Gascogne* qu'a été lancé un projet d'investigations palynologiques. Les objectifs de cette étude étaient multiples : les analyses de plusieurs archives sédimentaires provenant de lagunes devaient permettre d'apporter quelques éléments sur l'origine et la chronologie de la formation des lagunes ; mais surtout ces études devaient apporter des informations sur les dynamiques rythmiques caractérisant l'anthropisation de la Grande-Lande ainsi que sur leurs conséquences sur la couverture végétale. Ces sont les principaux résultats de ces études qui sont présentés dans le cadre de cette contribution.

Description des sites étudiés et méthodes

Les sites étudiés

En dépit d'une densité parfois remarquable selon les secteurs, les lagunes des landes de Gascogne offrent des dépôts sédimentaires hétérogènes et rares

1- Gellibert & Merlet 1994 ; 2006.

2- Marambat 1992, 110-113.



Fig. 1. Localisation des lagunes étudiées dans le cadre du PCR "Lagunes des Landes de Gascogne".

sont ceux qui, lors des sondages de prospections ont présenté un réel intérêt paléo-écologiques. En effet, plusieurs sites ont été sondés entre 2004 et 2005 sur les communes d'Hostens, Belin-Beliet (Gironde), Saugnac-et-Muret, Brocas (Landes). Dans la majorité des cas, les sédiments étaient constitués de dépôts organiques minérotrophes et très rarement par de la tourbe. Les archives lagunaires n'ayant pas encore disparu sous la forêt, les labours ou les maïs, restaient dans la plupart des cas d'une faible épaisseur n'atteignant que très occasionnellement le mètre. Au final, seulement quatre lagunes ont été sélectionnées du sud au nord de la Grande-Lande (fig. 1), soit en raison de leur localisation à proximité de zones ayant livré des vestiges archéologiques, soit par la qualité de l'enregistrement sédimentaire qu'elles offraient.

Pour la partie sud, il s'agit des lagunes de La Hubla et de Bordelounque qui avaient déjà fait l'objet d'études au début des années 1990 (Legigan & Marambat 1993). Toutes deux sont situées sur la commune de Canenx-et-Réaut et s'inscrivent dans un terrain largement couvert par les recherches archéologiques[3]. La lagune de La Hubla (fig. 2) est aujourd'hui asséchée et il n'y subsiste qu'un petit plan d'eau artificiel. Plantée de pins en 1992 elle est aujourd'hui recolonisée par des arbustes héliophiles (*Frangula alnus*). La lagune de Bordelounque est mieux préservée même si les signes d'assèchement y sont évidents (fig. 3). Située au coeur de la pinède (*Pinus pinaster*) et d'un diamètre supérieur à 150 m, elle est actuellement envahie par la molinie bleue (*Molinia caerulea*) et ceinturée par une végétation hygrophile à aulnes (*Alnus glutinosa*) et saules (*Salix sp.*). Une tourbière encore active occupe la périphérie de la zone la plus déprimée.

Les deux lagunes étudiées au nord de la Grande-Lande se localisent en Gironde. Celle de La Honteyre (fig. 4), d'un diamètre supérieur à 30 m, est située sur la commune du Tuzan dans une zone à forte densité lagunaire[4]. En cours d'assèchement, elle est environnée par une végétation principalement composée de molinie et de fourrés d'arbustes hygrophiles. Enfin, la lagune des Anguilleyrons est localisée sur la commune de Saint-Magne dans une zone de pinède actuellement déboisée et labourée (fig. 5). D'un diamètre à peine supérieur à une vingtaine de mètres, la dépression est occupée par une micro-tourbière et bordée d'aulnes, de bouleaux (*Betula*) et d'osmondes (*Osmunda regalis*).

Méthodes

Sur la majorité des lagunes étudiées, les prélèvements sédimentaires ont été réalisés à l'aide d'un carottier russe de 8 cm de diamètre. La lagune de La Hubla fait exception car les niveaux sableux superficiels recouvrant les sédiments organiques n'autorisaient pas l'utilisation de ce matériel. C'est par conséquent sur le front de coupe d'une fosse creusée au centre de la dépression qu'a été prélevé un monolithe

3- Gellibert & Merlet 1994 ; 2006 et dans ce volume.
4- Faure 2005, 43.



Fig. 2. Lagune asséchée de La Hubla (Canenx-et-Réaut, Landes).



Fig. 3. Lagune de Bordelounque (Canenx-et-Réaut, Landes).



Fig. 4. Lagune de La Honteyre (Le Tuzan, Gironde).



Fig. 5. Lagune résiduelle des Anguilleyrons (Saint-Magne, Gironde).

sédimentaire. Soigneusement conservés dans des gouttières PVC, les sédiments ont ensuite été transportés au laboratoire en vue de leur traitement. L'extraction du matériel sporo-pollinique a été réalisée selon un protocole standard faisant intervenir une série de traitements chimiques (NaOH, HF, HCl, tamisage à 250 µm et acétolyse). Les échantillons conservés dans du glycérol phénolé ont été montés entre lame et lamelle en vue de leur analyse sous microscope. Pour chaque échantillon, un nombre minimal de 450 grains de pollen terrestre a été comptabilisé afin de constituer un spectre sporo-pollinique statistiquement représentatif. Les déterminations ont été facilitées par l'utilisation de clés d'identification et d'atlas photographiques[5] et à l'aide de la collection de référence du laboratoire. Si une importance toute particulière a été accordée à la caractérisation des taxons indicateurs d'activités humaines[6], l'identification des céréales a été réalisée en utilisant des critères morphométriques (Joly *et al.* 2004) en attribuant une appartenance au genre *Cerealia* uniquement lorsque les grains étaient d'un diamètre supérieur à 47 µm et dotés d'un pore supérieur à 11 µm. Sur les enregistrements de La Hubla et des Anguilleyrons, l'analyse des microfossiles non polliniques[7] (MNP) a été conduite simultanément à celle du contenu sporo-pollinique en privilégiant l'identification et le comptage des ascospores fossiles de champignons coprophiles (*Sordaria*-type, *Sporormiella*-type, *Podospora*-type, *Cercophora*-type, etc...) indicateurs d'activités pastorales[8], des colonies de *Botryococcus* et de *Pediastrum* ainsi que des zygospores ou aplanospores fossiles d'algues vertes de la famille des Zygnemataceae (*Spyrogyra*-type, *Mougeotia*-type *Debarya*-type, *Zygnema*-type ; etc.) indicatrices du trophisme ou des conditions limnologiques[9]. Représentées dans les diagrammes palynologiques (fig. 6 et 9) les fréquences des MNP sont exprimées par rapport à la somme pollinique totale.

Datations et estimation des âges

Les datations radiocarbone, réalisées sur des échantillons de tourbe infra-centimétriques ou sur macrorestes végétaux, ont été obtenues par AMS par les laboratoires de Poznan (Poznan Radiocarbon laboratory) et de Vienne (VERA Laboratorium). La calibration des âges a été réalisée à l'aide du programme Calib. 5.1 (Reimer *et al.* 2004). Sur la séquence de Bordelounque un nombre suffisant de datations a autorisé la réalisation d'un modèle âge/profondeur. Effectué sur la base d'une extrapolation linéaire des âges calibrés, il a permis la réalisation d'un diagramme pollinique chronologique (fig. 6).

Prof. (cm)	Code Lab.	Matériel	^{14}C âge BP	Dates calibrées 2 Sigma
25	Poz-9731	tourbe	2360±30	520-384 cal BC
40	Poz-9732	tourbe	3785±30	2299-2133 cal BC
50	Poz-9733	tourbe	5950±40	4933-4727 cal BC
61,5	Vera-2827	tourbe	7500±40	6441-6252 cal BC

Tableau 1. Datations radiocarbone AMS de la séquence de Bordelounque.

Prof. (cm)	Code Lab.	Matériel	^{14}C âge BP	Dates calibrées 2 Sigma
29,5	Poz-10622	tourbe	1135±30	856-986 cal AD
60,5	Poz-10623	tourbe	2460±35	756-413 cal BC
98,5	Poz-10624	tourbe	5540±40	4455-4335 cal BC

Tableau 2. Datations radiocarbone AMS de la séquence de La Honteyre.

Prof. (cm)	Code Lab.	Matériel	^{14}C âge BP	Dates calibrées 2 Sigma
46	Vera-2829	tourbe	6805±35	5737-5637 cal BC

Tableau 3. Datation radiocarbone AMS de la séquence de La Hubla.

Prof. (cm)	Code Lab.	Matériel	^{14}C âge BP	Dates calibrées 2 Sigma
170	Poz-19087	macrorestes	2170±30	362-157 cal BC

Tableau 4. Datation radiocarbone AMS de la séquence des Anguilleyrons.

5- Reille 1992 ; 1998 ; Moore *et al.* 1991 ; Beug 2004.
6- Behre 1981 ; 1986 ; Galop 1998 ; 2001.
7- Van Geel 2002.
8- Cugny *et al.* 2010 ; Van Geel 2002.
9- Van Geel 2002 ; Carrion 2002 ; Jankovska & Komarek 2000.

Résultats des analyses polliniques

Bordelounque (Canenx-et-Réaut, Landes)

Une première étude de ce site avait été réalisée au début des années 1990 (Legigan & Marambat 1993) dans le but d'apporter des éléments de compréhension sur l'origine et l'âge de formation des lagunes. Dans ce cadre, une datation de 6390 ± 80 BP (5491-5241 cal BC) (Gif-8721) avait été obtenue à la base d'une séquence tourbeuse de 55 cm et le diagramme pollinique publié par les auteurs ne présente malheureusement aucune donnée indiquant la détection d'éventuels indices d'anthropisation ; soit qu'ils n'aient pas été identifiés, soit plus probablement qu'ils n'aient pas retenu l'attention des auteurs compte tenu de leurs objectifs de recherche.

Plus récemment, le sondage réalisé dans la partie la plus active de la tourbière installée en périphérie de la lagune a permis l'extraction d'une séquence de tourbe homogène de 63 cm. Elle a fait l'objet d'une analyse pollinique à haute résolution étayée par quatre datations radiocarbone qui ont servi de support à l'élaboration du diagramme chronologique. Ce dernier, recouvrant plus de huit millénaires, est divisé en six zones polliniques locales (fig. 6).

À la base de l'enregistrement, la "zone B-1a" indique que jusqu'à la fin de la première moitié de l'Holocène le paysage végétal du Sud de la Grande-Lande reste dominé par la présence d'une pinède adaptée à l'acidité et à la pauvreté des sables. Compte tenu de ces conditions pédologiques, les essences caducifoliées ne sont qu'encore faiblement représentées et c'est vers 8000 avant le présent ("zone B-1b") que les données polliniques indiquent une transformation du couvert forestier s'amorçant avec le développement du bouleau, immédiatement suivi par celui d'une chênaie-corylaie dans laquelle on note la présence de l'orme (*Ulmus*), du tilleul (*Tilia*) et du frêne (*Fraxinus*) ("zone B-2"). Les terrains humides proches de la lagune sont colonisés par les Cypéracées et par des formations arbustives à piment royal (*Myrica gale)* et à saules, tandis que l'abondance des spores de sphaignes (*Sphagnum)* traduit l'existence d'une tourbière à la périphérie du plan d'eau.

C'est dans cet environnement forestier qu'apparaissent, entre 5500 et 4800 a.C., les premiers indices d'anthropisation signalés par la présence discrète de céréales, de plantes rudéro-ségétales (*Plantago sp.*, *Plantago lanceolata*, *Rumex*) et par une légère augmentation des landes (Ericacées, callune [*Calluna*], fougère-aigle [*Pteridium*]) dont le développement pourrait être consécutif à des déforestations de faible ampleur. Ces signatures anthropiques se maintiennent et se renforcent ponctuellement vers 4000 a.C. alors que l'on assiste à une réduction temporaire de la chênaie puis du noisetier (*Corylus*) au sommet de la "zone B-2". Le déboisement de la chênaie-corylaie s'accentue dans la "zone B-3" à partir de 3250 a.C., date à laquelle on note l'apparition du hêtre (*Fagus*) dans le cortège forestier ainsi qu'une hausse des espèces héliophiles (*Betula, Myrica, Salix, Alnus*) qui se développent à la faveur des ouvertures pratiquées dans la forêt. Ces déforestations semblent associées à une hausse de la pression agro-pastorale qui se prolonge tout au long du Néolithique final ainsi que l'atteste le maintien des céréales mais aussi les occurrences régulières des Chénopodiacées et du Plantain lancéolé *(Plantago lanceolata*).

La "zone B-4", qui selon nos estimations chronologiques s'étend de 1800 a.C. jusqu'aux premiers siècles de notre ère, indique une nouvelle intensification des activités humaines. Elle se caractérise par le maintien et la diversification des cultures (apparition du seigle), par une plus forte rudéralisation (*Rumex sp.*, *Plantago sp.*) et par l'apparition de nombreuses espèces associées au pastoralisme (Rubiacées, *Trifolium*). Dans le même temps, l'augmentation des Poacées et des Ericacées témoigne d'une extension des surfaces herbeuses et des landes. Si les fréquences du chêne et des arbustes hygrophiles (*Alnus*, *Myrica* et *Salix*) restent stables, on note une baisse assez significative du bouleau.

Des indices similaires, combinant au recul des arbres héliophiles recolonisateurs une rudéralisation, une hausse de la pression pastorale ainsi que le développement des cortèges prairiaux et la pérennisation/diversification de l'agriculture, ont été observés pour la même période sur le piémont nord-pyrénéen (Galop *et al.* 2002 et 2003). Ils y ont été interprétés comme la signature d'une mutation progressive du système agraire, marquée par le passage d'un système agro-forestier à un système agro-pastoral. Durant cette transition, et sous les effets d'une augmentation de la pression agraire, les jachères herbeuses et les prairies se substituent progressivement aux jachères forestières (à

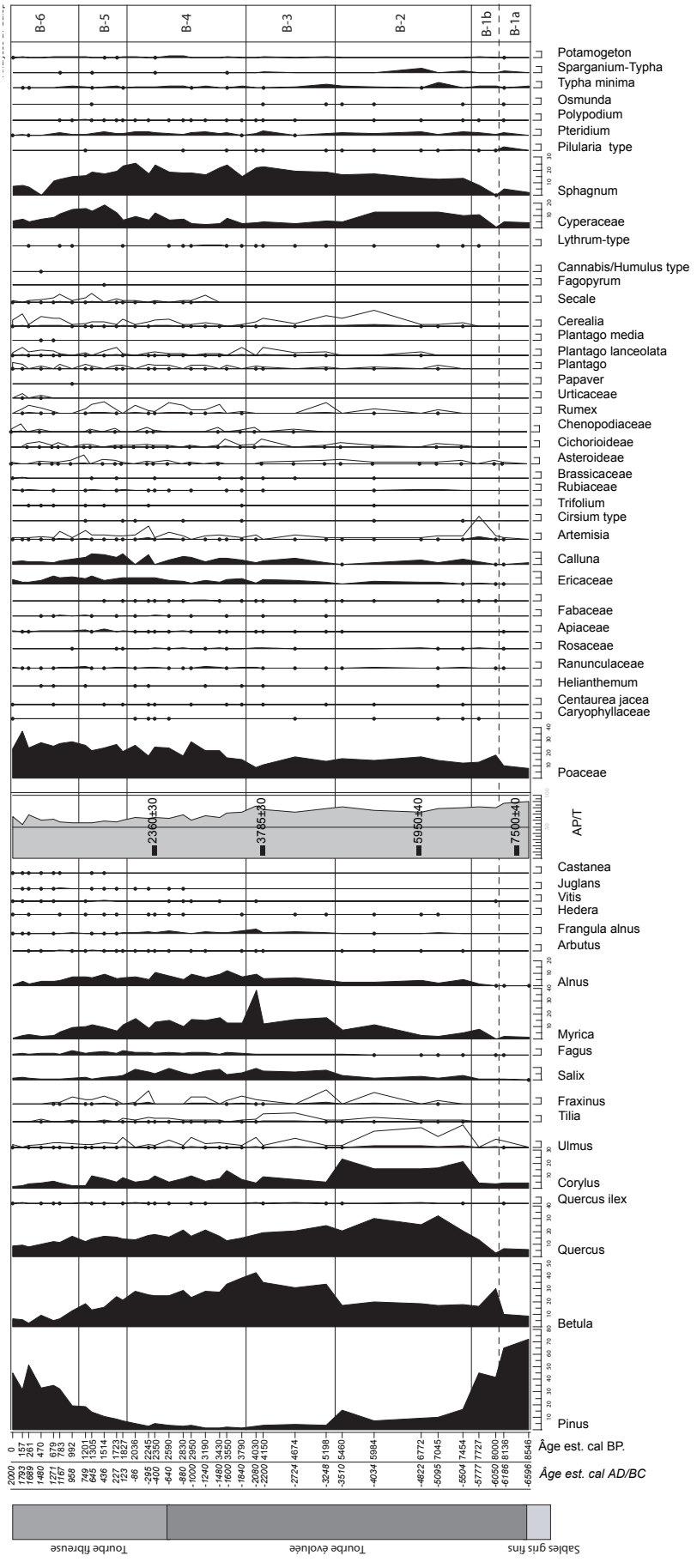


Fig. 6. Diagramme pollinique simplifié de la lagune de Bordelounque. Le diagramme est présenté sur une échelle chronologique obtenue au moyen d'un modèle d'âge. JE PEUX TOURNER CETTE LÉGENDE SUR LA DROITE.

dominante d'arbres héliophiles post-culturaux). On notera également l'apparition du noyer (*Juglans*) dès le début de l'âge du Fer. Une telle précocité a fait l'objet d'observations répétées en Europe du Nord (Rösch 1992) mais également en domaine atlantique, que ce soit au Portugal (Figueral 1994), dans le Nord-Ouest de l'Espagne (Ruiz Zapata *et al.* 2003) ou bien dans le Massif armoricain (Barbier & Visset 1997).

La "zone B-5" suivante, qui couvre le haut Moyen Âge, ne montre pas de transformation significative du couvert végétal exception faite d'un nouveau recul du bouleau et d'une augmentation des landes à callune. Dans un contexte largement anthropisé, le châtaignier (*Castanea*) et le sarrasin (*Fagopyrum*) viennent s'ajouter à la liste des espèces cultivées. Ainsi que le montre la diminution des spores de *Sphagnum* et l'augmentation des Cypéracées, cette période s'accompagne également des premières évidences d'assèchement de la tourbière située en périphérie de la lagune.

Cette tendance s'accentue dans la "zone B-6", durant le dernier millénaire, tandis que l'on observe une diminution de l'intégralité des taxons forestiers à l'exception des pins dont les pourcentages augmentent régulièrement indiquant un nouveau développement de la pinède "naturelle".

La Hubla (Canenx-et-Réaut, Landes)

La dépression lagunaire de La Hubla est localisée à proximité de deux sites archéologiques attribués au Campaniforme et au Bronze ancien[10]. Les niveaux organiques de la lagune, d'une épaisseur de 28 cm, recouverts par des dépôts sableux, ont été prélevés sur un front de coupe. Seuls les niveaux de limon tourbeux minérotrophes compris entre 22 et 40 cm de profondeur se sont avérés pollinifères et ont fait l'objet d'une analyse.

La datation radiocarbone réalisée dans la partie inférieure du profil à une profondeur de 46 cm a livré un âge de 6805±35 BP (soit 5737-5637 cal BC) marquant le début de la sédimentation lacustre. Une datation réalisée en 1993 à la base des niveaux tourbeux d'une coupe réalisée à proximité, donnait, elle, un âge nettement plus jeune de 2990±65 BP (1400-1040 cal BC) (Ly-6407). Cette différence d'âge reste encore difficile à expliquer (rajeunissement, contamination). Toutefois, la convergence entre la date de 6805±35 BP obtenue à La Hubla et celle marquant le début de la sédimentation lacustre dans le site voisin de Bordelounque (7500±40 BP (cette étude) et 6390±80 BP (Legigan & Marambat 1993) plaide en faveur de la formation synchrone de ces deux lagunes.

En l'absence de datation sur le profil pollinique, l'appréciation chronologique de la séquence reste difficile à faire. Néanmoins l'analyse comparative de l'histoire de la végétation avec la séquence de Bordelounque, permet de proposer l'hypothèse d'un enregistrement recouvrant une partie des cinq derniers millénaires. Ainsi, la présence, dès la base, de *Fagus* ainsi que les fréquences élevées de *Pinus* et la décroissance du chêne (*Quercus*) enregistrées en Hu-1 peuvent être reliées à la transition entre les zones B2 et B3 de la séquence de Bordelounque (fig. 6), ce qui par conséquent situerait le démarrage de l'enregistrement pollinique vers 3500/3000 a.C. Le diagramme se divise en cinq zones polliniques locales (fig. 7).

À la base de la séquence (Hu-1), les données polliniques indiquent un environnement forestier dégradé et clairsemé principalement composé de chênes, de pins et d'espèces héliophiles (aulne, noisetier et bouleau). A cette période, que nous estimons autour de 3500/3000 a.C., les zones herbeuses (Poacées, Cypéracées) ainsi que les landes à Éricacées sont déjà bien développées autour de la lagune. Cette ouverture du milieu s'accentue durant la phase suivante (Hu-2) avec une nette réduction des fréquences de l'ensemble des arbres à l'exception de l'aulne et du hêtre, qui sont peut-être éloignés ou directement associés aux zones humides. Durant ces deux phases, le fort taux de *Botryococcus* indique clairement l'existence d'un plan d'eau riche en apports organiques, tandis que la présence de *Closterium*-type et de *Debarya*-type traduisent des périodes d'assèchement temporaire (Carrión 2002) qui n'entravent cependant pas la turfigénèse en périphérie de la lagune comme le prouve l'abondance de *Sphagnum*. Durant ces épisodes, la discrétion des indices polliniques d'anthropisation ne permet pas de certifier que la dégradation et la fragmentation du milieu forestier soient consécutives à des activités humaines bien qu'elles puissent en constituer un héritage à mettre au compte des occupations au Néolithique final et Bronze ancien attestées par l'archéologie.

10- Gellibert & Merlet 1994 ; 2006 et dans ce volume.

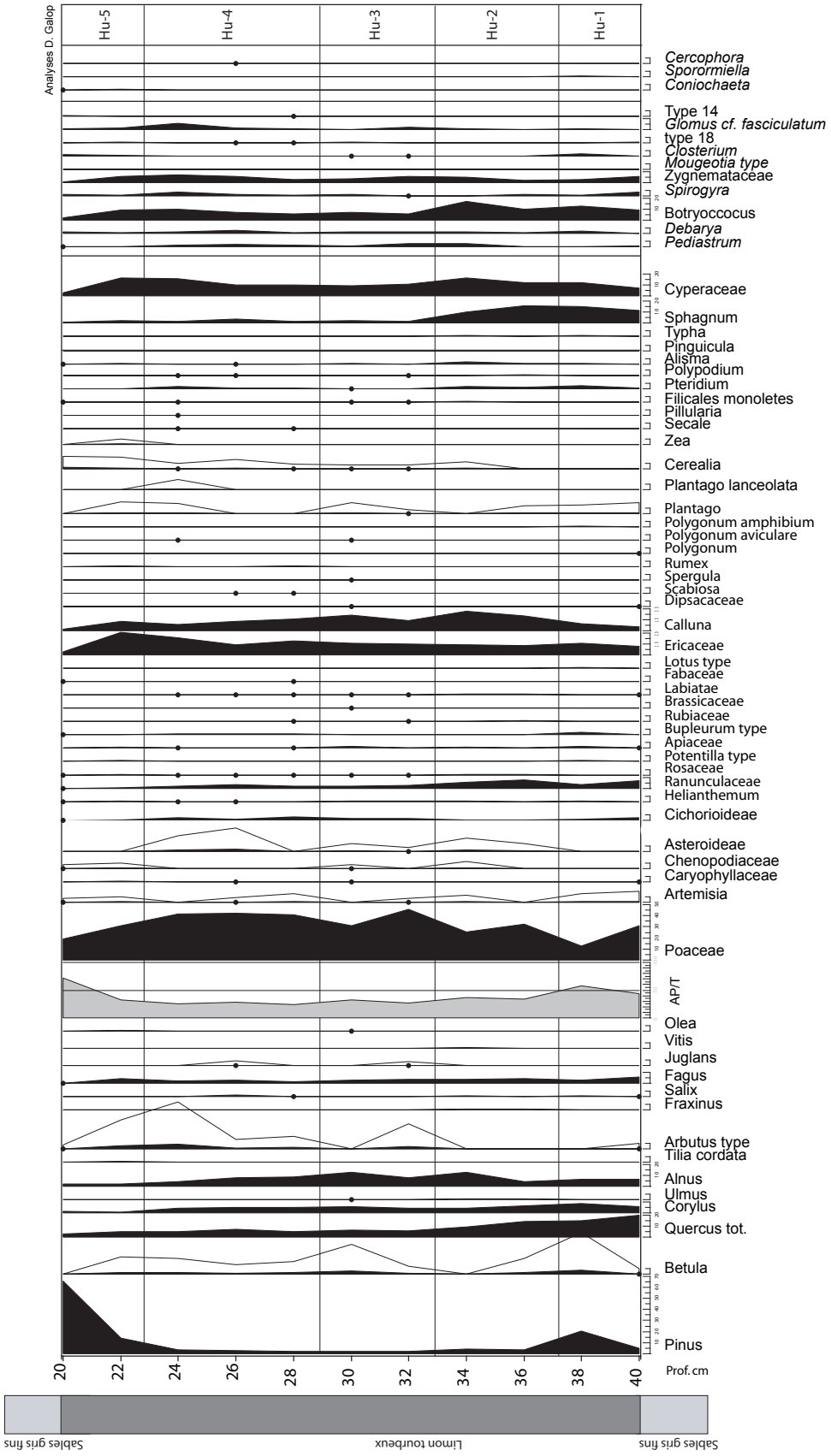


Fig. 7. Diagramme polliniique simplifié de la lagune de la Hubla. JE PEUX TOURNER CETTE LÉGENDE SUR LA DROITE.

Les signatures polliniques d'activités humaines apparaissent avec plus de clarté tout au long de la phase suivante (Hu-3) avec des occurrences continues des céréales accompagnées par la présence d'espèces rudéro-ségétales (Chénopodes, *Spergula*, *Polygonum aviculare*) et par l'apparition de *Juglans*. Durant cette période, les données polliniques montrent une accentuation du déboisement marquée par l'érosion de la chênaie et par une hausse des Poacées et des espèces landicoles. Au même moment, la diminution des *Botryococcus* pourrait indiquer un abaissement de la nappe et du niveau lacustre ce qui semble confirmé par la diminution synchrone des sphaignes.

La zone suivante (Hu-4) ne signale pas de bouleversement paysager, si ce n'est une diminution progressive des arbres qui ne sont plus représentés qu'avec de très faibles pourcentages indiquant un déboisement quasi total du secteur qui est, dès lors, dominé par des pelouses et des landes. La présence du maïs au sommet de la zone peut s'interpréter de deux manières : la première l'associe à un processus de migration du matériel pollinique subactuel dans les horizons superficiels en raison de la porosité du sédiment ; la seconde suppose que ces grains de pollens sont en place, c'est-à-dire depuis la période moderne. Dans ce cas, les données polliniques et en particulier la disparition des algues suggère un assèchement définitif de la lagune au cours de cette période récente, tandis que régressent les derniers vestiges de la chênaie et que s'effacent les manifestations d'activités agro-pastorales.

La Honteyre (Le Tuzan, Gironde)

Le sondage réalisé dans les dépôts de la lagune de La Honteyre a permis de prélever une séquence sédimentaire de 100 cm dont la stratigraphie constituée de tourbe est tranchée par une passée de sables gris fins entre 65 et 75 cm. Le diagramme pollinique se divise en 6 zones d'assemblage pollinique local.

À la base de l'enregistrement, datée 5540±40 BP (4455-4335 cal BC), la "zone H-1" reflète un environnement forestier dominé par le chêne, le bouleau et le noisetier. Pins, ormes et tilleul sont présents, tandis que les représentations des Poacées et de *Calluna* suggèrent l'existence de zones ouvertes ou d'un boisement clair pour permettre le développement de ces espèces héliophiles. Cette tendance se prolonge durant la phase de la "zone H-2" dans laquelle on note une réduction de *Quercus* associée à une élévation du noisetier et des bruyères alors qu'apparaissent les premiers indices polliniques d'activités humaines. Ces derniers, discrets, sont signalés dès le sommet de la phase précédente par les occurrences polliniques de plantes nitrophiles (*Rumex* sp., *Rumex acetosella* type, *Urtica*) et la présence isolée de céréales. Cette "zone H-2" est surmontée par une passée sableuse décimétrique stérile en matériel pollinique. Bien que l'âge et la durée de ce hiatus restent difficile à apprécier, la présence du hêtre dans la phase le surmontant permet de supposer que les horizons sableux se sont déposés aux environs de 4000-3500 a.C., antérieurement à l'apparition de ce taxon dont le développement régional se situe entre 3500 et 3200 a.C. ainsi que l'indique l'enregistrement de Bordelounque. En suivant ce raisonnement, les premières manifestations d'anthropisation enregistrées dans la "zone H-2" se situeraient par conséquent dans une fourchette chronologique comprise entre 4500 et 4000 a.C., au cours du Néolithique moyen.

La "zone H-3", dont la base est antérieure à 2460±35 BP (756-413 cal BC), indique qu'une transformation significative du couvert forestier et des paysages environnants s'est opérée entre le Néolithique moyen/final et l'âge du Fer durant une période malheureusement non documenté par l'enregistrement pollinique. Ainsi, la fin du Néolithique et l'âge du Bronze auraient été, tout comme dans le Sud de la Grande-Lande, une période fondamentale dans le processus d'anthropisation. Les données polliniques montrent une faible représentation des taxons forestiers, à l'exception du chêne. Le noisetier et le bouleau ont particulièrement régressé tandis qu'un écho pollinique indique la présence du hêtre non loin de la lagune. Ainsi que cela a été mis en évidence pour la même période dans le site de Bordelounque, la diminution des arbres héliophiles recolonisateurs (*Betula* et *Corylus*) pourrait traduire une transformation du système agraire. Durant l'intégralité de cette phase, qui s'étend de l'âge du Fer à la fin du haut Moyen Âge, les occurrences régulières des nombreux indicateurs polliniques d'anthropisation (Chénopodiacées, Composées, *Cirsium* sp., *Rumex*, *Plantago lanceolata*) et des céréales confirment le renforcement des pratiques agro-pastorales à proximité de la lagune qui constituait un plan d'eau pérenne comme le signale la présence des *Nymphea*, des hydrocotyles et de *Myriophyllum*.

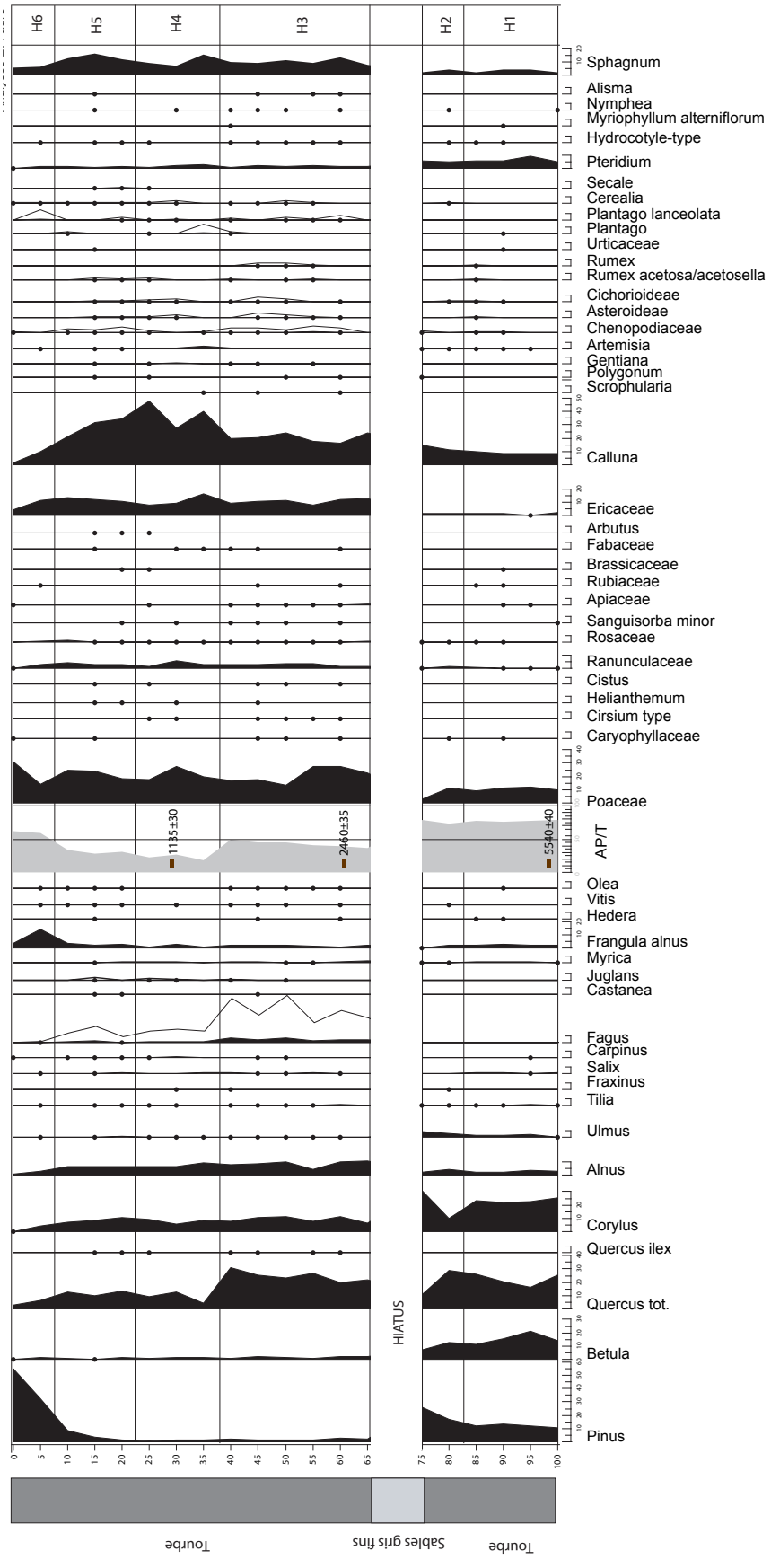


Fig. 8. Diagramme pollinique simplifié de la lagune de la Honteyre.

Ainsi que le montre clairement la "zone H-4", l'emprise agro-pastorale et les défrichements s'intensifient d'une manière nette avant le début du Moyen Âge. Les pourcentages des taxons arboréens décroissent et le taux de *Quercus* chute, tandis que les Poacées, les Éricacées mais surtout la callune augmentent indiquant une ouverture du paysage et une extension des landes. La persistance des plantes rudérales et des céréales témoignent de la présence proche d'activités agricoles et pastorales. Comme le confirme la datation de 1135±30 BP (856-986 cal BC) obtenue pour cette phase, les environs de La Honteyre ont déjà fait entre les IX^e^ et X^e^ siècles, l'objet de déboisements importants ayant entraîné une forte extension des landes dont l'origine anthropique semble ici évidente. Ces déboisements survenus vraisemblablement à la fin du haut Moyen Âge représentent une véritable rupture dans l'histoire environnementale du Nord de la Grande-Lande. On notera également qu'à partir de cette zone les occurrences de plantes aquatiques sont moins fréquentes ce qui signale un probable atterrissement de la lagune.

Durant la "zone H-5" suivante, les données polliniques reflètent le maintien d'un paysage très ouvert et dominé par les landes même si ces dernières régressent ainsi que le démontre la réduction des fréquences de *Calluna*. La phase suivante, la "zone H-6", enregistre, elle, la transformation récente du paysage marquée par l'extension des pinèdes et l'envahissement du sous-bois par la bourdaine (*Frangula alnus*) alors que s'efface la quasi-totalité des marqueurs polliniques du pastoralisme.

Les Anguilleyrons (Saint-Magne, Gironde)

Au nord du village de Saint-Magne, la lagune des Anguilleyrons, d'un diamètre inférieur à 20 m, a livré un dépôt tourbeux de 1,80 m. Une datation réalisée à la base de l'enregistrement sédimentaire a donné un âge de 2170±30 BP (362-157 cal. BC). Cette séquence dilatée permet par conséquent de suivre les évolutions des environs de la lagune sur un peu plus de deux millénaires (fig. 9).

À la base de la séquence ("zones An-1 et An-2"), les données polliniques indiquent un paysage en mosaïques dominé par les chênes et les landes à *Erica sp.* et *Calluna*. La présence du noisetier, de l'aulne et du bouleau prouve l'existence de zones enfrichées, avec le hêtre et le sapin qui est représenté par quelques occurrences.

Dès la fin de l'âge du Fer le milieu est largement anthropisé comme le suggèrent plusieurs indices polliniques d'activités agro-pastorales et les céréales. La forte représentation des colonies de *Botryococcus* sp. indique l'existence d'un plan d'eau permanent (présence continuelle de *Nymphea*) dont l'eutrophisation pourrait être mise en relation avec une fréquentation pastorale des berges de la lagune (présence de *Sporormiella*-type).

Durant les phases correspondant aux "zones An-3a et An-3b", l'enregistrement reflète une intensification des activités humaines signalée par la hausse des céréales, l'apparition du seigle (*Secale*) et du noyer ("zone An3b") ainsi que par un développement des espèces rudérales nitrophiles associées aux pratiques pastorales (*Urtica*, *Chenopodium* sp.). Cette dynamique s'accompagne d'une réduction du couvert forestier et d'une extension des espaces de prairie signalés par la réduction des espèces forestières et la hausse des Poacées tandis que la légère diminution de la callune pourrait suggérer une réduction des landes. Ces indices traducteurs d'une hausse de la fréquentation pastorale sont confirmés par l'augmentation des ascospores de champignons coprophiles (*Sporormiella*-type, *Sordaria*-type et *Podospora*-type) dans la "zone An-3b". La tendance s'inverse durant la "zone An-4" suivante. Le recul des orties et des chénopodes qui coïncide avec une augmentation discrète de la callune, mais également du noisetier et des saules, traduit une régression temporaire de la fréquentation pastorale confirmée par la quasi-disparition des ascospores de champignons coprophiles. Durant cette période, la hausse des Cyperacées indique une extension des prairies humides à la périphérie de la lagune tandis que le plan d'eau et ses berges sont envahis par une végétation aquatique soulignée par l'apparition des massettes (*Typha latifolia*), l'expansion des hydrocotyles, des *Nymphea*, des potamots et des sphaignes.

Les deux dernières zones du diagramme ("An5 et An6") reflètent une hausse du peuplement et des activités anthropiques. L'essor de la représentation du noyer (probablement implanté aux abords des habitats) et des plantes rudérales sont de bons indices de la poussée agraire et pastorale qui caractérise les périodes tardo-médiévale et moderne. Durant cette période, les données polliniques indiquent un paysage

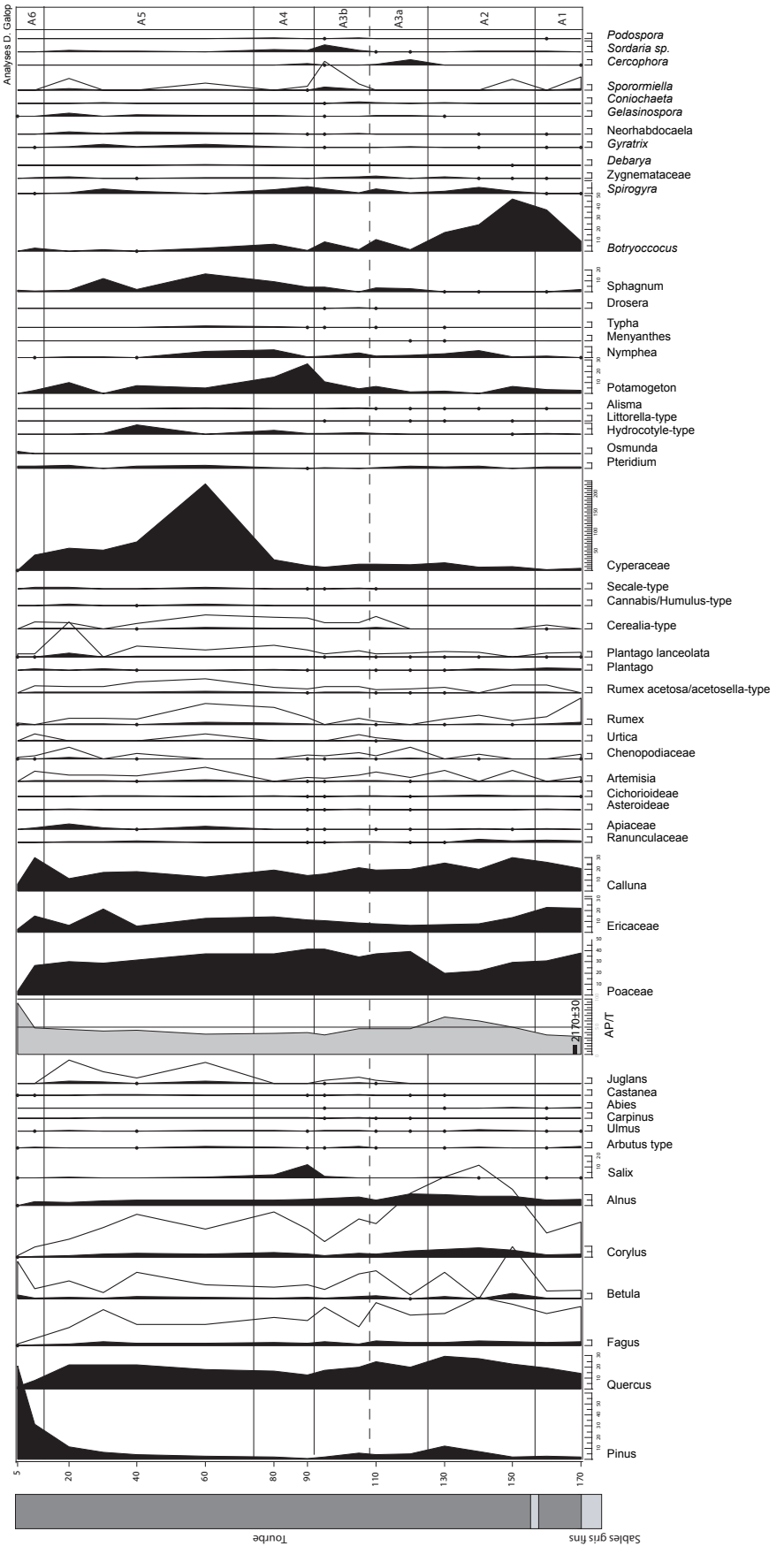


Fig. 9. Diagramme pollinique simplifié de la lagune des Anguilleyrons.

très largement ouvert dans lequel persistent probablement encore quelques bosquets de chênes au milieu de landes et de prairies. Ceinturée par des prairies humides à Cypéracées, la lagune reste active jusqu'à une époque récente, ce que souligne la persistance des taxons aquatiques. Ces derniers ne disparaissent qu'au sommet de l'enregistrement ("An6") avec l'assèchement et la disparition de la lagune, tandis que les paysages environnants subissent une transformation importante caractérisée par l'effacement des manifestations anthropiques, par la disparition de la chênaie et par le développement des pinèdes.

Jalons pour une histoire des rythmes de l'anthropisation de la Grande-Lande

Dans l'état de nos connaissances, il est encore difficile, pour ne pas dire illusoire, de vouloir proposer une synthèse sur les rythmes, les processus et les conséquences de l'anthropisation de la Grande-Lande. Les données paléoenvironnementales restent encore trop fragmentaires, insuffisamment datées et trop dispersées dans l'espace pour envisager un tel exercice. Aussi, pouvons-nous, tout au plus, proposer quelques jalons (fig. 10) et quelques orientations qui devront être considérées comme autant de pistes de recherches futures. Les données ne reposent pour le moment que sur deux séquences palynologiques de référence – Bordelounque et La Honteyre – qui, tout en étant très éloignées l'une de l'autre, offrent des enregistrements suffisamment précis pour appréhender la longue durée des dynamiques socio-environnementales. En marge de ces deux sites, les séquences de La Hubla et des Anguilleyrons restent insuffisamment datées pour fournir une lecture précise et réellement exploitable des dynamiques mais offrent néanmoins quelques éléments ponctuels d'information.

Ainsi que le montre l'enregistrement pollinique de Bordelounque, c'est entre 5500 et 4800 a.C., qu'apparaissent dans un environnement dominé par une chênaie-corylaie, les premiers signaux polliniques d'anthropisation du Sud de la Grande-Lande. Si le caractère sporadique de ces premiers indices ainsi que la faiblesse des déforestations témoignent de fréquentations et de pratiques agro-pastorales probablement épisodiques ou très mobiles à partir de 5500 a.C., ces activités (l'agriculture en particulier) s'intensifient vers 4000 a.C., durant le Néolithique moyen.

Faute de preuves archéologiques, ces signatures palynologiques constituent les seuls indices témoignant localement d'une occupation antérieure au Néolithique final. Toutefois, si l'on considère le Sud de l'Aquitaine, ils ne sont pas isolés : des indices polliniques d'anthropisation remontant à 5000-4900 a.C. sont enregistrés en plusieurs points du piémont nord-pyrénéen mais aussi, plus précoces encore, vers 5300 a.C. sur le versant sud des montagnes basques[11], tandis que non loin de là, sur le littoral atlantique, des traces d'occupations ont été datées autour de 4600-4400 a.C. dans le site du Mouligna à Bidart (Chauchat 1974).

La deuxième phase enregistrée à Bordelounque vers 4000 a.C., en plein Néolithique moyen, correspond également à une expansion agro-pastorale qui touche le versant nord-pyrénéen[12]. C'est approximativement durant cette période, entre 4500 et 4000 a.C., que les données polliniques enregistrées plus au nord, dans la lagune de La Honteyre, montrent des signes discrets mais patents d'activités agro-pastorales témoignant ainsi de l intensification des ces pratiques dans la région.

À partir de 3250 a.C. et jusque vers 2000 a.C. l'enregistrement pollinique de Bordelounque et – avec moins de certitude – celui de La Hubla convergent pour indiquer une intensification de la pression anthropique durant le Néolithique final. Localement la hausse des activités humaines est nette : elle se caractérise par une augmentation du déboisement de la chênaie, par un développement des landes et des arbres héliophiles qui, associés à la présence de céréales et d'indices d'activités pastorales, pourraient indiquer l'existence d'un système agro-forestier itinérant utilisant des jachères forestières de longue durée[13]. Ces évidences polliniques sont confirmées par la présence autour des lagunes de Bordelounque et surtout de La Hubla de plusieurs zones d'habitats attribués au

11- Barandiaran & Cava 2002 ; Galop 2005, 284.
12- Galop 2005, 292-295.
13- Galop *et al.* 2003.

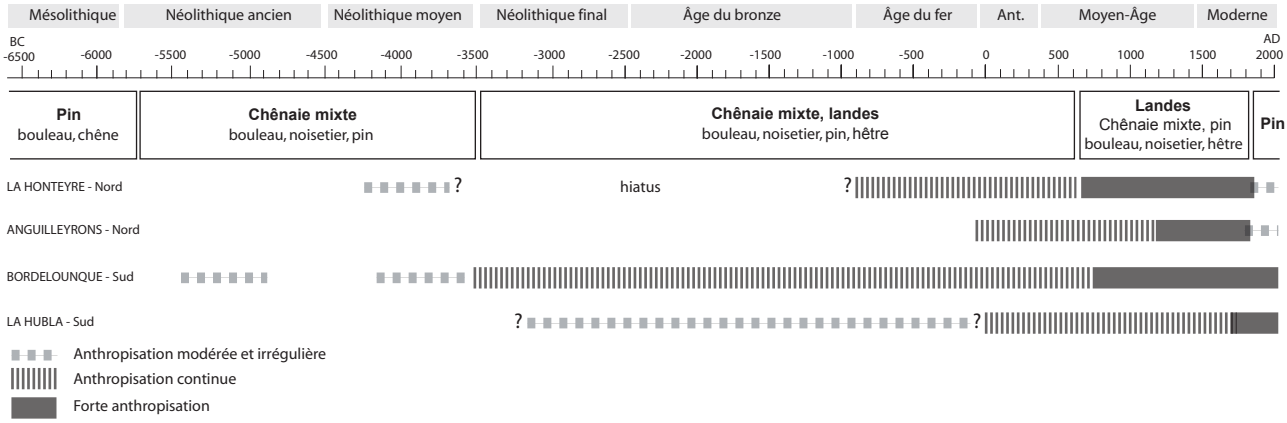


Fig. 10. Synthèse sur l'histoire de la végétation de la Grande Lande et rythmes de l'anthropisation.

Campaniforme qui ont livré des artéfacts (meules, broyeurs, fusaïoles) clairement associés à des pratiques agricoles et pastorales[14].

Durant la période protohistorique, les données polliniques traduisent une importante transformation du paysage dans la Grande-Lande. Les enregistrements de Bordelounque et de La Honteyre individualisent l'âge du Bronze comme un épisode majeur, durant lequel l'intensification du peuplement et des activités agro-pastorales, confirmées par de nombreuses preuves archéologiques, entraînent une modification du système agraire ainsi qu'une profonde ouverture des écosystèmes forestiers. Si cette dynamique se prolonge durant l'âge du Fer, cette période semble également caractérisée par un enrichissement des pratiques culturales (apparition du noyer et du seigle). On retrouve une fois encore dans cet épisode des traits communs avec les dynamiques observées en contexte nord-pyrénéen où cette période est désormais considérée comme une étape fondamentale dans la construction des territoires et des paysages agro-pastoraux[15].

Ainsi que le confirment les enregistrements de Bordelounque, de La Honteyre et celui des Anguilleyrons, la fin du haut Moyen Âge et la période médiévale apparaissent comme une autre étape déterminante dans le processus d'anthropisation du triangle landais. L'épisode, variable en intensité d'un secteur à l'autre, se caractérise par des déboisements importants, par une accentuation de la pression agro-pastorale mais surtout par une extension des landes à bruyères. C'est durant cette période que certaines des lagunes prises en considération dans le cadre de cette recherche montrent des signes évidents de comblement ou d'atterrissement (Anguilleyrons, Bordelounque, Honteyre). Une dernière étape, plus ou moins clairement identifiée selon les enregistrements, est contemporaine des derniers siècles : elle marque un net recul des pratiques agro-pastorales et des chênaies au profit du pin et souligne le processus irrémédiable d'assèchement des lagunes en raison des drainages et des reboisements.

Conclusions

En dépit de leur représentativité éventuellement contestable, du fait de la vaste étendue de la Grande-Lande (faible nombre et répartition géographique bipolaire de séquences étudiées), les enregistrements polliniques acquis dans le cadre de cette recherche sont néanmoins riches en enseignements. Ces derniers sont de trois ordres. Sur la formation des lagunes, les datations obtenues à la base des dépôts sédimentaires organiques signalent de nets asynchronismes dans le démarrage des processus de comblement sédimentaires des dépressions lagunaires. Pour les plus anciennes, les sédimentations lacustres s'amorcent

14- Gellibert & Merlet, dans ce volume.
15- Rius *et al.* 2009, Carozza & Galop 2008, Galop *et al.* 2007.

durant la première moitié de l'Holocène vers 6400 et 5600 a.C. au sud, et encore plus récemment vers 4900 a.C. et à l'aube de notre ère dans les sites de La Honteyre et des Anguilleyrons. L'hétérogénéité prévaut également dans le fonctionnement hydrologique de ces lagunes, certaines montrant des signes d'assèchement temporaires évidents (La Hubla, La Honteyre), tandis que d'autres s'apparentent davantage à des plans d'eau permanents.

Sur l'histoire de la végétation, les données polliniques démontrent l'existence d'une couverture forestière importante et diversifiée (chêne, orme, tilleul, frêne, hêtre) durant la première moitié de l'Holocène. La variété de faciès est liée à l'existence d'une forte variabilité pédologique sous les effets conjugués du relief, de la nappe phréatique et de la profondeur de l'alios (Jolivet *et al.* 2007). Le début de l'Holocène est caractérisé par l'existence d'une importante pinède (l' "ancienne pinède" du géographe Louis Papy[16]) qui n'a été remplacée par une chênaie riche en arbres et arbustes héliophiles que vers 8000-7500 avant le présent. Bien que soumise à des déboisements réguliers à partir du Néolithique final, cette couverture forestière a persisté jusqu'à l'aube du Moyen Âge, période à partir de laquelle une intensification des activités humaines a entraîné dans certains secteurs sa disparition pour laisser la place aux landes.

Enfin, pour ce qui est des rythmes et processus de l'anthropisation de la Grande-Lande, les données palynologiques indiquent une anthropisation ancienne, remontant à la première moitié du Néolithique ancien pour une période constituant encore un point aveugle au niveau des connaissances archéologiques. À partir du Néolithique final, l'occupation semble pérenne. Elle s'intensifie dès la Protohistoire, pour atteindre un point culminant durant la période médiévale. Ces rythmes font écho à ceux observés dans le Sud de l'Aquitaine, en particulier sur le versant nord des Pyrénées occidentales. L'image de la Grande-Lande s'en trouve ainsi quelque peu modifiée : loin d'avoir été un espace marginal ou inhospitalier, elle apparaît au contraire comme un zone sans doute densément peuplée et exploitée dès la fin du Néolithique*.

* Cette recherche, réalisée dans le cadre dans le cadre du PCR *Lagunes des Landes de Gascogne* sous la direction de Jean-Claude Merlet, a bénéficié d'un financement du SRA d'Aquitaine (DRAC Aquitaine, Ministère de la culture).

Les auteurs tiennent tout particulièrement à remercier J.-Cl. Merlet, B. Gellibert, Gw. Belbéoc'h, et Fr. Blanchard pour leur connaissance du terrain et leur aide si précieuse lors des prospections et des différentes campagnes de sondage réalisées entre 2005 et 2007.

16- Papy 1949, 408.

Bibliographie

Aldhuy, J . (2010) : "La transformation des Landes de Gascogne (XVIIIe-XIXe siècles). De la mise en valeur comme colonisation intérieure ?", *Confins*, 8, on line http://confins.revues.org/index6351.html

Barandiaran, I. et An. Cava (2002) : *Cazadores-recolectores en el Pirineo navarro ; el sitio de Aizpea entre 8000 y 6000 años antes de ahora*. Universidad del Pais Vasco, Vitoria.

Barbier, D. et L. Visset (1997) : "Logné, a peat bog of European ecological interest in the Massif Armorican, western France : bog development, vegetation and land-use history" , *Veget Hist. Archaeobot*., 6, 69-77.

Behre, K. E. (1981) : "The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams", *Pollen et spores,* 23, 2, 225-245.

— (1986) : *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*, Boston.

Beug, H.-J. (2004) : *Leitfaden der pollenbeestimmung für mitteleuropa und angrenzende Gebiete*, Munich.

Carozza, L. et D. Galop (2008) : "Le dynamisme des marges. Peuplement et exploitation des espaces de montagne durant l'âge du Bronze", in : Guilaine, éd. 2008, 226-255.

Carrión, J.S. (2002) : "Patterns and process of late Quaternary environmental change in a montane region of southwestern Europe", *Quaternary Science Review*, 21, 2047-2066.

Chauchat, Cl. (1974) : "Datations C14 concernant le site de Mouligna, Bidart (Pyrénées-Atlantiques)", *B.S.P.F.*, 71, 5, 140.

Chauchat, Cl., dir. (2006) : *Préhistoire du Bassin de l'Adour : bilan et perspective*s, Actes du colloque de Saint-Étienne-de-Baïgorry, 19 janv. 2002, Saint-Étienne-de-Baïgorry.

Cugny, C., Fl. Mazier et D. Galop (2010) : "Modern and fossil non-pollen palynomorphs from the Basque mountains (western Pyrenees, France) : the use of coprophilous fungi to reconstruct pastoral activity", *Veget. Hist. and Archaeobot*., 19, 391-408.

Faure, Él. (2005) : *Paléoenvironnement et anthropisation des Landes de Gascogne. Analyse pollinique de la tourbière de La Honteyre*, mémoire de Maîtrise, université de Toulouse 2 – GEODE.

Figueral, I. (1994) : "Evidence from charcoal analysis for environmental change during the interval late Bronze Age to Roman, at the archaeological site of Castro de Penices, N.W. Portugal", *Veget Hist Archaeobot*., 4, 93-100.

Galop, D. (1998) : *La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées. 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et Méditerranée.* GEODE, Laboratoire d'Ecologie Terrestre et FRAMESPA, Toulouse.

— (2001) : "Les apports de la palynologie à l'histoire rurale : l'exemple de la longue durée des activités agro-pastorales pyrénéennes", *Études rurales*, 153-154, 127-138.

— (2005) : "La conquête de la montagne Pyrénéenne au Néolithique. Chronologie, rythmes et transformations des paysages à partir des données polliniques", in : Guilaine, dir. 2005, 279-295.

Galop, D., B. Vannière et M. Fontugne (2002) : "Fires and human activities since 4500 BC on the northern slope of the Pyrénées recorded in the peat bog of Cuguron (Central Pyrenees) ", in : Thiebault, éd. 2002, 43-51.

Galop, D., B. Vannière et J.-A. López-Saez (2003) : "Des abattis-brûlis néolithiques au système agro-pastoral pyrénéen actuel. Mise en évidence pluridisciplinaire de l'évolution du système agraire dans une vallée du piémont nord-pyrénéen entre le Néolithique ancien et l'Antiquité tardive", in : *Les Pyrénées et leurs marges au troisième millénaire avant J.-C., Actes du XIIe Colloque international d'archéologie de Puigcerda*, Puigcerda, 82-94.

Galop, D., L. Carozza, F. Marembert et M.-Cl. Bal (2007) : "Activités pastorales et climat durant l'âge du Bronze dans les Pyrénées : l'état de la question à la lumière des données environnementales et archéologiques", in : Richard *et al.*, dir. 2007, 107-119.

Gellibert, B. et J.-Cl. Merlet (1994) : "La fouille de La Hubla à Canenx-et-Réaut (Landes)", *Bull. Soc. de Borda*, 118, 434, 95-107.

Gellibert, B. et J.-C. Merlet (2006) : "Recherches sur l'habitat au Chalcolithique et au début de l'Âge du Bronze dans le bassin de l'Adour. Premiers résultats", in : Chauchat dir., 251-270.

Guilaine, J., éd. (2008) : *Villes, villages, campagnes de l'âge du Bronze*, Paris.

Jankovska, V. et J. Komarek (2000) : "Indicative value of *Pediastrum* and other coccal green algae in palaeoecology", *Folia Geobot.*, 35, 59-82.

Jolivet, C., L. Augusto, P. Trichet et D. Arrouays (2007) : "Les sols du massif forestier des Landes de Gascogne : formation, histoire, propriétés et variabilité spatiale", *Revue forestière française*, 59, 1, 7-30.

Joly, C., L. Barillé, M. Barreau, A. Mancheron et L. Visset (2007) : "Grain and annulus as criteria for distinguish pollen grains of cereal from wild grasses", *Review of Paleobotany and Palynology*, 146, 221-233.

Klingebiel, A. et J.-B. Marquette, dir. (1985) : *La Grande-Lande : histoire naturelle et géographie historique*, *Actes du colloque tenu à Sabres, à l'Écomusée de la Grande Lande les 27-29 novembre 1981*, Paris.

Legigan, Ph. et L. Marambat (1993) : "Âge de la formation d'une lagune landaise : premières données palynologiques et radiométrique", *Bull. Soc. de Borda*, 118, 432, 433-443.

Maizeret, Chr. (2005) : *Les Landes de Gascogne*, Paris.

Marambat, L. (1992) : *Paléoenvironnments et empreinte anthropique dans l'ouest aquitain et la Saintonge à l'Holocène. L'apport de la palynologie*, thèse de Doctorat, université de Bordeaux I, 2 vol.

Moore, P.D., J.A. Webb et M.E. Collinson (1991) : *Pollen analysis*. Second edition, Oxford.

Papy, L. (1949) : "Le problème du reboisement dans les Landes de Gascogne", *Revue de géographie* jointe au *Bulletin de la Société de géographie de Lyon et de la région lyonnaise*, 24, 4, 406-412.

Paquereau, M.-M. (1966) : "Tourbière de Campagne (Landes)", *Actes de la Société Linéenne de Bordeaux*, 103, série B, 11, 15-17.

— (1981) : "Analyse palynologique de la tourbière de Bourricos (Landes)". in : Klingebiel Marquette dir., 43-47.

Reille, M. (1992 et 1998) : *Pollens et spores d'Europe et d'Afrique du Nord*. Atlas photographique, Laboratoire de Botanique historique et palynologique, URA 1152 CNRS, Marseille.

Reimer, P.J., M.G.L. Baillie, E. Bard, A. Bayliss, J.W. Beck, C. Bertrand, P.G. Blackwell, C.E. Buck, G. Burr, K.B. Cutler, P.E. Damon, R.L. Edwards, R.G. Fairbanks, M. Friedrich, T.P. Guilderson, K.A. Hughen, B. Kromer, F.G. McCormac, S. Manning, C.B. Ramsey, R.W. Reimer, S. Remmele, J.R. Southon, M. Stuiver, S. Talamo, F.W. Taylor, J. Van der Plicht et C.E. Weyhenmeyer (2004) : *Radiocarbon*, 46, 1029-1058.

Richard, H. *et al*., dir. (2007) : *Environnements et cultures à l'âge du Bronze en Europe occidentale*, Paris.

Rius, D., B. Vanniere et D. Galop (2009) : "Fire frequency and agro-pastoral activities landscape managment in the north-western pyrenean piedmont (France) since early neolithic (8000 cal. BP)". *The Holocene* 19 (6), 1-13.

Rösch, M. (1992) : "Human impact as registered in the pollen record : some results from the western Lake Constance region, Southern Germany", *Veget Hist Archaeobot.,* 1, 101-109.

Ruiz Zapata, M.B., A.I. Ortega Martinez, M. Dorado, A. Valdeolmillos Rodriguez, M.J. Gil Garcia, J.L. Arsuaga Ferreras, J.M. Carretero Diaz, I. Martinez Mendizabal, A. Perez-Gonzalez (2003) : "Vegetation history during Bronze and Iron ages in Portalon Cave (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) ", in : Ruiz Zapata *et al.*, éd. 2003, 99-106.

Ruiz Zapata, M.B. *et al.*, éd. (2003) : *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean Region*, universidad de Alcalá, Ministerio de Ciencia y Tecnologia, Madrid.

Smol, J. P., H. J. B. Birks and W. M. Last, éd. (2002) : *Tracking environmental changes using lake sediments,* vol. 3. Kluwer academic publisher, Dordrecht.

Thiebault, S., éd. (2002), *Charcoal Analysis, Methodological approaches, Palaeocological results and wood uses*, BAR, International Series, 1063.

Van Geel, B. (2002) : "Non pollen palynomorphs", in : Smol *et al.* éd. 2002, 99-119.