UNIVERSITE DE DROIT, D'ECONOMIE ET DES SCIENCES D'AIX-MARSEILLE
Faculté des Sciences et Techniques Saint-Jérôme

Laboratoire de Botanique historique et Palynologie
Unité Associée au C.N.R.S. n°1152
INSTITUT MEDITERRANEEN d'ECOLOGIE et de PALEOECOLOGIE

THESE

présentée pour obtenir le grade de
Docteur d'Etat, mention Sciences

par

Jeannine CLERC

RECHERCHES POLLENANALYTIQUES SUR LA PALEOECOLOGIE TARDIGLACIAIRE ET HOLOCENE DU BAS-DAUPHINE

Soutenue le 1O décembre 1988 à 9h3O
dans la salle des Thèses de la Faculté des Sciences
devant la Commission d'examen :

J.L. de BEAULIEU, Directeur de Recherches au CNRS, *Rapporteur*
U. EICHER, Docteur, Université de Berne
J.J. LOWE, Professeur, School of Polytechnics Londres
G. PAUTOU, Professseur, Université de Grenoble, *Rapporteur*
A PONS, Professeur, U.D.E.S.A.M.
S. WEGMULLER, Professeur, Université de Berne, *Rapporteur*

UNIVERSITE DE DROIT, D'ECONOMIE ET DES SCIENCES D'AIX-MARSEILLE
Faculté des Sciences et Techniques Saint-Jérôme

Laboratoire de Botanique historique et Palynologie
Unité Associée au C.N.R.S. n°1152
INSTITUT MEDITERRANEEN d'ECOLOGIE et de PALEOECOLOGIE

THESE
présentée pour obtenir le grade de
Docteur d'Etat, mention Sciences

par

Jeannine CLERC

RECHERCHES POLLENANALYTIQUES SUR LA PALEOECOLOGIE TARDIGLACIAIRE ET HOLOCENE DU BAS-DAUPHINE

Soutenue le 1O décembre 1988 à 9h3O
dans la salle des Thèses de la Faculté des Sciences
devant la Commission d'examen :

J.L. de BEAULIEU, Directeur de Recherches au CNRS, *Rapporteur*
U. EICHER, Docteur, Université de Berne
J.J. LOWE, Professeur, School of Polytechnics Londres
G. PAUTOU, Professseur, Université de Grenoble, *Rapporteur*
A PONS, Professeur, U.D.E.S.A.M.
S. WEGMULLER, Professeur, Université de Berne, *Rapporteur*

Résumé

Par l'analyse pollinique des dépôts palustres de sept sites du Bas-Dauphiné et avec le renfort de **62** datations C14, est proposée une reconstitution de l'histoire de la végétation de cette région depuis le retrait glaciaire würmien. L'interprétation de ces données à la lumière de l'écologie actuelle des taxons rencontrés, confrontée aux résultats d'autres disciplines paléolimnologiques, conduit à des conclusions sur l'évolution de l'hydrologie des zones humides et du climat régional. Une comparaison avec les régions limitrophes permet de préciser l'origine et le statut actuel des principaux groupements forestiers.

Mots-clé : Analyse pollinique - Anthropisation - Bas Dauphiné - Holocène - ^{18}O
Paléoécologie - Paléomalacologie -

AVANT-PROPOS

La réalisation d'un projet est une récompense d'autant plus appréciée que les difficultés surmontées ont été nombreuses.

L'initation à la Géographie botanique que j'ai reçue à la Faculté des Sciences de Grenoble grâce à l'enseignement de Monsieur le Professeur Paul OZENDA m'a donné le goût de la recherche. C'est ainsi qu'en 1964 j'ai contribué dans le cadre d'un diplôme d'études supérieures et ensuite comme biologiste adjointe au C.N.R.S. à la réalisation de la carte de la végétation de Grenoble.

Mais ce n'est qu'en 1979 et encouragée par G. PAUTOU que je décidais d'entreprendre des études palynologiques en Bas-Dauphiné.

Je pris alors contact avec Jacques-Louis de BEAULIEU, qui a bien voulu tout m'apprendre dans ce domaine.

Les remerciements que je lui adresse ne peuvent suffire à traduire ma profonde gratitude pour sa compétence reconnue, sa gentillesse et son art pour communiquer aux autres sa passion sans les contraindre.

Toute ma reconnaissance va au Professeur Armand PONS qui m'a accueillie au Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie de Marseille comme un de ses membres, qui a su me guider dans toutes les étapes de cette recherche, tout particulièrement dans les moments de découragement et qui en a permis ainsi l'aboutissement.

Je n'oublierai pas l'accueil toujours aimable et les encouragements de toute l'équipe du Laboratoire, en particulier Claude GOEURY qui a traité les résultats sur micro-ordinateur et Sylvie RINALDI aidée par Michelle PELLET, qui toutes deux ont passé de nombreuses heures en traitement de texte.

Toute mon amitié et mes remerciements vont également à Jacques EVIN *qui a bien voulu m'initier aux techniques de datation dans son Laboratoire de Radiocarbone de Lyon, qui a réalisé toutes les datations parfois à partir de sédiments se prêtant mal à ces analyses et qui n'a pas hésité à plusieurs reprises à venir lui-même sur le sondage pour prélever le matériel le plus adéquat aux datages.*

Que les sondeurs, amis bénévoles, tels que H. RICHARD, C. CAMPY ou F. FLEURET et F. BOZONNIER soient ici vivement remerciés, sans eux ce travail n'existerait pas.

Que Jacques MOUTHON, M. MAGNY, M. COSTE, U. EICHER, FOLDFIELD et G. MONJUVENT soient aussi sincèrement remerciés pour les travaux dont ils ont bien voulu me communiquer les résultats concernant les sites étudiés.

Je n'oublierai pas de remercier Michel COUTEAUX pour ses remarques pertinentes qui maintenant font cruellement défaut et à qui je souhaite un rapide retour parmi nous.

Que ma famille soit remerciée ici ainsi que mes éléves du Lycée de St Marcellin où j'enseigne en qualité de Professeur agrégé de Sciences Naturelles, pour le soutien moral qu'ils m'ont apporté en me donnant l'équilibre nécessaire à ce travail de recherche.

J'ai plaisir à remercier enfin, les membres du Jury qui ont bien voulu juger cette étude : J.-L. de BEAULIEU, U. EICHER, J-J. LOWE, G. PAUTOU, A. PONS et S. WEGMULLER.

RECHERCHES POLLENANALYTIQUES SUR LA PALEOECOLOGIE TARDIGLACIAIRE ET HOLOCENE DU BAS-DAUPHINE

SOMMAIRE

AVANT PROPOS

PAGES

PREMIERE PARTIE ____ 1

I. LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET BIOLOGIQUES DU MILIEU

A. Situation géographique ____ 1
B Les facteurs édaphiques ____ 1
C. Les facteurs climatiques ____ 8
D. Les caractéristiques biotiques ____ 10
1. La végétation ____ 10
2. L'action humaine ____ 13

II. LES RECHERCHES ENTREPRISES ____ 13

A. Les buts ____ 13
B. La prospection et le choix des sites ____ 15
C. La présentation des sites étudiés ____ 16
1. L'Ile Crémieu : Loras, Hières sur Amby ____ 16
2. Les Terres-froides : Grand Lemps ____ 20
3. La basse Isère : St-Hilaire du Rosier ____ 23
4. Au pied de la Chartreuse : St-Sixte, ____ 25
St-Julien de Ratz, Grand Ratz Le Pellet ____ 26

III. TECHNIQUES ET METHODES D'ETUDES ____ 26

A. Sur le terrain ____ 26
B. Au laboratoire ____ 33
C. L'observation microscopique ____ 36
D. La présentation graphique des résultats ____ 38
1. Les diagrammes relatifs ____ 38
2. Les histogrammes ____ 38

IV. RELATIONS ENTRE LES SPECTRES POLLINIQUES RECENTS ET LA VEGETATION ACTUELLE ____ 38

A. Les données acquises ____ 38
B. Les données régionales ____ 39
1. Premier type de comportement pollinique 3F ____ 43
2. Deuxième type de comportement pollinique 3N ____ 44
3. Troisième type de comportement pollinique 3f ____ 44
4. Quatrième type de comportement pollinique F.2f ____ 45

DEUXIEME PARTIE 49

I. CORRELATION ENTRE LES ZONES POLLINIQUES LOCALES DES DIAGRAMMES D'UN MEME SITE 49

A. Hieres sur Amby 49
B. Grand Lemps 51
C. Saint Sixte 53
D. Saint Julien de Ratz 54
E. Saint Hilaire du Rosier 56

II. ETUDE COMPAREE DES ZONES POLLINIQUES LOCALES DES DIAGRAMMES DES FREQUENCES RELATIVES 57

A. Le Tardiglaciaire 57
1. Phase à *Pinus* dominant 57
2. Phase à Herbacées dominantes 58
3. Phase à Herbacées et à *Juniperus* + *Betula* 58
4. Phase à *Juniperus* 58
5. Phase à *Betula* 59
6. Première phase de régression des PA 60
7. Phase à *Pinus* 60
8. Deuxième phase de régression des PA 61

B. Le Postglaciaire 61
1. Phase à *Betula* puis *Pinus* et premières mésothermophiles 61
2. Phase à *Corylus* dominant et mésothermophiles 63
3. Phase à *Abies* 65
4. Phase à *Fagus* dominant 66
5. Phase où l'action humaine est déterminante 67

TROISIEME PARTIE 70

I. APPORT DES DATES 14C A LA CHRONOLOGIE POLLINIQUE 70

A. AGE ABSOLU ET VITESSE DE SEDIMENTATION 72
B. PROBLEMES CHRONOLOGIQUES DE ZONATION 76
1. Le Tardiglaciaire 76
a. Les divisions biostratigraphiques 76
b. La chronostratigraphie 76

2. Le Postglaciaire 81

II. APPORT DES ANALYSES ISOTOPIQUES 90

A. Au Grand Lemps 90
B. A Hières sur Amby 93

III. APPORT DES INDICATEURS BIOLOGIQUES 95

A. Analyses malacologiques 95
1. Saint-Hilaire du Rosier 95
2. Le Grand Lemps 98
3. Les sites voisins 103
B. Analyses algaires 105

IV. APPORT DES FREQUENCES POLLINIQUES ABSOLUES 108

A. Grand Lemps IV 108
B Grand Lemps III 109
C. Hières sur Amby II 110
D. Loras 111
E. Grand Ratz 112
F. Saint Sixte II 113

QUATRIEME PARTIE 116

I. ECOLOGIE DE QUELQUES TAXONS TARDIGLACIAIRES ET POSTGLACIAIRES 116

A. Taxons tardiglaciaires 116
1. Aptitudes écologiques 116
2. Importance relative des taxons trouvés au Tardiglaciaire en Bas-Dauphiné pendant la phase à herbacées dominantes 117
3. Facteurs écologiques responsables des formations végétales de hautes altitude et latitude 117
4. Ecologie et répartition actuelle de quelques taxons importants rencontrés dans les diagrammes 118

B. Taxons postglaciaires 122
1. Amplitudes écologiques de quelques taxons 122
a. Espèces collinéennes 123
b. Espèces montagnardes 123
c. Espèces subalpines 124
2. Importance en tant qu'indicateurs biologiques de quelques taxons arboréens 125

II. HISTOIRES DE TAXONS DE L'ETAGE MONTAGNARD 128

A. *Abies* 128
B. *Fagus* 129
C. *Picea* 131

III. HISTOIRE DE LA VEGETATION, DE L'ACTION HUMAINE ET DU CLIMAT 133

A. Histoire de la végétation 133
B. Histoire du climat 143
C. Place de l'histoire de la végétation dans l'arc alpin 147

RESUMES 149

ANNEXES 158

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 161

HORS-TEXTE

Histogrammes des fréquences absolues H2 à H6, *H1 à *H5

Diagrammes des fréquences relatives D1 à D14

Tableau 3

PREMIERE PARTIE

I. LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET BIOLOGIQUES DU MILIEU

A. SITUATION GEOGRAPHIQUE *(fig 1)*

La région étudiée, bien qu'elle forme un ensemble qu'on nomme Bas-Dauphiné, présente une grande variété de paysages.

Au nord, elle est limitée par les reliefs du plateau de Crémieu, qui dominent la vallée du Rhône de plus de 200 m et culminent à 450 m. Ils sont découpés par de nombreuses dépressions marécageuses, particulièrement dans l'angle sud-est de ce grand triangle d'une trentaine de kilomètres de côté.

Au centre, les Terres-Froides sont traversées d'est en ouest par deux lignes de basses terres marécageuses d'où émergent des collines à 400 m d'altitude : d'une part les marais de Veyrins, Thuellin et des Vernes joignant le Rhône à la Bourbre, d'autre part la Bourbre elle-même et sa vallée marécageuse. Cette rivière prend sa source à Burcin, non loin de l'étang du Grand Lemps et se jette dans le Rhône à quelques kilomètres avant le confluent de ce dernier avec l'Ain, après avoir contourné le môle de l'Isle d'Abeau.

Plus au sud, la vallée fossile de la Bièvre-Valloire, sans cours d'eau permanent, isolée de l'Isère par le seuil de Rives qu'elle domine de 250 m, est la grande voie de passage entre la Vallée du Grésivaudan à l'est et la vallée du Rhône à l'ouest.

Au sud, les collines boisées des Chambaran piquetées d'étangs artificiels, ne dépassant guère l'altitude de 700 m, forment un relief vallonné qui descend en pente douce vers l'Isère.

A l'est, les reliefs jurassiens, la Chartreuse puis le Vercors constituent une barrière montagneuse atteignant presque 2000 m, dont les effets se font sentir sur le climat, la végétation et l'action humaine.

B. LES FACTEURS EDAPHIQUES.

Le Bas-Dauphiné présente, au point de vue géologique, l'intérêt de faire la transition entre les facies structuraux de type jurassien au nord, et les facies de type subalpin au sud (fig 2). L'extrémité méridionale du Jura s'enfouit sous la dépression molassique péri-alpine. Les chaînons du Ratz et de Poliènas en sont les derniers anticlinaux visibles. L'ossature de ces plissement est constituée de calcaire urgonien et ils finissent tous par se souder au Vercors plus au Sud.

Les types de sols rencontrés, d'une assez grande diversité, sont le reflet de la variété des roches mères à partir desquelles ils se sont formés. Trois grands ensembles édaphologiques doivent être retenus (fig 3).

- Les calcaires jurassiques et crétacés, d'âge secondaire, de l'île Crémieu au nord, à l'est et au sud-est des premiers contreforts du Vercors et de la Chartreuse, donnent des sols peu évolués de type rendzine à fort taux de calcaire actif, autour de 5%, et secs.

- Les molasses et poudingues tertiaires rarement à nu car recouverts par des glaises à galets quartzitiques du Villafranchien, sur les plateaux de Bonnevaux et des Chambaran, et par des dépots morainiques ou des alluvions glaciaires et fluvioglaciaires quaternaires ailleurs, donnent des sols bruns eutrophes ou lessivés, plus ou moins riches en carbonates.

- Les alluvions fluviales récentes regroupent les sables, limons et argiles déposés par le Rhône et l'Isère (sols à gley) et les sols tourbeux des basses terres marécageuses des Terres-Froides. Leur point commun est leur hygromorphie importante.

L'empreinte des glaciers est particulièrement sensible en Bas-Dauphiné (A. PENCK et E. BRUCKNER, 19O9; M. GIGNOUX, 1931; F. BOURDIER, 1961; Y. BRAVARD, 1963; G. MONJUVENT, 1971; G. MONJUVENT et al, 1982). La vallée morte

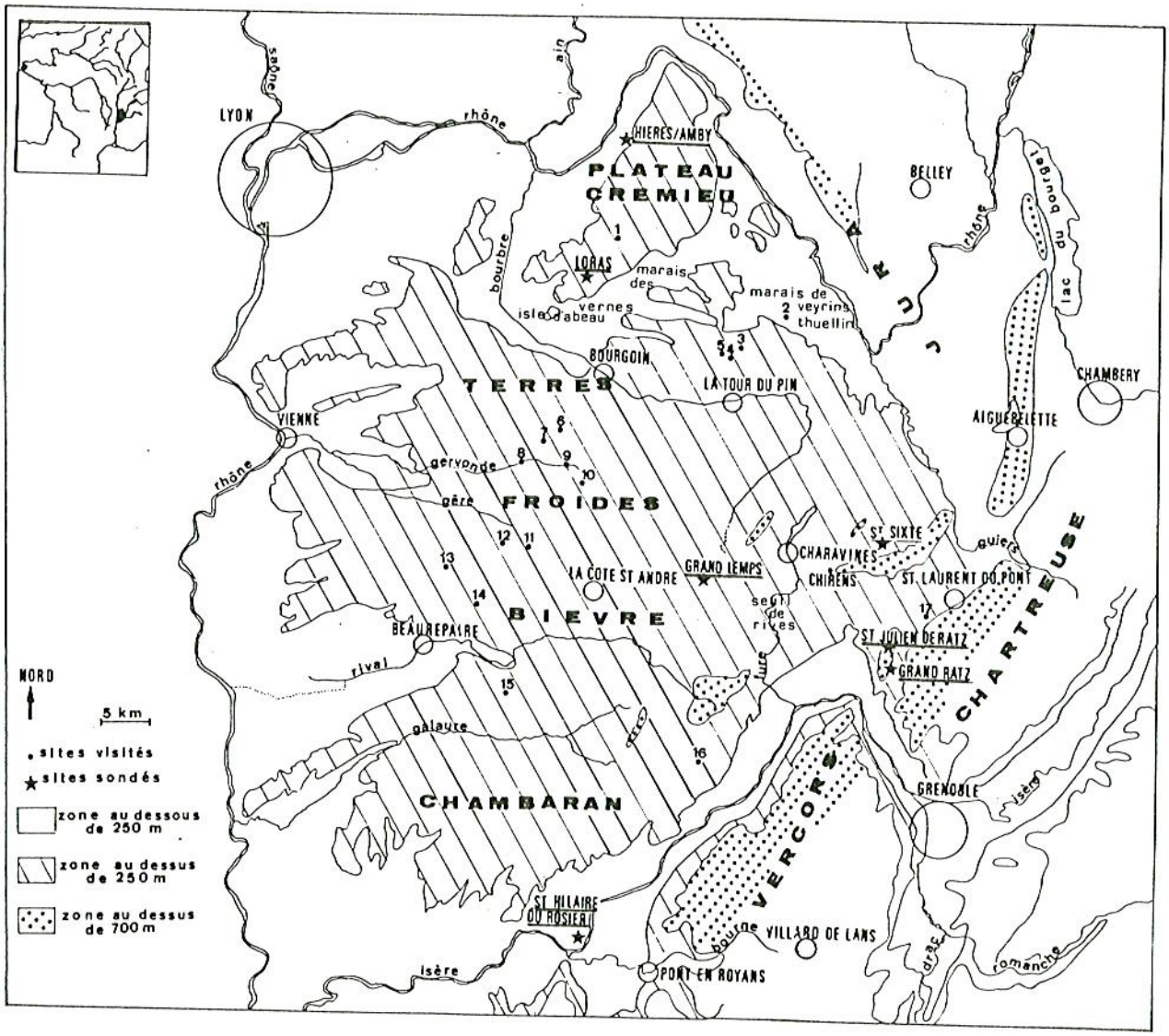


Fig. 1 - Prospection : carte des sites - 1. Moras, 2. Le Grand Marais de Veyrins-Thuellin, 3. Etang des Echerolles, 4. Etang de la Feuillée, 5. Etang Chantilin, 6. Vordas Meyrieu les Etangs, 7. Marone, 8. Mont joux, 9. Langouvert, 10. Etang du Moulin, 11-12. Etang de Commelle : Grande et Petite Barre, 13. Etang des Moilles, 14. Etang du Fay, 15. Etang des Nénuphars, 16. Cras et la Troussatière, 17. St Joseph de Rivière.

Année prospection	Sites	Alt. en m	Taille	Coordonnées	Stratigraphie profondeur en m	Intérêt
	Plateau Crémieu					
80-83	Hières sur Amby	212	125/500	lat. 45°47'27" N long. 5°17' E ------> Montuel 1/25000	(D1) 12,50 (D2) 11,80	Analysé, présenté
83	Moras (1)	304	500/373	lat. 45°41'20" N long. 5° 16' E ------> Bourgoin-Jallieu 3132 est 1/25000	néant (artificiel, régulièrement drainé)	Nul
81	Loras	410	75/75	lat. 45°39'50" N long. 5°14'40" E ------> "	(D3) 6,00	Analysé, présenté
81	Marais de Veyrins-Thuellin (2)	212	1250/3700	lat. 45°37' N long. 5°34' E ------> La Tour du Pin 5.6 1/25000	2 m de tourbe sur argile tourbière exploitée et drainée	Non analysé (stratigraphie trop complexe
81	Etang des Echerolles (3)	433	250/125	lat. 45°36'30" N long. 5°28' E ------> "	1 m tourbe récente	non analysé
81	Etang de la Feuillée et de Chantilin	431	875/125	lat. 45°35'30" N long. 5°26'55" E ------> "	50 cm tourbe sur 50 cm argile récente	non analysé
	Terres Froides					
81	Meyrieu les Etangs			lat. 45°31' N long. 5°11'30" E ------> La Côte St André 1.2 1/25000		
	Vordas (6) Marone (7) Montjoux (8) Langouvert (9) Du Moulin (10)	448 448 408 408 427	50/125 50/100 50/110 500/325 50/125		)) Etangs de barrage)) néant (artificiel, régulièrement drainé))	Nul
	Bièvre					
81	Etangs de Commelle Grande et petite barre (11) (12)	567	300/125 125/125	lat. 45°28'30" N long. 5°14' E ------> La Côte St André 3.4 1/25000	Etangs de Barrage néant (artificiel, régulièrement drainé)	Nul
81	Etang des Moilles (13)	393	375/230	lat. 45°24' N long. 5° 5'23" E ------>		
81	Etang du Fay (14)	366	500/250	lat. 45°23'26" N long. 5° 6' E ------> La Côte St André 5.6 1/25000	Etangs de Barrage néant (artificiel, régulièrement drainé)	Nul
79,81, 84,86	Grand Lemps	500	1600/500	lat. 45°28'24" N long. 5°25' E ------> Voiron 5-6 1/25000	(D4) 10,50 - (D5) 14,50 - (D6) 15,60	Analysé, présenté
	Chambaran					
81	Le Camp Etang des Nénuphars (15)	505	250/250	lat. 45°17' N long. 5°12' E ------> Beaurepaire XXXI-34 1/25000	Etang de Barrage néant (artificiel, régulièrement drainé)	Nul
	Pied de la Chartreuse					
79	St Joseph de Rivière (17)	480	6000/1000	lat. 45°23' N long. 5°45' E ------> Grenoble 1/20000	8,85 tourbe remaniée	Analysé non présenté
80,84, 86	St Sixte	650	200/100	lat. 45°25'30" N long. 5°37'30" E ------> Voiron 1/50000	(D8) 8,50 - (D9) 3,45	Analysé présenté
80,82	St Julien de Ratz	650	300/200	lat. 45°21' N long. 5°37'24" E ------> Grenoble 1/50000	(D10) 10,90 - (D11) 7,45	Analysé présenté
83	Grand Ratz (le Pellet)	650	250/50	lat. 45°20'30" N long. 5°36'30" E ------> Grenoble 1/50000	(D12) 6,20	Analysé présenté
	Vallée de l'Isère					
79,86	Cras et la Troussatière (16)	284	250/275	lat. 45°16'21" N long. 5°28' E ------> Grenoble ouest XXXII.34 1/25000	1 m à 3,20 m de tourbe récente au-dessus de 50 cm d'argile crayeuse passant au fond à l'argile bleue	Analysé non présenté
79,81	St Hilaire du Rosier	190	50/100	lat. 45° 8'45" N long. 5°19' E ------> Romans sur Isère 7.8 1/25000	(D13) 3,82 (D14) 2,50	Analysé présenté

Tableau 1. Sites prospectés, sites sondés, sites analysés et sites présentés.

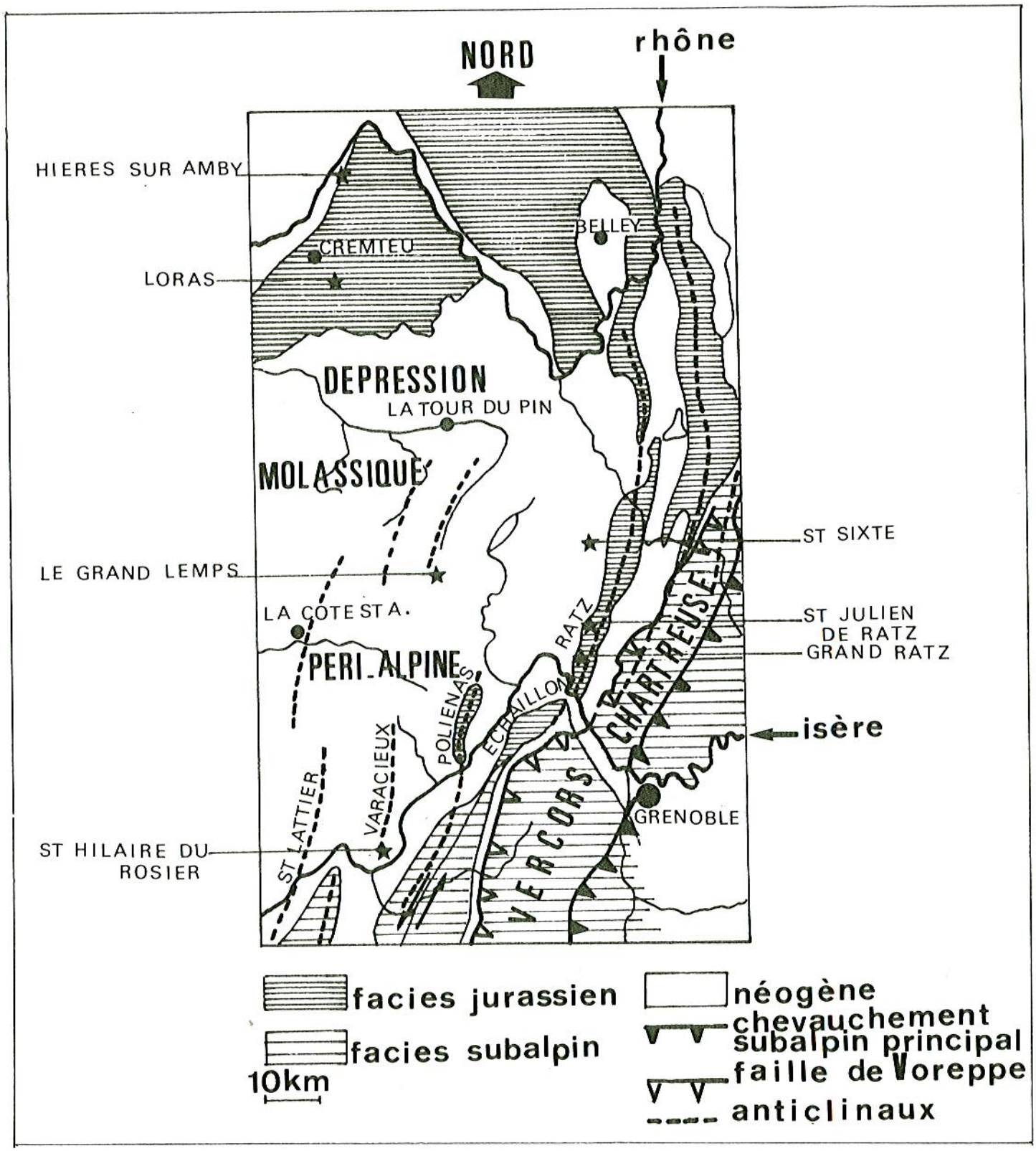


Fig. 2 - Schéma des régions naturelles structurales. d'après "Géologie de la France". J. DEBELMAS, Doin Editeur, t.2, 1974.

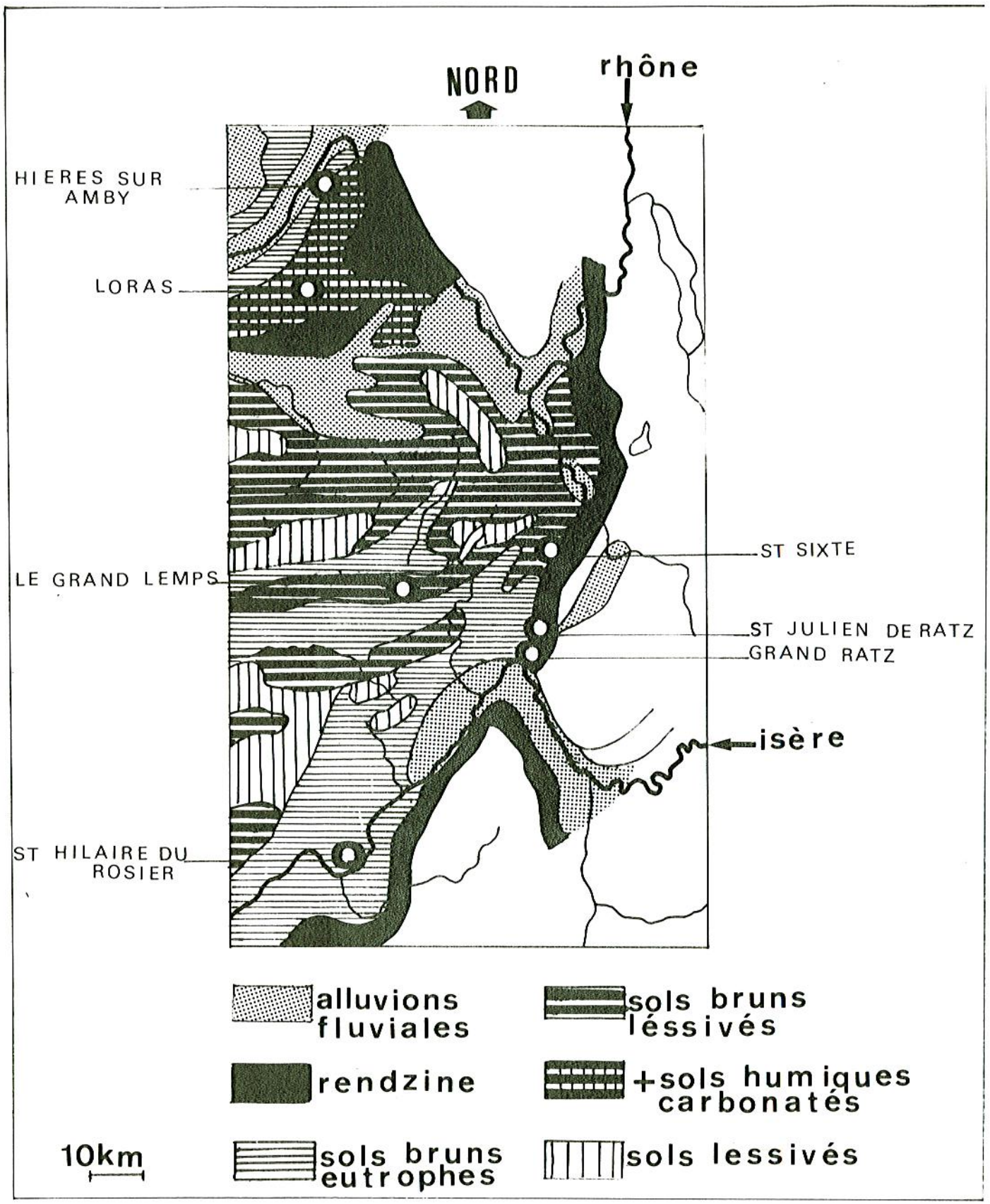


Fig. 3 - Edaphologie. D'après la Carte de la Végétation de la France n°54, Grenoble 1/25.OOO, G. PAUTOU, 1974.

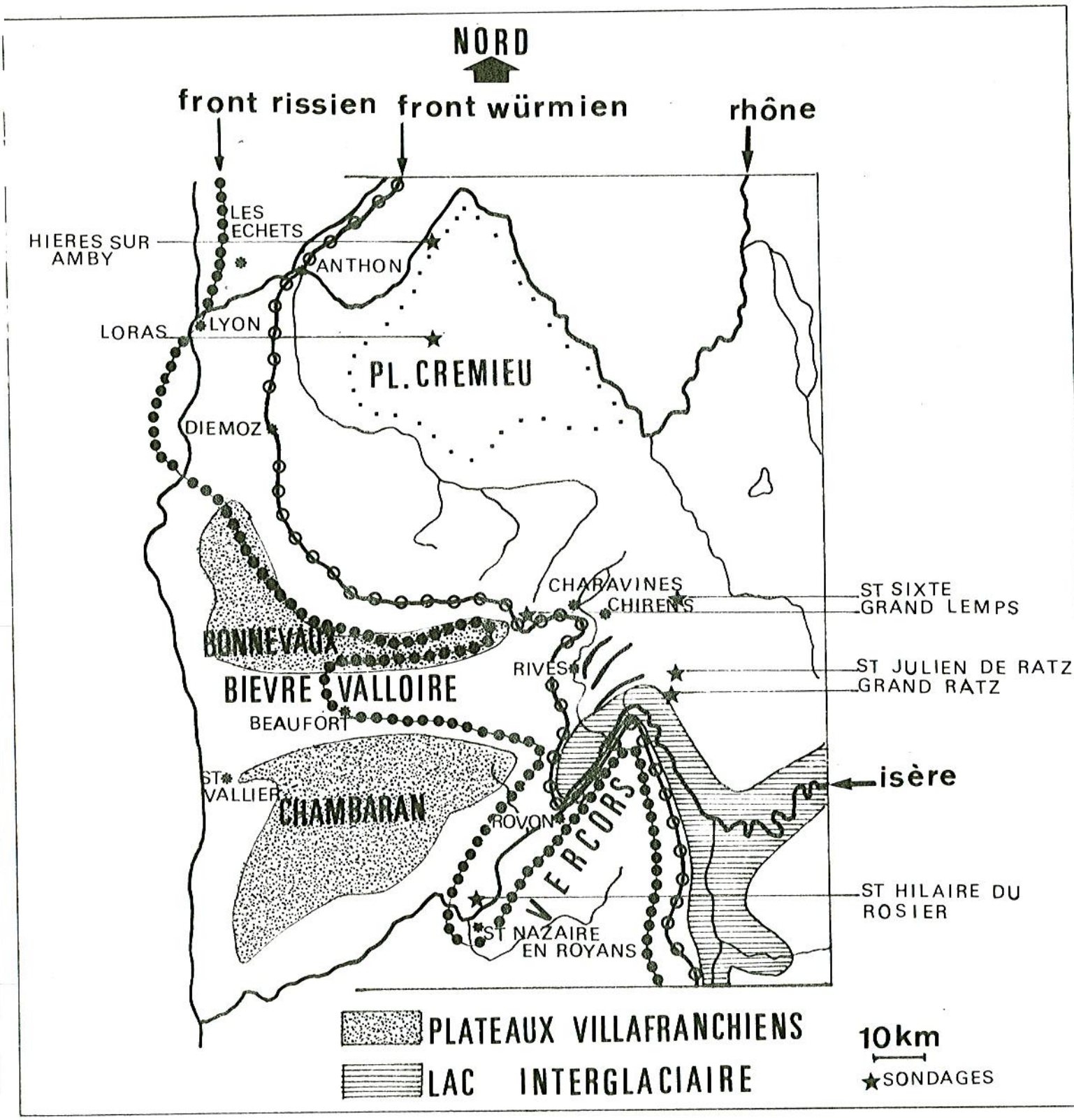


Fig. 4 - Empreinte des glaciers en Bas-Dauphiné : schéma paléogéographique des extensions glaciaires en Bas Dauphiné. D'après G. MONJUVENT, in "Géologie de la France", Doin Editeur, J. DEBELMAS 1974.

de la Bièvre-Valloire est un lieu privilégié pour l'observation des phénomènes dus aux glaciations quaternaires. Les glaciers du Rhône et de l'Isère ont, en effet , à plusieurs reprises, débordé des Alpes pour s'arrêter dans le piémont dauphinois (fig.4 d'après G. MONJUVENT, 1979)

Deux extensions principales, marquées par des arcs morainiques frontaux, sont encore visibles; la plus externe, la plus ancienne, est attribuée à la glaciation du Riss, la plus interne, la plus récente, à la glaciation du Würm.

Le front rissien marque la limite de l'avancée du glacier du Rhône au niveau de Lyon et de Vienne. Ce dernier s'appuie sur le plâteau de Bonnevaux où il vient fusionner avec le glacier de l'Isère envahissant la Bièvre (arc frontal de Faramans-Beaufort). Le glacier de l'Isère emplit alors sa propre vallée jusqu'au niveau de St Nazaire en Royans.

Le front würmien, en retrait par rapport au premier, n'englace plus la Dombes, il passe au Grand Lemps et au seuil de Rives où les glaciers de l'Isère et du Rhône fusionnent. Le glacier de l'Isère s'arrête à Rovon.

A la fin du Riss, le Grèsivaudan est un grand lac de plus de 500m de profondeur comblé par des sables et des argiles rubanées (G. MONJUVENT, 1974; M. COUTEAUX et J.-L. de BEAULIEU, 1976).

En aval de Voreppe et jusqu'à Rovon l'existence d'un lac à la fin du Pléni-Würm est prouvée (M. COUTEAUX, 1978). Il est complètement comblé au Dryas récent, durant lequel l'Isère commence à déblayer les sédiments lacustres.

D'après G. MONJUVENT (1979) le glacier de l'Isère a connu deux extensions antérieures aux avancées du Riss et du Würm. Elles sont présentes en Bièvre-Valloire qui, épargnée par l'érosion cataglaciaire, est restée d'une étonnante jeunesse (fig. 5). La plus ancienne moraine du Günz (nomenclature classique d'après A. PENCK et E. BRUCKNER, 19O9) est representée par le plateau de Louze. Les terrasses fluvio-glaciaires de Tourdan et de Grange-Neuve Anneyron sont mindeliennes.

Les sites analysés sont tous établis, sauf Saint Hilaire du Rosier, dans des dépressions abandonnées par les glaces wurmiennes. Saint Hilaire du Rosier fut un chenal d'écoulement, le Grand-Lemps, le Grand-Ratz, Loras sont devenus des marécages après avoir été, comme Hières sur Amby, Saint Julien de Ratz et Saint Sixte, des lacs périglaciaires.

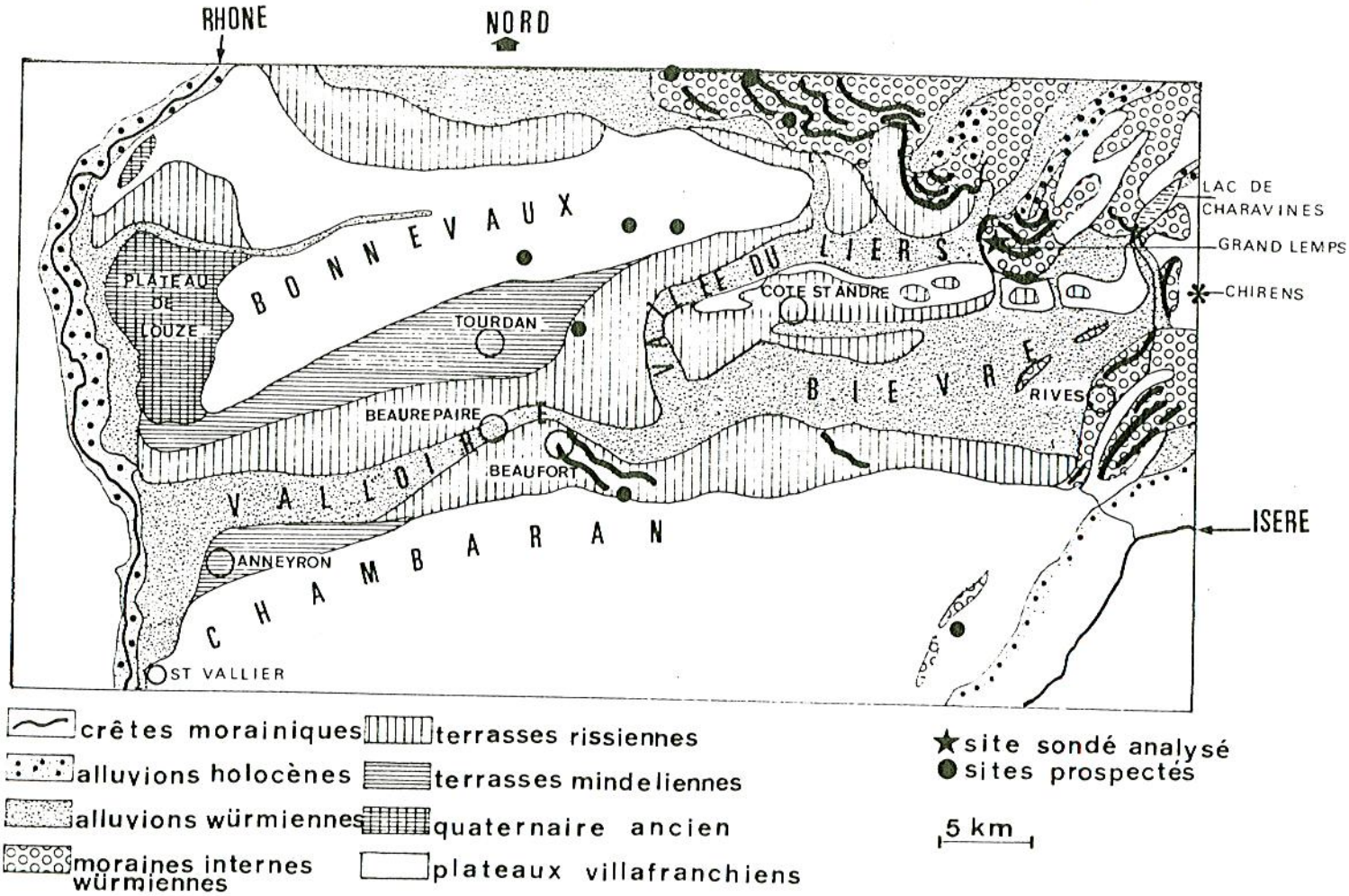


Fig. 5 - Dépôts glaciaires de la vallée de la Bièvre-Valloire. D'après G. MONJUVENT

C. LES FACTEURS CLIMATIQUES

Quelques stations ont été choisies pour illustrer les régimes pluviomètriques et thermiques en Bas-Dauphiné (fig 6).

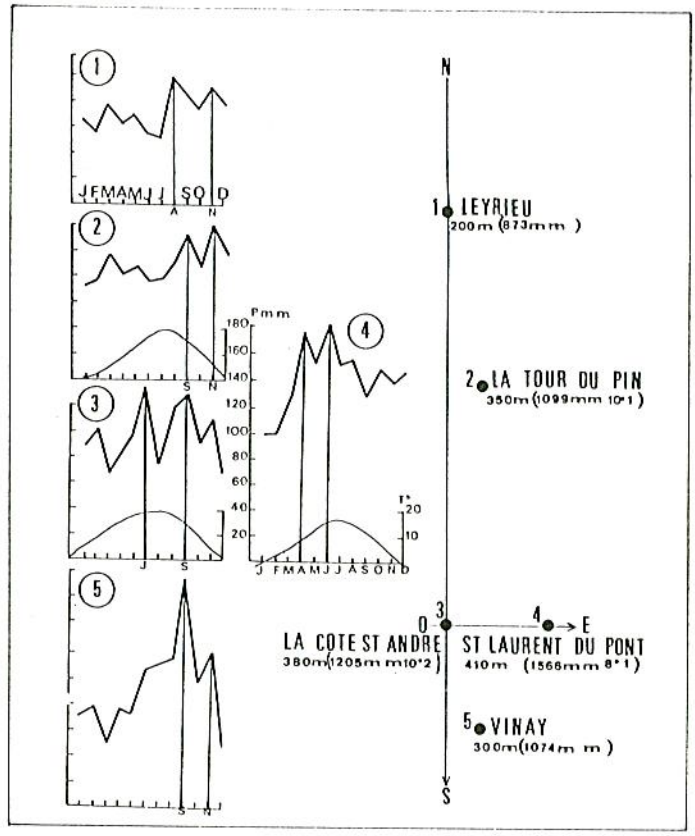


Fig. 6 - Diagrammes pluviométriques et diagrammes thermiques de 5 stations caractéristiques. D'après les données de la Météorologie nationale (période 1931 à 197O).

Du nord au sud : Leyrieu (200 m) à l'angle ouest de l'île Crémieu, La Tour du Pin (354 m) au centre des Terres-Froides, La Côte St André (380 m) en Bièvre-Valloire, St Laurent du Pont (410 m) au pied de la Chartreuse et Vinay (300 m) dans la Basse-Isère.

La première caractéristique de la distribution des précipitations est le maximun de la pluviosité "estivale" qui fluctue du printemps à St Laurent du Pont à la fin de l'été, septembre, dans les stations de plaine.

La deuxième particularité est l'augmentation de la pluviosité d'ouest en est (fig 7 et 8). Les vents humides d'ouest ne trouvent sur leur chemin aucun relief important avant la barrière des chaînes jurassiennes et subalpines à l'est. Ils déversent ici des hauteurs d'eau (1 m) plus importantes que dans les stations des Alpes internes.

Cette région est plus arrosée également que la retombée orientale du Massif-Central et que le sillon rhodanien.

La ville de Tournon : en face du confluent de l'Isère et du Rhône "antichambre du monde méditerranéen" (Ch.P. PEGUY, 1976), présente un mois sec (juillet) tel que le définit H. GAUSSEN (1954), plus au sud cette sécheresse s'accentue.

La hauteur moyenne annuelle des précipitations est de 1 m en Bas-Dauphiné.

Les températures indiquent que le mois le plus froid est janvier et le mois le plus chaud juillet, avec des écarts de 1°C à 20°C.

Les températures moyennes annuelles vont de 11°C à 9°C, en fonction de l'altitude, avec 2 à 5 mois froids (moins de 7° de moyenne).

Ces faits interdisent interdisent le développement d'une végétation de type subméditerranéen dans l'ensemble de la région, exception faite des microclimats sur rendzine

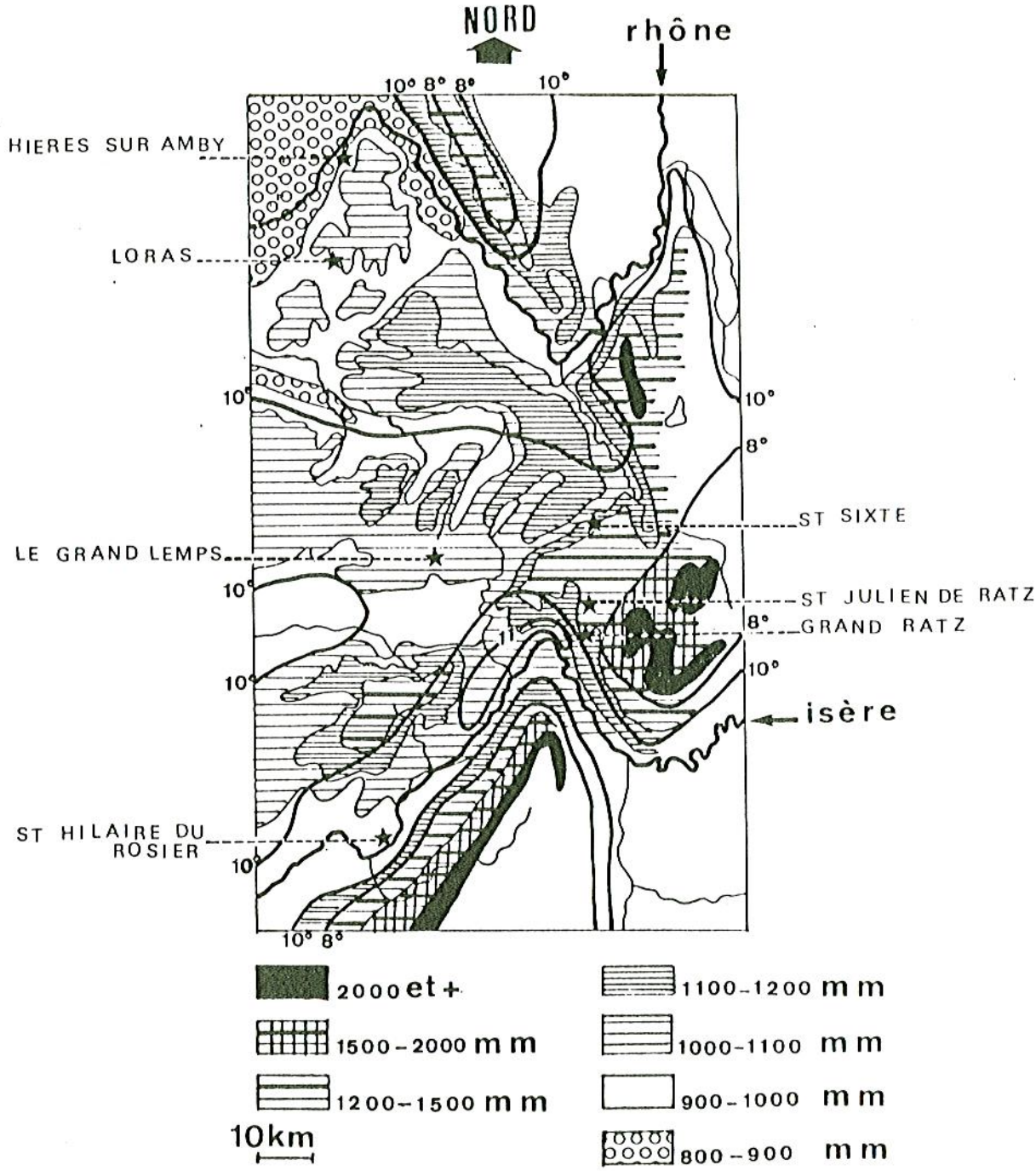


Fig. 7 - Isothermes et pluviosité. D'après la carte climatique de Lyon 1/250.000, Ch. PEGUY 1982.

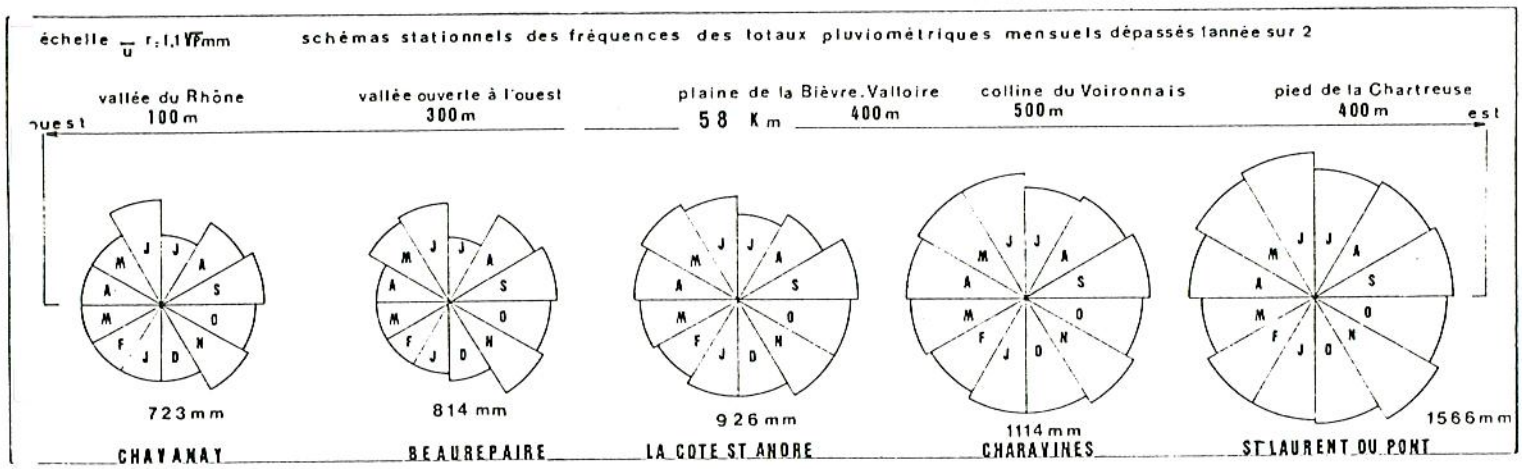


Fig. 8 - Schémas stationnels des fréquences des totaux pluviométriques mensuels dépassés 1 année sur 2. D'après la carte climatique de Lyon 1/250.000, Ch. PEGUY 1982.

calcaire, bien exposée, où des stations méditerranéennes, à chêne vert, se maintiennent (F. LENOBLE, 1921, 1934 et J. CLERC, 1964).

D. LES CARACTERISTIQUES BIOTIQUES

1.La végétation

Des études floristiques et phytosociologiques très approfondies ont été réalisées en Bas-Dauphiné, auxquelles on doit se reporter (A. QUANTIN, 1935; J. CLERC, 1964; J.F. DOBREMEZ, 1967; G. AIN et G. PAUTOU, 1969; J.F. DOBREMEZ, 1970; G. PAUTOU, F. VIGNY, R. GRUFFAZ et G. AIN, 1971; J.F. DOBREMEZ et PAUTOU, 1972; G. PAUTOU, J. GIREL, B. LACHET, G. AIN, 1979).

Seuls les grands traits de la végétation seront donc rappelés.

Les peuplements végétaux naturels ont trois origines. L'élèment médio-européen domine; le loess et les argiles décarbonatées du Bas-Dauphiné sont colonisés par les espèces atlantiques, alors que sur les sols calcaires peu évolués, végètent des plantes méditerranéennes.

Un étagement de la végétation s'établit, qui va de l'étage collinéen à l'étage montagnard selon l'altitude qui ne dépasse pas 800 m.

a. L'étage collinéen comprend la presque totalité de la végétation de la zone étudiée jusqu'à 700 m d'altitude. Le montagnard réduit à une frange sommitale n'est jamais vraiment caractéristique. Les séries du chêne dominent le collinéen (fig. 9).

- La chênaie acidophile recouvre la plus grande partie du Bas-Dauphiné (fig.10 séries 5 et 6). Elle évolue selon l'hygromorphie, l'acidité et la structure du sol, de la chênaie à *Quercus pedunculata* à la chênaie à *Quercus* petraea en passant par des facies à *Castanea sativa* ou *Robinia pseudoacacia* sur sols colluviaux

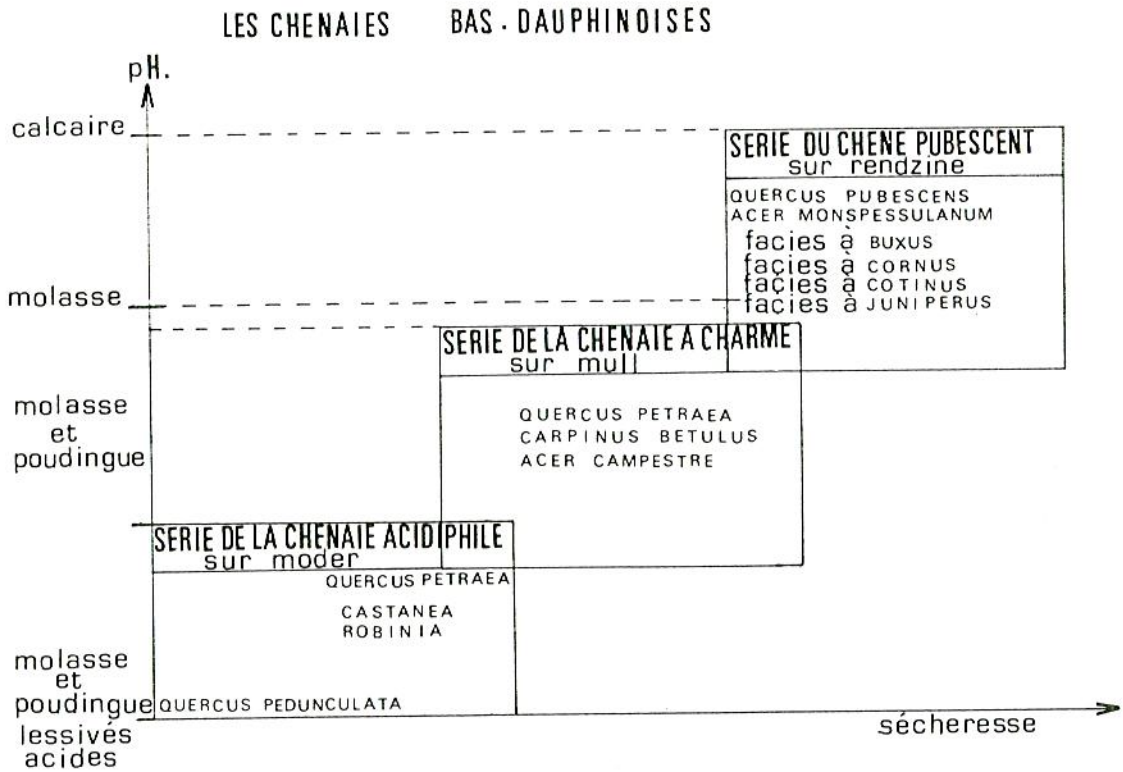


Fig. 9 - Les chênaies bas-dauphinoises en fonction du sol..

- La chênaie à charme à *Quercus petraea* (fig.10 séries 4 et 3) est la formation climacique sur calcaires et molasses à sols évolués et humides. Elle admet, sur calcaire plus sec, *Quercus pubescens*, *Tilia cordata* et *Buxus sempervirens* ; sur éboulis calcaires frais, elle s'enrichit en frênes et érables.

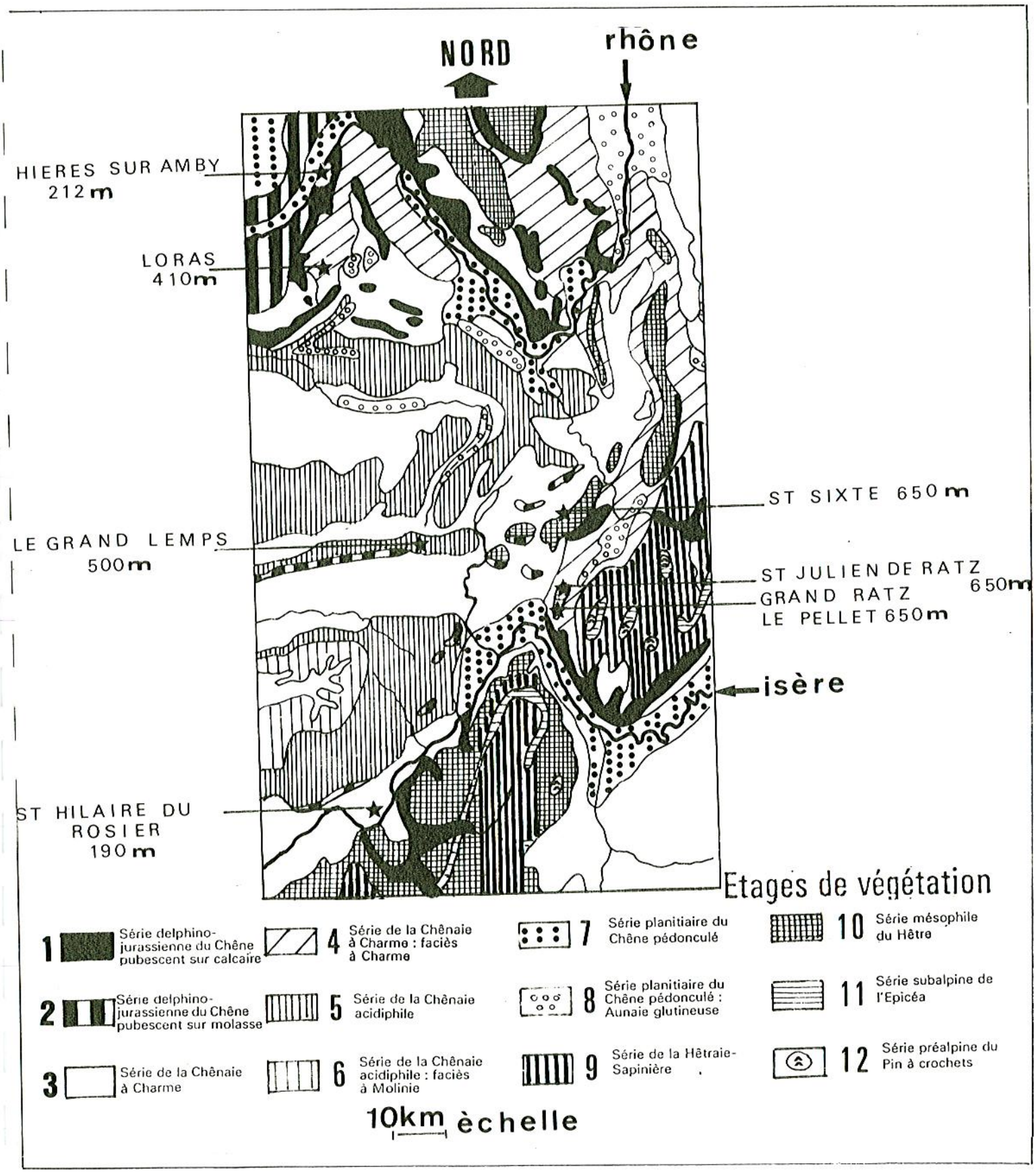


Fig. 10 - Etages de végétation. D'après la Carte de la Végétation de la France n°54, Grenoble 1/25.000, G. PAUTOU, 1974.

- La chênaie à *Quercus pubescens* (fig.10, séries 1 et 2) est toujours réduite à des formations ouvertes, accompagnées de landes à *Buxus sempervirens* sur calcaire compact, à *Cotinus coccygria* sur éboulis et à *Cornus sanguinea* sur vignobles abandonnés; *Juniperus* affectionne les substrats molassiques.

b. L'étage montagnard (fig. 1O, série 10) est occupé par une forêt submontagnarde de transition, entre la chênaie à charme et la hêtraie typique, qui constitue la végétation des points les plus hauts de la zone étudiée.

En versant nord, elle est composée avec *Fagus silvatica*, *Tilia silvestris*, *Sorbus aria*, *Acer opalus* et *Quercus petraea*

Abies alba et *Picea excelsa* supplantent souvent le hêtre, ils attesteraient du travail d'enrésinement entrepris par l'Homme (J.F. DOBREMEZ et al, 1974).

En versant sud, c'est *Quercus pubescens* qui envahit la hêtraie, accompagné par *Pinus silvestris*.

La fig. 1O précise en outre, la localisation des étages montagnard et subalpin du Vercors et de la Chartreuse (séries 9,11 et 12) qui, bien qu'en dehors de la zone étudiée sensu-sticto, pourra expliquer, dans les spectres, les apports polliniques lointains.

c. La végétation hygrophile

Dans les zones marécageuses étudiées l'évolution de la végétation est caractéristique des lieux humides à basse altitude, de l'Europe occidentale médio-européenne.

La tourbe formée est celle de bas-marais à dominance de *Carex*; bien qu'à Saint Sixte, au Grand Ratz, et au Grand Lemps, les sphaignes contribuent à la formation du sédiment, on ne trouve pas de tourbière bombée dans la région étudiée.

Ces basses tourbières subissent localement une acidification du milieu par les eaux atmosphériques et il se développe des radeaux constituant des tourbières à sphaignes en miniature à l'intérieur d'un ensemble plus vaste : le bas-marais.

En général, six stades successifs d'évolution s'observent sous forme de ceintures de végétation en allant de l'eau libre vers le bord du marais, en rapport étroit avec la profondeur de l'eau (fig.11).

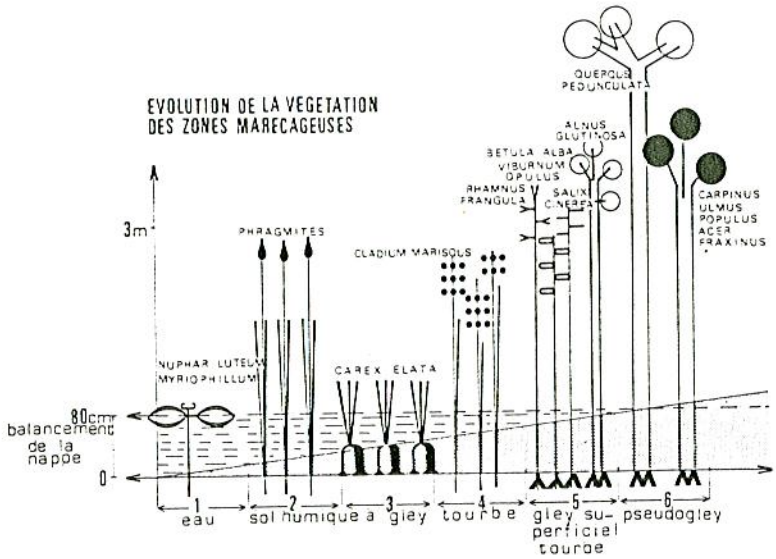


Fig. 11 - Evolution de la végétation des zones marécageuses.

Le balancement annuel de la nappe (80 cm) connaît un maximum de fin octobre à début juin et un minimum l'été.

Les prairies qui accompagnent les zones tourbeuses appartiennent à trois groupements différents : celles à *Filipendula ulmaria* se constituent davantage sur sol riche en colloides argileux, celles à *Molinia coerulea*, sont caractéristiques des sols tourbeux, et celles à *Deschampsia coespitosa* préfèrent les sols moins humides et évoluent vers la chênaie-frênaie quand elles ne sont plus fauchées.

Les tourbières de basse altitude qui font l'objet de notre étude sont à rapprocher de celles du Jura qui ont une origine périglaciaire avec colmatage argileux allochtone; elles occupent d'anciens lacs et certaines entourent encore un plan d'eau. Elles se distinguent des tourbières bombées de haute altitude trouvées dans les Alpes cristallines, ou de celles mal développées des plateaux karstiques du Vercors et de la Chartreuse par la nature de la tourbe qui s'y dépose.

2. L'action humaine

La pression humaine sur le milieu naturel est ancienne et omniprésente. Les résultats palynologiques obtenus le montrent de manière claire. Ils seront discutés et confrontés aux acquis archéologiques.

Actuellement, d'aprés J.F. DOBREMEZ, G. PAUTOU et F. VIGNY (1974) il existe quinze ensembles écologiques régionaux qui coexistent. Dans chacun, l'action humaine s'exerce selon des modalités qualifiées par leur trait dominant et leur tendance évolutive. Elles apparaissent étroitement liées au relief, à la nature du sol, au climat, à la végétation naturelle et au savoir faire des populations.

Il se dégage l'idée générale que la région est profondément modifiée par l'action humaine.

Dans les zones calcaires pauvres, les activités traditionnelles telles qu'élevage ou polyculture sont généralement abandonnées au profit de la production de bois, ou bien encore, délaissées pour des activités touristiques et de plein air.

Les meilleures terres sur sols bruns (molasses, calcaires, et alluvions fluvio-glaciaires) bien arrosées (de 900 à 1250 mm) dans la série de la chênaie à châtaignier, ont une densité de population de 126 habitants/km2 (recensement 1982) et une agriculture riche : céréales, tabac, maïs, arboriculture (fig.12). Le noyer, est essentiellement cultivé en Basse-Isère, où il prospère sur terrasse fluvio-glaciaire dont la granulométrie, le pH(=6,5) la perméabilité, la teneur en sels minéraux et en humus du sol conviennent parfaitement à cette essence. Le commerce de la noix y bénéficie de l'appellation contrôlée "Noix de Grenoble".

II. LES RECHERCHES ENTREPRISES

A. BUTS

La végétation du Bas-Dauphiné présente un intérêt particulier du fait de la complexité de la distribution des séries de végétation qu'on y rencontre. Celle-ci est le résultat d'un passé riche en évènements d'ordre climatique et géologique (l'empreinte des glaciers quaternaires y est forte) et d'ordre anthropique (l'homme a profondément modifié le paysage).

Cette mosaïque de groupements végétaux anthropisés résulte également de la situation géographique de cette région, qui en fait une zone de transition par excellence entre l'Europe du nord et l'Europe méridionale.

Ces faits nous ont naturellement incitée à rechercher

- si le remplissage sédimentaire des dépressions de basse altitude, laissées par le retrait du glacier würmien, contenait l'information palynologique nécessaire à la compréhension du paysage végétal actuel;

- si ce piémont alpin, au carrefour des influences du Jura, de la vallée du rhône et des massifs subalpins, n'ayant fait auparavant l'objet que de rares études en ce domaine, pouvait combler une lacune géographique et apporter une contribution à l'histoire paléobotanique du sud-est de la France;

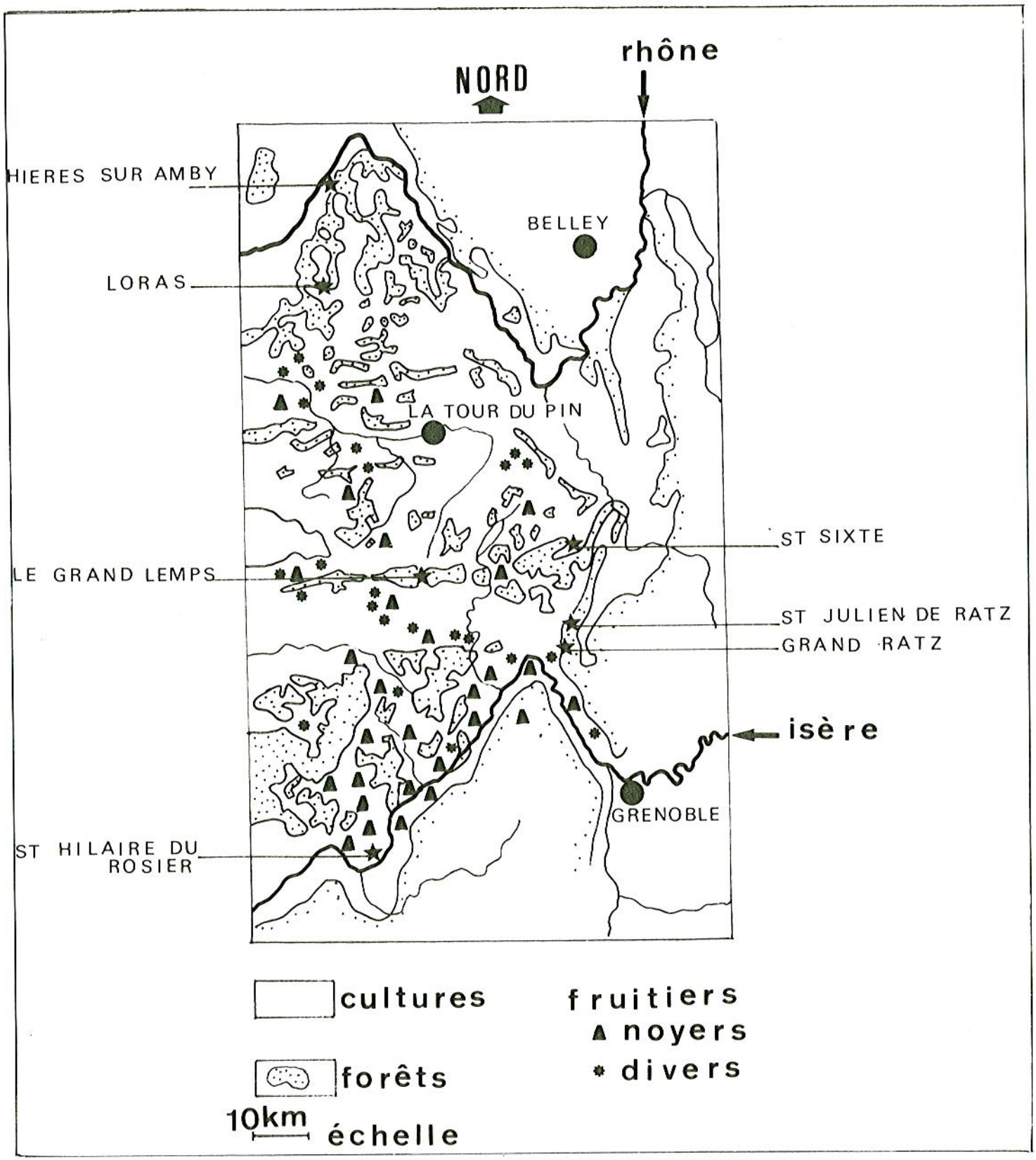


Fig. 12 - Utilisation du sol. D'après la Carte de la Végétation de la France n°54, Grenoble 1/25.OOO, G. PAUTOU 1974.

- si d'autre part, la mise en oeuvre de méthodes palynologiques modernes avec datages ^{14}C systématiques pour toutes les séquences sédimentaires intéressantes (62 dates) permettait l'établissement d'une chronologie absolue des differentes phases du Tardiglaciaire et du Postglaciaire local en vue d'une confrontation avec celles déjà admises dans les régions limitrophes;

- si grâce à la reconstitution des séries végétales climaciques et à leur évolution, confrontée aux résultats des études des indicateurs biologiques (mollusques, diatomées) et des indicateurs isotopiques (paléotempératures à partir du rapport ^{18}O /^{16}O), il était possible de préciser ou d'infirmer les fluctuations d'ordre climatique déjà conues à cette époque par ailleurs;

- si enfin, grâce à l'analyse des tourbes récentes qui reflètent le mieux l'action anthropique, on pouvait apporter une contribution à l'archéologie régionale.

B. PROSPECTION ET CHOIX DES SITES

Une dizaine de campagnes de sondages (1978-1986) ont été nécessaires à la prospection et à la reconnaissance des sites intéressants.

A été volontairement exclu de ce travail le lac de grande surface de Charavines, par ailleurs en cours d'étude (A. BOCQUET, J.-L. BROCHIER, K. LUNDSTROM-BAUDAIS, Ch. ORCEL, F. VIN, 1984; A. BOCQUET, B. CAILLAT, K. LUNDSTROM-BAUDAIS, 1984; J.-L. BOREL, J.-L. BROCHIER, K. LUNDSTROM-BAUDAIS, 1984; J.-L. BROCHIER, 1983; K. LUNDSTROM-BAUDAIS, 1977 et COLARDELLE R. et M., 198O).

Pratiquement tout le travail de terrain s'est déroulé en été pour deux raisons, d'une part la décrue des eaux autorisait le transport et la mise en place du matériel de sondage, parfois fort lourd, dans de bonnes conditions jusqu'au centre du marécage, d'autre part les jours longs permettaient de commencer et de finir le sondage sans interruption, condition optimale pour l'obtention de carottes de bonne qualité.

Sans préjuger de l'intérêt palynologique des sites, deux types de prospection ont été menés. L'un qui consistait à visiter des marais géographiquement déjà bien localisés, et l'autre, à découvrir des zones tourbeuses, des lacs ou des marécages aprés quadrillage systématique des cartes au 1/25.000 de la région étudiée (Tableau.1).

Seuls deux bas-marais de la région ont, antérieurement, fait l'objet d'analyses palynologiques : Chirens étudié par J. BECKER (1952), puis par S. WEGMULLER (1977), et la Verpillère étudié par G. MAZENOT et J. GOURC, (1936).

A la richesse trés grande en lacs et dépressions marécageuses de l'île Crémieu, des Terres-Froides de la Bièvre ou des Chambaran, s'oppose la pauvreté de la partie ouest du Bas-Dauphiné et de la Basse-Isère, ce qui rend difficile une reconstitution de l'histoire de cette dernière.

D'autre part, d'immenses fonds de vallée, comme les tourbières de St Laurent du Pont, ou de Veyrins-Thuellin, ont été pour l'instant abandonnés, compte tenu du fait bien connu, que les sites de grande surface demandent de nombreux sondages et que l'interprétation des résultats y est toujours délicate.

Vingt quatre sites ont été prospectés, seuls sept ont été retenus (tableau 1)

Ce choix s'est révélé relativement facile car beaucoup d'étangs sont artificiels, créés par des communautés monastiques du Moyen Age et entretenus, pour la plupart, jusqu'à nos jours.

Cinq étangs naturels, dont le plus grand (500 m/1600 m) est le Grand Lemps, et deux marécages de faible surface (500 m2) à basse altitude, entre 190 m et 650 m, distribués du nord au sud, font l'objet de quatorze diagrammes . Trois d'entre eux : Hières sur Amby, le Grand Lemps et Saint Julien de Ratz, peuvent servir de référence régionale pour la période allant du Tardiglaciaire à nos jours.

Le classement des sites en fonction de leur situation géographique peut s'établir ainsi.

a. L'Ile Crémieu :
- Loras 410 m sur le plateau
- Hières sur Amby 212 m au pied de la falaise

b. Terres-Froides :
- le Grand Lemps 500 m

c. Basse Isère :
- Saint Hilaire du Rosier 190 m

d. Pied de la Chartreuse :
- Saint Sixte
- Grand Ratz le Pellet
- Saint Julien de Ratz
(tous environ à 650 m)

C. PRESENTATION DES SITES ETUDIES

1. L' Ile Crémieu

Loras :
altitude : 410 m
latitude : 45°39'50'' N
longitude : 5°14'40'' E
(Bourgoin Jallieu 1/25.000 31.32 est)

Ce petit marécage de forme arrondie (75 m environ de diamètre) apparait comme piégé au sommet d'une croupe calcaire recouverte d'un lambeau morainique würmien.

La chênaie sessile l'entoure, mais sur les pentes voisines, bien exposées, c'est la chênaie pubescente qui la remplace.

Au centre du marais, les galets morainiques du fond ont arrêté la sonde à 6 m de profondeur aprés avoir traversé 4 m de tourbe 50 cm de gyttja et 1,65 m d'argile. Le marécage essentiellement alimenté par l'eau de pluie a subi des phases d'assèchement révélées par les hiatus de sédimentation.

Hières sur Amby :
altitude : 212 m
latitude : 45°47'27'' N
longitude : 5°17' E
(Montuel, 1/25.000)

Le lac d'Hières, formé de deux bassins d'inégale étendue, reliés entre-eux par un étroit chenal, occupe une dépression de 500 m de long sur 125 m de large, au pied de la falaise calcaire jurassique qui le domine de 150 m.

Il est logé sur un placage morainique würmien, le long d'une faille orientée nord.est - sud.ouest qui longe tout le rebord occidental du plateau Crémieu.

Le lac se déverse dans le ruisseau du Val d'Amby, affluent du Rhône, et il est alimenté par des sources de résurgence.

L'aunaie à peupliers plantés a envahi une grande partie de la dépression marécageuse qui devait primitivement s'étendre d'Hières à Bourcieu, le reste est occupé par la tourbière proprement dite, anciennement exploitée.

Prairies et champs cultivés s'étendent entre la tourbière et la route, alors que la falaise est colonisée par une végétation subméditerranéenne (fig.13).

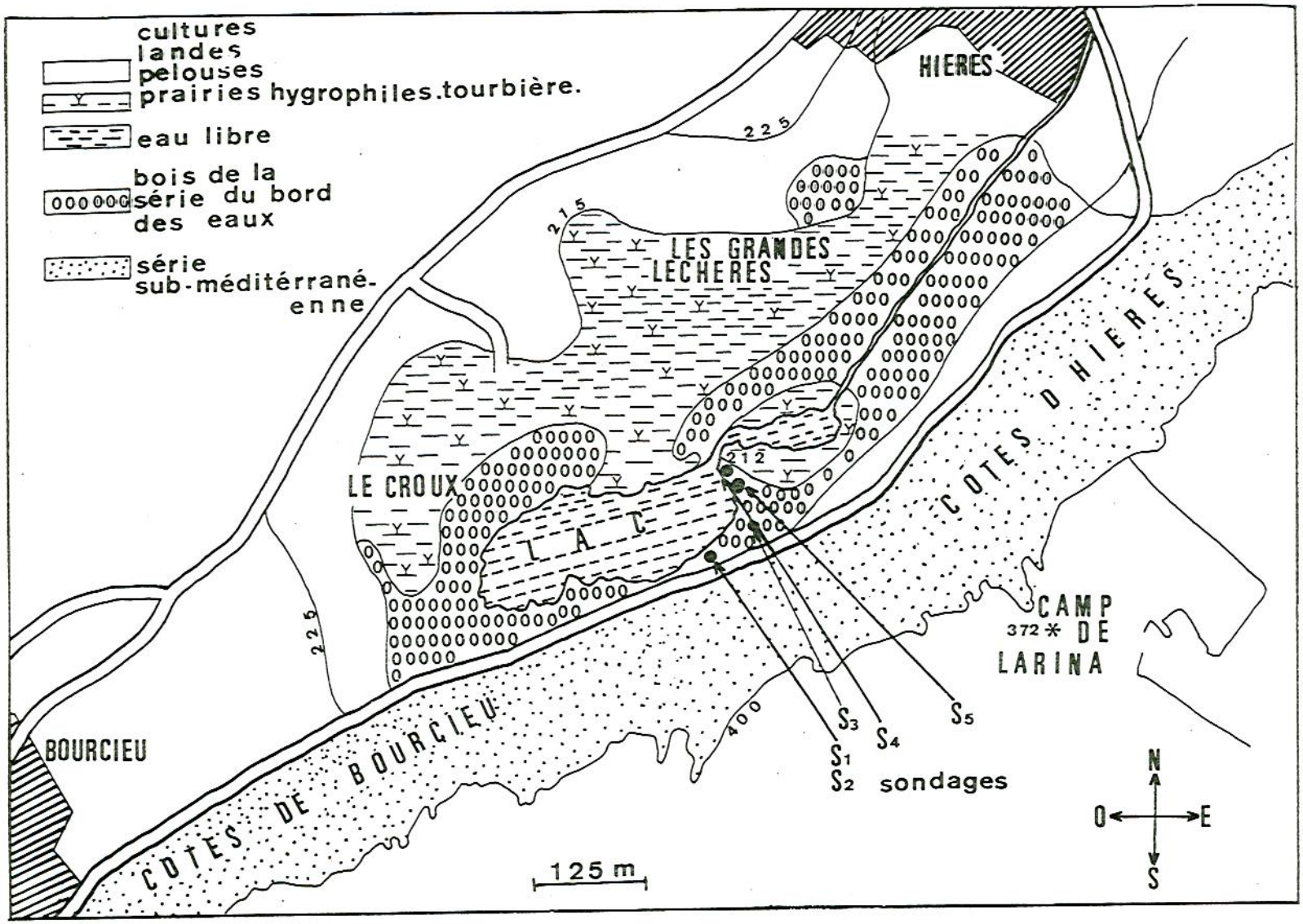


Fig. 13 - Le lac de Hières sur Amby.

Les sondages effectués sur la bordure est du lac révèlent au moment du remplissage, à 20 m de la falaise, une rupture brutale de la pente (fig.14).

En (S2) le contact argile-craie se fait à 3,50 m.

En (S3) il se fait à 10,50 m, avec fort pendage., aisément décelable sur des demi carottes de 8 cm de diamètre

Bien que l'aspect du sédiment récolté permette d'exclure un glissement important, il est probable que la partie superficielle des craies ait, en permanence, subi de légers mouvements, ce qui expliquerait certains lissages des courbes polliniques (diagramme D1).

En (S4) et (S5), la sonde, après avoir traversé trois mètres environ de tourbe à bois et huit mètres de craie à coquilles beige clair, n'a pénétré sans doute que trés superficiellement les argiles de colmatage du fond.

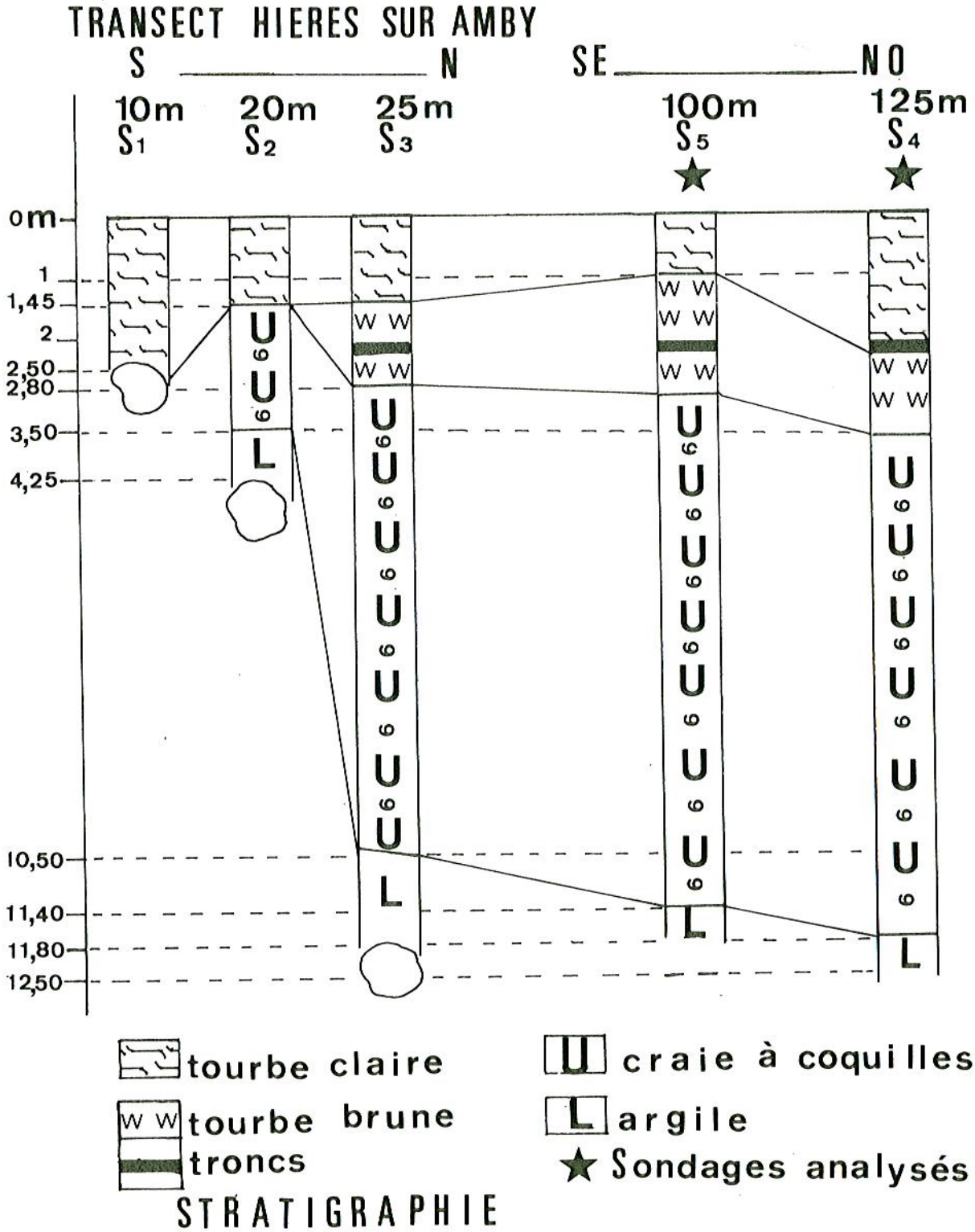


Fig. 14 - Transect de Hières sur Amby.

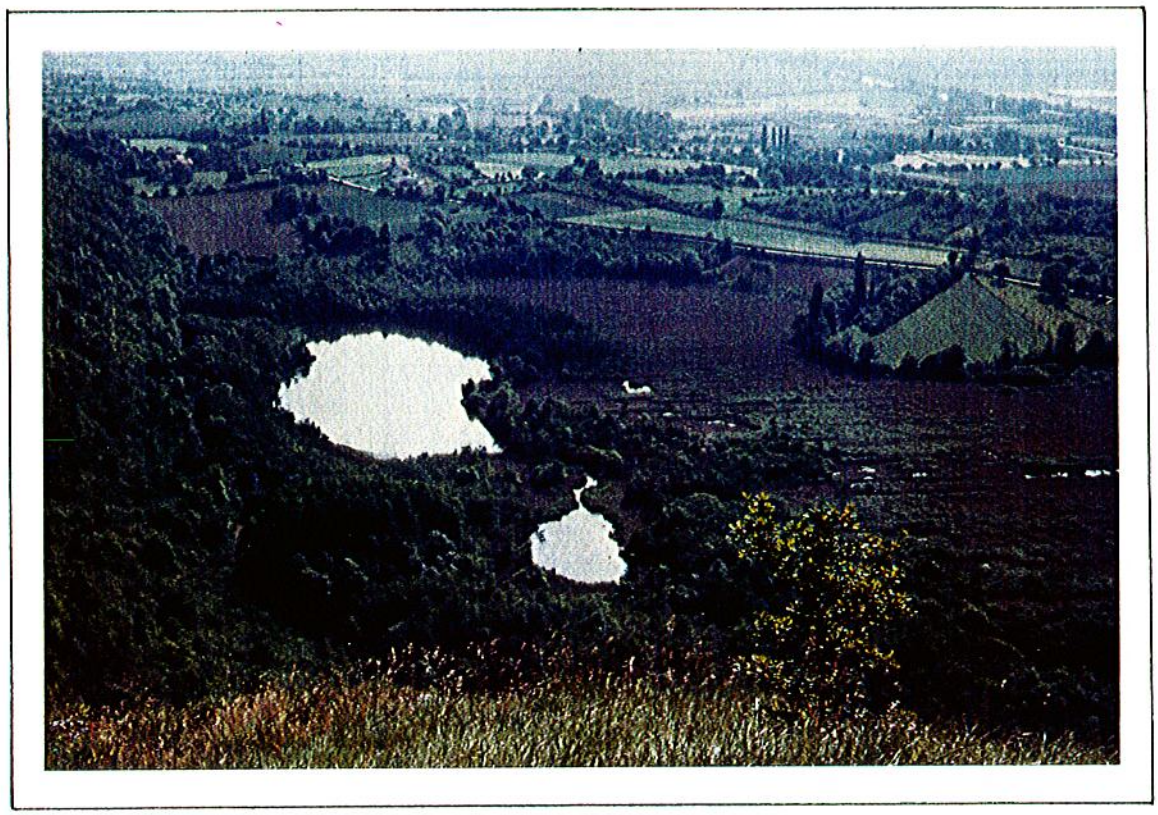


Photo 1. Hières sur Amby. (212 m) Isère. Vue aérienne du site.

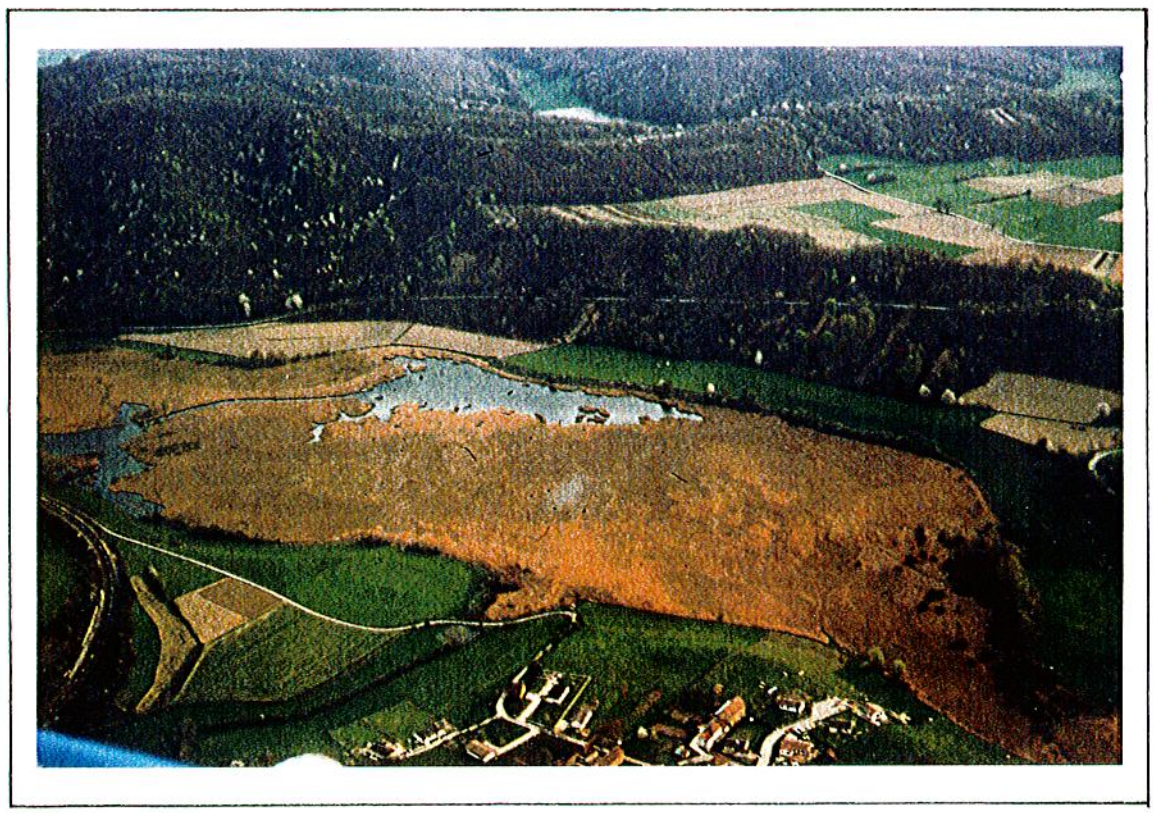


Photo 2. Grand Lemps (500 m) Isère. Vue aérienne du site.

2. Les Terres-Froides :

Grand Lemps : 500 m d'altitude
latitude 45°28'24'' N
longitude 5°25' E
(Voiron 1/25.000 5.6)

L'étang, 1,6 km de long sur 0,5 km de large, se situe dans une dépression plus vaste que la surface du marais lui même (300 ha environ) allongée dans le sens nord-sud et faisant communiquer les vallées mortes du Liers et de la Bièvre-Valloire.

"Il se trouve au coeur du système morainique frontal de Chabon-Burcin, qui fait partie de l'amphithéatre terminal du glacier würmien du Rhône. Il occupe donc une position privilégiée dans le complexe des moraines internes de la glaciation würmienne" (G. MONJUVENT, communication écrite, juillet 1985) (fig.15).

C'est un lac de surcreusement glaciaire car le sondage N°11 (fig.16 et 17) au centre du marécage, sans atteindre la moraine de fond, mais seulement les argiles bleues de colmatage, descend à 15,60 m au- dessous du niveau de l'eau du lac (500 m) qui se trouve être également l'altitude des vallées du Liers au nord et du Violet au sud du lac. La colline du Banchet, en s'opposant à l'écoulement vers le sud de la langue glaciaire, explique le surcreusement responsable du profil topographique du fond de la dépression fermée.

Le transect nord-sud (fig.16) montre que le fond s'abaisse en pente douce jusqu'au tiers environ de la longueur du lac en partant du nord, puis brutalement la profondeur augmente en son centre vers le sud et vers l'ouest (sondages A : 10,50 m et B : 8 m qui ont touché le fond).

Sur les 13 sondages réalisés dans le marais, 4 ont fait l'objet de diagrammes polliniques (A,9,10,11) dont deux d'analyses malacologiques (10 et 11) (J. MOUTHON, 1988 sous presse) et un (11) d'analyse de diatomées (M. COSTE, 1988). Un sondage spécial, près de 11, a servi à l'étude des concrétions de la craie (M. MAGNY, in J. CLERC, sous presse).

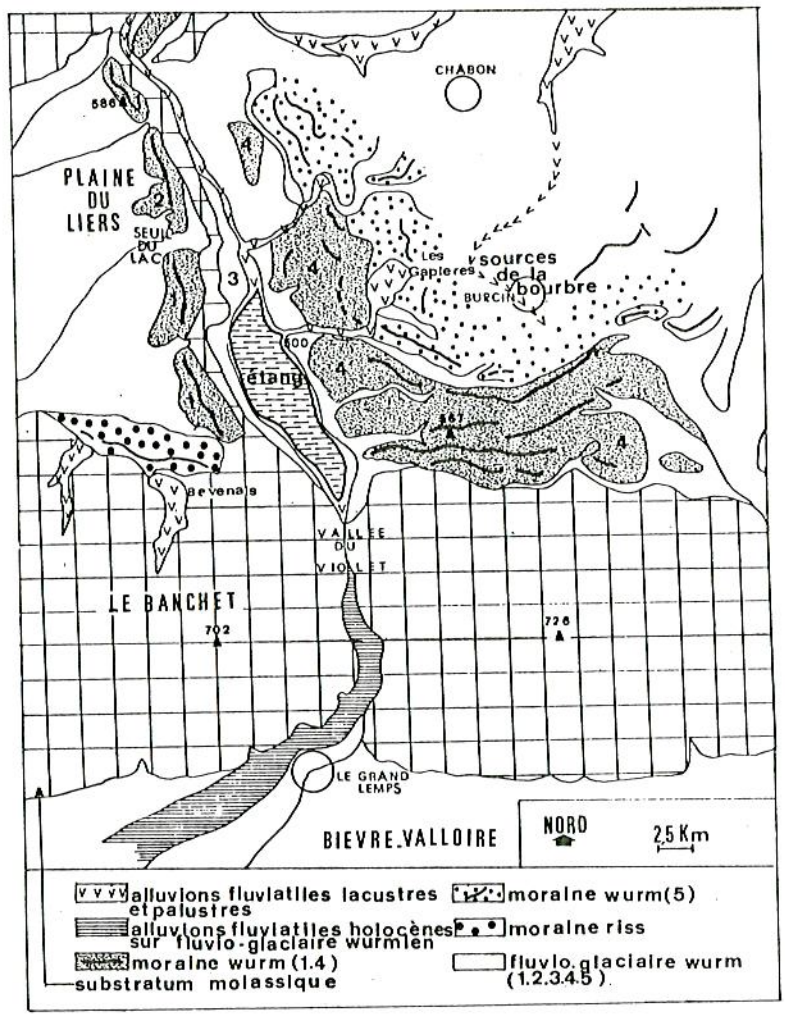


Fig. 15 - Geologie du Grand Lemps. D'après G. MONJUVENT.

Tous les sondages montrent entre eux une bonne cohérence et permettent notamment de tracer le profil du fond du lac et de comprendre les variations du niveau de l'eau, depuis le Tardiglaciaire.

Les argiles bleutées du fond, dont l'épaisseur reste à mesurer, sont recouvertes de craie claire à coquilles (10,50 m au centre de l'étang).

A cette période, la sédimentation crayeuse, donc l'eau libre, s'arrêtait à 300 mètres du bord nord du marécage actuel.

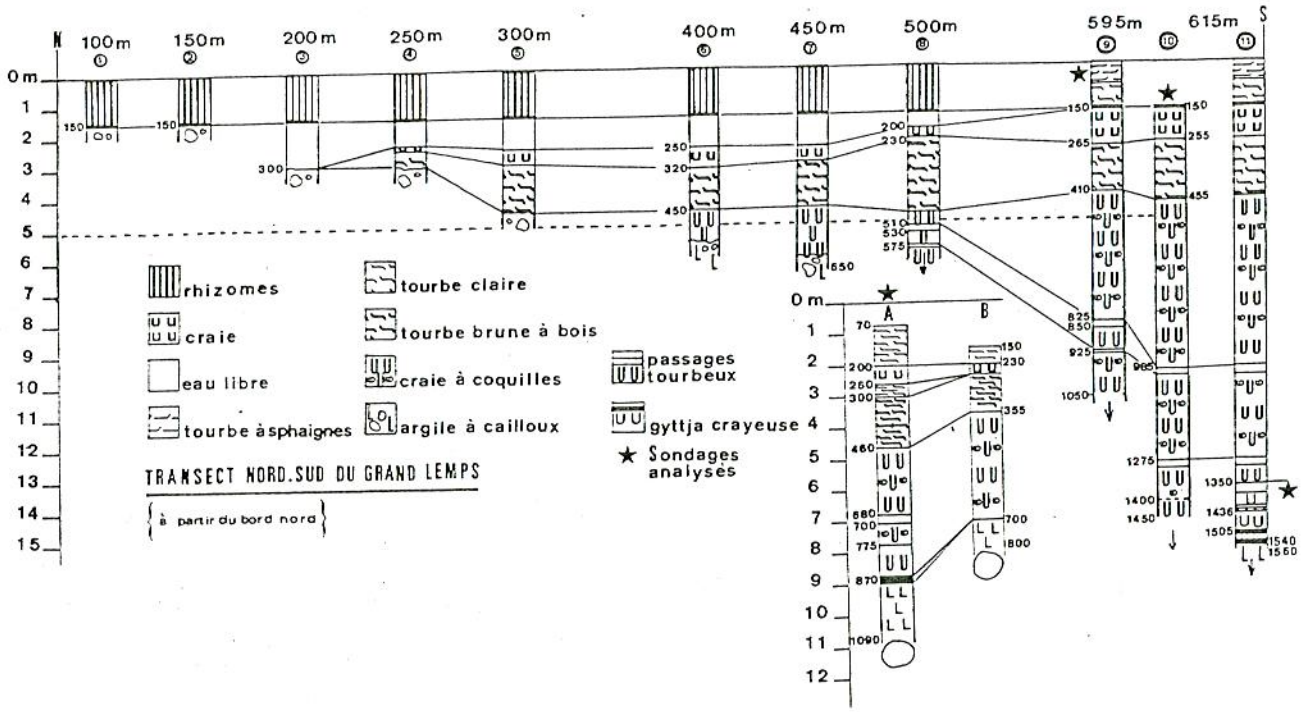


Fig. 16 - Transect nord-sud du Grand Lemps.

Seuls quelques passages plus tourbeux, corrélés sans difficulté, d'une carotte de sondage à la voisine, troublent l'homogénéité de la craie lacustre et témoignent des fluctuations du niveau du lac.

Quelques 2 mètres de tourbe humifiée recouvrent cette craie. La sédimentation tourbeuse commençait à 250 mètres du bord nord et s'étendait à l'ensemble du marais en voie de comblement.

Mais cette régression est suivie d'une remontée du niveau de l'eau avec nouveau dépôt de craie, sur un peu plus de 1 mètre d'épaisseur au centre du lac et de quelques cm à 250 m du bord nord.

La cote 250 m semble bien marquer la zone de balancement du niveau de l'eau du lac sur son bord nord.

Un radeau à Cyperacées recouvre actuellement la presque totalité du marais et l'eau libre ne dépasse jamais deux mètres de profondeur. Les sphaignes ont pris possession du radeau sur plusieurs points du marais (fig.16) où une tourbe peu humifiée se forme actuellement.

Le plan d'eau libre, divisé en deux bassins peu profonds est alimenté par deux ruisseaux afférents principaux sur la rive nord-est, ils apportent une eau riche en sels minéraux (minéralisation globale 250 à 300 mg/l) le pH est légérement basique entre 7 et 7,8.

Un émissaire s'écoule vers le sud : le Violet qui se perd dans la plaine de Bièvre.

L'environnement végétal du lac fait l'objet d'une étude plus approfondie dans ce même travail à propos de l'expression pollinique, à laquelle on se reportera (p. 000).

Entouré de collines boisées étagées jusqu'à 726 mètres d'altitude, abritant la chênaie climacique à *Carpinus betulus* et *Castanea sativa*, le marais est presque entièrement recouvert par la végétation hygrophile dont la stucture complexe n'est traduite que très schématiquement par la fig.17 (d'après l'étude détaillée de G. PAUTOU, 1974).

La tourbière à sphaignes, en particulier, fait de ce marais une remarquable exception. Les sphaignes se développent ici sur le radeau à *Cladium mariscus* et *Phragmites communis* qui a pris une telle ampleur qu'il peut supporter une nappe d'eau spécifique, à pH plus acide, car alimentée par l'eau de pluie.

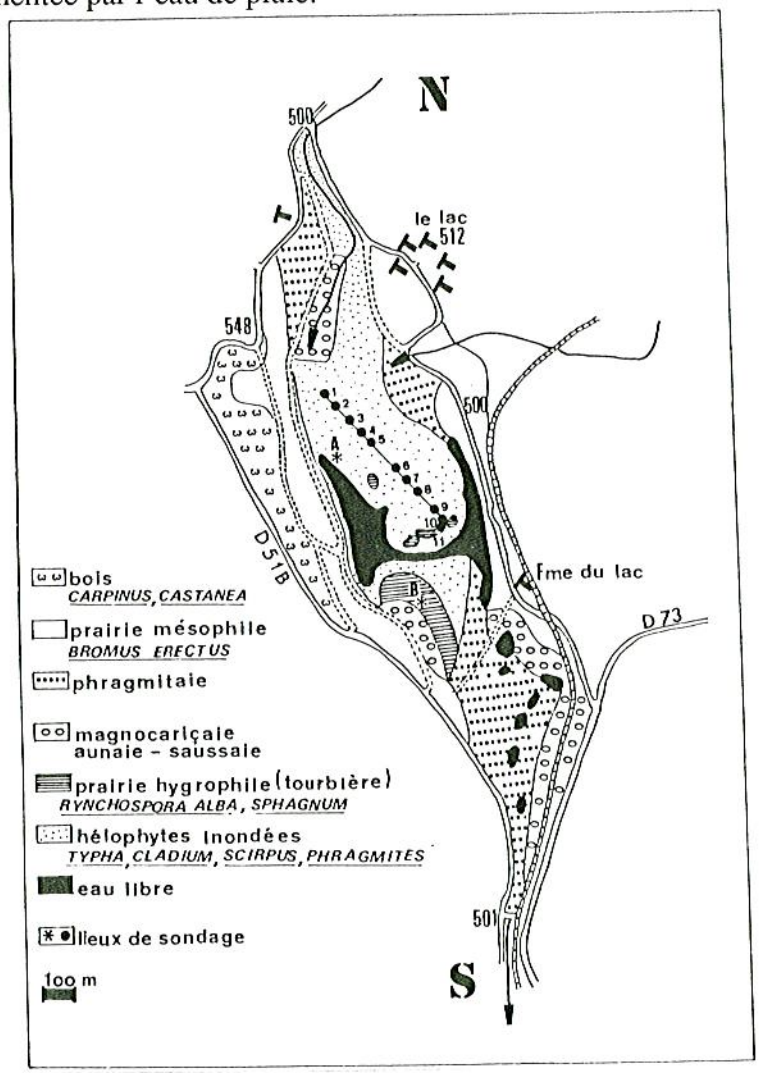


Fig. 17 - Végétation de l'étang du Grand Lemps. D'après G. PAUTOU (1974).

L'eau du lac sous-jacente est à pH basique.

C'est en premier lieu, une tourbière à *Rhynchospora alba* qui s'installe avec *Eriophorum angustifolium*, *Comarum palustre* et *Drosera rotundifolia*, puis une tourbière à sphaignes en coussinets assez pure, et l'évolution se termine par le stade à bryophytes (*Polytrichum strictum*) avec des arbustes tels que *Betula verrucosa*, *Rhamnus frangula*, *Populus tremula* et même *Pinus silvestris*.

Le stade ultime à *Calluna vulgaris*, caractéristique des tourbières en fin d'évolution n'a pas été trouvé. Mais l'analyse pollinique a révélé la présence de cette éricacée avant la craie moyen-âgeuse. Ceci tendrait à prouver qu'à l'époque gallo-romaine la tourbière avait franchi le stade ultime de son évolution et qu'elle a subi depuis cette période une destruction suivie d'une nouvelle phase d'évolution.

3. Basse Isère :

Saint Hilaire du Rosier : altitude 190 m
latitude : 45° 8' 45'' N
longitude : 5°19' E
(Romans sur Isère 7.8., 1/25.000)

Par sa situation, la plus méridionale de toutes les stations étudiées, sa position face au confluent de l'Isère et de la Bourne au sortir des gorges étroites qu'elle entaille dans le massif du Vercors, puis dans les sables rouges éocènes, enfin par sa place sur la terrasse fluvio-glaciaire la plus inférieure de l'Isère, rive droite, le marécage de St Hilaire de Rosier est un site singulier parmi ceux étudiés dans ce travail. Il est évident que cette situation sur la terrasse la plus inférieure implique l'existence d'un intervalle de temps assez long entre le début du retrait glaciaire et le début du dépôt, tel que l'analyse pollinique peut le révéler (fig.18).

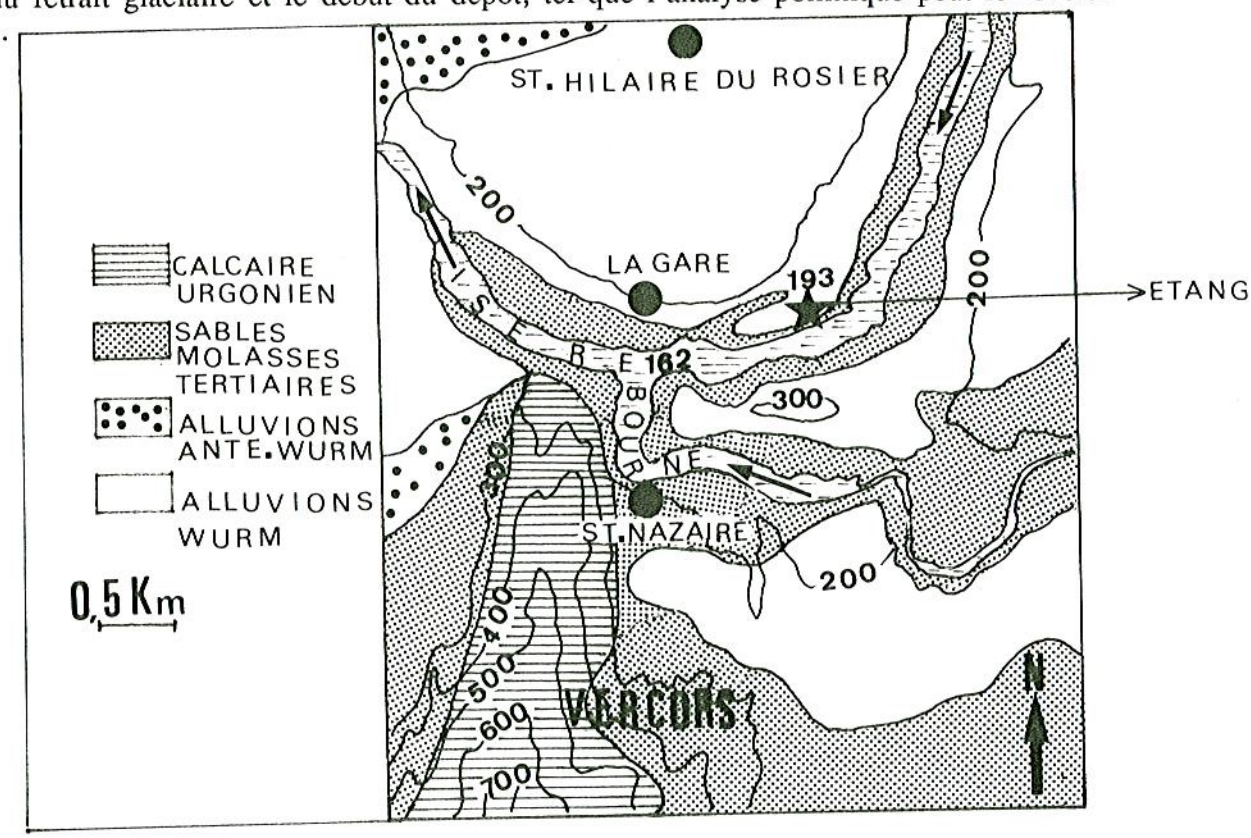


Fig. 18 - Situation de l'étang de Saint-Hilaire du Rosier.

De taille réduite (50 m / 100 m) il est totalement envahi par la phragmitaie, l'eau libre est absente; il subit les influences subméditerranéennes de la plaine du Royans : les pentes rocailleuses dominant St Nazaire en Royans, entretiennent un microclimat chaud et sec favorable à *Quercus ilex, Rhamnus alaternus, Cotinus coccygria* et *Buxus sempervirens*.

La maigre ceinture forestière bordant le marais, qui peut se rattacher à la charmaie à *Quercus petraea*, est un lambeau préservé des déforestations anthropiques massives dans cette région à vocation agricole (colza, maïs, noyer).

Le transect est-ouest (fig.19) montre au centre du marais une épaisseur de sédiments comprenant 2 m de craie claire à coquilles surmontée de 1,50 m de tourbe) ne dépassant pas 4,11 m avec les argiles du fond à galets morainiques.

Cette dépression de faible profondeur a dû fonctionner comme un chenal d'écoulement au cours du retrait du glacier de l'Isère, dernière récurrence würmienne, dont le front se trouvait à Rovon, donc nettement en amont dans la vallée de l'Isère.

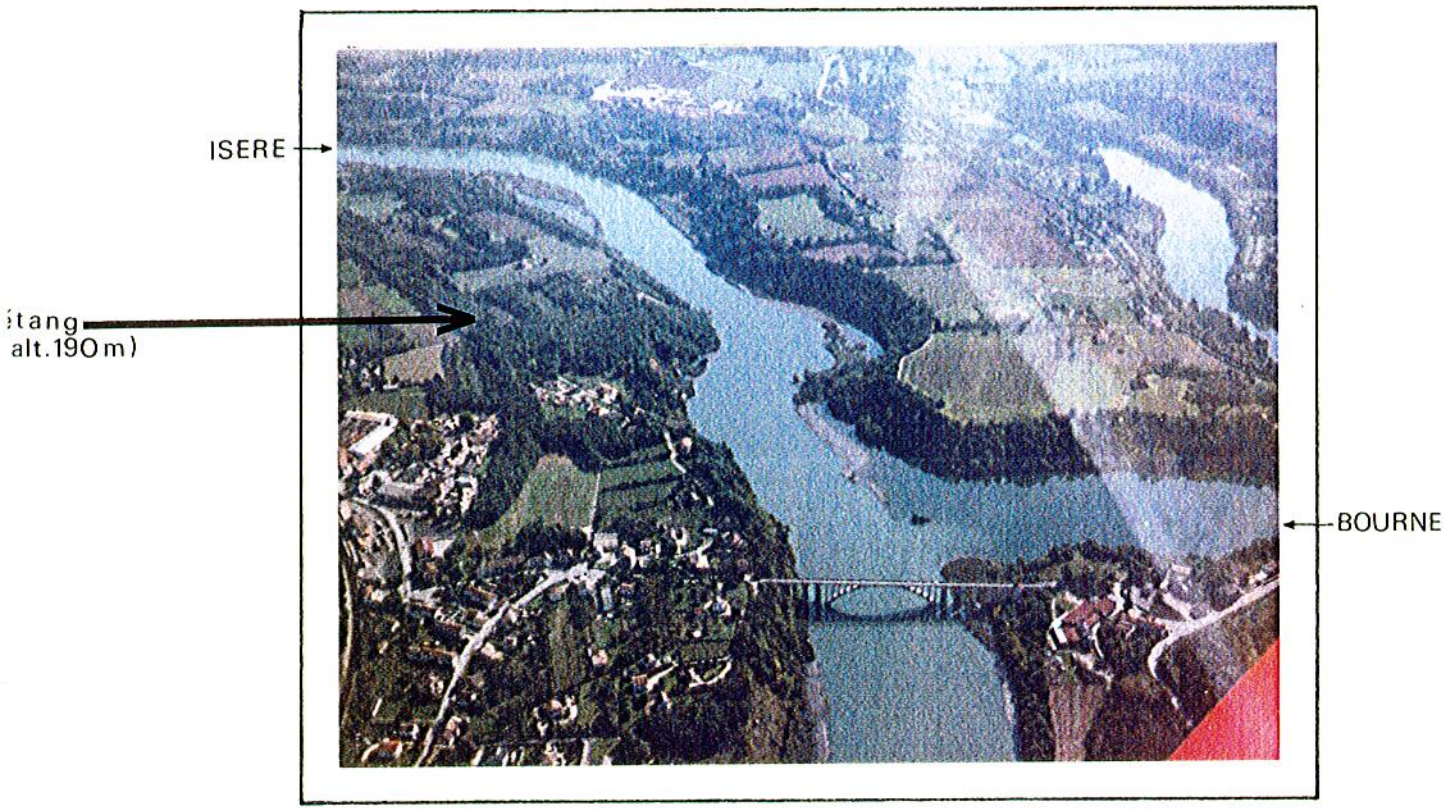


Photo 3. Saint Hilaire du Rosier. Vue aérienne du site.

Photo 3bis. Saint Hilaire du Rosier. Vue aérienne du site.

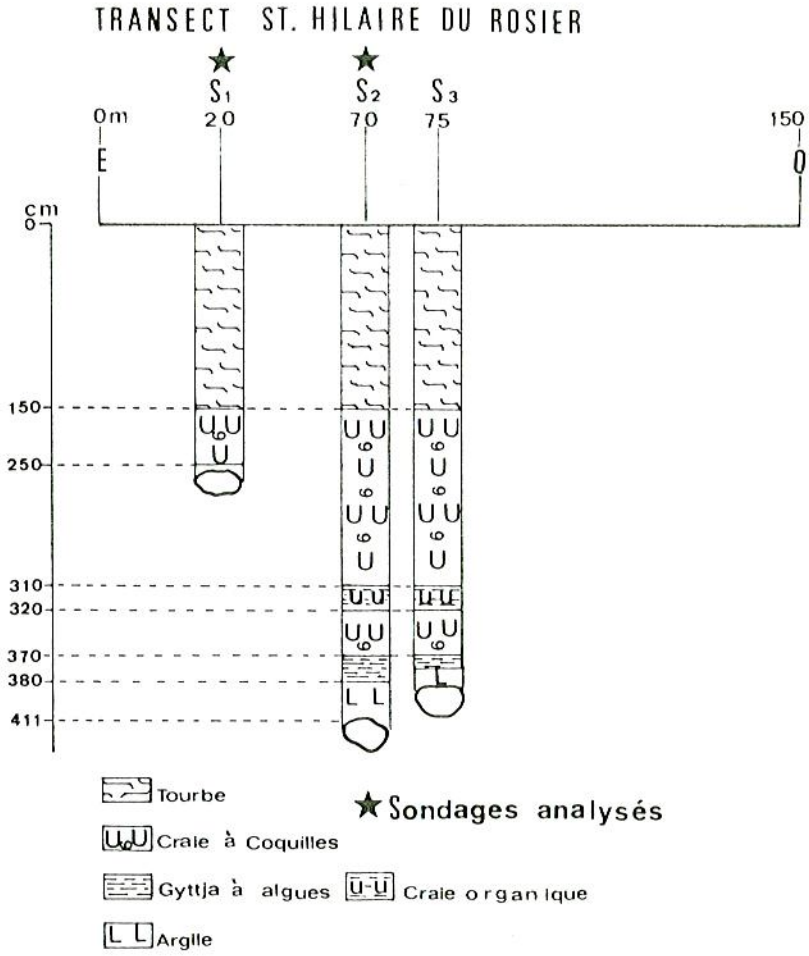


Fig. 19 - Transect de Saint-Hilaire du Rosier.

4. Pied de la Chartreuse

Saint Sixte : altitude : 650 m
: latitude : 45°25'30'' N
: longitude : 5°37'30'' E
(Voiron, 1/50.000)

Le lac de St Sixte (100 m / 200 m),situé non loin du bas-marais de Chirens (7 km en ligne droite), est perché entre deux collines hautes de 800 m environ, constituées de poudingues et de molasses tertiaires recouvertes de placages morainiques würmiens.

Des sources, par ailleurs très nombreuses dans ces terrains sablo-marneux, à la base des poudingues, alimentent en eau le lac, qui n'a pas d'effluent visible. Les deux sondages, sur le bord ouest, profonds de 3,50 m et 8,50 m, n'ont livré que des sédiments tourbeux postglaciaires. L'âge du début du colmatage reste hypothétique, le centre du lac n'ayant pu être sondé du fait de la trop grande profondeur de l'eau libre.

Le pH de l'eau est acide (pH=6,5) et les sphaignes y forment des radeaux flottants qui colonisent les bords. Les bois, aux abords immédiats du lac, appartiennent à la série de la hêtraie-sapinière avec facies à épicéa. Les pentes situées au dessous de 700 m, bien exposées, portent la série delphino-jurassienne à chêne pubescent et au nord, la série de la chênaie à charme.

Saint Julien de Ratz :
altitude 650 m
latitude : 45°21' N
longitude : 7'24''
Grenoble (1/50.000)
Grand Ratz le Pellet :
altitude 650 m
latitude : 45°25'30''N
longitude : 5°36'30''E
Grenoble (1/50.000)

Ces deux sites, distants d'environ 1,5 km en ligne droite, se trouvent tous deux sur le chaînon du Ratz (fig.20).

L'anticlinal du Ratz est un pli jurassien s'ajoutant à la pointe sud de la Chartreuse, véritable rempart à l'est , culminant à 1920 m à la Grande Sure, dont il est séparé par la dépression molassique du col de la Placette.

Au sud, la cluse de Voreppe, empruntée par la Vallée de l'Isère, sépare cet anticlinal du massif du Vercors.

Les placages morainiques et les vallums würmiens recouvrant le calcaire ont permis la formation du lac de St Julien de Ratz et du marécage du Pellet.

L'orientation, la taille, l'alimentation en eau et l'environnement végétal différencient les deux sites.

Le lac de St Julien (200 m/300 m) au sommet d'un col, dans la hêtraie-sapinière atypique, a une eau acide pH=(5,5) qui autorise le développement de la tourbière à sphaignes. (Voir transect de surface et expression pollinique p...).

Le marais du Pellet (50 m/50 m) dans un vallon ouvert au sud-est face à la Grande Chartreuse, reçoit des eaux de sources de résurgences, à la base de la falaise calcaire qui le surplombe. Il est colonisé par la cariciaie et, transformé en décharge publique durant quelques années, il est actuellement en partie comblé par des apports de terre et de remblais.

Les sédiments prélevés dans les deux sites traduisent également leurs particularités (fig.21). A St Julien (fig.22) les deux sondages (A : 10,90 m et B : 7,45 m) sur le bord est du lac, dans l'aunaie montrent l'absence de sédiment carbonaté. Au Pellet l'unique sondage (6,20 m) comporte deux séquences crayeuses, indice d'un apport d'eau riche en carbonate de calcium.

III. TECHNIQUES ET METHODES D'ETUDE

A. SUR LE TERRAIN

La grande expérience de J.L. de BEAULIEU et le concours bénévole de nombreux amis, ont fait que les sédiments ont pu être récoltés dans de bonnes conditions.

Le travail en équipe, 4 à 5 personnes en moyenne, à parfaitement fonctionné, une tâche précise étant confiée à chacun, dans la bonne humeur .

L'outillage du laboratoire de palynologie de Marseille utilisé dans chaque site, la taille des carottes récoltées, le mode d'utilisation des appareils, leurs performances, leurs avantages, leurs inconvénients, les précautions d'emploi, sont résumés dans le tableau 2.

L'appareillage ne nous aura trahis qu'une seule fois, au Grand Lemps, au cours du sondage de septembre 1985 où la sonde est restée à jamais bloquée à 7 m de fond, dans la craie lacustre, à la suite de la rupture d'une clavette du train de tige.

Précisons que ces bons résultats n'ont pu être obtenus que parce que les sites étaient facilement accessibles, et que, sans mettre en oeuvre un matériel trop complexe, dans tous les cas la sonde a atteint sinon le sédiment fluvio-glaciaire de base du moins les argiles bleues qui colmatent le fond de tous les lacs post-würmiens, ce qui était notre but.

Pour conclure, il est exclu de mettre en cause les méthodes de prélèvements pour expliquer certaines difficultés au niveau de l'interprétation des diagrammes, sauf pour la base de Hières sur Amby (D1), carottée à la Hiller.

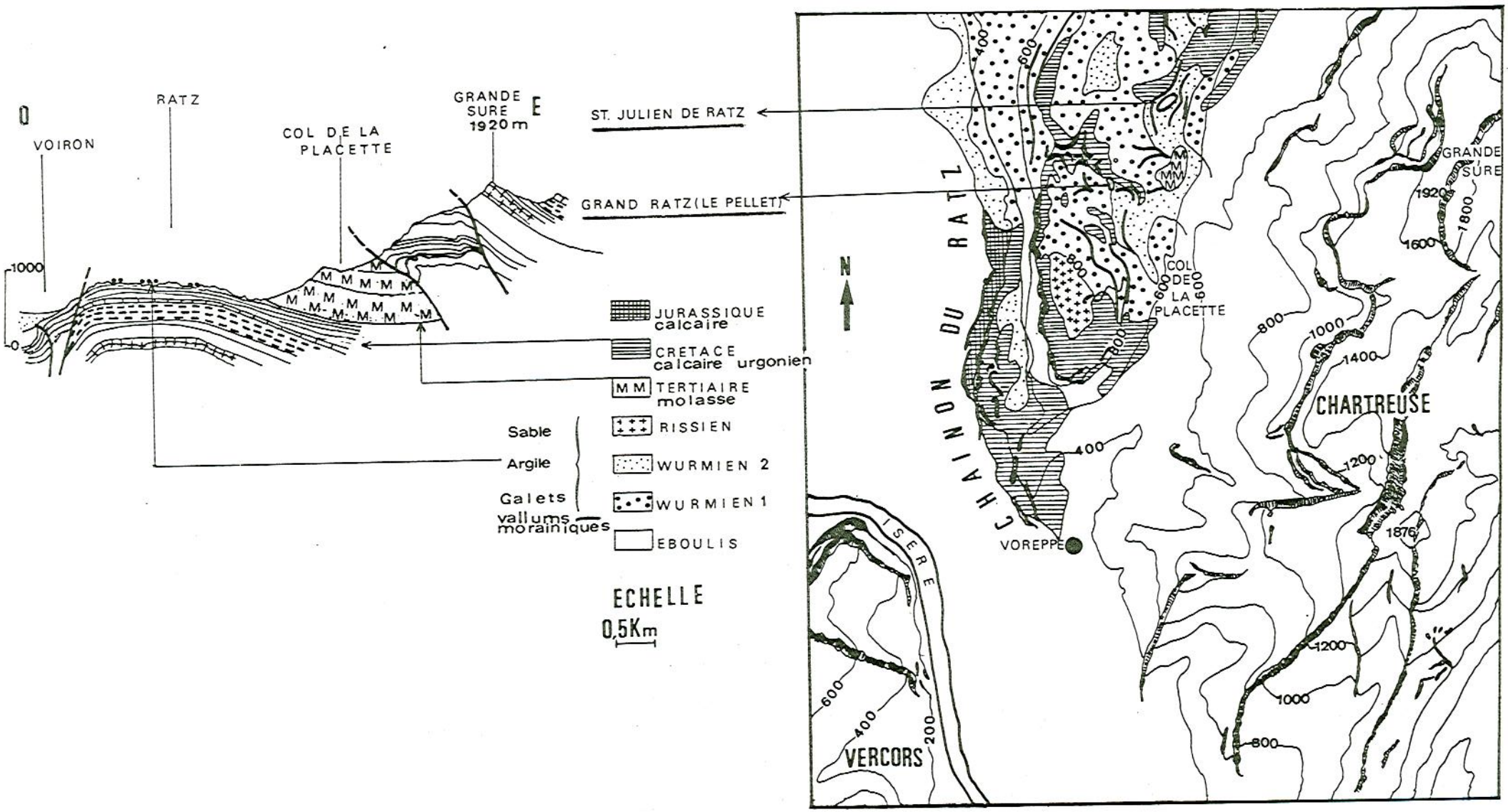


Fig. 20 - Les sites du Ratz : St-Julien de Ratz, Grand Ratz-le Pellet. D'après la carte géologique au 1/50.000 de Grenoble (1978)

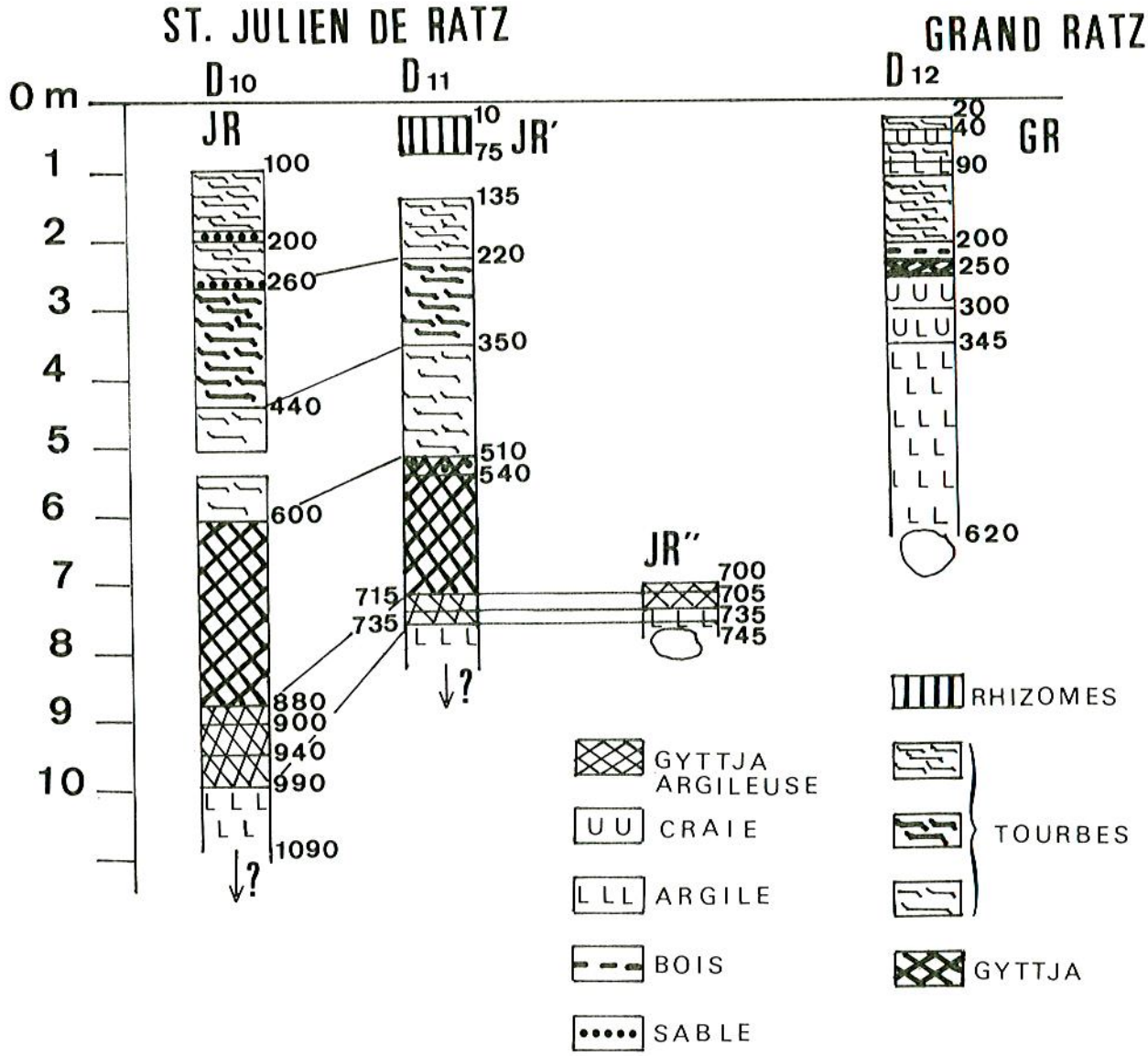


Fig. 21 - Stratigraphie de St-Julien de Ratz.

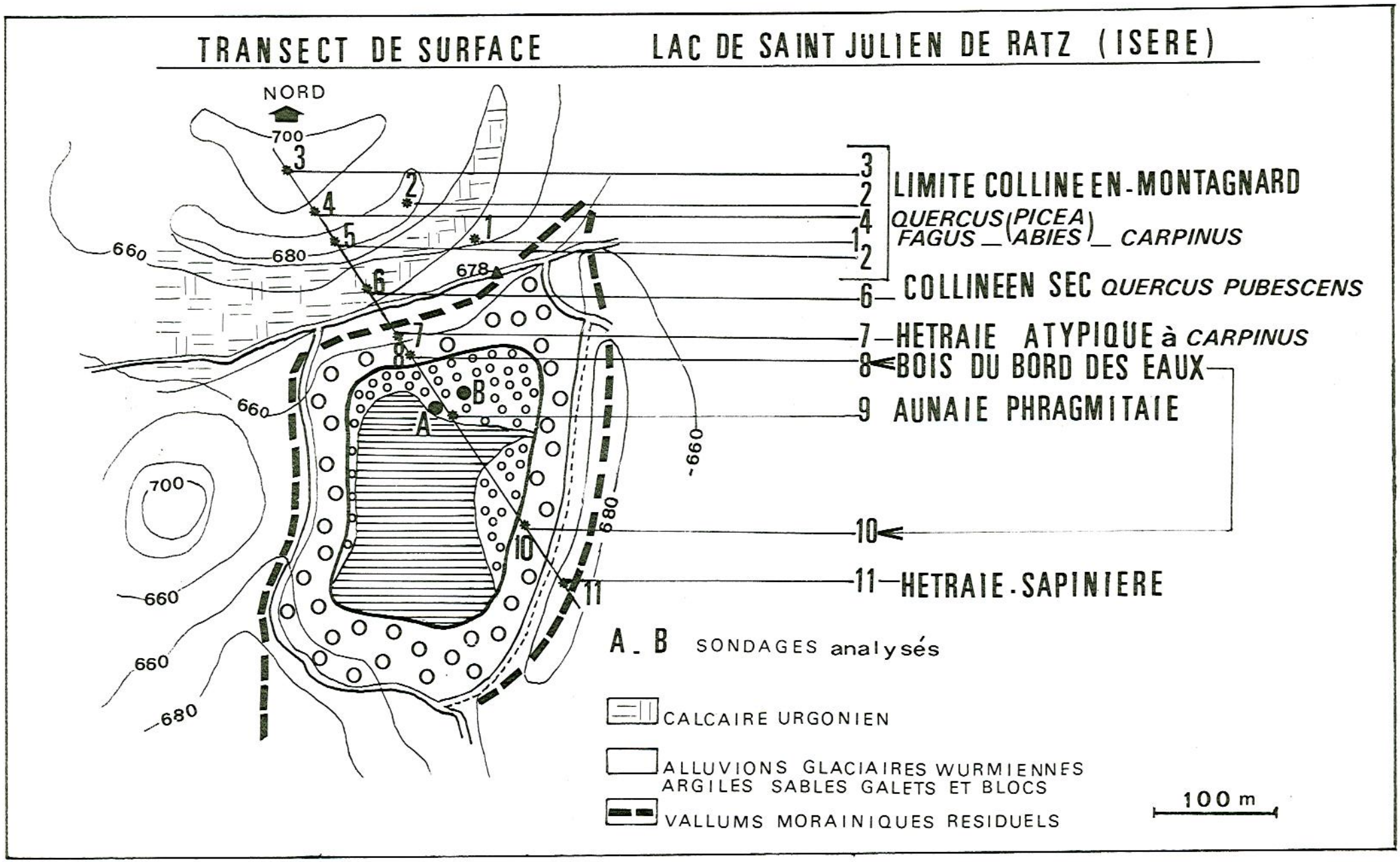


Fig. 22 - Transect de surface de St-Julien de Ratz et végétation.

MATERIEL	SONDE HILLER + CONTAINERS PONS	CAROTTIER RUSSE GIK	SUPERCAROTTIER
SITES	HIERES SUR AMBY I (fond)	HIERES SUR AMBY I GRAND LEMPS I II IV ST HILAIRE DU ROS. I LORAS ST SIXTE I II GRAND RATZ	HIERES SUR AMBY II GRAND LEMPS III ST HILAIRE DU ROS. II ST JULIEN DE RATZ I II
UTILISATION	ENFONCEMENT VERTICAL PAR ROTATION	PAR PRESSION SANS ROTATION →	+ POTENCE ET PALANS (VERTICALITE)
RECOLTE	DESCENTE RECOLTE MONTEE	DESCENTE RECOLTE	MONTEE
DIAMETRE/LONG	3/50 cm	5/50 ET 5/60 cm	8 / 100 cm
EMPLOI	— LIBERER LA SURFACE DES TROUS DE SONDAGE DES HERBES ET RACINES SUR 50 CM DE PROFONDEUR — SONDER PARALLELEMENT ET ALTERNATIVEMENT DANS 2 TROUS DISTANTS DE 30 CM L'UN DE L'AUTRE — SUPERPOSER SUR 10 CM DEUX CAROTTES PARALLELES POUR EVITER LES HIATUS — NETTOYER A SEC LA SONDE HILLER		
PROFONDEUR MX	10 80 cm	15 60 cm	14 50 cm
AVANTAGES	LEGERE, UTILE POUR TRANSECTS DE SURFACE CONTAINER DE SONDE	FAIBLES RISQUES DE POLLUTION CONTAINER POUR RECOLTE DEFINITIVE ET CONSERVATION	— GRANDE QUANTITE DE SEDIMENT POUR ETUDES ISOTOPIQUES, MALACOLOGIQUES ETC.
INCONVENIENTS	— RISQUES DE POLLUTION — FAIBLE QUATITE DE SEDIMENT — RISQUES D'OUVERTURE A LA MONTEE	— DIFFICILE A ENFONCER	— LOURDE

Tableau 2. Techniques de sondages utilisées.

Photo 4. Grand Lemps : sonde russe actionnée par dérick smith.

Photo 5. Grand Lemps : carotte de sondage (longueur 1 m, diamètre 5 cm) entre 3 et 4 m de profondeur au contact entre craie et tourbe.

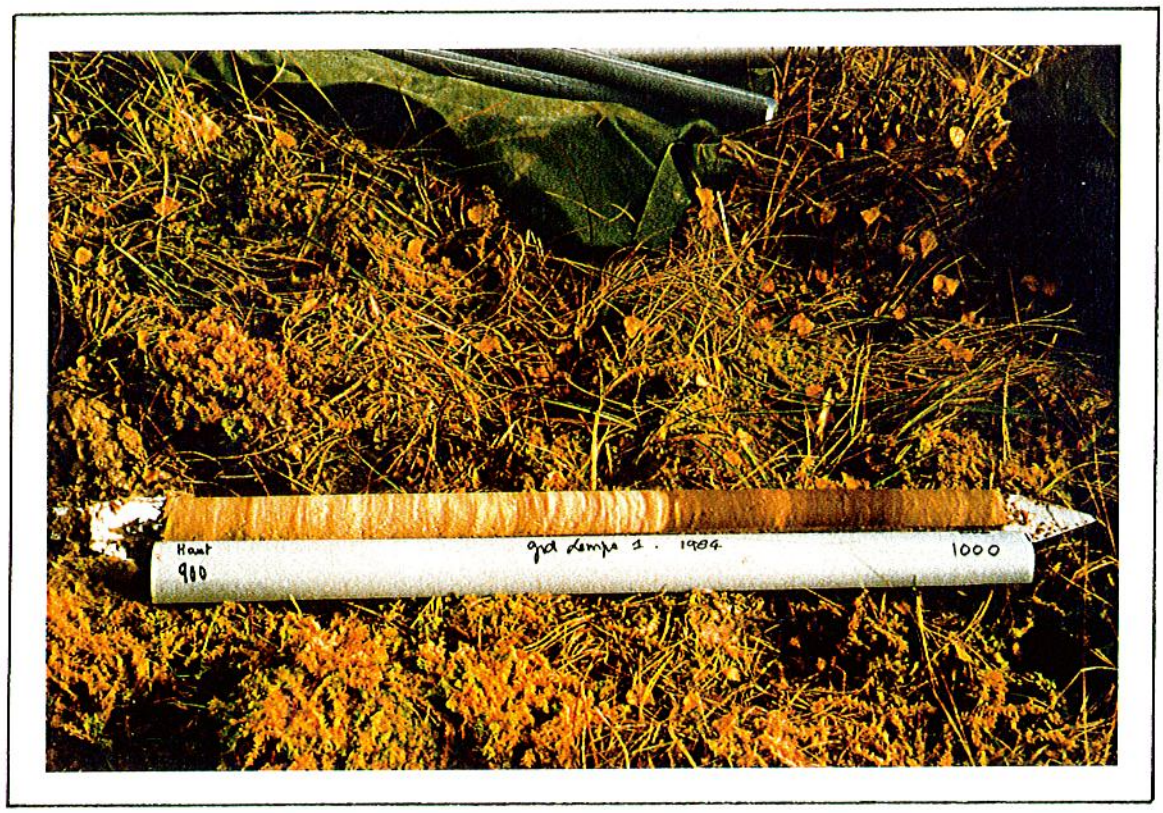


Photo 6. Grand Lemps : carotte de sondage (longueur 1 m,diamètre 5 cm) entre 9 et 10 m de profondeur dans la craie lacustre.

L'emballage étanche des carottes et leur repérage rigoureux (profondeur et stratigraphie) sont réalisés sur le lieu même du sondage afin de faciliter le travail de laboratoire long et minutieux qui fournira les lames de lecture.

B. AU LABORATOIRE

L'établissement de la colonne lithologique pose un problème de vocabulaire et les termes : tourbe, craie, argile et surtout gyttja (vase organique) recouvrent, pour les différents auteurs, des sédiments sensiblement différents. Ces termes sont très insuffisants si on recherche les fluctuations fines du niveau des eaux et les conditions de sédimentation.

Le système TROELS-SMITH (1955 a) qui permet de préciser le degré d'humicité et l'abondance des divers éléments des sédiments, n'est malheureusement que peu employé car trop compliqué (M.J GAILLARD, 1981) cependant dans ce travail, les symboles adoptés se réfèrent aux grandes classes de ce système.

1. La préparation des échantillons

Les prélèvements (1 cm3 de sédiment environ) distants de 1O cm, 5 cm ou de 2,5 cm voire même 1 cm si la zone présente un intérêt particulier, sont faits après grattage de la partie superficielle de la carotte pour éviter toute pollution.

- Les tourbes peu humifiées ainsi que les prélèvements sur touradons de Monocotylédones (F. DAMBLON, 1981) sont tamisées (mailles de 2mm) avant traitement.
- Les craies sont décarbonatées à HCl pendant 1 heure à froid, ainsi que les argiles ou marnes crayeuses, puis passées à F.H (7O%). pendant 12 heures.
- Après rinçages tous les types de sédiments sont déshydratés à l'acide acétique, puis subissent l'acétolyse (8 mn à 80°C).
- Les rinçages (ac. acétique + eau)-(eau)-(eau + alcool)-(alcool à 90°) sont suivis par la mise en micro-tubes plastiques avec autant de glycérine que de culot. Chaque étape est précédée d'une centrifugation d'une durée de 3 mn. Les résultats obtenus sont généralement très bons pour les craies, ils ne sont que satisfaisants à moyens pour les tourbes et parfois médiocres pour les argiles, (M. REILLE, 1977). Mais il n'a pas paru utile de mettre en oeuvre la méthode de B. FRENZEL(1964) améliorée par C. GOEURY et J.-L. de BEAULIEU (1979).
-. Les prélévements bryophytiques de surface sont traités comme l'indique la (figure 23).

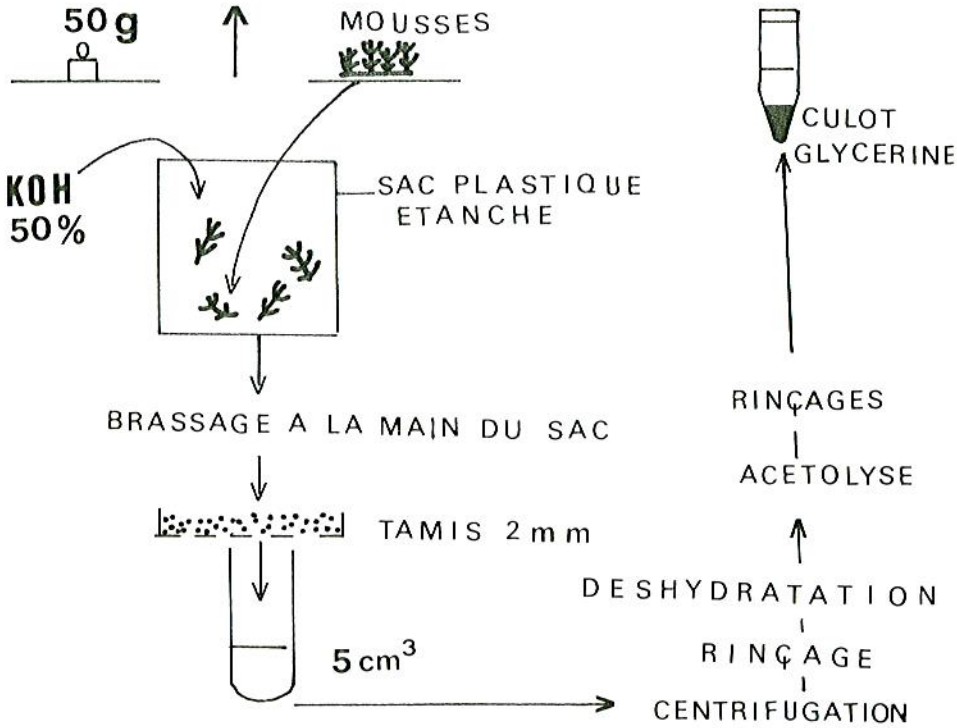


Fig. 23 - Traitement des prélèvements bryophytiques de surface.

2. Techniques spéciales pour l'établissement des fréquences absolues

Une des méthodes d'évaluation de concentrations polliniques absolues (STOCKMARR, 1971, 1973) a été tentée, pour un certain nombre de prélèvements,en ajoutant 1 à 2 pastilles de lycopodes (au lieu de 2 à 7 préconisées par M.J. GAILLARD, 1981) avant traitement, et en pesant tous les échantillons.

C'est le cas pour 81 spectres de Grand Lemps III
66 spectres de Hières/Amby II
74 spectres de Saint Sixte II
194 spectres de Loras
80 spectres du Grand Ratz

La concentration pollinique absolue d'un sédiment peut s'obtenir en multipliant le nombre de pollens fossiles comptés dans 1 g de sédiment par un coefficient correcteur donné par le rapport du nombre de lycopodes introduits au départ sur le nombre de lycopodes comptés à l'arrivée.

Concentration absolue=(total/Pg)(10850 $\pm$ 200 nb de pastilles/nb de lycopodes comptés)

Une deuxième méthode, la méthode volumétrique a été utilisée, qui ne fait pas appel à l'introduction des lycopodes.

C'est le cas pour 119 spectres de Grand Lemps III
78 spectres de Grand Lemps IV
181 spectres de Hières/Amby II
194 spectres de Loras

Chaque lame de comptage a reçu 25 µl de culot glycériné.

Sachant qu'une lame est lue en 50 bandes sous le microscope, on peut, en notant le nombre de bandes nécessaires pour l'établissement d'un spectre ,en déduire le nombre total de pollens dans une lame soit : (nb de pollens lus/nb de bandes) 50

Le volume total du culot traité, a été, par ailleurs également mesuré. La fraction du culot que représentent les 25 µl utilisés pour la préparation d'une lame est donc connue et permet le calcul de la concentration absolue.

$$\text{concentration absolue} = \frac{N \times \frac{V}{25\mu l}}{P_g}$$

où : N est le nombre total de grains de pollen d'une lame
: V le volume total du culot
: Pg le poids frais de l'échantillon

Les sédiments étudiés, généralement pauvres en pollen, se prêtent mal à cette étude du fait de la nature changeante du dépôt au cours de la sédimentation qui rend délicate toute comparaison entre deux horizons d'un même profil.

Quelle que soit la méthode utilisée (STOCKMARR ou volumétrique) même si les sédiments sont traités rapidement après leur récolte pour éviter toute déshydratation la teneur en eau étant une caractéristique intrinsèque des sédiments subaquatiques, et alors qu'aucune perte de pollen due à des traitements spéciaux ne peut être invoquée ici (C. GOEURY et J.-L. de BEAULIEU, 1979) la méthode de B. FRENZEL (1964) n'ayant pas été mise en oeuvre, des erreurs restent inévitables dans les manipulations.

Les erreurs non maîtrisables sont dues aux pertes de pollens au cours du filtrage préalable des tourbes, dont il ne sera pas tenu compte et aux pertes occultes des spores de lycopodes souvent constatées mais inexplicables. Ce facteur qui domine tous les autres détermine des fréquences absolues exagérément élevées.

Le problème qui se pose est de déterminer à quel niveau on fixe la perte incompatible avec la prise en compte du résultat (les niveaux ayant subi une trop forte perte de lycopodes, 1O fois moins de spores que dans les spectres qui les entourent, ont été éliminés).

Les pertes du culot au cours des manipulations, même si on les réduit au minimum conduisent à des fréquences absolues artificiellement plus faibles (environ 1O%) ce qui est tolérable.

Les erreurs dues à la pesée et à la mesure des volumes avec les différentes pipettes graduées sont approximativement mesurables elles sont de +/- O,O1 g et de +/- 1O% respectivement.

En conséquence les variations ne seront interprétables que si plusieurs spectres qui se suivent manifestement la même tendance

Tout évènement unique est exclu.

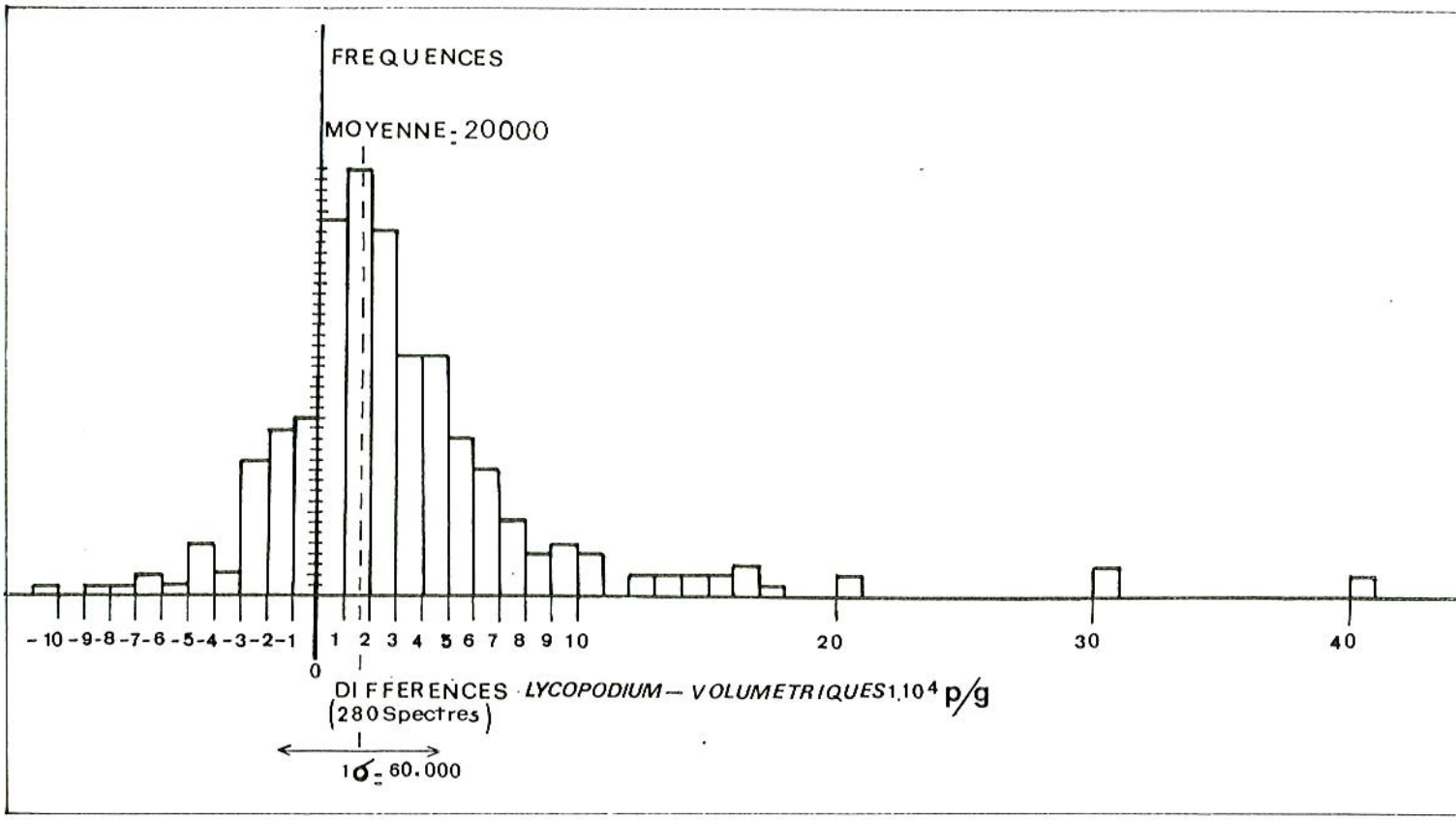


Fig. 24 - Polygone des fréquences des différences entre concentrations totales absolues obtenues par la méthode des lycopodes et la méthode volumétrique.

- La comparaison des résultats obtenus par les deux méthodes indique (fig.24) une moyenne des différences entre concentrations totales absolues obtenues par la méthode des lycopodes et la méthode volumétrique comprise entre 1O. OOO et 2O. OOO pollens/gramme (exclusion faite des six spectres présentant plus de 3OO. OOO pollens/gramme qui manifestement ont subi une trop grande perte de lycopodes), et un écart type de 6O. OOO confirmant les limites de fluctuation de la véritable moyenne établie sur 28O spectres environ.

D'autre part, le tableau ci-dessous qui, pour les différentes proportions des fréquences entre concentrations totales obtenues par la méthode des lycopodes et méthode volumétrique (I) indique les % de la première fréquence par rapport à la seconde répartis en classes (II) et le nombre de comptages concernés (III), permet d'observer que dans 192/280 comptage soit 68%, le nombre obtenu par la méthode des lycopodes est supérieure au double du nombre obtenu par l'autre méthode et que dans 85/280 comptages soit 28% le rapport est supérieur à 10.

I	∞	X100	X50	X10	X 5	X3,3	X2,5	X 2	X1,6	X1,4	X1,2	X1,1	1	:1,1	:1,2	:1,3	:1,4	:1,5	:1,6	:1,7	:1,8	:1,9	:2	:2,1	:2,2	:2,3	:2,4	:2,5
II	+ 100 %	+ 99 %	+ 98 %	+ 90 %	+ 80 %	+ 70 %	+ 60 %	+ 50 %	+ 40 %	+ 30 %	+ 20 %	+ 10 %	0 %	− 10 %	− 20 %	− 30 %	− 40 %	− 50 %	− 60 %	− 70 %	− 80 %	− 90 %	− 100 %	− 110 %	− 120 %	− 130 %	− 140 %	− 150 %
III		V 5	V 15	V 65	V 35	V 30	V 13	V 19	V 11	V 7	V 11	V 6	V 12	V 5	V 4	V 10	V 4	V 4	V 2	V 4	V 2	V 2	V 2	V 2	V 4	V 2	V 2	V 1	1

I PROPORTION LYCOPODES/VOLUMETRIQUES II CLASSE DE % $= \frac{c^t A^b_{LYC.} - c^t A^b_{VOL.}}{c^t A^b_{LYC.}} \times 100$ III NOMBRE DE SPECTRES

Donc il existe une assez grande incompatibilité des résultats obtenus. L'objet de notre recherche était davantage une application de méthodes supposées fiables qu'un examen méthodologique de celles-ci. L'expérience de techniques différentes a cependant soulevé des problèmes de validité des mesures de fréquences absolues qui apparaissent rarement dans la littérature. Il resterait à approfondir cette démarche en s'entourant de toutes les précautions techniques.

Quoi qu'il en soit, dans les trois cas étudiés (fig.25), il existe un assez bon parallélisme entre les fluctuations des concentrations absolues obtenues par l'une et l'autre méthode, ce qui suppose l'existence d'un signal réel, responsable de ces variations que les éventuelles insuffisances techniques et les approximations de méthode ne parviennent pas à masquer.

En conclusion la méthode des marqueurs entraîne une exagération des concentrations absolues dans de grandes proportions, alors que la méthode volumétrique est plutôt réductrice mais dans des proportions raisonnables, c'est donc cette dernière qu'il faut choisir. C'est également ce qui ressort des travaux de A. de VERNAL, A. LAROUCHE et P.J.H. RICHARD (1987) qui comparent les résultats obtenus par la méthode des aliquotes de poids et par celle de la contamination par des grains de pollen d'eucalyptus.

C. L'OBSERVATION MICROSCOPIQUE

Elle a été réalisée grâce à une optique Wild au grossissement 500, c'est ainsi que 1469 spectres ont été établis et distribués dans 14 diagrammes. Une moyenne de 300 grains par lame a été maintenue, sauf pour certaines argiles de la base des sondages, où plusieurs lames ont été nécéssaires pour lire au moins 100 pollens.

Les outils nécéssaires aux déterminations ont été de trois types :

1 - la clé de FAEGRI et IVERSEN (1964) et les ouvrages de G. ERDTMAN et al (1961,1963) et de A. PONS (197O)

2 - la collection de référence du laboratoire de Marseille

3 - les photographies :

- Atlas non publié (M. REILLE)
- Late glacial and Préboréal végétation in central Swenden (M. B. FLORIN, 1969).
- Atlas pollinique des arbres du Québec (P. RICHARD, 197O)
- Annexe de la thèse de M.J. GAILLARD, (1981)

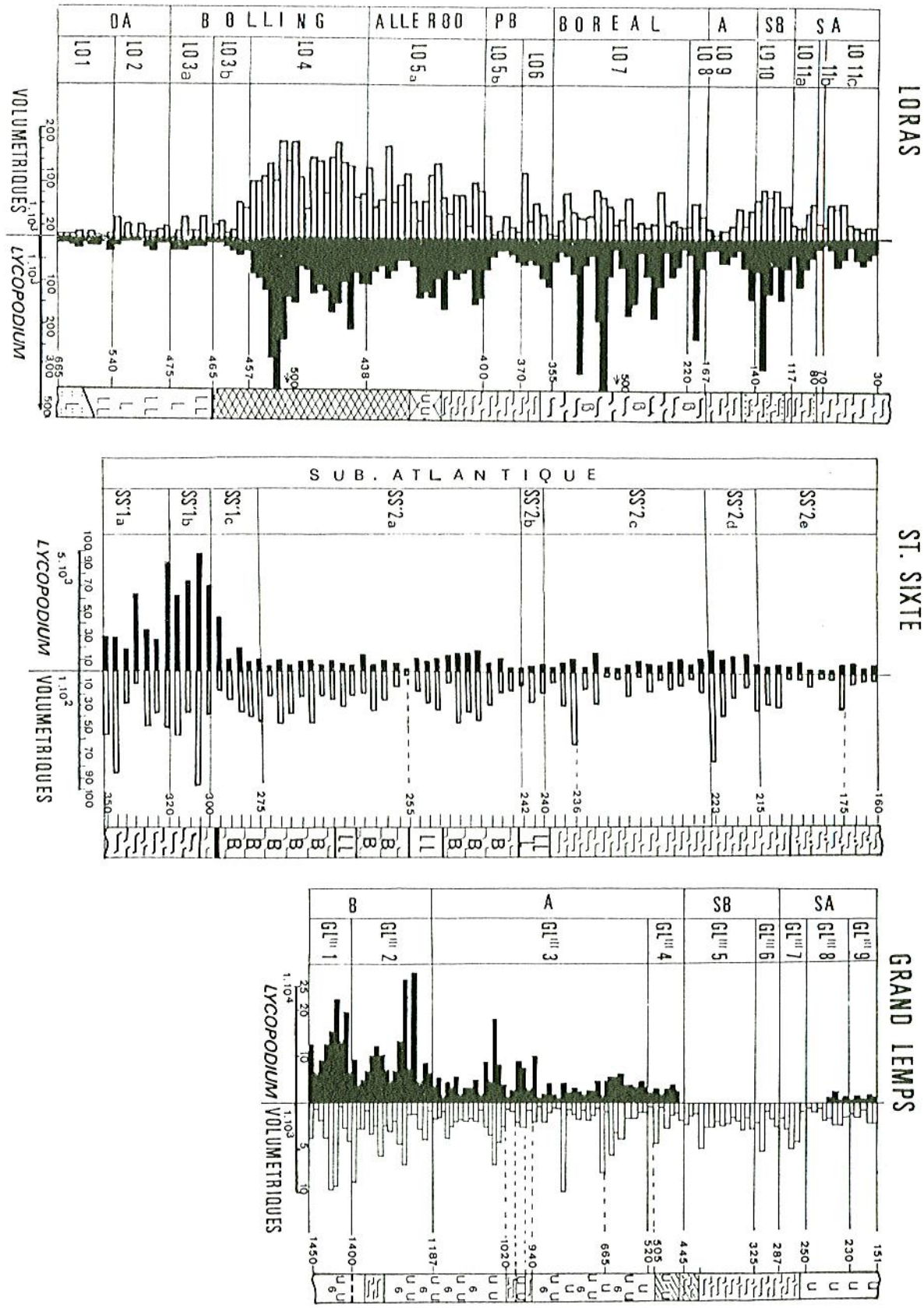


Fig. 25 - Histogrammes comparés des concentrations totales absolues obtenues par la méthode des lycopodes et la méthode volumétrique du Grand Lemps, de Loras et de St-Sixte.

D. LA PRESENTATION GRAPHIQUE DES RESULTATS

1. Les diagrammes relatifs (D1 à D14)

Un diagramme pour être facilement exploitable, doit impérativement être clair.

Pour cela il doit apporter le maximum de précisions dans un espace restreint, tout en gardant pour l'oeil une disposition des courbes lisible rapidement.

Pour ces raisons la méthode des diagrammes dissociés a été employée.

Les valeurs relatives ont été calculées par rapport à la somme totale des pollens, Cypéracées et spores de Ptéridophytes comprises. (seules les spores de sphaignes, mousses ou champignons ont été exclues) à Loras (D3 bis) la grande abondance de spores de Ptéridophytes nous a conduits à les exclure de la somme totale.

Les PA (pollens arboréens) englobent les arbres et les arbustes. Ils ont été placés à gauche et, dans la mesure du possible, dans leur ordre d'apparition dans le temps.

Les PNA (pollens non arboréens) ont été séparés des PA par la courbe du rapport PA/PNA. Ils ont été rangés par ordre approximativement alphabétique, pour s'interdire, à priori, toute interprétation d'ordre écologique, dans la mesure où de nombreux taxons polliniques ne se prêtent pas, vu leur niveau de détermination à une interprétation univoque; cependant les taxons aquatiques et les Ptéridophytes ont été repoussés à l'extrême droite du diagramme.

La colonne stratigraphique simplifiée, unique même en cas de sondages alternatifs, a été tracée en tenant compte des signes symboliques conventionnels de TROELS-SMITH (1955 a), simplifié; elle a été placée à l'extrême gauche.

Les zones locales, qui seront justifiées et discutées dans l'interprétation des diagrammes polliniques, a été placé à l' extrême droite, ainsi que la chronozonation proposée.

2. Les histogrammes absolus (volumétriques H1 à H5, LYCOPODIUM H*2 à H*6)

La mise au point des histogrammes absolus présentés ici a été faite grâce à C. GOEURY (1988)

Ils comportent de gauche à droite : la colonne stratigraphique, les profondeurs, les fréquences absolues totales avec, dans certains cas, surimpression du rapport PA/T. Ce dernier peut être placé immédiatement à la suite.

Puis viennent les fréquences absolues des différents taxons arboréens et celles des taxons herbacés : *Artemisia*, autres steppiques, *Rumex, Filipendula*, Poacées, Cypéracées, *Plantago lanceolata*, céréales, Urticacées, aquatiques et spores monolètes. Ces regroupements sont suffisants pour permettre une comparaison avec les diagrammes relatifs.

La zonation correspond à celle des diagrammes relatifs.

IV. RELATIONS ENTRE LES SPECTRES POLLINIQUES RECENTS ET LA VEGETATION ACTUELLE

L'analyse pollinique transpose forcément dans le passé les relations des spectres polliniques récents et la végétation actuelle. L'étude de ces relations s'impose donc.

A. LES DONNEES ACQUISES

Depuis vingt ans, de nombreux travaux ont été consacrés à l'étude des relations entre spectres polliniques récents et la végétation actuelle. Concernant les régions les plus proches de notre zone d'étude nous citerons pour la Belgique : J. HEIM (1970) et F. DAMBLON (1979, 1981), pour la Suisse : M.J. GAILLARD (1981), pour le sud-est de la France : M. REILLE (1975),J.-L. de BEAULIEU (1977) et H. TRIAT LAVAL (1971b, 1971c, 1978), et pour le Jura :H. RICHARD (1983)

Nous avons choisi de prélever une touffe de bryophytes en chaque point, le long d'un transect défini arbitrairement en un site donné, pour découvrir la pluie pollinique. D'après J. HEIM les bryophytes sont les meilleurs récepteurs. Ils donnent une image

représentative de la végétation locale et de la pluie pollinique moyenne sur une période de 10 à 20 ans.

Selon J. HEIM, une forêt présente un rapport PA / T (pollens arboréens/ total des pollens)> 60% et un espace déboisé sans autre précision, donne PA/T < 50%.

La strate arborescente est bien représentée contrairement à la strate herbacée qui est sous représentée, si on se trouve dans une formation fermée. Les céréales, même en plein champ, ne dépassent jamais 10 à 15%.

Pour les arbres l'image pollinique locale est fidèle, celle du voisinage tombe à 10% alors que la végétation régionale plus lointaine représente 30% du total. L'écho lointain est de 1%

Une terminologie plus précise est proposée par H. TRIAT LAVAL (1978).

La fréquence pollinique relative d'un taxon : (nb de pollens du taxon/nb total de pollens) traduit soit la représentation pollinique des individus en place, dans un rayon de 20 mètres, soit la dispersion pollinique de ce taxon : diffusion de 20 à 500 mètres, reflet de 500 mètres à 10 kilomètres et écho au delà de cette distance.

La synthèse des résultats qu'elle obtient dans le Vercors et dans la Basse Vallée du Rhône, révèle la possibilité de quatre grands types de comportements pour les pollens des espèces arboréennes, que l'on peut traduire de la manière suivante :

premier groupe - 3F : * forte représentation végétale sur place
* forte diffusion
* fort reflet

(la fréquence pollinique relative du taxon est considérée comme forte (F) si elle est supérieure à une fois et demie le recouvrement relatif du taxon (R) soit F > 1,5 R

Sont dans ce cas : *Alnus, Pinus, Quercus*

deuxième groupe - 3N : * représentation végétale sur place normale
* diffusion normale
* reflet normal

(la fréquence pollinique relative du taxon est considérée comme moyenne (N) si elle est comprise entre 1/2 de R et 1,5 R, soit 0,5 < N < 1,5 R

Sont dans ce cas : *Acer, Abies, Betula, Fraxinus* et *Picea*

troisième groupe - 3f : * représentation végétale sur place faible
* diffusion faible
* reflet faible

(la fréquence pollinique relative du taxon est considérée comme faible (f) si elle est inférieure à 1/2 de R soit f < 0,5 R.

Sont dans ce cas : *Carpinus, Castanea, Corylus, Cornus, Fagus, Hedera, Tilia, Ulmus, Viburnum.*

quatrième groupe - F.2f : * représentation végétale sur place forte
* diffusion faible
* reflet faible

Sont dans ce cas : *Salix, Buxus, Juniperus, Sambucus*

B. LES DONNEES REGIONALES

Pour tenter de résoudre certains problèmes locaux posés par la reconstitution des paysages anciens à partir des résultats polliniques, en particulier au Grand Lemps et à St Julien de Ratz, ces deux sites ont fait l'objet d' une étude détaillée des spectres de surface.

Le Grand Lemps, entouré de prairies et de bois, est un marais en milieu forestier ouvert de type collinéen à 500 mètres d'altitude.

Le lac de St Julien de Ratz se trouve en milieu forestier fermé à 650 m d'altitude sur les premiers contreforts de la Chartreuse.

Le transect du Grand Lemps (800 m de longueur orienté nord- est. sud-ouest) comprend 16 spectres (fig.26, fig.27, et histogramme h1)

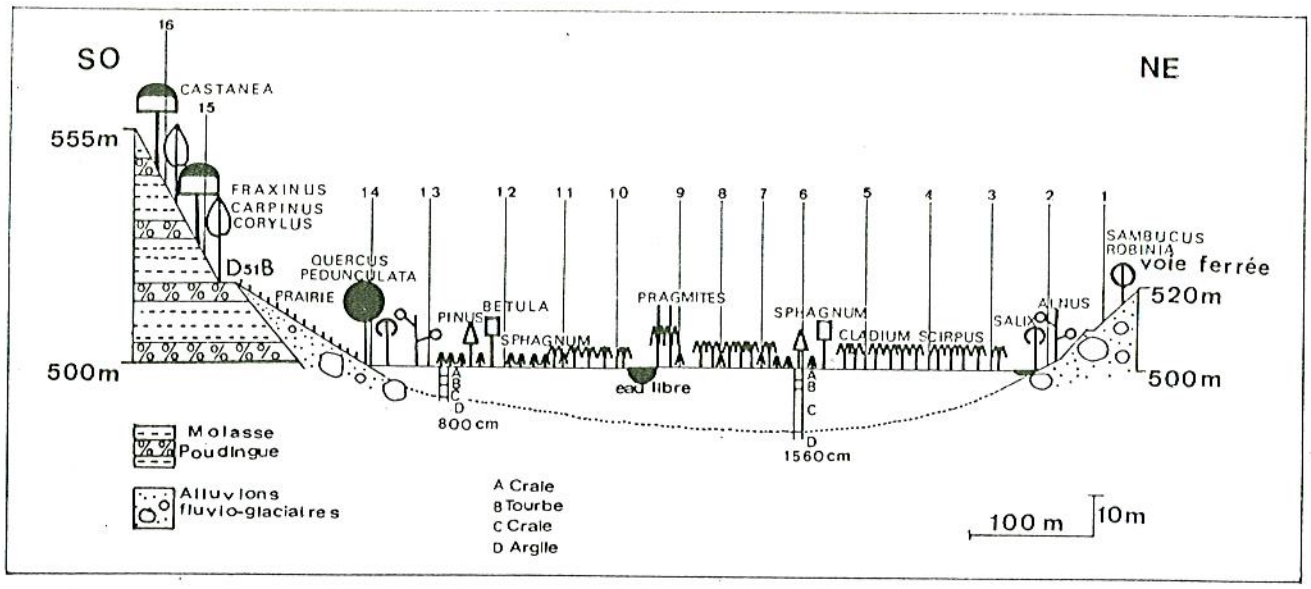


Fig. 26 - Végétation de l'étang du Grand Lemps : situation des prélèvements bryophytiques de surface.

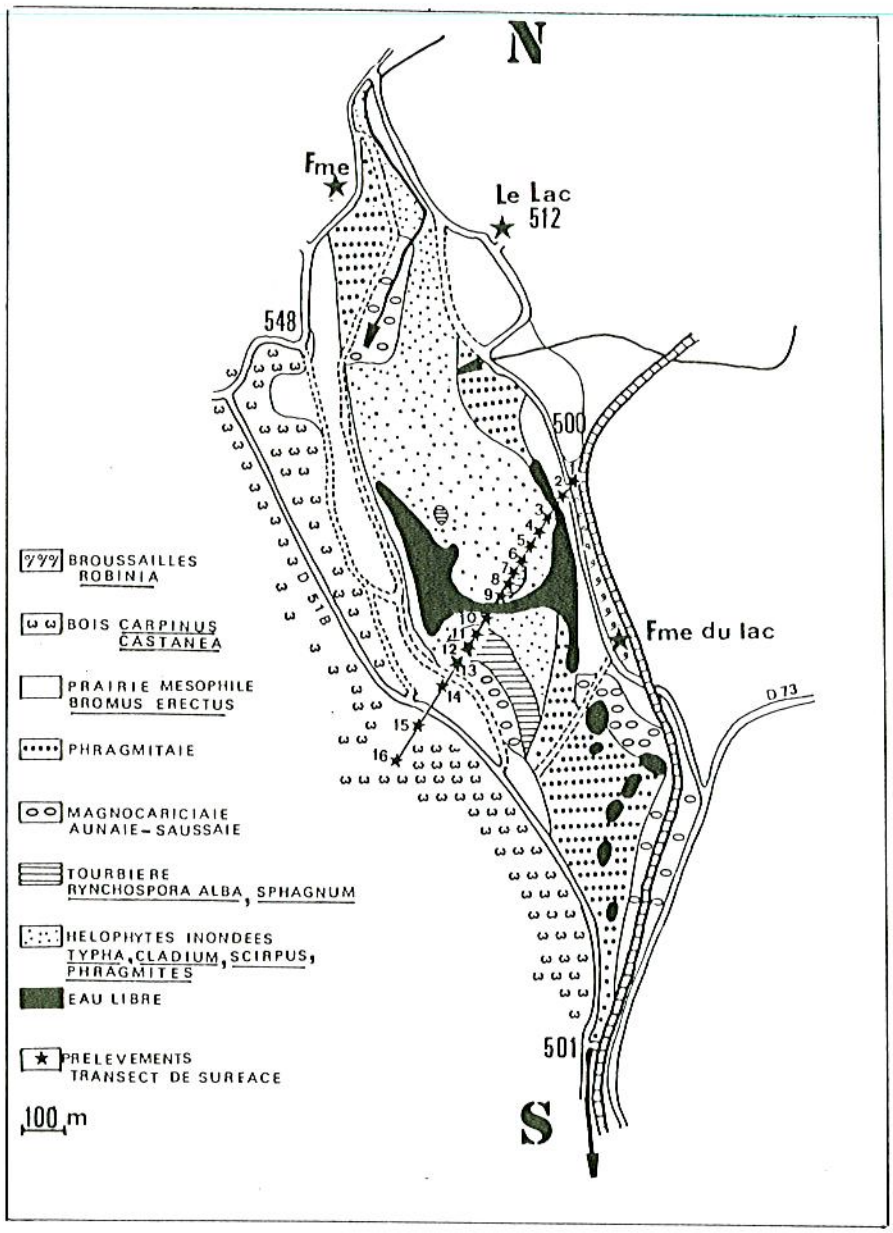
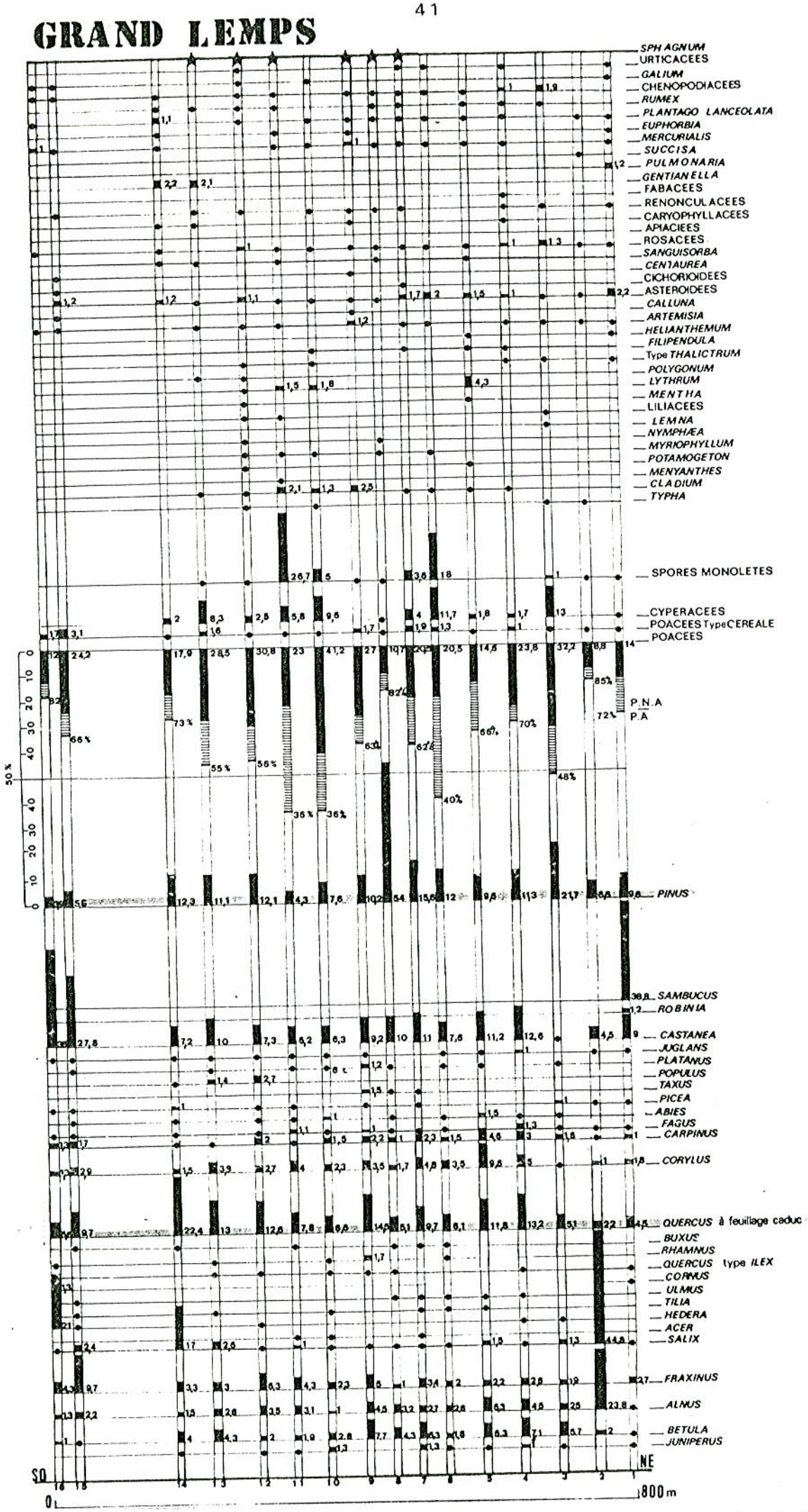
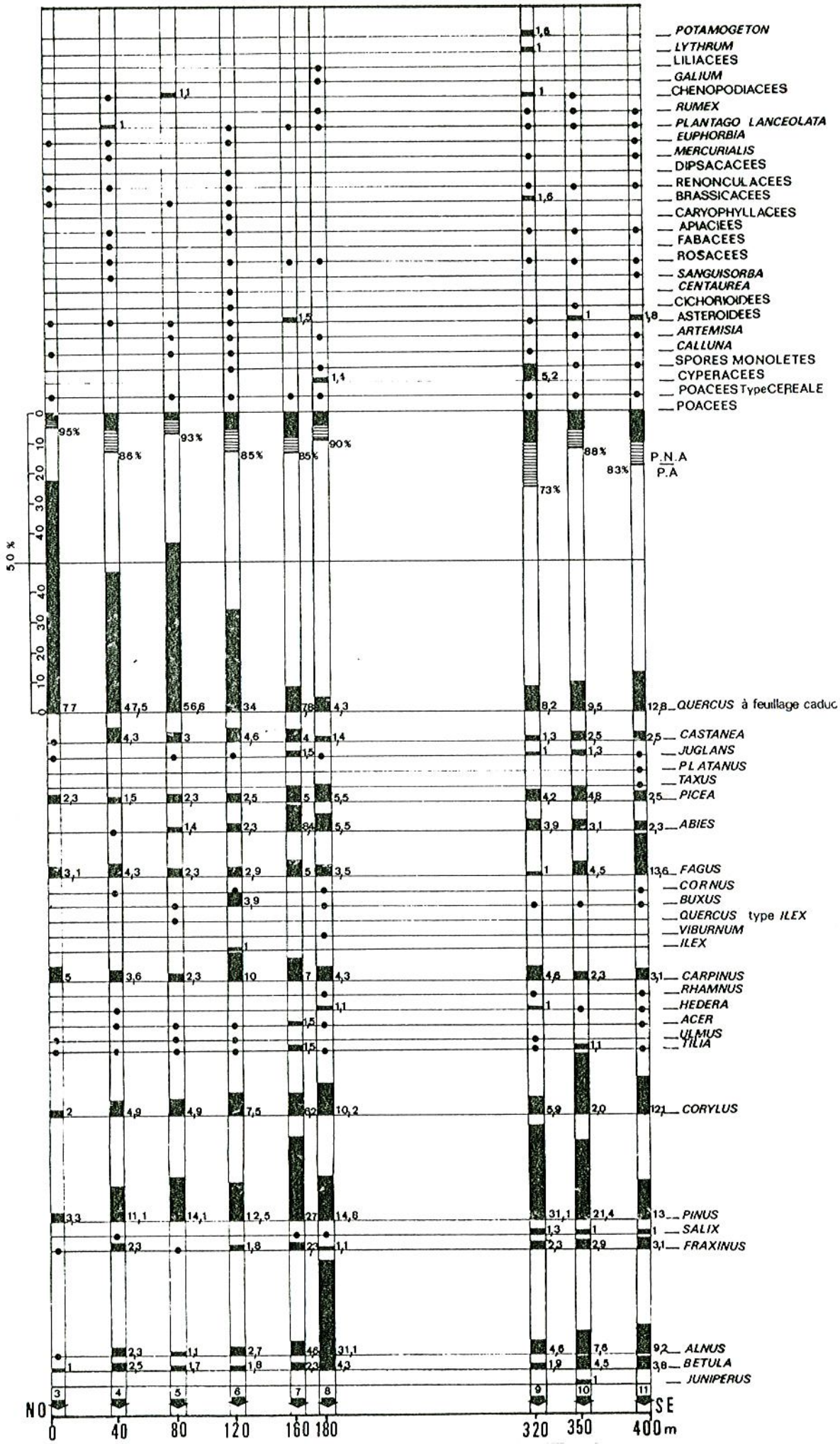


Fig. 27 - Transect de surface de l'étang du Grand Lemps.



h1 : histogramme pollinique des prélèvements bryophytiques du transect de surface du Grand Lemps.

ST JULIEN DE RATZ



h2 : histogramme pollinique des prélèvements bryophytiques du transect de surface de Saint-Julien de Ratz.

Le transect de Saint Julien de Ratz (4OO m de longueur orienté nord-ouest - sud-est) comprend 11 spectres dont 9 alignés (fig. 22 et histogramme h2).

Les échantillons de mousses ont été prélevés dans différents biotopes : forêts collinéennes et montagnardes, bois du bord des eaux (aunaie, saussaie), prairies inondées, phragmitaies et cladiaies. Des relevés botaniques ont été faits parallèlement.

En partant de la classification proposée par H. TRIAT-LAVAL (1978) pour les différents taxons, les résultats concernant les pollens arboréens sont discutés en vue d'aboutir à des conclusions utilisables dans l'interprétation de nos spectres anciens.

1. Premier type de comportement pollinique 3F

Pinus

Au Grand Lemps : les seuls pins sylvestres, à des kilomètres à la ronde, sont une dizaine d'individus sur l'étang lui-même, au niveau du radeau à sphaignes (fig.17). Au pied des conifères le taux atteint 54% et tout le marais, ainsi que ses abords, sont atteints par la pluie pollinique avec une moyenne de 12%. Les taux le plus bas avoisinent 4% en moyenne.

A St-Julien de Ratz, *Pinus silvestris* est présent sous forme de quelques individus isolés (prélèvement n°6, fig.22) sur un escarpement calcaire exposé plein sud, colonisé par des espèces telles que *Quercus pubescens, Buxus sempervirens, Juniperus communis* et *Sorbus occuparia*. De ce promontoire, dominant le lac d'une cinquantaine de mètres, les pins arrosent de leur pollen l'ensemble de l'étang, 16,5% en moyenne (avec un maximun à 31,1% dans la partie la plus basse).

Donc *Pinus* obéit bien, dans les deux sites, à une forte représentation et à une forte diffusion. Quant au reflet, il est perceptible à St Julien de Ratz dominé par la Chartreuse (fig.20) dont l'étage subalpin est colonisé par le pin à crochet. La proximité de ces populations peut expliquer les différences entre les taux de *Pinus* sur le marais (16,5%) et au Grand Lemps (4%) dans les placeaux éloignés de cet arbre. Le reflet de ces populations subalpines, n'est pratiquement pas ressenti au Grand Lemps trop éloigné (30 Km)

Quercus

Au Grand Lemps il est impossible de discriminer le pollen de *Quercus pedunculata*, présent sur le bord sud-ouest du marais, de celui de *Quercus petraea* présent dans les forêts collinéennes des environs (série acidiphile du chêne)

Au pied du chêne pédonculé (prérelèvement n°14, fig.26 et 27) le pourcentage relatif du pollen de ce taxon est de 22,4%, son taux le plus faible au bord opposé, à 700 m de distance, tombe à 2,2%. Tous les spectres contiennent du pollen de chêne, 9,3% en moyenne.

A St-Julien de Ratz, au coeur de la chênaie sessile (prélèvement n°3 fig.22) le taux relatif du pollen de *Quercus* atteint 77%. Sous les chênes pubescents (prélèvement n°6 fig.22) le taux tombe à 34% pour n'être plus dans la zone marécageuse bordant l'étang que de 8,5% en moyenne.

Compte tenu du faible recouvrement de *Quercus* à la périphérie du marais, ce taxon a bien une forte représentation, une forte diffusion et un fort reflet, ce qui se vérifie dans les deux sites.

Alnus glutinosa

Au Grand Lemps dans l'aunaie, étroitement inféodée au marais, le taux d'*Alnus* est de 23,8% (prélèvement n°2 fig 26 et 27). Il n'est plus compris qu'entre 5,3% et 1% entre 0 mètre et 800 mètres.

A St-Julien de Ratz, dans les mêmes conditions, ses taux passent de 31,1% à 9,2% et 4,6% à quelques centaines de mètres de l'aunaie. Il n'existe plus dans la chênaie (prélèvement n°3, fig 22).

Donc *Alnus* a bien une forte représentation mais sa diffusion est ici normale à faible.

2. Deuxième type de comportement pollinique 3N

Acer pseudoplatanus* ou *A. platanoides

Au Grand Lemps ce taxon est très peu représenté dans les bois environnants, son pollen se rencontre dans trois spectres seulement avec des taux inférieurs à 1%. C'est donc un écho des forêts montagnardes éloignées de quelques kilomètres du lac, à 700 m d'altitude. A moins qu'il ne s'agisse d'*Acer campestre* qui est présent dans toutes les haies, ce qui paraît plus probable.

A St-Julien de Ratz, sous un érable (prélèvement n°7, fig 22), dans une hêtraie atypique à *Carpinus*, le taux atteint seulement 1,5%, il tombe à 0,2% à quelques dizaines de mètres plus loin.

Donc *Acer* est faiblement représenté, sa diffusion est faible bien qu'il puisse probablement signaler sa présence lointaine par un faible écho. Il y a donc divergence avec les résultats de H. TRIAT-LAVAL (1978).

Abies* et *Picea

Au Grand Lemps, 10 spectres donnent des taux inférieurs à 1%. Il s'agit d'un écho régional ou d'un écho lointain, la véritable hêtraie-sapinière étant à rechercher en Chartreuse.

A St-Julien de Ratz les taux deviennent plus importants 8,4% pour *Abies* et 5,5% pour *Picea* (prélèvements n°7 et 8 ,fig 22), bord nord-ouest du marécage.

Quelques sapins et des épiceas isolés sont présents dans la chênaie collinéenne en versant nord et dans la hêtraie atypique jusqu'au bord de l'eau. Dans l'ensemble des spectres les taux sont de 3,5% pour chacun des deux conifères en moyenne.

Donc *Abies* et *Picea* se comportent comme des taxons à représentation normale à diffusion et reflet faibles et écho normal ce qui n'est pas en total accord avec les résultats de H. TRIAT-LAVAL (1978) et surtout pas avec ceux de J.-L. de BEAULIEU (1977).

Betula alba

Au Grand Lemps, de rares individus sont présents (fig.26.27).Le taux de 7,7% sous les arbres n'est jamais dépassé, mais un taux moyen de 4% caractérise l'ensemble du marais.

A St-Julien de Ratz, sous les bouleaux (prélèvements n°8 et 10, fig. 22), le taux est de 4,5% et sur l'ensemble du transect il est de 2,6% en moyenne.

Donc *Betula* doit être considéré comme ayant une représentation faible et une diffusion forte, contrairement aux résultats de H. TRIAT-LAVAL (1978).

Fraxinus

Au Grand Lemps, sur le versant sud-ouest (prélèvement n°15, fig.26.27), au pied des frênes ses taux sont de 9,7%, à 800 m de là, ils tombent à 2,7%.

A St-Julien de Ratz, *Fraxinus* est rare, cependant les taux enregistrés dans tous les spectres sont voisins de 2% en moyenne.

Donc *Fraxinus* a une représentaton faible et une diffusion normale.

3. Troisième type de comportement pollinique 3f

Carpinus

Au Grand Lemps, au pied même des charmes, les taux sont de 1,5% ils restent curieusement stables autour de 1,5% en moyenne dans les différents spectres pris à la surface de l'étang sur 800 m.

A St-Julien de Ratz, sous les arbres (prélèvement n°6, fig 22), les taux sont de 10% et dans les autres placeaux, de 4% en moyenne. Ces valeurs sont sensiblement plus élevées qu'au Grand Lemps. Deux hypothèses peuvent être envisagées, ou bien *Carpinus* fleurit mal dans la châtaigneraie, ou bien son pollen y est dilué dans les % relatifs par *Castanea* et *Fraxinus*, alors qu'à St-Julien de Ratz, dans la hêtraie atypique, le seul producteur efficace qui lui soit opposé est *Quercus*.

Donc *Carpinus* est faiblement représenté tandis que sa diffusion s'avère variable.

Fagus

Au Grand Lemps, le hêtre se rencontre pratiquement dans tous les spectres avec un taux moyen de 0,9%, alors que la hêtraie est cantonnée au sommet des collines au dessus de 700 m, ou dans des fonds de vallée mal exposés éloignés de plusieurs km du lac. C'est donc un écho d'une hêtraie, par ailleurs très morcelée qui est perçu.

A St-Julien de Ratz, la hêtraie mésophile entoure le lac. Au pied des hêtres (prélèvement n°11, fig.22) le taux est de 13,6%; il tombe à 4,5% à 50 m de là et reste autour de 3,3% sur tout le transect (400 m de long).

Donc *Fagus* a une représentation faible à normale et une faible diffusion, cependant il produit un écho pollinique sensible.

Tilia* et *Ulmus

Au Grand Lemps ces deux essences, comme *Fagus*, ne se révèlent que par leur écho très affaibli (quelques pollens dans une dizaine de spectres) venu des bois montagnards de la région.

A St-Julien de Ratz le pollen de *Tilia* est présent dans tous les spectres mais faiblement, il n'atteint 1% que dans la hêtraie dont il est un des éléments les plus rares. Quant à *Ulmus* il est encore plus discret.

Donc *Ulmus* et *Tilia* sont faiblement diffusés et il est impossible de parler de leur représentation puisqu'ils ne sont pas présents dans le périmètre étudié.

Castanea

Au grand Lemps au pied des arbres le taux est de 38%, en lisière de forêt 27% et sur les 800 m du transect de 8,6% en moyenne.

Le châtaignier a envahi toutes les chênaies collinéennes autour du lac. La pluie pollinique est donc le résultat de tous les flux proches et lointains.

A St Julien de Ratz, tous les spectres contiennent du pollen de châtaignier à un taux moyen de 2,6%. Cet arbre est cultivé sur molasse, quelque centaines de mètres plus bas tout le long du flanc ouest de la montagne du Ratz. Il peut donc s'agir d'un reflet régional.

Donc *Castanea* a ici une forte représentation, une forte diffusion et un fort reflet, ce qui est en accord avec P. GUENET (1986) contrairement à ce qui est généralement admis.

4. Quatrième type de comportement pollinique F. 2f

Salix cinerea

Au Grand lemps (prélèvement n°2 bord nord-est, fig.26.27), la saussaie domine , des taux de 44,8% au pied des saules sont relevés. Sur le reste de la surface de l'étang les taux sont inférieurs à 1%.

Donc *Salix* a une forte représentation et une faible diffusion.

A St-Julien de Ratz (prélèvements n°9, 10, 11, fig.22) l'aunaie domine, les taux de *Salix* (1%) sont écrasés par ceux d'*Alnus* et par ceux de tous les taxons forestiers : *Corylus*, *Fagus, Quercus* situés en position topographique dominante par rapport à l'aunaie.

Buxus sempervirens

Au Grand Lemps, seuls six spectres comportent quelques grains de pollen de buis, sans doute un écho, car sur les sols acides qui entourent l'étang *Buxus* est absent.

A St-Julien de Ratz, au pied des buis (prélèvement n°6, fig.22) sur un promontoire rocheux calcaire, à une centaine de mètres du lac, des taux de 3,9% sont trouvés, alors qu'il n'y a plus que quelques grains dans les autres spectres.

Donc *Buxus* a une faible representation, une faible diffusion et un écho faible à nul. Il n'appartient donc pas au quatrième type pour la représentation.

Sambucus nigra

Sur le ballast de la voie ferrée longeant l'étang du Grand Lemps (prélèvement n°1, fig.26 et 27) une station de sureau prospère, un taux de 38,8% témoigne d'une forte représentation pollinique au pied des arbustes. Aucun autre grain de pollen n'a été trouvé sur le marais.

Donc *Sambucus* a une forte représentation et une diffusion nulle.

Juglans

Sa représentation pollinique inférieure à 1% dans pratiquement tous les spectres des deux sites étudiés correspond à l'écho régional de cet arbre fruitier dont la représentation est forte dans les noyeraies éloignées, de la Basse-Isère. Ce 1% peut représenter un écho pollinique résultant d'un brassage régional.

Cornus sanguinea

Au Grand Lemps, en lisière de forêt au sud-ouest de l'étang (prélèvement n°16, fig.27 et 27), le cornouiller entre dans la constitution de la forêt en quantité non négligeable. Il ne donne que peu de pollen sur place 1,3%, on n'en retrouve pas dans les autres spectres.

A St Julien de Ratz on n'en retrouve que quelques grains dans 4 spectres sur 9 alors qu'il est présent dans la forêt.

Donc *Cornus* a une faible représentation et une diffusion quasi-nulle.

Hedera

Au Grand Lemps (prélèvement n°16, fig.26 et 27) on note une abondance d'*Hedera* avec une représentation pollinique exceptionnelle (21%) mais sa diffusion est nulle.

Corylus

Au Grand Lemps *Corylus* se comporte comme une espèce ubiquiste. Son taux dans les spectres est de 3,3% en moyenne.

A St Julien de Ratz dans l'aunaie bordant le lac au sud-est (prélèvement n°20,fig.22) un taux de 20% est enregistré sous les noisetiers, de 6,6% pour la moyenne des autres spectres. Le déboisement survenu dans l'aunaie a favorisé la floraison de *Corylus* . Il a ici une représentation normale et une diffusion normale. Il échappe donc à toute classification.

Les herbacées sont toutes sous-représentées sauf les Poacées et les spores monolètes. Les Cyperacées sont très nettement sous représentées. Ces faits sont encore plus nettement ressentis au Grand Lemps, milieu ouvert, qu'à St-Julien de Ratz, milieu forestier fermé.

Scirpus semble avoir une représentation sur place plus grande que *Cladium mariscus*. C'est son pollen qui constitue les 13% des Cypéracées du prélèvement n°3 fig 26 et 27 du Grand Lemps et les 11,7% du prélèvement n°6, ainsi que les 9,6% du prélèvement n°10 et les 8,3% du prélèvement n°13.

Ce pollen a une faible dispersion, car en dehors de ces placeaux, les taux de l'ensemble des cyperacées sont faibles.

Les spores de *Thelypteris* ont le même comportement. Elles atteignent des taux de 18% et de 26% au pied même des fougères (prélèvement n°6 et n°22) mais les % deviennent nuls ailleurs, ce qui tend à prouver la présence sur place de ces fougères lorsque, comme c'est fréquemment le cas, elles sont très abondantes dans les spectres anciens.

Les forts pourcentages des Poacées, en particulier dans les prélèvements n°3 et 10, et plus faiblement pour ceux qui les entourent, sont dus en partie au pollen de *Phragmites* bien représenté et dont la dispersion est normale à forte.

Les céréales ont un taux de représentation de 3,1% (prélèvement n°15, fig 26 et 27) au Grand Lemps, à proximité d'un champ de maïs. Elles sont à peine représentées ailleurs par quelques grains de pollen.

Cette sous-représentation généralisée des herbacées dans les spectres pose la question de la valeur du rapport PA/T généralement considéré comme taux de boisement.

Pour ce qui est du paysage végétal en Bas-Dauphiné, un rapport PA/T > 70% correspond à la forêt et 40% à un espace non boisé, ce qui place cette région plus près des paysages de forêts médioeuropéennes belges étudiées par J. HEIM que de ceux des Alpes méridionales ou des régions méditerranéennes : J.-L.de BEAULIEU (Alpes méridionales); M. REILLE (Corse); H. TRIAT-LAVAL (Basse Vallée du Rhône) (fig.28).

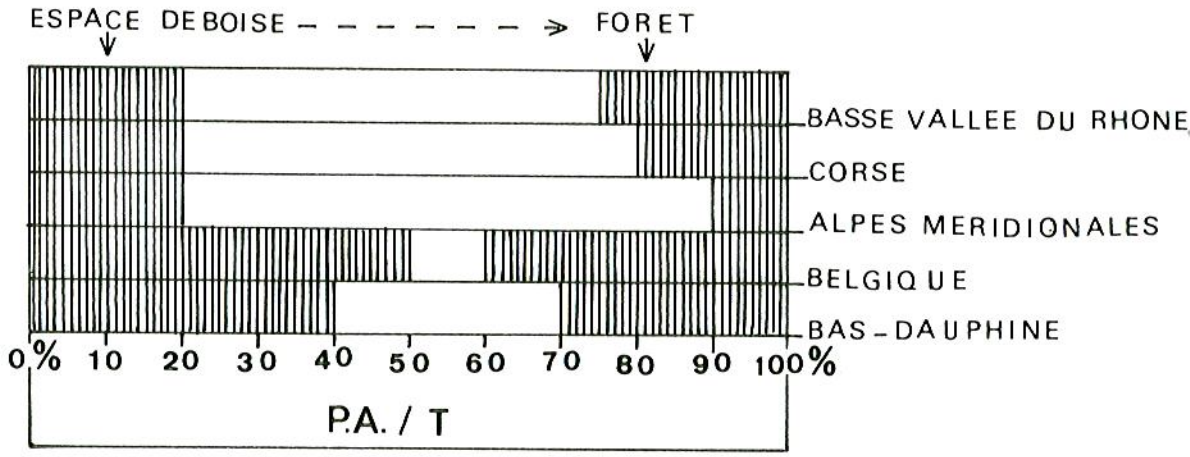


Fig. 28 - Comparaison des rapports PA/T en Bas-Dauphiné et dans les régions limitrophes.

CONCLUSIONS

A quelques exceptions près, les résultats obtenus en Bas- Dauphiné pour la représentation, la diffusion et le reflet pollinique des différents taxons étudiés concordent avec ceux obtenus plus au nord ou plus au sud.

Voici cependant quelques cas particuliers.

- *Acer* est faiblement représenté, diffuse faiblement et a un reflet médiocre, contrairement aux résultats obtenus en Basse Vallée du Rhône par H.TRIAT-LAVAL (1978) qui le considére comme un taxon normalement représenté, qui diffuse normalement et dont le reflet est lui même normal. Cela s'explique sans doute par le fait qu' *Acer monspessulanum* n'occupe pas le même type de biotope, surtout quant au recouvrement de la forêt méditerranéenne, qu'*Acer pseudoplatanus* ou *Acer platanoides* trouvés dans nos chênaies mixtes, et aussi qu'il n'ont pas obligatoirement la même production pollinique.

- *Alnus glutinosa* a une représentation forte en Vercors (H. TRIAT-LAVAL, 1978), il en est de même en Bas-Dauphiné. Dans l'aunaie marécageuse sa diffusion et son reflet sont normaux, ce qui n'est pas le cas dans la Basse-Vallée du Rhône où son reflet est généralement fort.

- *Castanea* est reconnu comme ayant une représentation faible en Corse (M. REILLE, 1975) avec une diffusion et un reflet faibles.Au contraire en Bas-Dauphiné le châtaignier est un fort producteur diffusant son pollen très fortement et ayant un fort reflet. En Dordogne (M. COUTEAUX, 1981) *Castanea* est normalement représenté quand il fait partie d'une futaie ou d'un taillis et son pollen participe à l'apport régional. Ces trois résultats apparemment différents d'une région à l'autre, montrent assez la grande difficulté qu'il y a à classer le comportement pollinique de cette espèce.

- Il est bien évident que le problème posé par la représentation pollinique de *Corylus* est loin d'être résolu. Après les nombreux travaux qui lui ont été consacrés (J. HEIM 1970) et les conclusions auxquelles arrive M.J GAILLARD (1981), il semble que le noisetier soit, plus que toute autre essence, tributaire du caractère plus ou moins fermé de la végétation dans laquelle il croît, pour sa production pollinique et sa dispersion, d'où la variété infinie des cas de figure rencontrés actuellement. Une chose est cependant certaine, de forts pourcentages relatifs observés en Dauphiné comme dans les régions plus septentrionales ne peuvent traduire que sa présence sur place lors de son optimun du Boréal et de l'Atlantique.

Sur le plan général il peut être retenu que la pollenanalyse en milieu palustre donne en premier lieu une image de la végétation strictement locale avec une sous-représentation des herbacées. Vient se superposer à ce premier cortège qu'il est généralement facile d'isoler, un deuxième ensemble essentiellement fourni par les arbres des forêts situées jusqu'à plusieurs centaines de mètres de distance du lieu de fossilisation. Enfin des pollens envahissants, comme ceux du pin ou du chêne constituent un bruit de fond permanent d'interprétation équivoque.

La question se pose du bien fondé de l'utilisation d'analogues locaux pour l'interprétation des spectres anciens. Les analogues locaux paraissent pouvoir être utilisés comme référence pour des périodes allant de l'Atlantique à nos jours, alors qu'ils sont inopérants pour des périodes telles que le Tardiglaciaire où la comparaison avec des situations existant aux hautes latitudes ou aux hautes altitudes sera efficace. Pour le Boréal il n'existe même aucun analogue actuel évident.

La connaissance du comportement pollinique des divers taxons est un guide indispensable à l'interprétation des spectres anciens.

La structure du paysage végétal et sa nature seront déduites de l'origine possible de la pluie pollinique et de ses conditions de transport et de reception.

Cette tâche ne parait pas insurmontable si on considére que les paysages actuels sont les plus complexes ayant jamais existé, l'action humaine les ayant fortement modifiés.

Les formations végétales anciennes n'étant tributaires que de paramètres naturels étaient certainement plus homogènes donc plus faciles à reconstituer. Mais il se peut, au contraire, que les paysages dégradés actuels ne laissent pas imaginer la richesse en biotopes naturels ayant pu s'exprimer sans entrave dans les situations du passé. L'étude de chaque cas régional est donc une impérieuse nécessité.

DEUXIEME PARTIE

La manière classique de présenter les résultats d'analyses polliniques consiste en une description, site par site et diagramme par diagramme des zones polliniques locales qui s'y individualisent, puis à l'établissement de correlations qui tiennent compte des similitudes entre zones polliniques et des informations chronologiques fournies par le C^{14}, pouvant éventuellement, justifier des diachronismes entre des zones polliniques apparemment semblables et enfin en une description synthétique de l'histoire de la végétation.

Le détail de la première partie de cette démarche analytique indispensable, mais nécessitant de longues descriptions répétitives n'est pas présentée ici, mais seulement résumée dans le tableau synthétique 3. (**HORS-TEXTE**)

L'étude comparée des zones polliniques intervient comme un commentaire de ce tableau, le lecteur possedant ainsi tous les éléments pour apprécier le bien fondé des interprétations proposées par l'auteur.

I.CORRELATION ENTRE LES ZONES POLLINIQUES LOCALES DES DIAGRAMMES D'UN MEME SITE

Selon la définition généralement admise par les palynologues actuels, s'appuyant sur celle donnée par H.J.B. BIRK (1974), une zone pollinique locale est une portion de diagramme qui s'individualise "visuellement" en raison de son originalité par rapport à ses voisines, soit parce qu'elle montre un nouvel équilibre des courbes de plusieurs taxons, soit parce qu'elle fixe le moment où les courbes de plusieurs taxons varient.Pour S. Th. ANDERSEN (1961) toute zone pollinique a valeur de biozone sans autre précision, pour E. J. CUSHING (1964 et 1967) elle est plus précisément un assemblage pollinique à valeur locale ou régionale . Pour C. JANSSEN (1970) le rôle de l'interprétation écologique va plus loin, deux zonations différentes s'imposent, l'une locale prenant en compte les seules variations des taxons strictement inféodés au milieu de dépôt, l'autre régionale. Elle peut être déterminée d'une manière empirique comme cela a été notre cas ou bien par des méthodes statistiques (H.J.B. BIRKS, 1974; H.J.B. BIRKS et B.E. BERGLUND, 1979; H.J.B. BIRKS et A.D. GORDON, 1985; J.-L. de BEAULIEU et C. GOEURY, 1987; C. GOEURY, 1988) ce qui présente l'avantage d'un maximum d'objectivité. En règle générale les deux approches aboutissement à des résultats très voisins.

Toute zonation ne doit faire intervenir aucun critère d'ordre botanique climatique, chronologique, ou sédimentologique, selon nous.

Il paraît utile, afin de mettre en lumière les problèmes qui se posent localement, de comparer d'abord les différents diagrammes d'un même site, pour en faire ressortir les points communs et les particularités susceptibles d'expliquer ultérieurement l'histoire locale de la végétation.

Si Loras et le Grand Ratz n'ont fourni qu'un seul diagramme chacun, les autres sites ont fait l'objet de deux diagrammes pour Hières sur Amby, St Hilaire de Rosier et St Sixte et de quatre diagrammes pour le Grand Lemps. Seuls ces quatre derniers sites seront donc envisagés ci-dessous.

HIERES SUR AMBY H/A1 (D1) H/A'1 (D2)

Pour ce site, comme pour tous ceux ayant fait l'objet de plusieurs diagrammes, les assemblages polliniques sont corrélés entre eux et groupés en phases. Les particularités sont discutées.

H/A1(D1) ET H/A'1(D2) : PHASE A HERBACEES ET *JUNIPERUS* PLUS *BETULA*, identiques dans les deux sondages.

Les herbacées (75% et 85% maximum) comprennent 35% de poacées et 10 et 25% d'*Artemisia*, le reste est composé d'héliophytes et de Chénopodiacées.

Les PA regroupent *Juniperus* (5 et 2%) et *Betula* (5 et 2%)

H/A2(D1) ET H/A'2(D2) : PHASE A *BETULA* PLUS *SALIX*.

Betula atteint des % maxima de 45% en (D1) et de 65% en (D2) et le *Salix* de quelques % dans les deux diagrammes.

H/A3 a,b,c,.(D1) ET H/A'3(D2) : PHASE A *PINUS* SUIVIE D'UNE REGRESSION DES PA.

Les maxima de *Pinus* atteignent 70% en (D1) H/A3 a et b, 90% en (D2). La phase de régression des PA qui suit (H/A3c) est insignifiante dans les deux cas, ce qui justifie la nouvelle zonation adoptée en (D2) par rapport à (D1).

H/A4 H/A5 (D1) H/A'4 (D2) : PHASE A *BETULA* PUIS *PINUS* ET PREMIERES MESOTHERMOPHILES.

H/A5 n'a pas d'équivalent direct en (D2) qui ne tient que sur un seul spectre.

Les assemblages polliniques en H/A4 et H/A'4 débutent tous deux par des taux de *Betula* légérement supérieurs à 30% accompagnés de quelques % de *Salix*.

Pinus vient ensuite avec 75% en (D1) et 45% en (D2), accompagné de *Filipendula* (1 à 2%). Les mésothermophiles représentées par *Quercus* et *Corylus* apparaissent, *Ulmus* suit avec un peu de retard, sensible uniquement en (D2).

H/A6 a, b,(D1) H/A'6 ET H/A'7 (D2) : PHASE A *CORYLUS* ET MESOTHERMOPHILES.

Cette phase est précédée en (D2) par la zone H/A'5 absente en (D1) marquée par la montée progressive de *Corylus* qui passe de 20 à 70%, la persistance de *Pinus* (20%), la chute de *Betula* et la mise en place des courbes continues d'*Ulmus* (15%) et de *Quercus* (10%).

H/A'5 est encore caractérisée par l'ultime partie de la courbe d'*Artemisia* et la présence de *Filipendula* et des spores monolètes avec quelques %.

La portion de sédiment concernée , 77 cm de craie à coquilles avec passages tourbeux, est absente en (D1) ou alors si peu développée qu'elle a échappé à l'analyse. Une lacune sédimentaire est probable entre 1090 et 1100 cm en (D1) où les taux de *Corylus* passent brutalement de quelques % à 80%

La phase de plénitude de *Corylus* est marquée dans les deux diagrammes par des taux de 80% en début de zone, ils fléchissent ensuite à 40% alors que *Quercus* passe à 25% et que de nombreuses mésothermophiles sont notées : *Ulmus* (15%), *Tilia* (5%), *Fraxinus* (5%), *Hedera, Viscum, Acer*, *Rhamnus* et *Quercus ilex*.

H/A7 a, b, c, (D1) H/A'8 (D2) : PHASE DE L'OPTIMUM DE LA CHENAIE AVEC PRESENCE CONTINUE D'*ABIES*.

Quercus, dans les deux diagrammes, est à son niveau le plus élevé (40%), *Fraxinus* autour de 20%, *Corylus* baisse encore de 20 à 30%, les autres mésothermophiles, déjà présentes à la phase précédente, restent stables.

Sur (D1) *Fagus* arrive en même temps qu'*Abies* et *Taxus*, ce dernier, avec des taux élevés (20%), caractérise la zone, H/A7a. H/A7b présente la particularité d'avoir des taux élevés d'*Alnus* (20%).

Sur (D2) *Abies* et *Taxus* avec des taux assez faibles (2%) sont présents en début de phase. *Fagus* apparaît plus tard.

Les différences observées dans les fréquences de *Taxus* et *Alnus* entre (D1) et (D2) ne peuvent s'expliquer que par des phénomènes de sédimentation différentielle et de dispersion à faible distance dont les paramètres nous échappent.

H/A8 (D1) H/A'9 (D2) : PHASE A *FAGUS*

Abies, en courbe irrégulière présente des taux plus importants qu'à la phase précédente (10 à 15%)

Fagus (15%) en (D1) est plus discret en (D2), (2%), mais il est ici accompagné d'une forte poussée de *Taxus* (30%).

H/A8 est, d'autre part, caractérisé par la régression des taux d'*Acer*, *Ulmus* et *Tilia* en cours de zone, alors que ces trois taxons voient leurs taux diminuer brutalement à la

fin de H/A'9. Il en découle qu'un hiatus affecte la base de H/A8, dont l'homologue est H/A'9, et le sommet de H/A'9, dont l'homologue est H/A8.

Seuls d'autres sondages, au centre du lac, moins perturbés par l'action humaine permettront de confirmer ou d'infirmer cette interprétation. Le milieu étudié n'est pas, en effet, bon conservateur.

La présence possible de landnams affecte les courbes de *Corylus*, *Abies* et *Taxus*. L'atterrissement des berges du lac est attesté par les taux des Cypéracées, notament *Cladium* et des Poacées. Le passage de la sédimentation crayeuse à la tourbe,(360 cm en D1, 400 cm en D2), se traduit par un hiatus de sédimentation contemporain du début de la progradation des berges du lac.

H/A9 (D1) H/A'10 (D2) : PHASES DES PREMIERES DEFORESTATIONS.

Dans les deux cas, les courbes de la plupart des taxons mésothermophiles s'arrêtent sauf pour *Corylus, Quercus, Alnus*. Celles d'*Abies* et de *Fagus* sont affectées en (D1), *Taxus* disparait en (D1) et (D2), *Fagus* n'est plus représenté en (D2).

Les P.N.A. (85%) regroupent les spores de fougères et les pollens d'hygrophytes (Cypéracées surtout), en milieu de phase apparaissent les céréales. Une lacune sédimentaire n'est pas à exclure dans la tourbe à bois, où une passée de troncs à 240 cm a pu perturber le sédiment (?).

H/A10 (D1) H/A'11 (D2) : PHASES DE REFORESTATION Les deux diagrammes indiquent une forte récurrence des PA (60%) qui intéresse *Quercus, Alnus, Corylus, Fagus, Abies* et *Pinus* au détriment des Cyperacées et des fougères essentiellement.

Les courbes des Poacées et des céréales restent stationnaires. *Picea*, *Castanea* et *Juglans* voient leurs taux augmenter.

H/A11 (D1) H/A'12 (D2) : PHASE DES DERNIERES DEFORESTATIONS.

Elles sont visibles dans les deux sondages, les P.N.A. atteignent des taux de 95% alors que les taxons arboréens sont tous affectés. Les Cyperacées, les fougères, les Poacées et les céréales sont les mieux représentées. Les Urticacées, *Plantago lanceolata* et quelques pollens de Rosacées et de *Mercurialis* sont présents.

CONCLUSION

Si l'apport pollinique est relativement homogène pour les deux sondages jusqu'au niveau de la phase à chênaie dominante, à partir de là, les courbes de *Fagus*, *Abies* et *Taxus* présentent des distortions d'un diagramme à l'autre. Elles sont, sans doute, dues à la position plus ou moins centrale du lieu de prélèvement dans le lac, D2 plus excentré que D1. L'écho de la hêtraie-sapinière régionale semble mieux se faire sentir au centre du lac qu'à la périphérie où la végétation hygrophile peut gêner le dépôt du pollen .

B. GRAND LEMPS

Ce site a fait l'objet de quatre diagrammes

(D4) sondage A titré GL I
(D5) sondage 9 titré GL II
(D6) sondage 10 titré GL III
(D7) sondage 11 titré GL IV

Les sondages A et 11 ont atteint les argiles, les deux autres, 9 et 10, sont restés dans la craie à coquilles.

I GL1 (D4) IV GL1 (D7) : PHASE A HERBACEES ET *JUNIPERUS* PLUS *BETULA*.

Cette phase ainsi que les trois phases suivantes ne sont présentes que dans les deux sondages ayant atteint les argiles, GL1 est caractérisée par des taux élevés d'herbacées : 90% dont 40% de Poacées, 25% d'*Artemisia* et des taux voisins de 5% d'héliophytes et de steppiques.

Les PA sont constitués de 10% de *Pinus*, 5% de *Juniperus* et 5% de *Betula*

I GL2 (D4) IV GL2 (D7) : PHASE A *JUNIPERUS*

L'optimum de *Juniperus* est de 15% en (D4) et de 20% en (D7). Les herbacées marquent une légére décrue autour de 65%

I GL3 (D4) IV GL3 (D7) : PHASE A *BETULA*

Le maximum du bouleau oscille autour de 45% accompagné de *Salix* (5%), et de la chute importante du taux des herbacées (45%).

I GL4, I GL5, I GL6 (D4) IV GL4 (D7) : PHASE DE REGRESSION DES PA ET PHASE A *PINUS*

En I GL6 et IV GL4, *Pinus* atteint prés de 70%, *Betula* régresse autour de 15%. Les héliophytes et les steppiques ne sont plus présentes sauf *Artemisia* (2 à 3%), les Cyperacées et les Poacées (5%), *Filipendula* apparait en courbe continue autour de 2%

Les zones I GL4 et I GL5 de (D4) sont absentes en (D7) où le maximum du bouleau, qui ne tient que sur un seul spectre, n'est pas suivi d'une régression progressive comme en (D4).

I GL7 (D4) IV GL6 (D7) : PHASE A *PINUS* ET PREMIERES MESOTHERMOPHILES.

En (D4) cette phase vient aprés un hiatus qui affecte à la fois la régression des PA précédant le deuxième maximum du bouleau et ce deuxième optimum lui-même, deux évènements présents en (D7) notés en IV GL5 et à la base de IV GL6. Cette lacune se place au contact entre la craie à coquilles et la tourbe qui la surmonte en (D4).

LA ZONE IV GL5 (D7) livre une belle phase de régression des PA (55%) entre deux optima du bouleau, qui n'affectent que trés peu les taux de *Pinus* (40%) avec récurrence des Poacées (20%), d'*Artemisia* (15%) de *Filipendula*, des ombellifères, de *Rumex* et des Chénopodiacées (2 à 3%). *Juniperus*, Hippophae et *Ephedra* sont présents sous forme de quelques grains. Cette zone s'inscrit dans de la gyttja calcaire dont le sommet s'enrichit en Diatomées

III GL1 III GL2 (D6) IV GL8 (D7) : PHASE A *CORYLUS*

La montée brutale de *Corylus* (70%), *Ulmus* (20%), *Quercus* (15%), *Tilia* (quelques % seulement) est absente en (D5) car le sondage n'est pas descendu assez bas. En I GL8 (D4) *Tilia* atteint des pourcentages jamais enregistrés ailleurs, c'est une zone singulière, elle doit être corrélée avec la phase à optimum de la chênaie. (D4) situé plus au bord, révèle donc la présence sur place de la tiliaie.

II GL1 IIGL2 (D5) ET III GL3 (D6) : PHASE A *QUERCUS* PLUS MESOTHERMOPHILES ET *ABIES*.

Bien que *Corylus* domine encore avec (30%), *Quercus*, avec 20%, est à son apogée avec *Ulmus* (15%) et *Fraxinus* (15%), *Tilia*, à 5% seulement, n'atteint jamais les taux enregistrés en (D4).

Le diagramme (D7) s'arrête à la phase précédente.

C'est également au cours de cette phase que les courbes continues (autour de quelques %) débutent pour *Abies, Pinus, Quercus ilex, Alnus, Hedera, Acer. Fagus* est déjà présent avec quelques grains.

II GL3 (D5) III GL4 (D6) : PHASE A *ABIES*

Alors que les taxons de la phase précédente fléchissent presque tous, *Abies* passe à 15%, *Fagus* à 10% et *Taxus* atteint son maximum (8%).

Cette zone est absente en (D4) ainsi que la phase à *Fagus* qui suit. Tout se passe comme si une contraction sévére du sédiment, entrainait une rétraction de la phase à chênaie mixte réduite à la tiliaie en I GL8, et à la disparition des phases à *Abies* et *Fagus*.

II GL4 (D5) III GL5 (D6) : PHASE A *ABIES* ET *FAGUS*

Les taux de *Taxus* régressent totalement, ceux d'*Abies* atteignent 50% et ceux de *Fagus* 35 à 40%.

II GL5 (D5) III GL6 (D6) : PHASE DES PREMIERES DEFORESTATIONS ANTHROPIQUES.

Cette phase est marquée par la régression des taxons arboréens dans leur ensemble. En (D6) on note la courbe continue des céréales qui n'apparait pas en (D5).

I GL9 (D4) II GL6 (D5) III GL7 (D6) : PHASE DE LA DEUXIEME DEFORESTATION ANTHROPIQUE.

Le recul des PA est encore plus sévère qu'à la phase précédente. Les P.N.A. marquent un maximum à 70% en (D6) et 60% en (D5). L'assèchement progressif du lac est attesté par les pourcentages d'*Alnus* qui vont de 35% en (D4) à 15% en (D5) et (D6).

La callune marque un pic à plus de 20% en (D5) et (D6).

Ceci montre que les assemblages polliniques sont semblables pour les deux sondages trés voisins du centre du marais, alors qu'au bord, l'aunaie est dominante au centre, la callune s'installe dans le sphagnetum, dont la présence est prouvée par de nombreuses spores.

L'absence des céréales en (D4) peut être expliquée par le rideau constitué par l'aunaie plus dense que celui constitué par la callunaie.

I GL10 (D4) II GL7 (D5) II GL8 (D5) III GL8 (D6)IIIGL9(D6) : PHASES DE LA RECURRENCE DE LA CHENAIE

La récurrence est marquée partout par les forts pourcentages de *Quercus* (25%) secondairement de *Betula* (15%).

Castanea, *Juglans*, *Carpinus* et *Picea* sont présents en courbes continues.

I GL11 (D4) II GL9 (D5) : PHASE DU MAXIMUM DE *JUGLANS* (10%) EN (D5)
II GL10 (D5) : PHASE A *CASTANEA* ET *POPULUS* (10%)

Les herbacées les mieux représentées sont les Poacées (10%), puis les céréales, viennent aprés les hygrophiles telles que *Typha* et les Cypéracées en courbes continues autour de 5%, puis les nitrophiles : Urticacées, *Rumex*, *Humulus* et *Plantago lanceolata*.

CONCLUSION

Notons quelques particularités révélées par l'ensemble des deux sondages D4 et D5 : en A, près du bord ouest du lac le diagramme D4 comprend deux lacunes importantes. La plus ancienne affecte la charnière Tardiglaciaire-Postglaciaire (contact craie-tourbe). La plus récente, dans une tourbe très humifiée et compacte, fait suite à la contraction sévère de la phase de la chênaie, qui se trouve représentée par une tiliaie en I GL8, alors que les phases à *Abies* et à *Fagus* disparaissent.

Les trois autres sondages, au centre du marais, D5 D6 D7 se complètent sans hiatus évident, depuis le début du Tardiglaciaire jusqu'à l'époque moderne, bien que la régression des PA notée en I GL4 (D4) n'apparaisse pas entre IV GL3 et IV GL4 en D7

C. SAINT SIXTE

Les deux diagrammes (D8) et (D9) retracent les phases du Postglaciaire récent, livrées par des sédiments tourbeux.

Le plus profond (D8) 8,50 m, débute par une phase à *Abies* tronquée et se termine à l'actuel dans le radeau à sphaignes de surface.

Le moins profond (D9) 3,45 m, est uniquement contemporain de l'action anthropique.

- Base du diagramme (D8)

SS1 a, SS1 b : PHASE A *ABIES*

Abies avec 25% en moyenne présente des maxima à 40% et domine
- *Quercus, Corylus, Ulmus* à 15% chacun
- *Tilia, Fraxinus, Taxus, Acer* à 10% chacun
- *Alnus, Fagus, Hedera* à quelques %

SS2 a, progression de *Fagus* à 35% de moyenne et d'*Alnus* à 15%.

SS2 b, SS2 RAD arrivée de *Picea* et *Castanea* en début de zone et en fin de zone, arrêt des courbes continues de *Tilia*, *Ulmus* et *Fraxinus*.

- Zones communes à (D8) et (D9)

SS3 a ET b RAD (D8), SS'1 a ET b (D9) : le maximum de *Fagus* (45%) est précédé du maximum d'*Abies* (40%) : SS3 a (D8), SS'1 a (D9).

En (D9) les courbes de *Fraxinus* et *Ulmus* se continuent plus longuement, probablement en rapport avec la situation du sondage, (D9) étant plus prés du bord.

SS3 c RAD (D8) SS'1 c (D9) : PHASES DES PREMIERES DEFORESTATIONS

Chute des pourcentages de *Fagus* qui profite à *Abies* et arrivée des premières céréales. Les P.N.A. passent de 5% à 60% en fin de zone.

SS4 RAD (D8) SS'2 a (D9) : maintien des herbacées autour de 60% dont la composition tend à diminuer en fougères et à s'enrichir en Poacées (15%), céréales (8%), nitrophiles (*Rumex, Humulus*, Urticacées *Plantago lanceolata*) et hygrophiles (*Typha, Nuphar, Myriophyllum*)

Les PA dont *Quercus* avec 10% est le mieux représenté, comprennent *Alnus, Corylus, Abies* et *Fagus* (5 à 8% de moyenne) et *Acer, Picea, Carpinus* et *Juglans* avec (2 à 5% de moyenne)

SS'2 b (D9) : PHASE DE DEFORESTATION MAXIMALE

Les P.N.A. atteignent (75%) avec les Poacées (20%) et un pic de céréales à plus de 10%, tous les autres taxons herbacés précédents voient leurs % augmenter, alors que tous les PA régressent.

La phase ultime, au sommet des deux diagrammes est caractérisée par la récurrence de plusieurs taxons arboréens succésivement.

En SS'2 c (D9) c'est *Populus* (15%) qui est le mieux représenté. Les spores monolètes atteignent leurs % les plus élevés (50%).

En SS'2 d (D9) c'est *Acer* (20%) qui domine. *Juniperus* revient en courbe continue avec quelques %.

En SS'2 e (D9) c'est *Quercus* (15%) avec *Juglans* (10%) qui caractérisent la zone.

En SS5 RAD (D8) c'est *Castanea*, près de 15%, avec *Quercus* (20%) qui constituent l'originalité de l'assemblage pollinique de cette zone livrée par le radeau à sphaignes.

CONCLUSION

Il faut préciser que tout l'intêret de ce site est de permettre une approche minutieuse des différentes phases de l'action anthropique. La collecte des sédiments profonds accessibles seulement au centre du lac, sous plusieurs mètres d'eau, aurait nécessité, un matériel adapté qui nous manqué encore.

Cette exploration reste un but pour une prochaine recherche.

D. SAINT JULIEN DE RATZ

Deux diagrammes (D10) intitulé JR et (D11) intitulé JR' et JR" (pour la partie la plus profonde qui a été analysée deux fois pour préciser la phase à bouleau qui manquait en JR') ont été réalisés à partir de deux sondages effectués sur la bordure est du lac de St julien de Ratz.

- PHASE A HERBACEES ET *JUNIPERUS* PLUS *BETULA*

Elle n'est présente qu'en (D10) JR1 elle comprend 80% de P.N.A. essentiellement des Poacées, des armoises, des steppiques et des héliophytes, et 20% de PA *Juniperus, Betula* et *Salix*.

- PHASE A *JUNIPERUS*

En (D10) JR2 le maximum de *Juniperus* se fait pleinement (45%), les herbacées, *Artemisia* en particulier, subissent une décroissance progressive à 40%.

En (D11) JR"1 l'optimum de *Juniperus* (50%) est tronqué , (un seul spectre en début de diagramme), la chute des herbacées est donc absente.

- PHASE A *BETULA*

Elle est présente dans les deux diagrammes (D10) JR3 (D11) JR"2 JR"3

Betula atteint plus de 50% alors que *Juniperus* régresse considérablement autour de quelques %.

Salix avec prés de 10% et *Hippophae* (quelques %) constituent l'essentiel des PA autres que *Betula*.

Les herbacées sont au plus bas, autour de 20%, elles marquent une légère récurrence en (D10) JR4, zone absente dans les autres diagrammes.

- PHASE A *PINUS*

(D1O) JR5 (D11) JR'6 JR"4 *Pinus* domine massivement avec des taux de 65%, tous les autres taxons arboréens ou herbacés régressent.

- PHASE DE REGRESSION DES PA

(D10) JR6 (D11) JR'7 JR"5 *Pinus* et *Betula* régressent au profit essentiellement des Poacées et des armoises (P.N.A. 40%).

- PHASE A *BETULA* PUIS *PINUS* ET PREMIERES MESOTHERMOPHILES

(D10) JR7 a et (D11) JR'8 a : phase à *Betula*

(D10) JR7 b et (D11) JR'8 b : phase à *Pinus* et apparition de *Quercus* et *Corylus* sous forme de quelques grains.

Il faut mentionner le rôle non négligeable joué par *Filipendula* dans les deux diagrammes, au cours des deux phases à *Pinus*. Elle est accompagnée des Renonculacées, Rosacées, Ombellifères et *Rumex* en courbes continues autour de quelques %.

Leur régression intervient au moment où *Corylus* envahit les spectres, même si *Pinus* résiste encore un peu.

- PHASE A *CORYLUS* ET A *CORYLUS-QUERCUS*

Le sédiment concerné est de la vase organique précédant la tourbe.

(D10) JR8 a (D11) JR'9 a : *Corylus* atteint brutalement des taux de 70%

(D10) JR8 b,c (D11) JR'9 b,c : Les taux de *Corylus* descendent à 60% puis 40% pendant que ceux des mésothermophiles progressent.

Ulmus et *Quercus* (15%), *Tilia* (5%), *Acer* et *Hedera* (quelques %). En fin de phase *Ulmus* est à son optimum (30%).

- PHASE A *ABIES*

(D10) JR9 a,b (D11) JR'10

Les taux d'*Abies* franchissent rapidement les 35% de moyenne et se maintiennent à des maxima de 50% tout au long de la zone , au détriment de *Corylus*.

Taxus, Alnus et particulièrement *Fraxinus* accompagnent *Abies*.

Le sommet de la phase à *Abies* en JR9 b et JR'10 semble tronqué, un hiatus d'ampleur différente d'un diagramme à l'autre n'est pas à exclure, si on considère le croisement soudain des courbes d'*Abies* et de *Fagus* en ce point et leur chronologie : décalage de plus de 2000 ans pour la fin de la phase à *Abies*.

- PHASE A *FAGUS*

(D10) JR10 (D11) JR'11

Les taux de *Fagus* (40%) dominent nettement ceux d'*Abies* (15%), *Alnus* marque ici son optimum (20%), pendant que les courbes des mésothermophiles se terminent, sauf celles de *Quercus* et de *Corylus*.

Taxus décline également, alors que les premièrs grains de *Picea* apparaissent.

La phase à *Fagus*, comme la phase à *Abies* s'achève brusquement. Cet accident est contemporain d'une passée sableuse dans la tourbe au sommet de JR10, sans doute la marque d'un hiatus de sédimentation.

- PHASE D'ANTHROPISATION

Dans les deux diagrammes on retrouve une phase de déforestation majeure en (D10) JR11 a et (D11) JR'12, suivie d'une légère récurrence de *Corylus* en (D10) JR11 b et (D11) JR'13, suivie elle même d'une ultime déforestation en (D10) JR11 c et (D11) JR'14.

La présence des céréales, des plantes rudérales, et des arbres tels que *Picea, Carpinus, Castanea, Juglans*, immédiatement très sensible aprés la chute de *Fagus* s'explique, sans doute, par la lacune sédimentaire déjà signalée.

CONCLUSION

Bien qu'il existe une similitude entre les deux diagrammes de St Julien de Ratz, en particulier en ce qui concerne le moment où interviennent les lacunes stratigraphiques, il est à remarquer que la position de l'une d'entre elle varie d'un lieu de sondage à l'autre, pourtant seulement éloignés de quelques mètres.

Cette différence peut expliquer ces modifications.

E. SAINT HILAIRE DU ROSIER

Deux diagrammes (D13) et (D14) retracent les premières phases du Tardiglaciaire et la phase d'anthropisation. Une lacune stratigraphique de grande amplitude fait disparaître toutes les zones intermédiaires.

Le contact anormal entre craie et tourbe à 1,30 m, donne des spectres dont l'interprétation reste aléatoire.

(D13) plus profond que (D14) permet d'atteindre une phase à herbacées qui s'inscrit dans de l'argile à galets.

SH1 a (D13) : PHASE A HERBACEES caractérisée par de forts taux de Poacées (25%), d'armoise (20%), d'hélianthème (10%), autres héliophytes et steppiques (20%) et hygrophiles avec *Myriophyllum* jusqu'à 15%.

Les PA regroupent 5% de *Betula* et quelques % de *Juniperus*.

SH1 b (D13) : PHASE A HERBACEES ET *JUNIPERUS* PLUS *BETULA*.

Juniperus passe à 8% *Betula* ne varie pas

SH2 b SH2 a (D13) et SH'1 b SH'1 a (D14) : PHASE A *JUNIPERUS*

Juniperus autour de 15%, ne domine pas *Betula* (15 à 20%) qui croît avec lui, à noter la présence de *Salix* en courbe discontinue d'*Hippophae* et d'*Ephedra*.

Les P.N.A. (80% à la phase précédente) tombent ici à 60%; sans que les taxons herbacés déjà présents disparaissent, ils sont tous affectés par une baisse de leurs taux.

Le phénomène est moins net en (D14) où la poussée de *Juniperus* est assez discrète.

SH3 a (D13) et SH'2 a (D14) : PHASE A *BETULA*

Les taux de *Betula* (30%) en moyenne avec des maxima à 40%, dominent nettement ceux de *Juniperus* en particulier en (D14).

SH3 b (D13) et SH'2 b (D14) : contact anormal entre craie et tourbe qui concerne 5 cm de sédiment perturbé.

Alors que *Pinus* à 75% en (D13) et 50% en (D14) marque un pic important, les mésothermophiles *Quercus* et *Corylus* apparaissent.

Les % des Cyperacées, plus de 30%, attestent de l'assèchement du marais, donc de l'arrêt de la sédimentation lacustre. La chute brusque des courbes des steppiques et des héliophytes conforte l'hypothèse d'un hiatus de sédimentation.

- En (D13) LA ZONE SH4, où quelques spectres livrent des pollens de *Fagus* et *Abies*, est sans doute, une phase à chênaie très défigurée, qui n'existe pas en (D14).

- La phase d'anthropisation est marquée par une phase de déforestation maximale (75% de P.N.A.) SH5 a (D13) OU SH'3 a (D14) encadrée par deux zones où les taux des PA s'équilibrent autour de 5O%.

Celle qui précède SH5 a (D13) OU SH'3 a (D14) est une dégradation de la forêt avec apparition des céréales, de *Juglans*, de *Castanea* et de *Carpinus*.

Celle qui suit SH5 c (D13) OU SH'3 c (D14) estune récurrence de la chênaie qui atteint 3O% de *Quercus*.

Enfin les zones SH5 d (D13 ET SH3 d (D14) avec plus de 2O% de *Juglans* et jusqu'à 1O% de céréales traduisent une anthropisation très forte reflétant le paysage actuel, la région est massivement consacrée à la culture du noyer.

CONCLUSION

Le contact anormal entre craie et tourbe à 1,3O m accuse la grande ressemblance des deux diagrammes. Il est évident que le remplissage a été interrompu par une phase érosive intense qui a marqué la fin de la sédimentation lacustre.

Une lacune stratigraphique importante qui va du Bölling au Subatlantique se manifeste dans les diagrammes polliniques entre craie et tourbe à 1,30 m de profondeur. Il est possible que le lac se soit vidé dans le lit de l'Isère et que les arrivées d'eau qui existent encore actuellement n'aient permis qu'une sédimentation de type tourbeux à partir du Subatlantique où le marias été refermé par un colluvionnement lié à l'action anthropique.

II. ETUDE COMPAREE DES ZONES POLLINIQUES LOCALES DES DIAGRAMMES DES FREQUENCES RELATIVES

Dans la mesure où les études comparatives des différents diagrammes provenant d'un même site ont fait la part des hiatus stationnels et mis en place les premiers éléments d'une biostratigraphie continue pour le Tardiglaciaire et l'Holocène, il n'est pas nécessaire de fournir ici une analyse complète des différentes zones polliniques de tous les autres diagrammes.

Le tableau 3 présente une synthèse biostratigraphique régionale qui en privilégiant l'hypothèse d'une dynamique unique des grands groupements végétaux de la région, met en corrélation toutes les zones locales des différents sites . Sur ce travail d'analyse non exprimé, il fonde une zonation pollinique régionale qui est seule discutée d'abord.

Naturellement, cette mise en corrélation pose des problèmes d'ordre chronostratigraphique

Ces derniers seront discutés ultérieurement avec la prise en compte des dates ^{14}C. Il est donc évident que le bien fondé de la place des dates dans le tableau ne pourra être établi qu'à postèriori au terme de la lecture de ce dernier chapitre.

A. LE TARDIGLACIAIRE

1. Phase à *Pinus* dominant

(D12) GR1 (62O cm à 43O cm)

Les taux de *Pinus* (40%) sont dus à un effet d'apport lointain bien connu dans l'analyse d'argiles tardiglaciaires pauvres en pollens.

Pratiquement seul présent, le pollen de pin a des fréquences relatives exagérément élevées. A part les Poacées (25%) et les Cyperacées (10%) les herbacées sont rares : *Artemisia*, Chénopodiacées, Cichorioidées (moins de 5%) *Ephedra distachia* type et *Ephedra fragilis* type (quelques %).

En fin de zone les taux des herbacées augmentent considérablement alors que ceux de *Pinus* s'effondrent.

Cette zone qui ne peut être corrélée avec aucune autre, dans les diagrammes proposés, est importante car elle montre que la sédimentation dans les lacs périglaciaires en Bas-Dauphiné a débuté bien avant la colonisation du sol par les herbacées, donc que le retrait du glacier s'est fait très précocément et que l'arrivée des herbacées a été très progressive.

2. Phase à herbacées dominantes

(D3) LO1 (6OO cm à 54O cm) argile bleu-gris
(D13) SH1 a (382 cm à 32O cm) craie à passées organiques

Les Poacées (30%), les héliophiles : *Artemisia* (20 à 25%) *Helianthemum* (10%), Caryophyllacées, Chénopodiacées et *Thalictrum* (de 5% à 10%), *Matthiola*, *Gypsophila* et *Saxifraga oppositifolia*, (quelques %) constituent l'essentiel des pollens non arboréens.

L'écho des PA (15% seulement), est dû à *Pinus, Betula, Salix*, et *Juniperus* en SH1 a et seulement à *Betula* en LO1. D'autre part le pic de *Myriophyllum spicatum* et l'arrivée plus précoce de *Rumex* en SH1 a sont dus à la situation privilègiée de St Hiliaire du Rosier (meilleure exposition, plus basse altitude par rapport à Loras. La présence de mollusques bivalves comme *Pisidium nitidum* et *Pisidium subtruncatum*, espèces pionnières du Tardiglaciaire dans la craie en SH1a, confirme un réchauffement des eaux peu profondes du marais : (J. MOUTHON, 1987) mais qui ne dure pas si on tient compte de la régression rapide de ce peuplement.

Comme à Loras, cette zone est, par ailleurs, d'une grande monotonie et ne permet pas de définir des sous-zones (Zone à *Artemisia* et *Saxifraga oppositifolia* ; Zone à *Artemisia* et Chénopodiacées) qui traduiraient comme dans les sites du Moyen Pays Roman (M.J. GAILLARD, 1981), une dynamique du couvert végétal.

3. Phase à herbacées et à *Juniperus* + *Betula*

(D1) H/A1 (1250 cm à 1200 cm) argile
(D2) H/A'1 (1180 cm à 1161 cm) argile
(D3) LO2 (540 cm à 475 cm) argile
(D4) I GL1 (1090 cm à 870 cm) argile
(D7) IV GL1 (1560 cm à 1516 cm) argile puis gyttja argileuse
(D10) JR1 (1090 cm à 1045 cm) argile
(D12) GR2 (430 cm à 348 cm) argile
(D13) SH1b (320 cm à 390 cm) craie à coquilles

Ces zones s'incrivent dans des argiles plus ou moins organiques à Hières sur Amby, Loras, le Grand Lemps, St Julien de Ratz et le Grand Ratz.

A St Hiliaire du Rosier la zone débute par une passée organique (320 cm à 310 cm) et se poursuit dans la craie à coquilles.

Les Poacées dominent (30 à 40%) dans tous les sites, *Artemisia* est abondante (25%) en moyenne avec des valeurs limites à (15%) H/A'1, et (60%) en fin de zone IGL1.

Les héliophiles comme *Helianthemum* (10%) et les Chénopodiacées (5%), sont toujours bien représentées.

Les autres herbacées : *Thalictrum*, Rubiacées, Crucifères, Cichorioidées déclinent légèrement avec quelques % en courbe continue. Les Caryophyllacées, Rosacées, Renonculacées et *Selaginella* avec *Botrychium* sont représentées par quelques grains, mais de manière assez constante dans les spectres.

Les Cypéracées en fréquences non négligeables (5% dans la plupart des sites, et jusqu'à 15% au Grand Ratz) ne semblent pas être liées au milieu humide uniquement, leur signification écologique est difficile à cerner.

Les PNA (75% à 90%) relèguent les pollens arboréens de *Juniperus* et *Betula* (5% à 10%) et de *Salix* (quelques %) au rang de taxons sporadiques. *Hippophae* et *Ephedra* sont présents avec des taux inférieurs à quelques %.

Pinus n'évolue pas dans les pourcentages, (autour de 10%), sauf en GR2 où il connait une régression très nette due à la plus grande richesse du sédiment en pollens. GR2 est donc bien à placer dans cette phase et n'est pas précédé par la phase à herbacées, comme elle existe à St Hiliaire du Rosier et à Loras.

4. Phase à *Juniperus*

(D3) LO3 a (475 cm à 465 cm) gyttja
(D3) LO3 b (465 cm à 458 cm) argile
(D4) I GL2 (870 cm à 755 cm) argile

(D7) IV GL2 (1516 cm à 1506 cm) gyttja argileuse
(D10) JR2 (1045 cm à 995 cm) argile
(D11) JR"1 (745 cm à 740 cm) argile
(D11) JR"2 (740 cm à 738 cm) argile
(D12) GR3 (348 cm à 340 cm) argile
(D13) SH2 a (290 cm à 195 cm) craie à coquilles
(D13) SH2 b (195 cm à 140 cm) craie à coquilles
(D14) SH'1 a (250 cm à 157 cm) craie à coquilles
(D14) SH'1 b (157 cm à 135 cm) craie à coquilles

Cette phase présente deux aspects différents selon les sites.

a. Dans les stations collinéennes, sur calcaire, comme Loras, mais surtout comme St Julien de Ratz et le Grand Ratz, les taux de *Juniperus* sont élevés de 30 à 50%. Sol et exposition favorables peuvent expliquer cette poussée. Il s'agit sans doute de *Juniperus communis*. Cette espèce colonise actuellement les fruticées précédant la forêt climacique collinéenne.

Mais alors qu'à Loras deux sous-zones se distinguent nettement, LO3a riche en steppiques, et LO3b pauvre en steppiques, au Grand Ratz seule la zone pauvre en steppiques apparait, ce qui peut vouloir indiquer un hiatus à la base de GR3 au contact entre argile et craie argileuse.

Une autre hypothèse peut-être envisagée compte tenu des caractéristiques édaphiques actuelles de Loras (plate au Karstique). *Juniperus* aurait pu s'installer plus précocement qu'ailleurs. Les fréquences absolues correspondant à la zone LO3a sont plus faibles qu'en LOb. Ce qui pourrait faire rattacher cette zone, sans équivalent ailleurs, à la fin de la zone herbacées distinguée dans les autres sites

b. Sur alluvions, au Grand Lemps ou à St Hiliaire du Rosier, la phase à *Juniperus* se fait plus discrète (5 à 20%), elle peut même disparaître à Hières sur Amby, station de plaine.

Les taux de *Betula* (40% en moyenne) égalent, et même dominent ceux de *Juniperus* à St Hiliaire du Rosier où, du fait d'un microclimat favorable, *Betula* est précoce. Dans tous les autres sites *Betula* se trouve en phase opposée avec *Juniperus*, il régresse fortement pendant le maximum de *Juniperus* pour brutalement le supplanter en fin de phase.

Les taux de *Pinus* (10 à 15% en moyenne) et dans tous les sites, ne paraissent pas être sensibles à l'évolution locale de la végétation, leurs valeurs restent ce qu'elles étaient dans la phase précédente. L'origine lointaine de ces apports est probable.

Salix et *Hippophae* (quelques %) accompagnent *Juniperus*. Les taux des PA (plus de 60%) dans tous les sites, chutent de moitié dans les deux stations du Ratz.

Si la limite supérieure de la phase est nettement marquée par le croisement des courbes de *Juniperus* et *Betula*, la limite inférieure est plus floue dans les diagrammes où la montée de *Juniperus* est étalée et de faible amplitude comme à St Hiliaire du Rosier, ailleurs elle est assez nette.

5. Phase à *Betula*

(D1) H/A2 (1200 cm à 1180 cm) gyttja argileuse
(D2) H/A'2 (1160 cm à 1135 cm) gyttja argileuse
(D3) LO4 (458 cm à 438 cm) gel gyttja
(D4) I GL 3 (720 cm à 680 cm) craie à coquilles
(D7) IV GL3 (1503 cm à 1506 cm) gyttja
(D10) JR3 (995 cm à 965 cm) gyttja argileuse
(D11) JR"3 (735 cm à 725 cm) limite argile, gyttja argileuse
(D12) GR4 (322 cm à 340 cm) argile crayeuse
(D13) SH3 a (140 cm à 130 cm) craie à coquilles
(D14) SH'2 a (135 cm à 130 cm) craie à coquilles

A St Hiliaire du Rosier (D13, D14) et au Grand Lemps (D4) la phase à *Betula* s'inscrit dans la même craie à coquilles que la phase à *Juniperus* précédente, la faible profondeur de l'eau peut expliquer cette homogénéité dans la sédimentation, alors que dans

tous les autres sites, les gyttja remplacent l'argile indiquant des apports plus riches en matière organique.

Les pourcentages de *Betula* sont partout élevés, 10 à 40% en début de zone, 25 à 75% en milieu de zone, 20 à 40% en fin de zone selon le site.

Donc quel que soit le biotope, cet arbre se trouvait sur place et connaissait un essor important. Il devait s'agir de l'espèce *Betula alba* comme plus au nord (M.J. GAILLARD, 1981).

Betula alba est accompagné de *Juniperus* qui décline fortement pour arriver à des taux de 5%, de *Salix* qui marque nettement un petit pic et d'*Hippophae* et *Ephedra* (quelques %) qui ne sont pas affectés par la montée de *Betula*.

Pinus, sauf à St Hiliaire du Rosier, où il stagne à 10% comme au cours des phases précédentes, dans les autres sites s'effondre complètement et n'est plus représenté que par quelques % en milieu de zone.

La limite supérieure de la phase à *Betula* est marquée par le croisement des courbes de *Betula* et *Pinus*. Ce dernier supplante *Betula* d'une manière brutale dans tous les sites (environ 40% en fin de zone) sauf en (D4) (Grand Lemps sondage de bordure du marais) où les % de *Pinus* stagnent, même en fin de zone.

Les taux des herbacées subissent le même sort que *Juniperus* notamment les héliophiles : *Artemisia*, *Helianthemum*, *Thalictrum* et les Chénopodiacées. La baisse était déjà amorcée en fin de zone précédente pour arriver à 40% en moyenne, au cours de la phase à *Betula*.

Les Poacées résistent mieux, elles constituent la plus forte proportion des PNA. Des taxons plus hygrophiles comme *Filipendula*, les Cypéracées, *Rumex*, *Sanguisorba minor*, Ombellifères et Cichorioidées remplacent les herbacées précédentes.

6. Première phase de regression des PA

(D1) H/A3 a (1180 cm à 1150 cm) passage gyttja-craie
(D4) IGL4 (720 cm à 680 cm) craie
(D10) JR4 (955 cm à 965 cm) gyttja argileuse

Cette phase n'est vraiment caractéristique qu'en IGL4 avec une récurrence trés nette des Poacées et un recul de *Pinus* et *Betula*.

Ailleurs elle est fugace, peu caractéristique, et seul le recul trés léger des % de *Pinus* et *Betula* permet d'en faire une zone en H/A3 a et JR4, dans les autres diagrammes elle est absente.

Il est tentant d'expliquer cette absence par un hiatus de sédimentation. Ainsi en (D2) H/A'2, cote 1140 cm, à la jonction gyttja-craie, un seul spectre représente la zone H/A3 a de (D1).

Entre IV GL3 et IV GL4 cette phase de régression n'apparait pas. La question se pose donc de savoir si cette zone existe vraiment. On ne peut y répondre au vu des diagrammes présentés.

7. Phase à *Pinus*

(D1) H/A3 b (1150 cm à 1130 cm) craie à coquilles (mx *Pinus* 75%)
(D2) H/A'3 (1135 cm à 1053 cm) craie à coquilles (mx *Pinus* 90%)
(D3) LO5 a (438 cm à 4OO cm) gyttja crayeuse (mx *Pinus* 6O%)
(D4) I GL5 (680 cm à 615 cm) craie à coquilles - (croisement *Betula-Pinus*)
(D4) I GL6 (615 cm à 470 cm) craie à coquilles (mx *Pinus* 75%)
(D7) IV GL4 (1503 cm à 1476 cm) gyttja puis gyttja crayeuse (mx *Pinus* 60%)
(D10) JR5 (955 cm à 935 cm) passage gyttja argileux à gyttja organique (mx *Pinus* 63,3%)
(D11) JR'6 (743 cm à 735 cm) passage argile gyttja argilo-sableuse (mx *Pinus* 65%)

(D11) JR"4 (725 cm à 715 cm) gyttja argileuse (mx *Pinus* 65%)
(D12) GR5 (325 cm à 315 cm) craie (mx *Pinus* 80%)

La sédimentation carbonatée se poursuit ou bien apparait dans tous les sites sauf à St Julien de Ratz où la gyttja se dépose. La phase à *Pinus* est toujours bien individualisée dans tous les diagrammes, sauf à St Hiliaire du Rosier du fait d'un hiatus de sédimentation..

Les pourcentages de Pinus, trés élevés, atteignent 90% à Hières sur Amby H/A3 (D1). Ils ne sont jamais inférieurs à 60% ailleurs.

Betula semble regresser fortement (5 à 10%) ainsi que toutes les herbacées. Cela reste cependant à prouver grâce en particulier à l'analyse des courbes de concentrations absolues. Pour M.J. GAILLARD 1981, "l'expansion du pin n'entraine pas une diminution du bouleau" d'après l'analyse des courbes absolues. Ce problème sera discuté p. 000 lors de l'analyse de nos histogrammes de fréquences absolues.

8. Deuxième phase de regression des P.A.

(D1) H/A3 c (1130 cm à 1115 cm) craie
(D7) IV GL5 (1476 cm à 1448 cm) craie
(D10) JR6 (935 cm à 720 cm) gyttja organique
(D11) JR'7 (735 cm à 720 cm) passage argile gyttja sableuse
(D11) JR"5 (715 cm à 700 cm) passage argile- gyttja argilo sableuse

Cette phase de régression n'apparait pas dans les sédiments déposés en eau peu profonde : Loras, Grand Ratz, et Grand Lemps (sondage de bordure (D4) où des hiatus occultent les zones. C'est un signal de bas niveaux. Ailleurs elle est peu développée. Seul le diagramme (D7) du Grand Lemps, sur 28 cm d'épaisseur de craie organique dont le sommet s'enrichit en Diatomées montre une remarquable phase de régression de *Betula* s'accompagnant d'un recul moins sensible de *Pinus*, alors que *Juniperus, Salix, Ephedra* et *Hippophae* deviennent plus fréquents (quelques %).

La présence de quelques grains de *Quercus, Alnus* et *Corylus* est à noter.

Les taux des PA passent de 80% à 50% au profit des PNA en particulier les Poacées et *Artemisia*, mais aussi *Filipendula*, les Cyperacées, *Rumex*, les Ombellifères, les Chénopodiacées (autour de 2% chacune) les Rosacées, les Renonculacées, *Thalictrum*, type *Galium* et les Astérioidées sont également présents, en plus faibles pourcentages, cependant. Cette phase est toujours bien nette au dessus de 700 m et moins sensible à basse altitude. Dans les Alpes du nord (La Muzelle 215O m, M. COUTEAUX, 1982) elle est particulièrement bien marquée, dans les Alpes du sud à moyenne altitude elle l'est beaucoup moins (J.-L de BEAULIEU, 1977), alors que dans la vallée du Rhône (H. TRIAT-LAVAL, 1978) "cet épisode est trés marqué dans tous les diagrammes".

B. LE POSTGLACIAIRE

1. Phase *à Betula* puis *Pinus* et premières mésothermophiles

(D1) H/A4 (1115 cm à 1105 cm) craie à passage tourbeux
(D1) H/A5 (1105 cm à 1095 cm) craie à passage tourbeux
(D2) H/A'4 (1053 cm à 1037 cm) craie tourbeuse
(D3) LO5 b (400 cm à 370 cm) craie et tourbe
(D4) IGL7 (470 cm à 410 cm) passage craie à tourbe
(D7) IVGL6 (1448 cm à 1427 cm) craie (passage sableux)
(D10) JR7 a (900 cm à 885 cm) gyttja argileuse
(D10) JR7 b (885 cm à 870 cm) gyttja
(D11) JR'8 a (720 cm à 712 cm) gyttja argilo-sableuse
(D11) JR'8 b (712 cm à 705 cm) gyttja
(D12) GR6 (315 cm à 252 cm) passage argile crayeuse à craie

Cette zone s'inscrit dans des sédiments qui dénotent de nouvelles conditions de sédimentation .

Pour simplifier la description trois cas sont distingués
(voir tableau 4 ci-dessous pour les % de chaque taxon représentatif)

PHASE A BETULA PUIS PINUS ET PREMIERES MESOTHERMOPHILES

		%BETULA	%PINUS	%MESOTHERMOPHILES
1er CAS → 1 ZONE				
D4 GRAND LEMPS IGL7		15	40	10
D7 GRAND LEMPS IVGL6		30	52	5
D12 GRAND RATZ GR6		35	45	quelques %
2ème CAS → 2 SOUS-ZONES				
D1 HIERES/AMBY	HA'4	33	HA'5 73	45 (fin de zone)
D10 ST.J.DE RATZ	JR7a	54	JR7b 56	qqs. %
D11 ST.J.DE RATZ	JR8a	38	JR8b 57	qqs. %
3ème CAS → 2 SOUS-ZONES				
D2 HIERES AMBY	HA'4	33	45	HA'5 70
D3 LORAS	LO5b	15	70	LO6 35

Tableau 4. Phase à *Betula* puis *Pinus* et premières mésothermophiles en Bas-Dauphiné.

1er cas : 1 zone

2è cas : 2 sous-zones, la première à *Betula* dominant et la seconde à *Pinus* dominant et premières mésothermophiles

3è cas : 2 sous-zones, la première à *Betula* et *Pinus* et la seconde à mésothermophiles et *Pinus*.

Quelque soit le cas, les taux les plus forts (15% à 54%) de *Betula*, qui précèdent toujours le maximum de *Pinus*, restent inférieurs à ceux de *Pinus* (40 à 73%).

Les mésothermophiles en courbe continue et croissante sont *Quercus, Ulmus* et *Corylus*. Elles apparaissent simultanément à Hières sur Amby et à Loras, sites les plus au nord. Au Grand Lemps, à St Julien de Ratz, et au Grand Ratz *Ulmus* apparait avec un léger retard sur *Quercus* et *Corylus*.

Les taux immédiatement très élevés de *Corylus* (jusqu'à 40%) caractérisent la limite supérieure de cette zone, ils coïncident avec la transformation en tourbière des marais peu profonds comme le Grand Ratz ou Loras où les taux de *Corylus* sont nettement plus modestes et où la pinède persiste, en LO6, *Thelypteris* envahit les spectres.

Les PNA amorcent une baisse importante (10% à 20%) en moyenne dans les différents diagrammes. Ils sont représentés par les mêmes taxons que ceux de la phase précédente.

En fin de zone beaucoup d'entre eux disparaissent définitivement ou ne subsistent que sporadiquement comme *Artemisia*, *Heliantemum Filipendula*, les Composées ou les Ombellifères.

2. <u>Phase à *Corylus* dominant et mésothermophiles</u>

(D1) H/A6 a	(1092 cm à 1040 cm)	craie à coquilles
(D1) H/A6 b	(1040 cm à 880 cm)	craie à coquilles
(D2) H/A'5	(1037 cm à 960 cm)	craie à coquilles
(D2) H/A'6	(960 cm à 850 cm)	craie à coquilles
(D2) H/A'7	(850 cm à 650 cm)	craie à coquilles
(D3) LO7	(350 cm à 220 cm)	tourbe à bois (bouleau)
(D3) LO8	(200 cm à 167 cm)	tourbe à bois (bouleau)
(D4) IGL8	(410 cm à 335 cm)	tourbe
(D6) III GL1	(1450 cm à 1400 cm)	craie à coquilles
(D6) III GL2	(1400 cm à 1187 cm)	craie à coquilles (1 passage tourbeux à 1300-1275 cm)
(D7) IV GL7	(1427 cm à 1407 cm)	craie (un passage tourbeux à la base)
(D7) IV GL8	(1407 cm à 1350 cm)	craie à coquilles et diatomées
(D10) JR8 a	(870 cm à 855 cm)	gyttja organique
(D10) JR8 b	(855 cm à 740 cm)	gyttja organique
(D10) JR8 c	(740 cm à 680 cm)	gyttja organique
(D11) JR'9 a	(705 cm à 680 cm)	gyttja organique
(D11) JR'9 b	(680 cm à 585 cm)	gyttja organique
(D11) JR'9 c	(585 cm à 545 cm)	gyttja organique
(D12) GR7	(252 cm à 237 cm)	gyttja entre craie et tourbe

Cette phase caractéristique de l'optimum de *Corylus* est nettement présente dans tous les sites, bien que l'analyse des sous-zones fasse apparaitre des particularités d'une station à l'autre (voir tableau 5).

1er cas : A St Julien de Ratz trois sous-zones sont distinguées.

- 1ère sous-zone à *Corylus* dominant avec *Quercus* et *Ulmus*.
- 2ème sous-zone à *Corylus* dominant avec *Quercus*, *Ulmus* et *Tilia* plus autres mésothermophiles telles que *Fraxinus, Alnus, Hedera, Acer, Rhamnus, Viscum*.
- 3ème sous-zone à *Corylus* avec maximum d'*Ulmus* et *Quercus*.

2ème cas : A Hières sur Amby et au Grand Lemps (D6) seules les deux premières sous-zones sont présentées. A noter qu'en (D7) une sous-zone IVGL7 montrant la montée progressive des mésothermophiles, précède la sous-zone à maximum de *Corylus Quercus* et *Ulmus* notée IVGL8. Quant à (D4) la zone IGL8 regroupe sur une très faible tranche de sédiment, les trois sous-zones proposées. Ici le maximum de *(Tilia*, 25%), prouve la grande originalité de cette zone, en rapport, sans doute avec la situation du sondage, bord du marécage, envahi par la forêt. Le sédiment concerné est une tourbe noire terreuse.

PHASE A CORYLUS ET MESOTHERMOPHILES

		1ère SOUS-ZONE	mX CORYLUS %	QUERCUS %	ULMUS %	2ème SOUS-ZONE	CORYLUS DOMINANT %	QUERCUS %	ULMUS %	TILIA %	3ème SOUS-ZONE	CORYLUS %	QUERCUS %	mX ULMUS %
ST.J.DE RATZ 650m	D10	JR8a	73	8	2	JR8b	55	15	15	5	JR8c	40	20	30
	D11	JR'9	70	8	2	JR9b	60	15	15	5	JR9c	40	20	30
HIERES/AMBY 212 m	D1	HA6a	80	15	10	HA6b	40	15	10	5				
	D2	HA'6	80	15	10	HA'7	40	15	10	5				
GRAND LEMPS 500 m	D6	IIIGL1	78	10	15	IIIGL2	40	20	10	8				
	D7	IVGL7,8	70	10	15									
	D4	IGL8	25	5	5					25				
LORAS 410 m	D3	LO7,8	50	10	8					5	PINUS 35%			
GRAND RATZ 650m	D12	GR7	30	5	5					5	PINUS 50%			

Tableau 5. Phase à *Corylus* et mésothermophiles en Bas-Dauphiné.

3ème cas : A Loras et au Grand Ratz, seule la première sous-zone est reconnaissable mais avec des taux de *Corylus* plus modestes et de *Pinus* trés élevés (35% à Loras, 50% au Grand Ratz). A Loras la zone LO6 précède la phase à *Corylus* proprement dite.

Dans tous les cas, la poussée de *Corylus* à la fin de la phase à *Pinus* est brutale et le croisement à angle aigu des courbes de ces deux taxons, marque sans ambiguité la limite inférieure de la phase à *Corylus*.

Les taux de *Corylus* atteignent immédiatement des valeurs allant de 30 à 80% dans la 1ère sous-zone pour l'ensemble des diagrammes, *Quercus* va de 5 à 15% et *Ulmus* de 2 à 15%.

Pour la 2ème sous-zone, les taux de *Corylus* tombent à 40-60% alors que *Quercus* passe à 15-20%, *Ulmus* à 15-20% et *Tilia* à 5-8% *Alnus, Fraxinus, Hedera, Acer, Rhamnus* et *Viscum* font leur apparition avec quelques % et parfois en courbe continue.

Pinus, Betula et *Salix* ne sont plus représentés que par des pourcentages allant de 5 9 à 10% selon les sites, sauf à Loras et au Grand Ratz ou *Pinus* ne régresse pratiquement pas (respectivement 35% et 50%).

La 3ème sous-zone lorsqu'elle a été différenciée montre une nouvelle baisse des taux de *Corylus* (40%) et une montée des taux de *Quercus* 20%, *Ulmus* est à son maximum (30%).

Les PNA régressent notablement (5 à 10%) et seules les Poacées se maintiennent. Des taux trés élevés de *Thelypteris* (jusqu'à 75%) perturbent les pourcentages des PA à Loras. Un diagramme construit avec les spores monolètes exclues permet d'apprécier l'évolution des fréquences relatives des taxons autres que les fougères..

La limite supérieure de la phase à *Corylus* est marquée par les pourcentages d' *Abies* en courbe discontinue dans tous les sites.

Le problème de la non similitude du départ de la courbe de *Corylus* à Hières sur Amby pour les deux diagrammes (D1) et (D2) a été discutée précédement , elle est due à un hiatus.

A Loras, la lenteur avec laquelle se fait l'éviction de la pinède par la corylaie est particulière. Des conditions microclimatiques sont sans doute à l'origine du maintien de la mégaphorbiée à *Pinus*.

3. Phase à mésothermophiles et *Abies*

(D1) H/A7 a (880 cm à 680 cm) craie à coquilles (passage tourbeux 850-830 cm)
(D1) H/A7 b (680 cm à 530 cm) craie à coquilles
(D1) H/A7 c (530 cm à 360 cm) craie à coquilles
(D2) H/A'8 (650 cm à 375 cm) craie à coquilles (se termine par passage tourbeux) (400-365 cm)
(D3) LO9 (167 cm à 140 cm) tourbe (lacune stratigraphique au sommet dans du sable)
(D5) II GL1 (1050 cm à 560 cm) craie à passage tourbeux puis craie à coquilles
(D5) II GL2 (560 cm à 500 cm) craie à coquilles
(D5) II GL3 (500 cm à 330 cm) tourbe
(D6) III GL3 (1187 cm à 520 cm) craie à coquilles (passage tourbeux à 1000 cm)
(D6) III GL4 (520 cm à 445 cm) craie à diatomées
(D8) SS1 a (850 cm à 830 cm) tourbe
(D8) SS1 b (830 cm à 780 cm) tourbe
(D10) JR9 a (680 cm à 540 cm) gyttja à partir de 600 cm tourbe
(D10) JR9 b (495 cm à 375 cm) tourbe
(D11) JR'10 (545 cm à 310 cm) tourbe
(D12) GR8 (237 cm à 160 cm) tourbe
(D12) GR9 (160 cm à 110 cm) tourbe

La correlation entre les sous-zones de la phase à *Abies* des différents diagrammes est difficile à réaliser, car les taux varient en fonction de l'altitude et de l'exposition, c'est-à-dire des conditions écologiques locales.

Quatre cas se présentent

1er cas : Dans les stations à la limite du collinéen et du montagnard, exposées au nord, à 650 m d'altitude, comme à St Julien de Ratz et à St Sixte, le maximum d'*Abies* est élevé (40% en SS1 b et SS1 a; 50% en JR9 et 55% en JR'10). Il se manifeste de manière brutale. Les mésothermophiles restent stables (40% au total) pendant toute la durée de la phase qui est donc d'une grande monotonie.

2ème cas : Au Grand Ratz, station à la limite du collinéen et du montagnard (65O m) exposée au sud, le maximum d'*Abies* est également trés élevé (50% en GR9) et se produit brusquement mais il est précédé par une sous-zone marquée par les premiers pollens d'*Abies* avec des taux de *Corylus* de 25 à 30% de *Quercus* 20% *Ulmus* 20% (GR8).

3ème cas : Au Grand Lemps, station collinéenne franche (500 m). Quatre sous-zones se distinguent :

1ère sous-zone (IIGL1) marquée par les premiers pollens d'*Abies* en courbe continue, le maximum d'*Ulmus* (30%) et des pourcentages élevés de mésothermophiles (50%).

2ème sous-zone (IIGL2) les taux d'*Abies* atteignent 10% donc cette zone est caractérisée par la progression d'*Abies* mais aussi par l'arrivée de *Fagus* et la chute des mésothermophiles.

IIIGL3 réunit ces deux sous-zones.

3ème sous-zone (IIGL3) (IIIGL4) se distingue des deux premières par la montée des pourcentages d'*Abies* (jusqu'à 1O et 30% et de celle des taux de *Fagus* (10%). Le maximum de *Taxus* (10% en moyenne et jusqu'à plus de 20% à St Julien de Ratz et Hières sur Amby) coïncide avec la chute des mésothermophiles.

4ème sous-zone (IIGL4) (IIGL5) signale le maximum d'*Abies* (45%) immédiatement suivi par le maximum de *Fagus* (25%) et (30%) et les premières déforestations. Cette 4ème sous-zone bien qu'elle illustre le mieux le maximum d'*Abies*, sera analysée avec la phase à *Fagus*.

4ème cas : En plaine (212 m) à Hières sur Amby aucun maximum d'*Abies* n'est visible sur les deux diagrammes D1 et D2 qui présentent des courbes d'*Abies* et de *Fagus* sensiblement différentes quant aux % de ces deux taxons. En (D1) leur évolution est parallèle 10% pour *Abies* et 20% pour *Fagus*. En (D2) *Fagus* arrive plus tard et avec des % trés faibles. L'ensemble de la phase est contractée en H/A'8, sans doute du fait d'une lacune stratigraphique par rapport à (D1) où 3 sous-zones ont été distinguées : H/A7 a, H/A7 b, H/A7 c.

Sur les deux diagrammes s'observe cependant un phénomène analogue à celui qui a été mis en évidence dans la 4ème sous-zone du Grand Lemps. En H/A8 et H/A'9 le maximum d'*Abies* est chronologiquement décalé par rapport aux autres sites déjà étudiés. Il précède de peu le maximum de *Fagus* qui lui même se trouve tronqué par les 1ères déforestations. Ce n'est donc déjà plus la phase à *Abies* mais la phase à *Fagus*.

4. Phase à *Fagus* dominant

(D1) H/A8 (36O cm à 24O cm) tourbe brune
(D2) H/A'9 (375 cm à 245 cm) passage craie tourbeuse entre craie et tourbe
(D5) II GL4 (4O5 cm à 33O cm) tourbe
(D6) III GL5 (445 cm à 325 cm) tourbe
(D8) SS2 a, SS2 b (78O cm à 615 cm) tourbe
(D8) SS2 rad (5OO cm à 35O cm) tourbe
(D1O) JR1O (375 cm à 265 cm) tourbe humifiée
(D11) JR'11 (31O cm à 263 cm) tourbe humifiée
(D12) GR1O (11O cm à 77 cm) tourbe humifiée
(D13) SH4 (125 cm à 115 cm) tourbe

La phase à *Fagus* s'inscrit dans un sédiment tourbeux, en rapport avec l'atterissement des marécages.

1er cas : *Fagus* domine largement en % (45% en moyenne) les autres taxons. *Abies* régresse (autour de 15%). Les mésothermophiles : *Quercus, Corylus, Ulmus, Fraxinus* ont des taux stables par rapport à la phase précédente où *Abies* domine.

Tilia, Acer, Hedera, Taxus régressent fortement au même moment qu'*Abies*.

Alnus, au contraire a une courbe ascendante jusqu'à son maximum qui se produit généralement avant les premières déforestations. C'est d'abord *Fagus* qui chute dans les %, ce qui profite à *Abies*. Dans un deuxième temps *Fagus* croît à nouveau et *Abies* décline pour enfin régresser définitivement avec *Fagus*. Ce cas de figure se rencontre dans trois sites : Le Grand Lemps, St Julien de Ratz et St Sixte (SS3 a, b; SS1' a, b).

2ème cas : Les pollens de *Fagus* sont largement minoritaires dans les spectres et la zone à *Fagus* n'apparait même pas ou de manière trés fugace, comme c'est le cas à la charnière des deux zones locales. (GR9 et GR10 du Grand Ratz, et à St Hiliaire du Rosier au début de la sédimentation tourbeuse). A Loras une lacune stratigraphique ampute le diagramme entrainant l'absence de la zone à *Fagus*.

Dans tous les cas la limite infèrieure de la zone est indiquée par le croisement des courbes d'*Abies* et de *Fagus* et la limite supérieure est marquée par la première déforestation de grande amplitude : les taux des PA passent de 80% à 40%.

5. Phase où l'action humaine est déterminante

a. Premières déforestations

Premièrement : Une déforestation protohistorique a lieu dans les sites les plus ouverts aux influences des vallées; au nord Hières sur Amby et Loras, au sud St Hiliaire du Rosier, pour St Sixte cette précocité s'explique mal (Lieu de culte ?)

(D1) H/A9 (240 cm à 130 cm)
(D2) H/A'10 (245 cm à 160 cm)
(D3) LO 10 (140 cm à 117 cm)
(D5) IIGL5 (330 cm à 290 cm)
(D6) IIIGL6 (325 cm à 287 cm)
(D8) SS3 c rad (290 cm à 275 cm)
(D9) SS'1 c (300 cm à 277 cm)
(D13) SH5 a (115 cm à 90 cm)
(D14) SH'3 a (122 cm à 97 cm)

Alors que tous les taxons arboréens encore présents à la phase précédente régressent, tout spécialement *Abies* et *Fagus* pour atteindre des taux voisins de 25 à 30%, les PNA : Cyperacées et (ou) spores monolètes, Poacées et hygrophiles connaissent une progression spectaculaire.

Les premiers grains de céréales apparaissent sauf en (D5).

En (D1) H/A10 (130 cm à 70 cm) et en (D2) H/A'11 (160 cm à 70 cm) on note un bref retour de la forêt (60% des PA) *Quercus, Alnus, Corylus, Abies, Fagus, Picea, Castanea* et même *Pinus*

Deuxièmement : Une déforestation gallo-romaine de grande ampleur se remarque dans les diagrammes.

(D1) H/A 11 (70 cm à 0 cm)
(D2) H/A'12 (70 cm à 0 cm)
(D3) LO 11 a (117 cm à 80 cm)
(D4) IGL 9 (335 cm à 270 cm)
(D5) IIGL 6 (290 cm à 265 cm)
(D6) III GL 7 (287 cm à 250 cm)
(D8) SS 4 rad (275 cm à 200 cm)
(D9) SS' 2a (272 cm à 244 cm)
(D9) SS' 2 b (244 cm à 240 cm)
(D10) JR 11 a (265 cm à 100 cm)
(D11) JR'12 (250 cm à 225 cm)
(D12) GR 11 a (90 cm à 77 cm)
(D13) SH 5b (90 cm à 60 cm)
(D14) SH' 3 b (92 cm à 55 cm)

Les PNA (de 60 à 85%) selon les sites, ne sont plus essentiellement le reflet des taxons non arboréens liés à l'atterrissement mais des espèces rudérales (Chénopodiacées, *Rumex, Plantago lanceolata*, Urticacées, *Humulus-Cannabis*) des adventices (*Mercurialis* , Légumineuses, Composées, Crucifères, Rosacées).

Les défrichements sont au Grand Lemps, de plus, accompagnés par des taux considérables (20%) de callune qui traduisent des variations du niveau de l'exutoire résultant d'une action volontaire ou non de l'Homme, ou encore d'un évènement fortuit.

La courbe des céréales, dans tous les cas, fluctue autour des 5% *Picea* généralement le plus précoce, apparait dans cette zone avec *Castanea, Carpinus, Juglans*. Quelques grains de pollen de *Vitis* sont à noter également.

b. phase de recrue arboréenne

(D3) LO 11 b (80 cm à 70 cm)
(D4) IGL 10 (270 cm à 160 cm)
(D5) IIGL 7 (265 cm à 200 cm)
(D5) IIGL 8 (200 cm à 130 cm)
(D5) IIGL 9 (130 cm à 100 cm)

(D6) IIIGL 8 (250 cm à 230 cm)
(D6) IIIGL 9 (230 cm à 150 cm)
(D9) SS'2 c (240 cm à 223 cm)
(D9) SS'2 d (223 cm à 215 cm)
(D9) SS'2 e (215 cm à 163 cm)
(D10) JR 11 b (265 cm à 100 cm)
(D11) JR'13 (220 cm à 135 cm)
(D12) GR 11 b (77 cm à 55 cm)
(D13) SH 5 c (60 cm à 40 cm)
(D14) SH'3 c (55 cm à 32 cm)

Les PNA régressent autour de 50%, les nitrophiles sont les mieux représentées particulièrement à St Julien de Ratz et à Loras où la rudéralisation a été la plus forte, et qui se poursuit encore actuellement.

Tous les taxons arboréens présents à la phase précédente reviennent modestement, mais tout particulièrement *Quercus*.

c. Phase à *Juglans*

(D3) LO 11 c (70 cm à 30 cm)
(D4) IGL 11 (160 cm à 70 cm)
(D5) IIGL 10 (65 cm à 0 cm)
(D8) SS 5 rad (50 cm à 40 cm)
(D11) JR'14 (75 cm à 10 cm)
(D12) GR 11 c (55 cm à 0 cm)
(D13) SH 5 d (40 cm à 20 cm)
(D14) SH' 3 d (32 cm à 5 cm)

Juglans atteint des taux considérables de 10% à 25% à St Hilaire du Rosier (situé à proximité des noyeraies), et seulement quelques % à Loras.

Le cortège des PA ne varie pas, ni en % ni en composition, alors que les herbacées s'enrichissent en taxons hygrophiles Cyperacées, *Typha, Nymphea, Lemna* ou *Myriophyllum*.

CONCLUSION :

La zonation pollinique régionale qui se dégage de cette étude comparée des sites montre l'impact considérable des conditions microclimatiques locales, bien que les corrélations entre zones homologues des différents sites apparaissent sans ambiguité.

Au tardiglaciaire :

La lente reconquête du sol par la végétation herbacée héliophile est perçue au Grand Ratz et à Saint Hilaire du Rosier.

Juniperus peut constituer dans les groupements de pelouses, des fruticées importantes, comme c'est le cas dans les sites collinéens sur calcaire tels Loras, Saint Julien de Ratz et le Grand Ratz, soit très réduites dans les bas fonds (Grand Lemps), soit enfin se développer parallèlement à la boulaie précoce dans la station la plus méridionale, en plaine, Saint Hiliaire du Rosier.

La phase à bouleau est toujours bien marquée; elle signe partout le déclin de *Juniperus*, qui ne peut s'adapter au sous bois et elle précède la pinède qui occupe la région toute entière.

La régression fugace de la boulaie et moins nettement celle de la pinède avec récurrence des P.N.A. est révélée par un seul sondage au centre de l'étang du Grand Lemps. Dans les autres sites et particulièrement en eau peu profonde, là où la sédimentation s'est ralentie au cours de cette période, cette zone est mal individualisée ou absente comme à Loras ou au Grand Ratz.

Au Postglaciaire

Alors que la pinède qui n'a sans doute jamais quitté la plaine,marque un nouvel optimum précédé par *Betula*, l'arrivée d'*Ulmus*, légèrement plus précoce pour les sites

septentrionaux de la région, dans la corylaie à *Quercus*, concrétise le futur essor de la forêt caducifoliée à mésothermophiles.

Bien que la pinède puisse encore se maintenir longtemps dans certains sites (Grand Ratz, Loras), la dominance de *Corylus* est générale sous des modalités variables excluant ainsi le Bas-Dauphiné de la zone d'influence méditérranéenne.

La corylaie décline véritablement quand le sapin intègre la chênaie à la faveur de conditions climatiques nouvelles.

L'évolution de la sapinière obéit à des facteurs locaux, altitude, exposition, nature du sol, qui tendent à masquer la généralité du phénomène à un moment donné dans les diffèrents sites.

Taxus contemporain de la sapinière atteint des taux remarquables, traduisant une histoire originale de la végétation en Bas-Dauphiné.

Fagus supplante *Abies* à Saint Julien de Ratz, à Saint Sixte et au Grand Lemps. Il est discret au Grand Ratz et surtout dans les stations de plaine. La courbe de *Fagus* est généralement tronquée par les déforestations anthropiques (Hières sur Amby et Grand Lemps) qui attestent de l'ancienneté de l'occupation humaine.

L'époque gallo-romaine est marquée par une forte anthropisation de la région. Elle est suivie par une période de déprise agricole qui favorise la chênaie résiduelle. La culture de *Juglans* s'intensifie depuis le Moyen-âge.

TROISIEME PARTIE

I. APPORT DES DATES ^{14}C A LA CHRONOLOGIE POLLINIQUE

La méthode radiométrique appliquée au datage des sédiments ayant fait l'objet d'analyses polliniques, a été discutée par de nombreux palynologues dont de J.-L. de BEAULIEU (1977); M.J. GAILLARD, (1981); A. PONS et al (1988); H. OESCHER et al (198O).

Chacun s'accorde à dire que c'est un soutien irremplaçable aux conclusions d'ordre purement palynologique malgré les problèmes rencontrés.

La précision d'une date est exprimée par le laboratoire d'analyse, par une marge d'erreur statistique qui est, par convention internationale, la déviation standard (1 sigma) Dans l'intervalle de +/- 1 déviation standard l'âge radiocarbone exact a deux chances sur trois de se trouver. Pour avoir une certitude à environ 95% de chances, il faut doubler cette marge.

La précision dépend de plusieurs éléments :

- de la nature du sédiment et plus précisément de sa teneur plus ou moins grande en matière organique autochtone; des risques de pollution existent. On critiquera la méthode de récolte de l'échantillon, l'origine et l'évolution du sédiment.
- de l'épaisseur de l'échantillon daté, plus il est mince plus il est précis.
- de la vitesse de sédimentation, dont on a une idée grâce aux dates elles-mêmes, si on dispose d'une série cohérente; plus la vitesse est grande et plus le datage est précis.

Donc un "bon" échantillon doit être riche en matière organique autochtone, s'être déposé rapidement, et être de faible épaisseur. Cette règle a été suivie dans tous les cas possibles.

Mais les tâtonnements des opérations de datages ne manquent pas lorsqu'on en est à l'exploration de la région.

Les valeurs "séquentielles" et "référentielles" (J.-L. BEAULIEU, 1977) de la date obtenue, impliquent une comparaison de celle-ci avec ses voisines dans l'espace et le temps.

La confrontation des dates avec les diagrammes est, sans doute, encore, le meilleur moyen pour arriver à une synthèse chronobiostratigraphique, car elle intègre beaucoup de données et en fait le tri pour ne laisser ressortir que les éléments importants du raisonnement.

Le but de cette recherche a été, en premier lieu, de préciser la succession chronologique des principaux taxons postglaciaires : *Corylus*, *Abies* et *Fagus* dont les refuges sont mal connus, dans la région étudiée, et dont la migration est tributaire des conditions locales autant que du climat général de la région.

En second lieu, ont été approfondis les rapports chronologiques qui existent entre la végétation tardiglaciaire en Bas-Dauphiné et dans les régions voisines.

Enfin, dans le cadre du programme D.G.R.S.T. "Paléo-environnement holocène des Alpes du nord et de leur piémont", une tentative pour préciser les âges des différentes phases anthropiques allant du Subboréal à nos jours, a été faite.

SOIXANTE DEUX DATES, PROVENANT TOUTES DU LABORATOIRE DU RADIOCARBONE A LYON (J. EVIN) SONT PROPOSEES ET SONT PORTEES SUR LE TABLEAU 6, qui constitue la référence de base pour la discussion qui va suivre.

Cette discussion des dates, en vue de valider une chronologie, obéit en premier lieu à une logique interne des séries de dates site par site. En second lieu à la cohérence des datations d'un même évènement dans différents sites du Bas-Dauphiné et des régions limitrophes.

Si au terme de cette analyse, on se trouve encore en présence de dates acceptables mais incompatibles, pour le même évènement, se justifie alors une démarche préconisée par H.J.B. BIRKS (1974) qui consite à adopter jusqu'à plus ample informé, le scénario chronologique raisonnable qui tienne compte du plus grand nombre de datations, en excluant celles qui s'écartent de sa logique.

Site	Diagramme	Profondeur cm	Laboratoire N° de comptage	Date	Age absolu BP (1 sigma)	Mode de prélèvement	Nature du Sédiment	Epaisseur cm	Confrontation avec les diagrammes	Appréciation	Chromozones	Intervalle en année
		190-200	Ly 2600	(1/12/80)	4110 ± 170	Sonde	Tourbe peu humifiée	10	milieu 1ère défor. 1ère céréales	Acceptable	Subboréal - Bronze	50
HIERES	I	355-365	Ly 2601	"	4760 ± 220	russe	Tourbe humifiée	10	début 1ère déforestation	"	Atlantique - Subboréal	50
sur	D 1	845-850	Ly 2602	"	6590 ± 280	"	Craie tourbeuse	5	début courbes Taxus Abies Fagus	"	Milieu Atlantique	25
AMBY		1120-1130	Ly 2603	"	11930 ± 450	"	Craie à coquilles	10	2ème régression des PA avant 2ème mx Betula	Vieillie	Dryas récent	200
		160-170	Ly 4816	(2/87)	4480 ± 120	Sonde	Tourbe humifiée	10	milieu 1ère défor. 1ère céréales	un peu vieillie	Subboréal - Bronze	100
	II	290-296	Ly 3960	(2/85)	5800 ± 130	Super	Tourbe à bois	6	mx Taxus, phase à Abies	"	fin Atlantique	60
	D 2	1040-1045	Ly 4817	(2/87)	10110 ± 240	russe	Craie tourbeuse à coquilles	5	2ème croisement des courbes Betula Pinus	vieillie	Préboréal	30
		120-130	Ly 3703	(11/1/85)	3590 ± 310	Sonde russe	Tourbe sableuse tourbe humifiée	10	milieu 1ère défor. 1ère céréales	Acceptable	Subboréal - Bronze	50
		160-170	Ly 3704	(11/1/85)	9350 ± 180	"		10	fin mx Corylus	vieillie		50
LORAS	D 3	360-370	Ly 4127	(24/2/87)	9610 ± 130	"		10	2ème croisement Betula Pinus 1ères mésothermophiles	"	Préboréal	50
		400-410	Ly 4128	(24/2/87)	9890 ± 310	"	Gel de gyttja	10	milieu 1er mx Pinus	Rajeunie	fin Allerød	50
		440-450	Ly 3705	(11/1/85)	11080 ± 500	"	foncé	10	1er mx Betula	"	Bölling - Allerød	50
		470-495	Ly 3211	(4/84)	12150 ± 150	"	Craie à coquilles	25	2ème mx Betula	Vieillie	début Préboréal	150
GRAND	I	610-630	Ly 3212	"	13090 ± 180	"	"	20	début 1er mx Pinus	"	début Allerød	130
		660-685	Ly 3213	"	13570 ± 200	"	"	25	1er crois. courbes Betula - Pinus	"	fin Bölling	150
LEMPS	D 4	730-750	Ly 3214	"	14280 ± 210	"	"	20	croisement Juniperus Betula	"	milieu Bölling	130
		815-845	Ly 3215	"	14670 ± 180	"	"	30	début mx Juniperus	"	début Bölling	200
		0-50	Ly 3251	(4/84)	570 ± 170	Sonde	Tourbe à sphaignes	10	mx Castanea Carpinus	Acceptable	Actuel	200
		275-285	Ly 3252	"	1550 ± 170	super	Tourbe humifiée	10	début Juglans Castanea Carpinus 1ères céréales	"	Gallo-Romain	200
	II	305-310	Ly 3253	"	3020 ± 230	russe	"	5	début 1ère défor.	"	Subboréal - Bronze	100
	D 5	380-395	Ly 3254	"	4830 ± 170	"	"	15	mx Abies	"	Atlantique - Subboréal	350
		480-495	Ly 3255	"	7310 ± 160	"	Craie à coquilles	15	mx Taxus	"	Atlantique	50
		530-545	Ly 3256	"	7500 ± 190	"	"	15	début courbe Fagus	"	"	50
		248-255	Ly 3966	(2/85)	1190 ± 110	Sonde	Craie poreuse	7	mx 1ère déformation	Acceptable	Gallo-Romain	150
	III	395-410	Ly 3967	"	4750 ± 110	russe	Tourbe humifiée	15	milieu phase à Abies, fin Taxus	"	Atlantique - Subboréal	350
		515-530	Ly 3968	"	6480 ± 180	"	Craie à coquilles	15	début courbe Fagus	Refusée	Atlantique	50
	D 6	1030-1040	Ly 3969	"	8380 ± 170	"	"	10	début courbe Abies	Acceptable	Atlantique	30
		1260-1268	Ly 3970	"	8880 ± 150	"	"	8	1er Abies, début courbe Fraxinus dans la chênaie coryiale	Acceptable	milieu Boréal	25
	IV	1418-1428	Ly 4831	(2/87)	9830 ± 240	"	Craie tourbeuse	10	chute Pinus Betula, début mx Corylus	Vieillie	début Boréal	450
		1493-1500	Ly 4832	"	13420 ± 430	"	Gyttja à diatomées	7	1er croisement Betula Pinus	"	Bölling - Allerød	300
	D 7	1500-1510	Ly 4833	"	13760 ± 290	"	Gyttja gel foncé	10	mx Betula	"	Bölling	450
SAINT	I	270-280	Ly 2511	(12/80)	1680 ± 150	"	Tourbe humifiée	10	1ère déformation gallo-romaine	Acceptable	Gallo-Romain	70
SIXTE	D 8	780-790	Ly 2512	"	4570 ± 230	"	"	10	début mx Fagus	"	Atlantique-Subboréal	70
		820-840	Ly 2513	"	5600 ± 150	"	Tourbe à bois	20	phase à Abies (milieu ?)	"	Atlantique	150
		195-200	Ly 4085	(4,87)	moderne	"	Tourbe peu humifiée	5	mx Juglans	Acceptable	Actuel	150
	II	235-240	Ly 4082	"	1180 ± 160	"	"	5	déprise agricole	"	Moyen-Age	150
	D 9	245-250	Ly 4083	"	1270 ± 160	"	Tourbe à bois	5	défor. gallo-romaine	"	Gallo-Romain	150
		250-255	Ly 4084	"	2080 ± 210	"	Tourbe argileuse	5	défor. gallo-romaine	Refusée	début Gallo-Romain	150
		235-240	Ly 4086	(4/87)	1060 ± 100	"	Tourbe peu humifiée	5	déprise agricole	Acceptable		150
	III	275-280	Ly 4087	"	1400 ± 110	"	Tourbe à bois	5	défor. gallo-romaine	Inversée	(pas de diagramme	
		290-295	Ly 4088	"	1220 ± 130	"	Tourbe argileuse	5	défor. gallo-romaine	Acceptable	pollinique)	150
SAINT		255-265	Ly 2620	(15/8/81)	2200 ± 210	"	Tourbe sableuse	10	1ère défor. 1ères céréales	Acceptable	Gallo-Romain	200
JULIEN	I	360-380	Ly 2807	(27/10/82	5000 ± 550	"	Tourbe humifiée	10	début mx Fagus	Imprécise	fin Atlantique	200
de	D 10	935-945	Ly 2516	(15/8/81)	11450 ± 310	"	Gyttja argileuse	10	1er mx Pinus	Acceptable	milieu Allerød	100
RATZ		980-992	Ly 2517	"	12100 ± 360	"	Argile	12	1er mx Betula	Acceptable	fin Bölling	100
		180-190	Ly 3203	(23/11/83	3700 ± 220	Sonde	Tourbe peu humifiée	10	déprise agricole	Inversée	Moyen-Age	
		290-300	Ly 3204	"	3210 ± 150	super	Tourbe humifiée	10	début mx Fagus	Refusée	Subboréal - Bronze	200
		440-450	Ly 3205	"	7180 ± 270	russe	Tourbe peu humifiée	10	début courbe Fagus	Acceptable	Milieu Atlantique	200
	II	540-560	Ly 3206	"	7950 ± 220	"	Gyttja sableuse	20	début mx Abies	"	début Atlantique	400
		565-575	Ly 3207	"	8840 ± 240	"	Gyttja	10	mx Ulmus, début courbes Abies et Fraxinus	Douteuse	fin Boréal	200
	D 11	665-670	Ly 3208	"	13100 ± 400	"	"	5	début courbes Ulmus Acer Hedera	Refusée	milieu Boréal	
		680-685	Ly 3209	"	10700 ± 490	"	"	5	mx corylus	"	début Boréal	100
		710-720	Ly 3210	"	11600 ± 460	"	Gyttja sableuse	10	2ème mx Betula	"	milieu Préboréal	200
	II	706-715	Ly 2982	(26/5/83)	10030 ± 210	"	Gyttja argileuse	8	fin 1er mx Pinus	Rajeunie	fin Allerød	200
	bis	720-730	Ly 2983	"	12470 ± 320	"	"	10	1er crois. des courbes Betula Pinus	Vieillie	Bölling - Allerød	250
		75-85	Ly 3995	(2/85)	1090 ± 110	sonde russe	Tourbe argileuse	10	début Juglans Castanea Carpinus 1ère céréales	Acceptable	Moyen-Age	450
GRAND		100-110	Ly 3996	"	8250 ± 160	"	Tourbe humifiée	10	début mx Alnus et Fagus	Inversée	Atlantique Subboréal	
	D 12	150-160	Ly 3997	"	7150 ± 230	"	"	10	début mx Abies, 1er Fagus	Acceptable	Atlantique	450
RATZ		195-205	Ly 3998	"	7760 ± 260	"	"	10	début courbe continue Abies	"	début atlantique	450
		235-245	Ly 3999	"	8670 ± 190	"	Tourbe à bois	10	chute Pinus, mx Corylus, mésothermophiles	"	milieu Boréal	450
SAINT HILAIRE du ROSIER	D 13	310-315	Ly 2621	(1/3/82)	13980 ± 250	Smith	Craie tourbeuse	5	début courbes Juniperus Betula	Acceptable	Dryas ancien	100
		370-375	Ly 2622	"	15200 ± 250	"	Gel d'algues	5	phase à herbacées	"	"	100

Tableau 6. Dates ^{14}C. De gauche à droite on lit : les sites, l'indicatif du diagramme, la profondeur en cm, le n° de comptage, la date du comptage, l'âge absolu en B.P. suivi du sigma, le mode de prélèvement, la nature du sédiment, l'épaisseur de l'échantillon en cm, la confrontation avec les diagrammes, l'appréciation d'ensemble, les chronozones et l'estimation de l'intervalle de temps en années d'après les vitesses de sédimentation. Sur 62 dates, dix sont utiles mais imprécises dix sont utiles et plus précises et sept utiles et précises.

A. AGE ABSOLU ET VITESSE DE SEDIMENTATION

- La lecture des graphes 1,2,3 : permet de visualiser les vitesses de sédimentation des tourbes, craies, gyttja et argiles et par là d'en démontrer la cohérence. Ces tableaux traduisent des vitesses de sédimentation telles que les font apparaître les dates C14 non interprétées. Seules les dates fléchées, qui sont inversées, ne sont pas prises en compte. Les craies ont toutes une grande vitesse de sédimentation (plusieurs dizaines de cm par 100 ans); pour les gyttjas cette vitesse est plus faible, (moins de 10 cm pour 100 ans) et pour les tourbes et les argiles de colmatage du fond, encore plus faible (moins de 5 cm par 100 ans).

1. cas des tourbes : elles ont donné dans l'ensemble d'assez bons résultats. Leur vitesse de sédimentation bien qu'assez faible 2,2 à 4,5 cm/100 ans a été compensée au niveau de la précision, par leur grande richesse en matière organique.

Deux dates sont inversées aucune hypothèse explicative n'est à proposer pour ces inversions.

2. cas des craies : leur vitesse de sédimentation est élevée de 20 à 30 cm/100 ans. Les difficultés liées au manque de matière organique, qu'on rencontre dans les datages des craies, les fait généralement exclure d'office des essais de datation.

S'ils ont été malgré tout tentés dans trois de nos sites c'est que certains niveaux présentaient un intérêt capital comme à Saint Hilaire du Rosier où, deux fines passées organiques dans la craie datées du Dryas ancien, ont été spécialement prélevées à la sonde Smith (trois fois le même niveau entre 3,10 m et 3,15 m et entre 3,70 m et 3,75 m). Deux bons résultats ont été obtenus, précis, et cohérents.

A Hières sur Amby :

La craie tourbeuse donne des bons résultats discutables dans le Préboréal et l'Atlantique. La craie à coquilles datée du Dryas récent donne une date imprécise (+/- 450) par manque de matière organique.

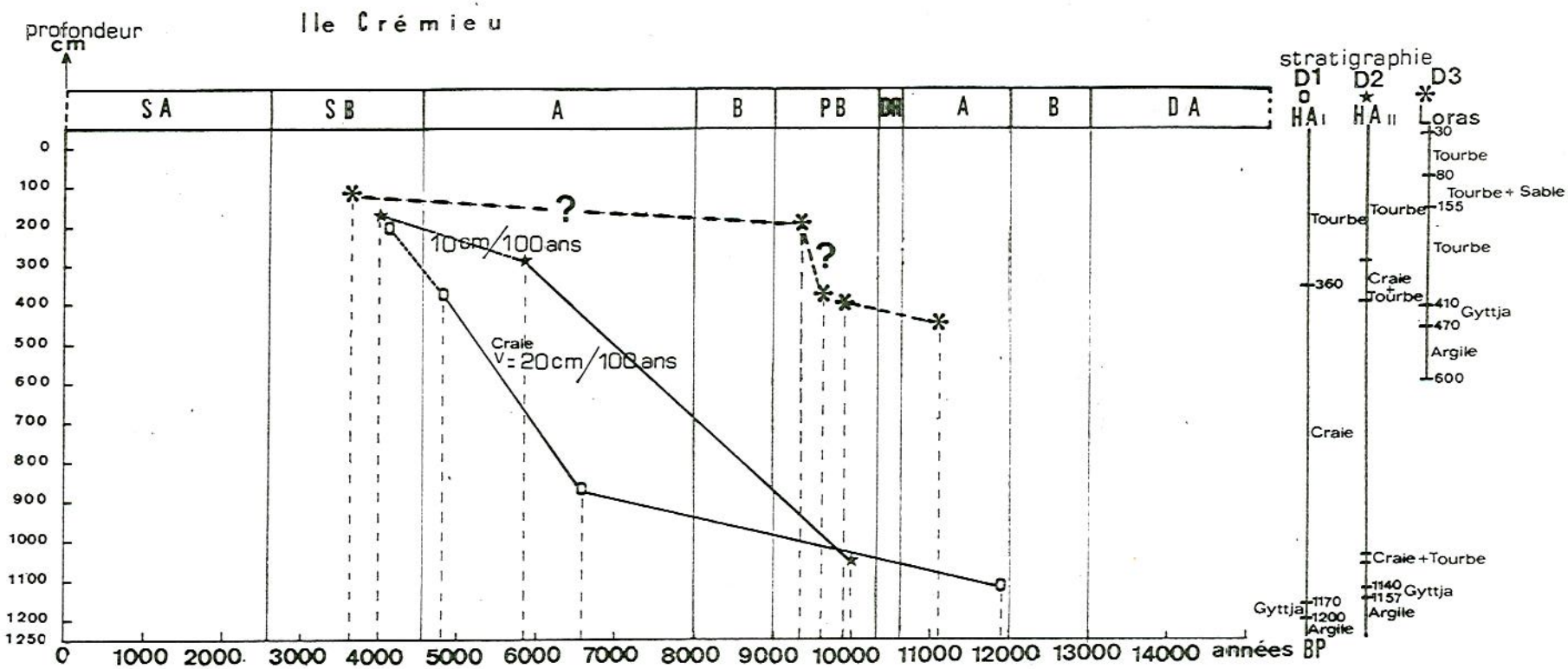
Au Grand Lemps :

Les craies postglaciaires, assez riches en matière organique donnent des résultats acceptables, précis et cohérents. Les craies tardiglaciaires donnent de mauvais résultats imprécis et vieillis.

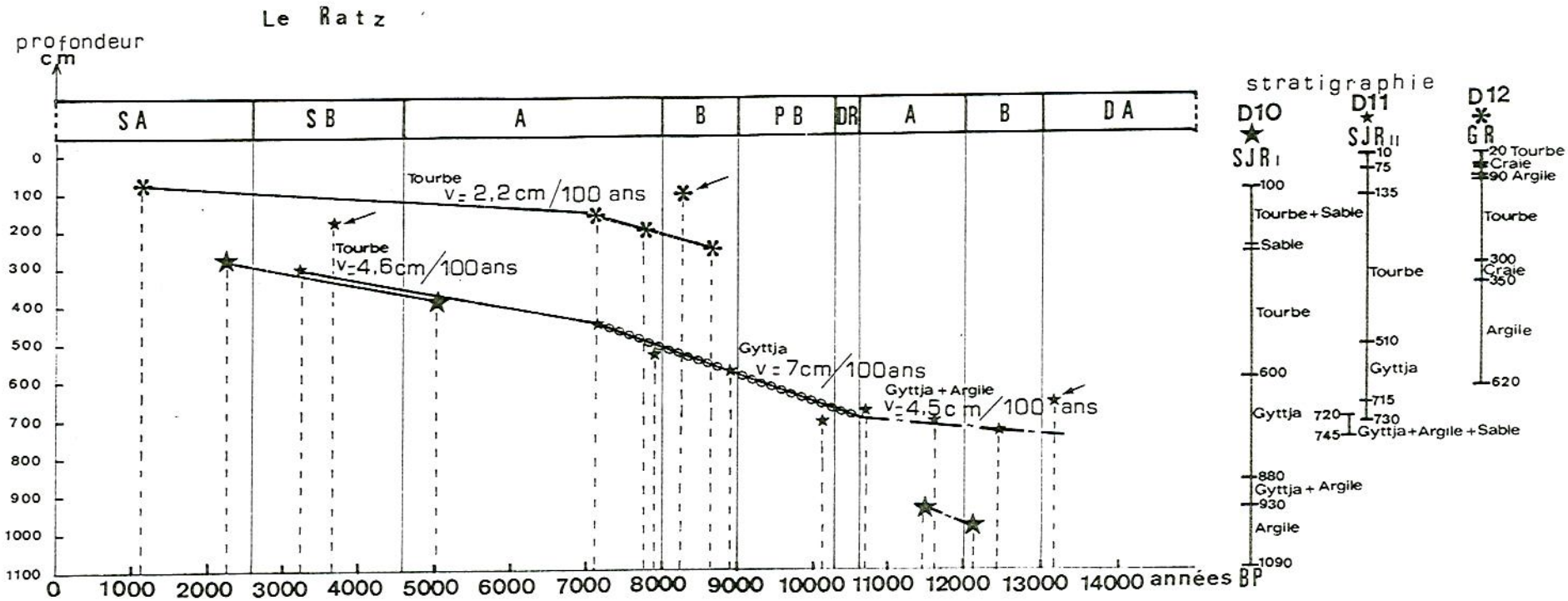
Pour la série des craies du Grand Lemps I (D4) les datages ont été tentés directement sur les carbonates. Faute de matière organique suffisante, le projet d'établir une comparaison, pour un même niveau, entre les dates obtenues avec les carbonates totaux d'une part et seulement la matière organique de l'autre n'a pas pu être mené à bien. Les dates s'avèrent toutes et de façon homogène vieillies de plus de 1000 ans par les carbonates allocthones. Ce phénomène a été étudié entre autres par J.C. VOGEL, D. EHHALT (1963) et par J. EVIN et Col; (1980) (hard-water effect).

3. Les gyttjas : sauf à St Julien de Ratz où elles se déposent depuis la fin de l'Alleröd jusqu'au milieu de l'Atlantique, elles concernent des sédiments tardiglaciaires (Grand Lemps et Loras). Leur vitesse de sédimentation est peu élevée 2,5 à 4,5 cm/100 ans. Les dates obtenues sont imprécises (imprécision supérieure à +/- 250 ans près). Une date est inversée.

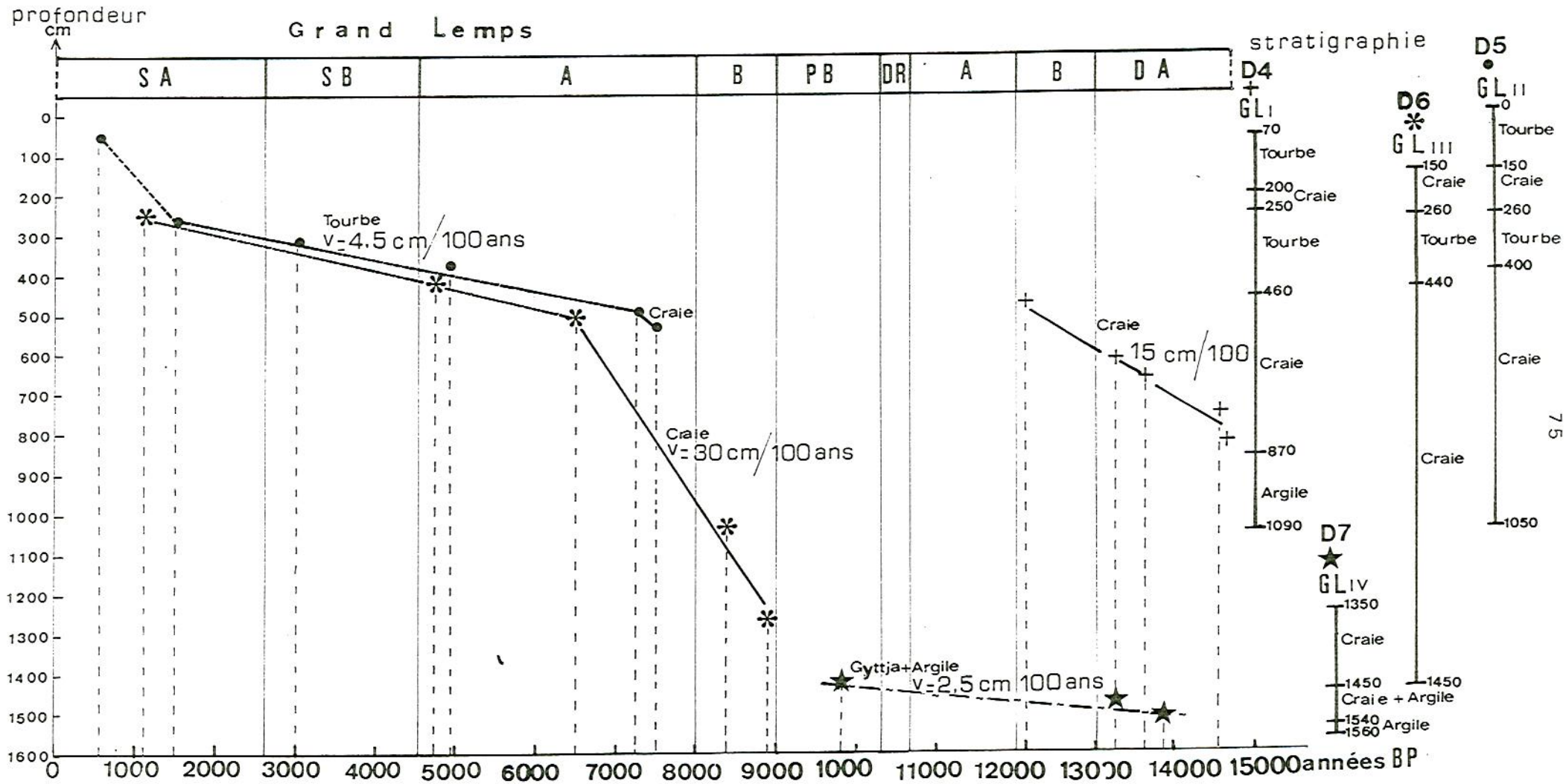
Elles ne sont pas uniformément vieillies elles peuvent être rajeunies par des apports d'acides humiques venus des horizons supérieurs (M.J. GAILLARD, 1981) comme c'est vraisemblablement le cas à Loras..



Graphique 1. Vitesse de sédimentation dans les sites de l'Ile Crémieu.



Graphique 2. Vitesse de sédimentation dans les sites du Ratz.



Graphique 3. Vitesse de sédimentation au Grand Lemps.

B. PROBLEMES CHRONOLOGIQUES DE ZONATION

Le graphe 4 permet une lecture séquentielle des dates obtenues; plus le faisceau des dates obtenues pour un même évènement palynologique est étroit et plus les dates sont précises et nombreuses, plus l'évènement est ciblé.

L'évolution des conceptions concernant la chronozonation du Tardiglaciaire et de l'Holocène, s'est accélérée avec le nombre croissant des dates ^{14}C disponibles.

Si la synthèse entre zones biostratigraphiques, chronostratigraphiques et climatostratigraphiques reste toujours difficile, en particulier pour l'Holocène d'Europe moyenne, du fait de l'extrême variété des situations rencontrées, la confrontation des résultats, de plus en plus nombreux se poursuit systématiquement. Les travaux, notamment ceux de (J. MANGERUD et al , 1974; J.-L. de BEAULIEU, 1977; J. MANGERUD et B.E. BERGLUND, 1978; de M.J. GAILLARD, 1981; S. BORTENSCHLAGER, 1982), dressent un panorama des acquis antérieurs pour l'Europe du Nord et l'Europe moyenne, ceux de (J.-L. de BEAULIEU, A. PONS et M. REILLE, 1982 et A. PONS et al, 1988) apportent certaines précisions nouvelles sur la zonation du Tardiglaciaire et du Postglaciaire pour le sud-est de la France.

1. Le Tardiglaciaire

a. Les divisions **biostratigraphiques** de FIRBAS (1949) restent, par souci d'unification, le canevas le plus commode de la zonation : il se compose du Dryas ancien inférieur, du Bölling, du Dryas ancien supérieur, de l'Alleröd et se termine par le Dryas récent.

Ces divisions sont actuellement controversées, c'est ainsi que l'existence du Dryas ancien supérieur est actuellement mise en doute, voire même niée par de nombreux auteurs, pour l'Europe méridionale alors que le Dryas récent est reconnu par tous en Europe.

Les divisions **phytostratigraphiques** présentent une certaine cohérence du nord au sud de l'Europe, bien que l'évolution de certains taxons indicateurs de phase puissent présenter des fluctuations d'ordre régional d'assez grande ampleur.

- La phase à herbacées caractérise le Dryas ancien

Alors que le nord de l'Europe présente une phase à herbacées riche en Cyperacées et Graminées mais pauvre en armoises, c'est l'inverse pour l'Europe moyenne et méridionale. Les steppiques et les héliophytes constituent, par ailleurs, l'essentiel des groupements végétaux en toutes régions.

- La phase initiale de reconquête arboréenne caractérise le Bölling

Elle commence en Europe moyenne, par une phase à *Juniperus* incontestablement reconnue par tous les palynologues (J.-L. de BEAULIEU, 1977).

L'optimum du bouleau caractérise le Bölling sensu stricto il s'accompagne de *Salix*, il peut être fugace comme dans les régions méridionales.

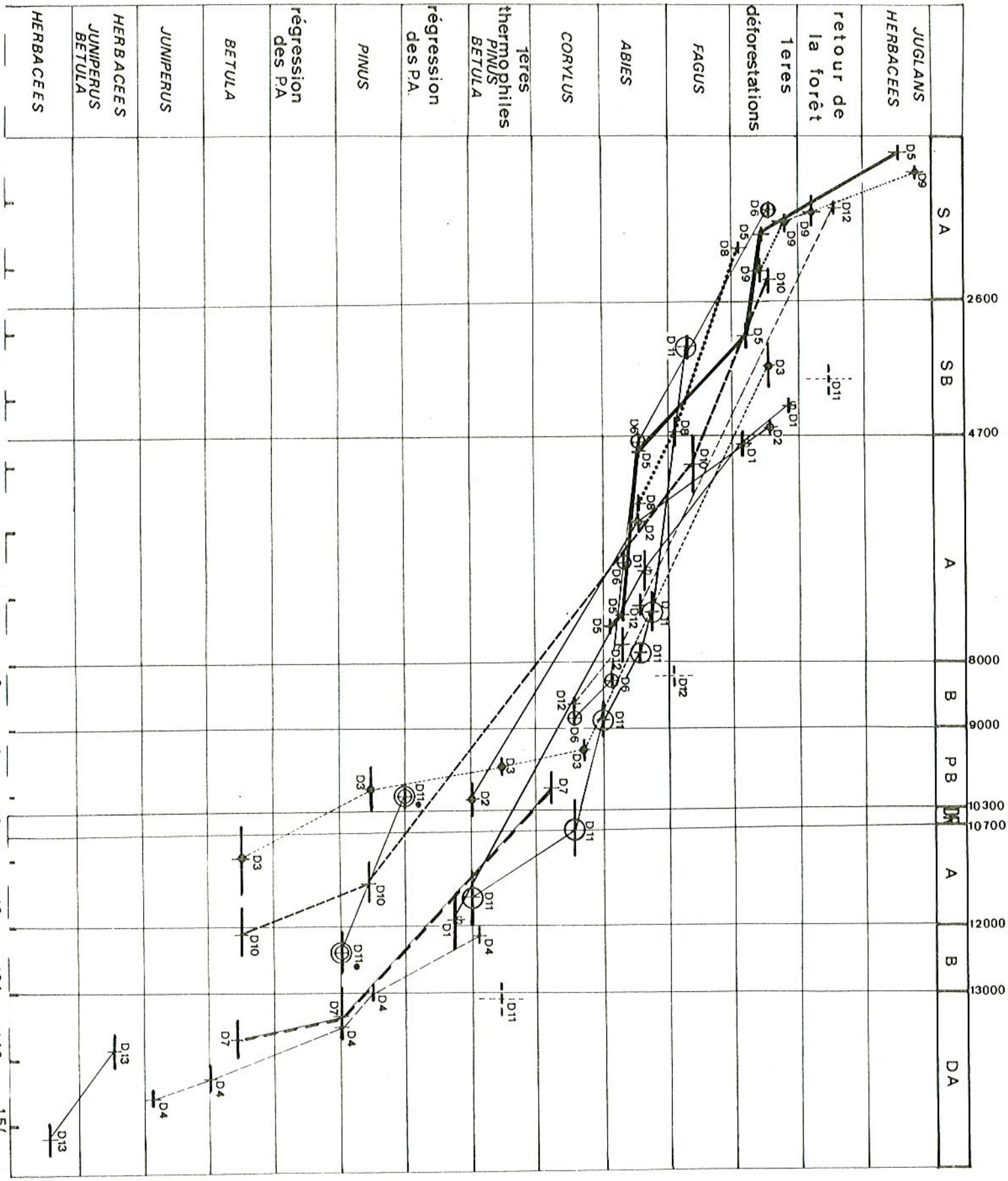
- La phase du Pin caractérise l'Alleröd

Depuis la plaine jusqu'à une altitude de 2000 m, *Pinus* marque une dominance absolue dans le paysage végétal.

- La phase de la récurrence des herbacées caractérise le Dryas récent

Elle est le mieux ressentie en altitude et dans le nord de l'Europe qu'au sud, mais elle existe partout.

b. La CHRONOSTRATIGRAPHIE absolue est actuellement mieux connue, du fait de la comparaison de nombreux datages.



Graphique 4. Etude séquentielle des dates ^{14}C

Les dates obtenues dans le présent travail viennent compléter les résultats déjà acquis dans les Alpes (synthèse publiée en 1977 par J.-L. de BEAULIEU puis en 1979 par W.A. WATTS), compte tenu des résultats récents (M. COUTEAUX, 1981 à 1984 dans l'Oisans) et auquels manquaient ceux du piémont dauphinois uniquement représenté alors, par le site de Chirens.

Nos dates seront également comparées à celles publiées depuis une dizaine d'années dans les régions voisines : plus au nord le Bassin Parisien le Plateau suisse et le Jura, plus au sud le Massif Central, la Basse Vallée du Rhône, et les Pyrénées orientales. Les zones plus au nord, naturellement très différentes de notre région ne sont pas prises en compte (fig. 29).

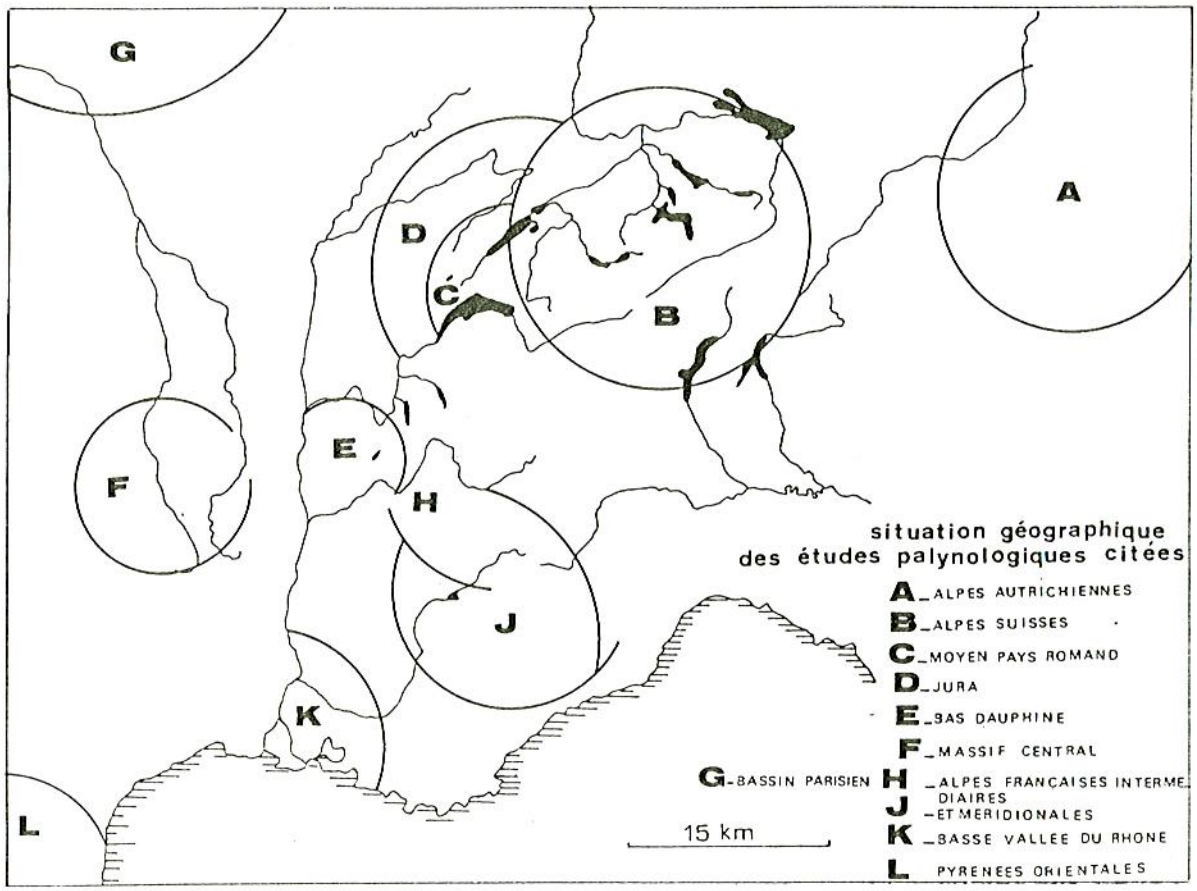


Fig. 29 - Situation géographique des études palynologiques citées.

- Le Dryas ancien

En Bas-Dauphiné à partir de 15200 +/- 250 BP à St Hilaire du Rosier une période plus propice à la vie dans le lac s'amorce, la passée organique dans la craie ainsi datée le prouve. La phase à herbacées est à son maximum.

Plus tard, (13980 +/- 250 BP) la seconde passée organique indique un nouveau réchauffement, avec, cette fois, une nette influence sur la végétation terrestre, les herbacées sont accompagnées de *Juniperus* et plus modestement de *Betula*. Il pourrait s'agir de l'homologue chronologique de la phase à *Artemisia* et *Betula nana* définie dans le Moyen Pays Romand par M. J.GAILLARD (1981) et datée par M. WELTEN (1983) en Suisse sur le site de Murifield 13860 +/- 200 BP.

- Le Bölling

En Bas-Dauphiné du fait de la pauvreté en matière organique des sédiments, où de leur faible épaisseur, un seul datage a été tenté directement à partir des carbonates au Grand Lemps.
L'âge obtenu est de 14670 +/- 180 BP, vieilli par l'apport de carbonates allochtones (+1000 ans environ d'après la littérature et J. EVIN). Il ne peut être pris en compte.

- L'OPTIMUM DE *JUNIPERUS* se situe pour l'Europe moyenne autour de 13000 BP. Des fluctuations assez importantes que ne peuvent expliquer ni la latitude ni l'altitude marquent la phase à *Juniperus* du nord au sud de l'Europe (J.-L. de BEAULIEU, 1977).

Suisse : Muriefield (500 m) M. WELTEN (1972) 13350 +/- 180 BP.à 12400 +/- 130 B.P.

Moyen Pays Romand : Grand Marais (565 m) (M.J. GAILLARD, 1981) 12250 +/-150 BP.

Massif Central : La Chaumette (1215 m) (J.-L. deBEAULIEU et al, 1984) 12810 +/- 250 BP.

Massif Central : Taphanel (975 m), (J.-L. de BEAULIEU et al,1984) 12380 +/- 210 BP.

Alpes du Sud : Siguret (1066 m), (J.-L. de BEAULIEU,1977) 13190 +/-260 B.P.

Vallée du Rhône : Beauchamp Panières (75 m) (H. TRIAT-LAVAL, 1979) 12320 +/-1020 BP.

Pyrenées : La Moulinasse (1330 m) (G. JALUT, 1974) 13600 +/-350 BP

- L' OPTIMUM DE *BETULA* se produit chronologiquement postérieurement au maximum de *Juniperus* qu'il supplante dans la plupart des sites.

En Bas-Dauphiné les dates obtenues dans les sédiments carbonatés du Grand Lemps sont de toute évidence trop précoces car perturbés par des carbonates allochtones.

Grand Lemps I de 14280 +/- 210 BP. à 13570 +/- 200 BP
Grand Lemps IV de 13760 +/- 290 BP à 13420 +/- 430 BP
A St Julien de Ratz dans la gyttja organique de 12470 +/- 320 BP. à 12100 +/- 360 BP, l'âge est conforme à celui trouvé ailleurs en Suisse et en France.
Suisse : Muriefield de 12700 à 12000
Moyen. Pays Romand : Grand Marais 12250 +/- 150 BP
Moyen. Pays Romand : Rances (607) 12030 +/- 150 BP
Massif Central : La Chaumette 12370 +/- 340 BP
Massif Central : Brugeroux (1260) 12350 +/- 360 BP

Dans les Alpes maritimes le maximum du bouleau est tronqué par l'arrivée précoce de *Pinus* autour de 13000. (J.-L. de BEAULIEU, 1977).

- L'Alleröd

Sa limite inférieure correspond au croissement des courbes, de *Betula* et de *Pinus* et sa limite supérieure à la récurrence plus ou moins marquée des herbacées avec légère régression de *Betula* et *Pinus*.

En Bas-Dauphiné plusieurs dates sont à proposer pour cette phase (tableau 7).

	PHASE A *PINUS*	DATES BP DEBUT DE PHASE	OPTIMUM
CRAIE	GRAND LEMPS I	13090 ± 180	12150 ± 150
	GRAND LEMPS IV	13420 ± 430	
GYTTJA	ST. J. DE RATZ I		11450 ± 310
	ST. J. DE RATZ II	12470 ± 320	

Tableau 7. Chronologie de la phase phase à *Pinus* en Bas-Dauphiné.

La date de 10030+/-210 B.P. à St Julien de Ratz ne permet pas de dater la fin de l'Alleröd. La tranche de sédiment concerné étant trop étalée dans le temps, cette date est rajeunie.

A Loras la date de 11080 +/- 600 BP. se place à la base d'un hiatus, au moment où les courbes de *Betula* et de *Pinus* auraient dû se croiser. Elle est donc à rejeter car impossible à corréler et imprécise.

L'âge de la phase à *Pinus*, si on tient compte du vieillissement dû aux carbonates allochtones, au Grand Lemps, s'étale sur 2500 ans environ de 12500 à 10000.BP. L'optimum est situé à 11450 +/- 310 BP. à St Julien de Ratz et 11000 BP à Chirens (S. WEGMULLER, 1977).

Ces résultats, approximativement en accord avec les dates obtenues dans les régions méridionaleslimitrophes (tableau 8) ne permettent pas de conclure, étant donné leur imprécision, à un précocité par rapport aux sites plus au nord et au Massif-Central.

	PHASE A *PINUS*		DATES BP DEBUT DE PHASE	OPTIMUM	FIN DE PHASE
SUISSE	WACHSELDORN	WELTEN & HEEB (1972)	11660 ± 150		11030 ± 200
MOYEN PAYS ROMAND	RANCES		12140 ± 120		
	TRONCHET	GAILLARD (1981)	11850 ± 140	11260 ± 130	11070 ± 120
	GRD MARAIS		11370 ± 210		
JURA	SOUS MARTEL DERNIER	MATTHEY (1971)			10950 ± 120
MASSIF CENTRAL	TAPHANEL	BEAULIEU ET AL. (1984)	11450 ± 240		
	LA CHAUMETTE			10910 ± 360	
	BRUGEROUX				10750 ± 240
ALPES DU SUD	COL DES LAUZES	BEAULIEU (1977)		13060 ± 270	
	LAC LONG		13460 ± 410 à 12040 ± 370		
BASSE VALLEE DU RHONE	BEAUCHAMP PANIERES	TRIAT (1979)		12580 ± 640	

Tableau 8. Chronologie de la phase à *Pinus* dans les régions limitrophes, d'après les dates C^{14} sélectionnées par les auteurs.

- Dryas récent

En Bas-Dauphiné à Hières sur Amby la limite inférieure de zone est datée 11930 +/-450 BP. nettement vieillie, cette date est à rejeter.

Au Grand Lemps une très nette récurrence des steppiques, venant à la fin de l'Alleröd n'a pas été datée car trop pauvre en matière organique.

Tout au plus, peut-on dire, que le Dryas récent est antérieur à 10110 +/- 240 BP (Hières/Amby) date correspondant à la récurrence du bouleau, qui suit le Dryas récent dans de nombreux sites :

(tableau 9)

DRYAS RECENT		DATES BP
SUISSE	SAS DE LA GOLP	10970±190 à 10180±180
	WACHSELDORN	11030±200
MOYEN PAYS ROMAND	COINSINS	10940±200
	MARAIS DU ROSEY	10340±160
MASSIF CENTRAL	BRUGEROUX	10270±430
ALPES DU SUD	SELLE DI CARMINO	10690±140 à 10330±210
	LAC LONG	10970±210 à 10430±210
	FOREST	10850±300
BASSE VALLEE DU RHONE	MOLLEGE	10670±350

Tableau 9. Chronologie du Dryas récent dans les régions limitrophes, d'après les dates C^{14} sélectionnées par les auteurs.

En conclusion les quelques dates retenues en Bas-Dauphiné concernant les divisions Tardiglaciaire, sont suffisamment compatibles avec la zonation admise actuellement dans le sud-est de la France (J.-L. de BEAULIEU et Al, 1982) pour que cette dernière soit choisie dans le présent travail.

Dryas ancien jusqu'à 13000 BP
Bolling jusqu'à 12000 BP
Allerod jusqu'à 10700 BP
Dryas récent jusqu'à 10300 BP

2. Le Postglaciaire

Un tour d'horizon des zonations du Postglaciaire proposées actuellement pour l'Europe moyenne, le Jura, le Moyen Pays Romand et le sud-est de la France, montre que les limites de zones ne sont pas synchrones (fig. 3O).

La même observation vaut aussi pour les différentes régions de France (voir fig.31).

Aprés discussion des dates obtenues en Bas-Dauphiné par rapport aux régions limitrophes, pour le développement des taxons choisis classiquement par la plupart des palynologues comme indicateurs (*Corylus, Quercus, Ulmus, Tilia, Abies, Fagus* et *Picea*), le bien fondé de l'appartenance de la région à un système de zonation, sera envisagé.

La zonation de FIRBAS est donné pour mémoire.

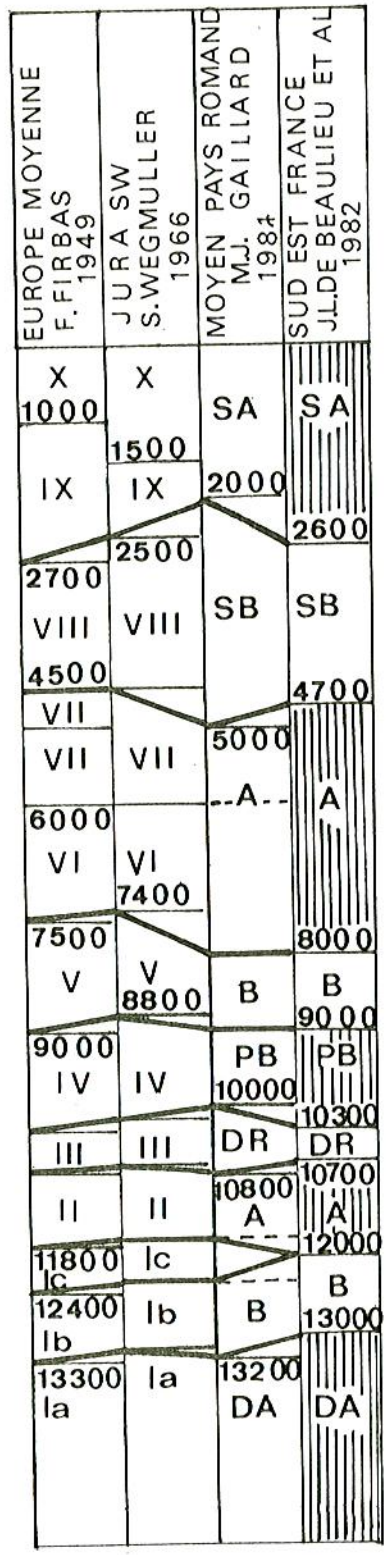


Fig. 3O - Zonation du Tardiglaciaire et du Postglaciaire en Europe-moyenne et dans les régions limitrophes.

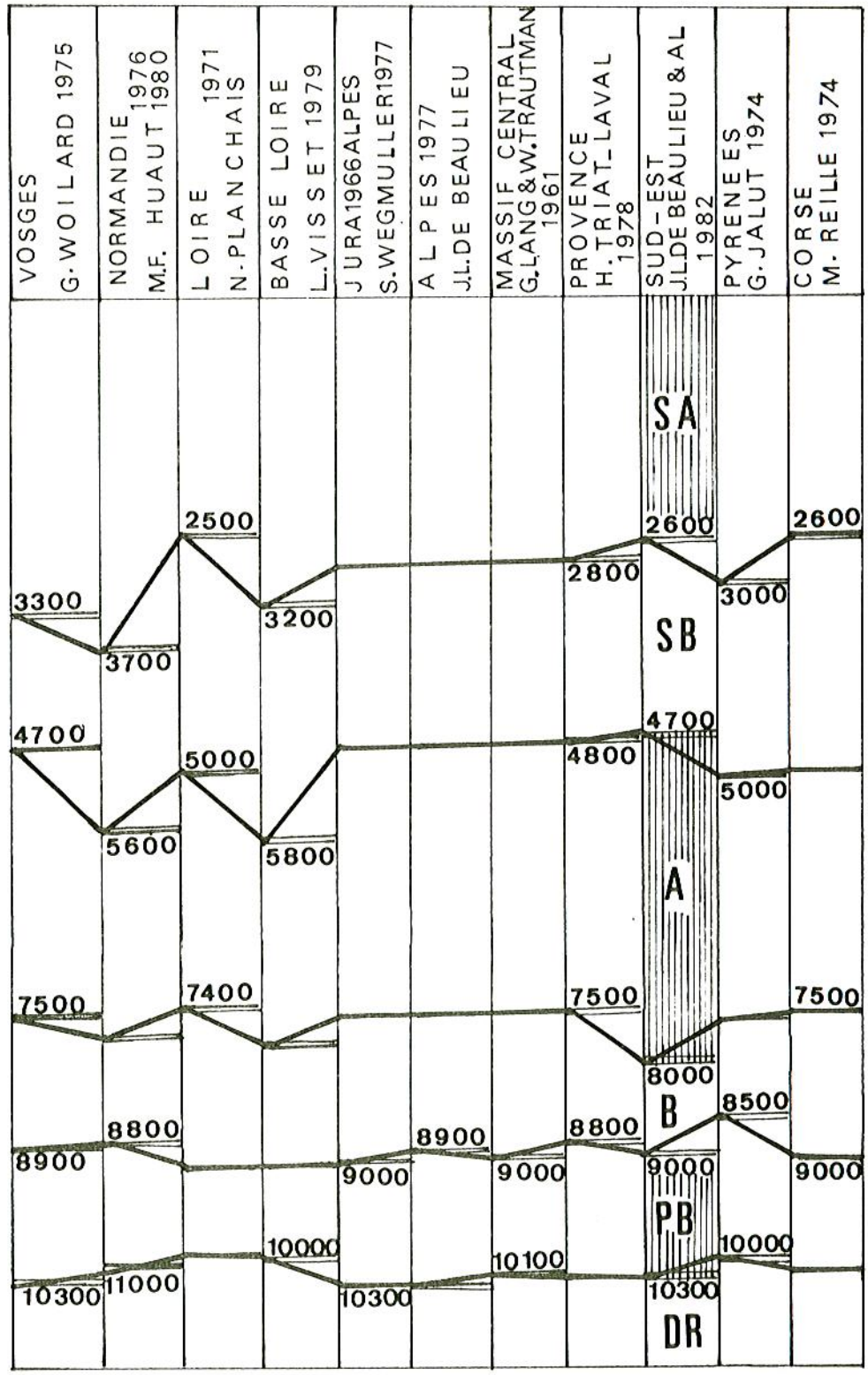


Fig. 31 - Zonation du Postglaciaire en France.

a. Le Préboréal = zone IV de FIRBAS

La limite inférieure de la zone correspond en Europe moyenne à la régression d'*Artemisia* et à l'accroissement des taux de *Betula*.

En Bas-Dauphiné, si on tient compte de ces évènements, le Préboréal commence à Hières sur Amby à 10110+/-240 BP. , A St Julien de Ratz le croisement des courbes de *Betula* et *Pinus*, qui survient ensuite,mais avec une date inversée 11600+/-460 BP ne peut servir d'exemple.

Le même évènement est daté 9890+/-310 BP à Loras.

Dans les sites du Massif Central et au nord de la limite des cols des situations analogues s'observent et sont datées de :

10040+/-200 BP (Taphanel) et 9850+/-140 BP (Mont de Belier) (J.-L. de BEAULIEU et al, 1985).

Dans le Moyen Pays Romand la base du Préboréal est fixée à 10180+/-90 BP à Champ Buet. En Suisse, d'une manière générale le sommet du Préboréal est fixé par les auteurs à 9000 BP.

Dans les Alpes intermédiaires, aux Deux Alpes, une légère récurrence de *Pinus* à la fin du Dryas récent est datée de 10130+/-250 BP à 9670+/-240 BP (M. COUTEAUX et J. EVIN, 1981), elle est attribuée au Préboréal.

Au sud de la limite des cols, le Préboréal débute à 10.000 BP (J.-L. de BEAULIEU, 1977) comme au nord, à la montée de *Betula*, mais l'arrivée presque simultanée de *Pinus* (avec persistance d'*Artemisia* dans la Basse Vallée du Rhône) puis celle de *Quercus pubescens* (10140+/-220 BP) à Beauchamp Panières et 10670+/-340 BP à Mollèges (nord des Alpilles) (H. TRIAT-LAVAL, 1978) ne permet pas de situer de manière nette la fin du Préboréal.

Alors que les premimères mésothermophiles se sont déjà manifestées, la brutale montée de *Corylus* est datée 983O+/-24O BP au Grand Lemps, donc juste après la fin du Préboréal dont la limite supérieure est toujours marquée par la brusque envolée des taux de *Corylus*. Cette date manifestement trop précoce est à rejeter.

CONCLUSION

Le Préboréal pourrait donc admettre pour limite inférieure 10.000 BP pour l'ensemble de l'Europe moyenne, âge généralement trouvé pour le deuxième optimum du bouleau et pour limite supérieure l'âge de 9000 BP fixé arbitrairement, bien que divers évènements phytoécologiques se déroulent autour de cette date, aucun ne peut servir de référence du nord au sud.

En règle générale à partir de la fin du Préboréal il ne sera plus possible de trouver des assemblages polliniques semblables entre eux et de même âge pour des régions différentes d'Europe moyenne.

b. Le Boréal = zone V de FIRBAS

En Bas-Dauphiné l'explosion des taux de *Corylus* et la chute de la courbe de *Pinus* se font à 9830 +/-240 BP au Grand Lemps à 10700+/-490 BP à St Julien de Ratz, manifestement imprécises et trop précoces ces dates sont à rejeter.

Le premier palier atténué des taux de *Corylus* qui suit le maximum est daté de 8880+/-150 BP au Grand Lemps.

A Loras et au Grand Ratz,alors que les taux de *Pinus* se maintiennent la première montée sensible des taux de *Corylus* est datée 9610+/-130 BP à Loras et 8670+/-190 BP au Grand Ratz.

Donc en Bas-Dauphiné les dates disponibles autorisent à placer les limites du Boréal entre 9500 et 8500 BP mais elles sont trop peu nombreuses et imprécises pour conclure.

.

Dans les Alpes méridionales, "un léger accroissement des taux de *Corylus* à St Léger et Pelléautier est daté de 9090+/-230 BP" (J.-L. de BEAULIEU, 1977)

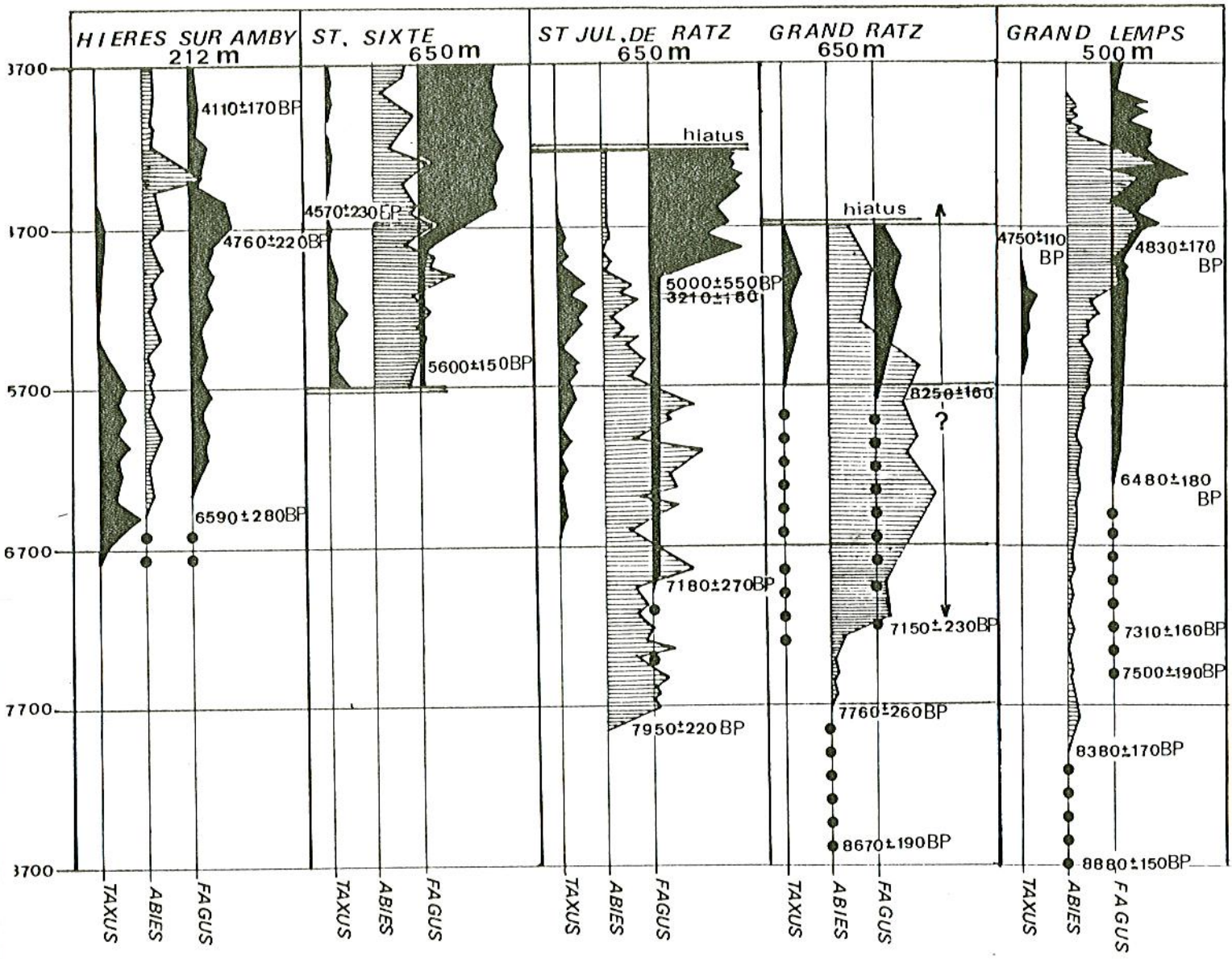


Fig. 32 - a. Corrélations entre les courbes relatives de *Abies*, *Fagus* et *Taxus* dans les différents sites.

Dans la Basse Vallée du Rhône l'optimum de *Corylus*, lorsqu'il existe (Courthezon, Beauchamp Panières) se situe autour de 8400 BP donc il est plus tardif qu'au nord, ici "l'installation de la chênaie caducifoliée a commencé au début du Boréal" (H. TRIAT-LAVAL, 1978) ce qui a pu nuire à *Corylus*.

Dans le Massif Central on observe comme au nord de la limite des cols l'optimum de *Corylus* qui se poursuit par une phase de maximum stable de *Corylus*, le minimum de *Betula* et le début de l'extension d'*Ulmus* daté 8440+/-160 BP, (Taphanel) et 8280+/-120 BP, (Mont de Bélier) (J.-L. de BEAULIEU et al, 1982).

Dans le Moyen Pays Romand, le Jura et les Préalpes "on constate une grande variabilité des dates, celles-ci oscillant entre 94OO et 84OO BP indépendamment de l'altitude." (M. J. GAILLARD, 1981)

CONCLUSION

Du nord au sud de l'Europe moyenne le Boréal apparait comme la période d'installation de la forêt caducifoliée qui ne trouvera son optimum qu'à l' Atlantique. Le diachronisme enregistré pour l'installation des mésothermophiles semble passer plus ou moins, par la phase à *Corylus* en fonction de conditions strictement locales. Les limites du Boréal restent donc difficiles à corréler d'une région à l'autre, nous choisirons avec (J.-L. de BEAULIEU et al, 1985) les dates entre 9000 et 8000 BP même si en Bas Dauphiné le Boréal parait décalé de 500 ans vers le Préboréal.

c. L'Atlantique = zones VI et VII de FIRBAS

La limite inférieure correspond aux premières manifestations d'*Abies* alors que la chênaie mésophile connait sa plus belle expansion.

En Bas Dauphiné 19 dates centrées sur cette période permettent d'apporter des informations nouvelles sur l'installation de la sapinière (fig. 32a et 32b).

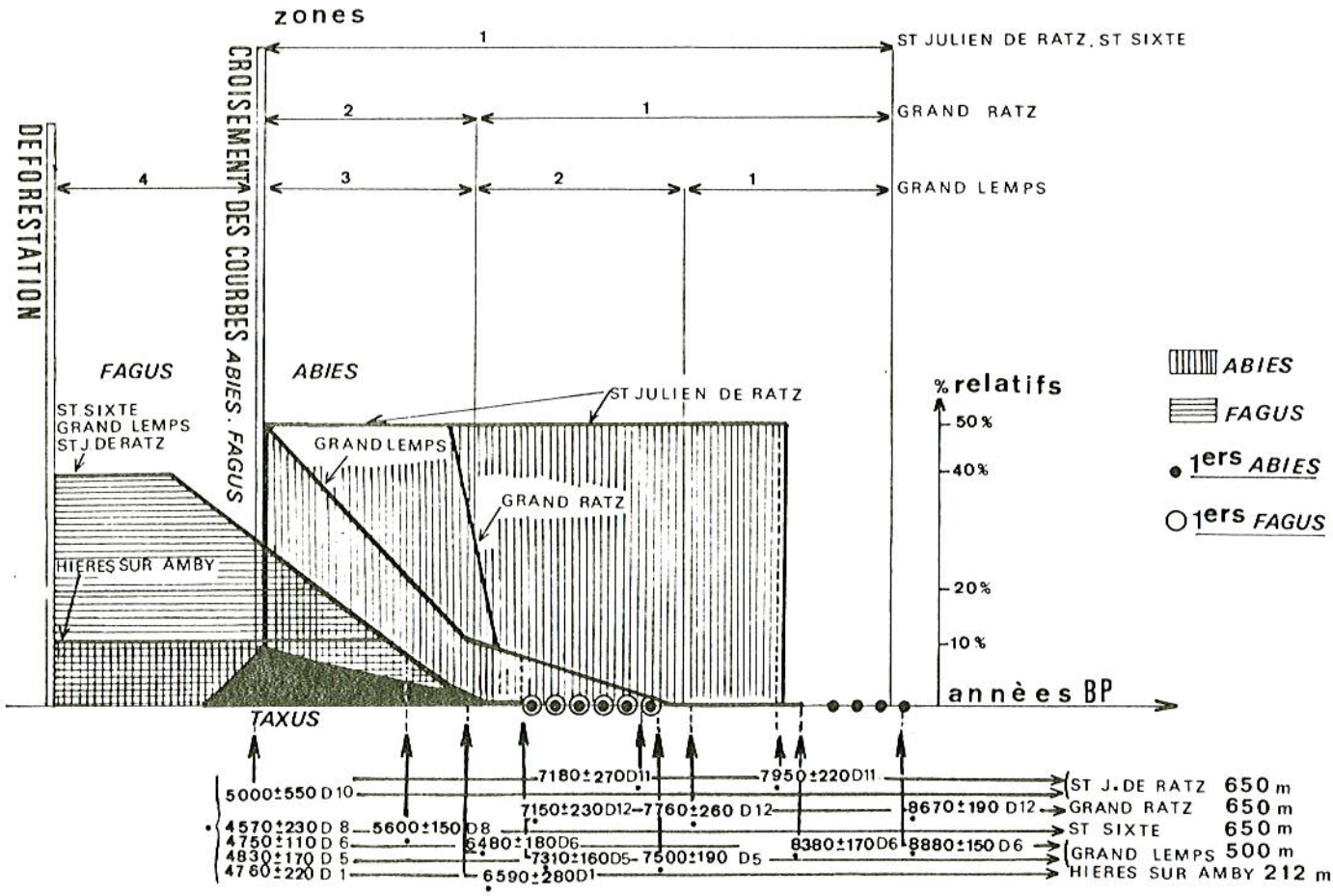


Fig. 32 - b. Représentation schématique du développement de la sapinière et de la hêtraie (les dates C^{14} inversées sont exclues).

A LA LIMITE DU MONTAGNARD (650 m)

A St Julien de Ratz la montée des taux d'*Abies* a lieu à 7950+/-220 BP . La fin de l'optimum est datée 3210+/-150 B.P. au niveau d'un hiatus. Cet âge ne peut être retenu, d'autant plus que dans un sondage voisin, le même évènement est daté 5000+/-550 BP, date imprécise mais plus vrai semblable si on la compare au même évènement dans les sites de la région, c'est à dire le croisement des courbes d'*Abies* et de *Fagus* qui a lieu autour de 4700 B.P.

Au Grand Ratz, site à la même altitude mais mieux exposé, donc plus sec, les premiers grains d'*Abies* sont datés 8670+/-190 BP et la montée modeste des taux intervient à 7760+/-260 BP alors que le maximum est atteint à 7150+/-230 BP et qu'une date inversée 8250+/-160 BP ne permet pas de préciser la fin du palier du maximum. A Saint Sixte également à 650 m d'altitude, la fin est datée 4570+/-230 BP précédée par 5600+/-150 BP une date en plein maximum d'*Abies*.

DANS LES SITES COLLINEENS

Au Grand Lemps, les premiers grains d'*Abies* sont datés de 8880+/-150 BP, le départ de la courbe continue à 7500+/-190 BP (date qui correspond également dans la plupart des sites aux premiers grains de *Fagus*) le début de la courbe cotinue 7310+/-160 BP et le redressement de la courbe à 6480+/-180 BP pour atteindre son maximum à 4750+/-110 BP et 4830+/-170 BP dans un sondage parallèle.

A Hière sur Amby les courbes d'*Abies* et de *Fagus* évoluent parallèlement faible leur montée est datée 6590+/-280 BP et l'interruption, par les déforestations, de leur possible optimum à 4760+/-220 BP. Un palier s'installe plus élevé pour *Fagus* que pour *Abies* alors que dans les autres sites *Abies* cède la place à *Fagus* autour de 4700 BP, d'une manière très homogène.

Taxus présent dès le début de l'Atlantique atteint son optimum en général au cours du maximum d'*Abies* vers 5000 B.P.

Au nord de la zone étudiée, (Jura, Préalpes, et Alpes suisses) l'expansion d'*Abies* est plus tardive elle s'accompagne de la chute d'*Ulmus* et de *Tilia* autour de 6000 BP.

Au sud elle varie autour de 7600 BP (plus précoce 8400 B.P. au Forest, plus tardive 7310+/-140 BP au Plan de Laus). *Abies* s'élève jusqu'à 1500 m d'altitude.

Dans la Basse Vallée du Rhône le début de la courbe d'*Abies* fluctue de 7350+/-170 BP à Courthézon à 6140+/-120 BP aux Frignants. La courbe de *Quercus ilex* est choisie à la place de celle d'*Abies* comme indicatrice du début de l'Atlantique car cette espèce prospérait sur place contrairement à *Abies* qui semble-t-il, était plutôt installé dans les Alpes méridonales toutes proches.

Dans le MassifCentral le début de l'Atlantique est marqué par l'extension de *Tilia* 7520+/-130 BP (Taphanel). Les premières occurences régulières de *Fagus* et *Abies* sont datées de 5850+/-140 BP (Taphanel) et 5880+/-200 BP (Le Jolan). L'apparition en courbes continues de *Fagus* et *Abies* 5060+/-290 BP (Lastioulles) et 4860+/-140 BP (Taphanel).

CONCLUSION

Il faut relever la précocité de l'arrivée d'*Abies* en Bas-Dauphiné et de son expansion, qui se fait vers la fin du Boréal classique (8000 BP) ce qui vient contredire la date 5200 BP proposée par S. WEGMULLER (1977) à Chirens, il est vrai un bas-marais.

Dans toutes les régions voisines *Abies* est plus tardif de 7600 à 5000 BP.

Les dates obtenues dans les différents sites du Bas-Dauphiné permet d'étayer l'hypothèse de l'existence de zones refuges dans la région . Les talwegs bien abrités des gorges entaillées dans le proche Vercors et néanmoins assez éloigné des zones englacées ont pu fournir les conditions propices au maintien de stations reliques. Il n'existe cependant encore aucune preuve directe à l'appui de cette hypothèse.

La vallée du Rhône à l'ouest apparait comme un fossé infranchissable car *Abies* n'est présent dans le Massif-Central que très tardivement 5000 BP.

Les plateaux suisse et jurassien acceuillent *Abies* également assez tard autour de 6000 BP (voir histoire de quelques taxons - Troisième partie, chapitre II).

d. Le Subboréal = zone VIII de FIRBAS

En Bas-Dauphiné la limite Atlantique-Subboréal est bien nette (4700 BP) elle coïncide avec le croisement des courbes d'*Abies* et *Fagus*, l'ensemble de la région étudiée étant située à une altitude inférieure à 700 m, le diachronisme dû à l'altitude semble effacé .

La limite supérieure du Subboréal, au contraire, fluctue au gré des déforestations anthropiques.

En plaine, à Hières sur Amby, où une déforestation précoce se manifeste, le Subboréal est pris entre deux hiatus sédimentaires, ce qui complique la corrélation des dates dans deux zones présentant des courbes homologues pour le rapport PA/PNA. Dans l'une, des taux d'*Abies* et de *Fagus* quasi équivalents, sont datés 4110+/-170 BP, dans l'autre, où *Abies* s'accompagne d'un maximum de *Taxus* et de faibles % de *Fagus*, la date obtenue est de 5800+/-130 BP donc manifestement trop précoce et par conséquent à exclure.

Dans les sites collinéens, où les déforestations sont plus tardives, la phase à *Fagus* est tronquée au Grand Lemps à 3020+/-230 BP à St Julien de Ratz à 2200+/-210 BP et à St Sixte à 1680+/-150 BP ces deux dernières dates sont manifestement gallo-romaines.

A Chirens l'expansion de *Fagus* est inexplicablement tardive (3750+/-100 BP) et s'achève avec les premières déforestations anthropiques non datées.

Dans les nouveaux sites sondés en Bas-Dauphiné, les premiers grains de *Fagus* apparaissent très tôt, à 7150 BP au Grand Ratz et à 7500+/-190 BP au Grand Lemps. La courbe continue est datée 7280+/-270 BP à St Julien de Ratz et 7310+/-160 BP au Grand Lemps.

Le maximun est généralement rencontré peu avant les déforestations. Ces faits tendent à rapprocher les stations étudiées, de celle du Lac Luitel (1250 m) (S. WEGMULLER, 1977) dans les Alpes intermédiaires assez proches, plutôt que de Chirens.

Au nord (Jura, Préalpes et Alpes suisses) la phase à *Fagus* n'est bien visible qu'à basse altitude, autour de 4500 BP. C'est *Abies* qui continue à jouer le rôle principal jusqu'à 1900 m d'altitude. *Picea* occupe le sub-alpin dans les Alpes suisses orientales depuis 6000 BP il atteint le montagnard du Jura septentrional à 4500 BP (communication personnelle M.REILLE) et le plateau Suisse à 2000 BP avec l'expansion maximale de *Fagus* (M. J. GAILLARD, 1981).

Comme en Bas-Dauphiné cet optimum est immédiatement suivi par l'arrivée des céréales et des indicatrices des cultures.

Au sud, dans les Alpes méridionales, la limite Atlantique -Subboréal est caractérisée par la courbe continue, même modeste, de *Fagus*, alors qu'en altitude *Pinus cembra* marque son expansion autour de 4700 BP (J.-L. de BEAULIEU, 1977).

Dans la Basse Vallée du Rhône, le début de la courbe continue de *Fagus* ne peut servir de référence à la limite Atlantique-Subboréal car les refuges pléniglaciaires ont permis un retour précoce de *Fagus* (10.000 BP aux Frignants).

C'est alors la récurrence de *Betula* et le déclin de *Quercus pubescens* qui sont choisis comme indicateurs (H. TRIAT-LAVAL, 1978). Les déforestations anthropiques trés précoces dans cette région, parfois depuis le Boréal, ne permettent pas de fixer la fin du Subboréal qui se confond avec le Subatlantique, l'action humaine devenant de plus en plus évidente, mais l'absence de dates ne permet pas de situer précisément, ces évènements.

Dans le Massif-Central l'expansion de *Fagus* est datée entre 4700 et 4200 B.P. elle s'accompagne du maximum d'*Abies*. La fin du Subboréal est toujours marquée par l'amorce de la déforestation, qui peut atteindre soit la hêtraie soit la hêtraie-sapinière, datée de 2700 BP.

CONCLUSION

Le Subboréal débute à 4700 BP, limite bien définie, et se termine autour de 2600 BP, date moyenne, admise comme la période où l'amorce de la régression forestière se fait nettement sentir pour la première fois.

e. Le Subatlantique = zone IX et X de FIRBAS

En Bas-Dauphiné,il commence par les déforestations de faible amplitude et se poursuit par les déforestations gallo-romaines accompagnées de l'arrivée de *Carpinus, Juglans*, *Castanea* et *Picea.*

Seules les secondes sont bien datées dans les sites étudiés : St Julien de Ratz 2200+/-210 BP, St Sixte 2080+/-210 BP à 1270+/-160 BP et (1680+/-150 BP dans un sondage voisin), Grand Lemps 1550+/-170 BP.

Dans la déprise agricole qui suit, et au cours de laquelle *Quercus* domine assez nettement, quatre dates cohérentes entre elles, permettent de situer cet évènement au Moyen-Age (autour de l'an mil).

Grand Lemps 1190+/-190 BP
St Sixte 1180+/-160 BP 1400+/-100 BP (inversée) 1060+/-12O BP
St J. de Ratz 3700+/-220 BP (inversée)
Grand Ratz -1090+/-110 BP.

(Deux de ces dates sont inversées, donc à rejeter, les autres sont acceptables). Le Subatlantique se termine par la courbe en hausse notable de *Juglans* 570+/-170 BP au Grand Lemps où d'ailleurs les taux ne sont pas aussi spectaculaires qu'à St Hiliaire du Rosier.

Malgré le particularisme enregistré d'une région à l'autre, pour les quatre grandes pulsations de l'impact humain sur la végétation (âge du Fer? Gallo-Romain, Moyen-Age et époque Moderne) le bien fondé de ces divisions est généralement prouvé, bien que les dates ^{14}C restent encore trop peu nombreuses. Une discussion des problèmes archéologiques liés à la palynologie du Subatlantique est proposée dans ce présent travail.

Plus au nord, le Subatlantique n'est pas étudié dans le Moyen Pays Roman, il est à peine abordé dans le Jura où H. RICHARD (1983) recherche, plus précisément, la néolithisation à basse et moyenne altitude.

Dans le Dauphiné et le secteur briançonnais, S. WEGMULLER (1977), propose un tableau des principales phases de déforestation depuis le Bronze, malheureusement non datées.

Dans le Massif-Central les déforestations gallo-romaines sont datées 1380+/-160 BP à Chambedaze qui affecte *Abies* et 1890+/-60 BP à Landos. *Juglans* et *Castanea* apparaissent au maximum des cultures et *Pinus silvestris* indiquant l'abandon des terres, constitue l'essentiel du reboisement actuel.

Dans les Alpes maritimes et la Basse Vallée du Rhône où l'activité humaine est évidente depuis le néolithique peu de dates sont disponibles pour le Subatlantique il est à retenir cependant la mise en culture de l'olivier au deuxième ou troisième siècle avant JC (H. TRIAT-LAVAL, 1978) et l'extension de *Juglans* datée à Pelleautier de 660+/-210 BP (J.-L. de BEAULIEU, 1977).

En conclusion les limites de zones du Postglaciaire définies dans le sud-est de la France (BEAULIEU et al, 1982) (fig. 31) sont valables en Bas-Dauphiné soit :

le Préboréal jusqu'à 9OOO BP.
le Boréal jusqu'à 8OOO BP.
l'Atlantique jusqu'à 47OO BP.
le Subboréal jusqu'à 26OO BP.
le Subatlantique après 26OO BP.

II. APPORT DES ANALYSES ISOTOPIQUES

- La composition en oxygène isotopique du bicarbonate de calcium dissout dans l'eau, et par conséquent celle des carbonates qui précipitent au moment de la sédimentation dépend du rapport $^{18}O/^{16}O$ de l'eau (U. SIEGENTHALER et U. EICHER 1979, 1985)
Ce rapport est lui-même tributaire de la température de sédimentation. Il est donc possible de comprendre les variations climatiques qui sont intervenues au cours de la vie du lac, en mesurant ce rapport, dans le cas où le sédiment est calcaire, où l'apport des carbonates allochtones est faible et lorsque l'évaporation ne joue pas un trop grand rôle.

- D'autre part U. SIEGENTHALER et U. EICHER démontrent au Lobsigensee (1985) que $\delta^{18}O$ varie pratiquement de manière parallèle à $\delta^{13}C$.
Or $\delta^{13}C$ est lui même influencé par la production primaire du lac. Les plantes aquatiques fixent de préférence le CO2 contenant ^{12}C, de telle sorte que la précipitation des carbonates riches en ^{13}C est élevée pendant les périodes chaudes, de grande activité biologique.

Les sites de la région étudiée, dont fait partie Chirens semblent propres à ces études (U. EICHER, U. SIEGENTHALER et S. WEGMULLER,1979; L. CHAIX, B. CHASTAING, Ph. OLIVE, 1982)

A. Au Grand Lemps (500 m) (fig 33 et 34)
(Analyses U. EICHER non publié)
Le parallélisme presque parfait qui est constaté entre les résultats obtenus au Grand Lemps et à Chirens (fig. 33) permet d'aboutir aux conclusions suivantes :

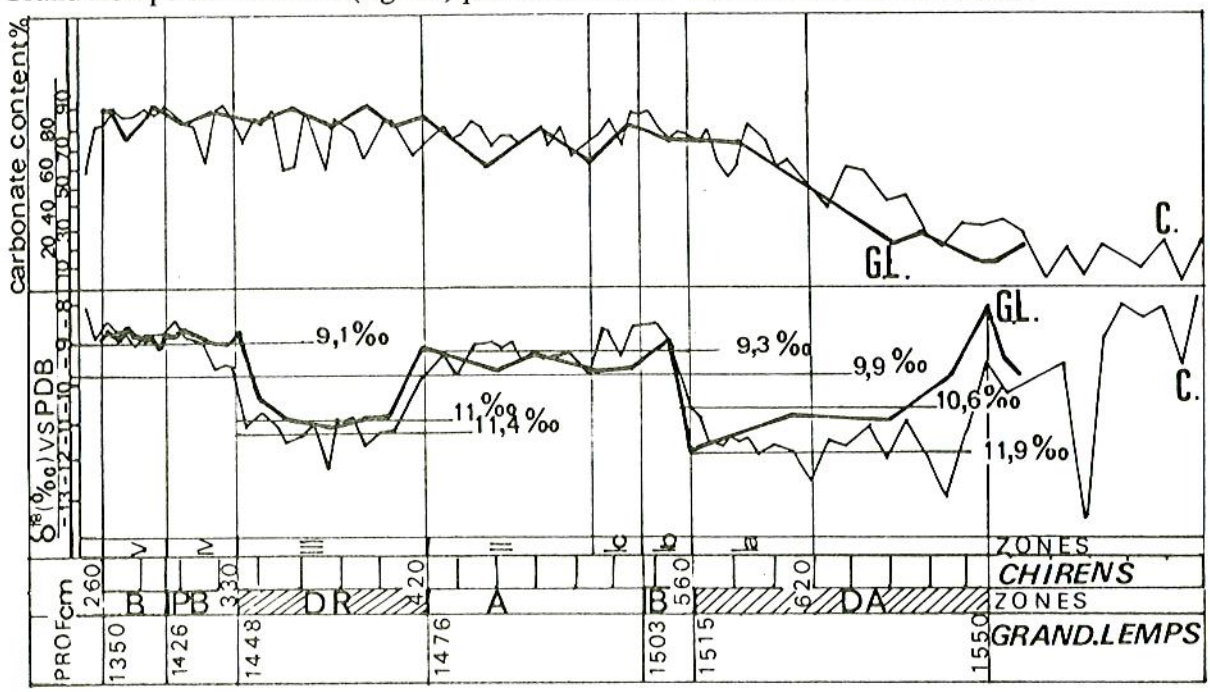


Fig. 33 - comparaison des courbes des pourcentages en carbonates et du rappport $^{18}O/^{16}O$ de Chirens et du Grand Lemps.

Phase à herbacées (1560 cm à 1516 cm) Dryas ancien

Dans l'argile de colmatage du fond le taux des carbonates est faible (20%) et il est vraisemblablement d'origine allochtone, le pic de la courbe $\delta^{18}O$ à la cote 1550 semble le prouver. Rien n'indique dans la végétation une amélioration climatique.

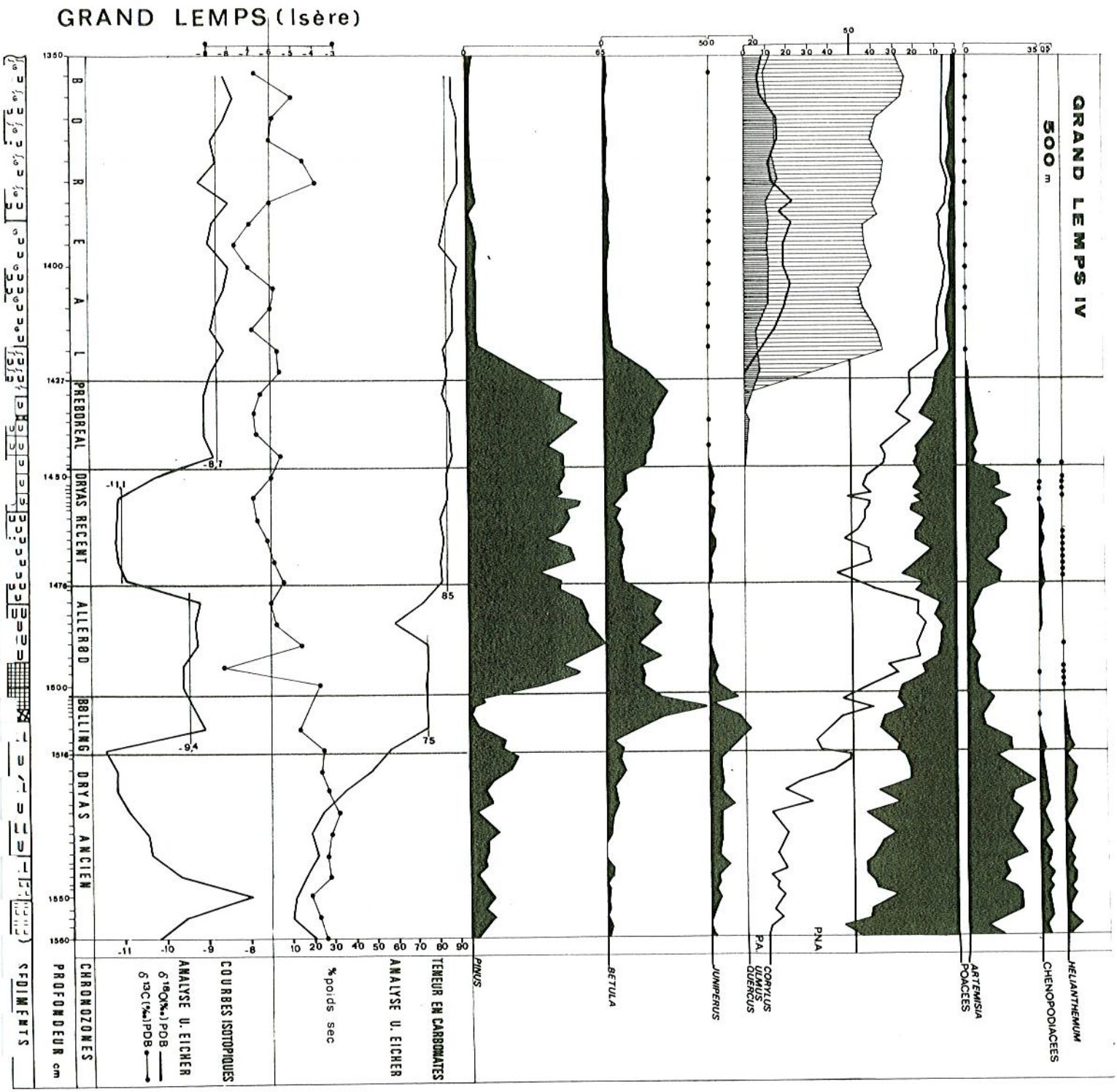


Fig. 34 - Comparaison des courbes de quelques taxons et des courbes isotopiques obtenues au Grand Lemps IV.

La transition entre argile et gyttja dans la craie argileuse est marquée par la poussée des taux des carbonates (de 20% à 60%) sans doute d'origine autochtone, la production primaire du lac étant au cours de cette phase, la plus forte de tout le profil si on considère les taux de $\delta^{13}C$ (autour de -4%).

La courbe de $\delta^{18}O$ décroît progressivement de manière inversement proportionnelle à l'arrivée des carbonates étrangers jusqu'à atteindre des valeurs faibles (-11%) compatibles avec les températures peu élevées encore de la fin du Dryas ancien.

La végétation herbacée envahit les berges du lac.

Phase à *Juniperus* puis à *Betula* (1516 cm à 1503 cm)Bölling

La courbe $\delta^{18}O$ s'élève considérablement de -11% à -9,4% de moyenne et le taux des carbonates atteint 75% en totalité d'origine autochtone. L'amélioration climatique est confirmée dés l'optimum modeste de *Juniperus*, puis par la poussée du bouleau correspondant à un palier de la courbe de $\delta^{18}O$ à (-9,4%).

Phase à *Pinus* (1500 cm à 1475 cm) Alleröd

Cette phase débute par un fléchissement de la courbe $\delta^{18}O$ en rapport avec un léger recul de *Betula* et la recurrence faible de *juniperus* et des herbacées (*Artemisia* et Poacées) qui pourrait s'apparenter à un refroidissement passager.

Mais le phénomène est trop fugace et de si faible amplitude qu'il ne peut être assimilé à une fluctuation d'ordre climatique bien qu'on puisse le corréler avec une baisse brutale et de courte durée de l'activité photosynthétique des plantes aquatiques avec dépôt de gyttja à Diatomées de l'espèce *Navicula diluviana* dont l'écologie (M. COSTE 1987, communication personnelle) est celle d'un taxon glaciaire .

Au cours du maximum de *Pinus*, les taux de $\delta^{18}O$ sont au même niveau qu'au Bölling ce qui semble prouver une stabilité climatique certaine.

En fin de phase une perturbation négative du taux des carbonates pourrait indiquer le niveau de cendres du Lachersee, trouvé à Chirens (S WEGMULLER et M. WELTEN, 1973). Des recherches plus précises permettraient sans doute de le savoir.

Les taux de $\delta^{13}C$ atteignent les valeurs les plus basses (-6%) de toutes celles enregistrées précédement, ce qui peut vouloir indiquer une végétation aquatique peu dense et de ce fait des résultats peu probants ne reflétant plus les variations thermiques en rapport avec les fluctuations climatiques. (?)

Phase à *Pinus* et herbacées (1476 cm à 1448 cm) Dryas récent

Chute brutale des taux de $\delta^{18}O$ qui redescendent au niveau des valeurs enregistrées au cours du Dryas ancien (-11,1% de moyenne) alors que les carbonates restent autour de 85% valeurs désormais stabilisées pour le reste du profil.

Cette brutale péjoration climatique de brève durée (500 ans ?) n'a pas causé la disparition de la forêt à basse altitude, les apports lointains de pollen de pin le prouvent.

D'après S. WEGMULLER à Chirens (1979) le froid de cette période est un froid sec qui a perturbé le métabolisme hydrique des arbres.

Phase à *Betula*, *Pinus* et 1ères mésothermophiles (1448 cm à 1350 cm) Préboréal

La remontée de la courbe $\delta^{18}O$ à la fin du Dryas récent est aussi brusque que le fut sa chute à la fin de l'Alleröd, signalant ainsi un réchauffement brutal déterminant la lente dynamique forestière qui se met en place au Préboréal.

La stabilité climatique de longue durée qui s'installe est prouvée par le palier de la courbe $\delta^{18}O$ autour de -8,7% qui rappelle celle du Bölling-Alleröd.

B. Hières sur Amby (212 m)(fig.35)
(Analyses U. EICHER non publié)

Phase à herbacées (118O cm à 116O c)m Dryas ancien

Dans une argile pauvre en carbonates (36,4%) la courbe $\delta^{18}O$ a déjà des valeurs moyennes de -7,3% ce qui ne peut s'expliquer que par l'apport de carbonates allochtones. (U. EICHER, rencontre le même phénomène dans les sites du Moyen Pays Romand, (M.J. GAILLARD, 1981).

Le pied de la falaise où se trouve le lac est raviné, et la végétation locale sans doute herbacée et clairsemée.

Phase à *Betula* (116O cm-1135 cm) Bölling

La courbe $\delta^{18}O$ reste aussi élevée qu'à la phase précédente mais le taux des carbonates passe à 75%. Ce sédiment une gyttja, est plus riche en apports autochtones dus à l'activité photosynthétique, les taux de $\delta^{13}C$ sont les plus élevés du profil (+O,5% de moyenne). Il y a bien amélioration climatique.

Phase à *Pinus* (1135 cm à 1054 cm) Alleröd

Le passage de la gyttja à la craie est caractérisé par la fin des apports en carbonates allochtones. La courbe des carbonates reste stable mais la courbe isotopique $\delta^{18}O$ descend à des valeurs moyennes de -9,3% compatibles avec celles relevées au cours de la phase à pin au Grand Lemps -9,4% et à Chirens -9,3% . De nombreuses fluctuationx difficiles à interpréter concernent cette période, la dernière à la cote 1O68 est la plus importante (-1O,6 %). Il est possible de voir ici la phase froide du Dryas récent, réduite à sa plus simple expression car elle a été peu ressentie à cette altitude (212 m) ou bien, car elle a été trahie par le sédiment.

Trop faible ou trop courte pour destabiliser la forêt, elle se fait nettement sentir sur la production primaire du lac d'après la baisse des taux de $\delta^{13}C$.

Il est à noter qu'une telle baisse de l'activité photosynthétique s'enregistre aussi entre Bölling et Alleröd comme au Grand Lemps.

Phase à *Betula, Pinus* et 1ères mésothermophiles (1O54 cm à 1O2O cm) Préboréal.

Les valeurs isotopiques n'ont pas pu être réalisées dans la craie trop tourbeuse. A la cote 1O2O où la craie est franche une valeur de -9,64% pour $\delta^{18}O$ rappelle celles de la phase à pin précédente. Ce n'est qu'au Boréal que l'amélioration s'accentue.

Phase à *Corylus* et phase de la chênaie à mésothermophiles (655 cm à 31O cm). Fin du Boréal et Atlantique

Les paliers des courbes isotopiques se maintiennent autour de -8,5% pour $\delta^{18}O$ et -5% pour $\delta^{13}C$. Les valeurs sont respectivement pour $\delta^{18}O$ de -8,7% et pour $\delta^{13}C$ de -6% au Grand Lemps. Ces faits confirment la grande stabilité climatique de toute cette période dans la région.

Le taux des carbonates (95% en moyenne) est le résultat de l'activité de la faune malacologique, la photosynthèse proprement dite apparait plus modeste qu'à l'Alleröd, qu'au Bölling, mais surtout qu'à la fin du Dryas ancien.

A paritr de la cote 39O dans une passée tourbeuse, le taux des carbonates tombe à 75% et les courbes isotopiques présentent d'importantes fluctuations dont le niveau moyen est légérement inférieur à celui du début de l'Atlantique. Le climat est moins stable, sans doute plus humide car les fréquences relatives de *Taxus, Abies* et *Fagus* augmentent assez brutalement.

HIERES SUR AMBY (Isère) 212 m

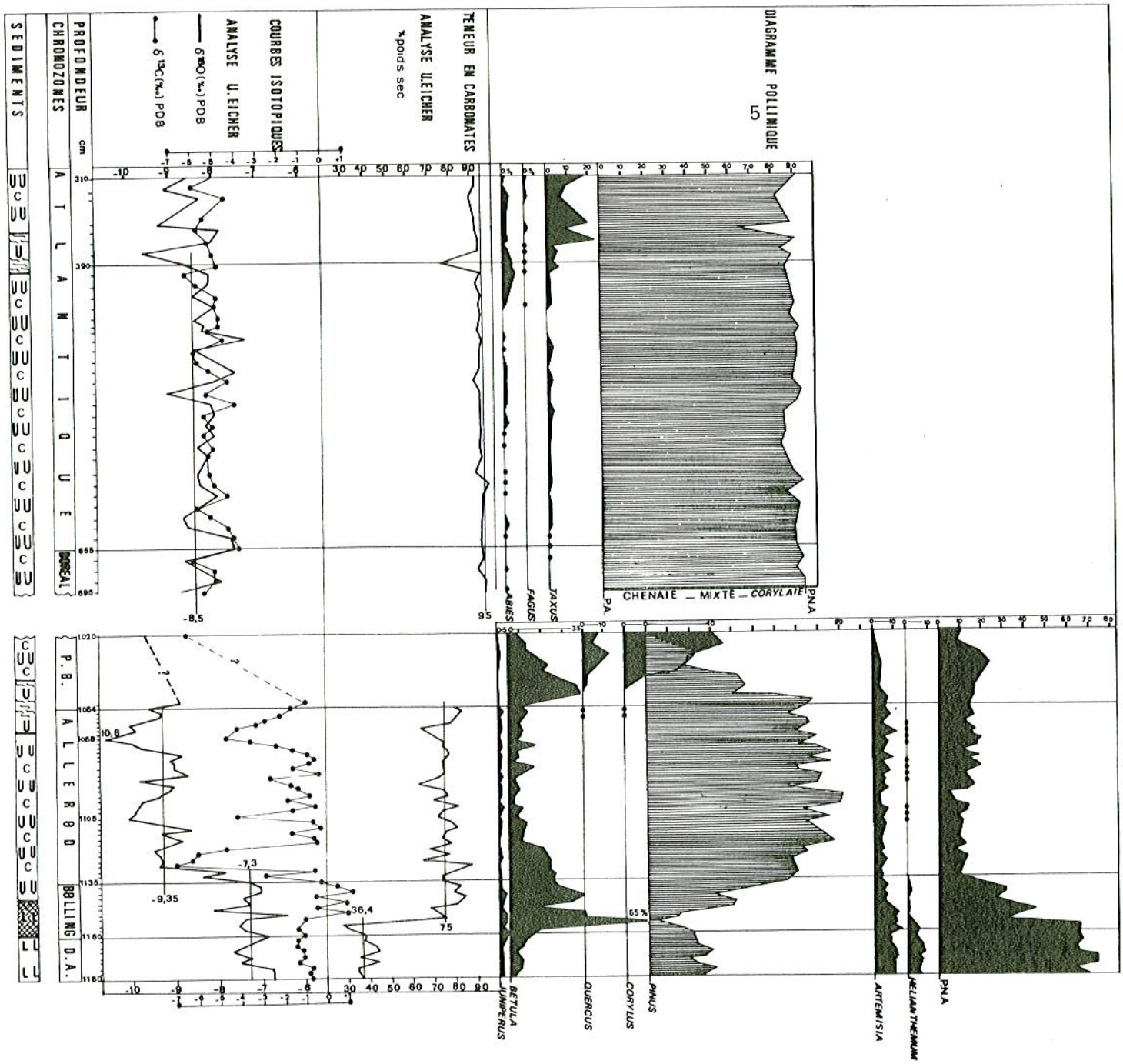


Fig. 35 - Comparaison des courbes de quelques taxons et des courbes isotopiques obtenues à Hières sur Amby.

CONCLUSION :

Le problème du commencement de la phase de réchauffement du Tardiglaciaire n'est pas résolu par les résultats obtenus au Grand Lemps et à Hières sur Amby.

A Chirens le modeste maximum de *Juniperus* se situe avant l'amélioration en rapport sans doute avec des conditions topographiques et édaphiques locales.

Au Grand Lemps le faible optimum de *Juniperus* a lieu après le début de l'amélioration comme c'est le cas à Gerzensee au Faulenseemoos (U. EICHER, 1979) et au Lobsigensee (B. AMMANN 1984).

A Hières sur Amby la phase à genevrier est pratiquement inexistante et contemporaine de la phase à bouleau. Du fait de sa situation au niveau de la plaine le site bénéficie d'une amélioration précoce et d'une dynamique forestière écourtée. Cependant on ne peut s'appuyer sur la courbe $\delta^{18}O$ pour l'affirmer. Comme dans le Moyen Pays Romand, M.J. GAILLARD (1981) constate des valeurs isotopiques élevées bien avant l'optimum de *Juniperus*, mais la nature argileuse du sédiment laisse peser un doute sur l'importance de l'apport en carbonates allochtones bien que l'activité photosynthétique du lac soit élevée.

Le problème de l'interstade Bölling-Alleröd semble résolu par l'inexistance d'un refroidissement sensible dans la courbe $\delta^{18}O$ entre ces deux périodes, bien que les taux de $\delta^{13}C$ marquent un très bref recul dans la production primaire du lac. La réaction de la végétation aquatique pourrait être plus rapide que celle de la végétation terrestre douée d'une plus grande inertie ne réagissant que très lentement et à des fluctuations climatiques de grande amplitude.

Le bouleau arrive avant le pin car sa vitesse de migration est plus rapide.

Enfin la nette péjoration du climat au Dryas récent est sensible dès l'altitude 4OO à 5OO m. Plus bas des zones refuges étendues persistent sans doute, ce qui explique la reprise rapide du sol par la forêt de pin au Préboréal.

Le Boréal n'apparait pas comme une période particulièrement chaude. L'arrivée successive des différentes espèces végétales mésothermophiles peut s'expliquer par leurs vitesses de migration de plus en plus lentes. Les conditions climatiques optimales durablement établies restent stables ensuite.

III. APPORT DES INDICATEURS BIOLOGIQUES

A. ANALYSES MALACOLOGIQUES (J. MOUTHON)

Deux sites, St Hilaire du Rosier et le Grand Lemps ont fait l'objet d'analyses malacologiques du fait de la présence de craies riches en coquilles dans leurs remplissages sédimentaires aussi bien tardiglaciaires qu'holocènes.

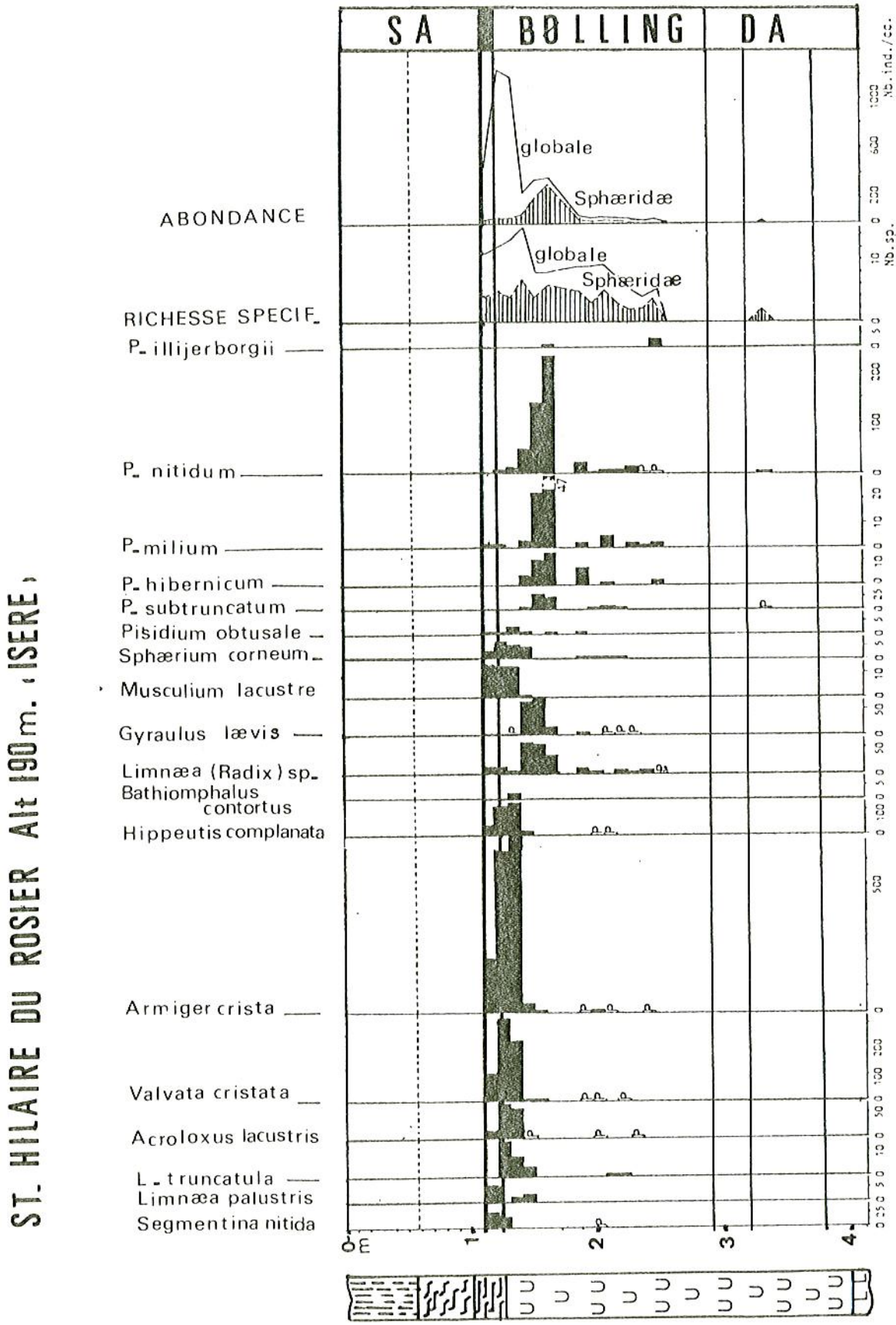
La recherche a été menée par J. MOUTHON sur nos carottes de sondage (SH I 1988) et (GL III, GL IV sous presse).

Les histogrammes malacologiques (h4 et h3) sont reproduits dans le présent travail avec son aimable autorisation.

Le but est de décrire l'évolution des malacocénoses en fonction des habitats successifs dans lesquels elles ont vécu, de constater ainsi les variations des niveaux lacustres, puisque les faunes aquatiques sont inféodées à la hauteur d'eau et de là de découvrir d'éventuelles fluctuations climatiques à travers les réactions des malacocénoses susceptibles d'être comparées aux résultats palynologiques.

1. Saint Hilaire du Rosier

Le comblement rapide de cette dépression aux dimensions modestes (5O x 1OO m) est totalement réalisé à la fin du Bölling, où la tourbe subatlantique dépourvue de coquilles recouvre directement la craie, sur 1,3 m d'épaisseur (fig. 36).



h4 : histogramme malacologique de Saint-Hilaire du Rosier (J. MOUTHON).

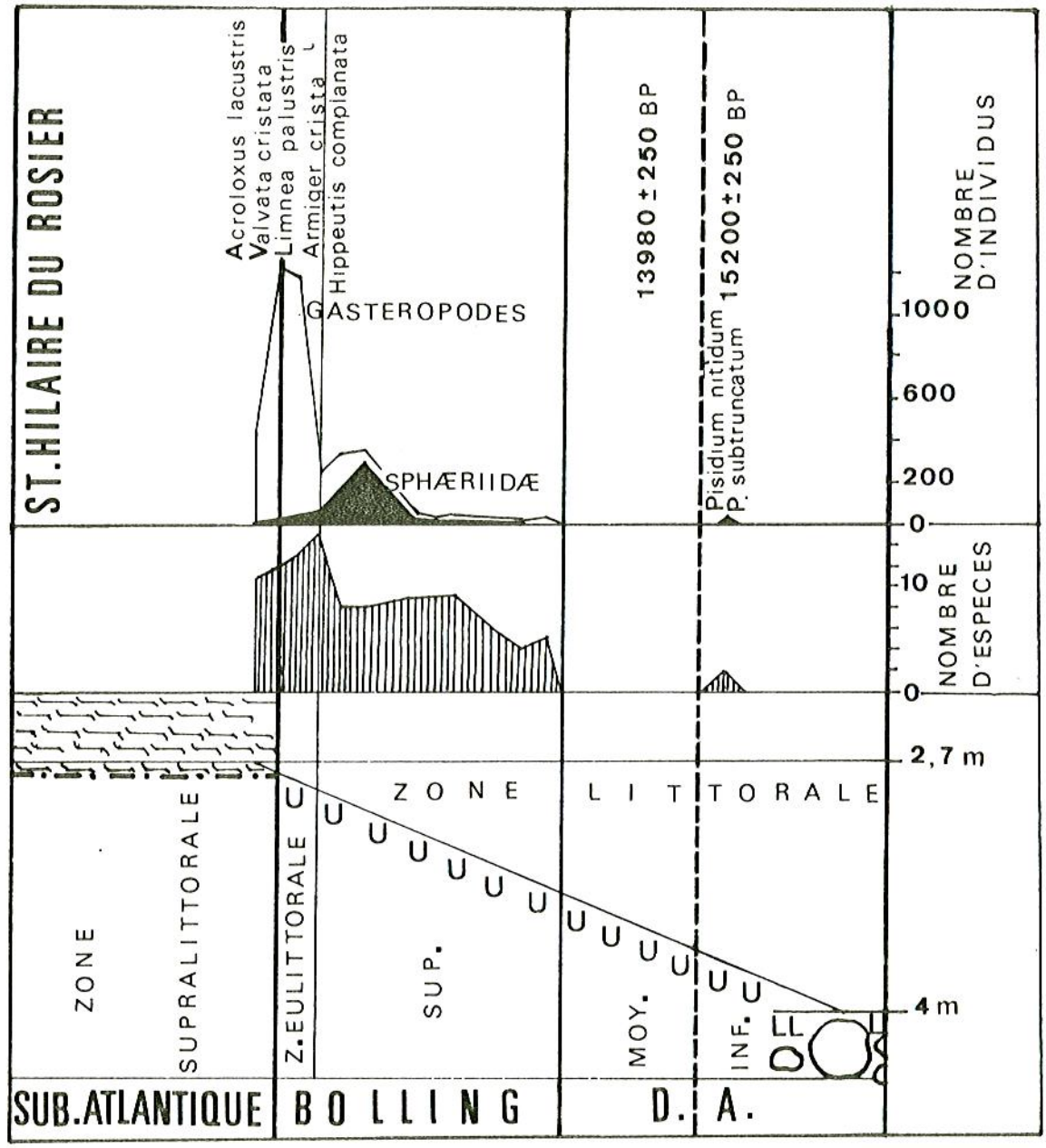


Fig. 36 - Evolution des malacocénoses de Saint-Hilaire du Rosier en fonction du remplissage de la dépression.

La sédimentation se fait, d'après les malacocènoses, sans à-coups jusqu'à la fin du Bölling. leur écologie atteste (fig : 36) d'une profondeur d'eau équivalente à une zone littorale inférieure et moyenne au Dryas ancien, puis à une zone eulittorale à la fin de cette période.

D'après de nombreux limnologistes la zone littorale est toujours submergée, subissant érosion et dépôt, elle est colonisée par une végétation enracinée et précède la zone sublittorale. La zone eulittorale fait la transition entre la terre ferme (épilittorale) et la zone littorale, elle est à sec dans sa partie supérieure et périodiquement inondée dans sa partie inférieure. La morphologie du lac conditionne seule la hauteur de chaque zone il n'y a donc pas de valeurs de référence définies.

Le Bölling apparait, d'après cette évolution de la faune lacustre et en parfaite concordance avec les résultats pollenanalytiques, comme une période d'amélioration climatique de grande amplitude qui débute lentement d'après la courbe d'abondance totale des malacocénoses et les courbes des PA vers 1398O+/-25O BP.

Une colonisation de courte durée du milieu aquatique est tentée au Dryas ancien au cours d'un épisode climatique sans doute plus clément attesté par un pic de *Myriophyllum spicatum* (152OO+/-25O BP) contemporain de l'installation de quelques bivalves : *Pisidium nitidum*, espèce pionnière et *Pisidium subtruncatum* déjà trouvé ailleurs dans le Tardiglaciaire, sans que la végétation sur la terre ferme n'indique la moindre évolution.

En conclusion, on se trouve à Saint Hilaire du Rosier dans un cas simple d'occupation progressive d'un biotope par un cortège d'espèces animales et végétales caractérisant une amélioration climatique : celle du Bölling.

La diminution progressive de la tranche d'eau consécutive au comblement du lac à cette période est ressentie par les malacocènoses comme une unique phase régressive. On assiste au remplacement des bivalves, des pisidies essentiellement, par des gastéropodes capables de résister à des conditions de plus en plus euryèces, puis à la disparition de toutes les espèces lorsque la tourbe commence à se former.

C'est au passage du faciès littoral supérieur au faciès eulittoral que la richesse spécifique est la plus grande (18 espèces).

2. Le Grand Lemps

AU TARDIGLACIAIRE :

Comme à Saint Hilaire du Rosier, si une première tentative de colonisation, non couronnée de succés, a lieu au cours du Dryas ancien, aucune malacocènose n'est ensuite mise en évidence par les analyses dans le seul sondage étudié (GL IV) jusqu'au Boréal (voir fig 37).

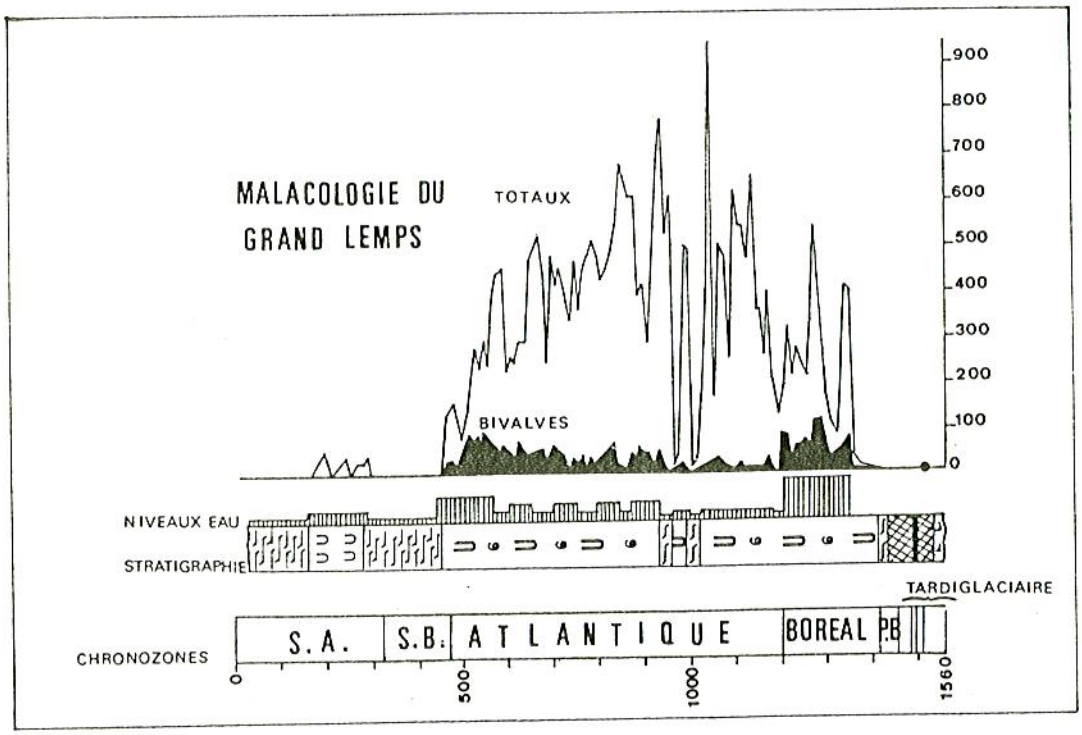
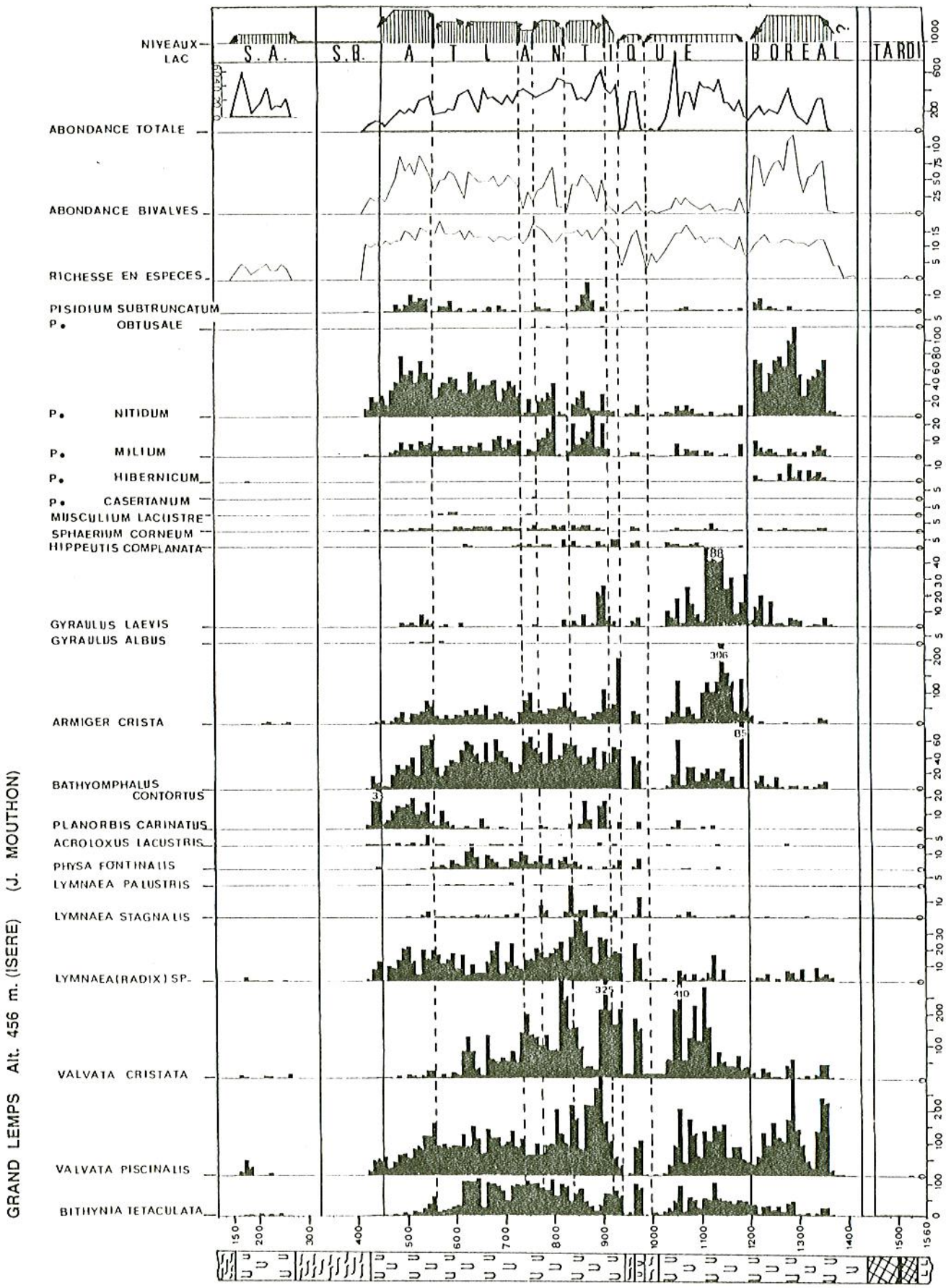


Fig. 37 - Corrélations entre les courbes d'abondance malacologique (totale et en bivalves) et les niveaux du lac du Grand Lemps depuis le Boréal.



h3 : histogramme malacologique du Grand Lemps (J. MOUTHON).

Par ailleurs la population pionnière des mollusques trouvés dans la gyttja crayeuse déposée au Dryas ancien : *Valvata piscinalis* et *Pisidium subtruncatum*, n'apporte que peu d'informations sur les conditions climatiques ayant permis cette occupation.

Au cours du Bölling, de l'Alleröd et du Dryas récent l'absence de coquilles de mollusques dans la gyttja organique qui se dépose peut s'expliquer soit par la mauvaise conservation de ces dernières au sein du sédiment, dans un sondage (A) plus au bord de la craie à coquilles se dépose à cette période, soit par des paramètres physico-chimiques de l'eau, impropres à la vie des mollusques (milieu anaérobie).

La carotte du sondage A, très ancienne ne permettant plus son exploitation, un nouveau sondage devra être tenté pour préciser ce point.

A L'HOLOCENE :

* C'est au **Boréal** que les bivalves sont les plus abondants.

La composition et la structure des malacocénoses de cette période sont typiques de celles d'une zone littorale moyenne (cotes 14OO et 121O).

* L'**Atlantique** peut être scindé en trois périodes :

- la première est une longue période de basses-eaux qui signe la fin de *Pisidium hibernicum* espèce littorale. Elle se termine par deux épisodes tourbeux séparés par une courte phase transgressive où se dépose de la craie (cotes 121O à 93O).
- la deuxième est marquée par plusieurs cycles de transgression-régression (cotes 93O à 74O).
- la troisième est caractérisée par la remontée générale de la ligne d'eau (cotes 74O à 49O).

* Le **Subboréal** débute par une importante régression des bivalves et des gastéropodes. L'apparition du planorbe *Gyraulus albus* et l'augmentation de la densité de *Planorbis carinatus* et d'*Acroloxus lacustris* liées à la présence des macrophytes, annoncent la mise en place progressive de l'atterrissement de l'habitat (cote 42O)

* Au **Subatlantique** un seul fait marquant est à noter. C'est au cours de l'épisode crayeux du Moyen-âge, le retour discret et fugace des malacocénoses (cotes 26O et 15O).

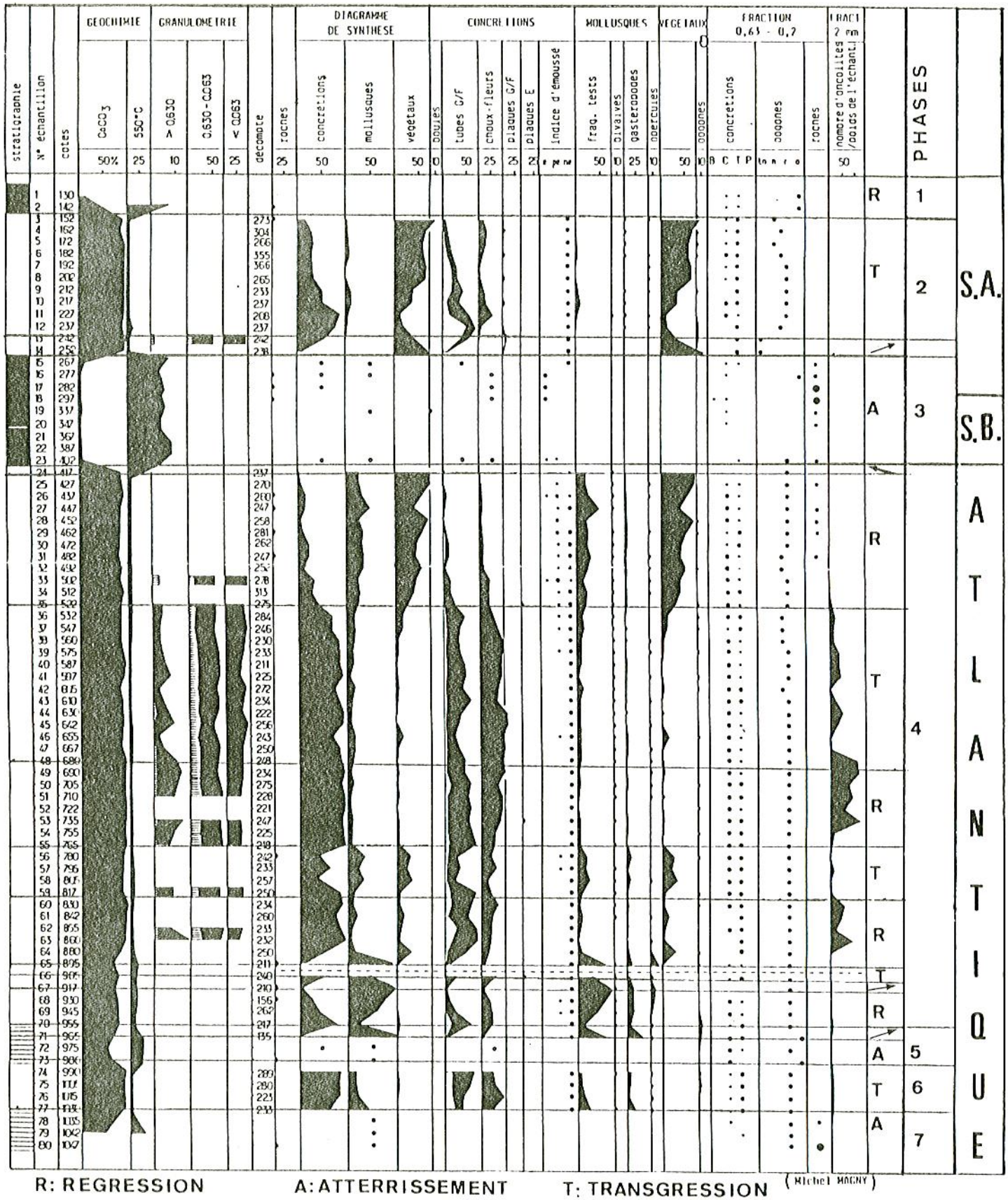
EN CONCLUSION, contrairement à l'évolution simple enregistrée à Saint Hilaire du Rosier, le lac du Grand Lemps de plus grande taille (5OO x 16OO m) connait une dizaine de cycles, transgression-régression révélés par les malacocénoses mais aussi par la sédimentation (h5 : histogramme paléolimnologique et tableau 10 J. CLERC, M. MAGNY et J. MOUTHON sous presse). Au cours de l'Atlantique les phases 7, puis 5 caractérisées par des niveaux tourbeux à grains de quartz allochtones, signalent une période d'atterrissement. Suit une longue période de transgression (phase 4) où l'installation de la prairie à Characées est attestée par les nombreuses oogones et les concrétions calcaires en tubes et en choux-fleurs. Mais leur abondance fluctuante prouve la présence de phases régressives au cours desquelles les oncolites (boules calcaires émoussées), les restes de végétaux et les coquilles deviennent plus abondants.

Au cours du Subboréal (phase 3), la tourbe à sphaignes s'accumule sur 1,5 m d'épaisseur de plus en plus riche en grains de quartz allochtones signifiant le comblement de la dépression.

Le Sub atlantique débute par une phase de transgression rapide (début de la phase 2) car les restes végétaux régressent au profit des concrétions calcaires et s'achève par un lent comblement (phase 1) dû à la tourbière moderne.

A l'Holocène la durée et l'intensité de chaque cycle varie, les plus hauts niveaux correspondent à des zones littorales moyennes et les plus bas niveaux à des zones eulittorales ou littorales supérieures.

Peu d'indications d'ordre climatique se dégagent de ces résultats du fait de l'apparition tardive (Boréal) des malacocénoses au centre du lac.



h5 : histogramme paléolimnologique du Grand Lemps (M. MAGNY).

La période qui précède le Boréal, silencieuse au point de vue malacologique, ne permet d'émettre aucune hypothèse concernant les fluctuations climatiques du Tardiglaciaire alors que les courbes polliniques et isotopiques sont très parlantes à cet égard.

La période qui suit le Boréal et tout particulièrement l'Atlantique, stable du point de vue climatique d'après les courbes isotopiques (Hières sur Amby), est au contraire caractérisée par de nombreuses fluctuations des malacocénoses directement en rapport avec le régime hydrologique du lac.

Niveaux	Sédimentologie	Malacologie	Phases	Chronozones	14C	Zones locales
1	0 - 150 cm = régression	0 - 150 cm = régression	14			
2	150 - 242 cm = transgression	150 - 260 cm = transgression	13	Subatlantique		150 GL III 9
					248 255 Ly3966	230
3	252 - 402 cm = alterrissement	260 - 420 cm = alterrissement	12		1190 ± 110 BP	250 GL III 8
				325 cm		GL III 6 7
				Subboréal	395 410Ly3967	
	417 - 522 cm = régression	420 - 490 cm = régression		450 cm	4750 ± 110 BP	GL III 5
						GL III 4
	522 - 680 cm = transgression	490 - 740 cm = transgression interrompue par 2 petites régressions vers 565 cm et 625 cm.	11		515 530Ly3968 6480 ± 180 BP	520
4	680 - 765 cm = régression	740 - 770 cm = régression	10			
	765 - 817 cm = transgression	780 - 800 cm = transgression	9			
	817 - 895 cm = régression	830 - 840 cm = régression	8	Atlantique		
	905 cm = transgression	840 - 890 cm = transgression	7			GL III 3
	917 - 945 cm = régression	890 cm = régression	6			
	955 cm = transgression	930 cm = transgression	5			
5	965 - 980 cm = alterrissement	940 cm = alterrissement	4			
6	980 - 1035 cm = transgression	990 cm = transgression	3			
7	1035 - 1047 cm = alterrissement	1020 cm = alterrissement	2		1030 1040Ly3969 8380 ± 170 BP	
		1020 - 1210 cm = régression		1187 cm		
8					1260 1268Ly3970 8880 ± 150 BP	GL III 2
				Boréal		
		1210 - 1400 cm = transgression	1			1400
						GL III 1
				1450 cm		

Tableau 10. Cycles hydrologiques du Grand Lemps : corrélations entre résultats pollenanalytiques, malacologiques et paléolimnologiques.

3. Les sites voisins

Pour le Tardiglaciaire, les acquis antérieurs auquels il est fait référence concernent :

- pour les Alpes du sud, les sites de Pelléautier et de Siguret (L. CHAIX, 1983 a).
- pour la Suisse les sites du Lobsigensee (L. CHAIX a, 1983) et les sites auxquels s'est intéressée M. J. GAILLARD (1981) dans le bassin lémanique Coinsin (L. CHAIX, 197O), le Rueret (R. ARN, 1978) dans le Moyen Pays Romand, le Marais de Rances (A. JAYET, 1969) et Saint Laurent (F. et M. BURRI, 1977).

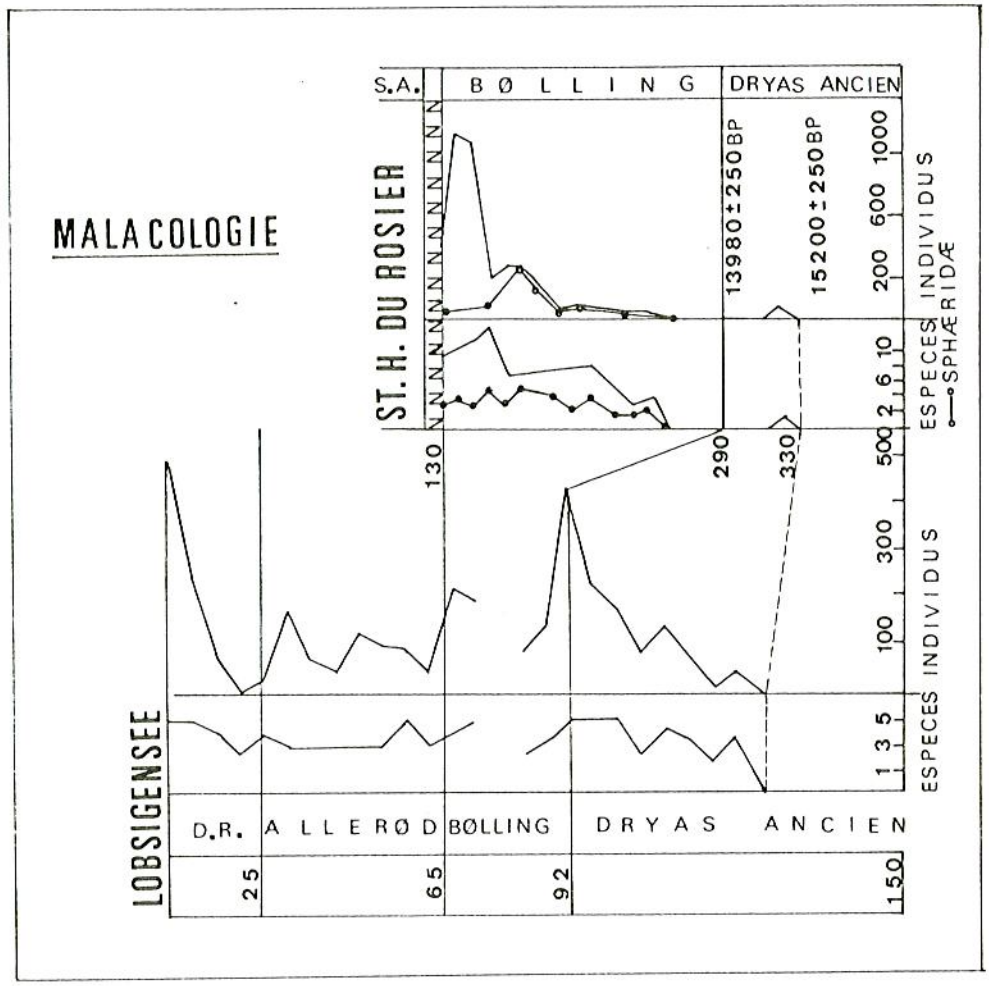


Fig. 38 - Comparaison entre les résultats malacologiques obtenus au Lobsigensee et à Saint-Hilaire du Rosier.

Comme à Saint Hilaire du Rosier, les premières manifestations de la phase arbustive à *Juniperus* à la fin du Dryas ancien sont caractérisées par le développement des premières malacocénoses (fig.38) , qui connait un maximum au Bölling faisant de cette période un optimum climatique dans tous les sites étudiés.

En Bas-Dauphiné une colonisation précoce, mais de courte durée et de faible amplitude précède celle qui a lieu au cours du Bölling, due sans doute, à des conditions générales plus favorables à basse altitude dans le piémont dauphinois que dans les autres sites étudiés. Le refroidissement du Dryas récent marqué dans les fréquences absolues des individus et des espèces par un recul, débute au cours de l'Alleröd en Suisse.

Il est à déplorer que le Dryas récent au Grand Lemps, seul site où le sédiment est assez développé, soit totalement stérile et que Saint Hilaire du Rosier enregistre à partir du Bölling un hiatus sédimentaire.

L'écologie des différentes espèces de mollusques rencontrées au cours du Tardiglaciaire n'est pas assez contrastée pour montrer sans ambiguité possible une évolution climatique telle qu'elle apparait dans les courbes isotopiques ou palynologiques.

Pour l'Holocène, afin de mieux comprendre les fluctuations du lac du Grand Lemps, une comparaison s'impose avec celles enregistrées à Pluvis (J. MOUTHON, 1988 sous presse). Ce lac est situé plus au nord dans le départememt de l'Ain et seulement à une vingtaine de kilomètres en ligne droite du Grand Lemps dans une boucle du Rhône.

Les corrélations possibles entre les principales variations des niveaux des lacs européens et régionaux sont discutées à partir de la synthèse faite par M. J. GAILLARD (1984).

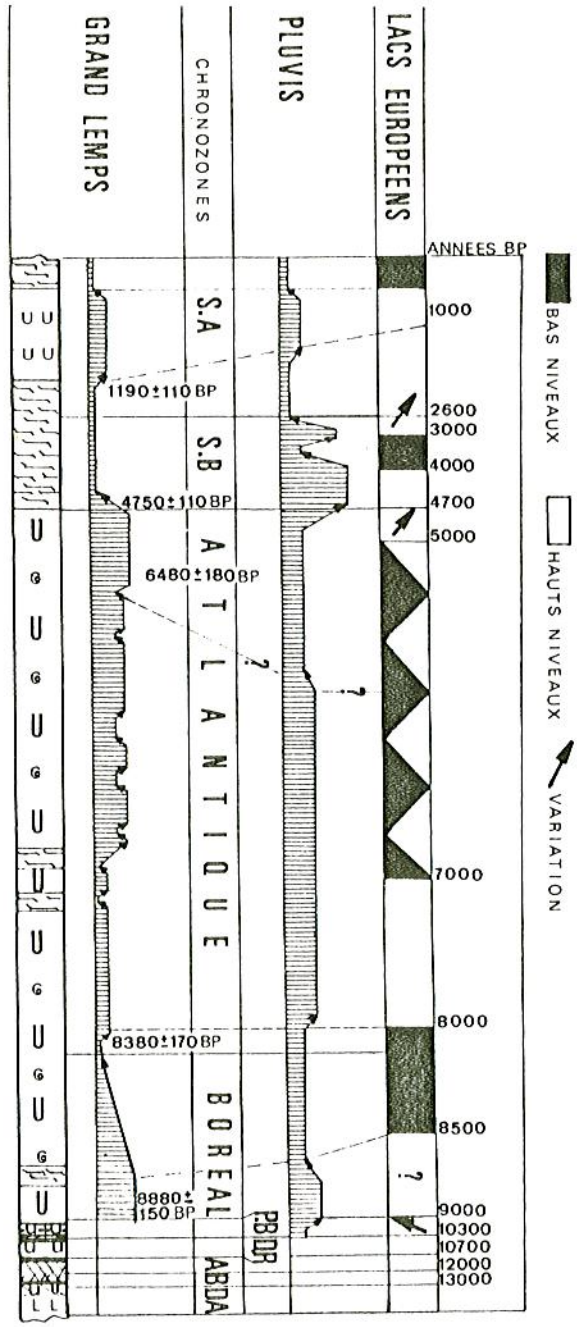


Fig. 39 - Schéma comparatif de l'évolution du niveau des lacs du Grand Lemps et de Pluvis d'après les malacocénoses et des lacs européens.

La figure (39) résume de manière schématique les évolutions constatées.

Ce n'est qu'à partir du Boréal que la malacofaune peut au centre du lac du Grand Lemps donner des informations sur les fluctuations du niveau de l'eau, aucune coquille n'a sédimenté avant le Boréal en ce point semble-t-il?

Le Boréal est généralement considéré pour la plupart des lacs européens comme une période de basses-eaux, plus particulièrement entre 85OO et 8OOO BP ce qui est interprété en termes climatiques comme une période de plus grande sécheresse d'où découleraient les bonnes performance de la corylaie. Au Grand Lemps, le sondage étudié ne permet pas de savoir si le niveau a varié au Boréal par rapport aux périodes qui le précèdent et dans quel sens.

Ce n'est qu'à la charnière entre Boréal et Atlantique (838O+/-17O BP) que le niveau s'abaisse de manière significative, alors que la phase du maximum de *Corylus* prend fin.

Pratiquement tout l'Atlantique est une période fluctuante de basses eaux plus complexe qu'on peut le dire. La courbe continue d'*Abies* se développe au cours de la période d'instabilité la plus grande au milieu de la chronozone. Après 648O+/-18O BP une nouvelle remontée sensible de la ligne d'eau, non signalée par ailleurs correspond au départ de la courbe de *Fagus*.

Le Subboréal, période de hauts niveaux pour tous les lacs européens, y compris Plûvis (J. MOUTHON, 1988 sous presse), est enregistré comme une phase de dépôt tourbeux au Grand Lemps. Un climat humide propice à la hêtraie-sapinière s'installe, mais le lac est désormais un étang comblé.

La légère crue observée au moyen-âge est selon nous d'origine anthropique bien que les conditions climatiques ne soient pas totalement à exclure, puisqu'on l'enregistre dans d'autres lacs européens.

En conclusion, à l'Holocène les conditions hydrologiques propres à chaque site contribuent largement à déterminer la composition et la structure des malacocènoses, ce qui rend problèmatique toute déduction d'ordre climatique tant que de nombreux sites n'auront pas été prospectés et les synthèses réalisées.

B. ANALYSES ALGAIRES (M. COSTE)

L'analyse de quelques niveaux algaires, sept au total, du Grand Lemps IV, qui contenaient de nombreuses diatomées, a été réalisée par M. COSTE au C. E. M. A. G R. E. F. de Bordeaux en 1987 à partir de nos carottes de sondage.

La présence de ces algues dans les lames destinées aux comptages polliniques, malgré le traitement préalable du sédiment à l'acide fluorhydrique montre assez la richesse de ces niveaux qui ont suscité notre curiosité et ont été le point de départ de la présente recherche.

Cette flore strictement inféodée aux conditions du milieu lacustre et obeissant à des paramètres physico-chimiques assez étroits, peut apporter des indications non négligeables à la compréhension des fluctuations du lac notamment au cours du Tardiglaciaire, période au cours de laquelle les malacofaunes donnent peu de renseignements dans le sondage étudié au Grand Lemps. L'intérêt présenté par l'analyse des diatomées des sédiments lacustres est actuellement prouvé par les travaux récents entre autres de M.J. JANSMA (1982) et de H. HAKANSSON (1982 et 1984)

- NIVEAU 151O-15OO cm BÖLLING

Le sédiment concerne volontairement le passage de la gyttja crayeuse totalement privée de diatomées, à la gyttja organique foncée qui la surmonte et dans laquelle la richesse en diatomées est la plus forte des cotes 15O5 à 1494.

Ici "l'abondance de *Navicula diluviana* (82,5%) (fig 4O et planche des photographies de quelques espèces rencontrées) est intéressante puisque cette espèce est considérée par bien des auteurs comme un taxon "glaciaire" (communication personnelle M. COSTE, 1987).

Curieusement elle n'est pas trouvée au Dryas ancien dans ce sondage du centre de lac, même au cours du bref épisode de colonisation par la malacofaune (cotes 153O à 152O cm), les conditions de la sédimentation lui ayant, sans doute, été défavorables.

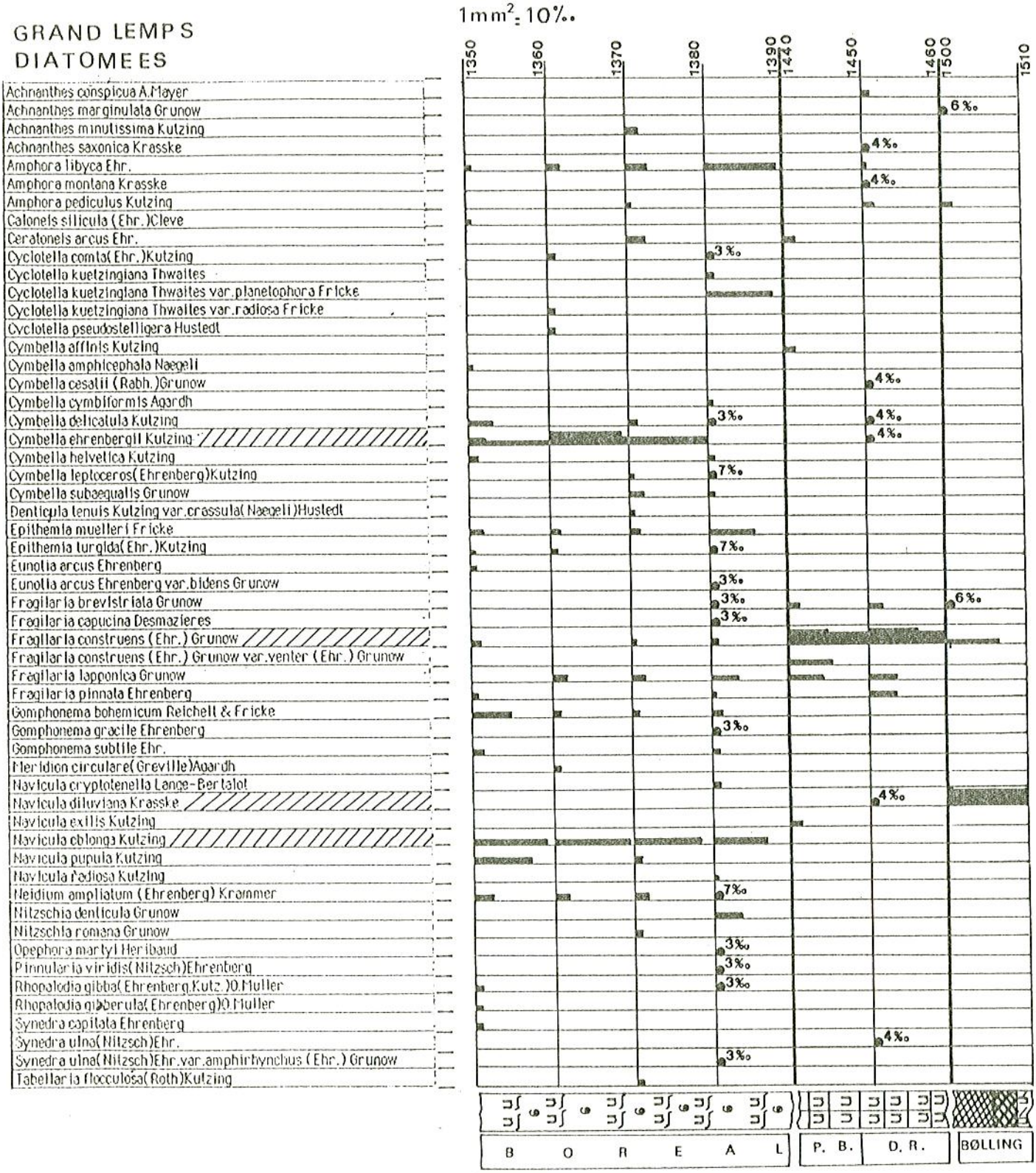


Fig. 40 - Histogramme des fréquences des espèces de diatomées au Grand Lemps. D'après M. COSTE.

Quoi qu'il en soit, la réapparition de cette espèce au Dryas récent (O,4% entre les cotes 146O cm et 145O cm, puis sa disparition totale dès le Préboréal, semblent bien montrer que *Navicula diluviana* ne s'est pas adaptée à l'amélioration climatique holocène en Bas-Dauphiné.

Actuellement elle peuple les lacs froids du nord de la Suède d'après A. CLEVE-EULER (1953 b).

- LES NIVEAUX 146O A 145O cm DRYAS RECENT ET
145O A 144O cm DEBUT DU PREBOREAL

plus riches en carbonates ne contiennent aucune coquille, mais des "diatomées araphidées (genre Fragillaria surtout) qui sont habituellement électives du phytoplancton de faible profondeur" (communication personnelle M. COSTE, 1987). Ce fait tend à prouver que des bas niveaux affectent le lac à cette période, en accord avec ce qui se rencontre dans la plupart des lacs européens (M.J. GAILLARD, 1985).

- LES NIVEAUX 139O A 138O cm
138O A 137O cm
137O A 136O cm
136O A 135O cm du Boréal, constitués de craie à minces lits plus tourbeux, contiennent, mélé aux coquilles de mollusques des tests de diatomées, montrant par là que dans certaines conditions de sédimentation, ces deux présences ne sont pas incompatibles.

Il s'agit de *Cymbella ehrenbergii* et de *Navicula oblonga* "caractéristiques du périphyton lacustre plus ou moins fixé" (communication personnelle M. COSTE, 1987) qui se rencontrent actuellement dans les lacs eutrophes à basse altitude dont l'eau riche en sels minéraux a un pH voisin de 8.

Une seule espèce planctonique : *Cyclotella kutzingina var. planetephora* est représentée.

Le centre du lac connait au Boréal, d'après l'évolution des malacocénoses, une période de niveaux assez élevés, typiques d'une zone littorale moyenne, ceci ne peut être confirmé par le contenu algaire du fait de sa trop grande ubiquité.

Cependant la richesse spécifique de ce contenu est plus forte ici qu'aux époques précédentes ce qui peut indiquer l'établissement de conditions climatiques tempérées durablement établies.

- La craie à coquilles atlantique en GL III, ne présente plus de niveaux algaires notables, sauf à la charnière du Subboréal (cotes 487 à 412 cm non analysés mais repérés au microscope). L'abondance est la plus grande au passage craie-tourbe, phase critique signalant l'atterrissement du lac et la transition de la zone eulittorale à la zone supralittorale.

En conclusion, cet aperçu bien modeste, du contenu algaire (diatomées) des sédiments du Grand Lemps IV apporte quelques suppléments d'information concernant la hauteur de l'eau au centre du lac, en particulier au Dryas récent période de régression généralisée des lacs européens.

Il précise, avec la présence de *Navicula diluviana* au Bölling et au Dryas récent, que cette espèce "froide" s'est maintenue jusqu'à l'amélioration climatique holocène qui la fait disparaitre définitivement.

Cette étude ouvre, en outre, des perspectives d'étude intéressante concernant les conditions de sédimentation. Il semble exister dans les premiers sédiments organiques (gyttja) une incompatibilité concernant la présence simultanée de coquilles calcaires et de tests siliceux de diatomées alors qu'ils coexistent dans les craies boréale et atlantique.

Ces faits posent le problème de la présence dans le biotope d'une part et dans le sédiment d'autre part, des faunes et des flores lacustres en fonction des conditions hydrologiques locales.

IV. APPORT DES FREQUENCES POLLINIQUES ABSOLUES

Cinq sites et six sondages font l'objet d'évaluation des concentrations absolues :
- par la méthode de STOCKMARR : Grand Ratz,
- par la méthode volumétrique : Grand Lemps IV
- par les deux méthodes : Grand Lemps III, Saint Sixte et Loras et Hières sur Amby.

Les résultats volumétriques seront choisis dans tous les cas pour l'interprétation sauf, évidement pour le Grand Ratz.

Le profil du Grand Lemps IV ne concerne que le Tardiglaciaire, ceux de Hières sur Amby, Loras, et le Grand Ratz couvrent le Tardiglaciaire et le Postglaciaire. On ne trouve dans celui du Grand Lemps III que les sédiments postglaciaires et dans celui de Saint Sixte plus précisément ceux du Subatlantique.

La lecture des histogrammes absolus suit la zonation relative afin de permettre une comparaison plus aisée entre les deux types de résultats. On rappelle qu'ils comportent de gauche à droite : la colonne stratigraphique, les profondeurs, les fréquences absolues totales avec, dans certains cas, surimpression du rapport PA/T. Ce dernier peut être placé immédiatement à la suite.

Puis viennent les fréquences absolues des différents taxons arboréens et celles des taxons herbacées : *Artémisia*, autres steppiques, *Rumex*, *Filipendula*, Poacées, Cypéracées, *Plantago lanceolata*, céréales, Urticacées, aquatiques et spores monolètes. Ces regroupements sont suffisants pour permettre une comparaison avec les diagrammes relatifs.

Chaque graduation correspond au nombre de grains de pollen du taxon indiqué en bout de ligne.

S'il parait logique de n'aborder l'analyse des histogrammes des fréquences absolues qu'après celle des diagrammes relatifs il semble, de plus, intéressant de bénéficier des résultats acquis par les études radiométriques, isotopiques, et malacologiques, dans les sites où ces analyses ont été faites, pour tenter de résoudre certains problèmes posés par les fluctuations des concentrations absolues.

A. GRAND LEMPS IV (histogramme des fréquences absolues volumétriques (H1)

PHASE A HERBACEES (GL IV1) cotes 156O-1517 DRYAS ANCIEN

Concentrations absolues totales très faibles
(< 1O. OOO p/g en moyenne)

Le sédiment concerné, dont la vitesse de sédimentation n'a pu être mesurée, est une argile très pauvre en matière organique.

Le seul essai de colonisation du milieu par *Valvata piscinalis* et *Pisidium hibernicum* est tenté entre les cotes 153O et 152O (J. MOUTHON, 1985) sans que les courbes isotopiques (U. EICHER non publié) enregistrent une amélioration et que la production pollinique soit modifiée.

La présence sur place d'une végétation clairsemée à herbacées est évoquée.

PHASE A *JUNIPERUS* (GL IV2) cotes 1516-15O6 DEBUT DU BOLLING

Concentrations totales en légère progression
(= 1O.OOO p/g en moyenne)

La sédimentation devient plus carbonatée en rapport avec un réchauffement confirmé par les courbes isotopiques. La production pollinique locale de *Juniperus* et *Betula* se fait sentir ainsi que les apports plus lointains de *Pinus*.

PHASE A *BETULA* (GL IV3) cotes 15O5-15O3 FIN DU BÖLLING

Concentrations totales identiques aux précédentes dues plus à *Betula* qu'à *Juniperus* Bien que la vitesse de sédimentation de la gyttja concernée soit sans doute assez lente, la production pollinique de ces deux taxons étant faible, le site leur convenant mal, les valeurs absolues restent faibles.

PHASE A *PINUS* (GL IV4) cotes 15O3-1476 ALLERÖD

Concentrations totales en forte hausse (= 45 OOO p/g à 5O.OOO) dans deux horizons, autour de 1497 et de 1485 dues essentiellement à *Pinus* et secondairement à *Betula*.

Le pin est un fort producteur, la densité de la pinède reste hypothétique. L'évolution synchrone des valeurs absolues des deux taxons tend à montrer soit qu'ils ne sont pas en compétition, soit que la vitesse de sédimentation se ralentit par deux fois au cours de l'Alleröd.

Les herbacées se maintiennent.

PHASE A *PINUS* ET HERBACEES (GL IV5) cotes 1476-1448 DRYAS RECENT

Concentrations totales en baisse (< 1O.OOO p/g) due à la chute des valeurs absolues du bouleau mais aussi du pin, ce que ne révèlaient pas les pourcentages relatifs.

Les valeurs absolues des herbacées ne confirment pas la nette recurrence de leurs pourcentages relatifs.

La péjoration climatique confirmée par les courbes isotopiques entraine soit un éclaircissement de la forêt soit une floraison moins bonne et une meilleure représentation des groupements herbacés.

PHASE A *BETULA*, *PINUS* ET PREMIERES MESOTHERMOPHILES
(GL IV6) cotes 1448-1426 PREBOREAL

Concentrations totales en très légère augmentation due à *Betula* et *Pinus* qui ne retrouvent cependant pas leurs valeurs précédentes de (GL IV4). *Artemisia* a des valeurs absolues et des pourcentages relatifs en baisse très nette, c'est la fin des steppiques en rapport avec le retour brutal d'après les courbes isotopiques de conditions climatiques déjà connues au Böling-Alleröd et qui s'établissent pour longtemps.

PHASE A *CORYLUS* ET MESOTHERMOPHILES (GL IV7 et 8) BOREAL
(GL IV7) cotes 1426-14O5

Concentrations totales très faibles (voisine de 1O OOO p/g) dues à la vitesse de sédimentation qui s'accélère très nettement en passant de la gyttja à la craie.

GL IV8 cotes 14O5-135O

Concentrations totales en nette augmentation (jusqu'à 55 OOO p/g) autour des niveaux 139O et 1365 où l'ensemble des taxons arboréens a une bonne production sauf *Pinus* et *Betula* qui déclinent.

Les fluctuations enregistrées dénotent, dans la craie, des à-coups sédimentaires dans une zone littorale moyenne d'après la composition et la structure des malacocénoses.

B. GRAND LEMPS III (histogrammes des fréquences absolues H2)

PHASE A *CORYLUS* ET MESOTHERMOPHILES (GL III1 et 2) cotes 145O-1187 BOREAL

Quatre perturbations positives d'ampleur inégale dont le maximum est égal à 3O OOO p/g autour des niveaux 143O, 139O, 128O et 123O affectent les concentrations absolues totales. Elles sont le résultat de ralentissements dans le dépôt de la craie, intervenant au cours d'une phase transgressive (J. CLERC, M. MAGNY, et J. MOUTHON, 1988 sous presse). Les courbes relatives des différents taxons présents restent stables.

PHASE A *QUERCUS* ET MESOTHERMOPHILES (GL III3 et 4) cotes 1187-445 ATLANTIQUE

La phase de régression qui débute en 121O d'après l'évolution des malacocénoses, s'achève par un attérissement à la cote 1O2O avec dépôt tourbeux et ralentissement de la vitesse de sédimentation.

Les concentrations absolues restent identiques en moyenne à ce quelles étaient précédemment et traduisent mal l'optimum de la forêt caducifoliée révélé par les courbes relatives. La conservation du pollen est sans doute médiocre.

Un nouveau et bref cycle sédimentaire se déroule entre les niveaux 1O2O et 94O il s'achève par un épisode tourbeux . Autour de 99O la légère augmentation des valeurs

absolues signale un ralentissement de la vitesse de sédimentation aboutissant à l'attérrissement.

Une succession de brèves régressions et de transgressions d'ampleur suffisante pour modifier les malacocénoses, n'affecte pas les valeurs absolues de manière sensible entre les cotes 94O et 74O, sauf autour de la cotes 815. La vitesse de sédimentation n'a sans doute que peu varié.

Deux variations positives des concentrations absolues totales entre les cotes 665-585 et vers 5O5 signalent une sédimentation plus lente qui est corrélée après un court temps de latence avec la régression des malacocénoses en 625, 565 et 49O.

PHASE A *QUERCUS* ET HETRAIE-SAPINIERE (GL III5 et 6) cotes 445-285 SUBBOREAL

Deux fluctuations positives de concentrations absolues totales autour des niveaux 412 et 31O (maxima = 2O OOO p/g) signalent la baisse progressive de la tranche d'eau dans le lac s'accompagnant d'un net ralentissement de la sédimentation qui passe de la craie à la tourbe sans entraîner une hausse importante des concentrations absolues, le sédiment exondé étant sans doute moins bon conservateur.

Le landnam (en 412) et l'ouverture anthropique du milieu forestier (en 31O) ne sont pas aussi nettement perçus que dans les pourcentages relatifs, où la production pollinique apparait comme ayant bénéficié des nouvelles conditions crées par l'homme.

PHASE OU L'ACTIVITE ANTHROPIQUE EST DOMINANTE (GL III7,8,9) cotes 285-151 SUBATLANTIQUE

Le gain moyen des concentrations totales en 26O s'explique par la production pollinique accrue des taxons liés à l'activité humaine dans un paysage fortement déboisé. La chute des concentrations totales qui suit, traduit une vitesse de sédimentation plus grande dans la séquence crayeuse, résultat de la mise en eau du lac de barrage au moyen-âge.

En conclusion, au Grand Lemps, (H1 et H2) à part l'évidente baisse de la production de *Pinus* au Dryas récent, la plupart des grandes perturbations des valeurs absolues enregistrées sont imputables, tant que l'action humaine ne se fait pas sentir, à la nature et à la vitesse de la sédimentation. Ces dernières sont elles-mêmes liées aux fluctuations du niveau de l'eau en rapport avec le comblement progressif du lac (rythme plurimillénaire et avec l'alternance de phases régressives et transgressive à rythme plus rapide (plurisécilaire) .

L'action des facteurs locaux sur le régime hydrique est donc déterminante.

C. HIERES SUR AMBY II : (histogramme des fréquences absolues H3)

Le sédiment étant uniformément pauvre en pollen : (concentrations absolues totales sont en moyenne de 1O. OOO p/g au Tardiglaciaire, au Subatlantique un horizon atteint 4O OOO p/g alors qu'au Subboréal un maximum contient 6O OOO p/g) la lecture de l'histogramme des fréquences absolues n'apporte pas vraiment d'éléments nouveaux à la connaissance de la végétation passée.

PHASE A *PINUS* (H'/A II3) cotes 1135-1O55 ALLERÖD

La production pollinique du pin se fait faiblement sentir entre les cotes 1O82-1O6O.

La récurrence des valeurs absolues des steppiques, peu visible dans les courbes relatives, en fin de phase; correspond au ralentissement de la sédimentation qui devient plus tourbeuse, tous les taxons présents réagissent dans le même sens. C'est également à ce niveau que les courbes isotopiques signalent une très brève péjoration climatique.

PHASE DES PREMIERES MESOTHERMOPHILES (H'/A II4 et 5) cotes 1O55-96O PREBOREAL

La montée de la courbe relative de *Corylus* coïncide avec une phase de transgression et dépôt de craie plus rapide, ce qui entraine un accroissement seulement médiocre des concentrations absolues.

Le niveau tourbeux entre 987 et 998, qui interrompt brutalement la sédimentation crayeuse est particulièrement pauvre en pollen.

PHASE DE LA CORYLAIE (H'/A II6-7) cotes 96O-65O ET DE LA CHENAIE A MESOTHERMOPHILES (H'/A II8) cotes 65O-38O BOREAL ET ATLANTIQUE

La vitesse de la sédimentation crayeuse augmente très nettement à partir de la cote 885 où les concentrations absolues totales chutent encore, (= 5 OOO p/g en moyenne) ce niveau coïncide également avec la décrue de la corylaie au bénéfice de la chênaie.

PHASE DE LA CHENAIE A HETRE ET A SAPIN (H'/A II9 ET 1O) cotes 38O-16O SUBBOREAL

La fluctuation la plus forte de tout le profil se rencontre entre les cotes 31O-29O, due sans doute à la vitesse de sédimentation d'une tourbe très humifiée qui est lente, mais aussi à une production pollinique diversifiée.

Ce maximum est entouré de deux creux signalant, le plus profond dans la craie tourbeuse l'établissement progressif des conditions optimales de la sédimentation tourbeuse, le plus en surface une rupture brutale de ces conditions dans une passée de troncs cotes 24O-2OO.

PHASE A ACTIVITE ANTHROPIQUE DOMINANTE (H'/A II11-12) cotes 16O à O SUBATLANTIQUE

La tourbe oxydée de surface livre des concentrations polliniques très faibles. Ce qui apparait cependant, c'est que le sous-bois d'*Alnus* cotes 14O-12O, est meilleur conservateur que la tourbe à Cyperacées.

D. LORAS : (histogramme des fréquences absolues H4)

La lecture de l'histogramme absolu est rendue délicate du fait des nombreuses variations dans la nature du dépôt le long du profil, interrompu par trois lacunes importantes : grande partie de l'Alleröd et Dryas récent, fin de l'Atlantique et base du Subboréal, qui trouvent leur explication dans la grande sensibilité de la sédimentation aux variations des paramètres locaux du fait de la taille exigüe du marécage.

PHASE A HERBACEES (LO1, LO2) cotes 6OO-475 DRYAS ANCIEN

Concentrations totales faibles (1O. OOO p/g) dans une argile grise colmatant le fond de la cuvette.

Les valeurs absolues de *Betula* et *Juniperus* semblent confirmer les pourcentages relatifs; les arbres ne sont pas sur place, celles des héliophiles les confirment. Il s'agit d'une production pollinique de pelouses.

PHASE A GENEVRIER ET BOULEAU (LO3a LO3b LO4) cotes 475-438 BÖLLING

Dans un gel de gyttja, la croissance modeste des valeurs absolues de *Juniperus* et le déclin de celles des steppiques a lieu en LO3 b après le niveau 465 qui indique par un minimum, la transition brutale entre argile et gyttja.

Les concentrations totales commencent leur montée et atteignent leur maximum à la cote 454 avec (18O OOO p/g). Bien que le genevrier atteignent des valeurs absolues élevées avant ce maximum, c'est au bouleau que sont dues les plus hautes concentrations totales.

Des cotes 445 à 442 une augmentation plus modeste des concentrations totales se répète. Comme la première elle est due à *Betula, Juniperus, Salix* et aux herbacées de la mégaphorbiée.

Parmi les héliophiles seule *Artemisia* croît nettement. La colonisation rapide de multiples biotopes différents est la conséquence de meilleures conditions climatiques. Elles s'accompagne sans doute d'une vitesse de sédimentation plus faible.

PHASE A PIN (LO5 a) cotes 438-4OO ALLERÖD

Les concentrations totales (14O OOO p/g) entre les niveaux 427-4O8 correspondent à celles maximales de *Pinus* et à la chute de *Juniperus, Betula, Salix*. Les herbacées restent stables.

Le passage de la gyttja crayeuse à la tourbe (cote 4O8) est peu marqué dans les concentrations totales. La sédimentation s'interrompt entrainant l'absence d'une grande partie de l'Alleröd et du Dryas récent.

PHASE A BOULEAU,PIN ET PREMIERES MESOTHERMOPHILES (LO5b, LO6) cotes 4OO-35O PREBOREAL

Après une légère augmentation des concentrations totales autour du niveau 4OO, et 365,due aux taxons de la pinède, les héliophiles ayant définitivement décliné, les valeurs absolues chutent dans leur ensemble car le pollen est mal conservé dans la tourbe qui se dépose.

PHASE A NOISETIER (LO7-LO8) cotes 35O-167 BOREAL

Dans une tourbe à bois très lache, les nombreuses fluctuations des concentrations absolues totales sont le signe de variations rapides de la vitesse de sédimentation. Le niveau moyen (4O OOO p/g) dénote une conservation médiocre du pollen .

PHASE DE LA CHENAIE A MESOTHERMOPHILES (LO9) cotes 167-14O ATLANTIQUE

Dans une tourbe terreuse les concentrations absolues sont en forte baisse dues à l'exondation du sédiment suite à l'atterrissement du marécage.

PHASE DE LA CHENAIE A HETRE ET A SAPIN (LO1O) cotes 14O-117 SUBBOREAL

Au niveau 14O, le passage dans une tourbe sableuse, qui n'est pas à priori un sédiment bon conservateur et sans qui l'on puisse invoquer ici un ralentissement de la vitesse de sédimentation, est marqué par des concentrations totales en hausse (6O OOOp/g) avec une production pollinique plus diversifiée donc plus forte.

PHASE ANTHROPIQUE (LO11 a LO11 b LO11 c) cotes 117 SUBBATLANTIQUE

Une succession de fluctuations des concentrations totales de faible amplitude dans une tourbe oxydée à Cyperacées, très pauvre en pollen, se succèdent, les concentrations les plus basses étant toujours enregistrées dans les passages les moins sableux c'est-à-dire ceux qui ont subi l'exondation.

Les valeurs absolues des taxons favorisés ou entretenus par l'activité humaine sont en progression.

E. GRAND RATZ : (histogramme des fréquences absolue H*6)

Les remarques faites en introduction à la lecture de l'histogramme des fréquences absolues de Loras (H4) valables pour le Grand Ratz. Des lacunes sédimentaires sont confirmées à la base du Böling à l'Allerö englobant le Dryas récent et à la fin du Subboréal.

Les concentrations données par la méthode de STOCKMARR sont éxagérées dans leur ensemble du fait de la perte de lycopodes .

GR1. Concentrations totales très faibles (=25 OOO p/g) dans l'argile . Les pourcentages relatifs sont ininterprétables en termes de végétation. Probablement pas de végétation dans les parages.

PHASE A HERBACEES (GR2) cotes 43O-348 DRYAS ANCIEN

Bien que les concentrations absolues totales restent très faibles la montée des héliophiles est confirmée par l'augmentation de leurs valeurs absolues.

PHASE A *JUNIPERUS* ET *BETULA* (GR3, GR4) cotes 348-323 BÖLLING

GR3. Doublement des concentrations totales (= 5O OOO p/g) dû à *Juniperus* et secondairement à *Betula* , *Hippophae, Salix* avec régression brutale des héliophiles confirmée par les pourcentages relatifs et attestant une lacune sédimentaire.

GR4. Progression continue des concentrations absolues totales du fait de *Betula* et *Salix* ainsi que des herbacées, dans une craie argileuse plus organique déposée depuis la base de GR3. A partir du début de la sédimentation crayeuse plus franche (cote 33O) les

concentrations absolues diminuent en rapport avec l'accélération du dépôt jusqu'à la fin du cycle transgressif (cote 31O fin de GR5).

PHASE DU PIN (GR5) cotes 323-313 ALLERÖD

Seules les valeurs absolues de *Pinus* sont en légère progression sans jamais atteindre les hautes valeurs des pourcentages relatifs. La phase à pin occupe quelques cm de sédiment. Sa briéveté et le manque de transition avec la phase suivante prouvent la présence à la cote 31O entre craie et craie argileuse d'un hiatus vrai (absence de la phase de récurrence des herbacées).

PHASE DES PREMIERES MESOTHERMOPHILES (GR6) cotes 313-253 PREBOREAL

GR6. Un nouveau cycle transgressif se déroule.

Cotes 31O-3OO la craie argileuse organique livre des concentraions totales élevées dues à *Pinus, Betula* et aux herbacées de la mégaphorbiée.

Cotes 3OO-255 baisse des concentrations totales dans une craie qui se dépose plus vite.

PHASE DU NOISETIER (GR7) cotes 253-238 BOREAL

Les niveaux de gyttja (25O-245) donnent des concentrations atteignant 65O OOO p/g attestant de la production de la corylaie grâce à une meilleure conservation du pollen (?).

PHASE DE LA CHENAIE A MESOTHERMOPHILES (GR8, GR9) cotes 238-11O ATLANTIQUE

Concentrations totales en croissance régulière jusqu'à un maximum (= 3OO OOO p/g) à la charnière entre (GR8) et (GR9) niveaux 165 à 145 où le sédiment passe à la tourbe humifiée, bon conservateur et révélatieur de l'optimum de la chênaie. L'atterrissement qui suit, attesté par les taux relatifs élevés de *Thelypteris*, entraine un ralentissement de la vitesse de sédimentation et l'exondation du sédiment responsable de la baisse des concentrations totales (= 1OO OOO p/g). La courbe relative d'*Abies* est confirmée par les valeurs absolues.

PHASE A FAGUS ET ALNUS (GR1O) cotes 11O-9O SUBBOREAL

Les courbes relatives de *Fagus* et *Alnus* se traduisent par des fréquences absolues élevées responsables d'une fluctuation de faible amplitude (=1OO OOO p/g) des concentrations totales.

PHASE ANTHROPIQUE (GR11 a, b, c) cotes 9O-2O SUBATLANTIQUE

Plusieurs épisodes sédimentaires, liés aux cycles de mise en culture des terres se succèdent.

Dans l'argile (GR11 a) les concentrations totales sont faibles dues à une vitesse de sédimentation plus rapide.

Dans la tourbe humifiée un ralentissement se produit au contact de (GR11 b) et (GR11 c) favorisant les valeurs absolues de tous les taxons et pariculièrement celles des hygrophiles, des rudérales et des céréales.

La craie qui se dépose à la base de (GR11 c) ainsi que la tourbe oxydée de surface sont très pauvres en pollen.

F. SAINT SIXTE II : (histogramme des fréquences absolues H5)

Le sédiment d'une tourbe humifiée à sphaignes, formée et conservée dans un milieu pourtant acide à un pouvoir conservateur médiocre.

FIN DE LA HETRAIE-SAPINIERE (SS'1 a, SS'1 b) cotes 35O-3OO

AGE DU FER

Valeurs absolues les plus élevées du profil (autour de 5 OOOp/g en moyenne).

Après une première chute des concentrations totales due à la dégradation de la sapinière, la représentation pollinique des taxons forestiers atteint un maximum (1O.OOOp/g) au contact entre la tourbe humifiée et la tourbe à bois (niveaux 32O à 295).

PREMIERE DEFORESTATION ANTHROPIQUE (SS'1 c, SS'2 a)jusqu'à la cote 255 DEBUT DU GALLO-ROMAIN

Légère des concentrations totales due aux taxons arboréens . La production des herbacées liées à l'activité humaine ne peut compenser cette perte.

PHASE DE MISE EN CULTURE MAXIMALE (FIN DE SS'2 a) cotes 255-242 EPOQUE ROMAINE

Légère remontée des valeurs absolues totales due aux espèces cultivées ou protégées par l'Homme dans la tourbe à bois où la sédimentation est plus lente que dans les deux niveaux argileux qui l'entourent.

La poussée des valeurs relatives des herbacées dans le passage argileux supèrieur (244-24O) est ainsi escamotée dans les fréquences absolues.

PHASE DE LA DEPRISE AGRICOLE (SS'2 b, 2 c, 2 d, 2 e) MOYEN AGE ET MODERNE

Quatre fluctuations positives des concentrations totales autour des niveaux 236, 223, 215, et 175 signalent quatre cycles d'exploitation du couvert végétal (déforestation, mise en culture et déprise agricole) dans la tourbe de surface dont la vitesse de dépôt semble très rapide. On dénombre en moyenne 2OOOp/g !

CONCLUSION :

Malgré les difficultés méthodologiques rencontrées dans la détermination des fréquences absolues des sédiments des sites étudiés en Bas-Dauphiné, l'interprétation des histogrammes absolus apporte des précisions intéressantes concernant le couvert végétal.

POUR LE TARDIGLACIAIRE, alors que plus au nord, M.J. GAILLARD (1981) arrive à des conclusions concernant la densité de la végétation dans le Moyen Pays Romand, celles-ci ne sont vérifiées que très partiellement en Bas-Dauphiné où seules les concentrations très faibles du Pléniwürm (base du Grand Ratz) révèlent bien un paysage dépourvu de végétation.

Pour le Tardiglaciaire c'est au Grand Lemps IV qu'il faut faire référence, car il ne présente apparemment aucune lacune, contrairement aux autres sites étudiés, mais la pauvreté en pollen du sédiment est un obstacle à l'interprétation.

Parmi les nombreux facteurs qui déterminent les fluctuations des concentrations absolues, celui qui parait limitant au cours de cette période est le CLIMAT.

Le froid du Dryas ancien ne permet qu'une végétation herbacée sans arbre, dont l'évolution n'apparait pas dans les histogrammes des fréquences absolues d'une monotonie certaine.

La montée des concentrations totales commence en général avec la phase à *Betula* au cours de la phase à *Juniperus* elle est peu marquée, ce taxon prospère mal dans la région . Cependant exceptionnellement, la phase à *Juniperus* comporte une première étape sans accroissement des fréquences absolues qui pourrait être antérieure à l'interstade Bölling-Alleröd, tandis qu'une très courte phase précédant la montée de *Betula* est caractérisée par un début d'accroissement des fréqences absolues. Dans un contexte de plateau calcaire on comprend que l'amorce de l'extension de *Juniperus* puisse être antérieure à celle enregistrée dans les plaines plus humides.

Il n'apparait aucun arrêt dans la dynamique forestière tributaire de l'amélioration climatique qui débute au Bölling et se poursuit à l'Alleröd sans interruption. Les fréquences polliniques absolues ne permettent pas la mise en évidence d'un Dryas moyen. La pinède ne se révèle pas dans les concentrations absolues, aussi massive que les courbes relatives le laissent penser. *Betula* régresse fortement à Loras au cours de cette phase dans ce site exigu sur plateau calcaire, *Betula* est effacé par *Pinus*. Alors qu'au Grand Lemps, *Betula*, dont les fréquences absolues restent stables comme sur le Plateau Romand, n'est pas partout remplacé par *Pinus*, qui ne peut conquérir facilement les milieux plus humides.

Le froid du Dryas récent fait reculer la boulaie, mais aussi la pinède en fréquences absolues, ou en réduit la production pollinique à partir de 4OO à 5OO m d'altitude. Le retour des herbacées est bien réel mais plus modeste que dans les pourcentages relatifs, les surfaces occupées par la steppe ne semblent pas s'être considérablement accrues.

AU COURS DU POSTGLACIAIRE, les plus fortes concentrations totales se rencontrent au Subboréal dues à l'apport de la hêtraie-sapinière qui s'ajoute à celui de la chênaie.

Paradoxalement le Préboréal et le Boréal ne sont pas des périodes de production massive, mais étant donné la complexité de la sédimentation au cours de la phase à *Corylus* il est difficile de trancher, entre des phénomènes purement dépendants de la production pollinique et des facteurs d'ordre sédimentologique.

Au cours de la stabilité climatique de l'Atlantique c'est la variation de la VITESSE DE SEDIMENTATION qui devient le facteur déterminant les fluctuations des concentrations absolues totales. Le régime hydrologique du lac en rapport avec les conditions locales prend une grande importance. Il est donc essentiel de connaître les vitesses de sédimentation par le ^{14}C par exemple, ce qui n'a pu être fait que de manière insuffisamment précise.

Cependant la connaissance des variations du niveau de l'eau grâce à la paléolimnologie et à la malacologie réalisée au Grand Lemps a permis dans un sédiment homogène de corréler concentrations absolues et vitesse de sédimentation.

AU COURS DE LA PHASE ANTHROPIQUE , le facteur limitant la densité du couvert végétal est évidemment l'action humaine.

Le sédiment qui se forme ne traduit correctement la production pollinique que s'il est bon conservateur, ce qui n'est jamais le cas, car les bassins étudiés sont presque tous, à cette époque, des marécages comblés, dont la tourbe est exondée temporairement en cours d'année.

La charnière entre Subboréal et Subatlantique est marquée dans trois sites par une augmentation des concentrations totales signalant le peu d'effet des premiers déboisements anthropiques sur le couvert forestier.

C'est le début de la mise en culture gallo-romaine qui fait baisser les concentrations totales (passées argileuses).

La déprise agricole au contraire les fait augmenter montrant que l'ouverture du paysage végétal n'entraine pas une moindre production pollinique. A St Sixte on note au moins six cycles de décrue et recrue forestière depuis l'époque romaine.

QUATRIEME PARTIE

I.ECOLOGIE DE QUELQUES TAXONS TARDIGLACIAIRES ET POSTAGLACIAIRES

A. TAXONS TARDIGLACIAIRES

1. Aptitudes écologiques

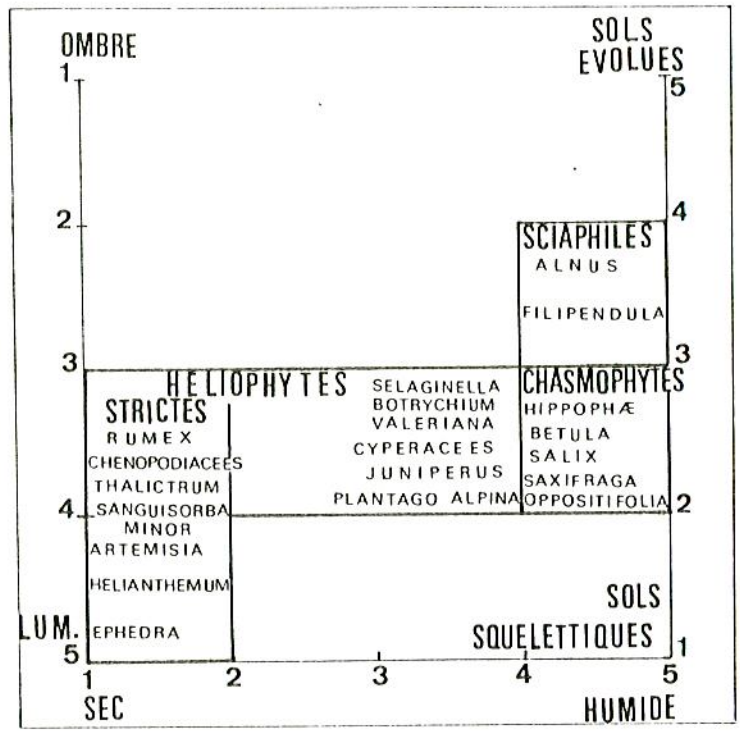


Fig. 41 - Aptitudes écologiques de quelques taxons tardiglaciaires.

La figure 41 construite d'aprés les indices de E. LANDOLT (1977) traduit les faits suivants : pour la température, tous les taxons cités supportent les grands froids (10°C en juillet pour le mois le plus chaud), et pour les besoins en lumière, humidité, humus et sels minéraux quatre grands groupes sont à considérer.

- ***Premier groupe*** : les héliophytes strictes, xérophiles sur sols squelettiques : *Ephedra, Helianthemum, Artemisia, Sanguisorba minor, Thalictrum,* Chenopodiacees, *Rumex, Centaurea, Matthiola,* et *Gypsophila.*

- ***Deuxième groupe*** : les héliophytes moins strictes, sur sols plus humifères et à rétention d'eau plus grande :
Plantago alpina, Juniperus nana, Valeriana, Botrychium,Selaginella, et les Cyperacées.

- ***Troisième groupe*** : les chasmophytes héliophiles à besoins hydriques importants : *Hippophae rhamnoides, Betula alba, Salix caprea, Saxifraga oppositifolia.*

- ***Quatrième groupe*** : les sciaphiles à besoins hydriques importants sur sols riches en sels minéraux et en humus : *Alnus,* et *Filipendula.*

Remarque : les Poacées dont les aptitudes écologiques n'ont pu être définies, faute d'avoir déterminé les genres, sont exclues de ce tableau.

2. Importance relative des taxons trouvés au Tardiglaciaire en Bas-Dauphiné pendant la phase à herbacées dominantes

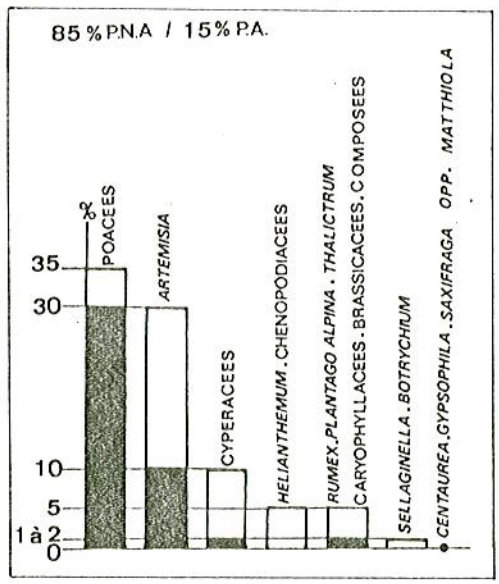


Fig. 42 - Maxima et minima des taxons herbacés rencontrés dans les spectres tardiglaciaires bas-dauphinois.

Ce sont les pollens de graminées et d'armoises qui constituent le plus gros contingent des spectres tardiglaciaires (fig. 42).

Les autres taxons, et en particulier les plus mal représentés, n'en ont pas moins une grande valeur comme indicateurs écologiques. (*Centaurea, Gypsophila, Saxifraga oppositifolia* type, ou *Matthiola*)

Pendant la phase à *Pinus*, *Filipendula* joue un rôle d'indicateur précieux pour signaler la présence des mégaphorbi aie s

3. Facteurs écologiques responsables des formations végétales actuelles de haute altitude et de haute latitude.

a. facteurs communs

Le froid réduit la période de végétation et empêche l'installation de la forêt (isotherme de juillet inférieur à 10°C).Il inhibe la maturation ou la germination des graines, ce qui entraîne l'absence de plantes annuelles.

Il détermine l'arrêt de la croissance en hauteur, d'où l'aspect en "rosette" des plantes.

La photosynthèse doit se dérouler à des températures inférieure à 0°C.

L'humidité n'est que relative car les précipitations tombent sous forme de neige, donc l'eau n'est pas disponible. Le vent déssèche le sol. Les alternances de sécheresse et d'humidité transforment les tissus foliaires dans le sens xérophile.

Le gel élimine toutes les plantes dont le contenu cellulaire n'a pas une pression osmotique assez élevée.

Les sols sont squelettiques, caractérisés par un manque de matière organique. La nature de la roche mère est prépondérante en début de colonisation par les espèces pionnières.

L'évolution est lente car les microorganismes décomposeurs sont peu actifs à cause du froid.

La topographie joue un rôle très important, elle détermine les microclimats.

b. facteurs propres

- En altitude : le rôle des ultraviolets est d'empêcher la croissance et de favoriser l'accumulation des glucides dans les feuilles. La périodicité de l'éclairement est nycthémérale et le photopériodisme des espèces d'altitude est réglé de telle sorte que les bourgeons soient déjà entrés en dormance lorsque le gel survient.

- Aux hautes latitudes : du fait de l'obliquité des rayons du soleil, même pendant les trois mois de période végétative, l'éclairement est faible. Le faible apport calorique ne permet pas le dégel en profondeur du sol, l'eau reste donc en surface (d'après P. OZENDA, 1982).

c. Relations avec les conditions rencontrées au Tardiglaciaire

En Bas-Dauphiné les conditions écologiques rencontrées par les plantes au Tardiglaciaire devaient plus s'apparenter à celles de l'étage alpin actuel, sauf, sans doute, pour le facteur lumière, à cause de l'altitude plus basse, qu'à celles qui se rencontrent actuellement au cercle polaire, par la présence de saisons donc d'un dégel possible du sol et d'un important ruissellement.

La richesse floristique des formations tardiglaciaires rencontrées milite, en outre, pour cette hypothèse, la toundra à Graminées et Cypéracées avec le lichen des rennes est floristiquement pauvre et homogène.

Les groupements végétaux formaient au Tardiglaciaire une mosaïque complexe d'associations de combes à neige, de pelouses à graminées, de landes à arbrisseaux rampants, de tourbières et de groupements sur éboulis morainiques

4. Ecologie et répartition actuelle de quelques taxons importants rencontrés dans les diagrammes.

Espèces herbacées

* *Ephedra*

Deux types ont été formellement reconnus dans les spectres tardiglaciaires en Bas-Dauphiné : *Ephedra distachia* type et *Ephedra fragilis* type. Au moins une troisième forme de pollen a été comptée mais non identifiée. Toutes trois sont strictement localisées dans les spectres du Tardiglaciaire, les plus forts pourcentages (1 à 2%) se situent avant le maximum de *Juniperus*, seuls quelques grains sont rencontrés plus tard.

Les hypothèses concernant l'origine de ces pollens sont résumées et discutées par M.J. GAILLARD (1981). Ses propres observations l'amènent à la conclusion suivante : *Ephedra distachia* était sans doute sur place, mais *Ephedra fragilis* semble être un apport allochtone.

Le problème de la présence du type *E. fragilis* en Bas-Dauphiné au Tardiglaciaire ne trouve aucune solution nouvelle d'après nos analyses. On peut cependant admettre que ce type a pu exister localement au Tardiglaciaire puisque ses pourcentages sont du même ordre que ceux du type E. distachia dont l'indigénat n'est pas discuté.

E. distachia se trouve actuellement sur le littoral de l'Océan et de la Méditerranée et ça et là dans le sud-est et la région méditerranéenne sur les sables maritimes, les rochers, les vieux murs et les endroits incultes (Flore de BONNIER et de LAYENS, 196O).

Son aire s'étend aux régions désertiques d'Asie où elle se comporte comme une espèce xérophile (fig.43). Elle a pu à une époque antérieure occuper des régions aussi arides, mais plus froides, comme l'Europe au Tardiglaciaire.

* *Botrychium lunaria* et *Selaginella selaginoides*

Ces deux fougères à écologie très voisine, sont actuellement assez rares dans les Alpes où elles subsistent dans les pâturages humides sub-alpins. Les spores trouvées

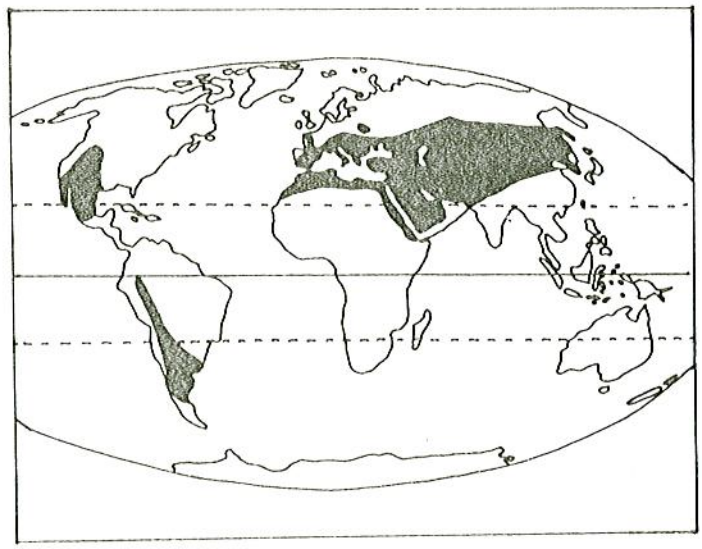


Fig. 43 - Aire actuelle de distribution mondiale du genre *Ephedra*. (in "les végétaux dans la biosphère". P. OZENDA, 1982).

dans les spectres du Bas-Dauphiné sont également très rares, bien que présentes dans tous les diagrammes comportant des sédiments tardiglaciaires, particulièrement pendant la phase à herbacées dominantes avant la montée de *Juniperus* et au cours de la phase de régression des P.A. qui achève le Tardiglaciaire .

Leur distribution peut s'expliquer soit par des exigences thermiques (froid), soit par un besoin de lumière (héliophilie), soit par des besoins en humus comme le suggère M.J. GAILLARD (1981) pour *Selaginella selaginoides*. S.Th. ANDERSEN, (1961) utilise cette espèce comme indicatrice d'humus.

* *Filipendula ulmaria*

C'est une espèce actuelle photophobe, hygrophile, qui prospère depuis la plaine jusqu'au sommet du sub-alpin dans toute l'Europe, ses besoins en humus et en sels minéraux sont importants. On la rencontre aussi bien dans les saussaies du bord des eaux, que dans les mégaphorbiaiessubalpines.

Au Tardiglaciaire quelques grains de pollen sont déjà présents dans les diagrammes au cours de la phase à herbacées, mais la courbe continue (1 à 4%) n'apparait que lorsque les pourcentages de *Pinus* deviennent importants (premier maximum) et dominent ceux de *Betula*.

La persistance de *Filipendula* au cours de la phase du pin est constante jusqu'au moment où les pourcentages de *Pinus* sont à leur tour supplantés par ceux de *Corylus*. Il semble qu'une pluviosité plus grande ait favorisé cette espèce cantonnée dans les biotopes où l'humus abondait, la température jouant un rôle secondaire comme l'écologie actuelle de cette plante le prouve.

* *Saxifraga oppositifolia*

Espèce très résistante au gel, sempervirente, en coussinet dont les fruits sont dispersés par le vent, d'origine artico-alpine, liée aux éboulis et aux parois rocheuses jusqu'à 3500 m d'altitude, elle descend jusqu'au niveau de la mer dans la zone arctique.

Des stations reliques sont encore présentes au bord du Lac de Constance.

Remarque :

Dryas octopetala bien que n'ayant pas été trouvée dans les sédiments tardiglaciaires du Bas-Dauphiné, cette espèce artico-alpine est actuellement présente dans les

massifs calcaires au dessus de 1600 m d'altitude en Chartreuse, et Vercors, (Pyramide de la Buffe) par exemple. Il est donc possible qu'elle ait pu contribuer à enrichir certains groupements végétaux du Tardiglaciaire en Bas- Dauphiné comme c'était le cas au Danemark, en Allemagne ou en Suisse.

Espèces arbustives

* *Juniperus*

En l'absence de macrorestes, il n'a pas été possible de déterminer *Juniperus nana* en Bas-Dauphiné. Pour A. HAMMOUD (1986) il existe actuellement dans le sub-alpin deux espèces séparées de genevriers nains *(Juniperus communis subsp-alpina et Juniperus nana) Juniperus communis subsp. alpina* croît à des altitudes de 1500 à 2000 m. Il est nain et rampant, adapté aux conditions de haute altitude. *Juniperus nana* a une faible production pollinique (M.J. GAILLARD, 1981).

Juniperus communis constitue des landes sur sol bien drainé depuis la plaine jusqu'à l'étage subalpin, il joue le rôle de colonisateur préparant l'arrivée de la forêt.

Le maximum de *Juniperus*, précédant le premier maximum de *Betula* s'observe dans tous les diagrammes qui comportent le Tardiglaciaire en Bas-Dauphiné sauf à Hières sur Amby où ce maximum est absent (lacune stratigraphique?) et à St Hilaire du Rosier où *Juniperus* prospère conjointement à *Betula* et en pourcentages presque identiques (15%).

S'il s'agit de *Juniperus* communis, ce qui est vraisemblable, et si on considère le fait qu'il a une fréquence pollinique sur place forte, il était installé sur les lieux.

Cela dénote une amélioration climatique et des sols plus structurés, comme l"indique M.J. GAILLARD(1981), citant M.J.B. BIRKS (1973 b).

D'autre part, J.-L. de BEAULIEU (1977) démontre, bien qu'il y ait un maximum au Bölling, que le vrai maximun de *Juniperus* se fait plus tard, à la fin du Tardiglaciaire, en Europe du nord en rapport avec des conditions climatiques favorables plus tardives qu'en Europe moyenne (retrait du glacier scandinave) et précède immédiatement l'arrivée de la forêt préboréale. En Irlande et en Grande Bretagne, un premier maximum de *Juniperus* marque la transition entre Dryas moyen et Alleröd.

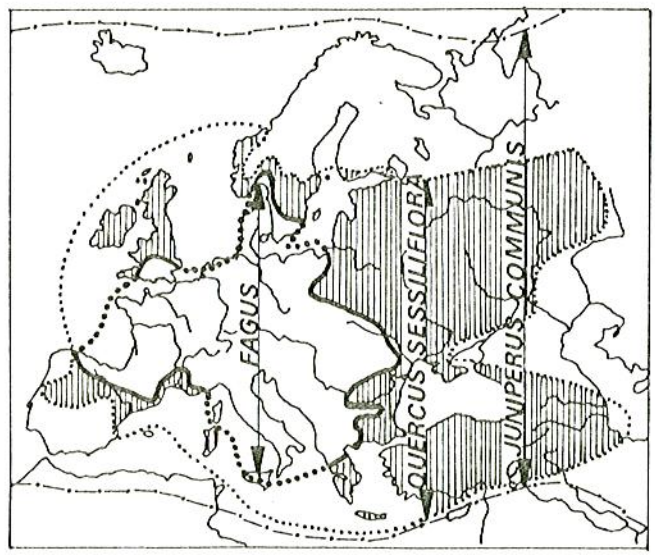


Fig. 44 - Aires actuelles de distribution *de Juniperus communis*, de *Quercus sessiliflora (petraea)* et de *Fagus*. D'après R. BLAIS (1950).

L'aire actuelle de *Juniperus* communis est très vaste, elle s'étend du cercle polaire jusqu'aux rives africaines de la Méditerranée (R. BLAIS, 1950, fig. 44). Au Tardiglaciaire il devait constituer de véritables fruticées sur d'immenses étendues puisqu'il se trouvait sans concurrence. Il semble que seule l'ombre nuise à son extension car, dès que

la forêt de bouleau s'installe, *Juniperus* régresse définitivement (voir aussi concentrations absolues)

**Hippophae rhamnoides*

En France son aire occupe surtout actuellement les vallées du Rhône et du sud-est où il remonte nettement au nord de la limite subméditérranéenne des cols (Vallée de l'Arve, basse vallée du Drac à Grenoble, vallée du Rhône à Jonage et vallée de l'Ain à son confluent avec le Rhône, etc...). On le trouve également sur le littoral de la Manche et sur cailloutis dans la vallée du Rhin.

Il prospère sur les sables et les sols non consolidés humides. Il a donc pu être plus abondant que ne le laissent penser les résultats polliniques C'est par reproduction végétative qu'il colonise rapidement les espaces où il ne rencontre pas de concurrence. C'est une plante pionnière héliophile souvent associée au saule blanc.

Dans les sites étudiés du Bas-Dauphiné, au cours du Tardiglaciaire il marque un léger pic à quelques % au croisement des courbes de *Juniperus* et de *Betula*, ce qui peut vouloir indiquer une occupation fugace de certains biotopes étroits en pleine évolution. L'arrivée massive de *Betula* chasse en premier lieu *Juniperus* puis *Hippophae* retranché sur les sols les plus ingrats.

* *Betula*

Sans pouvoir l'affirmer absolument, des déterminations précises n'ayant pas été tentées dans le cadre de notre recherche, il est probable que les espèces de bouleaux du Tardiglaciaire en Bas-Dauphiné soient identiques à celles qui poussaient ailleurs en Europe : soit *Betula nana* pendant la phase à herbacées et *Betula alba* après la phase à *Juniperus*. La démonstration en a été faite de manière très nette grâce aux histogrammes de fréquence de la taille des grains de pollen rencontrés dans les spectres du Lobsigensee du Plateau suisse (M. J. GAILLARD, 1983).

Betula nana est une plante arctico-alpine et son aire nordique coïncide sensiblement avec celle de *Linnea borealis*, c'est- à-dire entre le cercle polaire et le cinquante cinquième parallèle.

Cependant on connaît actuellement en France deux stations reliques de *Betula nana* dans des tourbières à microclimat propice, dans le Jura et dans le massif de la Margeride dans le Massif Central (P. OZENDA, 1982).

Dans tous les cas, *Betula nana* n'a pas dû avoir un grand développement au cours de la phase à herbacées en Bas- Dauphiné, ses taux restent trop discrets (quelques %). La dynamique des groupements pionniers à basse altitude n'est pas passée par la phase *Artemisia* + *Betula nana* comme c'est le cas dans le moyen Pays Romand (M.J. GAILLARD, 1981)

Dans l'Europe moyenne et du nord, *Betula nana* est considéré comme une espèce pionnière des sols morainiques en voie de stabilisation et d'humification.

Betula alba remplace sans doute brutalement *Betula nana* après l'optimum de *Juniperus* où ses % atteignent des maximums voisins de 50% dans la plupart des sites.

Hières/Amby : 45 à 65%
Loras : 80%
Grand Lemps : 45 à 50%
St Julien de Ratz : 55 à 65%
Grand Ratz : 55%
St Hilaire du Rosier : 33 à 38%

C'est alors que la boulaie, forêt caducifoliée, remplace la fruticée pérenne à *Juniperus*

* *Salix*

Dans tous les diagrammes, la courbe de *Salix* (de 3% à 10%) est liée à celle de *Betula* comme dans la plupart des sites d'Europe moyenne (M.J. GAILLARD, 1981). Plus le maximum de *Betula* est élevé plus celui de *Salix* est important. Ces deux arbres auraient pu constituer une forêt mixte, ce qui ne semble pas être cependant possible, si on considère leur écologie actuelle en Bas-Dauphiné. La saussaie est totalement liée aux conditions hydriques des sols alluviaux et n'admet pas *Betula*.

Elle peut évoluer vers l'ormaie à *Ulmus campestris* sur sol limoneux voir (fig.45) (J.F. DOBREMEZ, G. PAUTOU et F. VIGNY, 1974).

Donc *Salix* et *Betula* devaient plutôt coloniser deux biotopes différents où ils n'entraient pas en compétition : bord des eaux pour *Salix* et sols plus évolués pour *Betula* qui formait sans doute de véritables forêts.

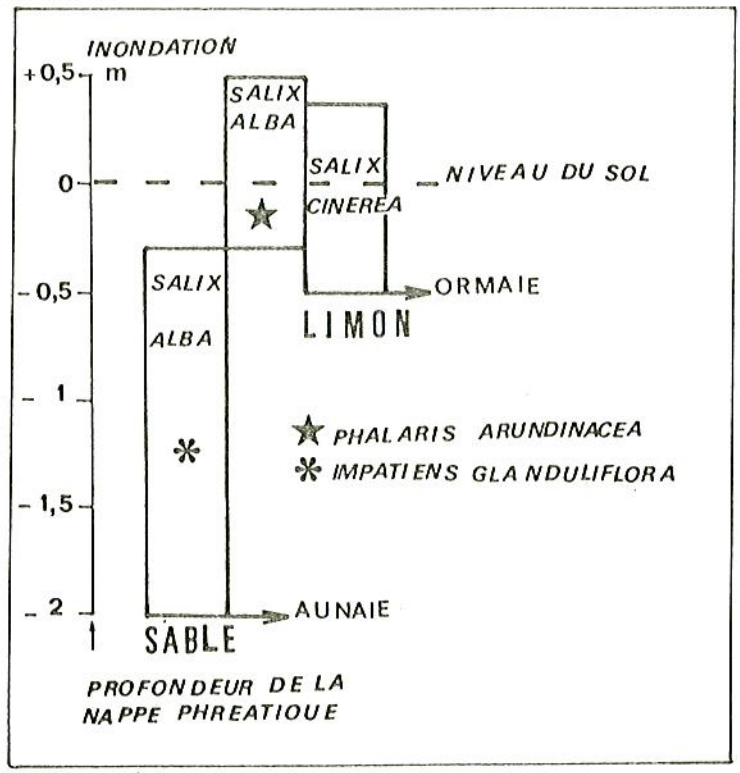


Fig. 45 - Evolution de la saussaie marécageuse. D'après G. PAUTOU (1974).

B. TAXONS POSTGLACIAIRES

1. Aptitudes écologiques de quelques taxons.

Les exigences écologiques vis-à-vis de la pluviosité, de l'insolation et de la température des taxons arboréens post-glaciaires explique l'étagement de la végétation en altitude (fig. 46).

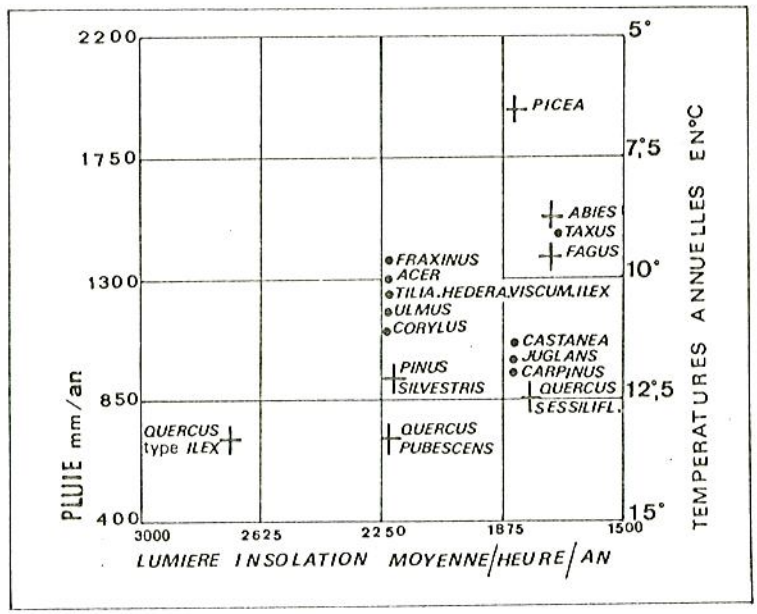


Fig. 46 - Aptitudes écologiques de quelques taxons arboréens du Postglaciaire.

Les croix représentent les aptitudes écologiques précises d'aprés PLAISANCE in "Les végétaux dans la biosphère"(P. Ozenda 1982) de *Quercus ilex*, *Quercus pubescens*, *Quercus sessiliflora*, *Pinus silvestris*, *Fagus*, *Abies*, et *Picea*.

Les points noirs représentent les aptitudes écologiques moyennes de certaines espèces : *Ulmus montana*, *Tilia cordata*, *Acer pseudoplatanus* évaluées approximativement d'aprés la carte de la végétation de Grenoble et la carte climatique de Lyon.

a. Espèces collinéennes

(L'étage collinéen entre 200 m et 800 m est caractérisé par des températures moyennes annuelles qui ne sont jamais infèrieures à 10°C).

* *Quercus petraea* se contente des versants mal exposés (1700 h/an d'insolation) et d'une pluviosité de 500 mm à 1300 mm/an. Il peut supporter des températures moyennes annuelles de 8,5° à 13°C, donc plus basses que celles admises pour les autres espèces de chênes, sauf *Quercus pedunculata* qui, par ailleurs, a des besoins hydriques plus importants.

Carpinus, *Juglans* et *Castanea* s'accommodent plus ou moins bien des conditions caractérisant la chênaie sessile lorsqu'ils y ont été introduits artificiellement.

* *Carpinus betulus* constitue 6% des essences forestières de France où il abonde dans les plaines du nord-est, mais où il est plutôt rare dans le centre et la région atlantique. Il est quasi inexistant en montagne. C'est une espèce médio-européenne qui n'atteint pas les régions atlantiques et méridionales.

Il s'accommode de tous les terrains à l'exception des sols compacts, secs ou marécageux. Il a une croissance lente mais rejette de souche pour donner des taillis, ce qui le fait utiliser par l'homme, le feuillage sert de nourriture pour le bétail.

* *Castanea sativa* est un arbre des montagnes méridionales sur sol siliceux (moins de 4% de calcaire); il descend en plaine dans la partie nord de son aire où il a été largement étendu par la culture (fruits, bois). Il a besoin de lumière et de chaleur, sa floraison est tardive, en juin-juillet.

* *Juglans regia* est une espèce sauvage des montagnes de Grèce, d'Asie mineure (Balkans) et de l'Himalaya où il ne monte pas au dessus de 1000 m d'altitude. IL a besoin de lumière et il est sensible aux gelées printanières, sa floraison a lieu en avril-mai. Il est cultivé de préférence sur les sols évolués d'anciennes terrasses fluvio-glaciaires.

* *Quercus pubescens* colonise les versants bien exposés (2000 h/an d'insolation) il a besoin de moins d'eau que *Quercus petraea* (450 mm à 950 mm) et de plus de chaleur (températures moyennes annuelles comprises entre 11° et 13°C).

* *Quercus ilex* exige davantage d'heures d'insolation (2800 h/an) et se maintient difficilement dans la région sauf sur quelques falaises calcaires bien exposées qui lui offrent un microclimat chaud et sec (J. CLERC, 1964).

b. Espèces montagnardes

(L'étage montagnard entre 800 m et 1600 m est caractérisé par des températures moyennes annuelles qui ne sont jamais inférieures à 7°C).

* *Fagus silvatica* : ses besoins en eau sont importants ,700 mm à 1600 mm de pluie par an, avec fort degré hygrométrique de l'air. Il ne supporte qu'une durée d'insolation faible (1700 h/an) et des températures moyennes annuelles comprises entre 7° et 11,5°C, ce qui l'empêche de dépasser les 1600 m d'altitude. Le gel précoce de la fin de l'été, détruit les bourgeons qui n'entrent en dormance qu'à l'automne.

La figure 29 montre que son aire est moins étendue vers l'est que celle de *Quercus petraea* et à l'intérieur même de cette zone, dans l'axe intra-alpin, la continentalité marquée à la fois par la faiblesse des précipitations et la rigueur des températures élimine le hêtre.

* *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus* et *Ulmus montana* ont des exigences écologiques voisines, ils constituent avec *Fagus* les forêts montagnardes dont la distribution géographique concerne la plus grande partie de l'Europe jusqu'à l'Oural.

* *Abies pectinata* exige une pluviosité annuelle encore plus élevée que celle qui convient à *Fagus* (1000 mm à 2000 mm) et s'il admet une insolation équivalente (1700 h/an), il supporte des températures plus basses (entre 7° et 9,5°C moyennes annuelles)

Il colonise de préference les versants nord de l'étage montagnard et constitue d'importantes sapinières représentant 10% des forêts montagnardes d'Europe.

* *Taxus*, actuellement peu représenté, subsiste dans la hêtraie-sapinière montagnarde essentiellement dans les pentes inaccessibles aux déboisements dans les Alpes, les Vosges, le Jura, les Cévennes et les Pyrénées.

* *Corylus avellana* forme des fourrés à l'emplacement des prairies montagnardes abandonnées. Il descend dans le collinéen en lisière de forêt, dans les haies, où il reste à l'état buissonnant.

* *Pinus silvestris* revient, de manière sporadique, sur les délaissés caillouteux des rivières ou sur les pentes sablonneuses bien exposées. Il est donc très mal représenté dans la région. Ses exigences écologiques, en particulier ses besoins en heures d'insolation élevés (2000 h/an), ne lui permettent un bon développement que dans les Alpes internes (secteur Briançonnais, Val d'Aoste, Valais) et les Alpes méridionales, plus précisément dans l'étage montagnard, où il rencontre une pluviosité suffisante (500 à 1300 mm/an) et des températures moyennes annuelles de 7° à 13°C.

c. Espèces subalpines

(L'étage subalpin, entre 1600 m et 2200 m) est caractérisé par des températures moyennes annuelles qui ne sont jamais inférieures à 5°C)

* *Pinus uncinata*, espèce calcicole à tendance xérophile (de 500 mm à 1100 mm de pluie/an), supporte des températures moyennes annuelles de 5° à 8°, ce qui cantonne cette essence dans la frange altitudinale des 1600 m, dans les Préalpes calcaires. Ses besoins en insolation sont très importants (2700 h/an). Il constitue des peuplements clairsemés.

* *Picea abies* vit à une altitude comprise entre 1500 m et 1900 m dans le Jura, les Préalpes et les Alpes intermédiaires où il rencontre une forte pluviosité (1000 à 2000 mm/an) et des températures moyennes annuelles de 5° à 8°C. Il se contente d'une faible insolation (1700 h/an). Dans le montagnard du Vercors et de la Chartreuse, massifs fortement arrosés (1500 mm/an), l'epicea prospère après enrésinement de la hêtraie-sapinière.

C'est une essence nordique indifférente à la nature du sol. Son aire est scindée en deux (fig.47) aire centrale 1 et aire nordique 2 (d'aprés SCHMUCKER in Flore de Blais, 195O).

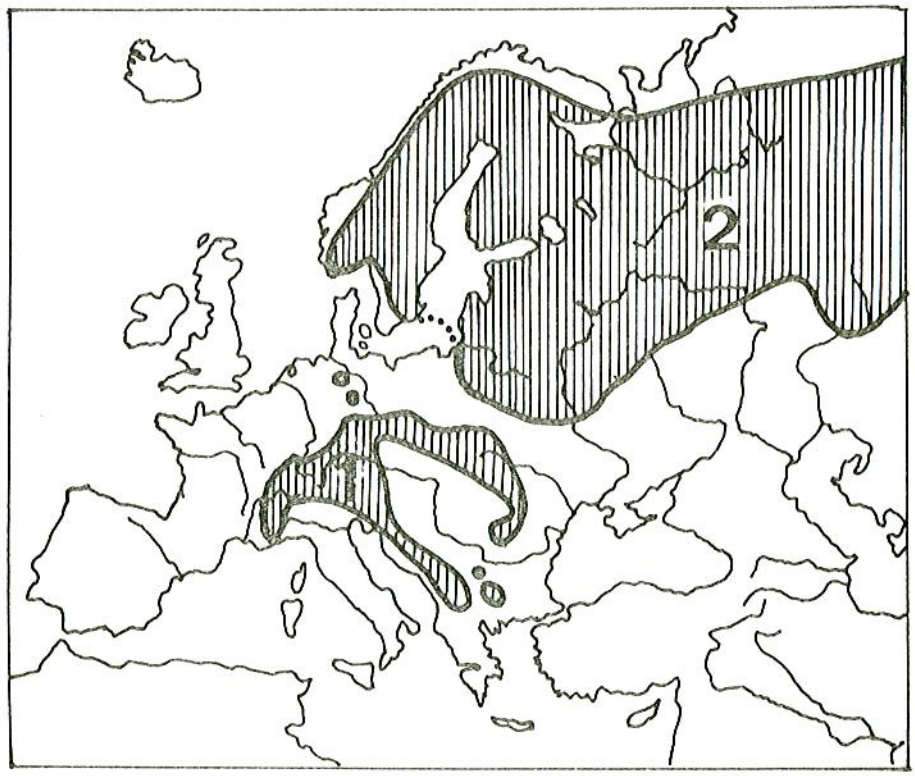


Fig. 47 - Aire de répartition actuelle de *Picea*

2. Importance en tant qu'indicateurs biologiques de quelques taxons arboréens du Post-glaciaire

Les limites de tolérance précédemment étudiées pour certaines espèces, marquent les bornes inférieure et supérieure dont le dépassement entraîne la disparition de l'espèce. Mais il peut y avoir d'autres facteurs d'ordre édaphique atmosphérique ou biotiques qui influencent l'aire de répartition d'une espèce, et qui peuvent jouer le rôle de facteur limitant. La plus grande prudence est donc nécéssaire dans l'évaluation des causes ayant entrainé le développement ou la disparition de tel ou tel taxon aux époque passées. La prise en compte des microclimats locaux est importante dans le cas des zones humides étudiées.

* *Corylus*

Paradoxalement, cette espèce actuellement ubiquiste est au Postglaciaire commençant un bon indicateur de changement climatique. L'envolée des % polliniques relatifs du noisetier de 0% à 75% aprés le second optimum du pin peut signifier une amélioration climatique notable.

Schématiquement des conditions de type montagnard, comme celles qu'on rencontre dans les Alpes internes et qui conviennent à *Pinus silvestris*, cèdent peu à peu la place à des conditions climatiques caractéristiques d'un collinéen sec qui convient mieux à *Corylus*.

Le noisetier n'aime pas l'altitude, il s'arrête toujours plus bas que la limite supérieure de l'étage montagnard, ce n'est pas une espèce méridionale. Sans doute a-t-il besoin du froid de l'hiver?, bien que la lumière lui soit nécéssaire très tôt au printemps pour fleurir et qu'il craigne les gelées tardives. Au Préboréal *Pinus* n'a pas fait ombrage à *Corylus* , des mesures précises ont montré que le feuillage des pins, laisse passer 95% de la lumière reçue. L'envahissement de la pinède par la corylaie est rapide mais *Corylus* se maintient longtemps dans la chênaie de l'optimum climatique prouvant ainsi que la densité du de la forêt ne s'est établie que très progressivement.

* *Hedera, Viscum, Ilex*

C'est après l'optimum du noisetier que ces trois taxons indicateurs de chaleur et d'humidité (J. IVERSEN,1944) sont présents dans les spectres et leur évolution est parallèle à celle d'*Acer* et de *Tilia*.

- *Hedera helix*, espèce la mieux représentée des trois thermophiles en % polliniques relatifs autour de 2% en courbe discontinue, apparait la première dans nos diagrammes dès le deuxième palier de *Corylus* dont les pourcentages passent de 75% à 50% en moyenne.

La courbe du lierre s'arrête en même temps que celle d'*Acer* et de *Tilia*, c'est-à-dire après la fin des phases à *Abies* et à *Fagus*, sans jamais marquer de véritable maximum comme c'est le cas en Suisse (M.J. GAILLARD, 1981) au cours de l'atlantique ancien.

- *Ilex aquifolium* arrive plus tard généralement sous forme de quelques grains de pollen pendant le maximum d'*Abies* et de *Fagus* (Grand Lemps, St-Julien de Ratz) ou pendant le maximum de *Taxus* comme à Hières/Amby.

Le lierre et le houx sont un héritage de la flore miocène correspondant à des climats plus humides et plus chauds sans rythmes saisonniers, leur développement au cours de l'Atlantique semble bien montrer des conditions optimales de développement : tempèratures moyennes mensuelles supèrieures de 2,5°C en été par rapport au climat actuel et plus d'humidité (S. WEGMULLER, 1966 et G. LANG, 1971).

* *Abies pectinata* : cette espèce actuellement montagnarde prospère entre 800 et 1600 m d'altitude, son intégration dans la forêt caducifolicée collinéenne s'est réalisée à l'Atlantique selon des modalités variables d'un site à l'autre, comme si les conditions locales déterminaient à elle seules l'installation de la sapinière, ce qui n'était pas aussi sensible pour les formations végétales précédentes du Tardiglaciaire et du Boréal.

Les sites étudiés se trouvent à la limite altitudinale inférieure de l'espèce telle qu'elle est estimée actuellement, ce qui peut se discuter. Une variation même minime de la tempèrature et de la pluviosité suffit pour qu'*Abies* trouve les conditions nécessaires à son installation.

C'est ainsi que sur le chaînon du Ratz et à St Sixte (650 m) la sapinière atteint son optimum (taux voisins de 50%) de même qu'elle le fait au Grand Lemps (500 m) un peu plus tardivement au cours de l'Atlantique.

Il est à remarquer que des grains de pollen d'*Abies* sont présents dans les spectres de tout l'Atlantique, mais la sapinière ne prospère qu'après le maximum d'*Ulmus* dans les sites au-dessous de 500 m. Ce qui tendrait à prouver que c'est alors que les conditions climatiques changent vraiment dans le sens d'une plus grande pluviosité et péjoration de climat.

* *Fagus silvatica* : son optimum succède à celui d'*Abies* dans tous les sites où la sapinière est sur place. Ce fait dénote une pluviosité, sans doute moins importante, 700 mm/an suffisent au hêtre, alors que le sapin a besoin de 1000 mm/an au minimun. D'autre part des sols moins gorgés d'eau conviennent mieux à *Fagus* qui ne supporte pas les eaux stagnantes à basse altitude (Carte de l'aire actuelle de *Fagus*, fig.44). Cette espèce est actuellement uniquement européenne.

Taxus baccata : cette espèce dioique aimant l'ombre, spontanée dans les forêts des basses montagnes et sans doute en plaine où elle a été propagée par la culture ornementale, se trouve dans le Jura, les Alpes, les Pyrénées, elle est rare dans les Vosges et les Cevennes. (Flore de G. BONNIER et G. de LAYENS,1960)

Pour J.P. CHARLES (1982) l'If régresse depuis l'époque de César, où il été trés abondant en Gaule. Ayant presque disparu vers 1850, il a reconstitué ses peuplements surtout depuis 1950. Craignant beaucoup les incendies et les coupes forestières, sa disparition est due surtout à sa toxicité (on le détruit dans les pâturages), à l'utilisation de son bois par l'Homme et à l'exploitation forestière à courte révolution. Sa survie n'a été possible que dans les massifs calcaires ou siliceux présentant des falaises élevées orientées au nord ou à l'est, d'altitude moyenne 600 m à 1200 m dans des zones à climat pluvieux froid et nébuleux.

En Bas-Dauphiné *Taxus* n'existe pratiquement plus. Quelques peuplements subsistent sur éboulis vers 800 m, au pied des falaises calcaires du Vercors, par exemple entre la Rivière et St Quentin où des spécimens vieux d'une centaine d'années, d'après une communication orale de J. TESSIER (dendrochronologue au Laboratoire de Palynologie de Marseille) ont été trouvés. *Taxus* est ici une composante très minoritaire de la forêt caducifoliée à la limite du collinéen et du montagnard : généralement une hêtraie comprenant *Tilia*, *Acer pseudoplatanus* et *A. platanoides*, *Fraxinus*, *Quercus sessiliflora* et quelques *Abies*. Ceci est en accord avec les conclusions de J.P. CHARLES (1982), qui place *Taxus* dans le *quercus- fagetea*, l'if ne pénètre dans la hêtraie-sapinière qu'en cas de dégradation. Le hêtre empêche l'if de devenir abondant. En Provence, Languedoc et Corse, l'if accompagne le chêne pubescent et le pin sylvestre.

Taxus s'adapte assez bien à toutes sortes de conditions climatiques ou édaphiques, le seul facteur limitant est sa faible dissémination. Comme le montre J.P. CHARLES (1982) au-delà de 50 à 100 mètres du producteur,la dispersion des graines par l'avifaune est nulle.

Le rôle de *Taxus*, au point de vue paléobotanique, au cours du Post-glaciaire, a été sous-estimé parles palynologues. Lorsqu'il est représenté en très faible quantité sa présence peut passer inaperçue à l'observation microscopique. Il n'est bien représenté que dans les sédiments de certaines tourbières du Bassin Parisien (W. VAN ZEIST et al, 196O) et de Corse (M. REILLE, 1975). Sa présence est rare dans les sites des Alpes méridionales (J.-L. de BEAULIEU, 1977) et dans le Massif-Central (J.-L. de BEAULIEU et al, 1985. Il est absent en Suisse et dans le Jura (M.J. GAILLARD, 1981; M. WELTEN, 1983 et H. RICHARD, 1983).

En Bas-Dauphiné des % élevés (23,5% à St-Julien de Ratz, 24,3% à Hières sur Amby et 1O% au Grand Lemps) montrent que *Taxus* était abondant dans la chênaie de l'optimum climatique et tout spécialement lorsque *Abies* intègre cette chênaie en fin d'évolution, probablement à la faveur d'une plus grande humidité et d'une plus grande obscurité du sous-bois. Bien que l'if ne soit pas actuellement une espèce ayant ce type d'exigences, tout au moins dans le sud de la France comme le montre J.P. CHARLES (1982), il prospère cependant dans les milieux forestiers fermés.

Taxus est, d'autre part, gêné par le développement de la hêtraie : dans les diagrammes ce fait semble se vérifier, il régresse lorsque *Fagus* progresse.

J.P. CHARLES (1982) se range à l'opinion de M. REILLE (1975) qui considère l'if comme une essence liée aux chênaies caducifoliées disparues. Ce n'est pas tout à fait le

cas en Bas-Dauphiné, l'analyse palynologique permet d'affirmer qu'à l'Atlantique final, *Taxus* prospérait à basse et moyenne altitude au cours du maximum de la sapinière.

Le comportement de *Taxus* dans les interglaciaires précédents est très indicateur de sa place écologique. C'est ainsi que *Taxus* succède à l'optimum de la chênaie avec l'extension d'*Abies* à la Côte en Vercors (J.-L. de BEAULIEU et G. MONJUVENT, 1985) et précède immédiatement l'extension de *Carpinus* à la Grande Pile (G. WOILLARD, 1975) au cours de l'interglaciaire Riss-Würm. Aux Echets (J.-L. de BEAULIEU et M. REILLE, 1984b) l'absence d'une phase à *Taxus* peut s'expliquer par un hiatus.

La phase à if ne semble s'être bien exprimée à l'Holocène que dans quelques localités sans doute aussi propices à son extension qu'au cours des interglaciaires précédents dans l'Europe entière.

Le Bas-Dauphiné fait donc figure d'exception intéressante en ce qui concerne l'histoire, à peine ébauchée encore, de ce taxon.

II. HISTOIRE DE QUELQUES TAXONS DE L'ETAGE MONTAGNARD

A. ABIES

L'histoire de ce taxon a fait l'objet de nombreuses études dans les régions limitrophes : (J.L. de BEAULIEU, 1977; J.-L. de BEAULIEU et AL, 1984 et 1985; J. BECKER, 1952; M.J. GAILLARD, 1981; G. LANG et W. TRAUTMANN, 1961; F. MATTHEY, 1971; H. RICHARD, 1983; H. TRIAT-LAVAL, 1978; P. VILLARET, 1958; S. WEGMULLER, 1966 et 1977; M. WELTEN, 1958; H. ZOLLER, 1960, 1962, 1964) seules les conclusions seront reprises et plus particulièrement les hypothèses concernant les courants migratoires d'*Abies* à partir des zones refuges.

La présence la plus précoce d'*Abies* est enregistrée dans les Préalpes tessinoises 9550 BP à partir desquelles il aurait pu s'étendre vers le nord dans les Alpes et les Préalpes suisses où il arrive à 6000 BP (fig. 48). Dans les Vosges il s'établit définitivement après 66OO BP. Son rôle dominant dans le bois commence à 45OO BP (H.J. EDELMAN, 1985).

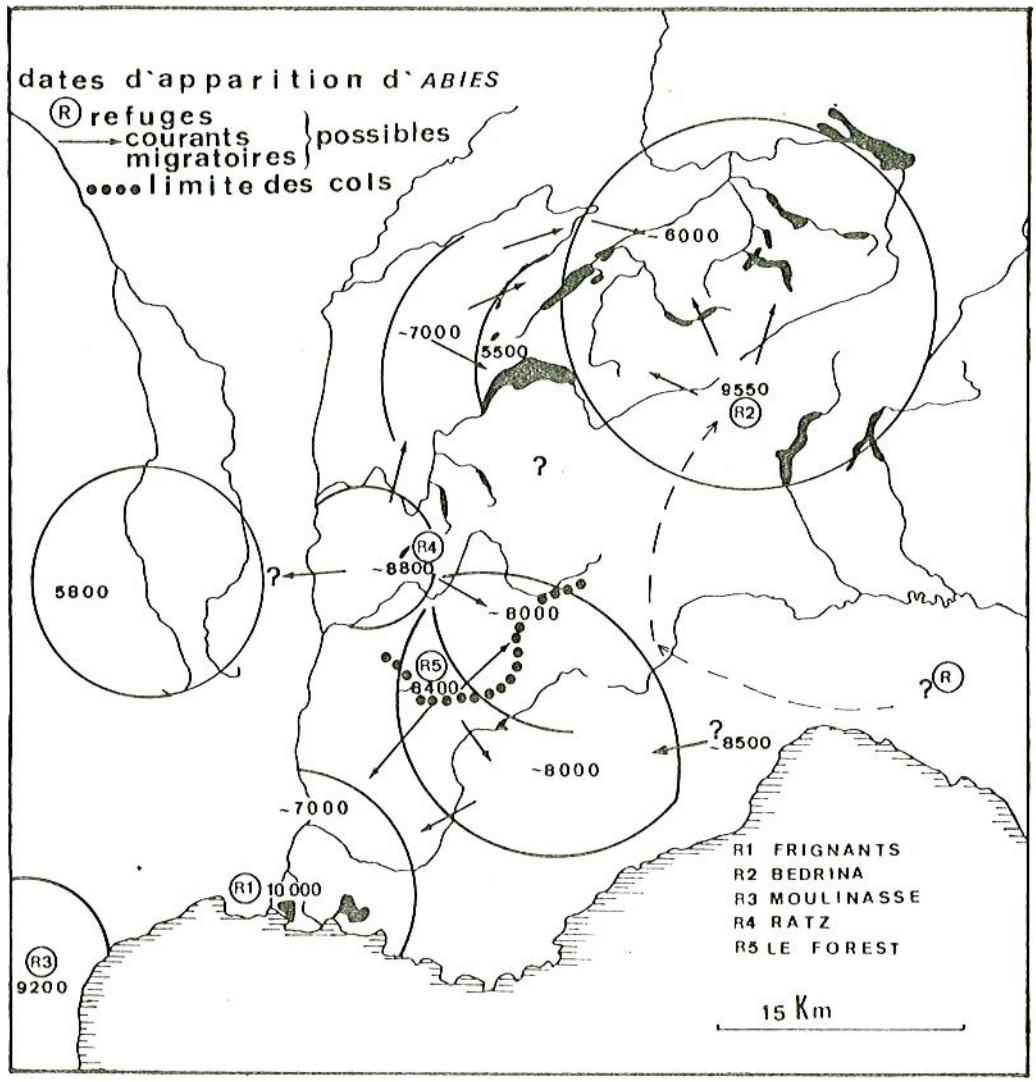


Fig. 48 - Dates d'apparition d'*Abies*, refuges et courants migratoires possibles.

Mais il aurait pu également venir du sud-ouest où il se rencontre dans le Jura français autour de 7000 BP entre 1000 et 1300 m d'altitude, pour coloniser alors le Plateau suisse entre 500 et 800 m, vers 5500 BP.

Pour la colonisation des Alpes méridionales (J.-L. de BEAULIEU, 1977), où *Abies* arrive autour de 8000 BP, des refuges parcellisés présents dans les Alpes ligures, probablement précocément séparés de l'aire würmienne principale d'*Abies* dans l'Appennin, auraient pu servir de base de départ, à partir au moins de 8500 BP.

Ceci n'exclut pas la possibilité de zones refuges très morcelées à l'ouest des Alpes, au pied des massifs préalpins français, (Le Forest en Dévoluy 8400 BP), desquelles *Abies* aurait essaimé dans toutes les directions et en particulier vers la Basse-Vallée du Rhône, au sud, où on le rencontre dans les Alpilles à 7000 BP.

Pour H. TRIAT-LAVAL (1978), les refuges du delta du Rhône (10.000 BP) n'ont sans doute pas servi à un courant migratoire vers le nord, car ils ont du être détruits par la transgression versilienne.

Dans le Bas-Dauphiné à Chirens (460 m) *Abies* apparait autour de 8000 BP et son expansion est datée 5200 BP alors qu'au Luitel (125O m) elle est plus précoce 7OOO BP (S. WEGMULLER, 1977). A Saint Julien de Ratz (65O m) son expansion est datée de 867O +/- 19O BP au Grand Ratz. Si on tient compte de l'altitude il est difficile d'expliquer ce développement tardif au Luitel, alors qu'il peut s'admettre à Chirens, bas fond, peu propice à la sapinière. Dans les autres sites étudiés il existe une bonne cohérence entre les dates obtenues, si on tient compte du gradient altitudinal. La descente d'*Abies* dans le collinéen dure de 1000 à 1500 ans.

Dans un site à la même altitude que St Julien de Ratz mais plus sec, le Grand Ratz, les premiers grains d'*Abies* arrivent à 8670+/-190 BP, la courbe continue se développe à 7760+:-260 et le maximum est atteint à 7150+/-220 BP.

A 5OO m d'altitude au Grand Lemps, le maximum est atteint beaucoup plus tard 4830+/-170 BP, alors que *Fagus* amorce sa montée.

A 212 m en plaine , à Hières/Amby, *Abies* et *Fagus* arrivent en même temps, autour de 7000 BP et n'atteignent que de faibles pourcentages par rapport aux sites précédents, attestant sans doute moins d'une présence locale que d'un fort écho régional.

L'apparition et l'expansion précoce d'*Abies* en Bas-Dauphiné autorise donc à penser qu'il existait des refuges au pied des massifs subalpins. Cette hypothèse est vraisemblable. Ne trouve-t-on pas actuellement sur les abrupts bien exposés des falaises calcaires du Vercors ou de la Chartreuse à 300 m d'altitude, des stations reliques (dominant la vallée de l'Isère) à *Quercus ilex*, sans doute boréales?

Il est tentant, dans ces conditions, de faire jouer à la vallée du Rhône, le rôle de barrière infranchissable vers l'ouest durant des millénaires pour l'expansion d'*Abies* à partir de refuges bas-dauphinois ou méridionaux, *Abies* arrive dans le Massif-Central très tardivement 58OO BP (de BEAULIEU et AL, 1985). Le courant migratoire n'aurait pas non plus pour origine les Pyrénées orientales où cependant semblent exister des zones refuges (92OO BP La Moulinasse. G. JALUT, 1969)

L'expansion d'*Abies* est donc fortement tributaire de la présence de zones refuges régionales et de l'altitude. Sa descente dans l'étage collinéen est une réponse à des conditions climatiques qui lui deviennent de plus en plus favorables au cours de l'Atlantique, les facteurs édaphiques jouant un rôle secondaire. L'existence d'un grand axe de migration du sud vers le nord (par la Vallée du Rhône) envisagé par J.-L. de BEAULIEU et al. (1984) est remis en cause.

B. *FAGUS*

Il semble que pour l'expansion de *Fagus* les choses ne soient pas aussi claires (F. MATTHEY, 1971) que pour *Abies*.

En Bas-Dauphiné, à basse altitude, 212 m (Hières/Amby) les premières occurences de *Fagus*, d'*Abies* et de *Taxus* sont datées de 6590+/- 280 BP.

Entre étages collinéen et montagnard, sur la frange fluctuante des 500 m d'altitude, *Fagus* apparait à 75OO+/-190 BP, donc plus tôt, à la suite d'*Abies*, qui est déjà en courbe continue, bien qu'avec de faibles pourcentages, au Grand Lemps II par exemple.

Dans le montagnard, les premiers grains de *Fagus* arrivent presque en même temps que l'expansion massive d'*Abies* 7950+/-220 BP à St Julien de Ratz en exposition nord; au Grand Ratz à microclimat plus sec, *Fagus* est plus tardif qu'*Abies*, vers 7550+/-230 BP mais toujours plus précoce qu'en plaine.

- Le début de la courbe continue de *Fagus*, toujours modeste avec quelques %, est datée au Grand Lemps II 7310+/-160 et au Grand Lemps III 6480+/-180 BP date manifestement trop jeune dans ce dernier cas, car à St Julien de Ratz le début de la courbe de *Fagus* est daté 7180+/-270 BP donc environ au même moment qu'au Grand Lemps II.

- Le début du maximum de *Fagus* se situe autour de 4700 BP à toutes les altitudes, ce qui semble indiquer une stabilisation des conditions climatiques optimales pour *Fagus*.

A St Sixte 4570+/-230 BP, au Grand Ratz les trois dates proposées pour le début du maximum de *Fagus* ont été précédemment discutées l'une 5000+/-550 BP est trop imprécise, l'autre 3210+/-250 BP surmonte une lacune stratigraphique probable et la troisième 8250+/-160 est inversée.

A Hières sur Amby, la seule occurence continue de *Fagus* autour de quelques % et contemporaine du maximum de *Taxus* à 5800+/-130 BP et peut correspondre à l'occupation locale par *Fagus* des surplombs calcaires du lac, pendant un épisode particulièrement favorable à la hêtraie régionale.

- La chute de *Fagus* est toujours causée par les premières déforestations anthropiques qu'elles soient protohistoriques comme à Hières sur Amby entre 4760+/-220 BP et 411O+/-17O BP ou gallo-romaines comme au Grand Lemps 1550+/-170 BP et 1190+/-110 BP, à St Sixte 1680+/-150 BP et à St Julien de Ratz 2200+/-210 BP.

Il faut donc conclure aux arrivées précoces de *Fagus* et d'*Abies* avec toujours une légère avance en faveur d'une plus grande altitude pour les deux essences.

Mais les deux taxons n'évoluent pas de manière synchrone. *Abies* connait toujours une progression plus forte et plus rapide que *Fagus* au cours de l'Atlantique tout particulièrement dans le montagnard au dessus de 500 m d'altitude.

C'est à la charnière Atlantique-Subboréal vers 4700 BP que *Fagus* supplante *Abies* à moyennes altitude et cette expansion dure jusqu'aux déforestations anthropiques.

Au Luitel, S. WEGMULLER (1977) décrit la même progression : *Fagus* arrive à 6000 BP et fait son expansion à 4700 BP.

A Chirens (S. WEGMULLER, 1977) l'expansion de *Fagus* est tardive 3700+/-100 BP, mais la situation très particulière du site : bas-marais, mal exposé, a sans doute nuit à *Fagus* qui ne supporte pas les sols gorgés d'eau.

L'influence medio-européenne se fait sentir en Bas-Dauphiné où la hêtraie prospère sur place jusqu'à basse altitude (la présence de macrorestes, faînes en particulier, comme à St Sixte le prouve).

Le problème de l'immiction de *Fagus* dans la sapinière qui était très prospère, se pose en termes de dynamique forestière.

Où sont les refuges de *Fagus*? les courants migratoires? et quels sont les facteurs qui ont induits ces migrations?

Au nord de la région étudiée, il semble exister un flux et un reflux complexes de *Fagus* et *Abies* au Subboréal que les auteurs : (S. WEGMULLER, 1966; MATTHEY, 1971; M.J. GAILLARD, 1981; H. RICHARD 1983) ne peuvent encore clairement cerner.

Dans les Voges *Fagus* s'établit à partir de 5 1OO BP (H.J. EDELMAN, 1985). Sa première apparition remonte à 67OO BP etil ne joue un rôle dominant dans les bois qu'à partir de 47OO BP.

Au sud de la région étudiée, J.L. de BEAULIEU (1977) envisage la possibilité d'un courant migratoire de *Fagus* venu des refuges de la côte ligure qui prospèrent au Préboréal, vers les Alpes maritimes et qui de là gagne les Alpes méridionales au Subboréal. Pour H. LAVAL-TRIAT (1978).les refuges du delta du Rhône (1O.OOO BP) auraient permis à *Fagus* de migrer vers le nord créant des avant-postes, contrairement à *Abies*, avant de disparaître au cours de la transgression versilienne.

Fagus contrairement à *Abies* a donc pu gagner le Bas-Dauphiné par la Vallée du Rhône, ou bien les micro-refuges émaillant les premiers contreforts subalpins ont pleinement joué leur rôle à la faveur de conditions climatiques favorables d'abord à *Abies* puis à *Fagus*,

ces deux espèces ont migré vers le nord et l'est. Mais pas plus *Abies* que *Fagus* ne paraissent aptes à coloniser le Massif-Central à partir de la Vallée du Rhône.

En conclusion, bien qu'on n'ait pas d'indications précises de refuges en Bas-Dauphiné, les apparitions de *Fagus* mises en évidence dans le présent travail, sont les plus anciennes du sud-est de la France ce qui démontre le rôle fondamental de la Vallée du Rhône pour l'extension de cette espèce, soit que la migration se soit faite au post-glaciaire ancien à partir de refuges très méridionaux (H. TRIAT-LAVAL, 1978) soit qu'il ait existé des refuges régionaux, non moins perceptibles.

C. PICEA

D'aprés les résultats des nombreuses recherches (MATTHEY, 1971; V. MARKGRAF, 197O; S. WEGMULLER, 1977) qui ont été faites sur la présence , l'arrivée et l'expansion de *Picea* au cours du Postglaciaire, c'est dans les Alpes autrichiennes que ce taxon à trouvé refuge au cours du Würm. Sa migration vers l'ouest n'est plus contestée. *Picea* fait son expansion dans les Alpes autrichiennes autour de 9500 BP dans les Alpes suisses, à 7500 BP dans les Préalpes italiennes, à 6500 BP, dans les Préalpes suisses à 5500 BP et dans le Jura à 4500 BP. C'est entre 1000 et 1300 m qu'il est le plus précoce, la colonisation des zones au dessous de 800 m est le résultat d'enrésinements artificiels.

Picea est rencontré dans le Plateau suisse (M.J. GAILLARD, 1981) autour de 2000 BP comme en Bas-Dauphiné :

- à Hières/Amby (212 m) vers 2000 BP, légèrement avant la déforestation gallo-romaine, il en est de même au Grand Ratz (650 m) et au Grand Lemps (500 m) et à St Julien de Ratz (650 m) où quelques grains sont trouvés avant 2200 BP, il est un peu plus précoce à St Sixte autour de 2600 BP.
- à St Hiliaire du Rosier, *Picea* est contemporain de l'époque gallo-romaine.

Il ne fait guère de doute que la présence de *Picea* dans ces zones soit essentiellement le résultat d'enrésinements anthropogènes récents. Ses taux ne dépassent jamais quelques %.

Picea est également absent dans les Alpes internes dauphinoises (M. COUTEAUX, 1982b, 1982c) jusqu'à la création de pessières entretenues, de même que dans les massifs-subalpins.

Dans les Alpes maritimes et les Alpes ligures *Picea* est moins tardif entre 5OOO et 35OO BP il est plus précoce ici que dans les Alpes duraciennes où sa présence est d'ailleurs sporadique (J.L. de BEAULIEU, 1977). Les refuges ne sont pas connus.

Picea est absent dans la basse vallée du Rhône et dans le Massif-Central.

L'aire actuelle de *Picea* s'étend sur la totalité de l'arc alpin les Carpates et les Dinarides, son optimum thermique se situe entre 5 et 8°C et il a besoin de 1500 mm d'eau/an. Il s'accomode d'une faible insolation et ses exigences édaphiques sont très souples, il s'accomode de n'importe quel sol. Pour J.-L. de BEAULIEU et al (1984), deux voies de migration qui ont pris en tenaille les Alpes méridionales françaises l'une par le Jura et la Haute-Savoie et l'autre par le versant italien et les Alpes maritimes.

CONCLUSION :

Les acquis (J.-L. de BEAULIEU et al, 1984) concernant les trois taxons : *Abies, Fagus, Picea* dans le sud-est de la France, ne sont pas remis en cause en Bas-Dauphiné pour *Picea* qui reste un arrivant tardif (Subatlantique) et strictement inféodé à l'activité humaine, mais pour *Fagus* et surtout *Abies* une chronologie différente d'apparition et d'expansion s'impose.

Ces deux essences sont plus précoces que ne le laissaient supposer les résultats obtenus par S. WEGMULLER (1977) dans la région (Chirens).

Abies s'installe vers 8 5OOBP dans le montagnard et sa descente dans le collinéen dure de 1OOO à 15OO ans.

Fagus arrive entre 8OOO et 75OOBP dans le montagnard et il met 1OOO ans à gagner la base du collinéen.

Rien ne permet actuellement de dire si la hêtraie-sapinière atlantique et subboréale ne se serait pas maintenue à basse altitude si les déforestations anthropiques n'avaient pas eu lieu.

L'idée d'un flux migratoire venu des bords de la Méditérranée est bien contradictoire avec la précocité d'apparition qui milite plutôt en faveur de microrefuges subalpins émaillant les bas de falaises bien exposées échelonnés probablement des Monts du Vaucluse aux premiers contreforts du Jura et végétant pendant tout le Pléniwürm.

"Pour le moment absolument hypothétiques comme semblent le montrer les diagrammes des Echets", (remarque S. WEGMULLER, 1988).

III. HISTOIRE DE LA VEGETATION, DE L'ACTION HUMAINE ET DU CLIMAT

Si la présentation des résultats bruts qui précède, a obligatoirement un caractère austère du fait des exigences d'une démonstration qui se doit d'être la plus rigoureuse possible, la synthèse des acquis pollenanalytiques des sites bas-dauphinois, dans le concert des résultats d'autres disciplines, tout en permettant le bilan des recherches entreprises, ouvre la voie à la formulation d'hypothèses concernant l'histoire régionale de la végétation, de l'occupation humaine, et du climat. .

A. HISTOIRE DE LA VEGETATION

1. La déglaciation des sols

Elle est précoce, avant 15 OOO BP, certainement en relation avec le retrait en altitude des glaciers pléni-würmiens (vers 2 OOO m d'après M. COUTEAUX, 1983 à la Muselle, 215O m).

Les très basses concentrations polliniques absolues des argiles du fond du Grand-Ratz indiquent l'absence de végétation sur place pendant une grande partie du colmatage des dépressions périglaciaires par des éléments allochtones.

2. La première reconquête des différents biotopes

Au Dryas ancien le manque de progressivité dans la dynamique des pelouses xérophiles attesté par la monotonie de la phase à *Artemisisa* ne pouvant être comme sur le plateau suisse (M.J. GAILLARD, 1981) subdivisée en trois étapes :

- *Artemisia* et *Saxifraga oppositifolia*
- *Artemisia* et Chénopodiacées
- *Artemisia* et *Betula nana*

fait penser à une évolution rapide, dès 14 OOO BP, vers une sorte de steppe arborée à graminées et Cypéracées où *Juniperus* et *Betula*, sans doute *J. communis subsp alpina* et *Betula nana*, s'intallent précocement (PA entre 1O et 25%). C'est le cas à Saint Hilaire du Rosier qui jouit d'une situation planitiaire méridionale et de Loras sur substrat calcaire bien exposé. Au Grand Ratz on passe pratiquement sans transition d'un sol dénudé à la steppe à Cyperacées. Les héliophytes strictes, xérophiles comme *Artemisia, Helianthenum, Thalictrum, Sanguisorna minor, Ephedra* et les Chénopodiacées, pour ne citer que les plus représentatives, colonisent des sols encore squelettiques, constituant des milieux entièrement ouverts, divers et labiles à si basse altitude car, presque simultanément, des sols plus humifères et à meilleure rétention d'eau sont révélés par la présence dans tous les sites, bien qu'en faibles pourcentages de spores de *Selaginella* et de *Botrychium* ainsi que des grains de pollen d'*Hippophae* et de *Salix*, tous taxons qui, bien qu'héliophiles, ont des besoins hydriques encore plus importants.

Les conditions microclimatiques à basse altitude se font plus nettement sentir lorsque le froid n'est plus en permanence le facteur limitant.

Il faut admettre que la fruticée à *Juniperus communis* a envahi plus tôt la steppe, ici, que dans la zone alpine (13 OOO BP) et qu'en Europe du nord, où deux poussées successives de *Juniperus* sont décalées, toutes deux plus tardives. Le Bölling correspond au début de la phase à *Juniperus* mal datée régionalement.

Dans tous les cas la phase à *Juniperus* est fugace voire absente dans les stations de plaine (Hières sur Amby 212 m, et La Rivière 19O m, M. COUTEAUX, 1978), caractère qui s'apparente aux observations faites dans les sites du sud de la France (H. TRIAT-LAVAL, 1978). *Juniperus* supporte mal l'ombre crée par la boulaie qui trouve très rapidement sa place dans ce piémont où les % relatifs de *Betula*, sans doute *B. alba*, ne sont jamais inférieurs à 5O et dont les fréquences absolues sont très élevées à Loras et au Grand Ratz. Comme la représentation pollinique de ce taxon est faible et sa diffusion forte, c'est un véritable bois qui est présent dans la région et non seulement sur le bord des eaux. La saulaie également

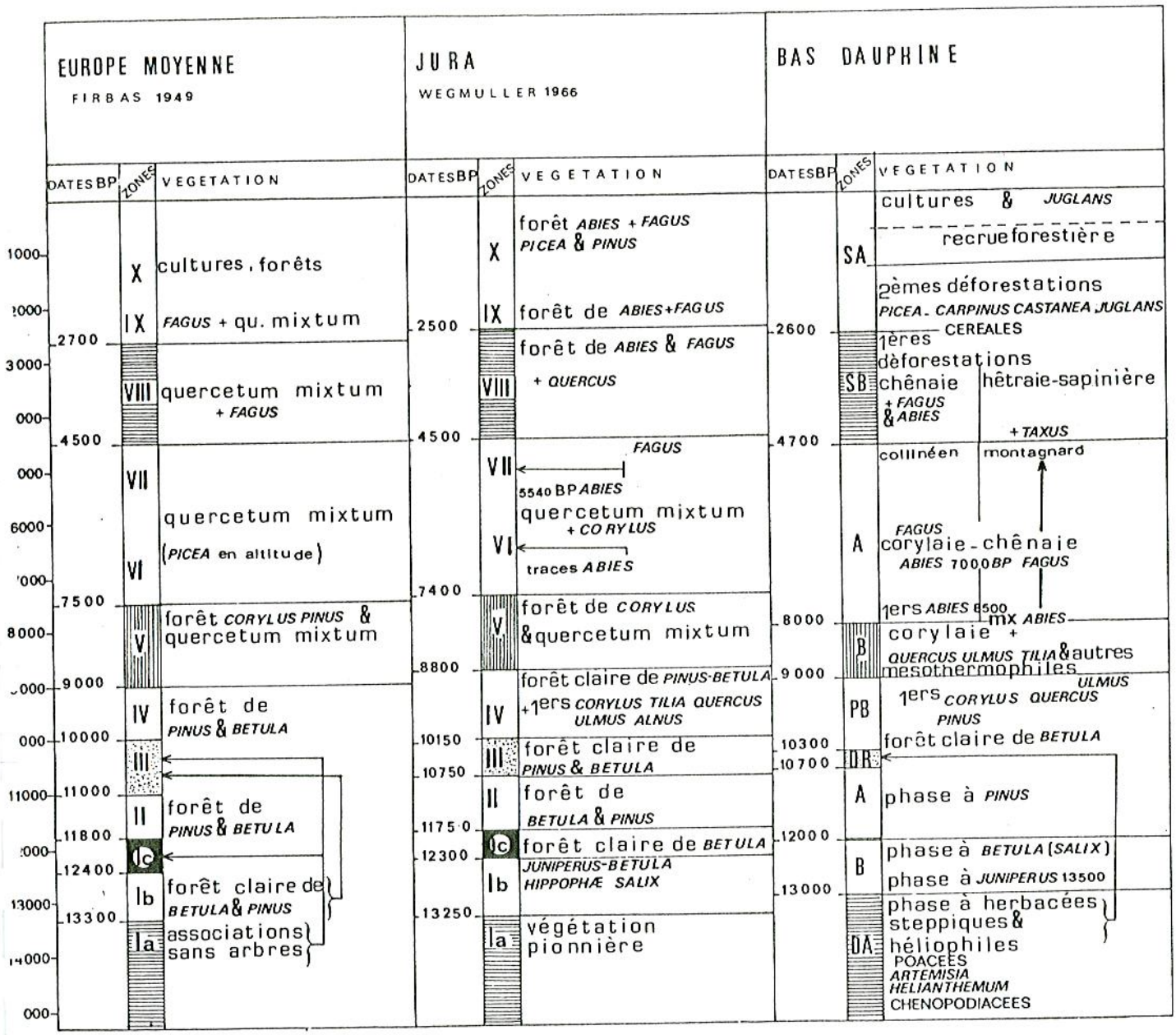


Tableau 11. Comparaison des biozonations en Europe moyenne, dans le Jura et en Bas-Dauphiné.

présente au Bölling s'accomode des sols argileux, *Salix* a des besoins hydriques très importants. Il est cantonné aux zones palustres.

Le déclin des héliophiles d'après les concentrations absolues (Loras) et l'apparition des compagnes de la mégaphorbiaiesont en accord avec une extension de grande ampleur de la boulaie régionale, qui crée des zones ombragées, mais des biotopes variés coexistent au Bölling, en particulier *Artemisia* est encore abondante.

Donc, déjà à ce stade de la dynamique végétale, un décalage existe entre l'Europe moyenne et l'Europe du sud, le piémont dauphinois se rattachant, au Tardiglaciaire, davantage au sud, autant à cause de sa topographie que de sa latitude.

3. La dynamique du peuplement végétal au Bölling

Selon certains auteurs le développement de la phase à *Betula* est comprimé par le retour de conditions rigoureuses révélées par la récurrence des herbacées corrélée avec le léger retrait de la boulaie. C'est le cas notamment dans les Alpes du nord en altitude, à la Muselle 215O m (M. COUTEAUX, 1983) et au Luitel 125O m (S. WEGMULLER, 1977), en Europe du nord en plaine (T. Van Der HAMMEN, 1952 et A.V. MUNAUT, 1967) et dans le piémont dauphinois (S. WEGMULLER, 1977) à Chirens 46O m.

Dans nos sites, bien que les courbes isotopiques $\delta^{13}C$ laissent voir sur quelques niveaux une baisse de la production primaire des lacs (?) au Grand Lemps et à Hières sur Amby, la végétation terrestre n'a pas réagi. Dans un seul sondage (I. GL4) il existe une récurrence des Poacées accompagnée du modeste recul de *Betula*. Cette zone ne se retrouve pas ailleurs, alors que, pratiquement dans tous les diagrammes le décollage de la courbe de *Pinus* est brutal ce qui signale sans ambiguité qu'à basse altitude la dynamique végétale se poursuit normalement après la phase à *Betula*.

L'existence d'un stade, le Dryas ancien supérieur en l'occurence, est dès lors fortement mise en cause ici. Cela semble être également le cas dans les régions limitrophes telles que le Plateau suisse (M.J. GAILLARD, 1981), les Alpes méridionales (J.-L. de BEAULIEU, 1977) et la Basse Vallée du Rhône (H. TRIAT-LAVAL, 1978). Cette observation va dans le sens des conceptions exprimées par les auteurs G.R. COOPE et N. PENNINGTON, 1977; M. WELTEN, 1979 J.J. LOWE et J.M. GRAY, 198O qui regroupent le Bölling et l'Alleröd dans un même interstade.

4. La pinède bas-dauphinoise de l'Alleröd

C'est au milieu de l'interstade, vers 12 OOOBP, donc plus tôt qu'en Suisse et dans le Jura et légèrement en retard par rapport aux Alpes méridionales et à la vallée du Rhône, que *Pinus, P. silvestris* sans doute, bénéficiant d'un réchauffement conduisant à des conditions très proches de l'actuel et d'un bon niveau des précipitations, s'installe. Ces conditions excluent les espèces de *Pinus* plus méridionales à exigences thermiques plus grandes et les espèces plus montagnardes comme *Pinus uncinata* adapté au froid sec, calcicole et seulement présent actuellement dans la frange de l'étage sub-alpin des massifs du Vercors et de la Chartreuse. La présence de la pinède est attestée par les % relatifs élevés (supérieurs à 6O), au point même de prendre la place de la boulaie. Or cela est démenti par les fréquences absolues qui dénotent au contraire une évolution synchrone de *Betula* et *Pinus* (Grand Ratz et Grand Lemps). Il est par ailleurs confirmé par les spectres de surface (Grand Lemps et Saint Julien de Ratz) que *Pinus* a une forte représentation et une forte diffusion. Bien que ses fréquences dominent celles de tous les autres végétaux à basse altitude, la pinède n'est pas la formation dominante et la présence des mégaphorbiaiesà *Filipendula ulmaria* photophobe, hygrophile et exigente en humus et sels minéraux, plaide en faveur du maintien de l'ancienne boulaie.

Donc la phase à *Pinus*, qui est une étape dans la migration des espèces, met en évidence des capacités colonisatrices médiocres par rapport à celles de *Betula*, dues sans doute au délai de germination de ses graines (trois à quatre ans) et à une longue période de jeunesse (15 ans) avant la première floraison, ainsi qu'à des besoins édaphiques plus grands.

5. L'amplitude de la décrue des forêts au Dryas récent

La principale difficulté pour préciser ce point vient du peu de sédiments disponibles concernant cette phase dans nos sites (absence de dépôt ou érosion secondaire), en rapport avec une baisse du niveau des lacs, qui s'ajoute à la faible profondeur des dépressions. Cependant dans le sondage du centre du lac du Grand Lemps, l'évidence de la régression de la forêt apparait, les pollens arboréens passent de 80% à 50%. C'est la boulaie et moins nettement la pinède, qui recule, comme c'est le cas en Europe du nord et dans les Alpes duranciennes (J.-L. de BEAULIEU, 1977). Or dans les fréquences absolues, les deux taxons ont la même décrue, ce qui tend à prouver que les % relatifs de *Pinus* sont de médiocres indicateurs des vicissitudes de la pinède.

Les taxons de la steppe arborée à *Juniperus* et *Ephedra*, de la saussaie à *Hippophae* et des mégaphorbiées sont mieux représentés dans les spectres du Dryas récent du fait, sans doute, d'une moins bonne floraison de *Betula* et *Pinus*, car la steppe ne semble pas s'être étendue dans des proportions considérables, les fréquences relatives et absolues ne reviennent pas à celles du Dryas ancien. Si quelques steppiques comme *Artemisia* sont mieux représentées qu'à l'interstade précédent, les xérophiles strictes sont discrètes et la présence de *Filipendula* prouve assez que l'humidité est importante.

Donc le froid du Dryas récent a été suffisamment ample et long pour stopper, mais seulement momentanément, la dynamique végétale dans les sites collinéens (Grand Lemps 500 m et Chirens 460 m, S. WEGMULLER, 1977) et sans doute également en plaine, car plus au sud, dans la Basse Vallée du Rhône (H. TRIAT-LAVAL, 1978) le Dryas récent est bien net.

6. La corylaie boréale

Dès 10. 000 BP (deuxième optimum de *Betula* à Hières sur Amby) le niveau des % relatifs et des fréqences absolues de *Pinus* et *Betula* avoisinnent ceux de ces mêmes taxons à l'interstade précédent. Cela tend à prouver que les formations arborées sont restées en place à basse altitude, au cours du Dryas récent, même si leur production pollinique s'est fortement réduite. La succession dans le temps boulaie-pinède doit être expliquée en accord avec les données du Bölling-Alleröd. D'après les courbes isotopiques, c'est brutalement que le froid cesse, le palier atteint par les températures étant du même ordre que celui de l'interstade précédent.

L'apport sporadique pendant tout le Préboréal de pollen de mésothermophiles (*Corylus, Quercus, Ulmus*) traduit une origine lointaine, aucun refuge pléni-würmien n'a existé régionalement, et les voies de pénétration ne peuvent être que la Vallée du Rhône et des affluents. Ces taxons ont un développement beaucoup plus précoce, dès le Bölling, dans la Basse Vallée du Rhône (H. TRIAT-LAVAL,1978). L'arrivée de *Corylus, Quercus* et *Ulmus* est pratiquement simultanée à Hières sur Amby et Loras. *Ulmus* est un peu plus tardif ailleurs. Ces faits prouvent que le développement de la chênaie n'est pas tributaire de celui de la corylaie. D'ailleurs dans le sud-est de la France, au sud de la limite des cols, la phase à *Corylus* n'est pas perceptible, la chênaie s'installe précocement. Ceci place le Bas-Dauphiné à la limite sud des influences septentrionales.

Bien qu'il semble que la corylaie ait atteint le stade du climax, d'après sa dominance incontestée dans les % relatifs des spectres du Boréal et de la première partie de l'Atlantique, jusqu'à 7500 BP environ en Bas-Dauphiné, comme dans les Alpes du nord jusqu'à 1000 m d'altitude (M. COUTEAUX, 1982) et en Europe moyenne, peu de précisions peuvent être apportées concernant ses exigences écologiques et sa place par rapport aux autres formations, cela pour des raisons d'ordre général (pas d'analogue actuel connu) et locales. En effet les sédiments correspondant à cette phase (entre 9500 et 7500 BP) se sont déposés rapidement, ce qui ne permet pas de se prononcer, d'après les concentrations absolues, sur la densité de la corylaie. Paradoxalement au Grand Ratz où les % de *Corylus* sont les plus modestes jamais enregistrés (30%) les fréquences absolues totales sont importantes. De manière moins sensible il en est de même à Loras, ce qui peut reflèter la représentation pléthorique du pollen de *Pinus* dans la pluie pollinique originaire de l'auréole strictement locale de ces petits marécages, *Corylus* et *Pinus* sont deux taxons héliophiles, il semble qu'une compétition pour les mêmes biotopes ait eu lieu, d'où l'hétérogénéité des

dates obtenues pour le départ de la courbe de *Corylus* qui dans l'ensemble reste cependant précoce (95OO BP).

7. L'étagement altitudinal de la végétation durant l'Atlantique

Les chênaies *à Quercus pedunculata*, *Quercus petraea* ou *Quercus pubescens*, résiduelles aujourd'hui, connaissent entre 85OO et 47OO BP leur extension maximale en Bas-Dauphiné. Bien qu'on ne puisse déterminer la part de chaque espèce dans les spectres du fait de leur morphologie pollinique trop voisine, la hauteur des % relatifs atteinte par *les Quercus* à feuillages caduc constitue cependant une preuve de la part importante prise par la chênaie dans le paysage végétal. Mais il ne faut pas surestimer cette place car le pollen de *Quercus* est largement diffusé dans la pluie pollinique. Il est possible de concevoir un étagement altitudinal des forêts, où la chênaie acidiphile planitiaire cède la place à des espèces plus héliophiles comme *Quercus pubescens* voire *Quercus ilex* sur les pentes. Les bastions avancés de la chênaie xérophile qui a pris naissance dès le Préboréal, sont encore de nos jours, en place, sur les falaises calcaires bien exposées, vers 3OO m d'altitude, tout le long de la Vallée de l'Isère (J. CLERC, 1964). Ces lambeaux, reliques jouissant d'un microclimat favorable, ont échappé aux vicissitudes d'origine anthropique vécues par la chênaie caducifoliée.

Plus en altitude, vers le sommet des collines et jusqu'à 1OOO m sur les pentes des massifs subalpins, *Quercus petraea* est en mélange avec *Ulmus montana, Tilia platyphyllos* et *Fraxinus excelsior*, probablement comme cela s'observe actuellement.

Paradoxalement la corylaie coexiste longtemps avec ces formations à besoins en lumière cependant identiques, ce qui aurait dû créer très tôt une compétition. La lente régression de la corylaie se fait en deux temps, voire trois, dans le site le plus montagnard, Saint Julien de Ratz (65O m), où les taux de *Corylus* sont d'abord huit fois ceux de *Quercus*, puis seulement cinq et enfin deux fois au moment où *Ulmus* culmine (3O%). Ce dernier taxon ne présente pas de maximum dans les sites moins élevés. Les taux peu élevés de *Tilia* (5 à 1O%) et d'*Acer* (*A. platanus* et *A. platanoïdes* sans doute) dans tous les cas, sauf au Grand Lemps, sondage de bordure où la tiliaie devait être sur place, sont en accord avec la dispersion actuelle difficile de ces pollens.

La représentation d'*Hedera*, bien que modeste (quelques %) pratiquement dès le début de l'Atlantique et de manière continue jusqu'à l'apparition de la sapinière, est autant l'indice de l'optimum thermique que le signe d'une évolution achevée de la dynamique forestière. Cette liane fleurit actuellement dans les forêts collinéennes parvenues au stade climacique. Comme d'autre part, ce taxon a une bonne représentation pollinique et une dispersion nulle, les forêts caducifoliées atlantiques ont bien atteint le climax dans ce piémont. Il devient dès lors difficile de parler de *Quercetum-mixtum* (S. WEGMULLER, 1966) étant donné l'hétérogénéité qui apparait dans la composition de ces forêts toutes étroitement adaptées à leurs biotopes respectifs.

La diversité topographique et édaphologique explique la variété des situations rencontrées, qui s'accuse davantage encore quand l'optimum thermique s'achève (autour de 7 OOO BP) et que s'édifie la sapinière à basse altitude.

La sapinière a une histoire originale en Bas-Dauphiné du fait de sa précocité, de son évolution, et de sa composition.

- *Abies* est précoce. Avant 8000 B.P. ses premières occurrences à basse altitude (Hières sur Amby, 212 m) sont contemporaines de l'installation brutale de la sapinière dominante au sommet des collines (Saint Julien de Ratz, 65O m) à moyenne altitude probablement au niveau des talwegs. Cette précocité va à l'encontre de l'arrivée tardive d'*Abies* à Chirens (S. WEGMULLER, 1977) et cette diffusion différée en plaine conforte l'hypothèse d'une présence de refuges locaux.

- *Abies* envahit rapidement l'étage montagnard favorisé en cela par l'optimum du début de l'Atlantique et il met près de 15OO ans environ, de 85OO à 7OOO BP, d'après les 19 datages éffectués dans nos sites, pour gagner la plaine où d'ailleurs il ne sera jamais seul, mais accompagné de *Fagus*, car pendant ce temps la pluviosité diminue favorisant ce dernier

taxon. La hêtraie-sapinière est probablement sur place même en plaine d'après les % relatifs et les fréquences absolues totales les plus élevées du Postglaciaire. *Fagus* et *Abies* ont une représentation pollinique normale mais comme ils ont aussi un bon écho, il faut concevoir que les espaces occupés sont vastes au point de pénétrer les forêts caducifoliées qui reculent nettement. Donc la limite naturelle de la hêtraie-sapinière semble plus basse qu'elle ne l'est actuellement et si la pression humaine ne maintenait pas artificiellement cette limite vers 8OO m d'altitude, il est probable que cette formation descendrait plus bas. Cette remarque est valable pour tout le sud-est de la France (J.-L. de BEAULIEU, 1977 et H. TRIAT-LAVAL, 1978)

- *Abies* favorise la présence de *Taxus*. Ce caractère singulier de la sapinière bas-dauphinoise atlantique rappelle celui de la sapinière de l'interglaciaire Riss-Würm du plateau du Vercors (G. MONJUVENT et J.-L. de BEAULIEU, 1985). La présence de *Taxus* dans l'Atlantique du Bassin Parisien, son absence à l'est de nos sites et sa représentation seulement actuelle et sporadique au sud, sauf en Corse, peuvent laisser penser que le Bas-Dauphiné a subi des influences de type maritime. Quoi qu'il en soit, c'est à Hières sur Amby, site le plus occidental, que ses taux sont les plus élevés. On sait d'autre part, que le Bas-Dauphiné a été fortement marqué par les influences océaniques : des stations à *Osmunda regalis* et à *Erica tetralix* sont encore présentes dans les Chambaran, domaine des chênaies actuellement.

Donc l'étagement altitudinal actuel de la végétation n'est pas réalisé à la fin de l'Atlantique où toutes les potentialités s'expriment encore totalement; pour parvenir à l'étagement actuel, il faudra qu'interviennent les actions modificatrices du climat et surtout de l'Homme.

8. La part de l'activité humaine dans l'élaboration du paysage végétal actuel

A partir du Subboréal (47OO BP) si les nouvelles conditions climatiques sont responsables de l'installation de la hêtraie même à basse altitude, de l'aunaie marécageuse et de la disparition des taxons mésothermophiles, l'occupation humaine du Néolithique final constitue une première atteinte aux forêts. Elle s'étale de 45OO à 35OO BP selon les sites et compromet soit la hêtraie-sapinière dans la plupart des sites, soit la chênaie planitiaire (Saint Hilaire du Rosier). La première se retire définitivement au dessus de 8OO m, la seconde garde un grand dynamisme jusqu'aux déforestations de grande ampleur de l'époque romaine qui la réduisent à de véritables lambeaux relictuels (PA = 15%).

L'activité humaine est d'autre part révélée par les indicatrices de cultures, tout particulièrement les céréales des premiers défrichements (landnams). Leurs taux très faibles ne renseignent cependant pas sur l'étendue des espaces cultivés du fait de la mauvaise diffusion du pollen (la détermination des espèces n'a pas été tentée). Les adventices, *Mercurialis*, Légumineuses, Composées, Crucifères et Rosacées associées à des taux de Céréales de 5%, dénotent cependant une occupation importante du sol par les cultures au cours de la période datée dans tous les sites du Gallo-Romain.

Juglans, *Castanea* et *Vitis* sont introduits en Bas-Dauphiné à cette même époque; il s'agit sans doute, d'espèces gréffées encore peu répandues si on tient compte de l'incompatibilité qui existe entre la forte diffusion du pollen de *Castanea* et de *Juglans* dans la région et des taux extrêmement faibles trouvés à cette période.

La déprise des terres qui suit est marquée par une augmentation des PA (5O%) probablement du fait autant d'une meilleure floraison des haies et des bois à *Quercus* et *Corylus* que d'un véritable retour de la forêt, car la rudéralisation qui accompagne cette phase de recrue arboréenne est forte, tout particulièrement dans les sites de moyenne montagne (6OO m) comme Saint Julien de Ratz où le cortège des Urticacées (2O%) d'*Humulus-Cannabis* (2O%) et de *Rumex* (5%) indique une activité bien établie et bien proche des sites si on considère les taux élevés de la phase à nitrophiles.

Dans un autre site, le Grand Lemps, c'est la pisciculture qui est évoquée par l'analyse du sédiment, une craie stratifiée entre deux passées tourbeuses. Antérieurement au lac de barrage dans lequel la craie s'est déposée, le drainage de l'époque romaine a asséché le marécage, la callunaie locale révélée par la tourbe la plus ancienne, signalant les eaux les plus

basses. Postérieurement , l'abandon de la digue fait à nouveau baisser le niveau des eaux à la cote actuelle, avec dernier dépôt de tourbe à Cypéracées.

L'analyse des touradons est riche en enseignements concernant l'époque moderne. Elle permet de tenir comme certain que l'exploitation du bois et l'arboriculture sont les principales activités à partir de l'an mil environ. Les taillis mixtes à *Castanea* et *Carpinus* qui a migré discrètement pendant le sub-atlantique, sont préférés à ceux de *Quercus* car ils peuvent rejeter de souche et le cycle d'exploitation est écourté. L'enrésinement des basses pentes du Vercors et surtout de la Chartreuse est entrepris avec *Picea*, ce n'est que l'écho pollinique des hêtraies-sapinières à *Picea* qui est capté dans la plupart de nos sites (quelques %), alors que *Populus* (10%) est cultivé dans les zones humides (Grand Lemps).

La culture de *Juglans* marque une embellie à partir du XVè siècle, mais elle ne s'est maintenue florissante de nos jours qu'en basse Isère (Saint Hilaire du Rosier) où elle est la plus rentable.

Les apports de la pollenanalyse sur l'impact humain en Bas-Dauphiné peuvent être complétés par les acquis archéologiques nombreux dans la région.

Le rapport final des travaux entrepris dans le cadre du programme D. G. R. S. T. "Paléoenvironnement Holocène des Alpes du Nord et de leur piémont" (Grenoble 1986) auquel nous avons participé, fait la synthèse des acquis archéologiques dans la région concernée.

C'est grâce à la mise en commun des connaissances déjà établies et des résultats de recherches récentes pluridisciplinaires, qu'apparait un ensemble cohérent concernant l'histoire humaine dans la zone étudiée, histoire dans laquelle l'analyse pollinique a une grande part.

M. COUTEAUX (1977) a souligné les inconvénients des analyses polliniques de sédiments provenant d'habitats discutés par ailleurs par Ar. LEROI-GOURHAN, J. RENAULT-MISKOVSKY (1977).

Par contre les acquis de nos analyses polliniques de marais concernant l'histoire humaine qui échappent à ces difficultés, se prêtent donc à une confrontation fructueuse avec les archives archéologiques particulièrement nombreuses dans la région (fig 49, tableau 12)

Au fil d'un bilan bibliographique concernant la préhistoire et l'histoire régionale une correlation avec l'histoire de la végétation sera tentée.

- L'Homme est sur place depuis le PALEOLITHIQUE SUPERIEUR (13 000 BP) mais son action trop ponctuelle et de faible ampleur n'a pas marqué le paysage. Les changements intervenus dans le couvert végétal sont exclusivement d'origine climatique. Ce sont les interactions complexes entre climat, sol et végétation qui aboutissent aux groupements végétaux observés dans tous nos diagrammes.

Quelques grottes habitées depuis le Bölling sont connues dans la région (P. BINTZ et R. DESBROSSE, 1979). En Savoie Saint Thibaud de Couz (M. GIRARD, P. BINTZ et A. BOQUET, 1981) et en Isère la Balme Rousse, site de Choranche en Vercors (P. BINTZ, 1979) livrent des silex du Magdalénien final.

- A l'EPIPALEOLITHIQUE (Dryas récent-Préboréal 10700 à 9500 BP) des pointes à dos courbe et des grattoirs courts de l'industrie azilienne sont trouvés à Saint Thibaud de Couz mais également à Charmate, site de Choranche (P. BINTZ, 1987) à la Fru en Chartreuse (G. PION, 1984) et dans la grotte du Taï en Vercors (J. L. BROCHIER et J. E. BROCHIER, 1973) face au marécage de Saint Hilaire du Rosier.

Les chasseurs-cueilleurs succèdent aux derniers chasseurs de rennes.

- Le climat devenant moins rigoureux, les peuplades en voie de sédentarisation évoluent vers l'état de cultivateurs. C'est alors que les silex microlithiques du MESOLITHIQUE MOYEN (autour de - 5500 BP) signalent une ère nouvelle dans l'occupation comme le montrent de nombreux sites habités : La Balme les Grottes, Montalieu-Chaboud, Camp de Larina, Passin-Arandon, Thuellin, Charavines (A. BOCQUET, 1967) bien que l'espace forestier reste encore intact.

Les premiers palafittes découverts sur les bords actuellement submergés des lacs subalpins (Léman, Annecy, Le Bourget, Aiguebelette, Paladru) signalent les oscillations complexes du niveau de l'eau au cours de la deuxième moitié du Néolithique en rapport avec la péjoration climatique du Subboréal.

OCCUPATION HUMAINE EN BAS-DAUPHINE
(en zone étudiée stricto-sensu)

● sites lacustres ▲ autres sites

1	**La Balme les Grottes**	Néolithique récent, civilisation Saône-Rhône Chasséen 5527±140 BP Transition Subboréal - Subatlantique (tronc de chêne dans alluvions du Rhône 2880±220 BP)
2	**Montalieu - Chamboud**	Néolithique récent
3	**Hières sur Amby**	Déforestations à la transition Subboréal - Subatlantique 4110±170 BP et 4480±120 BP
	Camp de Larina	Néolithique 5500 BP Bronze final et 1er Age du Fer (charbon 2420±110 BP)
4	**Passins - Arandon**	Néolithique récent
5	**Décines**	An mil (motte castrale)
6	**Loras**	Déforestation de l'Age du Bronze (?) 3590±310 BP
7	**Thuellin**	Néolithique récent
8	**Saint Romain en Gal**	Romain 2030 à 1700 BP (Maison des dieux océans)
9	**Saint Thibaud de Couz**	Epipaléolithique Azilien Allerød 10750± 30 BP Dryas récent 10620±210 BP Mésolithique 9050±260 BP Bronze 3790±250 BP
10	**La Fru**	Azilien et Mésolithique
11	**Charavines**	Néolithique récent, civilisation Saône-Rhône Transition Atlantique - Subboréal (pieux)
12	**Saint Sixte**	Déforestation gallo-romaine (temple gallo-romain) 1680±150 BP et 1270±160, 1220±130 BP Moyen-âge (déprise agricole) 1180±160 1060±100 BP Actuel (maximum Juglans)
13	**Chirens**	Déforestations subboréale et subatlantique An mil (mottes castrales de Louvatière et du Chatelard)
14	**Grand Lemps**	Déforestation antérieure à l'Age du Bronze 3020±230 BP Déforestation gallo-romaine de 1550±1170 BP à 1150±190 BP Actuel (phase à Juglans) 570±210 BP
15	**Saint Julien de Ratz** **Grand Ratz**	Déforestation gallo-romaine 2200±210 BP Moyen-Age (déprise agricole) 1090±110 BP
16	**Bressieux**	Néolithique moyen
17	**Fontaine** **Seyssinet Pariset**	Néolithique moyen Néolithique récent (haches et marteaux) 4630±290 BP
18	**Lac Luitel**	Déforestations, autour de 4500 BP et deux autres au sommet du Subboréal et au milieu du Subatlantique.
19	**Saint Hilaire du Rosier**	Déforestation gallo-romaine et actuelle (non datées)
20	**Choranche** La Balme-Rousse	Mésolithique, Néolithique 5260±120 BP et 3970±110 BP et Bronze 3420±110 BP
21	**Couffin I et II**	
22	**Chatelus** **Saint Nazaire en Royans**	Mésolithique Grotte du Taï - Azilien

d'après la littérature et les acquis de la présente recherche

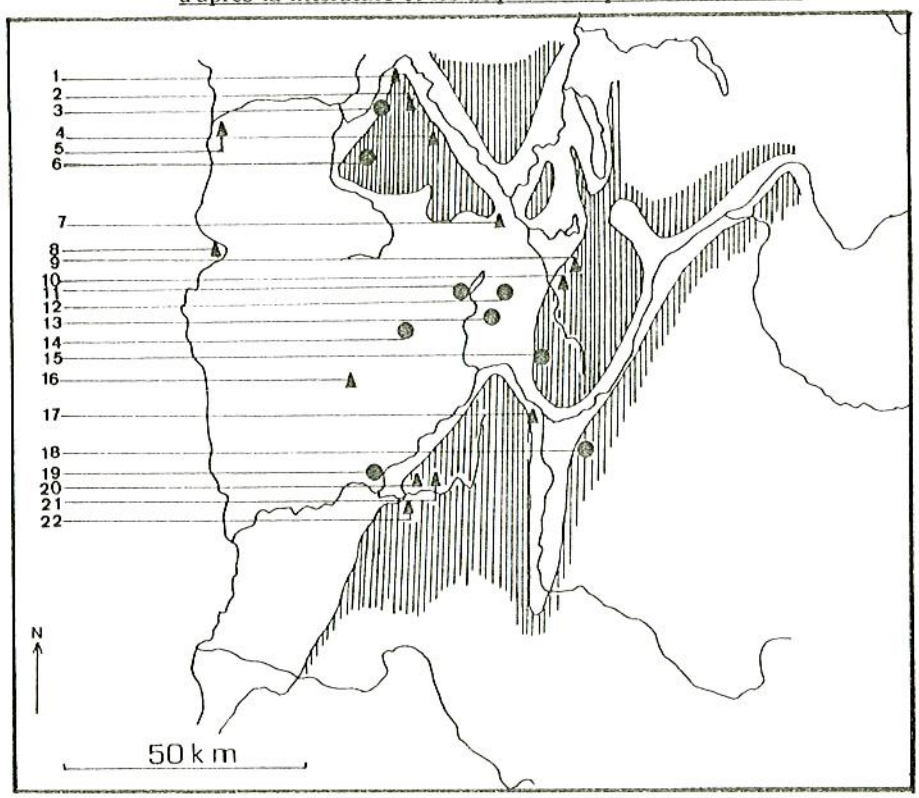


Fig. 49 - Sites sondés et sites archéologiques.

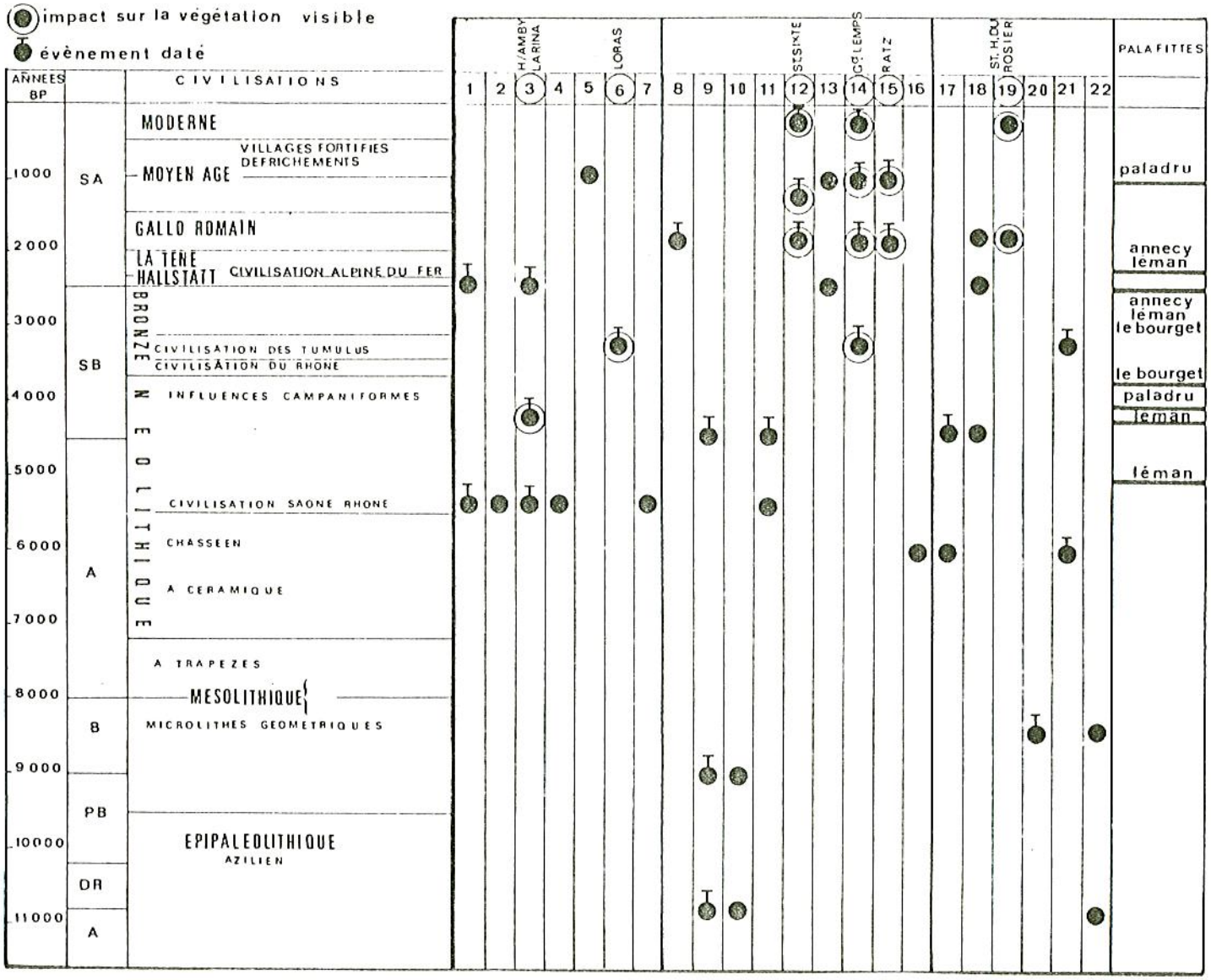


Tableau 12. Tableau chronologique de l'action humaine sur la végétation en Bas-Dauphiné.

Les lacs sondés en Bas-Dauphiné, de surface trop peu importante n'ont pas donné lieu à de telles installations humaines.

- **AU NEOLITHIQUE FINAL** (autour de 47OO BP), à la charnière très nette entre Atlantique et Subboréal, une agriculture préhistorique se manifeste dans certains diagrammes tels Hières sur Amby très légèrement postérieurement à 47OO BP attestant d'essartages. La première déforestation sensible accompagnée des premières céréales est datée en D1 (411O +/- 17O BP) et en D2(448O +/- 12O BP).

Cette installation est à mettre en parallèle avec l'occupation néolithique du Camp de Larina dominant le lac d'Hières.

Ce site a fait l'objet de fouilles depuis 188O (M. COLARDELLE et B. MANIPOUD, 1978).

A Charavines, les fouilles du village néolithique final des Baigneurs (459O +/- 12O BP) (A. BOCQUET et al, 1984) révèlent que les cultures se faisaient sur brûlis et qu'on pratiquait l'élevage et la cueillette.

Cependant les habitats en grotte (Saint Thibaud de Couz) ou sous abri (Choranche) ne sont pas totalement abandonnés.

Les remplissages archéologiques traduit un changement climatique à la limite Atlantique-Subboréal : la baisse du taux des carbonates et l'augmentation des argiles indiquent plus d'humidité et de fraîcheur (P. BINTZ et al, 1983).

- **A L'AGE DU BRONZE** (entre 35OO BP ET 27OO BP) la forêt paraît fortement dégradée dans les diagrammes polliniques de nos sites de marais et semble-t-il dans les habitats (Choranche, BUI-THI-MAI, M. GIRARD, P. BINTZ, J. VITAL, 1987).

- A Loras, les premiers pollens de céréales sont rencontrés dans une passée de tourbe sableuse datée 359O +/- 31O BP associée à un regain de la chênaie dégradée.

- Au Grand Lemps un phénomène identique se produit antérieurement à 3O2O +/- 23O BP qui date un bref retour de la chênaie appauvrie après déboissement de la hêtraie sapinière mais sans la présence des céréales.

- **LE PASSAGE DES CIVILISATIONS DU BRONZE A CELLE DE L'AGE DU FER** se fait approximativement au début du Subatlantique (27OO BP).

C'est à A. BOCQUET et H. CHATAIN , (Centre de Documentation de la Préhistoire Alpine-Grenoble) que l'on doit la découverte des "fonds de cabanes" du Bronze final datés de 3OOO BP à 27OO BP et du premier âge du Fer datés de 27OO BP à 245O BP avec outillage et céramiques au Camp de Larina.

Le site est ensuite occupé par les Romains puis par les Mérovingiens qui y construisent habitations, nécropole et chapelle (P. PORTE, 198O).

Les sommets des diagrammes D1 et D2 réalisées à Hières sur Amby sont contemporains de cette dernière période sans qu'aucune modification sensible du couvert végétal n'indique l'âge du Fer comme d'ailleurs dans tous les autres sites étudiés.

Tout se passe comme si la métallurgie n'était pas pratiquée sur place, donc accompagnée d'abattages nécessairement de grande envergure. En fait, les objets métalliques sont encore importés jusqu'à la fin du Bronze moyen. Ce sont les importations italiques, les plus tardives qui semblent précéder l'installation des villages de bronziers dans les Alpes du nord. Les déforestations de la fin du Subboréal (non datées) au Luitel, 125O m, (S. WEGMULLER, 1977) sont sporadiques, mais la limite supérieure de l'étage montagnard en Haute Maurienne descend, signe d'une activité agropastorale intense, doublée d'une détérioration du climat d'après S. WEGMULLER (1977).

- Si la vague des cavaliers halstattiens, puis l'arrivée des Gaulois sont peu ressenties, la **COLONISATION ROMAINE** (2OOO BP) marque le début de déboisements et de cultures céréalières d'assez grande ampleur.

L'événement est daté à Saint Sixte entre 2OOO BP et 15OO BP il affecte la hêtraie-sapinière. Il est très vraissemblablement contemporain de l'édification du temple païen situé au bord du lac et transformé ensuite en petit monastère chrétien (M. COLARDELLE, 198O).

Au Grand Lemps la date 155O +/- 17O BP correspond au pic des Poacées, alors que la callune envahit les zones exondées, l'eau est à son niveau le plus bas (drainage ?)

A Saint Julien de Ratz une rudéralisation précoce se manifeste à 22OO +/- 21O BP avec des taux d'Urticacées et d'*Humulus-Cannabis* inégalés dans les autres sites.

A Saint Hilaire du Rosier la déforestation romaine affecte la chênaie. A Taillefer la destruction de la forêt de pins à crochets subalpine est datée de cette époque (J. L. de BEAULIEU et al , 1988).

Les ressources de la forêt, chênaie ou hêtraie-sapinière, sont activement exploitées. De nouvelles espèces sont introduites comme en témoignent les diagrammes : *Juglans regia* et *Castanea sativa* et d'autres espèces sont favorisées comme *Carpinus betulus* et *Picea abies* transgressives dans les zones déboisées.

Cette arrivée est sans doute la conséquence de l'action humaine qui s'intensifie, mais aussi de conditions climatiques favorables (J.P. ALCAMO; P. BINTZ et al, 1987).

L' origine du courant migratoire du noyer peut être, selon H. TRIAT-LAVAL (1978), la Basse Vallée du Rhône où son apparition est précoce (Subboréal) pour s'étendre ensuite jusqu'au Valais. A Charavines, A. BOCQUET (1973) trouve des noix dans le village du Néolithique final. En Ardenne il est présent dès le Subboréal (F. DAMBLON, 1978). Dans le sud-est de l'Europe le pollen et les macrorestes suggèrent fortement que *Juglans regia* a été introduit par l'Homme bien avant l'ère chrétienne (S. BOTTEMA, 1980).

Pour J. RENAULT-MISKOVSKY, BUI-THI-MAI et M. GIRARD (1984) la présence incontestée du noyer depuis le Plio-Quaternaire dans les diagrammes polliniques de l'ouest de l'Europe tendrait à prouver que cette essence s'est maintenue dans des refuges jusqu'à l'époque romaine où, sans doute, l'espèce greffée a été multipliée.

Quoi qu'il en soit, en Bas-Dauphiné l'analyse pollinique des sites palustres ne livre aucun pollen de *Juglans* avant l'époque romaine ce qui est en accord avec la découverte de copeaux de bois et de chutes de débitages dans des puits gallo-romains aux Ilettes (Annecy-le-Vieux , Savoie) (communication J. SERRALONGUE, 1986 non publié) prouvant ainsi la présence sur place de cet arbre.

- **LE HAUT MOYEN AGE** est nettement ressenti dans nos diagrammes polliniques comme une période d'arrêt dans la déforestation. Ce phénomène est daté 1190 +/- 110 BP au Grand Lemps. Le lac devient un lac de barrage, pratique courante dans la région des Chambaran, sous l'impulsion des communautés monastiques de l'époque.

Au Grand Ratz le retour de la forêt dégradée est daté 1090 +/- 110 BP.

L'AN MIL est décrit par M. COLARDELLE et CH. MAZARD (1979) à Charavines-Colletières comme le point de départ d'une profonde réorganisation du paysage, basée sur une exploitation plus rationnelle des ressources naturelles. Les villages fortifiés (mottes castrales) s'édifient et les défrichements reprennent (Chirens) ce qui est également sensible dans nos diagrammes.

- **L'EPOQUE MODERNE** se caractérise par des tourbes fortement oxydées datées au Grand Lemps 570 +/- 170 BP et à Saint Sixte (moderne) qui livrent des pollens de *Juglans* signe d'une arboriculture florissante, au plus tard, au XVème siècle.

B. HISTOIRE DU CLIMAT

Le traitement par ordinateur des données météorologiques confrontées à celles de la paléoécologie, de l'astronomie et de la géologie fait actuellement l'objet de nombreuses recherches (W. RUDDIMAN et A. Mc INTYRE, 1981; J.C. DUPLESSY, G. DELIBRIAS, J.L. TURON, C. PUJOL et J. DUPRAT, 1981), qui permettent d'aborder les mécanismes des variations climatiques.

C'est ainsi que le refroidissement du Dryas récent serait dû au blocage de la branche septentrionale du Gulf-stream par des glaces d'eau douce et que l'optimum atlantique serait la conséquence de variations de l'orbite terrestre augmentant l'insolation de 5% sur l'hémisphère nord l'été et l'abaissant de 5% l'hiver par rapport à sa valeur actuelle (S. SCHEIDER, 1987).

Pour retracer l'histoire climatique régionale sont pris en compte, en plus des résultats pollenanalytiques (pourcentages et concentrations absolues), malacologiques, paléolimnologiques et algaires, les conclusions auxquelles sont arrivés J. GUIOT (1985) ainsi que J. GUIOT et A. PONS (1986) par la méthode de reconstitution climatique quantitative appliquée aux résultats pollenanalytiques provenant de sites notamment français dont Hières sur Amby et Saint Julien de Ratz en Bas-Dauphiné (Fig 50).

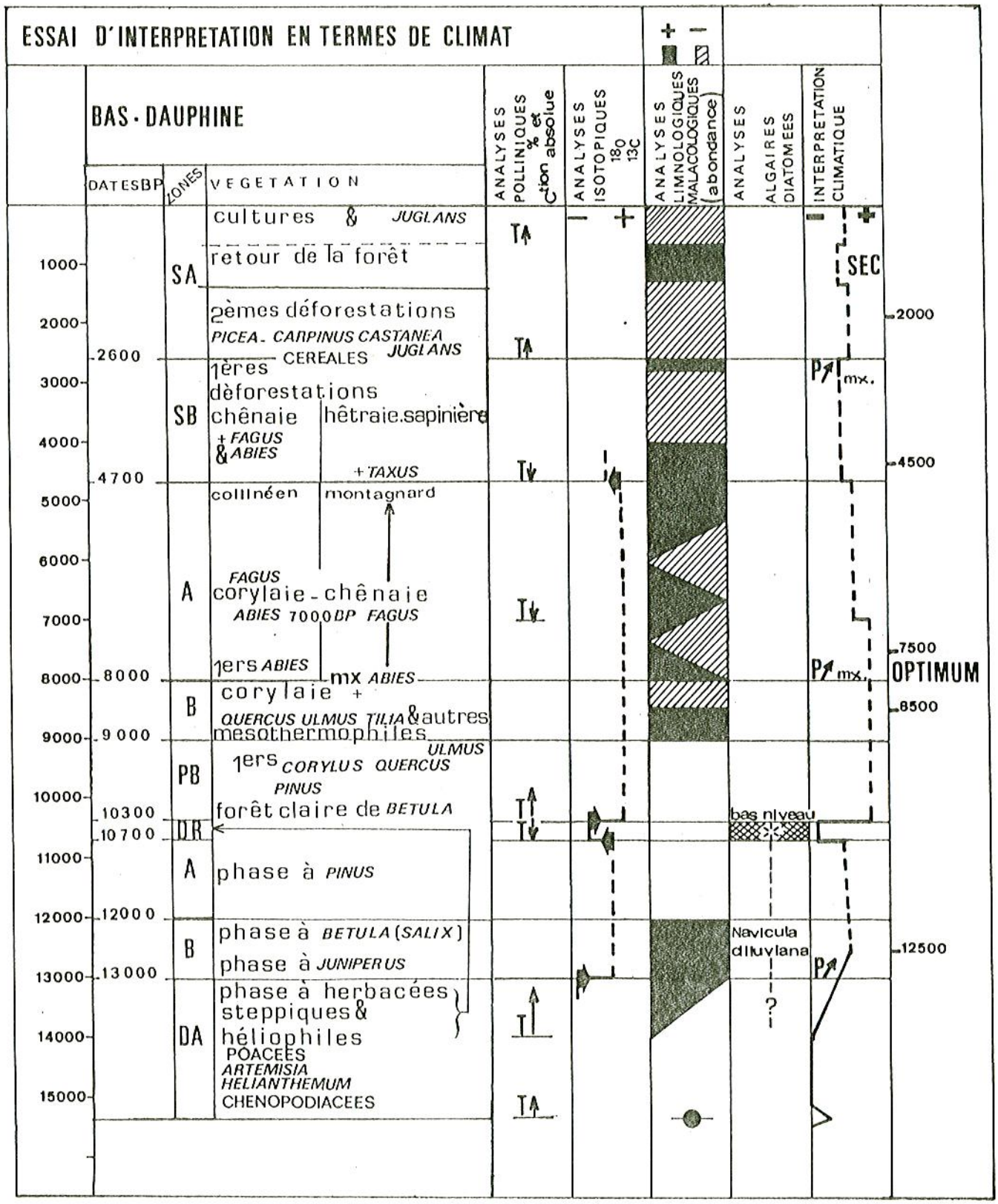


Fig. 5O - Interprétation des résultats acquis en termes de climat.

TARDIGLACIAIRE

- LE DRYAS ANCIEN (avant 15 OOO BP) apparait comme une période de froid sec, surtout en hiver autorisant tout au plus une steppe très clairsemée d'après les concentrations absolues du Grand Ratz.

Vers 15 OOO BP (152OO +/- 25O BP à Saint Hilaire du Rosier) un essai de colonisation des biotopes aquatiques par *Myriophyllum spicatum* et par les mollusques semble indiquer un bref recul du froid qui marque la fin du dernier stade würmien. Cette amélioration est sensible également dans les sites alpins français et dans ceux du Massif Central (J. L. de BEAULIEU, J. CLERC, M. REILLE, 1984).

- L'INTERSTADE BOLLING-ALLEROD (13OOO à 1O7OO BP) désormais reconnu par l'ensemble des palynologues (BERGLUND, 1979 a et b; W.A. WATTS, 198O; J.J. LOWE et J.M. GRAY, 198O; GAILLARD 1983 etc...) débute en Bas-Dauphiné autour de 13 OOO BP par une amélioratttion réelle, concrétisée par l'optimum plus ou moins bien perçu dans les différents sites de *Juniperus* qui définit le début du Bölling.

125OO BP marque le point culminant du réchauffement très proche de l'actuel avec augmentation des précipitations (J. GUIOT et A. PONS, 1986).

La progressivité dans l'apparition des espèces constituant le couvert végétal, témoigne de vitesses de migration différentes dans des conditions climatiques pratiquement stables durant toute la période allant de 13 OOO BP à 11 OOO BP environ, comme le montrent, d'autre part, les courbes isotopiques, tout particulièrement au Grand Lemps.

A Hières sur Amby un léger décalage des températures en faveur du Bölling par rapport à l'Alleröd apparait.

La notion de Dryas moyen ne reçoit aucun renfort bien que la production primaire des lacs semble enregistrer vers 12 OOO BP un bref et léger recul (courbes $\delta\ ^{13}C$ à Hières sur Amby et au Grand Lemps). Cette perturbation ne peut en aucun cas être assimilée à un stade.

- LE DRYAS RECENT (1O7OO à 1O3OO BP) est caractérisé par 5OO ans environ d'un froid proche de celui du Dryas ancien qui s'installe brutalement d'après les courbes isotopiques.

La chute des températures estivales est évaluée à 3 et 4°C au moins (U. EICHER, 1979; J. GUIOT et A. PONS, 1986).

Le niveau des lacs est bas, c'est le cas du Grand Lemps et des lacs européens en général (M. J. GAILLARD, 1985) influant sur l'épaisseur du sédiment souvent absent par érosion (H. USINGER, 1981). Ce fait ne permet pas de se prononcer sur l'éfficacité de cette période de froid sur la végétation des sites de plaines.

A 5OO m d'altitude elle est bien ressentie (Grand Lemps). Les steppiques reviennent mais assez modestement d'après les concentrations absolues. *Filipendula* se maintient ce qui prouve une certaine humidité.

Ce sont les étés qui sont humides d'après J. GUIOT et A. PONS (1986).

C'est la dernière apparition de *Navicula diluviana*, diatomée glaciaire.

HOLOCENE

- LE PREBOREAL (1O3OO à 9OOO BP) est marqué par le retour de la boulaie et de la pinède qui ne regagnent cependant pas entièrement le terrain perdu (concentrations absolues), prises en quelque sorte de vitesse, par l'arrivée de la forêt caducifoliée.

La température augmente ainsi que l'humidité car les steppiques déclinent définitivement et les mégaphorbaies atteignent leur développement maximum. L'arrivée des premières mésothermophiles apparait comme le signe avant coureur de l'optimum atlantique.

Si on cherche à traduire la dynamique forestière, qui est lente, en termes de climat, l'amélioration parait elle-même lente. Or d'après les courbes isotopiques (Grand Lemps) c'est brutalement que le froid régresse autour de 1O OOO BP, comme il s'était installé à la fin de l'Alleröd. En fait il n'y a pas opposition entre la dynamique végétale qui

est progressive et une variation climatique brutale sauf si celle-ci devient léthale, ce qui a dû être le cas pour certaines taxons steppiques à l'Alleröd.

Pour M. J. GAILLARD (1984 b) et de nombreux auteurs, la présence de *Cladium mariscus* indique des températures moyennes de juillet supérieures à 17°C, ce qui laisse supposer un climat aussi chaud que l'actuel, dans la région (2O°C).

Dans nos diagrammes les Cypéracées et les fougères marquent une récurrence en rapport avec un nouveau régime hydrologique des plans d'eau qui se traduit par des variations sensibles de la sédimentation en particulier la vitesse, entrainant l'impossibilité de se prononcer sur la densité du couvert végétal à partir de l'analyse des concentrations polliniques absolues.

- BOREAL ET ATLANTIQUE (9 OOO à 4 7OO BP)

Autour de 9OOO BP, si l'optimum de la corylaie implique les conditions d'un climat sec, dès 8OOO BP l'installation de la sapinière montagnarde montre assez la pluviosité importante de la fin du Boréal et du début de l'Atlantique.

Le climat humide semble même s'intensifier jusqu'à 776O +/- 26O BP au Grand Ratz et 75OO +/- 19O BP au Grand Lemps où la courbe continue d'*Abies* apparait dans les sites les moins propices au sapin.

Le maximum thermique holocène est atteint autour de 8OOO B.P. période qui est aussi celle d'un maximum pluvial (J. GUIOT et A. PONS, 1986).

La hêtraie se mêle à la sapinière, autour de 7OOO BP en accord avec la fin de l'humidité maximale. *Fagus* supporte moins bien que le sapin les terrains trop gorgés d'eau, bien qu'il s'accomode d'une nébulosité importante. Son installation à basse altitude : (Grand Lemps 5OO m et peut être même Hières sur Amby 212 m) apporte la preuve d'une baisse des températures qui se poursuit régulièrement jusqu'à la fin de l'Atlantique.

Les fluctuations de trop faible amplitude des courbes isotopiques d'Hières sur Amby, ne confirment pas de manière évidente cette péjoration sans doute peu ressentie en plaine.

- SUBBOREAL (47OO à 26OO BP)

La date 47OO BP marque sans ambiguité pour l'ensemble des résultats trouvés un changement climatique caractérisé par un nouveau maximum pluvial et une nouvelle chute des températures.

Taxus qui prospérait dans la sapinière humide et sombre est géné par la hêtraie et décline.

Tilia, Ulmus, Acer, Viscum, Hedera (ces deux derniers taxons généralement considérés comme des indicateurs de chaleur) disparaissent.

Pour la forêt caducifoliée comme pour *Fagus* et *Abies* il est difficile de savoir, si en l'absence de dégradations anthropiques qui apparemment sont la cause du premier recul de la hêtraie-sapinière et des chênaies, ces deux formations ne se seraient pas maintenues au dessous de 5OO m d'altitude jusqu'au Subatlantique, où vers 2OOO BP, la sécheresse estivale s'accentue en particulier dans les régions à climat méditerranéen (J. GUIOT et A. PONS, 1986)

- SUBBATLANTIQUE (après 2 6OO BP)

La forêt recule définitivement à basse altitude au cours de la période gallo-romaine où l'arrivée simultanée de *Picea* et *Carpinus* d'une part et de *Castanea* et *Juglans* de l'autre avec les céréales est surtout l'oeuvre de l'Homme que des conditions climatiques plus clémentes qui l'ont favorisée.

L'abandon momentané des terres agricoles qui suit (15OO à 1OOO BP) s'accompagne d'une péjoration climatique (avancée des glaciers en Suisse). L'aunaie envahit les bas fonds et les taillis de chêne se reconstituent.

Quand la pression humaine devient trop forte sur la nature, pratiquement à partir de l'an mil, il devient impossible d'inférer des courbes polliniques les tendances du climat qu'on recherchera avec plus de succés dans les écrits de l'époque et dans la géomorphologie glaciaire (P. ROGNON, 1981, 1983, 1984 et R. VIVIAN, 1975).

En conclusion l'étude pluridisciplinaire des remplissages lacustres en Bas-Dauphiné permet de confirmer les oscillations climatiques du Tardiglaciaire en particulier la présence de l'interstate du Bölling-Allerod.

Elle apporte quelques précisions nouvelles concernant l'Holocène.

- Le début du Boréal est sans doute sec mais il s'achève par la phase la plus chaude et la plus humide de tout le postglaciaire, d'où il résulte que l'optimum "atlantique" apparait précoce.

La cohérence de nos résultats avec ceux de J. GUIOT et A. PONS (1986) pour deux de nos sites, laisse espérer un approfondissement de nos connaissances en matière de climat, par l'exploitation quantitative plus poussée des données de tous nos sites.

C. PLACE DE L'HISTOIRE DE LA VEGETATION DANS L'ARC ALPIN

Pour conclure, il ressort de la comparaison tentée dans le tableau 11 que l'histoire de la végétation en Bas-Dauphiné peut s'inscrire dans celle plus générale de l'Europe moyenne, elle obéit donc aux très classiques divisions proposées par F. FIRBAS en 1949, et s'apparente à l'histoire du Jura (S. WEGMULLER, 1966).

Mais des particularités régionales importantes apparaissent, révélées par des investigations pollenanalytiques rendues plus performantes par les techniques modernes utilisées et tout spécialement la recherche par deux méthodes différentes des fréquences absolues sur un grand nombre d'échantillons (28O) qui, malgré les difficultés qui subsistent d'ordre technique, a le mérite de proposer des éléments de reflexion concernant les rapports entre les différents paramètres intervenant dans la sédimentation lacustre, bien qu'elle n'évoque qu'exceptionnellement la densité de la végétation. Ce qui est cependant le cas pour le Pléniwürm et le Subboréal. Le travail pluridisciplinaire et tout spécialement les acquis des études malacologiques et sédimentologiques, a conduit à des propositions concernant les variations des niveaux lacustres. Cette démarche qui apparait pleine d'avenir pour des interprétations d'ordre climatique dans des bassins d'assez grande taille, est cependant sujette à caution pour de petits marécages où les fluctuations d'ordre strictement local sont forcément plus sensibles et peu exploitables sur le plan régional.

Les analyses isotopiques semblent échapper à cet inconvénient et s'adapter plus sûrement à des stratégies de reconstitution des climats passé. La confrontation avec les résultats pollenanalytiques de plus en plus nombreux concernant les régions limitrophes nous conduit aux remarques suivantes :

- Le Dryas ancien commence et se termine précocement en Bas-Dauphiné et l'évolution rapide des différents biotopes y est plus sensible, comme dans le sud de la France..
- La stabilité climatique du Bölling-Alleröd est favorable à une dynamique continue qui commence par l'installation de *Juniperus*, puis celle de *Betula* et se termine par celle de *Pinus*.
- Le Dryas supérieur évoque plus une stagnation du peuplement en pins et bouleaux avec diminution de la production pollinique de ces essences qu'un véritable retour de la steppe.

L'arrivée abondante au Préboréal de *Corylus* est précoce (95OO BP) en bonne logique avec la situation à basse altitude de la région et son appartenance au domaine médio-européen.

- A l'Atlantique, bien que la dominance de la corylaie subsiste très longtemps (7OOO BP environ) dans une chênaies très diversifiée, dès 8OOO BP la sapinière montagnarde s'installe en force, ce qui fait du Bas-Dauphiné une région originale par rapport au Jura où *Abies* est tardif (55OO BP) et à l'Europe moyenne où *Picea* le remplace en altitude entre 1OOO et 13OO m. Cela suppose pour *Abies* des refuges pléni-würmiens locaux. La migration de ce conifère vers le bas des pentes dure 15OO ans.
- La présence de *Taxus* pour la première fois mise en évidence au moment de l'optimum de la sapinière indique peut-être des influences de type océanique, qui auraient atteint ce piémont ouvert à l'ouest. Ce comportement de la taxaie qui n'a pas d'équivalent dans l'Holocène européen, est semblable à celui qu'elle a eu au cours de l'interglaciaire européen. Localement des conditions propices auraient existé ressemblant à celles de

l'interglaciaire précédent. Ce point qui mérite d'être approfondi est d'un intérêt certain pour la compréhension de la dynamique végétale post-glaciaire.

- *Fagus*, comme *Abies*, est précoce (7OOO BP), il l'est beaucoup moins en Europe moyenne en général (autour de 45OO BP) date à laquelle la hêtraie colonise la plaine en Bas-Dauphiné.

- Au Subboréal et au Subatlantique, dès 45OO BP et jusqu'à 2OOO BP selon les sites, les forêts caducifoliées déclinent à basse altitude, pendant que la hêtraie-sapinière est repoussée vers 8OO m d'altitude sous l'effet des déforestations anthropiques successives. C'est la période gallo-romaine qui achève le morcellement des chênaies qui ne retrouveront plus leur extension passée, et qui voit l'introduction de *Juglans* et *Castanea*.

Carpinus et *Picea* dont les courants migratoires restent inconnus en Bas-Dauphiné, ne sont véritablement favorisés qu'à l'époque moderne. La recrue forestière du Haut Moyen Age, marque en fait, la réorganisation (élevage, pisciculture, arboriculture) des ressources locales. La culture intensive de *Juglans* en Basse Isère est moderne, elle est restée sporadique ailleurs depuis le Moyen Age.

L'analyse des sédiments de surface, à laquelle une application toute particulière a été portée, précise certaines phases anthropiques restées jusqu'alors méconnues.

En conclusion l'histoire de la végétation bas-dauphinoise, est marquée par trois grands types d'influences : centro-européenne mais aussi atlantique et méditerranéenne dont nous avons tenté d'analyser les apports spécifiques à travers la complexité et l'originalité des situations mises en évidence.

La région ne se rattache, en fin d'analyse, que très peu aux Alpes proprement dites, elle s'apparente par de nombreux points au domaine atlantique avec des apports subméditerranéens.

L'action anthropique a été déterminante dans l'élaboration du paysage actuel.

RESUME

C'est sur l'analyse de 14 diagrammes polliniques et 1469 spectres issus de sédiments de 7 sites bas-dauphinois encore inexplorés, choisis parmi 17 marécages prospectés, que s'appuie la présente recherche.

Si les caractéristiques physiques, biotiques et humaines de cet avant-pays alpin d'une grande variété sont assez bien connues depuis longtemps, il manquait à l'histoire du passé botanique, en particulier, mais aussi climatique et humain, l'apport de la pollenanalyse qui a motivé ce travail.

Les sites choisis sont étagés de la plaine (19O m) au sommet des collines (65O m) et distribués du nord au sud du territoire étudié, compris lui-même entre Rhône et Isère. Leurs remplissages datent du retrait du glacier würmien antérieurement à 15 OOO B.P. et ont permis de préciser l'histoire du Tardiglaciaire et du Postglaciaire.

Les investigations pollenanalytiques ont été complétées par l'étude de la pluie pollinique dans deux sites présentant des situations exemplaires pour la région : le Grand Lemps, un bas-fond en milieu forestier ouvert, et Saint-Julien de Ratz au sommet d'un col en milieu fermé. Les comportements polliniques des principaux taxons forestiers apparaissent peu différents des résultats déjà trouvés ailleurs en Europe moyenne. Deux cas particuliers sont cependant à signaler car ils éclairent d'un jour nouveau la phase anthropique : *Picea* et *Castanea*.

D'autres disciplines ont participé à préciser les résultats, la datation au radiocarbone en premier lieu. Cette technique, bien qu'indispensable, reste difficile à maîtriser. 62 dates provenant du Laboratoire du Radiocarbone à Lyon sont proposées par J. EVIN et discutées, seules 31 d'entre elles sont informatives. Les acquis concernent la chronologie de la phase à *Abies* et celle de la phase anthropique, toutes deux mieux précisées. La pauvreté en matière organique des craies tardiglaciaires n'a pas permis la comparaison entre l'âge des carbonates seuls d'une part, et celui de la matière organique contenue dans ces même niveaux carbonatés d'autre part, cela en vue de cerner la part du "hard water effect", ce qui était une de nos préoccupations au départ.

Les analyses isotopiques concernant 41 niveaux au Grand Lemps et 92 niveaux à Hières sur Amby confirment la brusque péjoration du Dryas supérieur, tout particulièrement son ampleur. Elles infirment en grande partie la présence d'un stade, le Dryas ancien supérieur, et confortent l'hypothèse d'un interstade couvrant le Bölling et l'Alleröd.

Les analyses de diatomées, bien que limitées à une portion réduite du sédiment d'un seul site, le Grand Lemps, se sont révélées d'un intérêt particulier. L'espèce *Navicula diluviana*, adaptée au froid, fait partie de la flore algaire tardiglaciaire jusqu'au Dryas récent où elle disparaît définitivement.

Les malacocénoses étudiées à Saint-Hilaire du Rosier et au Grand Lemps sont de précieux indicateurs de l'évolution hydrologique du milieu mais leur interprétation en termes de climat reste encore trop hypothétique. Tout au plus peut-on noter, dans les deux sites, un essai de colonisation précoce des milieux, donc un réchauffement, vers 15 OOO B.P. non suivie d'effet.

Au Grand Lemps, l'histoire du remplissage de la dépression passe par une dizaine de transgressions-régressions, confirmées par la paléolimnologie, alors qu'un seul cycle a suffi pour aboutir au comblement de la cuvette peu profonde de Saint-Hilaire du Rosier dès l'Alleröd.

Les variations de la vitesse de sédimentation peuvent se déduire de ces fluctuations du niveau de l'eau et permettre ainsi d'éclairer certains points concernant les concentrations polliniques absolues.

Deux méthodes d'évaluation des concentrations polliniques absolues (Stockmarr et volumétrique) ont été mises en oeuvre dans quatre sites sur six, deux n'ont bénéficié que de l'une des deux méthodes. Les deux méthodes sont criticables du fait des causes d'erreurs importantes et non maîtrisables qui ont lieu au cours des manipulations.

La confrontation des résultats obtenus par les deux méthodes concernant 28O spectres dans des sédiments volontairement de nature différente aboutit à signaler des concentrations anormalement élevées pour la méthode des aliquots et raisonnablement basses pour celles de la méthode volumétrique; cette dernière est donc choisie pour compléter l'analyse des courbes relatives des taxons.

Les indications, peu nombreuses, concernant sans ambiguité la densité de la végétation s'appliquent au Pléniwürm où un paysage désertique est confirmé et au Subboréal où la richesse et la densité de la végétation sont attestées par des concentrations totales très élevées. *Pinus* apparaît toujours surreprésenté dans ses fréquences relatives, ce qui conduit à beaucoup de prudence lorsqu'on évoque son recouvrement.

En tenant compte de toutes ces information qui se recoupent de manière cohérente et à la lumiète de l'écologie de quelques taxons tardiglaciaires et postglaciaires importants, l'histoire de la végétation en Bas-Dauphiné s'est déroulée de manière assez classique au Tardiglaciaire. A partir du Postglaciaire, ce piémont alpin aux prises avec l'interaction des influences médio-européennes, atlantiques et méditerranéennes, offre une originalité certaine par rapport aux régions limitrophes.

Au Dryas ancien, le réchauffement précoce, dès 15 OOO B.P., est responsable de la dynamique accélérée des groupements à steppiques.

Le Bölling au sens large débute avec la fruticée à *Juniperus* dont l'ampleur reste tributaire des conditions locales. Sans interruption se succèdent la phase à *Betula* puis à *Pinus* caractérisant ainsi une période stable au cours de laquelle la migration des espèces obéit non à des à-coups climatiques mais à des critères internes à la dynamique forestière.

Le froid du Dryas récent est sensible à basse altitude où il entraîne une moins bonne floraison de la pinède et de la boulaie bien plus que le retour des steppiques. La brutalité avec laquelle cette courte péjoration climatique s'installe et disparaît est attestée par les courbes isotopiques autour de 1O 5OO B.P.

L'arrivée et le développement simultanés des diverses mésothermophiles signale l'occupation des différents étages altitudinaux par les forêts. Ce n'est donc pas une "chênaie mixte" homogène qui succèderait à la corylaie boréale.

La présence de la sapinière, pratiquement dès le début de l'Atlantique, à 65O m d'altitude, est une preuve supplémentaire de l'installation massive et concomitante de tous les groupements forestiers dès l'optimum du début de l'Atlantique autour de 8OOO B.P. La précocité de la sapinière, par rapport aux régions limitrophes, même à basse altitude, plaide en faveur de refuges pléniwürmiens au niveau des talwegs encaissés du Vercors, alors que les mésothermophiles, absentes jusqu'à la fin du Tardiglaciaire sont probablement venues du sud par la vallée du Rhône. Les stations relictuelles subméditerranéennes à *Quercus ilex* qui végètent actuellement sur les falaises les mieux exposées le long de la vallée de l'Isère sont attestées depuis le Préboréal.

Des influences d'un autre type ont favorisé *Taxus* dans la sapinière bas-dauphinoise, particulièrement dans les sites planitiaires les plus occidentaux comme Hière sur Amby.

Le hêtre apparaît précocement, bien que discrètement, dès le début de l'Atlantique. Ce caractère très original doit être propre à l'axe rhodanien.

Le Subboréal, qui débute à 47OO BP par de nouvelles conditions climatiques propres à favoriser la hêtraie à basse altitude, apparaît comme la période du plus intense foisonnement forestier.

Très tôt, dans certains sites (Hières sur Amby) les déforestations anthropiques perturbent la phase à *Fagus*. Dans les autres sites, la forêt est plus longtemps épargnée, ce n'est que vers 2OOO B.P. que les taxons caractéristiques de la forêt montagnarde sont repoussés au-dessus de 8OO m d'altitude. Le paysage actuel est dès lors mis en place, seuls quelques lambeaux des chênaies atlantiques subsistent. L'exploitation des plantations de *Populus*, des taillis de *Castanea* et *Carpinus* et la culture intensive de *Juglans* en Basse-Isère sont récentes; elles débutent au voisinage du XVe siècle.

Ces derniers points révèlent l'importance des études pollenanalytiques des sédiments de surface et montrent la voie pour des recherches plus approfondies, si toutefois, l'homme ne dépasse pas les bornes d'une exploitation intelligente de la nature. La radioactivité anormale (^{137}Cs Césium 137 : 213148 picocuries/m^2 et 211894 picocuries/m^2, ^{134}Cs Césium 134 : 23436 pCi m^{-2} et 27253 pCi m^{-2}, analyses F. OLDIFELDjuin 1986 non publié) des couches superficielles de la tourbière du Grand Lemps après l'accident de Tchernobyl (1986) rappelle bien opportunément les dangers encourus, à l'échelle planétaire, de destructions plus drastiques encore que les déforestations anthropiques ou les désertifications glaciaires.

SUMMARY

The present research is based upon the analysis of 14 pollen diagrams and 1469 spectra derived from sediments of 7 sites not yet studied and chosen among 17 marshes in the Bas-Dauphinois.

Although the physical, biotic and human characteristics of this varied Alpine foothill region have long been fairly well known, a contribution of pollen analysis was needed to fill the gap of the vegetational history of this region, and make clear its climatic and human background.

The sites selected range from the plain (19O m) to the summit of the hills (65O m) and from north to south in the area studied, between the Rhone and the Isère rivers. Their filling up, dating from the receding of the Würm glacier before 15.OOO B.P., has allowed us to reconstruct the Late-glacial and Post-glacial history.

The analytical pollen investigations have been complemented with a study of the pollen rain at two quite different sites : The Grand Lemps, a depression at low elevation in an open woodland, and St-Julien de Ratz at the summit of a pass in enclosed surroundings. The pollen dispersion of the main forest taxa is consistent with results obtained elsewhere in Middle Europe. Two specific cases, however, should be noted, because they throw a new light upon the anthropic phase : they concern *Picea* and *Castanea*.

Other methods, in particular the radiocarbon dating, have been used to complete our results. However, this indispensable technique remains difficult to master. 62 dates provided by the Laboratoire de Radiocarbone of Lyons are proposed by J. EVIN and discussed, although only 31 of these are informative. The data obtained concern the chronology of the *Abies* phase and that of the anthropic phase. The poorness of the Late-glacial chalk in organic matter has not allowed a comparison between the age of natural carbonates on the one hand and that of the organic matter contained in these same carbonate levels on the other. This would have make clear the importance of the "hard water effect", which was one of our preoccupations.

The isotopic analyses made by U. EICHER in 41 levels at the Grand Lemps, and 92 levels at Hières sur Amby confirm the sudden climatic deterioration of the Younger Dryas and highlight its amplitude.. They exclude the presence of a stadial, the Older Dryas, and support the theory of an interstadial covering the Bölling and the Alleröd.

The diatoms analysed by M. COSTE, although restricted to a reduced portion of sediment from a single site, the Grand Lemps, have proved of particular interest. The *Navicula diluviana*, adapted to cold, has been an element of the Late glacial aquatic flora until the Youngest Dryas when it disappeared altogether.

The malacofauna studied at St-Hilaire du Rosier and at the Grand Lemps provides valuable information about the hydrological evolution of the environment, but an interpretation of it in terms of climate remains rather hypothetical. At best one can note, at both sites, an early tentative colonisation - with no further development - indicative of a warming up towards 15.OOO B.P.

At the Grand Lemps, the history of the filling up of the depression shows some ten transgressions-retrogressions cycles, which are confirmed by paleolimnology; however one cycle was enough to fill up the shallow basin of St-Hilaire du Rosier as early as the Alleröd.

Variations in the sedimentation rate may result from these fluctuations of the water level, and partly explain variations in absolute pollen concentrations.

Two methods for estimating the absolute concentrations (the Stockmarr and volumetric methods) were used at four sites out of six, only one method having been used at two sites. However these two methods are not infaillible because of errors involved in the different handling processes.

The comparison of results obtained with the two methods and concerning 28O spectra from deliberately different sediments shows abnormally high concentrations with the Stockman method and reasonably low ones with the volumetric method; therefore the latter was chosen to complete the analysis of the relative pollen curves.

A few indications about the density of vegetation are unambiguously derived from absolute frequencies : they concern on the one hand the Pleniwürm for which a desertic landscape is confirmed, and on the other hand the Subboreal, for which high pollen concentrations suggest a rich and dense vegetal cover. *Pinus* relative frequencies are always over-represented; therefore one should be cautious when estimating the covering f this tree.

On the basis of this coherent set of data and in view of the ecology of some important lateglacial and postglacial taxa, the vegetational history of Bas-Dauphiné can be reconstructed. A fairly classical evolution is revealed during the Lateglacial. At the onset of the Postglacial, this Alpine foothill region, exposed to the interaction of Medio-european, Atlantic and Mediterranean influences, reveals a quite original history in comparison with the neighbouring regions.

The Bölling sensu lato started with the expansion of the *Juniperus* scrubland whose extent was related to local conditions. The *Betula* phase was immediately followed by the *Pinus* phase, this characterizing a stable period during which the migration of the two species was not linked to sudden climatic changes but to criteria inherent in the forest dynamics.

At low elevation, the severe thermic conditions of the Youngest Dryas are suggested by a lesser flowering of the pine and birch rather than by the return of the steppe cover. The sudden occurrence and end of this short climatic deterioration is clearly evidenced in the isotopic curves.

The simultaneous appearance and expansion of various mesothermophilous taxa announced the development of forests at different elevations. Therefore it was not an homogeneous "Quercetum mixtum" that succeeded the Boreal hazel shrubs.

The presence of the fir forest at 65O m altitude at the beginning of the Atlantic demonstrates the massive and simultaneous establishment of the different forest types during the climatic optimum of the Atlantic around 8OOO B.P.. The early expansion of the fir forest, even at low elevation, in comparison with the neighbouring regions, argues in favour of Pleniwürm refuges in talwegs in the Vercours. The mesothermophilous taxa, which were absent until the end of the Late-glacial, probably came from the south through the Rhone valley. Submediterranean relict stations of *Quercus ilex*, now growing on well exposed slopes along the Isère valley, have been in existence ever since the Preboreal.

Fagus appeared very early, though modestly, at the beginning of the Atlantic. This is an original characteristic of the Rhone passage way.

The Subboreal, which began at 47OO B.P. and was marked by new climatic conditions favourable to the beech forest at low elevation, appears to be the period of greatest forest diversification.

Very early at certain sites (for example Hières-sur-Amby), anthropic deforestation upset the *Fagus* phase. At other sites, the forest degradation did not take place until 2OOO B.P. Thereafter the taxa now characteristic of the mountain forest were confined to elevations above 8OO m. From this time onwards the landscape was similar to the present one, but only a few remains of the Atlantic oak forests are subsisting now. The exploitation of *Populus* plantations, of *Castanea* and *Carpinus* copses, and the culture of *Juglans* became more intensive from the 15th century.

These last points show the importance of pollen analytical studies of surface sediments and open the way to further extensive researches, provided man does not exceed the limits of a reasonable exploitation of nature. The abnormal radioactivity (^{137}Cs Caesium 137 : 213148 picocuries/m^2 and 211894 picocuries/m^2; ^{134}Cs Caesium 134 : 23436 pCi m^{-2} and 27253 pCi m^{-2}; analyses by F. OLDIFELD,June 1986, unpublished) of the superficial layers of the Grand Lemps peat bog after the accident of Chernobyl (1986),is an opportune reminder of the dangers encountered on a world-wide scale, of yet more drastic destructions than the anthropic deforestations or glacial desertifications.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Narchforschung stützt sich auf die Analyse von 14 Pollendiagrammen und 1469 Spektren, die aus Sedimenten von 7 noch unerforschten Standorten des "Bas Dauphiné" stammen, die unter 17 prospektierten Mooren gewählt wurden.

Die Physikaischen, biotischen und menschlichen Grundzüge dieses sehr mannigfaltigen Teils der Voralpen sind zwar seit langen ziemlich gut bekannt, aber es fehlte der Geschichte der botanischen besonders, aber auch klimatischen und menschlichen Vergangenheit, der Beitrag der Pollenanalyse, was der Grund dieser Arbeit ist.

Die gewählten Standorte sind von dem Flachland (19O m) bis zu den Hügelgipfeln (65Om) abgestuft und strecken sich vom Norden bis Süden des studierten Gebiets, das selbst zwischen den Flüssen Rhône und Isère liegt. Ihre Ausfüllungen datieren von dem Würm Geltscherentzug von 15.OOO B.P. und ermöglichen, die Spät-und-Postglazialgeschichte genauer zu erklären.

Das pollenanalytischen Forschen wurde von dem Studieren des Pollenregens in zwei für die Gegend musterhaften Standorten ergänzt : der "Grand Lemps", eine Niederung in offener Waldumwelt und "Saint-Julien de Ratz", am Gipfel einer Einsattelung in abgeschlossener Umwelt. Die Pollenverhalten der hauptsächlichen Waldtaxa unterscheiden sich nicht viel von den in Mitteleuropa schon gefundenen Ergebnissen. Zwei Ausnahmefälle müssen jedoch signalisiert werden, denn sie werfen ein neues Licht auf die anthropische Phase : *Picea* und *Castanea*.

Andere Fächer, an erster Stelle die Radiokarbonedatierung, haben dazu beigetragen, die Ergebnisse näher zu bestimmen. Diese Technik, obwohl unentberhlich, is noch schwer zu beherrschen. 62 aus dem "Laboratoire du Radiocarbone" von Lyon stammenden Daten werden von J. EVIN vorgeschlagen und erörtert nur 31 davon sind auskunftgebend. Die erworbenen Kenntnisse betreffen die Chronologie der *Abies* Phase und der anthropischen Phase, die dadurch näher bestimmt werden. Der Mangel der spätglazialen Kreiden an organischen Stoff hat den Vergleich zwischen einerseits dem Zeitalter der Kohlensäuresalze allein und andererseits demjenigen des in diesen selben Karbonatehaltigen Zonen enthaltenen organischen Stoffes nicht ermöglicht, um den Teil des "Hard water effect" zu bestimmen, was einer unserer Ausgangsgedanken war.

Die 41 Zonen in "Grand Lemps" und 92 Zonen in "Hières sur Amby" betreffenden Isotopenanalysen bestätigen die plötzliche Verschlimmerung des Jüngeren Dryas und ganz besonders ihren Umfang. Sie schwächen zum grossen Teil das Vorhandensein eines Stadium des Alteren Dryas und verstärken die Voraussetzung eines das Bölling und das Alleröd einschliessenden Zwischenstadiums.

Die Diatomeenanalysen, obwohl sie sich auf einen reduzierten Sedimentsanteil einer einzigen Zone, des Grand Lemps beschränkten, erwiesen sich als besonders interessant. Die an der Kälte angepasste *Navidula diluviana* spezies gehörte zu der spätglazialen Algenflora bis zu dem Jüngeren Dryas wo sie endgültig verschwand.

Die in Saint-Hilaire du Rosier und Grand Lemps studierte Malakofauna ist zwar ein wertvoller Anzeiger der hydrologischen Umweltentwicklung, ihre Klimadeutung bleibt aber immer noch zu unsicher. Höchstens kann man in beiden Standorten einen Frühversuch von Umweltbesiedlung, somit eine wirkunglose Erwärmung um 15.OOO B.P. notieren.

In Grand Lemps gibt est in der Geschichter der Depressionausfüllung etwa zehn von der Paläolimnologie bestätigte Transgressionen/Regressionen, während ein einziger Zyklus

genügte, um den wenig tiefen Kessel von Saint-Hilaire du Rosier schon von dem Alleröd auszufüllen .

Die Ablagerungsgeschwindigkeitänderungen können aus den Wasserstand-schwankungen geschlossen werden und ermöglichen damit einige Punkte über die absoluten Pollenkonzentrationen zu erklären.

Zwei Schätzungverfahren der absoluten Pollenkonzentrationen (Stockmarr und massanalytische) wurden in 4 von 6 Standorten verwendet; für zwei davon hat man nur ein Verfahren benutzt. Beide Verfahren sind wegen der bedeutenden und unbeherrschbaren Fehler während der Handhabungen der Kritik ausgesetzt.

Der Vergleich der durch die zwei Verfahren erzielten Ergebnisse betreffend 28O Spektren in willentlich verschiedenen Sedimenten führt dazu, anormal hohen Konzentrationen für das Markierungsverfahren und vernünftig niedrige Konzentrationen für das massanalytischen Verfahren zu notieren; man hat deswegen das letztere gewählt um die Analyse der relativen Taxakurven zu ergänzen.

Die seltenen Angaben, die eindeutig die Gewächsdichte betreffen, lassen sich auf das Pleniwürm beziehen, wo eine Wüstenlandschaft bestätigt wird sowie auf das Subboreal, wo die Gewächsrichtum- und-Dichte durch sehr hohen totale Konzentrationen bezeugt werden. *Pinus* erscheint immer als überrepräsentiert in seinen relativen Frequenzen; deswegen soll man beim Aufrufen seiner Uberdeckung sehr vorsichtig sein.

Schliesslich wurde die Oekologie von einigen wichtigen spät-und-postglazialen Taxa näher bestimmt; damit versteht man besser die Pflanzenformationentwicklung.

Man kann von diesen Auskünften, die sich untereinander mit Zusammenhang bekräftigen, schliessen, dass die Gewächsgeschichte in Bas-Dauphiné sich im Spätglazialen an bietet dieser der gegenseitigen Beeinflüssung aus Mitteleuropa, Atlantikum und Mittelmeer untergebener Alpenpiemont eine gewisse Eigenheit im Vergleich zu den Grenzgebieten.

In Aeltesten Dryas ist die Früherwärmung schon 15.OOO B.P. für die beschleunigte Dynamik der Steppengruppierungen verantwortlich.

Das Bölling *sensu lato* beginnt mit *Juniperus* Gesträuchen, dessen Umfang von den lokalen Bedingungen abhängt. Die *Betula*- und-*Pinus*phasen folgen ununterbrochen aufeinander und kennzeichnen damit eine haltbare Periode während derer die Spezieswanderung sich nicht nach Klimarucken richtet, sondern nach der Walddynamik innerlichen Kriterien.

Die Kälte im Jüngeren Dryas ist spürbar zu einer niedrigen Höhe und est ergibt sich daraus eine weniger guter Kiefern- und-Birkenwaldblüte vielmehr als die Steppenrückkehr. Die raschen Anfang und Ende dieser kurzen Klimatverschlimmerung werden durch die Isotopenkurve um 1O.5OO B.P. verzeugt.

Die gleichzeitigen Ankunft und Entwicklung der verschiedenen Mitteltherm ophilen weisen auf die Wälderbesatzung jeder Höhenstufe hin. Nicht eine homogene "Quercetum mixtum" würde also dem borealen Haselnusstrauchenwald folgen.

Das Tannenwaldvorhandensein, fast schon am Anfang des Atlantikums, auf einer Höhen von 65O m ist ein Zusatzbeweis der massiven und begleitenden Einsetzung von allen Waldgruppierungen schon am optimalen Atlantikumanfang um 8OOO B.P. Das frühe Tannenwaldvorhandensein, sogar auf einer niedrigen Höhen, im Vergleich zu den grenzgebieten beweist dass es in Pleniwürm Refugien gab, während die Mitteltherm ophilen, die est nicht gab bis zum Ende des Spätglazialen kamen aus dem Süden durch das Rhônetal.

Submittelmeerrelikte in *Quercus ilex* vegetieren heute und seit dem Vorborealen auf den am besten ausgesetzten Klippen entlang dem Isèretal.

Einflüsse einer anderen Arte, wahrscheinlich ozeanisch, das muss aber noch präzisiert werden, haben *Taxus* in dem Tannenwald von Bas-Dauphiné begunstigt, besonders in den am westlichen Flachstandorten wie Hieres sur Amby.

Das Subboreal, das 47OO B.P. mit neuen auf einer niedrigen Höhen Buchenwald begünstigenden Klimabedingungen beginnt ercheint als die meist intensive Periode für das Waldwachsen.

Schon sehr früh in einigen Standorten (Hières sur Amby) stören die anthropischen entwaldungen die *Fagus*phase. In den anderen Standorten wird der Wald länger erspart und die charakterischen Taxa des Gebirgswaldes sind nur um 2OOO B.P. auf über 8OO m Höhe zurückgedrängt. Die heutige Landschaft wird von nun an eingeordnet und es bleiben nur manche Bruchstücke der atlantischen Eichenwälder. Die Bewirtschaftung der *Populus* Pflanzenstätten, der *Castanea* und *Carpinus* Niederwälder und der intensive Ackerbau von *Juglans* in "Basse Isère" sind neu; sie beginnen ungefähr im XV. Jahrhundert.

Diese letzten Angaben zeigen an, wie wichtig das pollenanalytische Studieren der Fächensedimenten ist, und wie es zu tieferen Forschungen führen kann, wenn aber der Mensch die Grenzen einer intelligenten Naturausnutzung nicht überschreitet. Die anormale Radioacktivität (^{137}Cs Caesium 137 : 213148 picocuries/m^2 und 211894 picocuries/m^2; ^{134}Cs Caesium 134 : 23436 pCi m^{-2} und 27253 pCi m^{-2}. F. OLDFIELD Analysen, Juni 1986, unveröffentlicht), der oberflächligen Schichten des Torfmoores von "Grand Lemps" nach Chernobyls Umfall (1986) erinnert uns füglich an die Gefahren für unseren Planet von drastischeren Zerstörungen als die anthropischen Entwalderungen oder die glazialen Verödungen.

Annexe 1

Correspondances entre la nomenclature utilisée dans le texte et celle de Flora europaea pour quatre espèces citées.

Picea excelsa (Lam.) = *Picea abies*
Quercus sessiliflora (Salisb.) = *Quercus petraea* (Matt.)
Quercus pedunculata (Ehrb.) = *Quercus robur* (L.)
Phragmites communis (Trin) = *Phragmites australis* (Cav.)

Annexe 2

Correspondances entre les séries de végétation rencontrées en Bas-Dauphiné et les groupements phytosociologiques.

- SERIES COLLINEENNES DE L'AVANT PAYS ALPIN ET DES REBORDS DES MASSIFS SUBALPINS.

I. Série septentrionale du chêne pubescent

A. Chênaies thermophiles

"Sous série inférieure" de la série septentirionale du chêne pubescent (P. OZENDA, 1974) "Querceto-Buxetum" (A. QUANTIN, 1935)

Cette série renfermé la majorité des caractéristiques des Quercetalia pubescentis. Le charme et les espèces du Carpinion y sont accidentelles.

Les espèces des colonies méridionales sont à rattacher à ce groupement.

Rhamnus alaternus
Acer monspessulanum
Pistacia terebinthus
Juniperus thurifera
Cytisus sessilifolius
Sedum nicaense

et dans quelques stations (Tullins-Fures, Saint Nazaire en Royans) *Quercus ilex*.

A . QUANTIN (1935) dénombre 60 espèces de thermophiles pour l'Ile Crémieu.

B. Chênaies mésothermophiles

"Sous série supérieure" de la série septentrionale du chêne pubescent" (P. OZENDA, 1972) "Querceto-Lithospermetum" (A. QUANTIN, 1935).

Au dessus de 600 m d'altitude, cette sous série constitue une transition vers les charmaies et les hêtraies mésothermophiles. Le buis persiste mais les espèces sub-méditerranéennes disparaissent.

II. Série de la chênaie à charme

"Querceto-Carpinetum s.l. (TÜXEN, 1930) = Faciès à charme de la série du chêne sessile.

A. Chênaies à charme neutrophiles

La composition floristique de ces groupements reflète des exigences édaphiques strictes : mull calcique, bien aéré. *Carpinus betulus* est accompagné de *Quercus sessiliflora*, *Fraxinus excelsior* et même de *Fagus silvatica* ainsi que d'un ensemble d'espèces du Fagion.

B. Charmaies à châtaignier

Le cortège floristique offre un lot important d'acidophiles *Pteridium aquilinum*, *Luzula pilosa*, *Tencrium scorodonia* ainsi que des espèces issues des hêtraies acidophiles comme *Luzula nivea*.

C. Charmaies thermophiles à chêne pubescent

On observe la juxtaposition d'un ensemble de thermophiles (*Acer opalus*, *Coronilla emerus*, *Laburnum anagyroides*) du buis et des mésophiles (*Tamus communis*, *Euphorbia amygdaloïdes*, *Hedera helix*).

III. Série acidophile du chêne sessile

La chênaie mixte à molinie ou "Querceto-Betuletum molinietosum" (ELLENBERG, 1963) regroupe une flore acidiphile et des espèces hugrophiles comme *Molinia coerulea*, *Rhamnus frangula*. Le charme reste discret. Le bouleau (*Betula verrucosa*) apparait sur les placettes les plus hydromorphes. *Quercus robus* devient fréquent sur le plateau de Chambaran.

SERIES PLANITIAIRES

I. Série de l'aune glutineux

L'aunaie typique se caractérise par la présence d'hygrophiles : *Carex elata*, *C. riparia*, *C. acutiformis* et de mésohygrophiles exigeantes au point de vue trophique : *Filipendula ulmaria*, *Convolvulus sepium*, *Symphytum officinale*...

Il s'y ajoute des nitratophiles comme *Urtica dioïca* dès que la nappe n'influence plus les horizons superficiels c'est l'aunaie entrophe et nitrophile (Duvigneaud, 1970).

Dans l'aunaie à *Fraxinus excelsior* s'installent *Carex pendula* et *C. remota*, *Arum maculatum*, *Circaea lutetiana*, *Galeopsis tetrahit* et même *Crataegus monogyna* et *Lonicera xylosteum*. Ces aunaies sont à rattacher au Carici elongatae-Alnetum glutinosae bien que la caractéristique *Carex elongata* n'ait pas été trouvée ici.

L'aunaie du plateau de Chamaran (J.F. DOBREMEZ, 1971) présente quelques affinités avec l'aunaie atlantique à *Carex laevigata*. Bien que cette espèce soit absente ici, on trouve *Osmunda regalis*, *Blechnum spicant*, *Aulacomnium palustre* confirmant les influences atlantiques sur leur limite orientale.

Les groupements herbacés appatenant à cette série sont :

- cariçaies à *Carex elata*
- cariçaies à *Carex acutiformis*
- cladiaies à *Cladium mariscus*
- prairies hygrophiles à *Schoenus nigricans*
- prairies mésohygrophiles à *Filipendula ulmaria*, *Deschampsia coespitosa* et *Molinia coerulea*.

Remarque : la série de l'aune blanc n'occupe que de faibles superficies dans les basses vallées alluviales de l'avant pays alors qu'elle constitue de belles forêts riveraines sur les alluvions récentes qui bordent le lit des principales rivières alpines dans le montagnard.

II. Série du chêne pédonculé

Elle s'installe à la suite des séries mésohygrophiles de l'aune glutineux et de l'aune blanc lorsque la nappe phréatique superficielle s'abaisse au dessous de 1,50 m.

1. Chênaies à chêne pédonculé du type Pruno-Fraxinetum sur sols limono-argileux à gley profond. Elles sont le stade ultime de l'évolution de zones marécageuses de grande surface où se succèdent : cariçaies-jonçaies, saussaies à *Salix cinerea* et aunaies à *Alnus glutinosa*. C'est le cas de la dépression de St Laurent du Pont à l'avant de la Chartreuse.

2. Chênaies à chêne pédonculé sur sols lessivés et à nappe perchée. On observe une mosaïque de faciès à mull frais (chêne pédonculé et charme et de faciès à sols acidifiés (bouleau et callune) c'est le cas des plateaux à glaise de Chambaran.

SERIE MESOPHILE (OU MESOXEROPHILE) DU HETRE

C'est une assocition spécialisée s'identifiant au Cephalanthero-Fagion, un vicariant de la série collinéenne du chêne pubescent. Elle colonise les mêmes biotopes.

Au point de vue physionomique c'est le taillis qui domine.

Au point de vue floristique le hêtre est accompagné de *Acer opalus*, *Sorbus aria*, *Quercus sessiliflora*, *Coronilla emerus*, *Buxus sempervirens*, *Lonicera xylosteum*, *Cornus sanguinea*, *Daphne mezereum*, *Prenanthes purpurea*, *Lilium martagon*, *Polygonatum verticillatum*, *Arperula odorata*, *Mercurialis perennis*, *Melica nutans*, *Carex digitata* pour les plus représentatives.

On se repportera aussi à la Notice détaillée des feuilles 48 Annecy et 54 Grenoble de la carte de la végétation de la France au 200.000ème : Alpes du nord et Jura méridional, par L. RICHARD et G. PAUTOU (1982), de laquelle ont été tirées les précisions ci-dessus concernant la végétation du Bas-Dauphiné.

LISTE DES FIGURES

Fig. 1 - Prospection : carte des sites - 1. Moras, 2. Le Grand Marais de Veyrins-Thuellin, 3. Etang des Echerolles, 4. Etang de la Feuillée, 5. Etang Chantilin, 6. Vordas Meyrieu les Etangs, 7. Marone, 8. Mont joux, 9. Langouvert, 10. Etang du Moulin, 11-12. Etang de Commelle : Grande et Petite Barre, 13. Etang des Moilles, 14. Etang du Fay, 15. Etang des Nénuphars, 16. Cras et la Troussatière, 17. St Joseph de Rivière.

Fig. 2 - Schéma des régions naturelles structurales. d'après "Géologie de la France". J. DEBELMAS, Doin Editeur, t.2, 1974.

Fig. 3 - Edaphologie. D'après la Carte de la Végétation de la France n°54, Grenoble 1/25.OOO, G. PAUTOU, 1974.

Fig. 4 - Empreinte des glaciers en Bas-Dauphiné : schéma paléogéographique des extensions glaciaires en Bas Dauphiné. D'après G. MONJUVENT, in "Géologie de la France", Doin Editeur, J. DEBELMAS 1974.

Fig. 5 - Dépôts glaciaires de la vallée de la Bièvre-Valloire. D'après G. MONJUVENT.

Fig. 6 - Diagrammes pluviométriques et diagrammes thermiques de 5 stations caractéristiques. D'après les données de la Météorologie nationale (période 1931 à 197O).

Fig. 7 - Isothermes et pluviosité. D'après la carte climatique de Lyon 1/25O.OOO, Ch. PEGUY 1982.

Fig. 8 - Schémas stationnels des fréquences des totaux pluviométriques mensuels dépassés 1 année sur 2. D'après la carte climatique de Lyon 1/25O.OOO, Ch. PEGUY 1982.

Fig. 9 - Les chênaies bas-dauphinoises en fonction du sol..

Fig. 1O - Etages de végétation. D'après la Carte de la Végétation de la France n°54, Grenoble 1/25.OOO, G. PAUTOU, 1974.

Fig. 11 - Evolution de la végétation des zones marécageuses.

Fig. 12 - Utilisation du sol. D'après la Carte de la Végétation de la France n°54, Grenoble 1/25.OOO, G. PAUTOU 1974.

Fig. 13 - Le lac de Hières sur Amby.

Fig. 14 - Transect de Hières sur Amby.

Fig. 15 - Geologie du Grand Lemps. D'après G. MONJUVENT.

Fig. 16 - Transect nord-sud du Grand Lemps.

Fig. 17 - Végétation de l'étang du Grand Lemps. D'après G. PAUTOU (1974).

Fig. 18 - Situation de l'étang de Saint-Hilaire du Rosier.

Fig. 19 - Transect de Saint-Hilaire du Rosier.

Fig. 2O - Les sites du Ratz : St-Julien de Ratz, Grand Ratz-le Pellet. D'après la carte géologique au 1/50.000 de Grenoble (1978)

Fig. 21 - Stratigraphie de St-Julien de Ratz.

Fig. 22 - Transect de surface de St-Julien de Ratz et végétation.

Fig. 23 - Traitement des prélèvements bryophytiques de surface.

Fig. 24 - Polygone des fréquences des différences entre concentrations totales absolues obtenues par la méthode des lycopodes et la méthode volumétrique.

Fig. 25 - Histogrammes comparés des concentrations totales absolues obtenues par la méthode des l ycopodes et la méthode volumétrique du Grand Lemps, de Loras et de St-Sixte.

Fig. 26 - Végétation de l'étang du Grand Lemps : situation des prélèvements bryophytiques de surface.

Fig. 27 - Transect de surface de l'étang du Grand Lemps.

Fig. 28 - Comparaison des rapports PA/T en Bas-Dauphiné et dans les régions limitrophes.

Fig. 29 - Situation géographique des études palynologiques citées.

Fig. 3O - Zonation du Tardiglaciaire et du Postglaciaire en Europe-moyenne et dans les régions limitrophes.

Fig. 31 - Zonation du Postglaciaire en France.

Fig. 32 - a. Corrélations entre les courbes relatives de *Abies*, *Fagus* et *Taxus* dans les différents sites. b. Représentation schématique du développement de la sapinière et de la hêtraie (les dates C^{14} inversées sont exclues).

Fig. 33 - comparaison des courbes des pourcentages en carbonates et du rappport $^{18}O/^{16}O$ de Chirens et du Grand Lemps.

Fig. 34 - Comparaison des courbes de quelques taxons et des courbes isotopiques obtenues au Grand Lemps IV.

Fig. 35 - Comparaison des courbes de quelques taxons et des courbes isotopiques obtenues à Hières sur Amby.

Fig. 36 - Evolution des malacocénoses de Saint-Hilaire du Rosier en fonction du remplissage de la dépression.

Fig. 37 - Corrélations entre les courbes d'abondance malacologique (totale et en bivalves) et les niveaux du lac du Grand Lemps depuis le Boréal.

Fig. 38 - Comparaison entre les résultats malacologiques obtenus au Lobsigensee et à Saint-Hilaire du Rosier.

Fig. 39 - Schéma comparatif de l'évolution du niveau des lacs du Grand Lemps et de Pluvis d'après les malacocénoses et des lacs européens.

Fig. 4O - Histogramme des fréquences des espèces de diatomées au Grand Lemps. D'après M. COSTE.

Fig. 41 - Aptitudes écologiques de quelques taxons tardiglaciaires.

Fig. 42 - Maxima et minima des taxons herbacés rencontrés dans les spectres tardiglaciaire bas-dauphinois.

Fig. 43 - Aire actuelle de distribution mondiale du genre *Ephedra*. (in "les végétaux dans la biosphère". P. OZENDA, 1982).

Fig. 44 - Aires actuelles de distribution *de Juniperus communis*, de *Quercus sessiliflora (petraea)* et de *Fagus*. D'après R. BLAIS (1950).

Fig. 45 - Evolution de la saussaie marécageuse. D'après G. PAUTOU (1974).

Fig. 46 - Aptitudes écologiques de quelques taxons arboréens du Postglaciaire.

Fig. 47 - Aire de répartition actuelle de *Picea-abies*.

Fig. 48 - Dates d'apparition d'*Abies*, refuges et courants migratoires possibles.

Fig. 49 - Sites sondés et sites archéologiques.

Fig. 5O - Interprétation des résultats acquis en termes de climat.

LISTE DES GRAPHIQUES HISTOGRAMMES ET PHOTOGRAPHIES DANS LE TEXTE

GRAPHIQUES

Graphique 1. Vitesse de sédimentation dans les sites de l'Ile Crémieu.

Graphique 2. Vitesse de sédimentation dans les sites du Ratz.

Graphique 3. Vitesse de sédimentation au Grand Lemps.

Graphique 4. Etude séquentielle des dates ^{14}C

HISTOGRAMMES

h1 : histogramme pollinique des prélèvements bryophytiques du transect de surface du Grand Lemps.

h2 : histogramme pollinique des prélèvements bryophytiques du transect de surface de Saint-Julien de Ratz.

h3 : histogramme malacologique du Grand Lemps (J. MOUTHON).

h4 : histogramme malacologique de Saint-Hilaire du Rosier (J. MOUTHON).

h5 : histogramme paléolimnologique du Grand Lemps (M. MAGNY).

PHOTOGRAPHIES

Photo 1. Hières sur Amby. (212 m) Isère. Vue aérienne du site.

Photo 2. Grand Lemps (500 m) Isère. Vue aérienne du site.

Photo 3. Saint Hilaire du Rosier. Vue aérienne du site.

Photo 3 bis. Saint Hilaire du Rosier. Vue aérienne du site.

Photo 4. Grand Lemps : sonde russe actionnée par derick smith.

Photo 5. Grand Lemps : carotte de sondage (longueur 1 m, diamètre 5 cm) entre 3 et 4 m de profondeur au contact entre craie et tourbe.

Photo 6. Grand Lemps : carotte de sondage (longueur 1 m,diamètre 5 cm) entre 9 et 10 m de profondeur dans la craie lacustre.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Sites prospectés, sites sondés, sites analysés et sites présentés.

Tableau 2. Techniques de sondages utilisées.

Tableau 3. Synthèse biostratigraphique régionale. (HORS-TEXTE)

Tableau 4. Phase à *Betula* puis *Pinus* et premières mésothermophiles en Bas-Dauphiné.

Tableau 5. Phase à *Corylus* et mésothermophiles en Bas-Dauphiné.

Tableau 6. Dates ^{14}C. De gauche à droite on lit : les sites, l'indicatif du diagramme, la profondeur en cm, le n° de comptage, la date du comptage, l'âge absolu en B.P. suivi du sigma, le mode de prélèvement, la nature du sédiment, l'épaisseur de l'échantillon en cm, la confrontation avec les diagrammes, l'appréciation d'ensemble, les chronozones et l'estimation de l'intervalle de temps en années d'après les vitesses de sédimentation. Sur 62 dates, dix sont utiles mais imprécises dix sont utiles et plus précises et sept utiles et précises.

Tableau 7. Chronologie de la phase phase à *Pinus* en Bas-Dauphiné.

Tableau 8. Chronologie de la phase à *Pinus* dans les régions limitrophes, d'après les dates C^{14} sélectionnées par les auteurs.

Tableau 9. Chronologie du Dryas récent dans les régions limitrophes, d'après les dates C^{14} sélectionnées par les auteurs.

Tableau 10. Cycles hydrologiques du Grand Lemps : corrélations entre résultats pollenanalytiques, malacologiques et paléolimnologiques.

Tableau 11. Comparaison des biozonations en Europe moyenne, dans le Jura et en Bas-Dauphiné.

Tableau 12. Tableau chronologique de l'action humaine sur la végétation en Bas-Dauphiné.

REFERENCES

AIN G. et PAUTOU G., 1969. Etude écologique du marais de Lavours (Ain). - *Doc. Carte Vég. Alpes*, VII, 25-64.

ALCAMO. J.P., BINTZ P. et al., 1987. Les occupations du cirque de Choranche (Vercors, Isère) dans l'Antiquité tardive et au Moyen Age. - *Actes 1O5e Congrès Nat. Soc. Sav.*, Grenoble 1983, 117-13O, 7 fig.

AMMANN B., 1984. Prozente, Konzentrationen und Durchschnitts-Influx der Pollenzonen im Spätglazial vom Lobsigensee. - *Diss. Bot.* 72 (Festschrifft Welten), 11-44.

ANDERSEN Th., 197O. The relative productivity and pollen representation of north european trees and correction factors for tree pollen spectra. - *Danm. geol. Unders.* II, Rk.96, 1-99.

ARN R., 1979. Analyse pollinique et malacologique des sédiments lacustres postglaciaires du Rueret (Puidoux, Vd). - *Bull. Lab. Géol. Univ. Lausanne*, 231, 1-14.

BASTIN B., 1964. Recherches sur les relations entre la végétation actuelle et les spectres polliniques récents dans la forêt de Soignes (Belgique). - *Agricultura*, 12, 2e sér., n°2, 341-373.

BEAULIEU J.L. de, 1977. Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises. - Thèse, Université Aix-Marseille III, 358 p., 29 fig., 43 diag. h.t.

BEAULIEU J.L. de et REILLE M., 1973a. Nouvelles analyses polliniques de sédiments tardiglaciaires et holocènes du Cantal (Massif Central, France). - *C.R. Acad. Sc. Paris*, 287, sér.D, 73-56.

BEAULIEU J.L. de et REILLE M., 1978b. Quelques moyens de sondage en usage chez les pollenanalystes : étude comparative de diagrammes. - *Annales des Mines de Belgique*,6, 137-145.

BEAULIEU J.L. de, PONS A., 1979. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire de l'action humaine dans la région du Parc National des Cévennes. -*Annales du Parc National des Cévennes, Florac, 1*, 1O1-128.

BEAULIEU J.L. de, EVIN J., MANDIER P., MONJUVENT G. et REILLE M., 198O. Les Echets : un marais capital pour l'histoire climatique du Quaternaire rhodanien. - *Mém. Muséum Nat.Hist. nat.* série B, Botanique, XXVII, 123-136.

BEAULIEU J.L. de, PONS A. et REILLE M., 1983. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire de la végétation de la bordure nord du massif du Cantal (Massif Central, France). - *Pollen et Spores*, XXI (2), 251-3OO.

BEAULIEU J.L. de, et REILLE M., 1983. Paléoenvironnement tardiglaciaire et holocène des lacs de Pelléautier et Siguret (Hautes-Alpes, France). I. Histoire de la végétation d'après les analyses polliniques. - *Ecologia Mediterranea*, IX, (3/4), 19-36.

BEAULIEU J.L. de, CLERC J. et REILLE M., 1984. Late Weichselian fluctuations in the French Alps and Massif Central from pollen analyses. - In "*Climatic Changes on a Yearly to Millennial Basis*", N.A. Mörner and W. Karlèn (eds), 75-9O. D.Reidel Pub. Comp.

BEAULIEU J.L. de, COUTEAUX M., PONS A., REILLE M. et TRIAT-LAVAL H., 1984. Première approche d'une histoire post-würmienne de quelques taxons arboréens dans le sud-est de la France. - *Revue de Paléobiologie*, Genève, volume spécial, 11-24.

BEAULIEU J.L. de et GOEURY C., 1987. Zonation automatique appliquée à l'analyse pollinique : exemple de la Narse d'Ampoix (Puy de Dôme, France. - *Bull. A.F.E.Q.*, 1, 49-61.

BEAULIEU J.L. de et REILLE M., 1984a. A long upper-Pleistocene pollen record from Les Echets, near Lyon, France. - *Boreas*, 13, 111-132.

BEAULIEU J.L. de et REILLE M., 1984b. The pollen sequence of Les Echets (France) : a new element for the chronology of the Upper Pleistocene. - *Géographie physique et Quaternaire*, XXXVIII (1), 3-9, 2 fig.

BEAULIEU J.L. de, PONS A. et REILLE M., 1984. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire de la végétation des Monts de Velay, Massif Central, France. - *Diss. Bot., 72 (Festschrift M.Welten)*, 45-7O.

BEAULIEU J.L. de et MONJUVENT G., 1985. Données actuelles sur la formation interglaciaire de Pompillon (Pléistocène moyen). -*Bull. A.F.E.Q.* 1985/2-3, 75-83.

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). - *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 44 (1-2), 37-8O.

BAULIEU J.L. de, EDOUARD J.L., TESSIER L., THOMAS A. Palynological and dendrochronological studies on peat bogs above the timberline in the Taillefer Massif (Fernch Alps). Symposium on Lateglacial and Holocene environmental changes, Vistula Basin, 15-21 Juin 88, Cracovie. Books of Abstracts, sous presse.

BECKER J., 1952. Etude palynologique des tourbes flandriennes des Alpes françaises. - *Mém. Serv. Carte géol. Alsace et Lorraine*, 11, 61 p., 18 fig.

BENNINGHOFF W.S., 1962. Calculation of pollen and spores density in sediments by addition of exotic pollen in known quantities. - *Pollen and Spores*, 6, 332-333.

BERGLUND B.E., 1979a. Presentation of the IGCP Project 158b Palaeohydrological changes in the temperate zone in the last 15O OOO years. Lake and mire environments. - Acta Univ. Oul. A.82 Geol.3, 39-48.

BERGLUND B.E., 1979b. Palaeohydrological changes in the temperate zone in the last 15O OOO years. - Subproject B. Lake and Mire environments. Project Guide edited by B.E. Berglund. Volume I: General Project Description, 123 p. Volume III: Specific Methods, 167 p..

BEUG H.J., 1975. Changes of climate and vegetation belts in the mountains of Mediterranean Europe during the Holocene. - *Bull. Geol. Warsawa*, 19, 1O1-11O.

BINTZ P., 1979. Le gisement mésolithique de la grotte de Coufin à Choranche (Isère). Premiers résultats. - *Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon*, 17, 27-31, 4 fig.

BINTZ P.,sous presse. Saint-Thibaud de Couz (Savoie, Chartreuse) et Choranche (Isère, Vercors), l'Epipaléolithique et le Mésolithique des Alpes françaises du Nord dans leur cadre

chronologique et bioclimatique. - *Ann. Université Besançon*. Table ronde mésolithique de Besançon 1986. A paraître.

BINTZ P. et DESBROSSE R., 1979. La fin des temps glaciaires dans les Alpes du nord et le Jura méridional. Données actuelles sur la chronologie, l'environnement et les industries.- Colloque Internat. CNRS, n°271 : *La fin des temps glaciaires en Europe*, Tome 1, 239-255, Bordeaux.

BINTZ P. et al., 1987. L'occupation mésolithique de la grotte de Coufin I à Choranche (Vercors, Isère). Premiers acquis.- *1O5e Congrès Nat. Soc. sav. Grenoble* 1983, 41-66, 8 fig.

BIRKS H.J.B., 1974. Numerical zonations of Flandrian pollen data.- *New Phytol.*, 73, 351-358.

BIRKS H.J.B. and BERGLUND B.E., 1979. Holocene pollen stratigraphy of southern Sweden : a reappraisal using numerical methods.- *Boreas* 86, 257-279.

BIRKS H.J.B. and GORDON A.D., 1985. *Numerical methods in Quaternary pollen analysis.* Academic Press, London, 317 p.

BLAIS R., 195O. *Flore pratique.* P.U.F., 295 p., 486 fig.

BOCQUET A., 1967. Le problème de l'occupation palafittique au nord du Bas-Dauphiné du Néolithique final au Bronze moyen.- *Bull. S.P.F.*, LXIV, n°2.

BOCQUET A., BROCHIER J.L., LUNDSTROM-BAUDAIS K., ORCEL Ch. et VIN F., 1984. *Submerged neolithic village in France, Charavines.* Wet land Archaeology, J. Coles ed. Academic Press, London.

BOCQUET A., CAILLAT B. et LUNDSTROM-BAUDAIS K. *Alimentation et techniques de cuisson dans le village néolithique de Charavines (Isère).* Hommage à G. Bailloud.

BONNIER G., sans date. *flore complète illustrée en couleurs de France, suisse et Belgique.* Librairie Générale de l'Enseignement, 425 p.

BOREL J.L., BROCHIER J.L et LUNDSTROM-BAUDAIS K., 1984. Variations du niveau du lac de Paladru au XIe siècle de notre ère.-. *Palaeohydrological changes in the temperate zone in the last 15 OOO years.* Subproject B. Lake and mire environments (p.1 à 3). Pre-report of the joint meeting Marseille, France.

BORNAND M., BOURDIER F., MANDIER P. et MONJUVENT G., 1976. Les glaciers quaternaires dans les Alpes et le bassin du Rhône.- In "*La Préhistoire Française*", I, 32-37.

BORTENSCHLAGER S., 1982. Chronostratigraphic subdivisions of the Holocene in the Alps.- In *Chronostratigraphic subdivisions of the Holocene,* Mangerud J., Birks H.J.B. & Jäger K.D. edit., *Striae*, 16, 75-79.

BOTTEMA S., 198O. On the history of the walnut (*Juglans regia* L.) in Southern Europe. - *Acta Botanica Neerlandica*, 29 (5-6), 343-349.

BOURDIER F., 1961. Le bassin du Rhône au Quaternaire.Géologie et Préhistoire. CNRS Paris edit., 2 vol. : I. 364 p., II. 295 p.

BOUVET J., PAUTOU G., TETART J., 1975. Eléments pour l'étude écologique de l'étang et des marais du Grand Lemps (Isère).- C.R.D.P. Grenoble, Formation permanente des professeurs de biologie et géologie, 88 p.

BRAVART Y., 1963. Le Bas dauphiné. Recherches sur la morphologie d'un piedmont alpin. Thèse, Allier, Grenoble, 5O4 p., 63 fig.

BROCHIER J.L., 1983. L'habitat lacustre préhistorique : problèmes géologiques.- *Archives des Sciences*, 36 (2), 247-26O.

BROCHIER J.L. et BROCHIER J.E., 1963. L'art mobilier de deux nouveaux gisements magdaléniens à Saint-Nazaire-en-Royans (Drôme). La grotte Taï et l'abri Campalou.- *Etudes préhistoriques*, 4, 1-12.

BUI-THI-MAI, GIRARD M., BINTZ P., VITAL J., 1987. Végétations, variations climatiques et évolution culturelle du Tardiglaciaire à l'Holocène à Choranche (Vercors, Isère). *Rev. Paléobiologie, Mus. Hist. Nat. Genève*, 6 (2), 411-431.

BURRI F. et BURRI M., 1977. Les faunes malacologiques post-glaciaires de Lausanne (St-Laurent).- *Bull. Lab. Géol. Univ. Lausanne*, 227.

Carte climatique de Lyon à 1/25O OOO, 1982 (Ch. P. PEGUY).
Carte écologique de Belley à 1/1OO OO, 1978 (G. PAUTOU, J. GIREL, G. AIN.
Carte géologique de Vizille à 1/8O OOO, 1965 (J. GOGUEL).
Carte géologique de Chambéry à 1/8O OOO, 1964 (J. GOGUEL).
Carte géologique de Grenoble à 1/5O OOO, 1978 (M. GIDON et H. ARNAUD).
Carte routière du département de l'Isère (calendrier des PTT 1982) à 1/5OO OOO.
Cartes topographiques :
- Beaurepaire XXXI-34 1/25 OOO
- Bourgoin-Jallieu 31-32 est 1/25 OOO
- Grenoble 1/2O OOO
- Grenoble 1/5O OOO
- Grenoble ouest XXXII-34 1/25 OOO
- La Tour du Pin 5-6 1/25 OOO
- La Cöte St-André 1-2 1/25 OOO
- La Côte St-André 3-4 1/25 OOO
- La Côte St-André 5-6 1/25 OOO
- Montuel 31 7-8 1/25 OOO
- Romans sur Isère 7-8 1/25 OOO
- Voiron 1/5O OOO
- Voiron 5-6 1/25 OOO

Carte de la végétation de la France n°54 Grenoble 1/25 OOO, 1977 (G.PAUTOU)

Cadastre Hières-sur-Amby

CHAIX L., 197O. Essai de corrélation entre palynologie et malacologie dans les sédiments postglaciaires du sud du bassin lémanique. - *C.R. Séances. Soc. Phys. Genève*, 5/1, 74-87.

CHAIX L., 1983a. Paléoenvironnement tardiglaciaire et holocène des lacs de Pelléautier et Siguret (Hautes-Alpes, France). III.Les faunes malacologiques de Pelléautier et de Siguret (Alpes Duranciennes, France). - *Ecologia Mediterranea*, 9 (3-4), 41-47.

CHAIX L., 1983. Malacofuna from the Late-glacial deposits of Lobsigensee (Swiss Plateau). Studies in the Late Quaternary of Lobsigensee 5. *Rev. de Paléobiologie*, 2, 211-216.

CHAIX L., CHASTAING B. et OLIVE Ph., 1982. Premiers résultats sur les teneurs en ^{18}O et en ^{13}C des coquilles de mollusques dulcicoles nord-alpins.- 9e réunion ann. Sc. de la Terre, Paris, 128 p.

CHARLES J.P., 1982. - Etude climatique, floristique et statistique des peuplements d'Ifs.- Thèse, Université Aix-Marseille III.

CLERC J., 1964.- Feuille de Grenoble (XXXII-34).- *Doc. Carte Vég. Alpes*, II, 37-67.

CLERC J., 1985. Première contribution à l'étude de la végétation tardiglaciaire et holocène du Piémont Dauphinois.- *Documents de Cartographie écologiques*, XXVIII, 65-83. Grenoble.

CLERC J., MAGNY M. et MOUTHON J., sous presse. Histoire d'un milieu lacustre du Bas-Dauphiné: le Grand Lemps. Etude palynologique des remplissages tardiglaciaires et holocènes et mise en évidence de fluctuations lacustres à l'aide d'analyses sédimentologiques et malacologiques. Revue de Paléobiologie Genève, 2O p., 7 fig., 2 tabl.

CLEVE-EULER A., 1951-1955. Die Diatomeen von Schweden und Finland.- *1-5 Kgl. Svenska Vetenskapsakad. Handl.* Ser.4; 2:1, 4:1, 4:5, 5:4, 3:3.

COLARDELLE A., 198O. Sépultures et traditions funéraires du Vème au XIIIe siècle après J.C. Thèse, Aix-en-Provence.

COLARDELLE M. et MANIPOUD J., 1978. Premiers résultats de la fouille d'un habitat du Haut-Moyen-Age au "Camp de Larina" (Hières-sur-Amby, Isère). - *Bulletin du Groupe d'Etudes historiques et géographiques du Bas-Dauphiné*, 3, 81-92.

COLARDELLE M. et MAZARD Ch., 1979. Premiers résultats des fouilles sur les mottes médiévales en Dauphiné et en Savoie.- *Archéologie Médiévale*, IX, 63-96.

COLARDELLE R. et M., 198O. L'habitat immergé de Colletière à Charavines (Isère), premier bilan des fouilles.- *Archéologie Médiévale*, X, 167-269.

COOPE G.R. and PENNINGTON N., 1977. The Windermere Interstadial of the Late-Devensian.- *Philos. Trans.*, B, 28O, 337-39.

COUTEAUX M., 1977. A propos de l'interprétation des analyses polliniques de sédiments minéraux principalement archéologiques : approche écologique de l'homme fossile.- *Bull. A.F.E.Q.*, 47, 259-276.

COUTEAUX M., 1978. Analyses polliniques d'un sédiment tardiglaciaire à La Rivière (Isère).- *Bull. A.F.E.Q.*, 57 (4), 171-178.

COUTEAUX M., 1981a. A propos de la signification pollinique de *Castanea* en Dordogne. Sa dispersion actuelle et sa signification dans les sédiments.- *Pollen et Spores*, XXIII (3-4), 433-439.

COUTEAUX M., 1981b. Caractérisation pollenanalytique en Oisans des milieux forestiers et des milieux supra-forestiers dans l'actuel et dans le passé.- Actes du Colloque de Perpignan, Avril 1981 : "*La limite supérieure de la forêt et sa valeur de seuil*", 139-159.

COUTEAUX M., 1982. La tourbière et le glacier de la Muzelle (Parc National des Ecrins). - *Rev. Parc Nat. Ecrins*, 2, 31-52.

COUTEAUX M., 1983a. Fluctuations glaciaires de la fin du Würm dans les Alpes françaises, établies par des analyses polliniques. - *Boreas*, 13, 5-56.

COUTEAUX M., 1983b. Fluctuations climatiques et fluctuations glaciaires du Tardiglaciaire et de l'Holocène en Oisans (Isère, France).- *Second Nordic Symposium on Climatic Changes and related Problems*. Stockholm, Sweden, 1-26.

COUTEAUX M., 198. La déglaciation du vallon de La Lavey (vallée du Vénéon, Les Ecrins, Isère).- *Soc. Hydrotechnique de France*, section glaciologie. Actes de la réunion de mars 1982, 5 p.

COUTEAUX M., 1984a. Les particularités pollenanalytiuqes de sédiments glaciaires en Oisans (Isère, France). - *La Houille Blanche*, 6/7, 433-443.

COUTEAUX M. et BEAULIEU J.L. de, 1976. L'analyse pollinique des "argiles d'Eybens" prouve un âge glaciaire.- *C.R. Acad. Sc. Paris*, 282, 277-28O.

COUTEAUX M. et EVIN J., 1981. Etude palynologique et datages par le radiocarbone de dépôts fluvio-glaciaires aux Deux-Alpes (Isère, France). - *C.R. Acad. Sc. Paris*, 292, 1235-1238.

CUSHING E.J., 1964. Application of the Code of Stratigraphic Nomenclature to pollen stratigraphy. (Non publié).

CUSHING E.S., 1967. Late-Wisconsin pollen stratigraphy and the glacial sequence in Minnesota- *In "Quaternary Palaeoecology"* (ed. E.J. Cushing and H.E. Wright), 59-88,. Yale University Press, New Haven and London.

DAMBLON F., 1978. Etudes paléo-écologiques de tourbières en Haute Ardenne.- *Service de la Conservation de la Nature, Travaux* n°1O, 145 p.

DAMBLON F., 1979. Les relations entre la végétation actuelle et les spectres polliniques sur le plateau des Hautes Fagnes (Ardenne, Belgique).- *Lejeunia*, n.s., 95, 1-65.

DAMBLON F., 1981. De l'analyse pollinique des touradons monocotylédones comme témoins de l'histoire récente de la végétation.- *C.R. Acad. Sc. Paris*, 292.

DEBELMAS J., 1974. Géologie de la France. Les chaînes plissées du cycle alpin et leur avant-pays. 544 p., 1O8 fig. 3 h.t. Doin, Paris.

DOBREMEZ J.F., 197O. Les forêts sur sols hydromorphes du Bas-Dauphiné.- Thèse 3e cycle, Grenoble, 1O5 p.

DOBREMEZ J.F., 1972. Carte écologique de Belley 1/5O OOO (XXXII-31).- *Doc. Carte Vég. Alpes*, X, 43-56, 3 fig., 4 tabl., 1 carte coul. h.t.

DOBREMEZ J.F. et PAUTOU G., 1972. Carte écologique des Alpes. Feuille de la Tour du Pin 1/5O OOO (XXXII-32).- *Doc. Carte Vég. Alpes*, X, 57-6O, 1 dépl. coul. h.t.

DUPLESSY J.C.., DELIBRIAS G., TURON J.L., PUJOL C. et DUPRAT J., 1981. Deglacial warming of the northeastern Atlantic Ocean : correlation with the paleoclimatic evolution of the European continent. - *Palaeogeogr., Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 35

EDELMAN H.J., 1985. *Lateglacial and Holocene vegetation development of La Goutte Loiselot (Vosges, France)*, 143 p., 41 diagrammes. Drukkerij Elinkwijk BV- Utrecht.

EICHER U., 1979. *Die $^{18}O/^{16}O$- und $^{13}C/^{12}C$ isotopenverhältnisse in spätglazialen Süsswasser Karbonaten und ihr Zusammenhang mit den Ergebnissen der Pollenanalyse.* - Dissertation. Drückerei der Universität Bern.

EICHER U., SIEGENTHALER U. and WEGMULLER S., 1981. Pollen und oxygen istotope analyses on Late-and Postglacial sediments of the tourbière de Chirens (Dauphiné, France). - *Quaternary Research*, 15, 16O-17O.

EICHER U., SIEGENTHALER U., OESCHGER H., 1982. Pollenanalyse und Isotopenmessungen und Seekreiden. - In "*Klimageschichte der beiden letzten Interglaziale*". Symposium Mainz, 13-15/11. 198O. Ed. B. Frenzel.

EICHER U. and SIEGENTHALER U., 1983. Stable isotopes in lake marl and mollusc shells from Lobsigensee (Swiss Plateau).- Studies in the Late-glacial of Lobsigensee 6.- *Revue de Plaéobiologie*, 2, 217-22O Genève.

ERDTMAN G., BERGLUND B. and PRAGLOWSKI J., 1962. *An introduction to a scandinavian pollen flora*. Vol.I. Almqvist and Wiksells, Uppsala.

ERDTMAN G., PRAGLOWSKI J. and NILSSON S.., 1963. *An introduction to a scandinavian pollen flora*. Vol.II. Almqvist and Wiksells, Uppsala.

EVIN J., 1977. Réflexions sur la valeur des résultats fournis par la méthode du carbone 14.- In "Approche écologique del'Homme fossile". Suppl. Bull. *A.F.E.Q.*, 91-97.

EVIN J., MARECHAL J., PACHIAUDI C. et PUISSEGUR J.J., 198O. Conditions involved in dating terrestrial shells. - *Radiocarbon,* 22 (2), 545-555.

FAEGRI K., IVERSEN J. and WATERBOLK H.T., 1964. *Textbook of pollen analysis*.- Munksgaard, Copenhagen, 237 p.

FLORIN M.B., 197O. Late-glacial Diatoms of Kirchner Marsh Southeastern Minnesota. Diatomaceae II. - *Nova Hedwigia*, Beih. 31, 667-756.

FLORIN M.B., 1982. Light-microscopical studies of *Cymbella diluviana* (Krasske) Florin.- In Diatomaceae III, H. Häkansson et J. Gerloff (ed.) . *Nova Hedwigia*, Beih.73, 81-87.

FRENZEL B., 1964. Zur Pollenanalyse von Lössen. Untersuchungen der Loess-profile von Oberfellabrunn und Stillfried (Niederösterreich). *Eiszeitalter und Gegenwart*, 15, 5-39.

FRENZEL B., 1977. L'homme comme facteur géologique en Europe. - Conférence donnée à la Faculté des Sciences de Marseille le 18 mars 1977.

FIRBAS F., 1949. *Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen*.- Fischer, Jena.

GAILLARD M.J., 1983. On the occurrence of *Betula nana* L. pollen grains in the Late-glacial deposits of Lobsigensee (Swiss Plateau). Studies in the Late-Quaternary of Lobsigensee 2.- *Revue de Paléobiologie*, V (2), 181-188. Genève.

GAILLARD M.J., 1981. Etude palynologique de l'évolution tardi- et postglaciaire de la végétation du Moyen Pays romand (Suisse). Thèse de l'Université de Lausanne. 517 p. 3 annexes.

GAILLARD M.J., 1984b. Water-level changes, climate and human impact : a palaeohydrological study of Krageholm Lake (Scania, South Sweden). - In "*Climatic changes on a Yearly to Millenial Basis*". Mörner N.A. and Karlen W. (eds). D. Reidel Publishing Company, 147-154.

GAILLARD M.J., 1985. Postglacial palaeoclimatic changes in Scandinavia and Central Europe. A tentative correlation based on studies of lake-level fluctuations. - *Proceedings of the IGCP meeting in Marseille, July 3-4, 1984. Ecologia Mediterranea.*

GAUSSEN H., 1954. *Géographie des Plantes*. Armand Colin. 2e edit. Paris.

GIGNOUX M., 1931. La carte des fronts glaciaires pléistocènes en France. *Congr. Intern. Géogr., Paris.*

GIRARD M., BINTZ P. et BOCQUET A., 1981. - La végétation et les climats au Tardiglaciaire et à l'Holocène en Savoie d'après l'étude pollinique des grottes de Saint-Thibaud-de-Couz. - *Bull. A.F.E.Q.*, n.s., 6, 89-106.

GOEURY C., 1988. - Acquisition, gestion et représentation des données de l'analyse pollinique sur micro-ordinateur.-*Inst Fr. Pondichéry, Trav. Sec. Sci. Techn*, XXV, 405-416.

GOEURY C. et BEAULIEU J.L. de, 1979. A propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans les sédiments minéraux.- *Pollen et Spores*, XXI (1-2), 239-251.

GUENET P., 1986. - Analyse pollinique de la tourbière de Chambedaze et recherches pollenanalytiques dans les Monts Dore et le Cezallier, Massif Central, France.- Thèse, Université Aix-Marseille III, 107 p., 12 diag.

GUIOT J., 1985 . A method for palaeoclimatic reconstruction in palynology based on multivariate time-series analysis.- *Géographie physique et Quaternaire*, 39, 115-125.

GUIOT J., 1987. Late Quaternary climatic change in France estimated from multivariate pollen time-series.- *Quaternary Research*, 28, 100-118.

GUIOT J. et PONS A., 1986. Une méthode de reconstruction quantitative du climat à partir de chroniques pollenanalytiques : le climat de la France depuis 15.000 ans.- *C.R. Acad. Sc. Paris*, 302, 911-916.

HAKANSSON H., 1982. Taxonomical discussion on four diatom taxa from an ancient lagoon in Spjälko South sweden. - University of Lund, Dept of Quaternary Geology,. Report 22, 65-81.

HAKANSSON H., 1984. Diatom analysis of profile XVII from the southwestern bay of Krageholmssjön (Scania, southern Sweden).- University of Lund, Dept of Quaternary Geology, Report 22, 37-40.

HAMLMOUD A., 1986. Etude écologique et taxonomique des genévriers du sud-est de la France. Thèse Université Aix-Marseille, 200 p., annexe 134 p.

HEEB K. et WELTEN M., 1972. Moore und Vegetationsgeschichte der Schwarzenegg und des Molassevorlandes zwischen dem Aaretal unterhalb Thun und dem obern Emmental.- *Mitt. Naturf. Ges. Bern*, NF, 29, 54 p.

HEIM J., 1963. Recherches sur les relations entre végétation actuelle et spectre pollinique récent dans les Ardennes belges.- *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique*, 96, 5-92.

HEIM J., 1970. Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe occidentale. Thèse, Université de Louvain, 181 p.

HUAUT M.F., 1979. Livret-guide de l'excursion INQUA (2-7 juillet 1979) de la sous-commission euro-sibérienne pour l'étude de l'Holocène, 66-91.

HUAUT M.F., 1980. Nouvelles recherches palynologiques sur le Marais Vernier. *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, 1-2, 53-56.

IVERSEN J., 1944. *Viscum, Hedera* and *Ilex* as climate indicators.- *Geol. Fören, Stockh Forh.*, 66, 463-483.

JALUT G., 1969. La végétation dans les Vosges, le Jura, les Alpes septentrionales et les Pyrénées pendant le Tardiglaciaire et le Postglaciaire.- *In "Etudes Françaises sur le Quaternaire". VIIIe Congrés INQUA* Paris, supplt. Bull. A.F.E.Q., 116-124.

JALUT G., 1974. Evolution de la végétation et variations climatiques durant les quinze derniers millénaires dans l'extrémité orientale des Pyrénées. Thèse, Toulouse, 181 p.

JALUT G., DELIBRIAS G., DAGNAC J., MARDONES M. and BONHOURS M., 1982. A palaeoecological approach to the last 21 OOO years in the Pyrenees. The peat-bog of Freychinède (alt.135O m, Ariège, South France).- *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 4O, 321-359.

JANSMA M.J., 1982. Diatom analysis from some prehistoric sites in the coastal area of the Netherlands.- *Acta Geologica Acad. Sc. Hung.*, 25 (1-2), 229-236.

JANSSEN C.R., 197O. Problems in the recognition of plant communities in pollen diagrams. *Vegetatio*, 2O (1-4), 187-198.

JAYET A., 1969. Les sédiments de la Grande Buge près de Baulmes (VD, Suisse). Essai de corrélation entre malacologie et palynologie.- *C.R. Séances Soc. Phys. Genève*, NS, 4/1, 11-17.

LANDOLT E., 1977. Okologische Zeigerwerte zur Schweizer flora.- *Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel Zürich*, 64, 2O8 p.

LANG J., 1985. Swiss lake and mire environments during the last 15 OOO years.- *Dissertationes Botanicae* 87. A contribution to IGCP 158b, 428 p.

LANG G., TRAUTMANN W., 1961. Zur spät und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte der Auvergne (Französisches Zentralmassiv).- *Flora*, 15O, 11-41.

LENOBLE F., 1921. Les limites de végétation de quelques espèces méditerranéennes dans le bassin moyen du Rhône et les Préalpes sud-occidentales.- *Rev. Geogr. Alp.*, 8, 457-47O.

LENOBLE F., 1934. Sur la définition de la région méditerranéenne en géographie botanique et ses limites dans le Sud-Est de la France.-*Bull. Soc. Bot. Fr.*, 81, 88-96.

LEROY-GOURHAN A. et RENAULT-MISKOVSKY J., 1977. La palynologie appliquée à l'archéologie. Méthodes, limites et résultats.- In Laville H. et Renault-Miskovsky J. "Approche écologique de l'homme fossile", *Bull. A.F.E.Q*, Supp.n°47, 35-49.

LOWE J.J. and GRAY J.M., 198O. The stratigraphic subdivision of the Late-glacial of NW Europe; a discussion. In *"Studies in the Late-glacial of north-west Europe"*, J.J.Lowe, J.M. Gray, J.E.Robinson (ed.), Pergamon Press, 157-175.

LUNDSTROM-BAUDAIS K., 1977. Etude des macro-fossiles des sites littoraux d'Auvernier "Brise-lames", Clairvaux et Charavines. Mém. Maîtrise, Fac. Lettres, Besançon, dactylographié.

MAGNY M., 1978. L'évolution du climat dans le domaine subalpin au cours du Néolithique et de la Protohistoire : éléments d'approche.- Thèse 3ème cycle, 2 vol., Université de Besançon.

MAGNY M. et RICHARD H., 1985. Contribution à l'histoire holocène du lac du Bourget : recherches sédimentologiques et palynologiques sur le site de Conjux-la-Chatière (Savoie, France).- *Rev. Paléobiologie*, Genève, 4 (2), 252-277.

MAGNY M. et RICHARD H., à paraître. Contribution à l'histoire postglaciaire des deux lacs de Clairvaux (Jura, France) : recherches sédimentologiques et palynologiques.- *Actes du Congrès IGCP 158b*, Berne, juin-juillet 1985.

MAGNY M., RICHARD H; et RUFFALDI P., 1987. Contribution à l'histoire holocène du lac des Rousses (Jura, France) : recherches sédimentologiques et palynologiques.- *Rev. Paléobiologie, Genève,* 6 (1), 89-103.

MANGERUD J. et BERGLUND B.E., 1978. The subdivision of the Quaternary of Norden : a discussion. - *Boreas*, 7, 179-181.

MANGERUD et al., 1974. Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification.- *Boreas*, 3, 109-127.

MARKGRAF V., 1970; Palaeohistory of the Spruce in Switzerland.- *Nature*, 228, 245-251.

MATTHEY F., 1971. Contribution à l'étude de l'évolution tardi- et postglaciaire de la végétation dans le Jura central.- *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz*, 53, 86 p.

MAZENOT G. et GOURC J., 1939. Les tourbières de la vallée de la Bourbre aux environs de la Verpilière (Isère).- *Et. Rhod., Rev. Géogr. région Lyon*, 15, 145-160, 2 fig.

MONJUVENT G., 1969. Essai morphologiques sur un piedmont alpin. II. La vallée morte de Bièvre. Valloire. *Rev. Geogr. Alp.*, 57, 487-514.

MONJUVENT G., 1971. Le Drac. Morphologie, stratigraphie et chronologie quaternaires d'un bassin alpin. - Thèse Université Paris VII (résumé dans t.49 de Géologie alpine, 1973).

MONJUVENT G., 1974. In "*Géologie de la France*" (DEBELMAS J.; Doin éditeur), t.2, 438-442, 57 fig.

MONJUVENT G., 1979. Formes et dépôts glaciaires du Bas-Dauphiné. La vallée Morte de Bièvre-Valloire.- Formation continue des Professeurs de Sciences Naturelles de l'Académie de Grenoble (non publié).

MONJUVENT G. et USELLE J.P., 1973. Interprétation des "argiles" d'Eybens d'après la sédimentatologie du sondage INQUA 1969. *Bull. A.F.E.Q.* Paris, 35, p.103-128.

MONJUVENT G., REYNAUD C., JAIL M., THOMAS A., 1982. Formations quaternaires du Grésivaudan : les argiles de Saint-Ismier.- *Rev. Géogr. Alp.*, LXX (4), 367-390.

MOUTHON J., 1987. Malacocénoses des dépôts tardiglaciaires et holocènes de Saint-Hilaire-du-Rosier (Dauphiné, France).- *Rev. Paléobiologie, Genève*, 6 (2), 257-260.

MOUTHON J., 1988. Les malacocénoses des sondages I et IV. - In *Etude paléoécologique du lac de Pluvis (Ain). R.A.P.R.A.* (sous presse).

MUNAUT A.V., 1967b. Recherches paléo-écologiques en basse et moyenne Belgique.- *Acta Geographica Lovaniensia*, 6, 191 p.

OESCHGER H. et al., 1980. ^{14}C and other parameters during the Younger Dryas cold phase. - *Radiocarbon*, 22 (2), 299-310.

OZENDA P., 1982. *Les végétaux dans la biosphère*.- Doin edit., 420 p.

PAUTOU G., 1970. Ecologie des formations riveraines de la basse Isère. Application à l'étude d'une nappe phréatique et de ses risques de pollution. - *Doc. Carte Veg. Alpes*, VIII, 72-113.

PAUTOU G.,VIGNY F., GRUFFAZ R., 1971. Carte des groupements végétaux de la Chautagne.- *Doc. Carte Vég. Alpes*, IX, 79-107, 11 fig., 1 carte coul. h.t. 1/10 000.

PAUTOU G., GIREL J., LACHET B., AIN G., 1979. Recherches écologiques dans la vallée du haut Rhône français. *Documents de cartographie écologique*, Grenoble, XXII, 5-63.

PAUTOU G. et RICHARD L., 1982. Notice détaillée des feuilles 48 Annecy, 54 Grenoble, Alpes du Nord et Jura méridional. Ed. CNRS, 316 p.

PAUTOU G. et BAIER p. , 1983. Le passage d'un espace aquatique à un espace semi-aquatique avec formation d'une tourbière à sphaignes : exemple de l'étang et des marais du Grand Lemps (Isère). Extrait du Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon, 6, 174-191.

PENCK A. et BRUCKNER E., 19O9. *Die Alpen im Eiszeitalter*.- Verlag C.H. Tauchnitz Leipzig., 3 vol.

PENNINGTON W., 1973. Absolute pollen frequencies in the sediments of lakes of different morphometry. - In "*Quaternary Plant Ecology*", H.J.B. Birks & R.G. West (eds). Blackwell Scientific Publications.

PENNINGTON W., 1975. The effect of Neolithic man on the environment of NW England : the use of absolute pollen diagrams.- In "*The effect of man on the landscape : the Highland zone*" (J.G. Evans, S. Limbrey and H. Cleere, eds), Council for British Archaeology.

PION G., 1984. Saint-Christophe la Grotte (Savoie). Abri préhistorique de la Fru : premiers résultats.- In "*1O ans d'Archéologie en Savoie*", Ass. Départ. Rech. Archéol., Savoie. Conseil Général.

PLANCHAIS N., 1971. Histoire de la végétation postwürmienne des plaines du bassin de la Loire d'après l'analyse pollinique.- Thèse Montpellier, 115 p.

PONS A., 1969. Les macroflores quaternaires de France. - In "*Etudes Françaises sur le Quaternaire*". VIIIe Congrès INQUA, Paris, 1969, 85-93.

PONS A., 197O. *Le pollen*. - Que sais-je n°783, P.U.F., Paris (2e edit.), 128 p.

PONS A., BEAULIEU J.L. de, GUIOT J., REILLE M., 1987. The Younger Dryas in southwestern Europe : an abrupt climatic change as evidenced from pollen records. - In "*Abrupt Climatic change*", W.H. Berger and L.D. Labeyrie (eds), D. Reidel Publ. Comp., 195-2O8.

PONS A., REILLE M., BEAULIEU J.L. de, DELIBRIAS G. et EVIN J., 1988. Relations entre datations ^{14}C et analyse pollinique : l'exemple de l'intervalle 6000-4000 BP dans le Massif Central. *Bulletin A.F.E.Q.*, 1, 35-42.

PORTE P., 198O. Un exemple de site fortifié du Haut Moyen-Age. L'habitat mérovingien de Larina à Hières-sur-Amby (Isère).- Centre d'Archéologie historique des Musée de Grenoble et de l'Isère. D.E.A., Université aix-Marseille I.

PUISSEGUR J.J., 1976. Mollusques continentaux quaternaires de Bourgon. Significations stratigraphiques et climatiques. Rapports avec d'autres faunes boréales de France.- Thèse d'Etat. Doin (ed.), Paris, 241 p., 28 pl.

QUANTIN A., 1935. *L'évolution de la végétation à l'étage de la chênaie dans le Jura méridional*.- S.I.G.M.A., Montpellier, 37.

Rapport final DGRST, n°79.7.O397 (nombreux auteurs) 1986. Paléo-environnement holocène des Alpes françaises du nord et leur piémont.- Grenoble (publication limitée aux 4O auteurs, Directeur M. COLARDELLE).

REILLE M., 197O. Atlas photographique, 9OO espèces représentées, 1O.OOO photographies, inédit.

REILLE M., 1975. Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation de la montagne corse.- Thèse ès sciences Aix-marseille III, 2O6 p., 44 diag., 5 pl. h.t.

REILLE M., 1978a. A propos de la disparition du pollen dans certains sédiments minéraux. - Dans "*Apport des techniques récentes en palynologie*", *Ann. Min. Belg.*6, 7O7-712.

REILLE M. et BEAULIEU J.L. de, 1981. Analyse pollinique de l'étang de Cheylade (Massif Central, France) : histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation de la planèze de St-Flour.- *C.R. Acad. Sc. Paris*, 292, 243-246.

REILLE M. et PONS A., 1982. L'histoire récente de *Pinus silvestris* L. en Margeride (Massif Central, France) et la signification de cette essence dans la végétation actuelle.- *C.R. Acad. Sc. Paris*, 294, ser.III, 471-474.

REILLE M., BEAULIEU J.L. de et PONS A., 1985. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation du Cézallier, de la planèze de St-Flour et de la Margeride (Massif Central, France). - *Pollen et Spores*, XXVII (2), 2O9-27O.

RENAULT-MISOVSKY J., BUI-THI-MAI et GIRARD M., 1984. A propos de l'indigénat ou de l'introduction de *Juglans* et *Platanus* dans l'Ouest de l'Europe au Quaternaire. - *Revue de Paléobiologie*, vol. spéc., p. 155-178.

RICHARD P., 197O. Atlas pollinique des arbres et de quelques arbustes indigènes du Québec.- *Le Naturaliste canadien*, 97, 1-34.

RICHARD H., 1983. Nouvelles contributions à l'histoire de la végétation franc-comtoise tardiglaciaire et holocène à partir des données de la palynologie. - Thèse 3e cycle, Université de Franche-Comté, Besançon, 155 p., 13 diag. h.t.

ROGNON P., 1981. Les crises climatiques.- *La Recherche*, 12, 1354-1364.

ROGNON P., 1983. Quelques crises climatiques des douzes derniers millénaires. - *Bull. Assoc. Géogr. Franç.*, Paris, 494, 145-155.

ROGNON P., 1984. Les anomalies du climat actuel et les crises climatiques, La géographie 1984. - Images des Sciences de l'Homme, *Le Courrier du CNRS*, suppl. au n°57, 6O-64.

RUDDIMAN W.F., McINTYRE A., 1981. The North Atlantic Ocean during the last deglaciation. - *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, 35, 145-214.

SAUVAGE J. et SERRUYA C., 1964. Au sujet de la présence d'un Dryas dans les sédiments du lac Léman, au large de Thonon-les-Bains (Haute-Savoie). - *C.R. Hebd. Séances Acad. Sc.*, 259, 331O-3313.

SCHNEIDER S., 1987. La modélisation du climat.- *Pour la Science*, éd. française de *Scientific American*, 117, 9O-1OO, 6 fig.

SIEGENTHALER U. et FISCHER Y., 197O. Stable oxygen and carbon isotope analyses on lacustrine carbonate sediments. - In "*Palaeohydrological changes in the temperate zone in the last 15'OOO years*". Subproject B. Lake and mire environments". Project-guide edited by B.E. Berglund, vol.II, Specific methods.

SIEGENTHALER U. et EICHER U., 1985. Stable isotope of carbon and oxygen in carbonate sediments of Lobsigensee . - *In "Swiss Lake and mire environments during the last 15'OOO years"*. G. Lang edit, 162-164.

SIEGENTHALER U et EICHER U., 1986. Stable oxygen and carbon isotope analyses. In "*Hanbbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*". B.E. BERGLUND edit., 407-422.

STOCKMARR J., 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. - *Pollen et Spores*, 13, 615-621.

TRIAT H., 1971b. Contribution à l'étude des fréquences polliniques de *Corylus avellana* L., corylaies du Luberon.- *Pollen et Spores*, 13 (3), 4O5-414.

TRIAT H., 1971c. Contribution à l'étude de la dissémination pollinique du Pin, du Hêtre, du Sapin et de l'Epicéa : quelques spectres polliniques récents des forêts du Vercors (France). - *Ann. Univ. Provence, Sciences*, 46, 155-16O.

TRIAT-LAVAL H., 1978. Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et postglaciaire de la végétation de la basse vallée du Rhône. - Thèse, Aix-Marseille III, 343 p., 34 fig., 5 tabl., 32 diag.

TRIAT-LAVAL H. et PONS A., 198O. Histoire de la végétation provençale depuis 15 OOO ans d'après l'analyse pollinique.- *Annales du C.R.D.P. Marseille* (Informations Pédagogiques Provençales, 198O), 1O9 p., 6 fig., 3 diag. polliniques.

TROELS-SMITH J., 1955a. Characteriszation of unconsolidated sediments. - *Danm. Geol. Unders.*, IV, 3, 1O, 73 p.

USINGER H., 1981. Ein weit verbreiteter Hiatus in spätglazialen Seesedimenten : mögliche Ursache für Fehlinterpretation von Pollendiagrammen und Hinweis auf klimatisch verursachte Seespeigelbewegungen. - *Eiszeitalter u Gegenwart*, 31, 91-1O7, 5 fig. Hannover.

VAN DER HAMMEN, 1952. Late-glacial Flora and periglacial phenomena in the Netherlands.- *Leidse Geologische Mededelingen*, 17, 73-185.

VAN ZEIST W. and van der SPOEL-WALVIUS M.R., 196O. A palynological study of the Late-glacial and the Postglacial in the Paris Basin.- *Palaeohistoria*, XXII, 67-1O9.

VERNAL A. de, LAROUCHE A., RICHARD J.H.P., 1987. Evaluation of palynomorph concentration : do the aliquot and the marker-grain methods yield comparable results? - *Pollen et Spores*, XXIX (2-3), 291-3O4.

VILLARET-von ROCHOW P. et M., 1958. Das Pollendiagramm eines Waldgrenzmoores in den Waadtländer Alpen. - *Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich*, 33, 232-24O

VISSET L., 1979. Recherches palynologiques sur la végétation pléistocène et holocène de quelques sites du district phytogéographique de Basse-Loire.- *Bull. Soc. nat. Ouest Fr.* Suppl. hors-série, 1 vol. 282 p. Nantes.

VIVIAN R., 1975. Les glaciers des Alpes occidentales.- Impr. Allier, Grenoble, 513 p.

VOGEL J.C., EHHLAT D., 1963. The use of carbon in ground-water studies.- Isotopes in Hydrology, IAEA, Vienna, 283.

WATTS W.A., 198O. Regional variation in the response of vegetation to Late-glacial climatic events in Europe.- In "*Studies in the Late-glacial of North-West Europe*". Pergamon Press Ltd., 1-21.

WEGMULLER S., 1956. Uber die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des südwestlichen Jura. - *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz*, 48, 143 p.

WEGMULLER S., 1977. *Pollenanalytische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der französischen Alpen (Dauphiné).* - Verlag Paul Haupt Bern, Ed. S. Wegmüller, 185 p.

WEGMULLER S. et WELTEN M., 1973. Spätglaziale Bimstufflagen des Laacher Vulkanismus im Gebiet der westlichen Schweiz und der Dauphiné (F;). - *Ecol. Geol. Helv.*, 66/3, 533-541.

WELTEN M., 1958. Die spätglaziale und postglaziale Vegetationsentwicklung der Berner-Alpen und -Voralpen und des Walliser Haupttales. - *Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich*, 34, 15O-158.

WELTEN M., 1972. Das Spätglazial im nördlichen Voralpengebiet der Schweiz.- *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 85 (1-4), 69-74.

WELTEN M., 1977. Résultats palynologiques sur le développement de la végétation et sa dégradation par l'homme à l'étage inférieur du Valais central (Suisse).- In "Approche écologique de l'homme fossile". *Suppl. Bull. A.F.E.Q.*, 47, 3O3-3O7.

WELTEN M., 1979. Eis, Wasser und Mensch haben das Aaretal verändert. - *Mitt. Naturf. Ges. Bern*, 36, 17-4O.

WELTEN M., 1983. Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen Bern-Wallis. - *Mem. Soc. helvétique des Sciences naturelles*, 95, 2 t., 1O4 p., 37 diag.

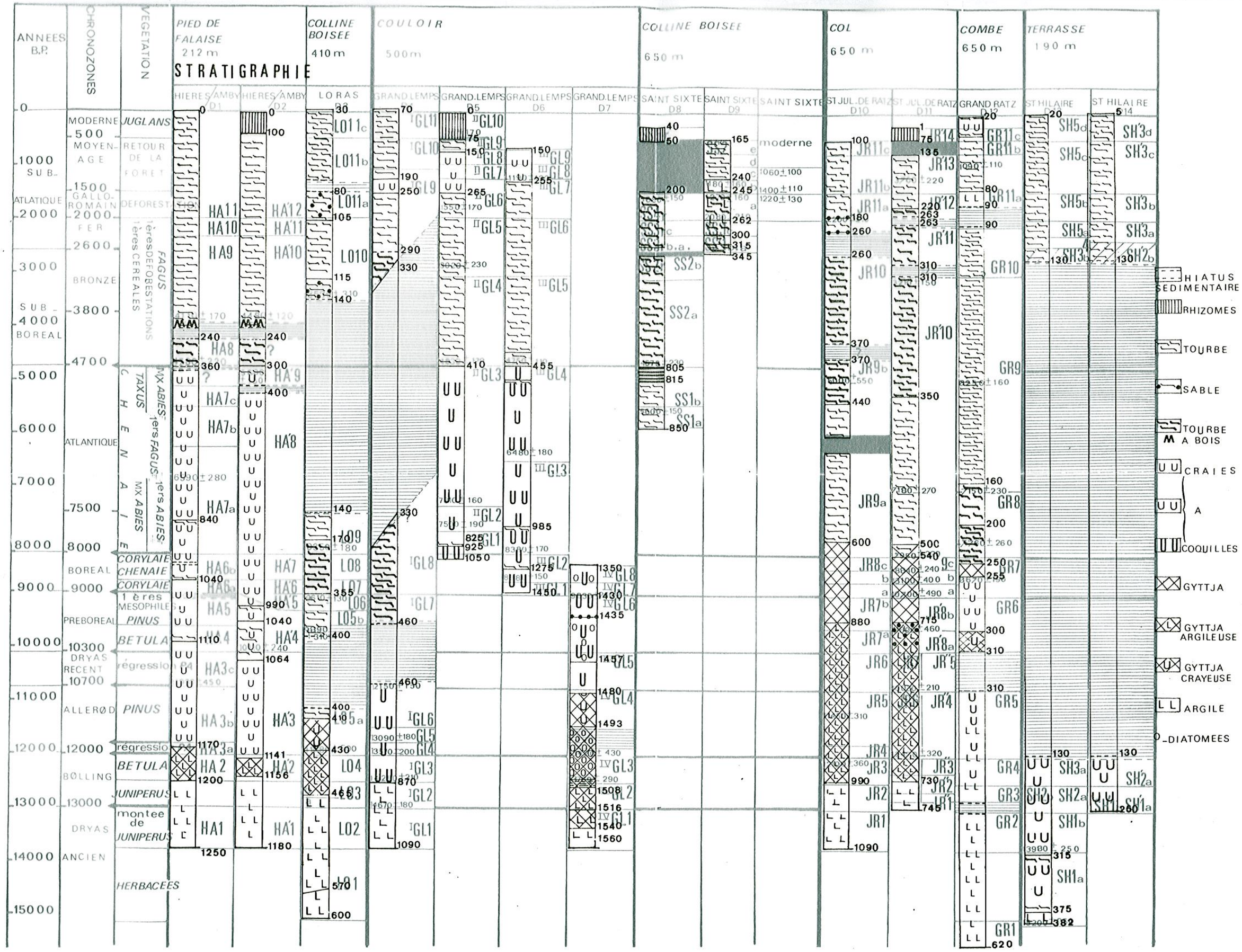
WOILLARD G., 1975. Recherches palynologiques sur le Pléistocène dans l'est de la Belgique et dans les vosges lorraines.- *Acta Geogr. Lovaniensia*, 14, 118 p.

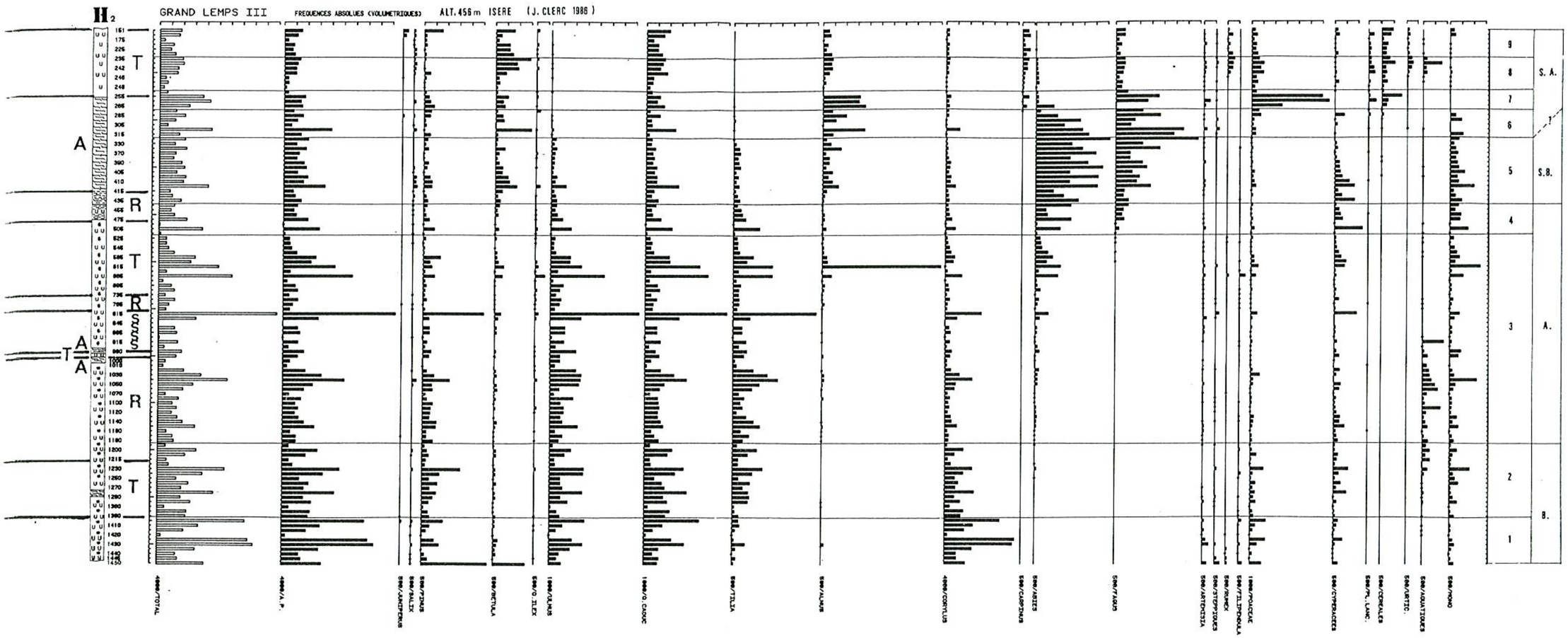
ZOLLER H., 196O. Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz.- *Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges.*, 83, 2, 45-156.

ZOLLER H., 1962. Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung tiefgelegener Weisstannenwälder im Schweizerischen Mittelland. - *Veröff. Geobot. Inst. ETH* Stiftung Rübel Zürich, 37, 346-358.

ZOLLER H., 1964. Zur postglazialen Ausbreitungsgeschichte der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in der Schweiz. - *Schweiz. Z. Forstwesen*, 115, 11, 681-7OO.

Tableau 3. Synthèse biostratigraphique régionale.


STRATIGRAPHIE
ANNEES B.P.
CHRONOZONES
VEGETATION
PIED DE FALAISE 212 m
COLLINE BOISEE 410 m
COULOIR 500 m
COLLINE BOISEE 650 m
COL 650 m
COMBE 650 m
TERRASSE 190 m
HIERES/AMBY D1
HIERES/AMBY D2
LORAS
GRAND LEMPS D5
GRAND LEMPS D6
GRAND LEMPS D7
SAINT SIXTE D8
SAINT SIXTE D9
SAINT SIXTE
ST JUL. DE RATZ D10
ST JUL. DE RATZ D11
GRAND RATZ
ST HILAIRE
ST HILAIRE
MODERNE
MOYEN-AGE
SUB-ATLATIQUE
GALLO-ROMAIN
FER
BRONZE
SUB-BOREAL
ATLANTIQUE
BOREAL
PREBOREAL
DRYAS RECENT
ALLERØD
BØLLING
DRYAS
ANCIEN
JUGLANS
RETOUR DE LA FORET
DEFOREST
FAGUS
1ères DEFORESTATIONS
1ères CEREALES
MX ABIES
TAXUS
1ers FAGUS
1ers ABIES
CHENAIE
CORYLAIE
1ères MESOPHILES
PINUS
BETULA
régression
JUNIPERUS
montee de JUNIPERUS
HERBACEES
moderne
HIATUS SEDIMENTAIRE
RHIZOMES
TOURBE
SABLE
TOURBE A BOIS
CRAIES A COQUILLES
GYTTJA
GYTTJA ARGILEUSE
GYTTJA CRAYEUSE
ARGILE
DIATOMEES



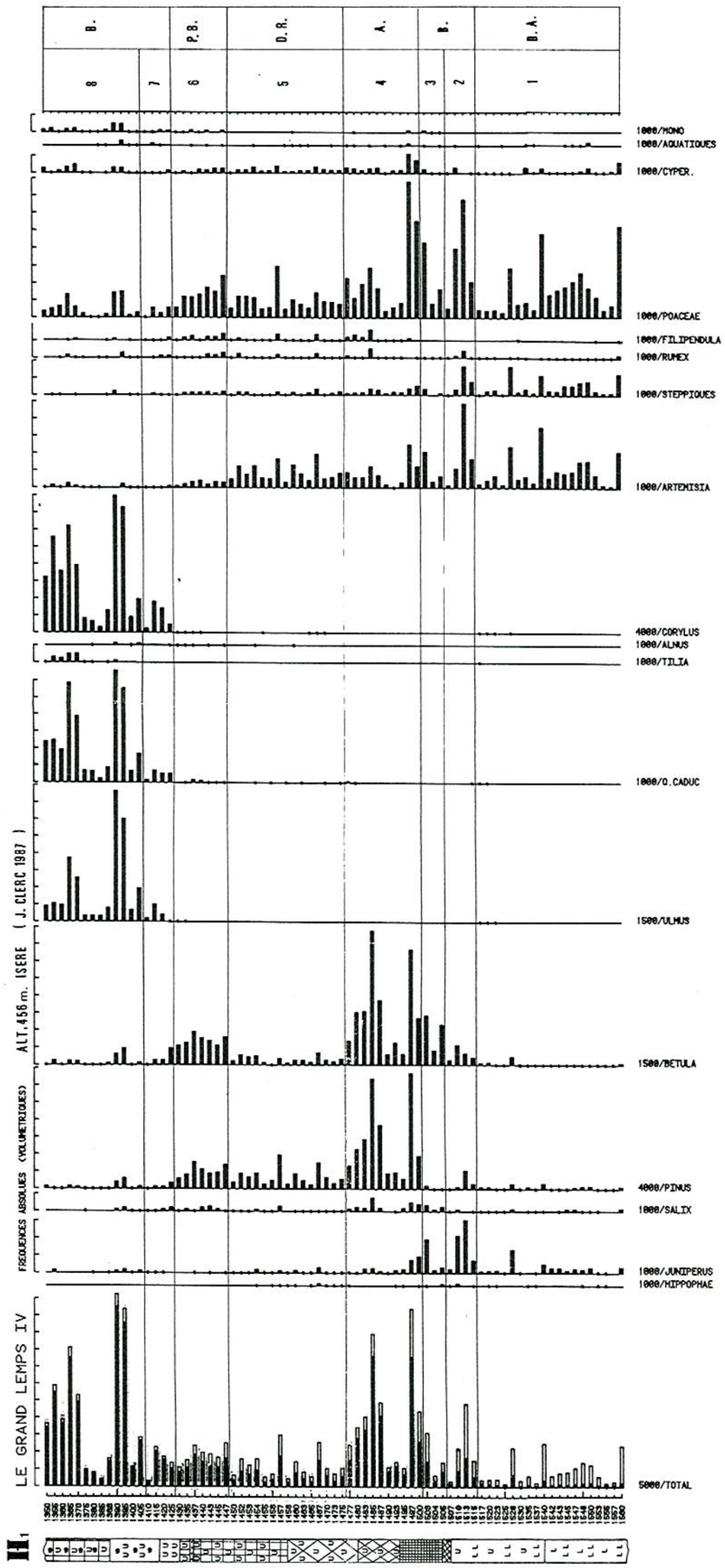
(H2) Histogramme des fréquences absolues volumétriques
GRAND LEMPS -III-

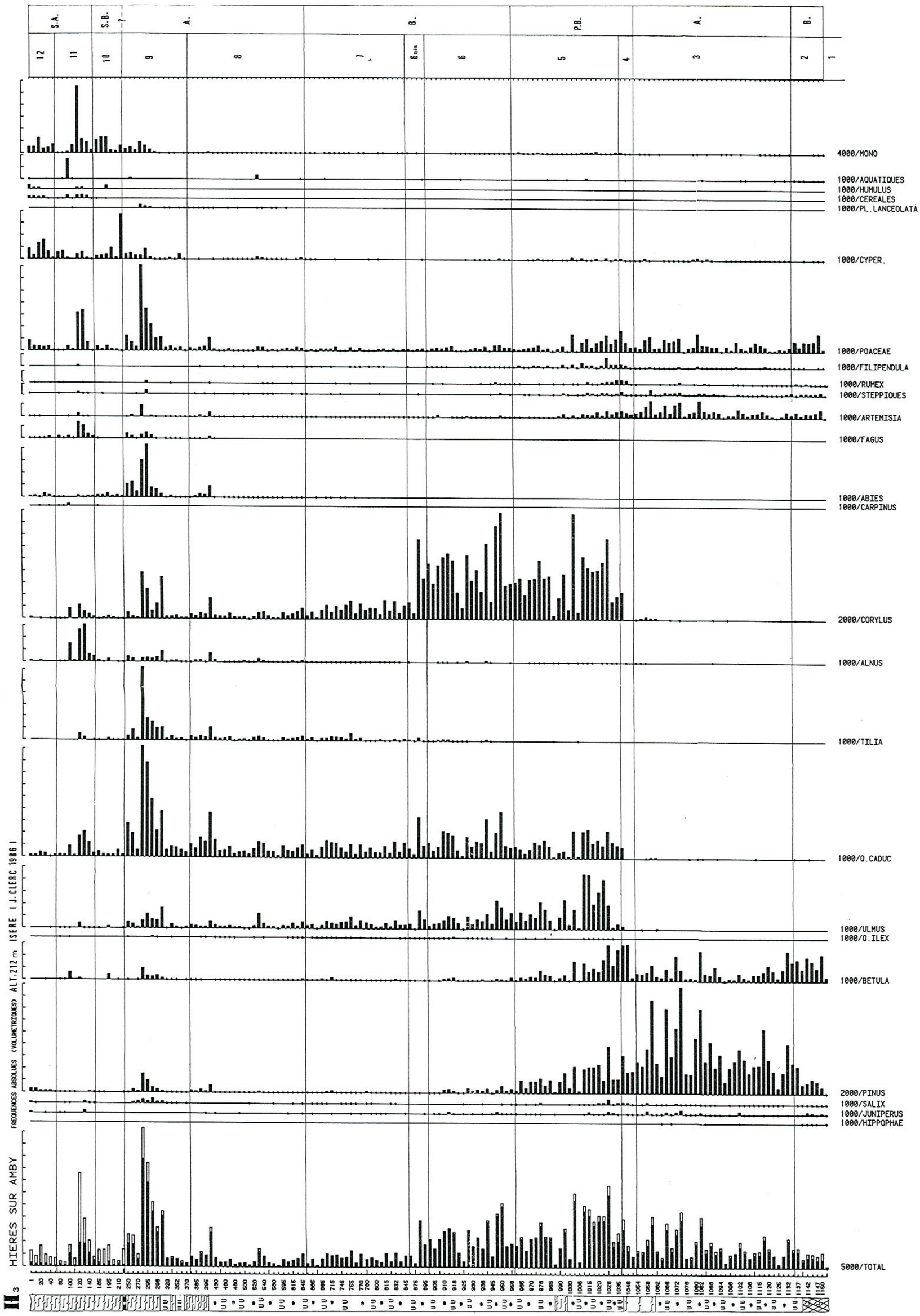
-échelle-chaque graduation indiquée en tete de chaque courbe représente un nombre de pollens égal au chiffre indiqué en bas.

-les traits pleins- représentent les fréquences de chaque taxon et les traits clairs,le total des pollens.

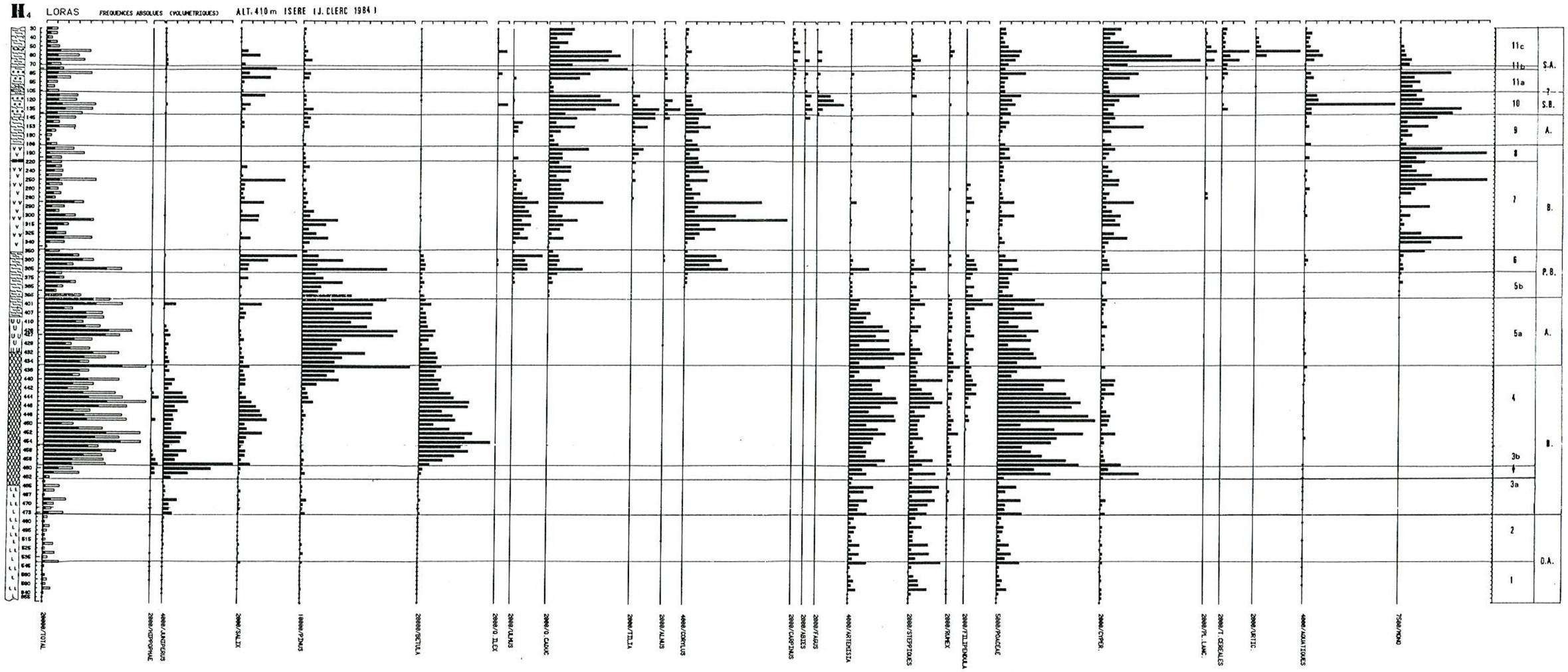
-Les phases régressives,transgressives et les périodes d'atterrissement deduites des études malacologiques,sédimentologiques et polliniques sont indiquées par les lettres:

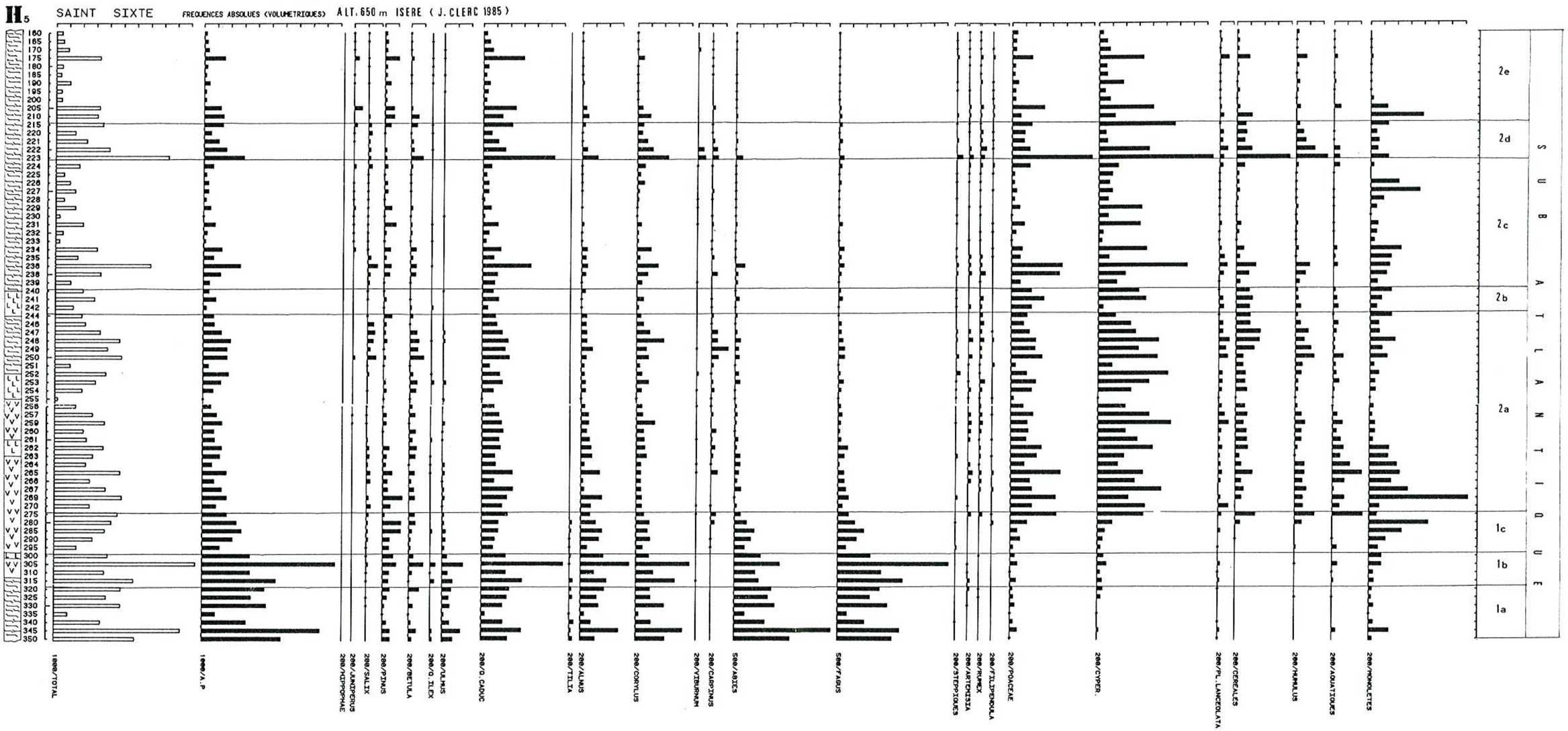
A atterrissement
T transgression
variations rapides positives et négatives du niveau du lac.

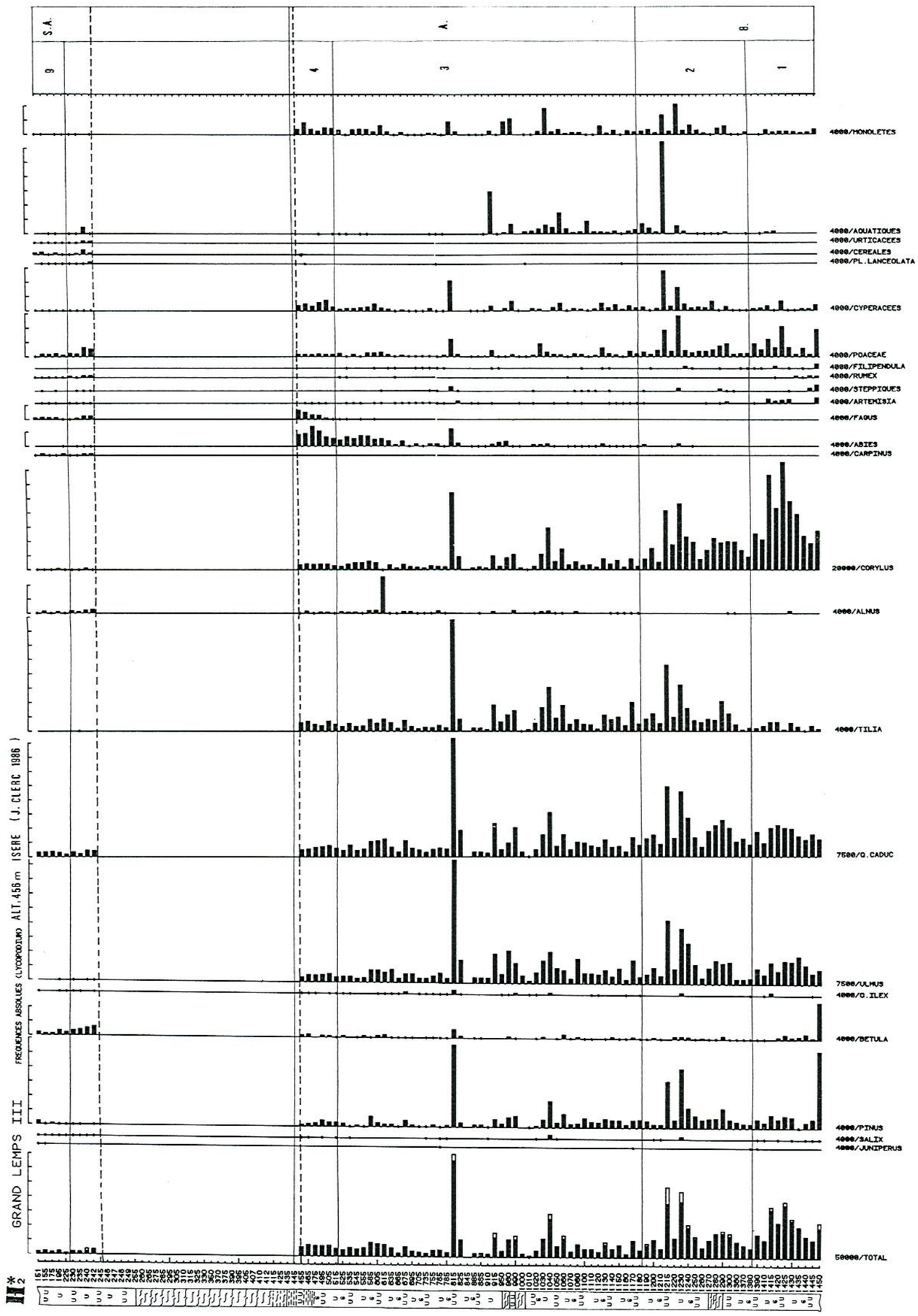

B.
P.B.
D.R.
A.
B.
B.A.
8
7
6
5
4
3
2
1
1000/MONO
1000/AQUATIQUES
1000/CYPER.
1000/POACEAE
1000/FILIPENDULA
1000/RUMEX
1000/STEPPIQUES
1000/ARTEMISIA
4000/CORYLUS
1000/ALNUS
1000/TILIA
1000/Q.CADUC
1500/ULMUS
1500/BETULA
4000/PINUS
1000/SALIX
1000/JUNIPERUS
1000/HIPPOPHAE
5000/TOTAL
LE GRAND LEMPS IV
ALT.456 m. ISERE (J. CLERC 1987)
FREQUENCES ABSOLUES (VOLUMETRIQUES)

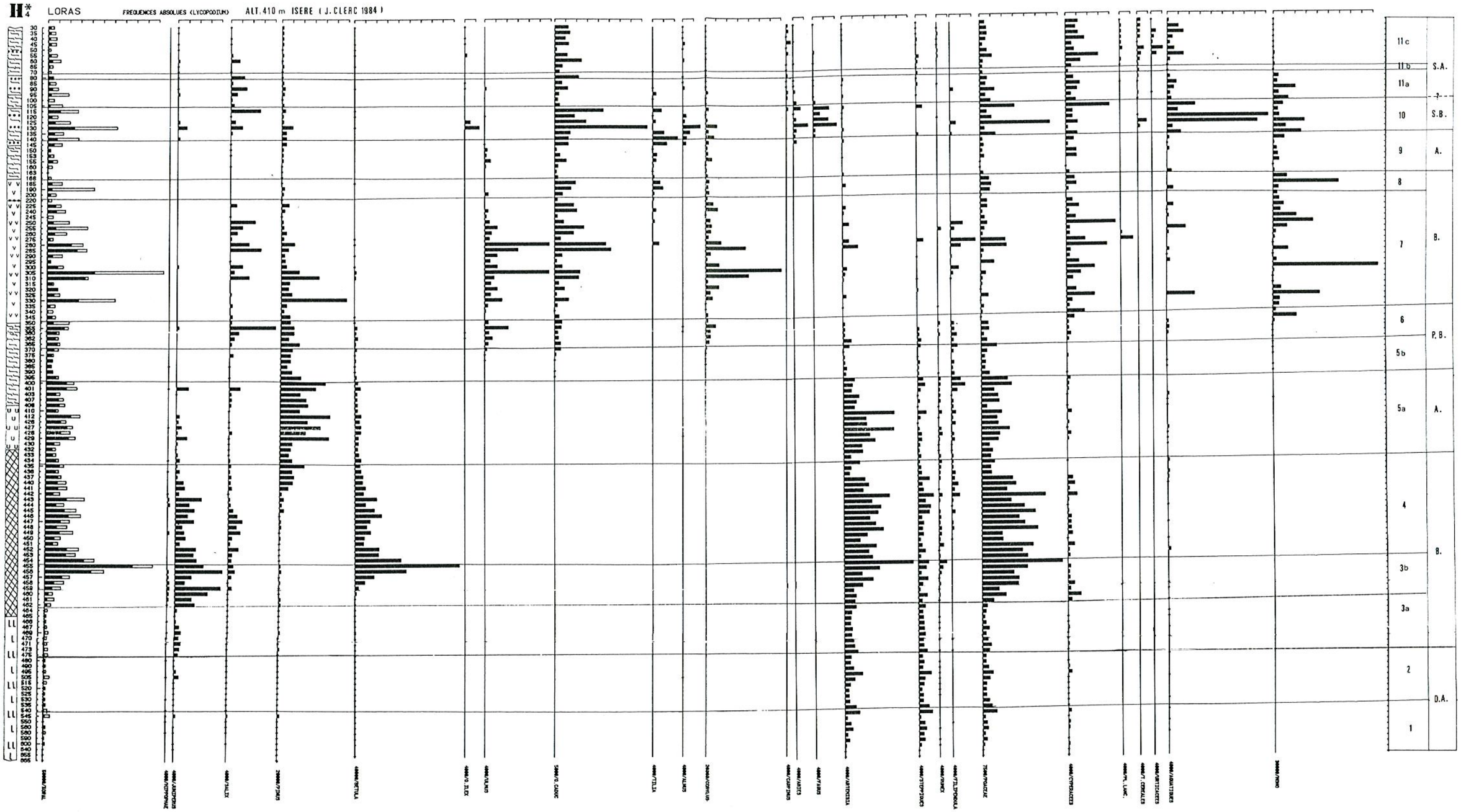

S.A.
S.B.
A.
B.
P.B.
A.
B.
12
11
10
9
8
7
6bis
6
5
4
3
2
1
4000/MONO
1000/AQUATIQUES
1000/HUMULUS
1000/CEREALES
1000/PL.LANCEOLATA
1000/CYPER.
1000/POACEAE
1000/FILIPENDULA
1000/RUMEX
1000/STEPPIQUES
1000/ARTEMISIA
1000/FAGUS
1000/ABIES
1000/CARPINUS
2000/CORYLUS
1000/ALNUS
1000/TILIA
1000/Q.CADUC
1000/ULMUS
1000/Q.ILEX
1000/BETULA
2000/PINUS
1000/SALIX
1000/JUNIPERUS
1000/HIPPOPHAE
5000/TOTAL
HIERES SUR AMBY
FREQUENCES ABSOLUES (VOLUMETRIQUES) ALT.212 m ISERE (J.CLERC 1986)

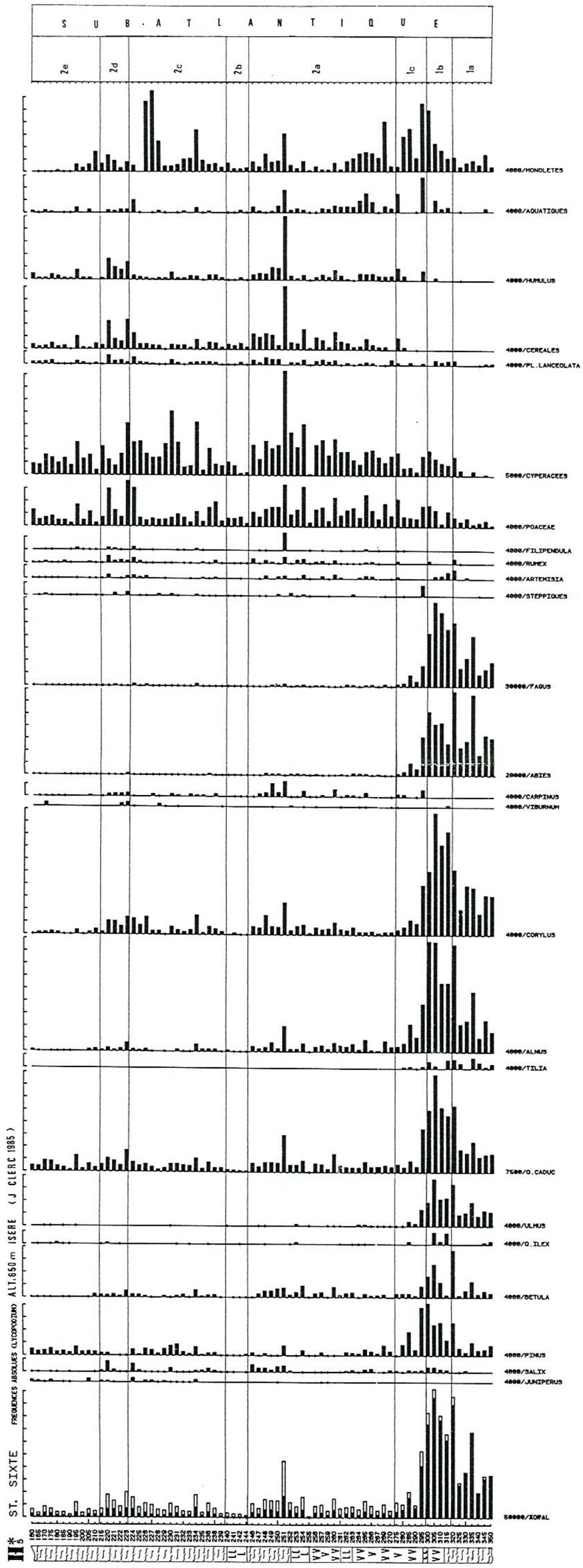
H_3

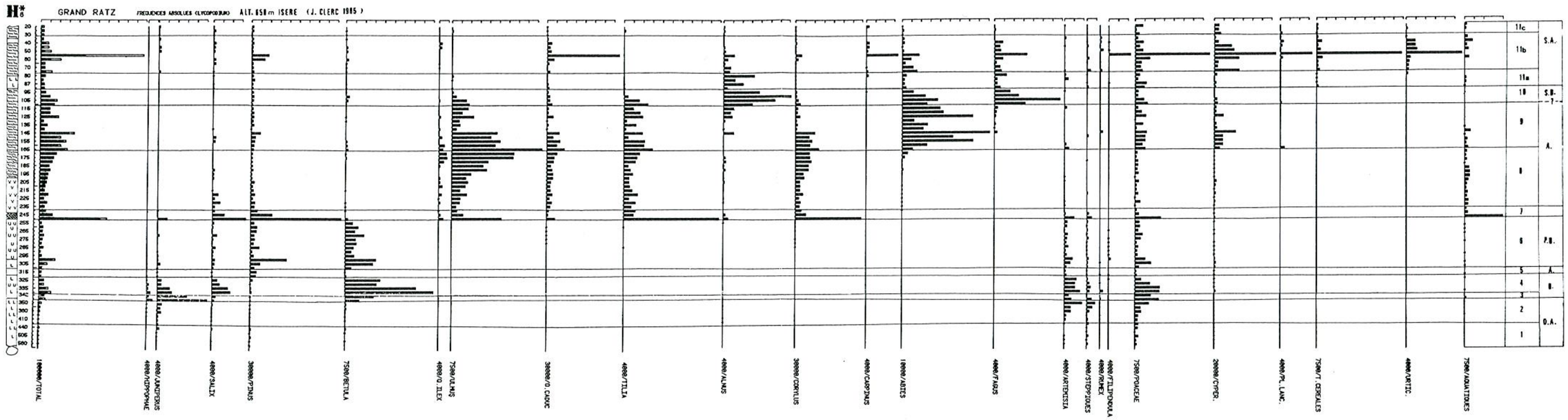

H4
LORAS
FREQUENCES ABSOLUES (VOLUMETRIQUES)
ALT. 410 m ISERE (J. CLERC 1984)
11c
11b
11a
10
9
8
7
6
5b
5a
4
3b
3a
2
1
S.A.
S.B.
A.
B.
P.B.
D.A.
20000/TOTAL
2000/HIPPOPHAE
4000/JUNIPERUS
2000/SALIX
10000/PINUS
20000/BETULA
2000/O. ILEX
2000/ALNUS
2000/O. CARVIC
2000/TILIA
2000/ALNUS
4000/CORYLUS
2000/CARPINUS
2000/ABIES
2000/FAGUS
4000/ARTEMISIA
2000/STEPHIOLES
2000/RUMEX
2000/FILIPENDULA
5000/POACEAE
2000/CYPER.
2000/PL. LANC.
2000/T. CEREALES
2000/ARTIC.
4000/AQUATIQUES
7500/MONO


H5
SAINT SIXTE
FREQUENCES ABSOLUES (VOLUMETRIQUES)
ALT. 650 m ISERE (J. CLERC 1985)
160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 238 239 240 241 242 244 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 259 260 261 262 263 264 265 266 267 269 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350
2e
2d
2c
2b
2a
1c
1b
1a
S U B A T L A N T I Q U E
1000/TOTAL
1000/A.P
200/JUNIPERUS
200/HIPPOPHAE
200/SALIX
200/PINUS
200/BETULA
200/Q.ILEX
200/ULMUS
200/Q.CADUC
200/ALNUS
200/TILIA
200/CORYLUS
200/CARPINUS
200/VIBURNUM
500/ABIES
500/FAGUS
200/STEPPIQUES
200/ARTEMISIA
200/RUMEX
200/FILIPENDULA
200/POACEAE
200/CYPER.
200/PL.LANCEOLATA
200/CEREALES
200/HUMULUS
200/AQUATIQUES
200/MONOLETES

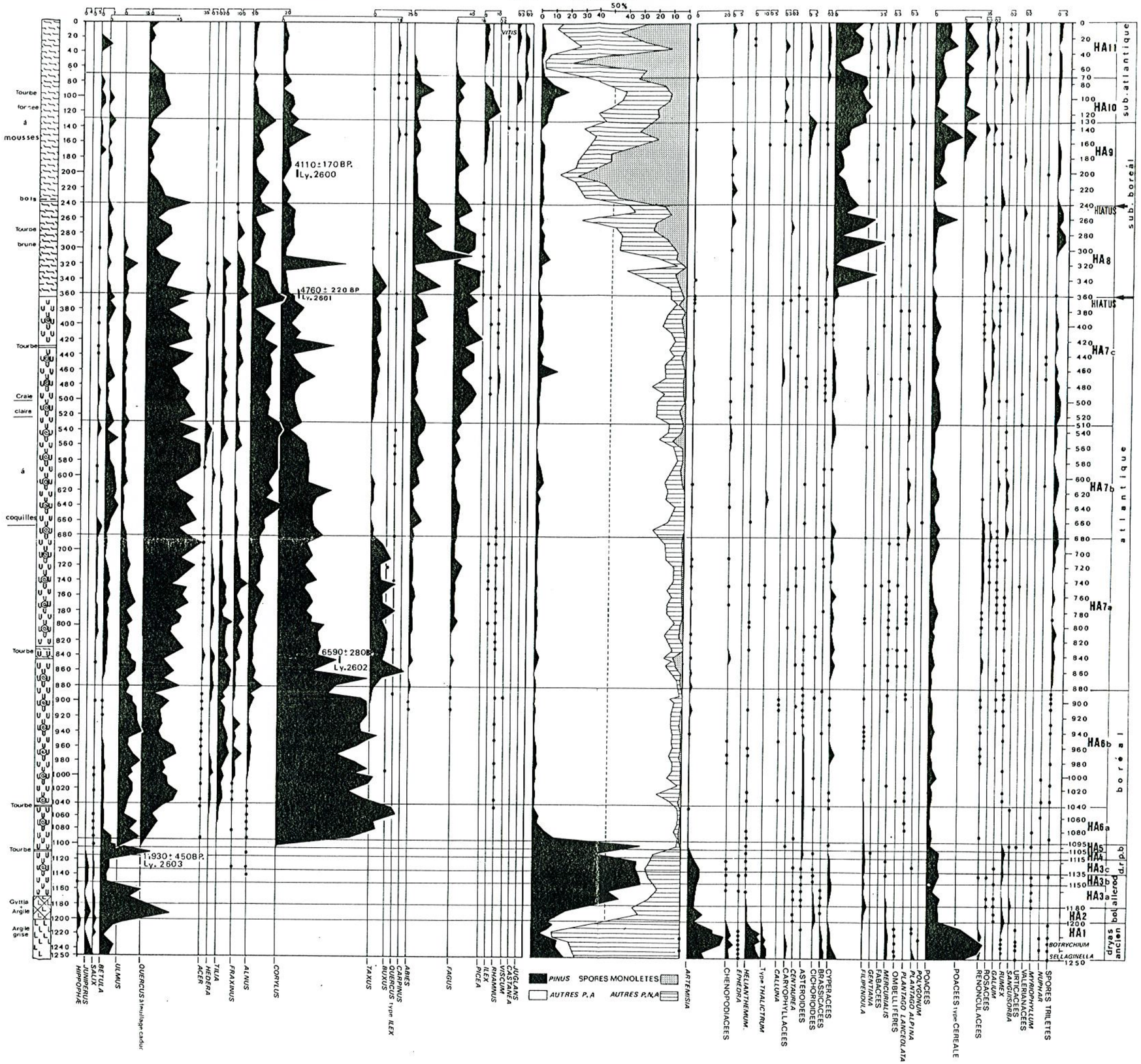

GRAND LEMPS III
FREQUENCES ABSOLUES (LYCOPODIUM) ALT.456 m ISERE (J.CLERC 1986)
S.A.
A.
B.
9
4
3
2
1
4000/MONOLETES
4000/AQUATIQUES
4000/URTICACEES
4000/CEREALES
4000/PL.LANCEOLATA
4000/CYPERACEES
4000/POACEAE
4000/FILIPENDULA
4000/RUMEX
4000/STEPPIQUES
4000/ARTEMISIA
4000/FAGUS
4000/ABIES
4000/CARPINUS
20000/CORYLUS
4000/ALNUS
4000/TILIA
7500/Q.CADUC
7500/ULMUS
4000/Q.ILEX
4000/BETULA
4000/PINUS
4000/SALIX
4000/JUNIPERUS
50000/TOTAL


H* 4
LORAS
FREQUENCES ABSOLUES (LYCOPODIUM)
ALT.410 m ISERE (J.CLERC 1984)
11c
11b
11a
10
9
8
7
6
5b
5a
4
3b
3a
2
1
S.A.
S.B.
A.
B.
P.B.
A.
B.
D.A.

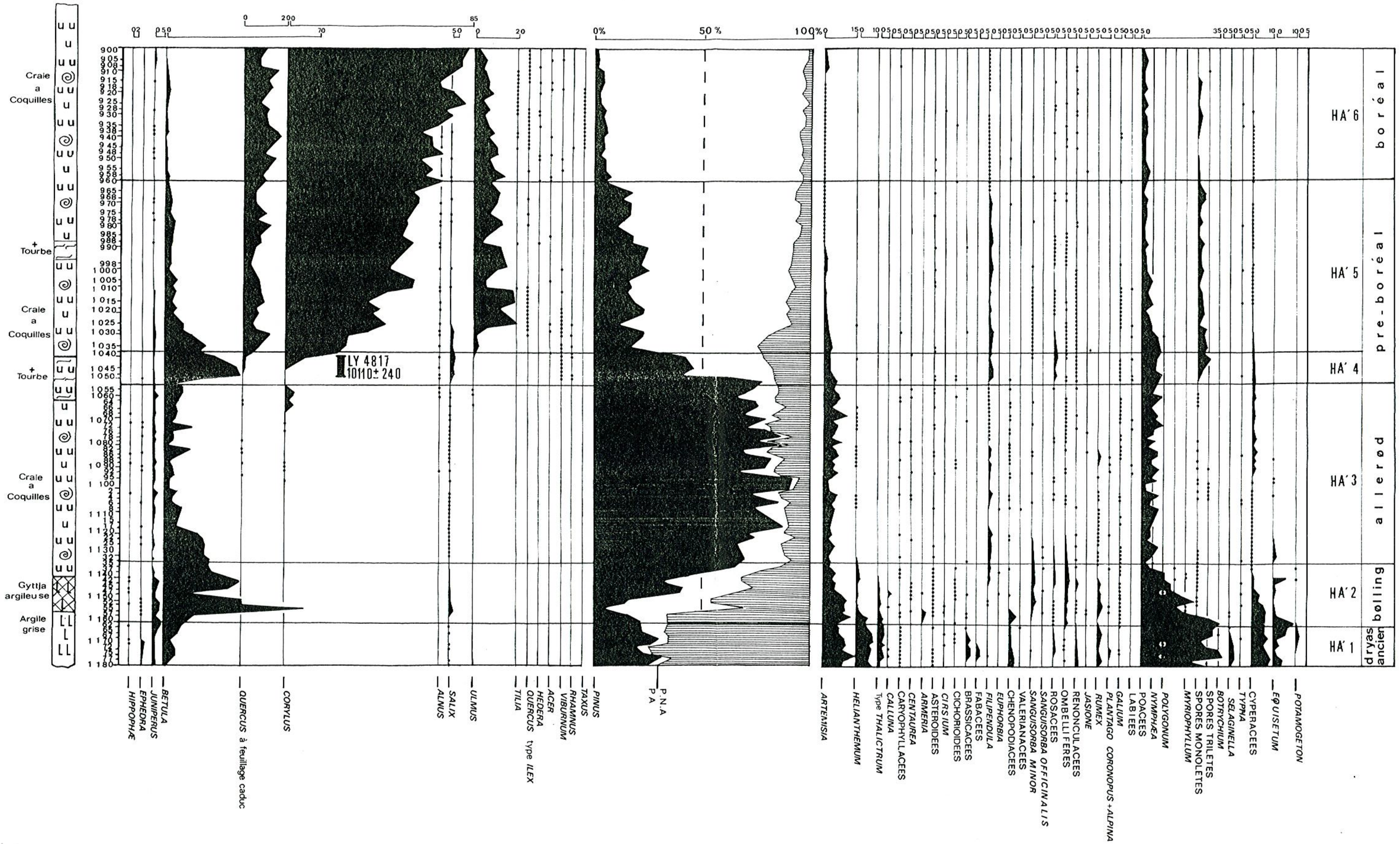

S U B - A T L A N T I Q U E
2e
2d
2c
2b
2a
1c
1b
1a
4000/MONOLETES
4000/AQUATIQUES
4000/HUMULUS
4000/CEREALES
4000/PL.LANCEOLATA
5000/CYPERACEES
4000/POACEAE
4000/FILIPENDULA
4000/RUMEX
4000/ARTEMISIA
4000/STEPPIQUES
30000/FAGUS
20000/ABIES
4000/CARPINUS
4000/VIBURNUM
4000/CORYLUS
4000/ALNUS
4000/TILIA
7500/Q.CADUC
4000/ULMUS
4000/Q.ILEX
4000/BETULA
4000/PINUS
4000/SALIX
4000/JUNIPERUS
50000/XEROAL
ST. SIXTE
FREQUENCES ABSOLUES (LYCOPODIUM)
ALT.650m ISERE (J CLERC 1985)

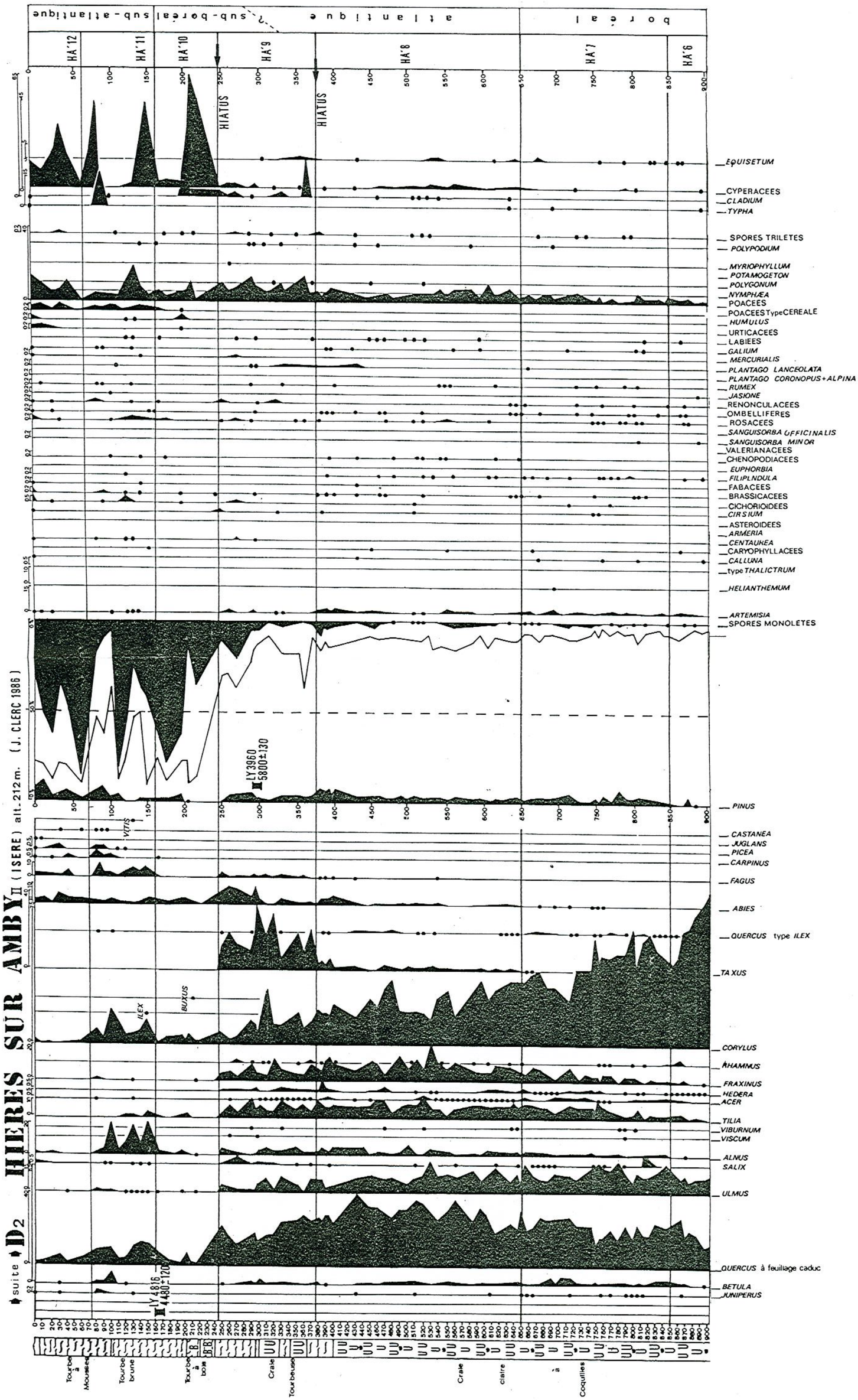

GRAND RATZ
FREQUENCES ABSOLUES (LYCOPODIUM)
ALT. 650 m ISERE (J. CLERC 1985)
11c
11b
11a
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
S.A.
S.B.
A.
P.B.
A.
B.
D.A.
100000/TOTAL
4000/JUNIPERUS
4000/HIPPOPHAE
4000/SALIX
30000/PINUS
7500/BETULA
7500/ULMUS
4000/O. ILEX
30000/O. CADUC
4000/TILIA
4000/ALNUS
30000/CORYLUS
4000/CARPINUS
10000/ABIES
4000/FAGUS
4000/ARTEMISIA
4000/STEPPIQUES
4000/RUMEX
4000/FILIPENDULA
7500/POACEAE
20000/CYPER.
4000/PL. LANC.
7500/T. CEREALES
4000/URTIC.
7500/AQUATIQUES

D1 HIERES SUR AMBY ISERE ALT. 212 m (J. CLERC 1980)

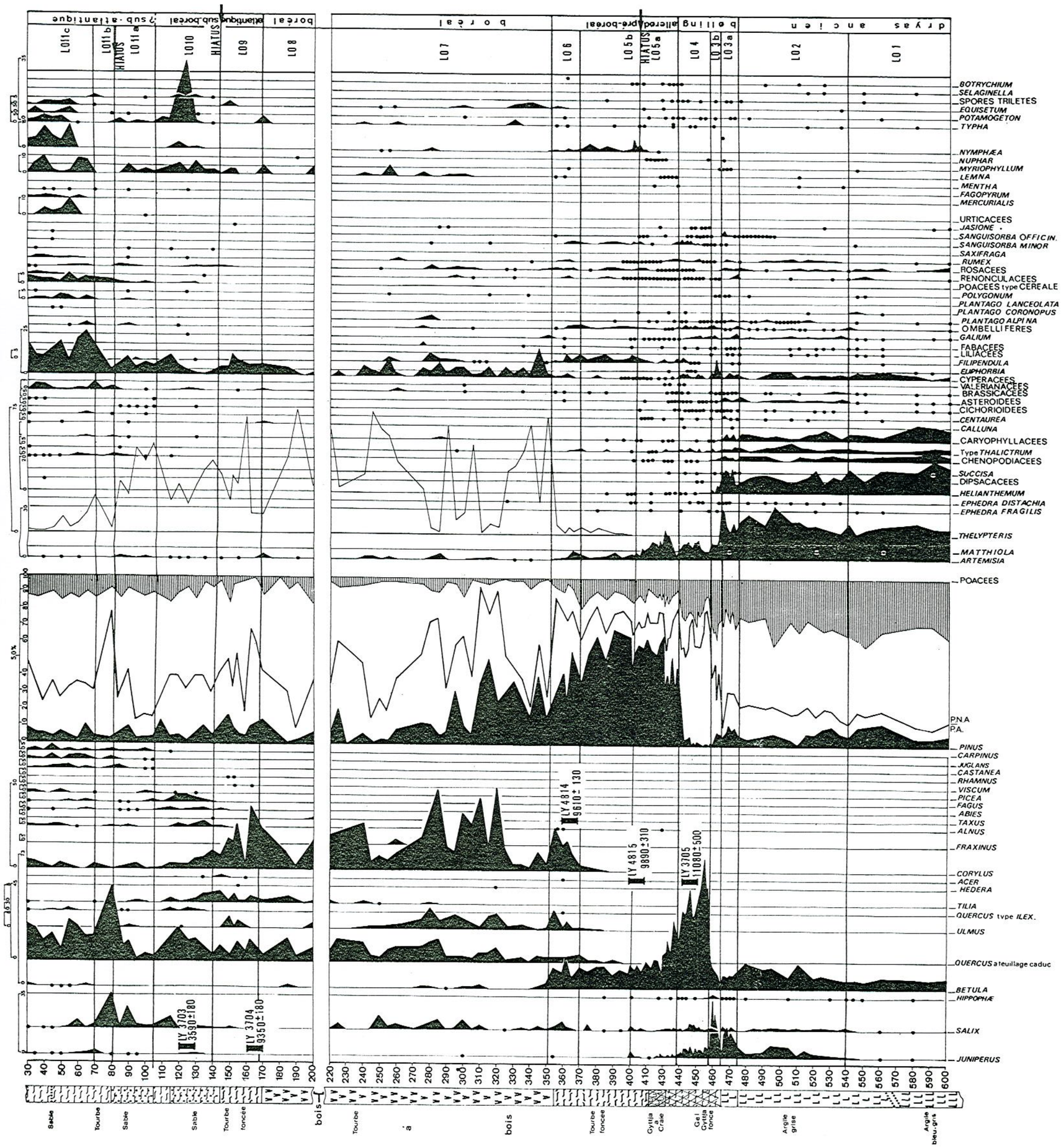


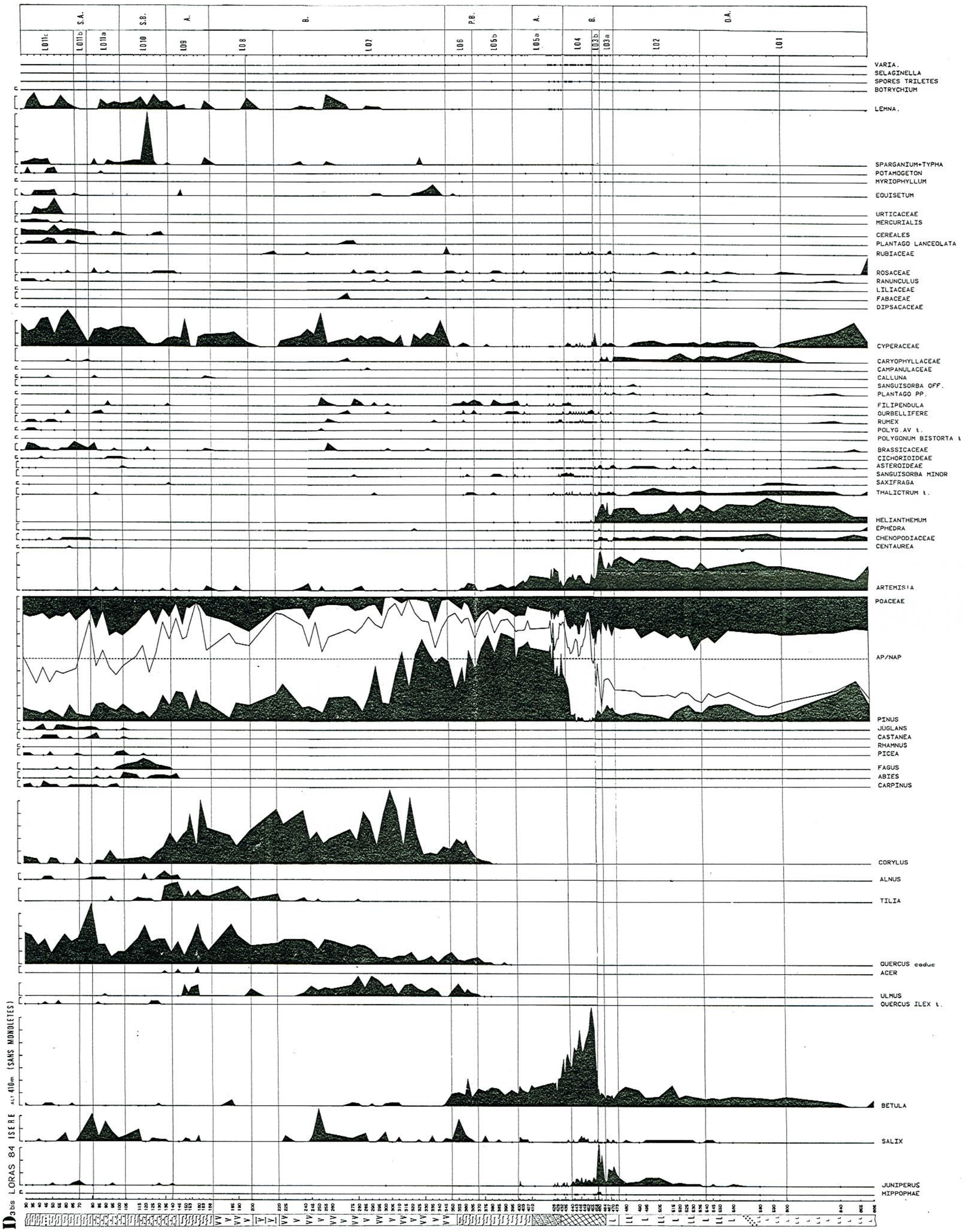
D2 HIERES SUR AMBY II (ISERE) alt. 212 m. (J.CLERC 1986)

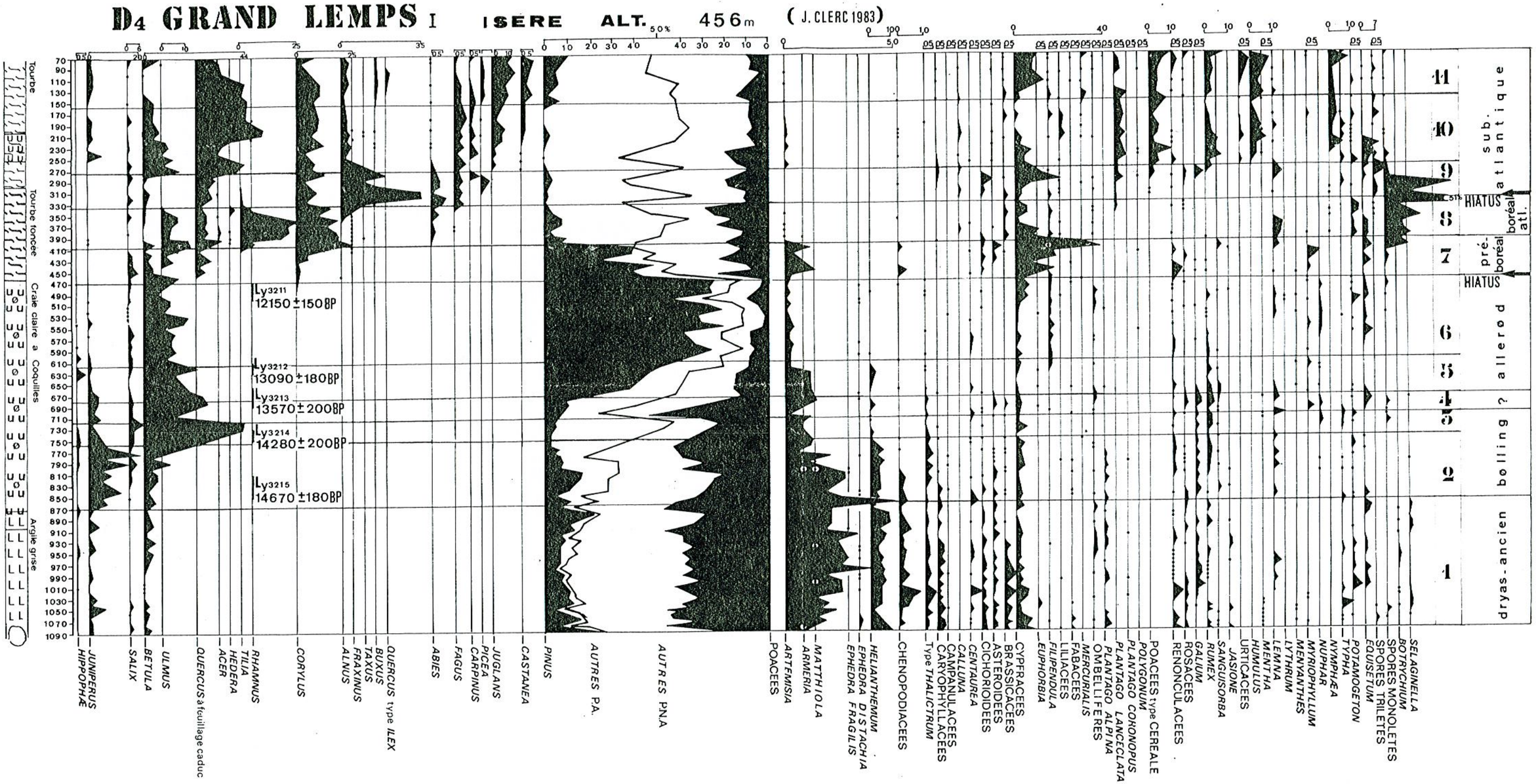


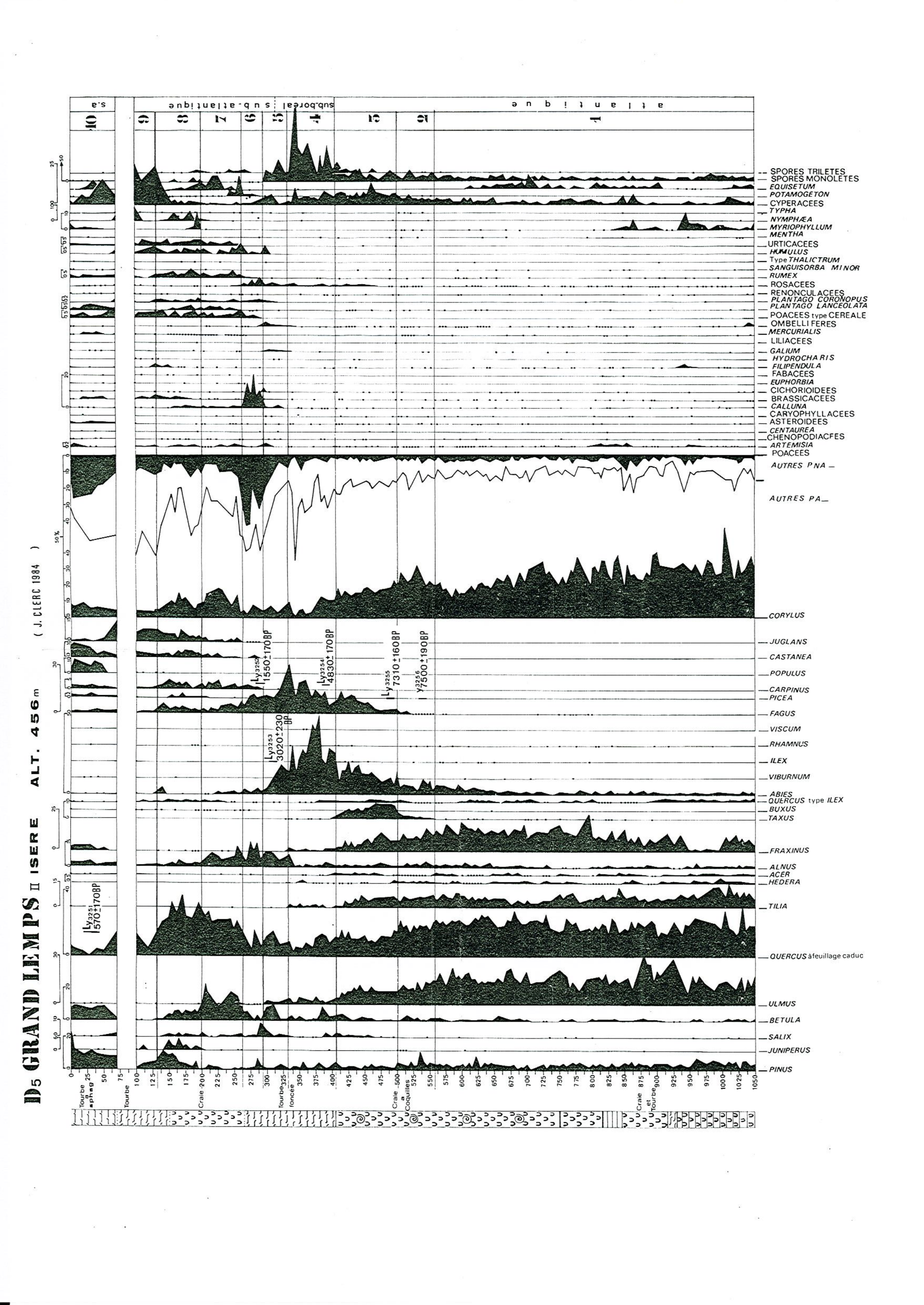

suite D2 HIERES SUR AMBY II (ISERE) alt. 212 m. (J. CLERC 1986)
sub-atlantique
sub-boréal
atlantique
boréal
HA'12
HA'11
HA'10
HA'9
HA'8
HA'7
HA'6
HIATUS
HIATUS
LY 3960
5880±130
LY 4816
4480±120
EQUISETUM
CYPERACEES
CLADIUM
TYPHA
SPORES TRILETES
POLYPODIUM
MYRIOPHYLLUM
POTAMOGETON
POLYGONUM
NYMPHÆA
POACEES
POACEES Type CEREALE
HUMULUS
URTICACEES
LABIEES
GALIUM
MERCURIALIS
PLANTAGO LANCEOLATA
PLANTAGO CORONOPUS+ALPINA
RUMEX
JASIONE
RENONCULACEES
OMBELLIFERES
ROSACEES
SANGUISORBA OFFICINALIS
SANGUISORBA MINOR
VALERIANACEES
CHENOPODIACEES
EUPHORBIA
FILIPENDULA
FABACEES
BRASSICACEES
CICHORIOIDEES
CIRSIUM
ASTEROIDEES
ARMERIA
CENTAUREA
CARYOPHYLLACEES
CALLUNA
type THALICTRUM
HELIANTHEMUM
ARTEMISIA
SPORES MONOLETES
PINUS
CASTANEA
JUGLANS
PICEA
CARPINUS
FAGUS
ABIES
QUERCUS type ILEX
TAXUS
CORYLUS
RHAMNUS
FRAXINUS
HEDERA
ACER
TILIA
VIBURNUM
VISCUM
ALNUS
SALIX
ULMUS
QUERCUS à feuillage caduc
BETULA
JUNIPERUS
VITIS
ILEX
BUXUS
Tourbe à Mousses
Tourbe brune
Tourbe à bois
Craie Tourbeuse
Craie claire à Coquilles

D3 LORAS ISERE ALT. 410m. (J. CLERC 1984)

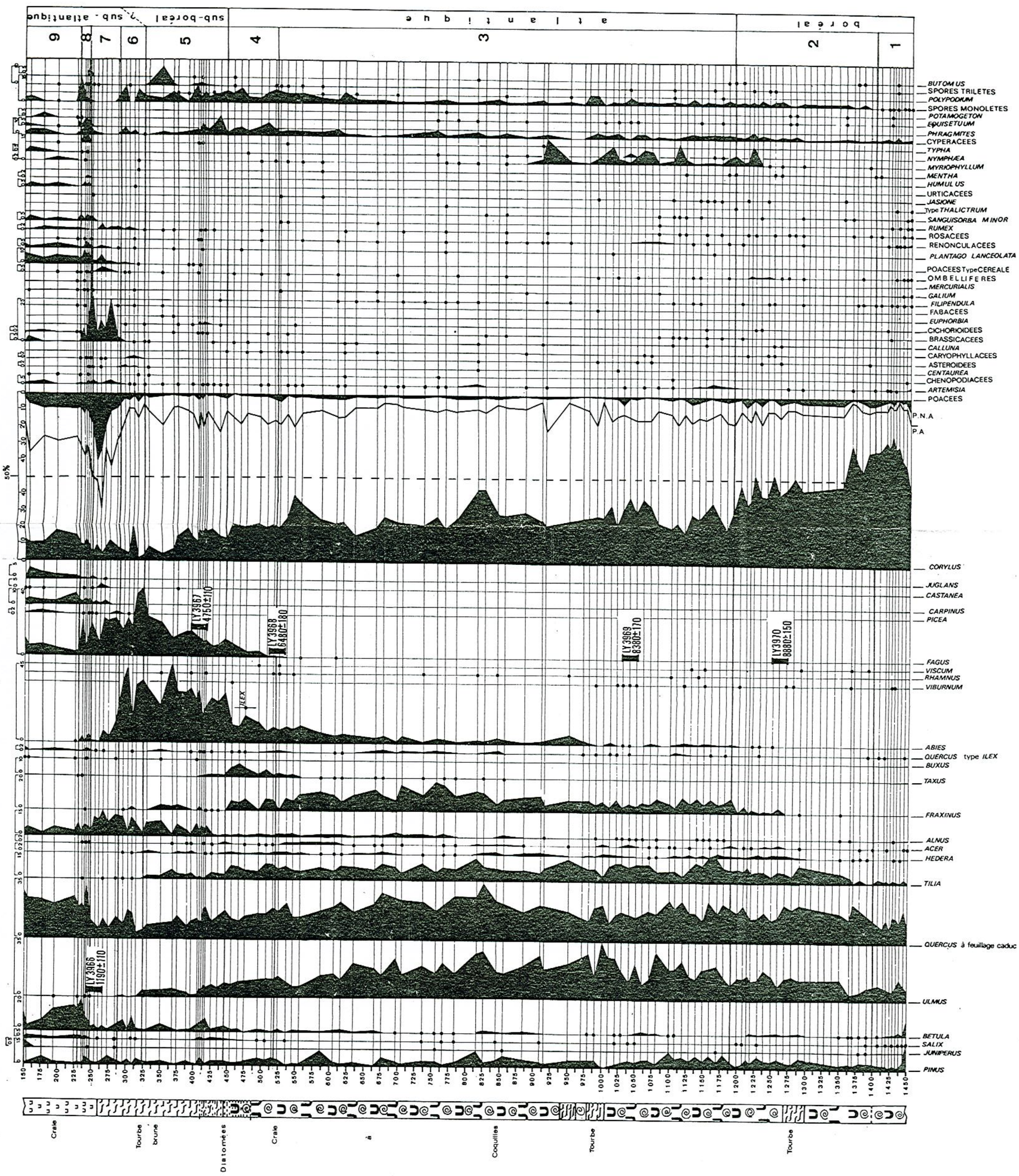


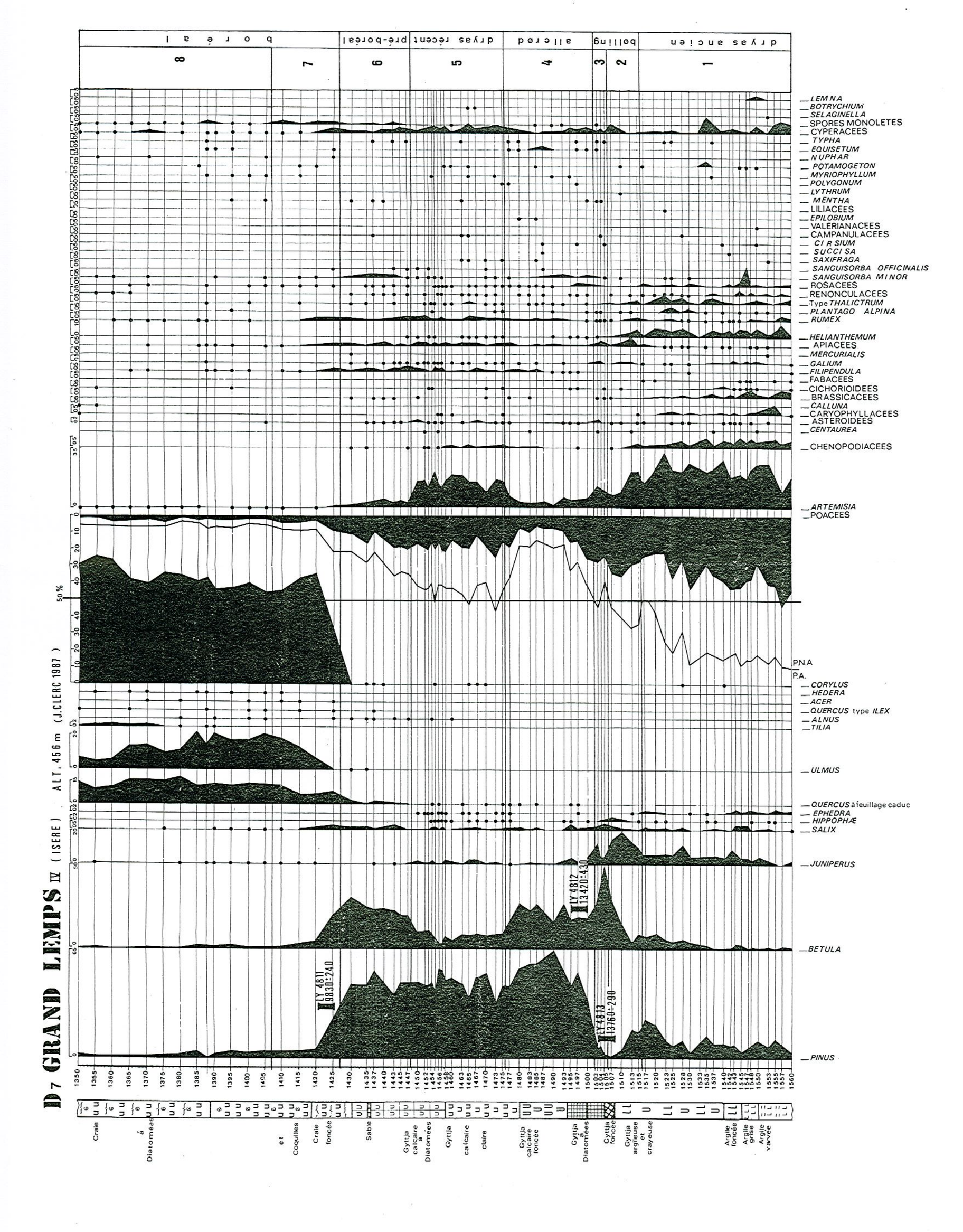

S.A.
S.B.
A.
B.
P.B.
A.
B.
D.A.
L011c
L011b
L011a
L010
L09
L08
L07
L06
L05b
L05a
L04
L03b
L03a
L02
L01
VARIA.
SELAGINELLA
SPORES TRILETES
BOTRYCHIUM
LEMNA.
SPARGANIUM+TYPHA
POTAMOGETON
MYRIOPHYLLUM
EQUISETUM
URTICACEAE
MERCURIALIS
CEREALES
PLANTAGO LANCEOLATA
RUBIACEAE
ROSACEAE
RANUNCULUS
LILIACEAE
FABACEAE
DIPSACACEAE
CYPERACEAE
CARYOPHYLLACEAE
CAMPANULACEAE
CALLUNA
SANGUISORBA OFF.
PLANTAGO PP.
FILIPENDULA
OURBELLIFERE
RUMEX
POLYG.AV t.
POLYGONUM BISTORTA t
BRASSICACEAE
CICHORIOIDEAE
ASTEROIDEAE
SANGUISORBA MINOR
SAXIFRAGA
THALICTRUM t.
HELIANTHEMUM
EPHEDRA
CHENOPODIACEAE
CENTAUREA
ARTEMISIA
POACEAE
AP/NAP
PINUS
JUGLANS
CASTANEA
RHAMNUS
PICEA
FAGUS
ABIES
CARPINUS
CORYLUS
ALNUS
TILIA
QUERCUS caduc
ACER
ULMUS
QUERCUS ILEX t.
BETULA
SALIX
JUNIPERUS
HIPPOPHAE
LORAS 84 ISERE ALT 410m (SANS MONOLETES)
D3bis

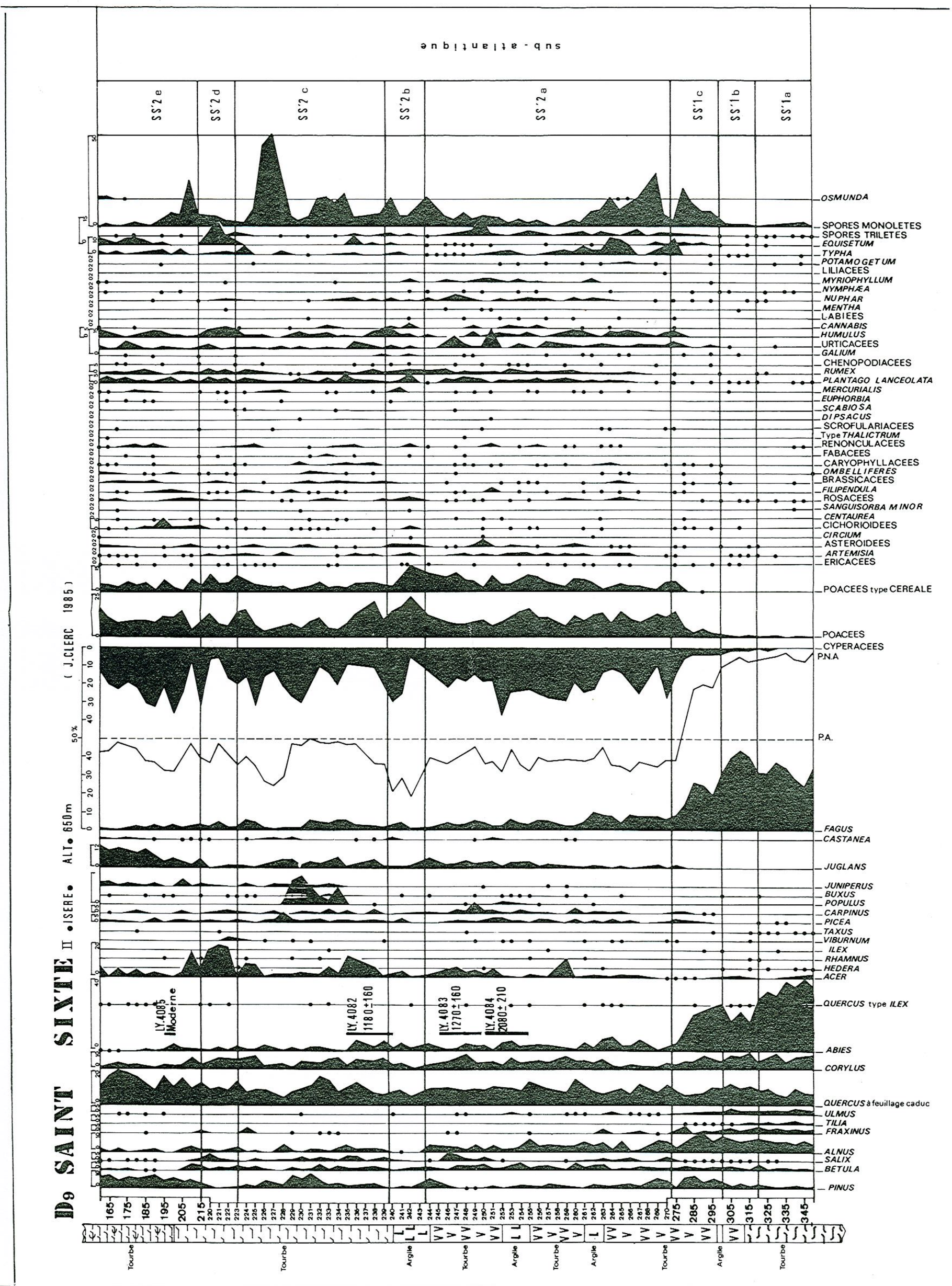

D4 GRAND LEMPS I ISERE ALT. 456m (J. CLERC 1983)
Tourbe
Tourbe foncée
Craie claire a Coquilles
Argile grise
Ly3211 12150±150BP
Ly3212 13090±180BP
Ly3213 13570±200BP
Ly3214 14280±200BP
Ly3215 14670±180BP
HIATUS
HIATUS
sub. atlantique
boréal atl.
pré-boréal
allerød
bolling
dryas-ancien
JUNIPERUS
HIPPOPHAE
SALIX
BETULA
ULMUS
QUERCUS à feuillage caduc
ACER
HEDERA
TILIA
RHAMNUS
CORYLUS
ALNUS
FRAXINUS
TAXUS
BUXUS
QUERCUS type ILEX
ABIES
FAGUS
CARPINUS
PICEA
JUGLANS
CASTANEA
PINUS
AUTRES P.A.
AUTRES P.N.A.
POACEES
ARTEMISIA
ARMERIA
MATTHIOLA
EPHEDRA FRAGILIS
EPHEDRA DISTACHIA
HELIANTHEMUM
CHENOPODIACEES
Type THALICTRUM
CARYOPHYLLACEES
CAMPANULACEES
CALLUNA
CENTAUREA
CICHORIOIDEES
ASTEROIDEES
BRASSICACEES
CYPERACEES
EUPHORBIA
FILIPENDULA
LILIACEES
FABACEES
MERCURIALIS
OMBELLIFERES
PLANTAGO ALPINA
PLANTAGO LANCECLATA
PLANTAGO CORONOPUS
POLYGONUM
POACEES type CEREALE
RENONCULACEES
ROSACEES
GALIUM
RUMEX
SANGUISORBA
JASIONE
URTICACEES
HUMULUS
MENTHA
LEMNA
LYTHRUM
MENYANTHES
MYRIOPHYLLUM
NUPHAR
NYMPHAEA
TYPHA
POTAMOGETON
EQUISETUM
SPORES TRILETES
SPORES MONOLETES
BOTRYCHIUM
SELAGINELLA


D5 GRAND LEMPS II ISERE ALT. 456 m
(J. CLERC 1984)
s.a
sub-atlantique
sub-boréal
atlantique
SPORES TRILETES
SPORES MONOLETES
EQUISETUM
POTAMOGETON
CYPERACEES
TYPHA
NYMPHÆA
MYRIOPHYLLUM
MENTHA
URTICACEES
HUMULUS
Type THALICTRUM
SANGUISORBA MINOR
RUMEX
ROSACEES
RENONCULACEES
PLANTAGO CORONOPUS
PLANTAGO LANCEOLATA
POACEES type CEREALE
OMBELLIFERES
MERCURIALIS
LILIACEES
GALIUM
HYDROCHARIS
FILIPENDULA
FABACEES
EUPHORBIA
CICHORIOIDEES
BRASSICACEES
CALLUNA
CARYOPHYLLACEES
ASTEROIDEES
CENTAUREA
CHENOPODIACFES
ARTEMISIA
POACEES
AUTRES PNA
AUTRES PA
CORYLUS
JUGLANS
CASTANEA
POPULUS
CARPINUS
PICEA
FAGUS
VISCUM
RHAMNUS
ILEX
VIBURNUM
ABIES
QUERCUS type ILEX
BUXUS
TAXUS
FRAXINUS
ALNUS
ACER
HEDERA
TILIA
QUERCUS à feuillage caduc
ULMUS
BETULA
SALIX
JUNIPERUS
PINUS
Ly3251 570±170BP
Ly3252 1550±170BP
Ly3253 3020±230 BP
Ly3254 4830±170BP
Ly3255 7310±160BP
Ly3256 7500±190BP
Tourbe à phrag
Tourbe
Craie
Tourbe foncée
Craie à Coquilles
Craie et Tourbe

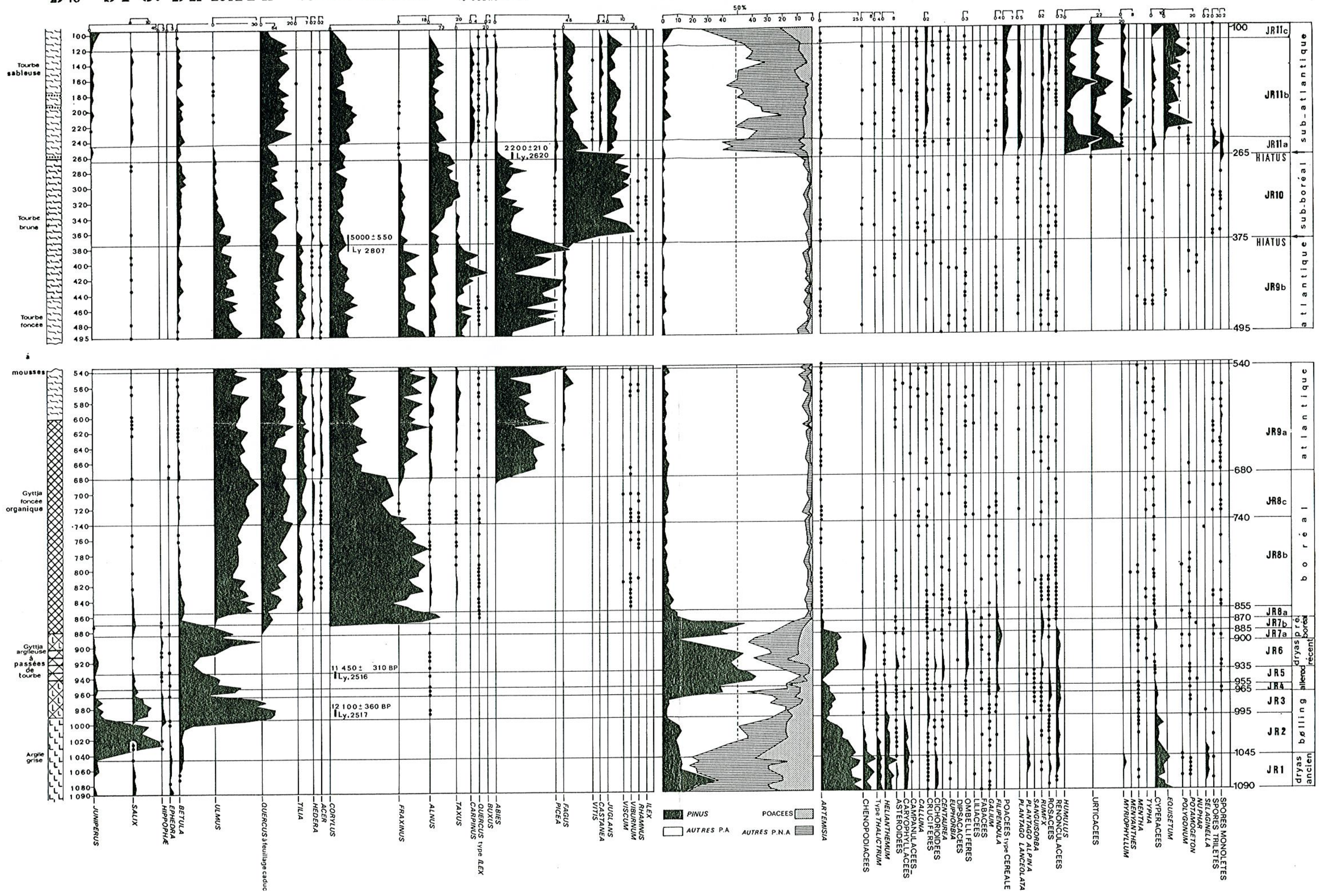
D6 GRAND LEMPS III ISERE ALT 456 m. (J.CLERC 1986)




D7 GRAND LEMPS IV (ISERE) ALT. 456 m (J.CLERC 1987)
boréal
pré-boréal
dryas récent
alleröd
bolling
dryas ancien
8
7
6
5
4
3
2
1
LEMNA
BOTRYCHIUM
SELAGINELLA
SPORES MONOLETES
CYPERACEES
TYPHA
EQUISETUM
NUPHAR
POTAMOGETON
MYRIOPHYLLUM
POLYGONUM
LYTHRUM
MENTHA
LILIACEES
EPILOBIUM
VALERIANACEES
CAMPANULACEES
CIRSIUM
SUCCISA
SAXIFRAGA
SANGUISORBA OFFICINALIS
SANGUISORBA MINOR
ROSACEES
RENONCULACEES
Type THALICTRUM
PLANTAGO ALPINA
RUMEX
HELIANTHEMUM
APIACEES
MERCURIALIS
GALIUM
FILIPENDULA
FABACEES
CICHORIOIDEES
BRASSICACEES
CALLUNA
CARYOPHYLLACEES
ASTEROIDEES
CENTAUREA
CHENOPODIACEES
ARTEMISIA
POACEES
50 %
P.N.A
P.A.
CORYLUS
HEDERA
ACER
QUERCUS type ILEX
ALNUS
TILIA
ULMUS
QUERCUS à feuillage caduc
EPHEDRA
HIPPOPHAE
SALIX
JUNIPERUS
BETULA
PINUS
LY 4811
9830±240
LY 4812
13420±430
LY 4813
13760±290
Craie à Diatomées
Craie et Coquilles
Craie foncée
Sable
Gyttja calcaire à Diatomées
Gyttja calcaire claire
Gyttja calcaire foncée
Gyttja à Diatomées
Gyttja foncée
Gyttja argileuse et crayeuse
Argile foncée
Argile grise
Argile varvée

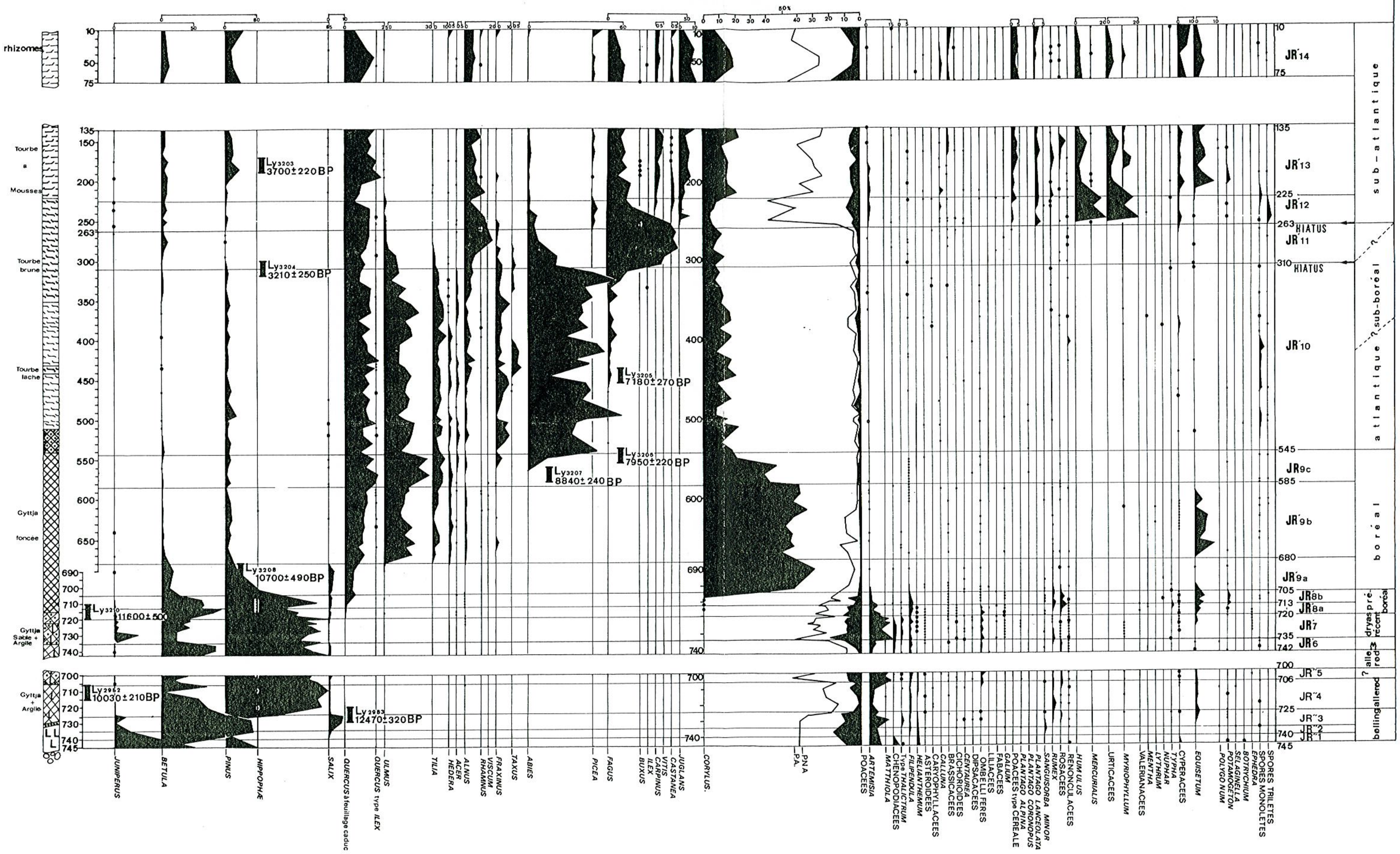

Do SAINT SIX'TE II • ISERE • ALT. 650m (J.CLERC 1985)
sub-atlantique
SS'2e
SS'2d
SS'2c
SS'2b
SS'2a
SS'1c
SS'1b
SS'1a
OSMUNDA
SPORES MONOLETES
SPORES TRILETES
EQUISETUM
TYPHA
POTAMOGETUM
LILIACEES
MYRIOPHYLLUM
NYMPHÆA
NUPHAR
MENTHA
LABIEES
CANNABIS
HUMULUS
URTICACEES
GALIUM
CHENOPODIACEES
RUMEX
PLANTAGO LANCEOLATA
MERCURIALIS
EUPHORBIA
SCABIOSA
DIPSACUS
SCROFULARIACEES
Type THALICTRUM
RENONCULACEES
FABACEES
CARYOPHYLLACEES
OMBELLIFERES
BRASSICACEES
FILIPENDULA
ROSACEES
SANGUISORBA MINOR
CENTAUREA
CICHORIOIDEES
CIRCIUM
ASTEROIDEES
ARTEMISIA
ERICACEES
POACEES type CEREALE
POACEES
CYPERACEES
P.N.A
P.A.
50%
FAGUS
CASTANEA
JUGLANS
JUNIPERUS
BUXUS
POPULUS
CARPINUS
PICEA
TAXUS
VIBURNUM
ILEX
RHAMNUS
HEDERA
ACER
QUERCUS type ILEX
ABIES
CORYLUS
QUERCUS à feuillage caduc
ULMUS
TILIA
FRAXINUS
ALNUS
SALIX
BETULA
PINUS
LY.4085 Moderne
LY.4082 1180±160
LY.4083 1270±160
LY.4084 2080±210
Tourbe
Argile

D10 ST J. DE RATZ ISERE ALT. 650m (J.CLERC 1983)

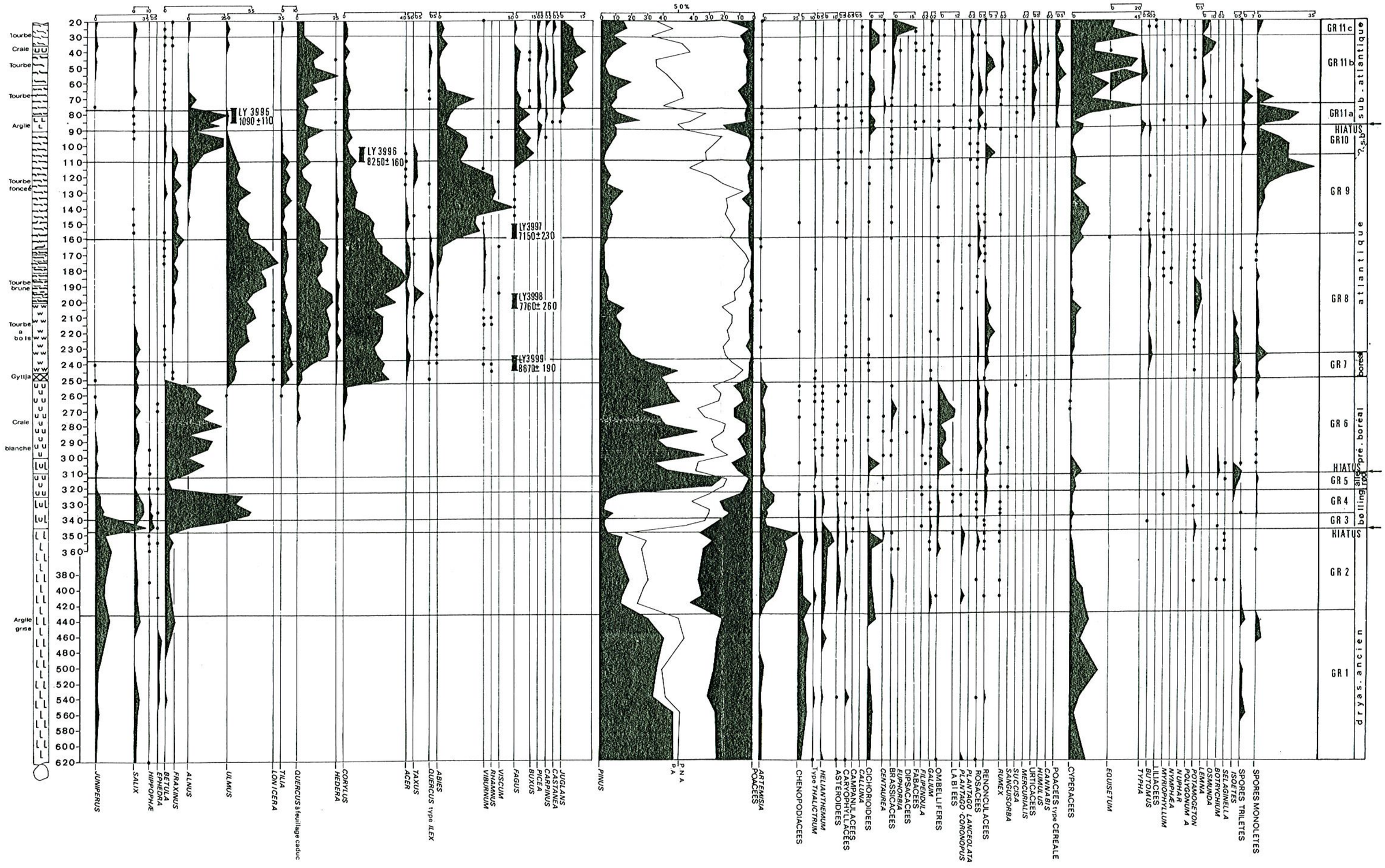


D11 ST JULIEN DE RATZ

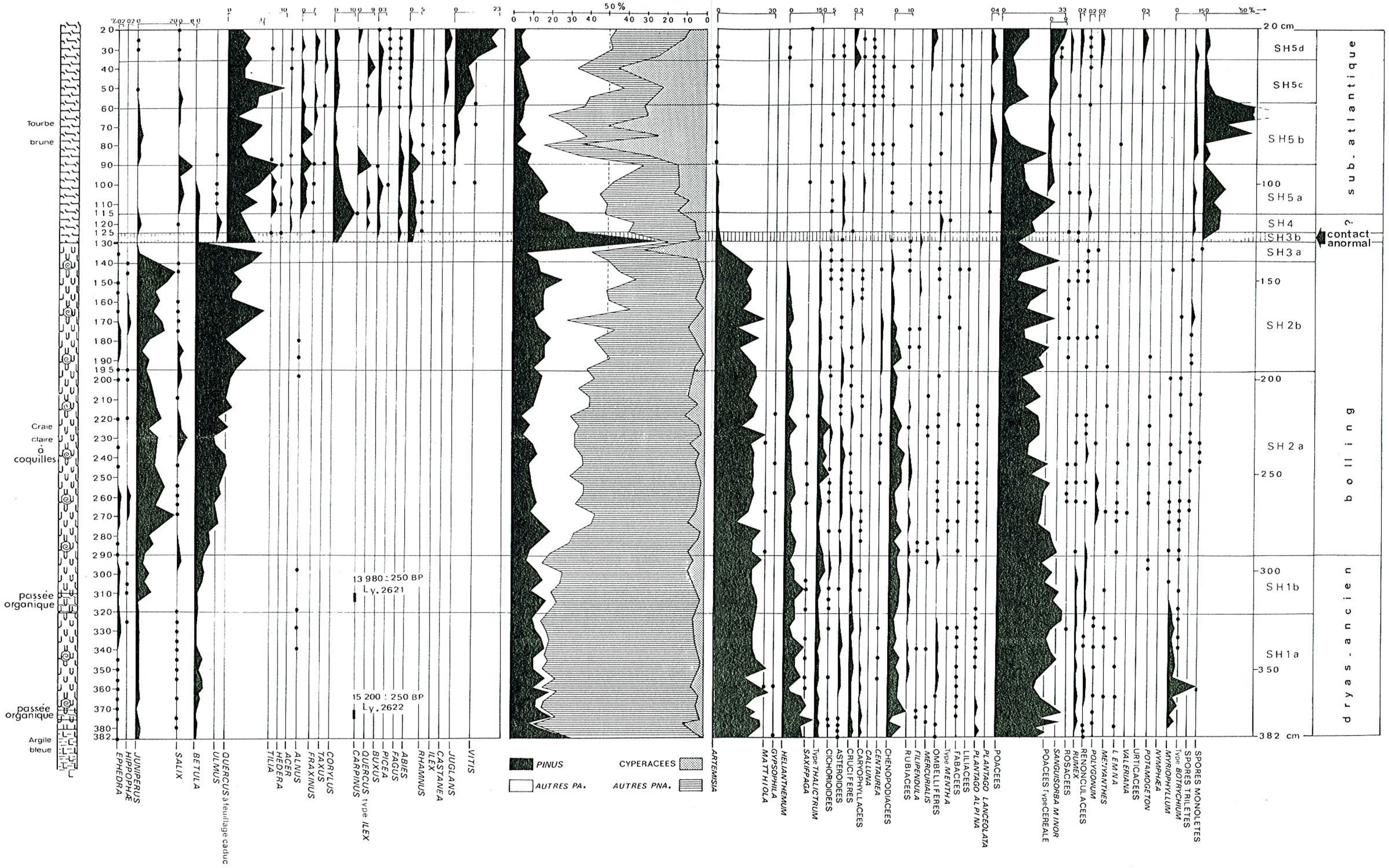
ISERE ALT. 650 m. (J. CLERC 1984)

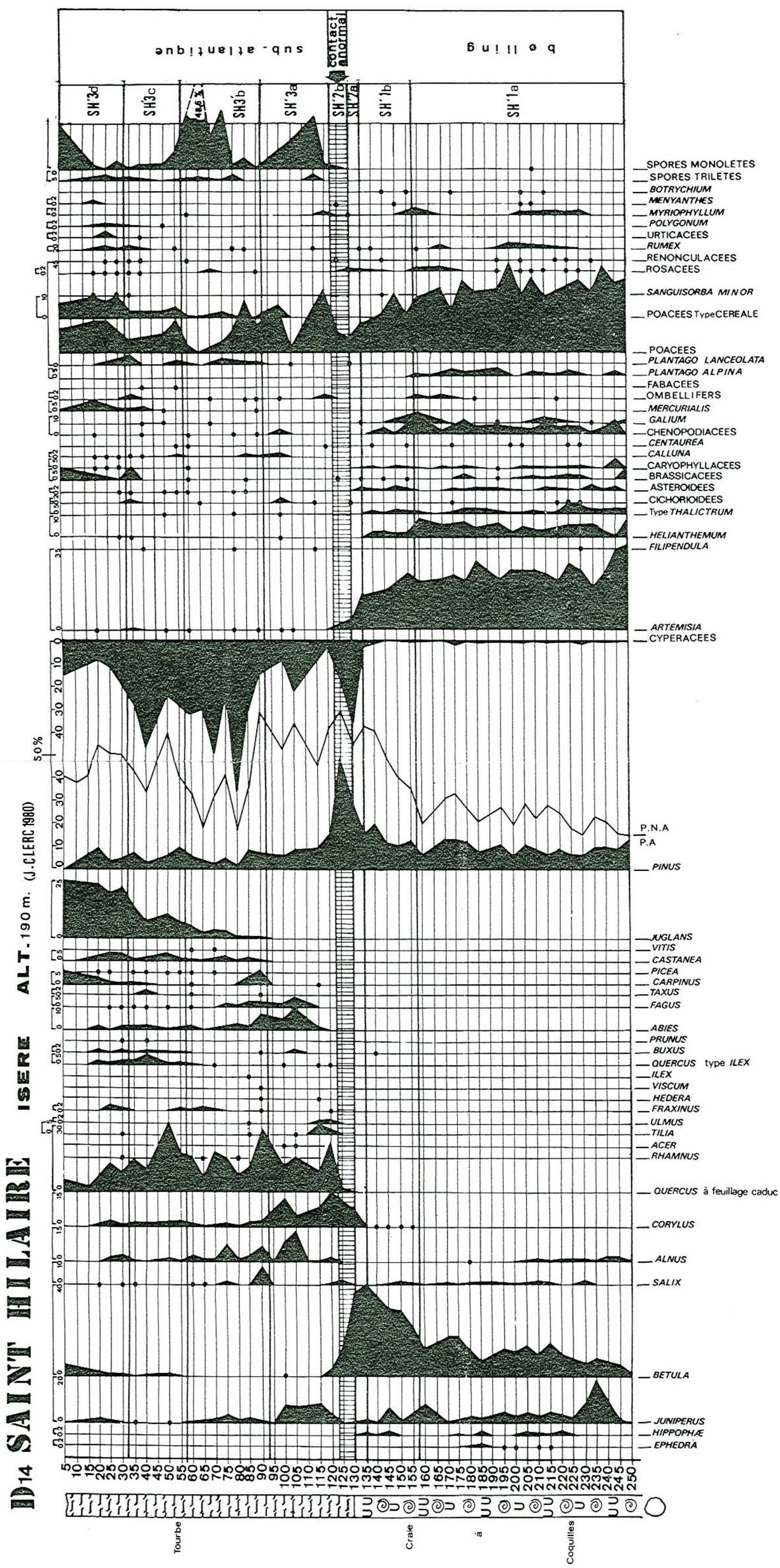


D12 GRAND RATZ ISERE ALT. 650m. (J. CLERC 1985)

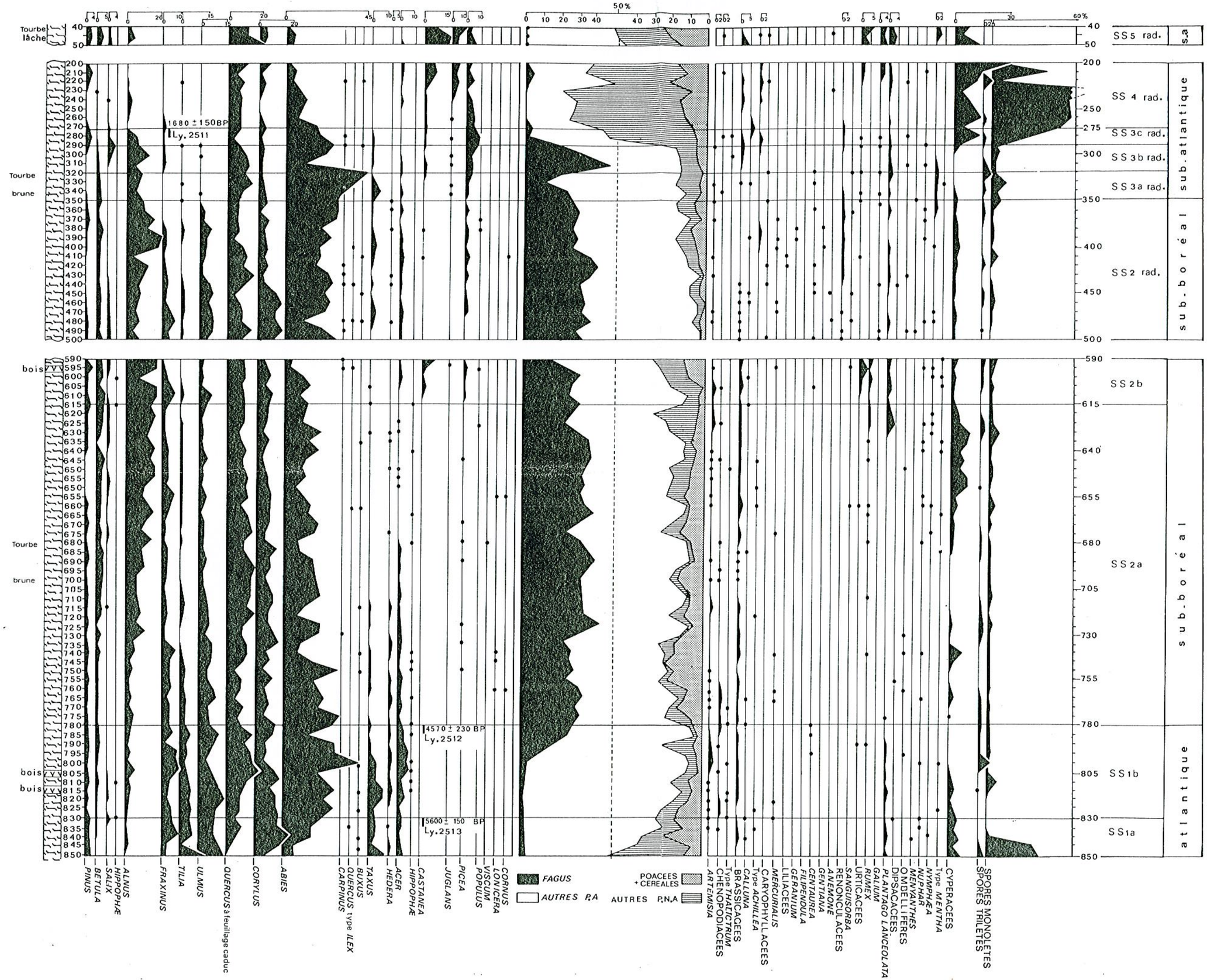


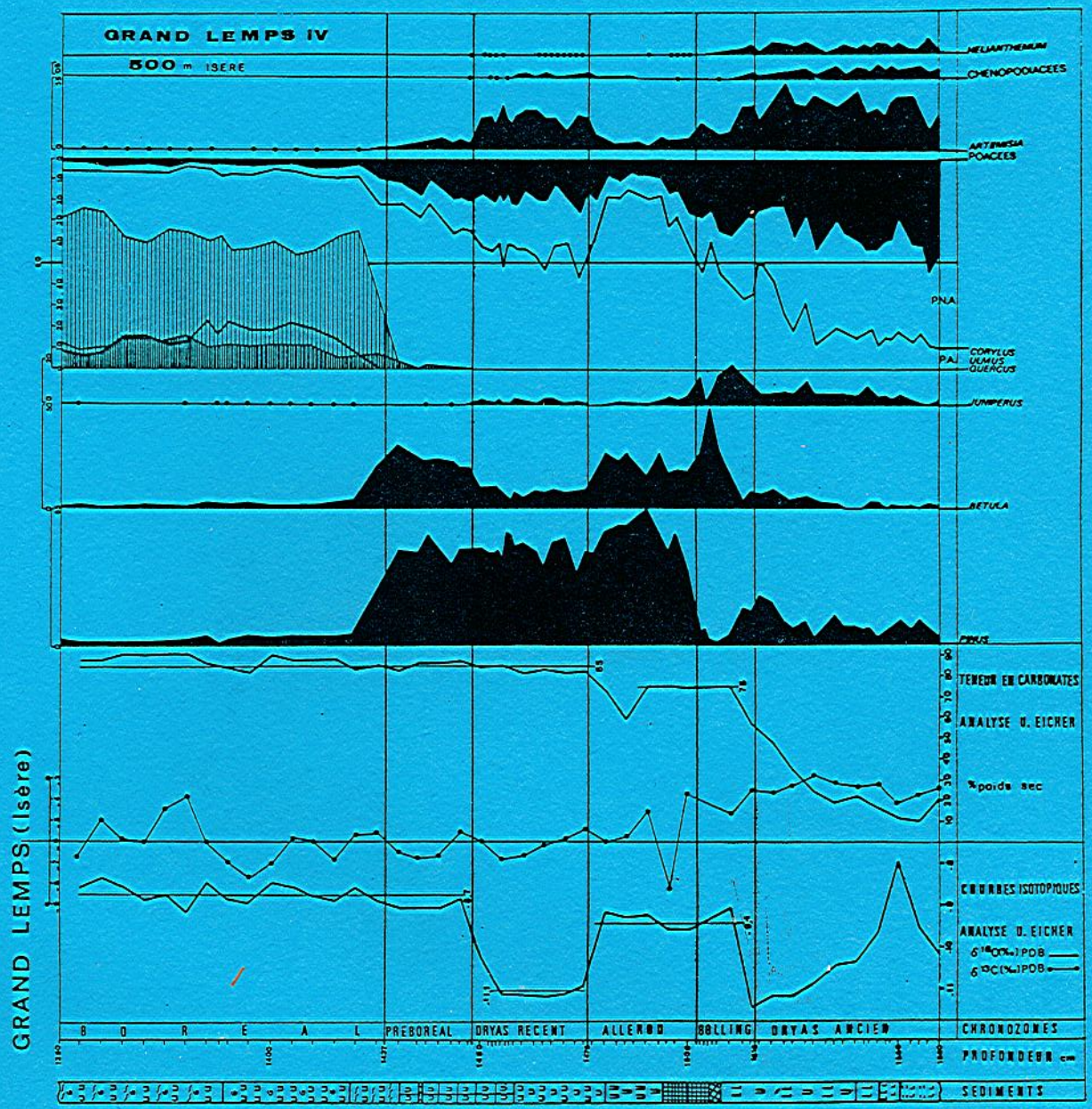
D13 ST. HILAIRE ISERE ALT. 190 m (J. CLERC 1983)




D14 SAINT HILAIRE ISERE ALT. 190 m. (J. CLERC 1980)
sub-atlantique
contact anormal
boiling
SH'3d
SH'3c
SH3b
SH'3a
SH'2b
SH'2a
SH'1b
SH'1a
SPORES MONOLETES
SPORES TRILETES
BOTRYCHIUM
MENYANTHES
MYRIOPHYLLUM
POLYGONUM
URTICACEES
RUMEX
RENONCULACEES
ROSACEES
SANGUISORBA MINOR
POACEES Type CEREALE
POACEES
PLANTAGO LANCEOLATA
PLANTAGO ALPINA
FABACEES
OMBELLIFERS
MERCURIALIS
GALIUM
CHENOPODIACEES
CENTAUREA
CALLUNA
CARYOPHYLLACEES
BRASSICACEES
ASTEROIDEES
CICHORIOIDEES
Type THALICTRUM
HELIANTHEMUM
FILIPENDULA
ARTEMISIA
CYPERACEES
50%
P.N.A
P.A
PINUS
JUGLANS
VITIS
CASTANEA
PICEA
CARPINUS
TAXUS
FAGUS
ABIES
PRUNUS
BUXUS
QUERCUS type ILEX
ILEX
VISCUM
HEDERA
FRAXINUS
ULMUS
TILIA
ACER
RHAMNUS
QUERCUS à feuillage caduc
CORYLUS
ALNUS
SALIX
BETULA
JUNIPERUS
HIPPOPHAE
EPHEDRA
Tourbe
Craie
à
Coquilles

D8 ST. SIXTE I ISERE ALT. 650m (J.CLERC 1983)




GRAND LEMPS IV
500 m ISERE
HELIANTHEMUM
CHENOPODIACEES
ARTEMISIA
POACEES
PNA
CORYLUS
ULMUS
QUERCUS
PAL
JUNIPERUS
BETULA
PINUS
TENEUR EN CARBONATES
ANALYSE U. EICHER
%poids sec
COURBES ISOTOPIQUES
ANALYSE U. EICHER
δ18O(‰)PDB
δ13C(‰)PDB
B O R E A L
PREBOREAL
DRYAS RECENT
ALLEROD
BOLLING
DRYAS ANCIEN
CHRONOZONES
PROFONDEUR cm
SEDIMENTS
GRAND LEMPS (Isère)