

---

## Recherches pollenanalytiques dans l'extrémité orientale des Pyrénées : données nouvelles, de la fin du Glaciaire à l'Actuel

Maurice Reille

### Abstract

In the eastern part of Pyrenees, 10 sites distributing from 850 m to 2.100 m altitude were sampled with the Russian peat-borer. Forteen pollen records (784 pollen spectra) were obtained which, added to a study of pollen rain/vegetation relationships and with the support of 40 new 14C dates, led to a critical discussion of results previously obtained in the same region and to a coherent synthesis of the regional vegetation since the Oldest Dryas.

### Résumé

Dans l'extrémité orientale des Pyrénées 10 sites échelonnés de 850 m à 2.100 m ont été sondés à l'aide du carottier russe. Les 14 séquences polliniques issues de ces sondages (784 spectres polliniques) ont permis, avec l'aide d'une étude des relations pluie pollinique-végétation actuelle et l'utilisation de 40 nouvelles dates 14C, une critique des données antérieures et une synthèse cohérente de l'histoire de la végétation régionale depuis le Dryas ancien.

---

### Citer ce document / Cite this document :

Reille Maurice. Recherches pollenanalytiques dans l'extrémité orientale des Pyrénées : données nouvelles, de la fin du Glaciaire à l'Actuel. In: Ecologia mediterranea, tome 16,1990. pp. 317-357;

doi : <https://doi.org/10.3406/ecmed.1990.1673>

[https://www.persee.fr/doc/ecmed\\_0153-8756\\_1990\\_num\\_16\\_1\\_1673](https://www.persee.fr/doc/ecmed_0153-8756_1990_num_16_1_1673)

---

Fichier pdf généré le 20/04/2020

# Recherches pollenanalytiques dans l'extrémité orientale des Pyrénées : données nouvelles, de la fin du Glaciaire à l'Actuel

(New pollenanalytical researchs in the eastern Pyrénées (France), from the end of the last Glacial to the Present)

Maurice REILLE\*

## RESUME

Dans l'extrémité orientale des Pyrénées 10 sites échelonnés de 850 m à 2.100 m ont été sondés à l'aide du carottier russe. Les 14 séquences polliniques issues de ces sondages (784 spectres polliniques) ont permis, avec l'aide d'une étude des relations pluie pollinique-végétation actuelle et l'utilisation de 40 nouvelles dates <sup>14</sup>C, une critique des données antérieures et une synthèse cohérente de l'histoire de la végétation régionale depuis le Dryas ancien.

MOTS-CLES : analyse pollinique, Pléistocène, Holocène, Pyrénées

## ABSTRACT

In the eastern part of Pyrenees, 10 sites distributing from 850 m to 2.100 m altitude were sampled with the Russian peat-borer. Forteen pollen records (784 pollen spectra) were obtained which, added to a study of pollen rain/vegetation relationships and with the support of 40 new <sup>14</sup>C dates, led to a critical discussion of results previously obtained in the same region and to a coherent synthesis of the regional vegetation since the Oldest Dryas.

KEY WORDS : pollen analysis, Pleistocene, Holocene, Pyrénées

## INTRODUCTION

Après quelques travaux de pionniers consacrés à la tourbière de Pinet (figure 1, KELLER, 1929, 18 spectres ; DUBOIS et DUBOIS, 1946, 10 spectres) les données pollenanalytiques concernant l'histoire de la végétation tardiglaciaire et holocène dans l'extrémité orientale des Pyrénées sont dues à COHEN (*in* VAN CAMPO et JALUT, 1967, 37 spectres) JALUT (1974, 651 spectres) et récemment DENEFFLE (*in* ALLEE et DENEFFLE, 1989, 18 spectres).

Cinquante trois datations radiométriques illustrent ces données. Dans cet ensemble, la part

réservée au Tardiglaciaire est faible puisque le complexe Interstade-Dryas récent n'est connu que par 11 spectres à Balcère (COHEN, 1969, *in* VAN CAMPO et JALUT) et 7 spectres au ruisseau de Laurenti (JALUT, 1974).

Ces recherches ont souffert de plusieurs handicaps :

- 87 % des spectres sont issus de sondages faits avec la sonde de HILLER et les inévitables pollutions qu'entraîne ce procédé (BEAULIEU et REILLE, 1978) ont constamment été sous-estimées (JALUT, 1974) ou niées (JALUT, *in* CAUVET-MARC *et al.*, 1985) même dans les essais de réinterprétation récente (JALUT et VERNET, 1989).
- Bon nombre de hiatus ont été ignorés.
- 77 % des datations <sup>14</sup>C sont issues de «prélèvements faits en plusieurs fois» à la sonde HILLER

\* Laboratoire de Botanique historique et Palynologie,  
U.R.A. C.N.R.S. D1152, Faculté des Sciences de St-Jérôme,  
13397 Marseille cedex 13.

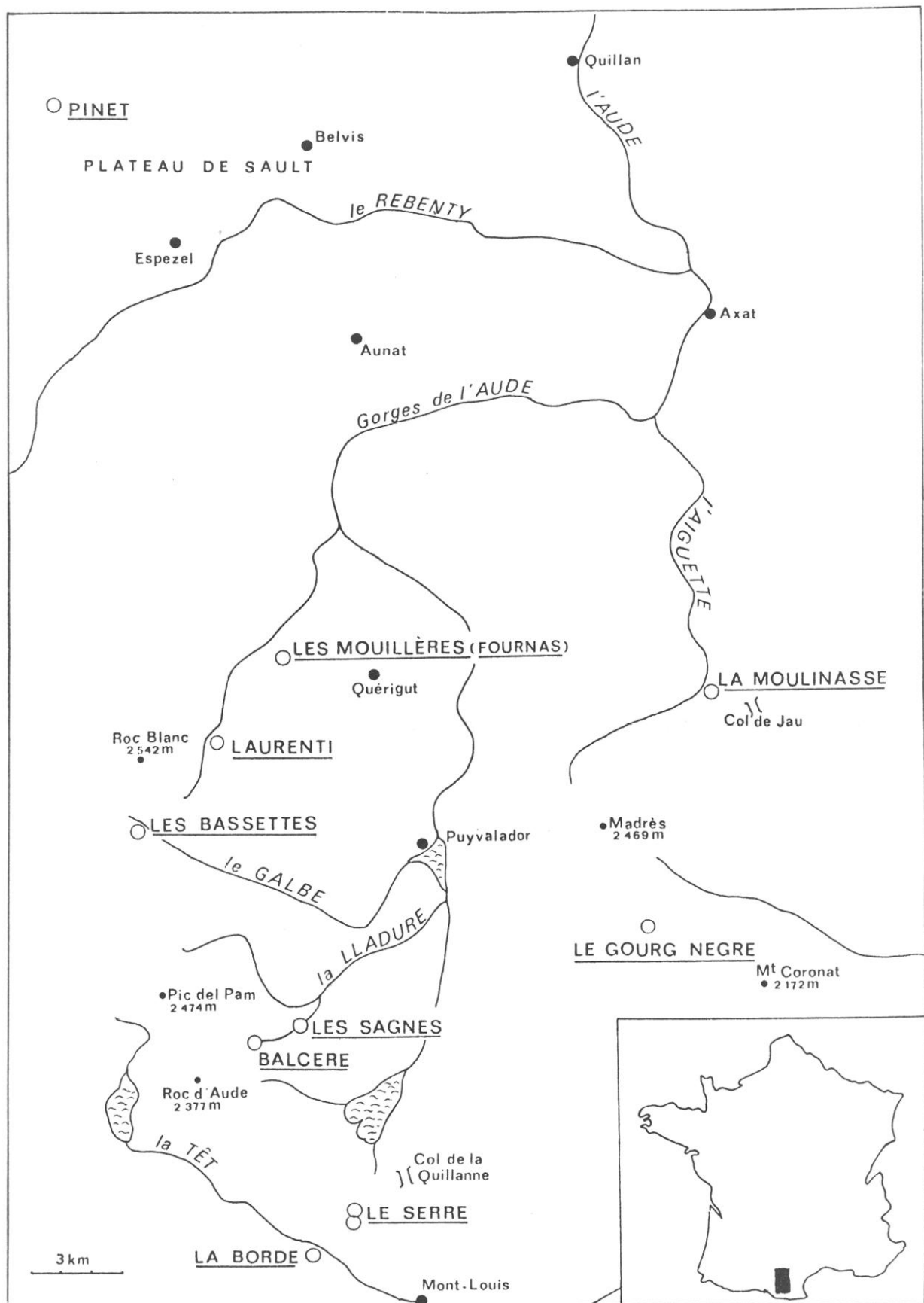


Figure 1

Carte de localisation des sites étudiés

(JALUT, 1974, p.155) et les résultats des mesures, nécessairement peu sûrs n'ont jamais été critiqués par référence à une histoire de la végétation cohérente du point de vue écologique.

- De graves incohérences qui affectent les données provenant de deux profils du même site (La Moulinasse, JALUT, 1973) ou de sites très proches (Ruisseau du Fournas, Ruisseau de Laurenti, JALUT, 1974) n'ont jamais donné lieu à aucune explication.

Ces faiblesses ont déjà été relevées, (REILLE, 1975, p. 149 ; 1988 et 1991a). C'est sur ces bases fragiles que repose un essai de synthèse dont le résultat est exprimé par un «tableau synthétique de la mise en place des arbres dans les Pyrénées françaises» (JALUT, 1988 p. 611). Dans cette synthèse qui veut intéresser l'ensemble du versant nord de la chaîne, dont l'étude est pourtant loin d'être complète, nous ne critiquerons, pour l'instant, que ce qui relève de l'extrémité orientale, à partir d'exemples empruntés à l'histoire de quelques taxons :

#### \* ABIES

«C'est dans les Pyrénées méditerranéennes (Nohèdes  $9.800 \pm 100$ , Balcère  $9.250 \pm 210$ , La Moulinasse  $9.150 \pm 210$  VAN CAMPO et JALUT, 1969 ; JALUT, 1974) que le sapin s'installe en premier à partir de ses refuges proches» (JALUT, 1988, p. 613) mais «ce n'est que vers 7.000 B.P. que le sapin s'étend dans les Pyrénées méditerranéennes et en Ariège» (id., p. 613). «La période d'installation est assimilée au début de la courbe continue ou partiellement continue et la phase d'extension à la période de nette augmentation des pourcentages» (ibid., p. 610).

Mais sur la base des gisements retenus par l'auteur (JALUT, 1988, figure 1, p. 612) apparaît une incompatibilité entre les données publiées (JALUT, 1974) et l'expression graphique à laquelle elles donnent lieu (JALUT, 1988, tableau 1). C'est ainsi qu'au Ruisseau de Laurenti (Ariège), un niveau bien situé au début de la période d'extension du sapin, a livré un âge de  $8.230 \pm 180$  B.P., jugé en «bonne corrélation avec l'analyse pollinique» (JALUT, 1974, p. 158) et accepté dans une réinterprétation récente (JALUT et VERNET, 1989, p. 25). Des remarques plus formelles peuvent être faites au sujet des âges d'installation et d'expansion d'*Abies*:

- à Nohèdes (niveau 107-109 cm) les quelques occurrences de pollen d'*Abies* datées de  $9.800 \pm 100$  sont probablement de simples pollutions par percolation qu'a permises la nature sableuse du sédiment (MUNAUT, 1967 ; COUTEAUX, 1977). A ce niveau, les fréquences de *Pinus* de l'ordre

de 15 % sont incompatibles avec une attribution au Préboréal, alors qu'à Balcère (JALUT, 1974) à la même époque, ce taxon y connaît, comme dans toutes les régions à *Pinus* du sud de l'Europe (BEAULIEU, 1977 ; REILLE, 1975 ; TRIAT-LAVAL, 1978 ; PONS et REILLE, 1988), des taux optimums atteignant 80 %. Le contenu des spectres des zones III (sous-jacente à la date) et IV (dans laquelle se situe la date) du diagramme de Nohèdes (JALUT, 1974) est plutôt en faveur d'une attribution au Würm ou au Tardiglaciaire anté Alleröd. Dans ce site la date de  $9.800 \pm 100$  B.P., vraisemblablement affectée par les percolations au même titre que les spectres, ne peut donc pas être acceptée.

- à Balcère la date de  $9.250 \pm 210$  B.P. des niveaux 155-165 du diagramme *princeps* (COHEN, in VAN CAMPO et JALUT, 1969) «replacée dans le diagramme entre les niveaux 180-190 après comparaison des spectres polliniques du diagramme et de l'échantillon daté» (JALUT, 1974, p. 150) ne peut évidemment pas caractériser la «période d'installation» d'*Abies* puisque le niveau daté, qui ne contient aucun grain de pollen de cet arbre, surmonte une portion de «courbe continue ou partiellement continue» (JALUT, 1988, p. 610) caractéristique de la «période d'installation» (id.) qui apparaît dans le diagramme au niveau d'une zone attribuée à l'Alleröd. En dépit de ces faits un âge de 10.000 B.P. a été attribué à ce début de courbe (l.c., tableau 1, p. 611). L'usage de la sonde HILLER, dont on connaît les imperfections, pour le prélèvement du profil de ce diagramme, fait peser une lourde suspicion sur la prise en compte inconditionnelle de telles faibles fréquences d'*Abies* dans le Tardiglaciaire.

- à La Moulinasse enfin, il a été montré (REILLE, 1988 et 1991a) que la date  $9.150 \pm 210$  B.P. ne pouvait pas être retenue, la présence d'*Abies* dans les niveaux correspondants étant due à des pollutions.

#### \* ALNUS

Concernant ce taxon dont l'âge figuré pour l'expansion dans les Pyrénées méditerranéennes est 7.000 B.P., le «tableau synthétique de la mise en place des taxons» (JALUT, 1988, p. 611) est une fois encore en contradiction avec les données qui le fondent (l.c., p. 612) et celles-ci sont incohérentes entre elles :

- à Nohèdes, l'extension est datée de  $4.540 \pm 130$  B.P.!

- à Balcère, aucun fait botanique concernant ce taxon n'est caractérisé.

- à La Moulinasse, dans le diagramme 2, dont les données n'ont jamais été exploitées, l'instal-

Tableau I

Pourcentages de quelques taxons le long d'un transect de surface des "Sagnes de Balcère" au "Puig del Pam"

Sampled sites	Pinus	Quercus	Fagus	Abies	Corylus	Olea	Poaceae	Cerealia
1 1670 m. Sagnes de Balcère <i>Pinus uncinata</i> forest	77	1,3	+	+	1	+	6	
2 <i>Id.</i> Peat bog	59	2,6	+	+	2,3	1,5	10	+
3 1764 m, Balcère, border of the lake <i>Pinus uncinata</i> forest	78	1	+	+	1	1,3	7,8	+
4 1869 m <i>Pinus uncinata</i> forest	93	1	+	+	2	+	2	+
5 1950 m, <i>id</i>	88	1,3	+	+	1,7	+	2,6	+
6 2000 m, 50 m below the timberline	84	1,6	+	+	+	+	7,4	
7 2100 m, timberline	81	1,5	+	+	+	1,2	7,2	
8 2120 m, timberline	75	1,8	+	+	+	1	6,2	
9 2200 m	69	1,3	1	+		1	11,7	+
10 2250 m	51	2	1	+	1,4	1,2	17,5	+
11 2350 m	58	2,6	1,5	+	1,5	1,5	12,3	+
12 2400 m	59	2,4	1	+	+	1,7	14	+
13 2470 m Top of the Puig del Pam	59	4,6	+	+	2,8	2,6	10,6	+

lation eût dû être notée comme pour *Fagus* au début du Préboréal ( $\pm 10.000$  B.P.). Mais en fait, l'âge de l'extension ne peut être documenté dans ce site à cause d'évidents hiatus (REILLE, 1988 et 1991a).

### \* TILIA

En mettant en oeuvre les critères de l'auteur, dans aucun des trois sites des Pyrénées méditerranéennes pris pour références, les données n'autorisent la distinction entre phase d'installation (de 9.100 à 7.100 B.P. et phase d'extension, de 7.100 à l'Actuel), pourtant séparées dans le «tableau synthétique de la mise en place des arbres».

Dans aucun des diagrammes servant de références, les taux polliniques de *Tilia* ne sont plus élevés que dans celui de La Moulinasse 2, au début d'une zone attribuée au Préboréal, soit vers 10.000 B.P., selon la chronologie assez unanimement admise en Europe (BEAULIEU *et al.*, 1988).

L'énoncé de toutes les incohérences contenues dans «le tableau synthétique de la mise en place des arbres dans les Pyrénées françaises» (JALUT, 1988, p.611) serait aussi inutile que fastidieux. Les quelques exemples qui précèdent ont montré que les données acquises jusqu'à présent ne peuvent fonder le schéma de l'installation des principaux taxons forestiers qui reste encore à établir.

Des données fiables, issues de procédés de carottage irréprochables, fournissant du même coup la matière à des datations plus sûres des principaux événements botaniques sont nécessaires.

La présente note ne concerne que l'extrémité orientale de la chaîne (Aude, Pyrénées orientales, partie orientale de l'Ariège) où aucune donnée pollenanalytique n'était apparue depuis 1974, à part les 18 spectres récemment publiés par DENEFFLE (*in* ALLEE et DENEFFLE, 1989).

## LES SITES DANS LA REGION

Les douze sites étudiés (figure 1) sont situés aux confins des trois départements de l'Aude, de l'Ariège et des Pyrénées orientales. Tous sont tributaires de la Méditerranée par les vallées de l'Aude ou de la Têt. Leur altitude s'étage de 850 m (Pinet) à 2.080 m (Gourg Nègre). Ils sont soumis à un climat pluvieux qui évolue du nord au sud vers un type continental avec maximum pluviométrique d'été.

A 880 m d'altitude, la tourbière de Pinet occupe environ 4,5 hectares à l'extrémité orientale de la plaine d'Espezet, très cultivée. Elle est entourée de forêts d'*Abies* mêlés d'épicéa au nord et de chênaies de *Quercus pubescens* et de bois de *Pinus sylvestris* au sud. *Fagus* est présent sous la forme de petits peuplements. La tourbière presque complètement envahie par *Calluna*, porte un peuplement de *Pinus uncinata* découvert par Charles FLAHAULT en 1925 (GAUSEN, 1926) dont la signification a été discutée (REILLE, 1990b et 1991b).

Les plus vieux individus de ces arbres, dont la taille chétive surprend, n'ont pas plus de 150 ans ; un incendie de la tourbière survenu en 1964 (GUIBAL, communication personnelle) est probablement la cause, par l'apport minéral qu'il a constitué, d'une active régénération de *Pinus uncinata*.

Sur le versant nord du Madrès, à 1.330 m d'altitude, La Moulinasse est une tourbière de pente, très exigüe. Elle correspond à la partie terminale, bordée de gros blocs, d'une loupe de solifluxion. Elle est située au milieu d'une forêt d'*Abies* qui s'élève jusqu'à 1.600 m environ pour céder la place à une forêt de *Pinus uncinata* dont la limite supérieure se situe aux environs de 2.100 m. *Fagus* est abondant en contrebas du site jusque vers 1.000 m, parfois mélangé à *Abies*.

Sur le versant sud du même massif à 2.080 m d'altitude, le site du Gourg Nègre est un diverticule entièrement comblé d'un lac d'origine glaciaire, retenu par une moraine.

A cette altitude la végétation est celle de la limite supérieure de la forêt de *Pinus uncinata*, partout assez dégradée. Quelques arbres isolés d'*Abies* se rencontrent jusque vers 2.000 m.

Les sites du Fournas et du Laurenti distants de 3 km seulement sont situés dans la même vallée, celle du ruisseau de Laurenti. Le premier (1.510 m) est une tourbière à *Sphagnum* au milieu d'une forêt de *Fagus* mêlée de *Pinus uncinata* qui pousse jusque sur la tourbière même ; le second (1.860 m) correspond à un ancien lac minuscule, complètement comblé, retenu par une petite moraine probablement tardiglaciaire, en contrebas de l'étang du Laurenti. Il occupe une zone dégradée de la forêt de *Pinus uncinata* qui est en contact à partir de 1.750 m avec la forêt d'*Abies*.

Le site des Bassettes (1.900 m) n'est qu'à environ 3 km de celui du Laurenti dont il n'est séparé que par un étroit interfluve. Dans la haute vallée du Galbe, c'est lui aussi un ancien lac

glaciaire entièrement comblé, occupé par une pelouse hygrophile et entouré d'une forêt dégradée de *Pinus uncinata*, proche de sa limite supérieure.

Les sites proches de Balcère (1.764 m) et des Sagnes de Balcère (1.670 m) sont situés en Capcir, la haute vallée de l'Aude. Balcère est un lac et c'est la petite tourbière, presque complètement détruite, de sa rive méridionale qui a été sondée ; les Sagnes sont une étendue plate et tourbeuse au pied de la puissante moraine qui retient le lac de Balcère.

La végétation environnante est une forêt de *Pinus uncinata* à sous-bois de *Rhododendron*. Quelques individus d'*Abies* y sont mêlés.

A proximité du col de la Quillanne, à l'extrémité occidentale du Capcir, les sites de Le Serre 1 et 2 (1.750 m) occupent de petites dépressions envahies par une végétation de *Carex*, au milieu d'une forêt de *Pinus uncinata*.

La Borde (1.660 m) est une tourbière à *Sphagnum*, développée derrière un petit cordon morainique sur la rive droite de la Têt. Ce site est entouré d'une forêt de *Pinus uncinata* dans laquelle se remarquent quelques individus épars d'*Abies*.

## METHODOLOGIE

### 1°) Sondages, traitements, réalisation des diagrammes.

Tous les prélèvements destinés à l'analyse pollinique et aux datations ont été effectués au moyen du carottier russe dont on connaît la fiabilité (BEAULIEU et REILLE, 1978).

Les analyses ont été conduites en continuité avec les traitements, survenus dans les semaines qui ont suivi les sondages. Les traitements, standardisés, ont été une acétolyse classique pour les tourbes et gyttja, et une flottation sur liqueur lourde (GOEURY et BEAULIEU, 1979) pour les argiles.

Pour tous les spectres mis en oeuvre, la moyenne des dénombrements polliniques (spores et grains de pollen de tous les végétaux vasculaires) est de 315. Dans aucun spectre, la somme pollinique n'est inférieure à 180. Dans certains cas, Cypéracées, spores monolètes ou/et plantes aquatiques, ont été exclues de la somme de base pour le calcul des fréquences relatives.

Ces exclusions, que justifient des raisons écologiques, sont précisées sur le dessin, et les végé-

taux exclus généralement représentés séparément à la droite des diagrammes avec une échelle différente de celle des autres taxons.

Sur le diagramme, les fréquences inférieures à 1 % sont figurées par des points. Le tracé des courbes a été réalisé avec le programme informatique GPAL3 (GOEURY, 1988).

Les dates <sup>14</sup>C, dont l'appréciation sera discutée en fonction des données pollenanalytiques, proviennent soit du Laboratoire de Géologie du Quaternaire de Marseille-Luminy soit du Laboratoire du Radiocarbone de Lyon.

L'ensemble de ces données est figuré sur les 14 diagrammes polliniques présentés (figures 2 à 14).

Chaque diagramme a été découpé horizontalement en zones polliniques locales dont l'appréciation, évidemment subjective, est fondée sur les fluctuations des courbes d'au moins 2 taxons, jugés déterminants du point de vue écologique ou dynamique.

Sur chaque profil, ces zones ont été désignées de bas en haut, par une lettre dans l'ordre de l'alphabet.

Dans le texte, ces zones locales sont rappelées par une lettre précédée d'une ou deux initiales du nom du site, éventuellement accompagnées du numéro du profil (P = Pinet, M = La Moulinasse, F = Ruisseau du Fournas, L = Laurenti, GN = Gourg Nègre, B = Balcère, SB = Sagnes de Balcère, LB = La Borde, S = Le Serre, Ba = Les Bassettes). Ces zones locales «ont fait l'objet d'une analyse comparée rigoureuse pour établir leurs correspondances et leurs équivalences» (BEAULIEU *et al.*, 1985), qui figurent au tableau II.

Cette méthodologie, éprouvée dans le Massif Central (BEAULIEU *et al.*, 1984, 1985, 1988 ; REILLE *et al.*, 1985) où elle a permis la comparaison de 109 diagrammes, provenant de 88 sites «repose sur l'idée simple que l'enregistrement de toute dynamique est d'autant plus complet qu'il comporte, entre deux termes identiques, le plus grand nombre d'étapes. Très rigoureuse et finalement seule à même de mettre en évidence les lacunes et les particularités de chaque profil, elle établit la synthèse des données biochronostratigraphiques... dans le cours du temps étudié» (BEAULIEU *et al.*, 1988, p. 8).

La pratique de cette méthodologie impose rapidement l'évidence de la banalité des hiatus même dans les sites à dépôt homogène (REILLE, 1990b).

Tableau II  
Correspondances des zones entre les diagrammes polliniques

		P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	B	B <sub>1969</sub>	SB	LB	GN	L	L <sub>1974</sub>	F	M <sub>6</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>4</sub>	Ba	Some characteristics of pollen spectra or vegetation at altitude sites				
SUBATLANTIC	Some characteristics of pollen spectra or vegetation at Pinet																					
	Modern appearance of <i>Pinus uncinata</i> on the peat-bog	32	m	n	g	d		g		o	o		i				j		32			
	Decrease of <i>Fagus</i> Cereals maximum	31	l	m				VIII						h				i		31	Picea line	
		30		l					f	m	n	n		g				g		30	Man induced lowering of the <i>Pinus</i> forest limit.	
	Maximum values of <i>Fagus</i> Minimum values of <i>Abies</i>	29	k	k	f	c	k		f											29	Maximum or decrease of <i>Fagus</i> depending on sites.	
<i>Fagus</i> expansion	28	j	j				VIIb						f				h		28			
SUBBOREAL	Introduction of <i>Fagus</i> in the <i>Abies</i> forest	27				b	j				m		e				g		27	Juglans line		
		26	i				i			l	m		d				f		26	<i>Fagus</i> maximum		
		25			e							L <sub>8</sub>							25	<i>Fagus</i> expansion		
	Expansion of <i>Abies</i> forest Persisting presence of anthropogenic taxa	24				d	a	h	VIIa	e	l		k	c				f		24	Anthropogenic influence near the site of Laurenti	
		23	h	i							k		j							23		
		22										L <sub>7</sub>	i	b						22	Regular occurrences of <i>Fagus</i> , <i>Alnus</i> maximum expansion	
ATLANTIC	Regular occurrences of <i>Fagus</i>	21	g	h	c			VI		k		j	h	L <sub>6</sub>				e	21			
	Well characterized landnam	20	f	g			g	d											d	20	First indications of human influence	
	<i>Taxus</i> major expansion	19	e	f	b			V				i	g	L <sub>5</sub>						19		
	Appearance of <i>Tilia</i>	18	d <sub>2</sub>																		18	
		17	d <sub>1</sub>	e	a						j		h								17	Major expansion of the <i>Abies</i> forest Holocene minimum of <i>Pinus</i>
BOREAL	Beginning of <i>Abies</i> continuous curve	15	b	d																15		
		14	a																	14	<i>Corylus</i> maximum expansion	
	<i>Quercus</i> and <i>Corylus</i> major expansion	13		c							i	g	f	L <sub>4</sub>						13	Xerothermic conditions as evidenced from <i>Pistacia</i> and <i>Quercus ilex</i> values at Gourg Negre.	
		12		b																12		
PREBOREAL	<i>Pinus</i> and tall grasses maximum expansion	11								f	e									11	Appearance and establishment of <i>Corylus</i>	
		10		a			f	IV	c	h	e	d			c	e				10	Holocene optimum of <i>Pinus</i> Beginning of <i>Quercus</i> expansion	
	9									d	c	L <sub>4</sub>		e	b	d	b		9	<i>Betula</i> expansion Tall grasses optimum		
	8					e	III		g	c	b	L <sub>3</sub>							8	YOUNGER DRYAS		
	7					d	II		b	f	b	a	L <sub>2</sub>					a		7	<i>Pinus</i> phase	
	6					c			a	e				d			c			6	Phase with <i>Juniperus</i> , <i>Betula</i> and <i>Salix</i>	
	5													c						5	<i>Juniperus</i> phase	
	4									d			L <sub>1</sub>							4		
	3					b	I		c					b		b				3	Profusion of <i>Ranunculus</i> in lakes	
	2					a				b	a			a	a	a				2	15 000 B.P. event	
	1									a										1	FINAL PLENIGLACIAL	
REGIONAL ZONES → SITES →		P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	B	B <sub>1969</sub>	SB	LB	GN	L	L <sub>1974</sub>	F	M <sub>6</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>4</sub>	Ba	← REGIONAL ZONES SITES				



Le tableau II inclut les anciens diagrammes de Balcère (COHEN, in VAN CAMPO et JALUT, 1969) et de Laurenti (JALUT, 1974) les seuls à avoir antérieurement livré un Tardiglaciaire non ambigu, avec leur zonation la plus actuelle (JALUT, 1974, JALUT et VERNET, 1989) compte non tenu des évidentes pollutions qu'ils recèlent.

Les 32 zones régionales, que fait apparaître le tableau I et dont la succession servira de fil conducteur à l'exposé des résultats pollenanalytiques «ont été ordonnées dans la chronozone européenne classique dont les termes retenus, en l'état actuel des informations, sont les suivants» (BEAULIEU *et al.*, 1985, p. 65) :

-..début du Subboréal	4.700 B.P.
-....»»...de l'Atlantique	8 000 B.P.
-....»»...du Boréal	9 000 B.P.
-....»»...du Préboréal	10 300 B.P.
-....»»...du Dryas récent	10 700 B.P.
-....»»...du Bölling	13 000 B.P.
-....»»...du Dryas ancien	15 000 B.P.

Classiquement, c'est vers 2.600 B.P. que débute le Subatlantique (*id.*). Dans tous les profils, nous l'avons fait artificiellement débiter avec la «*Juglans* line» (BEUG, 1975) soit vers 2.000 B.P. En effet, cet événement botanique est, pour cette période, le seul à fournir un repère synchrone, les autres indices de l'anthropisation étant trop variables d'un site à l'autre.

Comme il se doit (PONS *et al.*, 1989), la discussion des données radiométriques se fera «dans le cadre de l'hypothèse chronologique qui concilie à la fois le plus grand nombre des données et la plus grande simplicité» (BEAULIEU *et al.*, 1988, p. 8). Au total des données discutées dans la présente note : 784 spectres polliniques, 14 diagrammes, 40 dates  $^{14}\text{C}$ , les premières dans la région, issues de sondages carottés, concernent 10 sites tourbeux ou lacustres, étagés de 880 m à 2.080 m d'altitude. L'ensemble Interstade tardiglaciaire - Dryas récent a livré 128 spectres.

## 2°) Représentation pollinique de la végétation actuelle.

Une étude systématique des relations pluie pollinique - végétation, base indispensable à l'interprétation aussi objective que possible, des spectres anciens, a été conduite sur deux sites : à Pinet (REILLE, 1991b) et à Balcère. Sur ce dernier site, le contenu pollinique de 13 prélèvements de coussinets de mousse, étagés depuis les Sagnes de Balcère (1.670 m) jusqu'au sommet du Puig del Pam (2.400 m) a été étudié et les résultats exprimés en % du total pollinique figurent dans le tableau I, dont on peut extraire les résultats suivants :

- partout dans la forêt, même claire, de *Pinus uncinata*, les taux de *Pinus* sont  $\geq 75\%$  ; en clairière ouverte (placeau 2) ou au dessus de la "timberline" (placeaux 10, 11, 12, 13) les taux chutent de façon significative en dessous de 60 %.

- sur toute l'étendue du transect, *Quercus*, absent de la végétation, est après *Pinus*, l'arbre le mieux représenté. L'excellente dispersion pollinique de ce taxon, dont le pollen s'introduit dans tous les milieux forestiers, est bien connue (GUNET, 1986).

- le troisième taxon arboréen le mieux représenté dans ce transect est *Olea*. Le pollen de cet arbre, absent de la région étudiée, dont les producteurs sont éloignés de plusieurs dizaines de kilomètres, est pourtant présent dans tous les spectres avec des fréquences plus élevées que celles de *Betula* ou *Corylus*. Ceci traduit l'extraordinaire pouvoir de dispersion, maintes fois souligné (REILLE, 1975 ; REILLE *et al.*, 1985 ; REILLE, 1991b) de ce taxon. Jamais signalé dans l'extrémité orientale des Pyrénées, ce taxon pollinique, pourtant de caractérisation assez aisée, a été ignoré de nos prédécesseurs. *Olea* est un excellent marqueur de l'apport lointain.

- *Fagus* et *Abies* présents, quoique peu repandus aux environs des placeaux 1 et 2, sont absents de la végétation du reste du transect ; leur pollen est pourtant noté dans tous les spectres, avec des fréquences le plus souvent inférieures à 1% qui, dans nos diagrammes, sont représentées par des points.

Ceci indique que, dans les profils polliniques, la zone où apparaissent ces occurrences régulières inférieures à 1 % ne permet aucune présomption sur la proximité des producteurs. C'est une zone au cours de laquelle on peut, au mieux, supposer que s'opère la «dispersion de l'arbre à partir de ses refuges» (REILLE, 1990b).

On conçoit même aisément que la datation d'une telle zone puisse être assez diachronique, puisque l'expression pollinique de ces taxons est la même de nos jours dans les placeaux que séparent 800 m d'altitude. Pour *Fagus* et *Abies*, c'est donc le début des courbes continues qui renseignera le mieux sur l'âge de la «diffusion régionale de l'arbre» puisque seules des fréquences  $\geq 1\%$  sont révélatrices d'une présence proche des producteurs.

- La représentation de tous les arbres extérieurs au transect s'accroît au-dessus de la limite supérieure des arbres. C'est un fait particulièrement sensible pour *Quercus* et *Olea*. La méconnaissance de cette anomalie, qui s'explique par le transport ascendant du pollen dans les vallées (REILLE, 1988) pourrait conduire à des contre-sens écologiques.

- Du point de vue des herbacées, ce sont les Poacées qui traduisent le mieux, le long du transect, l'ouverture des milieux. Notons que les céréales (*Secale*) sont notées dans plus de la moitié des spectres et dans tous ceux au-dessus de la "timberline". Ce taxon n'indique donc pas forcément la proximité immédiate des cultures (HEIM, 1970) puisque celles-ci qui occupent la plaine perchée du Capcir s'étagent de 1.400 m à 1.600 m et sont distantes d'au moins 3 kilomètres du lieu du transect.

Ces quelques considérations fixent un cadre général pour tous les sites d'altitude; elles seront particulièrement utiles à l'interprétation détaillée des diagrammes de Balcère et des Sagnes. Il faut remarquer, cependant, que ces résultats établis sur la base de la structure de la végétation actuelle ne peuvent servir de modèle fiable pour certaines époques révolues, en particulier le début du Postglaciaire, pour ce qui concerne *Pinus* dont les forêts devaient être bien plus étendues qu'aujourd'hui, du fait de l'absence de concurrence.

Nous verrons ultérieurement (§ 3c) que dans un cas privilégié au moins, celui du diagramme du Gourg Nègre, l'utilisation conjointe des fréquences polliniques élevées de *Pinus* et l'observation des stomates de ce taxon, permet une utilisation plus juste de ces dernières.

## HISTOIRE DE LA VEGETATION

### 1. LE PLENIGLACIAIRE FINAL : l'état zéro (zone 1)

Cet état minimum de la végétation (zone régionale 1) n'est connu que par les spectres de la base du diagramme de La Borde (LBA) dans lesquels la plus grande part du pollen arboréen est probablement de lointaine provenance (REILLE, 1990a). Les taux élevés de *Pinus* n'indiquent pas autre chose, comme dans tous les autres sites comparables du sud de l'Europe (BEAULIEU et REILLE, 1983 et 1984 ; REILLE et BEAULIEU, 1988 ; BEAULIEU *et al.*, 1988 ; PONS et REILLE, 1988) qu'une supraréprésentation de ce taxon dans un environnement de désert périglaciaire, (BEAULIEU et REILLE, 1986).

Quant aux herbacées, les Chénopodiacées et *Ephedra* sont les principaux producteurs régionaux d'une végétation steppique plus aride même que ne l'est la steppe à *Artemisia* (EL MOSLIMANY, 1987 ; SAADI et BERNARD s.p.).

Dans le diagramme de La Borde, les spectres würmiens contiennent jusqu'à une phase avan-

cée du Tardiglaciaire, des occurrences de taxons mésophiles (*Quercus*, *Corylus*, *Abies*, *Fagus*, *Tilia*, *Buxus*, *Carpinus*, *Picea*) qui attestent, comme dans le Massif Central (BEAULIEU *et al.*, 1988) de remaniements glaciaires de sédiments interglaciaires antérieurs. L'absence totale de tout taxon aujourd'hui exotique en Europe (sauf *Cedrus*), indique que les sédiments remaniés sont d'âge Pleistocène récent et que *Picea*, qui a jadis existé dans les Pyrénées (HERAIL et JALUT, 1986) n'en a été chassé, ainsi que du Massif Central (REILLE et BEAULIEU, 1988) que par le dernier maximum glaciaire.

### 2. LE DRYAS ANCIEN (zones 2 et 3)

La première manifestation botanique de la sortie de ces conditions minimales est une dynamique de colonisation de sols nus par une végétation steppique dominée par les *Artemisia* et par les Poacées dont l'installation est le signe de la diminution de l'aridité. C'est la production pollinique de cette végétation locale qui est la cause de l'effondrement des taux de *Pinus*. La signification botanique de cet événement a été maintes fois discutée (REILLE, 1990b ; BEAULIEU et REILLE, 1984 ; PONS et REILLE, 1988 ; BEAULIEU *et al.*, 1988) et son âge est situé aux environs de 15.000 B.P. dans six sites du sud de l'Europe : Pelléautier 15.920 ± 700 (BEAULIEU et REILLE, 1983), Les Echets 15.260 ± 290 (BEAULIEU *et al.*, 1984), Lac du Bouchet 15.840 ± 900 (BEAULIEU *et al.*, 1984), Barbazan, 15.100 ± 300 (ANDRIEU, 1991), Lourdes, 15.460 ± 150 (REILLE, inédit), Padul 15.200 ± 180 (PONS et REILLE, 1988). Cet « événement 15.000 » qui s'observe à La Borde et à la base du diagramme du Gourg-Nègre, a été proposé comme marqueur du début du Tardiglaciaire (BEAULIEU et REILLE, 1984).

Ultérieurement (zone 3), une manifestation de l'amélioration thermique qui caractérise le Dryas ancien est un pullulement dans l'eau des lacs de La Borde et Balcère, d'altitudes comparables, des *Ranunculus* du groupe *Batrachium*. Si ce phénomène n'est pas observé au Gourg-Nègre, c'est que la hauteur d'eau libre (5,5 m) trop grande dans ce site, constitue un facteur limitant comme dans certains sites du Massif Central (BEAULIEU *et al.*, 1985). L'altitude (2.080 m) peut aussi être la cause de la persistance d'un milieu trop froid à période de végétation trop courte. Comme dans les sites du Massif Central (BEAULIEU *et al.*, 1988) la pureté de l'eau de fonte glaciaire a été favorable à ces végétaux. A Balcère, la date de 13.773 ± 135 B.P. constitue une première estimation de l'âge de cette végétation lacustre en accord avec celui proposé pour le même événement dans plusieurs

régions du Massif Central (BEAULIEU *et al.*, 1988). A la Moulinasse qui n'a jamais été lacustre, la végétation steppique est très diversifiée puisque à côté des Rosacées, *Artemisia*, et *Ephedra*, les plus abondants, se rencontrent aussi en quantités non négligeables, des Caryophyllacées, des Fabacées, des Crassulacées, *Saxifraga*, des Astéracées diverses, *Plantago*, des Rosacées, mais surtout une exceptionnelle abondance d'Apiacées diverses qui connaissent sur ce site un optimum singulier (M6b, M4b).

### 3. L'INTERSTADE TARDIGLACIAIRE (zones 4, 5, 6 et 7)

La zone régionale 4 n'est bien individualisée qu'à La Borde (LBd). Le modeste optimum de *Pinus* qui caractérise cette zone trouve la meilleure explication dans la perception plus nette d'une production régionale témoignant, à basse altitude, d'une première extension du taxon hors de ses refuges würmiens (REILLE, 1990a).

#### a) Phase à *Juniperus* (zone 5)

C'est seulement à la Moulinasse (M6c), donc à moyenne altitude (1.300 m) que *Juniperus* se manifeste seul comme premier témion d'une végétation terrestre pionnière. L'âge de cette intervention (12.800 B.P.) est identique à celui obtenu en Aubrac pour le même événement (BEAULIEU *et al.*, 1985, La Chaumette).

#### b) Phase à *Juniperus*, *Salix*, *Betula* (zone 6)

Cette zone est connue aussi bien à 1.300 m d'altitude (la Moulinasse) qu'à 1.800 m (Balcère). Elle est, à l'échelon régional, la manifestation d'une végétation terrestre arborée dont la production pollinique réduit à ses plus basses fréquences l'apport régional de *Pinus*. C'est sur le site de La Borde que cette interprétation s'impose et la rareté de *Pinus* à la même époque à La Moulinasse (M6d, M4c) laisse à penser que les producteurs de ce taxon végétaient probablement en dessous de 1.000 m ce qui exclut l'existence supposée (VERNET, 1980) dans la région de forêts de *Pinus* telles qu'on les connaît de nos jours dans l'étage subalpin. Comme dans le Massif Central (BEAULIEU *et al.*, 1988), cette zone pollinique fait suite à l'effondrement des taux de *Ranunculus* mais l'eutrophisation de l'eau des lacs qu'a nécessairement entraînée l'installation d'une végétation terrestre n'en est pas la cause car la chute des *Ranunculus* précède nettement (LBd) la progression des ligneux en cause. L'explication est sans doute identique à celle proposée pour le Massif Central : «au début du Bölling l'amélioration climatique, tant au point de vue de l'élévation thermique que de

l'augmentation des précipitations, aurait entraîné une intensification du ruissellement, cause d'une turbidité de l'eau, fatale aux *Ranunculus* aquatiques». (BEAULIEU *et al.*, 1988, p.11). La flore herbacée s'enrichit à cette époque de végétaux mésophiles absents ou rares des zones antérieures : Cypéracées, *Filipendula*, *Rumex*, *Epi-lobium*, Valérienacées, *Calluna*, *Sparganium*, Apiacées. Ces végétaux devaient participer à la constitution de mégaphorbiées bordières des sites alors que parmi les constituants de la steppe, régionalement encore étendue, ce sont *Helianthemum*, *Thalictrum*, les Brassicacées qui se manifestent. Le pollen de *Quercus* est régulièrement noté à Balcère, signe de la diffusion de cet arbre sur le piémont pyréen. A la Borde, les indices de remaniements s'amoindrissent. L'âge de  $11.930 \pm 125$  B.P (SBa) semble pouvoir être retenu pour cette zone.

#### c) Phase à *Pinus* (zone 7)

Bien que *Betula* persiste encore dans tous les sites, c'est une puissante expansion de *Pinus* qui caractérise la fin de l'Interstade tardiglaciaire. Dans tous les sites où cette zone s'observe (qui sont de nos jours entourés de forêts de *Pinus uncinata*), les taux atteints par ce taxon sont maximums dépassant parfois largement, comme au Gourg Nègre, les taux enregistrés pendant tout l'Holocène. Les taux notés (de 70 à 85%) tant à La Borde qu'au Gourg Nègre sont de même ordre que ceux révélés par notre transect pollinique, en forêt de *Pinus*. Or dans un site comme le Gourg Nègre à 2.080 m d'altitude, il est difficile d'imaginer que la forêt de *Pinus* se soit élevée à l'Alleröd plus haut que pendant l'Holocène. Un argument direct supporte même une opinion inverse. Dans ce site, le sédiment, homogène, est une gyttja depuis la base de la séquence. Dans tous les niveaux de l'Holocène, les préparations microscopiques contiennent beaucoup de stomates de *Pinus* aisément identifiables (TRAUTMAN, 1964). Bien que ces microrestes, indicateurs au même titre que les aiguilles qui les portent, de la présence locale de l'arbre, aient été spécialement recherchés dans les niveaux de la phase à *Pinus*, aucun n'a été découvert. Le premier stomate de *Pinus* rencontré l'a été au niveau 455 dans un spectre rapporté au Préboréal (GNd). Au Ruisseau de Laurenti (où les stomates sont cependant moins régulièrement présents pendant l'Holocène) la même recherche a conduit à rencontrer le premier stomate à 355 cm, au début du Préboréal (Lc). Il semble donc raisonnable de penser que la forêt de *Pinus* n'a pas atteint à la fin de l'Interstade l'altitude de 1.900 m et que les taux élevés de *Pinus* dans les 2 sites pris en exemple sont le résultat d'une supraréprésentation exceptionnelle

(cf. § Méthodologie). Qu'en était-il à Balcère et à La Borde aux environs de 1.700 m ? Certes, c'est dans ce dernier site que les taux de *Pinus* sont les plus élevés ( $\geq 80\%$ ) l'absence de stomates n'ayant aucune signification puisque les préparations microscopiques n'ont livré dans ce site aucun stomate même pendant l'Holocène. Seule une étude des macrorestes permettra de savoir avec certitude si la forêt de *Pinus* a atteint ou non l'altitude de la Borde à cette époque. En attendant, l'histoire ultérieure de ce taxon permettra de risquer un élément de réponse.

Malheureusement la zone 7 fait défaut dans les sites de moindre altitude, notamment à La Moulinasse (REILLE, 1991a).

Dans l'eau des lacs du milieu de dépôt, s'observe un renouvellement de la végétation aquatique: les *Ranunculus* s'effacent totalement pour laisser la place à d'autres hygrophytes, *Potamogeton* à La Borde, *Alisma* à Balcère. La zone 7 ne paraît correctement datée qu'à La Borde où elle est le plus étalée :  $11.530 \pm 250$  pour son début,  $10.790 \pm 180$  pour la fin.

Bien qu'issue de prélèvements douteux (faits en plusieurs fois à la sonde de HILLER) la date de  $11\,240 \pm 280$  du diagramme de COHEN (in VAN CAMPO et JALUT, 1964) est concordante avec ces mesures.

#### 4. LE DRYAS RECENT (zone 8)

Cette brutale péjoration climatique (PONS *et al.*, 1987), connaît dans tous les sites alors lacustres un enregistrement spectaculaire qui se manifeste par un effondrement des taux de *Pinus* et *Betula* et un redéploiement des steppiques, *Artemisia* surtout, très évident au Gourg Nègre et à La Borde. Les taux de *Pinus* s'abaissent jusqu'à des valeurs qui sont du même ordre de grandeur que celles qu'a connues ce taxon au Bölling (20 % à La Borde, 30 % à Balcère, ce qui représente une perte de fréquences par rapport à l'Allerød de plus de 50%.

Peut-on admettre que la courte variation climatique du Dryas récent ait pu ramener *Pinus* à un statut identique à celui qui était le sien au Bölling ? Il est bien plus probable, comme nous l'avons supposé, que les taux très élevés de *Pinus* pendant l'Allerød étaient la conséquence d'une supraréprésentation de ce taxon dont les forêts n'avaient pas atteint l'altitude de La Borde et que la péjoration du Dryas récent a occasionné à la fois un abaissement de la limite supérieure de ses forêts de quelques centaines de mètres tout au plus, et surtout une réduction de sa production pollinique.

Il est en tous cas certain que ces sites pyrénéens se sont trouvés pendant le Dryas récent dans l'étage asylvatique.

La persistance du pollen de *Quercus* dans la plupart des spectres du Dryas récent, indique que ce taxon dont la diffusion s'est accomplie pendant l'Interstade, n'a probablement pas perdu beaucoup de terrain au cours du Dryas récent. La régularité des taux de *Quercus* à feuillage caduc, seul arbre mésophile rencontré à cette altitude pendant tout le Tardiglaciaire, pourra à l'occasion servir de marqueur de cette époque.

Dans le site lacustre de Balcère ne s'observe pas un retour aux conditions du Dryas ancien puisqu'au lieu d'une réapparition des *Ranunculus* aquatiques, intervient un pullulement d'Isoètes, situation exactement inverse à celle notée dans le Massif Central (BEAULIEU *et al.*, 1988). Par contre, c'est au Ruisseau de Laurenti, dont la singularité a été soulignée, que se manifeste, pendant le Dryas récent, le seul optimum de *Ranunculus*, mais il est vrai que dans ce site l'histoire antérieure n'est pas connue.

#### 5. LE PREBOREAL (zones 9,10 et 11)

Cette période d'active dynamique pionnière est connue par 3 zones régionales qui ne sont complètement représentées qu'au Gourg Nègre et au Ruisseau de Laurenti.

- La zone régionale 9 (GNd,Lc) est caractérisée par l'extension de *Betula*, l'effondrement des taux des steppiques et l'intervention d'une végétation de mégaphorbiées jamais signalée antérieurement dans l'extrémité orientale des Pyrénées. *Rumex* et *Filipendula* sont les meilleurs indicateurs de cette végétation apparue à l'Allerød et probablement limitée aux abords immédiats des sites. C'est dans cette zone (au début à 1.860 m, à la fin à 2.080 m) que sont notés les premiers stomates de *Pinus*, attestant la présence locale de *Pinus uncinata*. Les spectres donnent donc l'image d'une végétation régionale dans laquelle *Pinus uncinata* devait s'élever jusqu'à vers 2.000 m, alors qu'à partir de cette limite persistait une végétation steppique, les bas fonds humides étant occupés par des mégaphorbiées mêlées de *Betula*. Cette zone n'a été datée qu'une seule fois, de façon imprécise de  $10.610 \pm 300$  au Laurenti.

- La zone régionale 10 est caractérisée par une progression de *Pinus* qui atteint ses taux maximums et l'apparition de *Quercus* en courbe continue, alors que *Corylus* est absent ou rare, même à basse altitude (880 m, P2a). Cette époque est pour la pinède une période optimale au cours de laquelle elle atteint probablement sa

limite supérieure actuelle (autour de 2.400 m) et un développement optimal puisqu'à Pinet à 880 m, elle est encore la seule végétation forestière régionale. Ce puissant boisement réduit à la fois le domaine des mégaphorbiées et celui du reliquat steppique mais la persistance de ce dernier indique le maintien de la sécheresse dans les milieux froids, en altitude. Les taux de *Quercus* sont révélateurs de la diffusion régionale de l'arbre dont l'Interstade tardiglaciaire avait assuré la dispersion. L'absence de sol apte à porter les chênaies est évidemment responsable d'une zonation de la végétation sans rapport avec la zonation actuelle. L'âge de cette zone n'est pas connu car la date de  $8.225 \pm 100$  de la zone M4e, manifestement trop jeune doit être rejetée.

- La zone régionale 11 est essentiellement caractérisée par l'apparition brutale et l'expansion de *Corylus* qui atteint, en fin de zone, des fréquences quasi maximales et l'intervention plus discrète d'*Ulmus*. L'immixtion de *Corylus* entraîne un palier dans la courbe de *Quercus* dont les taux étaient en progression. Cette situation est parfaitement identique à celle enregistrée dans le Massif Central (BEAULIEU *et al.*, 1988). Deux dates convergentes,  $9.400 \pm 280$  au Gourg Nègre et  $9.430 \pm 210$  au Laurenti situent autour de 9.500 B.P. l'expansion massive de *Corylus*.

## 6. LE BOREAL (zones 12, 13, 14 et 15)

Cette phase d'apogée de *Corylus* est absente de beaucoup de sites (Balcère, Les Sagnes, La Moulinasse) à cause d'évidents hiatus. Dans les autres sites où la période est représentée, les spectres donnent l'image d'une chênaie à *Ulmus*, très riche en *Corylus* qui devait localement atteindre comme au Laurenti l'altitude de 1.800 m. C'est en effet dans le diagramme de ce site que les fréquences de *Corylus* sont les plus élevées (de 40 à 50%) du même ordre de grandeur que celles enregistrées à la même époque à Pinet (880 m) où la chênaie-corylaie représente le seul type de végétation régionale (REILLE, s.p.).

Les sites plus méditerranéens ou alticoles de La Borde et Gourg Nègre restent entourés de forêts de *Pinus*. La zone GNg qui contient l'optimum de *Corylus* a été datée de  $9.150 \pm 250$ . C'est à Pinet que la période est la plus détaillée, il est vrai, sur la base de zones exclusivement locales dont les Cypéracées sont responsables (P2b, P2c). C'est sur ce site, dans la zone régionale 15 (P1b, P2d), que débute la courbe continue d'*Abies*, témoignage de la dispersion de cet arbre dont la diffusion attestée par quelques occurrences s'est accomplie à partir de refuges proches, au tout début du Boréal (P1a).

Cet événement est daté de  $7.940 \pm 140$  B.P. nombre qui indique l'extrême fin du Boréal. Faute d'éléments de comparaison, cette date ne peut être discutée pour l'instant. Aucun grain de pollen de *Tilia* n'a été noté dans les spectres rapportés au Boréal : ce taxon est absent de la végétation même à l'altitude de Pinet (880 m). Dans tous les sites s'observent, à cette époque, des notations régulières de *Pistacia*, enregistrées aussi dans toutes les régions du Massif Central (BEAULIEU *et al.*, 1982 ; 1984 et 1985 ; REILLE *et al.*, 1985 ; GUENET et REILLE, 1988), qui militent en faveur d'un climat chaud et sec de cette période que souligne bien, au Gourg Nègre, un optimum singulier de *Quercus ilex*.

## 7. L'ATLANTIQUE (zones 16, 17, 18, 19, 20 et 21)

A partir de cette époque dont les témoignages sont enregistrés dans presque tous les sites (sauf à La Moulinasse à cause d'un long hiatus accidentel, REILLE, 1991a), une zonation de la végétation s'établit obligeant à distinguer le site de Pinet, de plus basse altitude, de tous les autres situés au dessus de 1.300 m.

### a) Pinet

Dans une première zone (P1C) c'est la progression des taux d'*Abies* jusqu'à un palier d'environ 5% qui caractérise le mieux à Pinet le début de la période atlantique.

Ce n'est que postérieurement qu'apparaissent *Tilia* d'abord (P1d1) puis, presque simultanément *Fraxinus*, *Taxus* et *Alnus* alors que les taux de *Corylus* chutent fortement (P1d2). Dans la zone 19 (P1e, P2f) correspondant à l'optimum de *Taxus*, la sapinière et une chênaie diversifiée à *Fraxinus*, *Taxus*, *Tilia*, *Acer*, *Ilex* et *Hedera* se partageaient les environs du site en fonction de l'exposition. C'est dans la zone 20 (P1f, P2g) que se manifeste, autour de 5.260 B.P., le premier landnam régional (REILLE, 1991b) sous forme d'une culture de céréales sur brûlis. Cette pratique a eu lieu dans la domaine de la sapinière et occasionne une chute des taux d'*Abies* profitant à *Corylus* arbre héliophile, alors que s'observent simultanément dans les spectres le pollen de céréales et celui de *Plantago lanceolata* le meilleur marqueur de l'activité anthropique (BEHRE, 1981). L'élévation brutale des taux d'*Abies* dans la zone qui suit le landnam (zone 21, P1g, P2h) est le signe de la meilleure floraison de cet arbre suite à l'éclaircissement de sa forêt (REILLE, 1977). C'est à partir du landnam (zone 20) qu'apparaissent des occurrences régulières de pollen de *Fagus*

## b) Les sites d'altitude

Dans ces autres sites, l'histoire de la végétation atlantique est moins détaillée, mais *Pinus* connaît ses plus basses fréquences depuis le début du Postglaciaire : la sapinière, dans sa phase optimale, occupe probablement la plus grande place, s'élevant peut-être, comme au Gourg Nègre, jusqu'à 2.000 m.

Dans les 3 sites proches, de Balcère, Les Sagnes et Le Serre, 3 dates correspondant à des moments différents de l'optimum d'*Abies* (Bg, SBd, S2cd) ont donné les dates de  $5.820 \pm 75$ ,  $5.150 \pm 60$ ,  $4.920 \pm 160$ . C'est vers la fin de l'Atlantique qu'apparaissent (GNj, S2b) les premières notations conjointes de céréales et *Plantago lanceolata*, signant les premiers indices objectifs de l'agriculture néolithique. Au Gourg Nègre où cet événement va de pair avec la chute d'*Ulmus*, il précède de peu les premières notations régulières de *Fagus*.

## 8. SUBBOREAL (zones 22 à 27)

A toutes les altitudes cette période est le mieux marquée par un retrait de la chênaie que traduit bien l'effondrement des taux d'*Ulmus* et *Tilia* et l'optimum d'*Alnus*.

a) A Pinet la persistance des notations de *Plantago lanceolata* indique probablement une permanence de l'activité agropastorale à moyenne distance (JALUT et VERNET, 1989). Le Subboréal est dans ce site l'époque optimale pour la sapinière (P1h, P2i), alors que les notations régulières de *Fagus* indiquent l'immixtion de cette essence dans ce qui était auparavant le domaine exclusif d'*Abies*.

Comme en Europe moins méridionale (MUNAUT, 1967) ou en Corse (REILLE, 1975) c'est à la fin du Subboréal qu'à lieu la disparition de *Taxus*.

Les premières notations de *Carpinus* se rencontrent dans la zone P1h.

b) Dans les sites plus élevés, le Subboréal correspond déjà à une rétraction d'*Abies* au profit de *Fagus*. Cette dynamique qui se manifeste partout postérieurement aux premières notations de céréales pourrait bien être une conséquence de l'action humaine (JALUT, 1981). Seuls les sites des Bassettes et de Laurenti font exception : la sapinière y connaît son optimum et *Fagus* est absent ou rare. L'altitude élevée et l'éloignement de toute implantation humaine en sont probablement la cause.

C'est dans la zone régionale 22 (Li, Fc, GNk) que s'observent l'optimum d'*Alnus* et les premières notations régulières de *Fagus*, encore sans effet sur les fréquences d'*Abies* qui restent élevées. La datation du début de cet événement, bien situé au Fournas (1.510 m) a donné un âge de  $4.180 \pm 140$  B.P. qui fournit, pour l'instant, la première estimation fiable. Un résultat de même âge ( $4.340 \pm 130$  B.P. a été obtenu au Serre (1.750 m).

- Les zones 23, 24, 25, toutes trois singulières, n'existent que dans des diagrammes du Laurenti. Elles relatent une histoire locale sans équivalent précis dans le site pourtant proche du Fournas situé dans la même vallée : en Lj, l'invasif brutal du site par les Cypéracées ne peut avoir qu'une cause accidentelle, vraisemblablement d'origine anthropique qui affecte la représentation pollinique de *Pinus* et *Abies*, les deux taxons forestiers locaux. En Ll s'observe déjà un phénomène qui, partout dans la région, prendra plus tard son plein développement : *Pinus* envahit le domaine de la sapinière et cette substitution ne peut se comprendre que par un abaissement altitudinal à la fin du Subboréal, de la limite inférieure naturelle de la forêt de *Pinus uncinata*. Cette nouvelle dynamique, précoce dans le site du Laurenti, est la cause du petit rôle qu'y jouera *Fagus*.

- La zone 26 témoigne à sa base du début de l'expansion de *Fagus*, daté de façon convergente à Balcère ( $3.295 \pm 65$ , et au Gourg Nègre ( $3.270 \pm 170$ ) où l'événement va de pair avec le début de la courbe définitivement continue de *Quercus ilex* et une plus grande régularité des notations d'*Olea*.

- L'optimum subboréal de *Fagus* qui supplante ou fait jeu égal avec *Abies* n'est individualisé qu'au Fournas (Fe), au Laurenti (Lm), moins clairement à Balcère (Bj), et au Gourg Nègre (GNm). L'âge de cet optimum du hêtre dans les sites d'altitude, n'est pas connu avec précision.

## 9. LE SUBATLANTIQUE (zones 28, 29, 30, 31 et 32)

Sur tous les profils nous l'avons fait débiter avec la première notation de *Juglans*. Dans tous les cas, cette «*Juglans* line» (BEUG, 1975), a été établie soigneusement : au-dessus de la première notation de *Juglans* figurée sur les diagrammes, le pollen de ce taxon a toujours été recherché avec succès, parfois en dehors du dénombrement ayant servi à l'établissement du spectre, dans des comptages portant sur environ 2.000 grains de pollen, alors qu'en dessous de cette première notation, l'absence de *Juglans* dans les 3 niveaux immédiatement précédents a été établie par l'absence de grain de pollen de ce taxon dans

des dénombrements du même ordre. Si cette méthodologie établit une limite probablement synchrone pour le début du Subatlantique elle en fixe le début au commencement de l'occupation romaine dans la région (à l'origine de la propagation de *Juglans*) soit vers 2.200 B.P., avec l'implantation de la Narbonaise. A toutes les altitudes, le Subatlantique est une époque d'anthropisation maximale dont la déforestation générale, la culture des céréales et la perception régulière de *Juglans* et *Olea* sont les meilleurs marqueurs.

### a) Pinet

La réduction de la sapinière, d'origine anthropique, a eu lieu à la fin du Subboréal (P1i), la phase d'expansion de *Fagus* (P1j, P2j) est contemporaine des premières notations de *Juglans*. Notre hypothèse chronologique la situerait peu avant le début de l'ère chrétienne. Aucune date convaincante n'a pu être obtenue sur ce site pour cet événement (REILLE, 1991b). La seule fiable par son mode de prélèvement a donné un résultat trop élevé pour être admise sans restriction : (2.990 ± 130 B.P., P1j) L'optimum de *Fagus* (P1k, P2k) a lieu alors que *Carpinus*, *Juglans* et *Castanea* sont régulièrement rencontrés. Cette époque, au cours de laquelle les taux d'*Abies* atteignent leurs plus basses fréquences, pourrait correspondre au Moyen-Age (REILLE, 1991b, tableau I). L'optimum de *Fagus* est de courte durée et sa régression survient dans les zones P1l, P2l et P2m qui correspondent à l'acmé de la période agricole (taux maximums de céréales, notations régulières de *Fagopyrum*) attribué comme dans toutes les provinces françaises aux 18ème et 19ème siècles (DUBY et WALLON, 1976). Ces zones correspondent à l'état de délabrement forestier maximum qui favorise une meilleure perception de l'apport régional de *Pinus* dont les taux atteignent presque 20%. Enfin, dans la dernière zone des profils de Pinet (P1m, P2n), alors que l'optimum agricole est dépassé et la régression de *Fagus* achevée, que le pollen de *Picea*, arbre planté en reboisement au cours du 19ème siècle, est présent dans tous les spectres, les taux de *Pinus* s'élèvent brutalement à 45%, signe de l'expansion de *Pinus uncinata* sur la tourbière où il forme encore de nos jours, un petit peuplement découvert en 1924 par FLAHAULT (GAUSEN, 1925, p. 158).

### b) Les sites d'altitude

Dans ces sites, l'histoire de la végétation, plutôt uniforme, est partout moins détaillée. C'est seulement sur le site du Fournas que l'optimum de *Fagus* se prolonge de façon non ambiguë

pendant la première moitié du Subatlantique (Fg), tandis qu'aux Bassettes cet arbre s'introduit peu à peu dans la sapinière proche. Sur tous les autres sites, le Subatlantique correspond, même au début de la période représentée, à une réduction de la hêtraie tandis que s'accomplit l'ultime récession de la sapinière. Partout, la disparition d'origine évidemment anthropique de ces forêts montagnardes, profite à *Pinus uncinata* dont la limite altitudinale se trouve ainsi artificiellement abaissée. C'est la généralisation du processus décrit au Laurenti à la fin du Subboréal. Dans le site du Fournas cette substitution est extrêmement récente. Aucune datation absolue n'a été réalisée sur des échantillons attribués au Subatlantique. La date de 2.490 ± 120 B.P. du toit de la zone S1b fournit une bonne confirmation de notre appréciation de l'âge de la «*Juglans* line», adjacente au niveau daté.

## DISCUSSION

### 1. CRITIQUES DES DONNES RADIOMETRIQUES

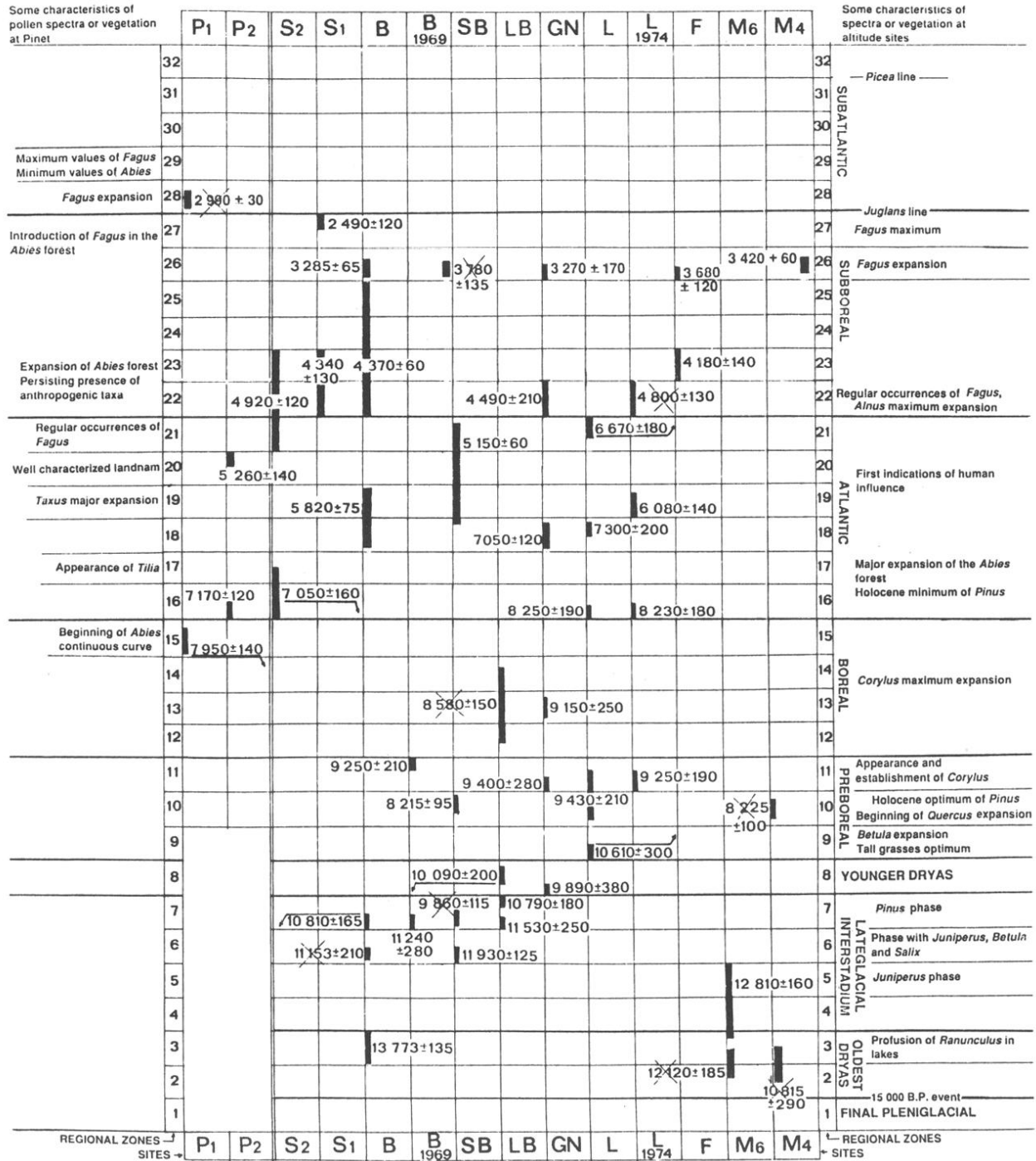
La présente note fait état de 40 dates <sup>14</sup>C, toutes issues de prélèvements faits en une seule fois avec le carottier russe, le même prélèvement ayant servi à la fois à l'analyse pollinique et au datage. Le matériel soumis au datage a été de la tourbe ou de la gyttja. La critique de ces dates qui ne peut pas être indépendante de la cohérence écologique de l'histoire de la dynamique végétale, se fera avec le souci de concilier «à la fois le plus grand nombre de données et la plus grande simplicité» (PONS *et al.*, 1988, p. 38).

Cette critique prendra en compte dans la mesure du possible 53 autres dates <sup>14</sup>C publiées dans la région par des pollenanalystes (JALUT, 1974 ; ALLEE et DENEFLÉ, 1989) mais dont 39 d'entre elles sont issues de «prélèvement fait en plusieurs fois» à la sonde de HILLER (JALUT, 1974, p. 155).

L'appréciation des résultats du <sup>14</sup>C ne pourra être valablement comparée qu'avec les régions proches dont la chronologie de la dynamique de la végétation a fait l'objet d'un examen critique et systématique. Or, dans les Pyrénées, une telle synthèse fait défaut et la plus grande confusion règne encore dans la relation de l'histoire de la végétation (JALUT *et al.*, 1988 ; REILLE, 1991a). Le résultat de l'appréciation des dates figure au tableau III.

La date 13.773 ± 135 de la phase à *Ranunculus* de Balcère n'a pas d'équivalent régional, elle est en bon accord avec la datation du même évé-

Tableau III  
Evaluation des dates <sup>14</sup>C



— Date too young      — Date too old      X Date rejected



nement dans le Massif Central français (BEAULIEU *et al.*, 1988) et elle peut être retenue. Elle est supportée par la date de  $13.600 \pm 350$  des premiers niveaux du diagramme La Moulinasse 1 (JALUT, 1974) rapportés eux aussi au Dryas ancien (REILLE, 1991a). Les dates  $12.120 \pm 185$  et  $10.815 \pm 290$  de niveaux de la même zone régionale, à La Moulinasse ne peuvent donc être retenues. La date  $12.810 \pm 160$  obtenue à La Moulinasse fournit une première appréciation, sans équivalent régional, de la phase à *Juniperus* dont l'âge est identique à son homologue dans le Massif Central (BEAULIEU *et al.*, 1988). Sur la base de la chronologie admise en Europe du sud (BEAULIEU *et al.*, *l.c.*). La date de  $11.930 \pm 125$  pour le milieu de l'Interstade tardiglaciaire aux Sagnes de Balcère peut être retenue, ce qui conduit à rejeter pour trop récente la date de  $11.153 \pm 210$  d'une zone jugée synchrones à Balcère. La phase à *Pinus* de l'Alleröd de La Borde a livré deux datations imprécises mais qui s'étaient mutuellement  $11.530 \pm 250$  et  $10.790 \pm 180$ , indiquant une durée d'au moins 7 siècles pour l'apogée tardiglaciaire de *Pinus*, la plus récente fournissant dans la région la première indication valable de la limite Alleröd-Dryas récent. La date de  $11.240 \pm 280$  du début de la phase à *Pinus* dans l'ancien diagramme de Balcère (JALUT, 1974) est compatible avec celle de  $11.530 \pm 250$  obtenue à La Borde, ce qui oblige à récuser la date de  $9.860 \pm 115$  d'un niveau jugé synchrones aux Sagnes de Balcère et à considérer celle de  $10.810 \pm 165$  de Balcère comme rajeunie. La datation de deux niveaux indiscutablement d'âge Dryas récent a livré des résultats médiocres : l'un  $10.090 \pm 200$  à La Borde paraît trop jeune, l'autre  $9.890 \pm 380$  au Gourg Nègre est trop imprécis.

La première zone du Préboréal (zone régionale 9) n'est datée qu'une seule fois au Laurenti, de façon imprécise, et en admettant un âge de 10.300 pour la transition Dryas récent - Préboréal (BEAULIEU *et al.*, 1988), le résultat de cette mesure :  $10.610 \pm 300$ , semble encore un peu trop élevé. Deux dates convergentes, quoique peu précises indiquent comme partout en Europe du sud (Beaulieu *et al.*, *l.c.*) un âge autour de 9.400-9.500 pour l'extension de *Corylus*, l'une au Gourg Nègre a donné  $9.400 \pm 280$ , l'autre au Laurenti  $9.430 \pm 210$ . La date de  $9.250 \pm 190$  d'une zone homologue dans l'ancien diagramme du Laurenti (JALUT, 1974), bien que probablement rajeunie, est encore informative et validée par son intervalle de confiance. Accepter ces dates oblige à récuser celle de  $9.160 \pm 170$  d'un ancien diagramme de Pinet (JALUT, 1974) qui semble d'ailleurs se rapporter à la zone antérieure.

Quant à la date de  $9.250 \pm 210$  de l'ancien diagramme de Balcère (VAN CAMPO et JALUT, 1969) qui a longtemps été prise (à cause de la méconnaissance d'un long hiatus masqué par un procédé de sondage polluant) comme indicatrice du début de l'extension d'*Abies* (VAN CAMPO et JALUT, 1969 ; JALUT, 1988), elle a été finalement récuser, à tort, par son auteur (JALUT et VERNET, 1989) : le contenu pollinique du niveau daté et le résultat de la mesure que son intervalle de confiance rend valide, indiquent bien la fin du Préboréal ! Accepter ce lot de dates oblige à rejeter comme trop jeunes d'au moins un millénaire, les dates de  $8.215 \pm 95$  des Sagnes de Balcère et  $8.225 \pm 100$  à La Moulinasse.

La phase d'apogée de *Corylus*, dans laquelle se manifestent aussi les premières occurrences régulières d'*Abies* est datée au Gourg Nègre de  $9.150 \pm 250$  B.P, est en parfait accord avec ce qui est connu dans le Massif Central (BEAULIEU *et al.*, 1988), peut être retenue, ce qui oblige à récuser comme trop jeune celle de  $8.580 \pm 150$  d'un niveau synchrones à La Borde. Dans ce site où l'Holocène est condensé en 80 cm seulement, le rajeunissement de la date était presque inévitable. La date  $7.950 \pm 140$  de la dernière zone du Boréal (zone 15) à Pinet, dans laquelle *Abies* apparaît en courbe continue, est cohérente avec les précédentes.

La date  $8.420 \pm 150$  de l'ancien diagramme de Pinet est peu informative puisqu'elle surmonte un long hiatus et ne se rapporte à aucun fait botanique précis, elle peut être acceptée comme indiquant le Boréal.

Au Laurenti, la date de  $8.250 \pm 190$  pour le début de l'expansion d'*Abies* est identique à celle ( $8.230 \pm 180$ ) d'un niveau synchrones de l'ancien diagramme (JALUT, 1974). Les deux résultats s'étaient mutuellement et fixent au tout début de l'Atlantique le commencement de l'expansion régionale d'*Abies*. En tenant compte des intervalles de confiance ces 2 dernières dates sont cohérentes avec celle de  $7.950 \pm 140$  obtenue à Pinet. A la rigueur, cette dernière pourrait être considérée comme légèrement trop jeune compte tenu de la différence d'altitude entre les sites.

Deux dates que leurs marges d'erreurs rendent cohérentes, indiquent au Laurenti  $7.300 \pm 200$  et au Gourg Nègre  $7.050 \pm 210$  pour les premières notations de *Tilia* qui précèdent dans les deux cas les premières occurrences régulières d'*Alnus*. Des niveaux comparables sont datés du même âge à Pinet 2 :  $7.170 \pm 120$ . Ce lot de trois dates, malheureusement peu précises, ont un intervalle de confiance qui se recouvre entre

7.300 et 7.100, ce qui conduit à considérer la date de  $7.050 \pm 160$  de Le Serre 2 comme trop jeune, pour un niveau qui précède la première notation de *Tilia*. En revanche dans l'ancien diagramme de Pinet la date de  $7.350 \pm 140$  peut être retenue pour un niveau précédant immédiatement la première notation de *Tilia*. Les deux dates de  $5.820 \pm 75$  à Balcère et  $5.150 \pm 60$  aux Sagnes de Balcère sont peu informatives, elles font suite à un long hiatus et concernent des états semblables de la végétation totalement privée de *Fagus*. Il est donc impossible de les critiquer dans le détail. Il en est de même de la date  $6.080 \pm 140$  de l'ancien diagramme du Laurenti (JALUT, 1974).

En revanche l'âge de  $6.670 \pm 180$  du sommet de la zone h du Laurenti, la seule à indiquer de façon assez précise la fin du maximum de *Tilia*, paraît trop élevé. La date de  $4.920 \pm 120$  en Le Serre 2 semble indiquer l'optimum d'*Abies* dans les sites d'altitude, mais elle est peu sûre car elle chevauche plusieurs zones régionales.

C'est à Pinet que *Fagus* se manifeste tout d'abord, sous la forme d'occurrences régulières (qui vont persister de la fin de l'Atlantique à la fin du Subboréal) à partir de  $5.260 \pm 140$ . Dans les sites d'altitude un même état de la courbe de *Fagus* se date de  $4.490 \pm 210$  au Gourg Nègre,  $4.340 \pm 130$  en Le Serre 1,  $4.370 \pm 60$  à Balcère,  $4.180 \pm 140$  au Fournas. Parmi ces 4 mesures, les 3 premières conduisent à un âge autour de 4.400 alors que celle du Fournas fournit un âge plus récent d'environ 2 siècles. Le déterminisme anthropique de la diffusion de *Fagus*, partout démontré dans la région, est peut-être la cause de ce diachronisme, mais l'ensemble des 4 dates force à rejeter comme trop vieille la date de  $4.800 \pm 130$  de l'ancien diagramme du Laurenti (JALUT, 1974) et plus encore celles de  $6.200 \pm 130$  et  $5.590 \pm 120$  d'un ancien diagramme du ruisseau du Fournas (JALUT, 1974) issu d'une séquence abondamment polluée (REILLE, 1991a, p. 135).

Quant à la date de  $4.300 \pm 180$  de la tourbière du Bousquet (JALUT, 1974), elle n'est pas informative car le début de la courbe de *Fagus* fait défaut dans ce site. Dans les sites les plus élevés, Gourg Nègre et Balcère, le début de l'expansion de *Fagus* est daté de façon convergente de  $3.270 \pm 170$  et  $3.285 \pm 60$  ce qui oblige à rejeter comme trop vieille la date de  $3.780 \pm 135$  d'un niveau semble-t-il comparable mais entaché de pollutions (*Juglans*, *Picea*) de l'ancien diagramme de Balcère (JALUT, 1974). Plus d'un millénaire sépare donc dans ces sites la perception de la dispersion et de l'expansion régionale de *Fagus*.

A moyenne altitude, à La Moulinasse, l'allure

ascendante de la courbe de *Fagus* indique que l'événement est de peu antérieur à  $3.420 \pm 60$ . Seul le site du Fournas paraît avoir livré une date plus ancienne,  $3.680 \pm 120$  B.P. Mais ce site est le seul de la région où la courbe de *Fagus*, parfaitement détaillée, connaît des fréquences élevées et le niveau daté dans lesquels *Fagus* a de basses fréquences de l'ordre de 2 à 3% a peut-être pour homologue exact dans les autres séquences une portion de la courbe de *Fagus* correspondant à des fréquences inférieures à 1% (occurrences régulières). Cette ambiguïté interdit de critiquer la date qui doit être acceptée. L'optimum de *Fagus* n'a été daté qu'une seule fois dans cette étude de  $2.490 \pm 120$  en Le Serre 1, dans un niveau immédiatement inférieur à la *Juglans* line.

Seul le site de Pinet connaît une histoire particulière : *Fagus* y atteint son expansion au-dessus de la *Juglans* line, c'est la raison pour laquelle la date de  $2.990 \pm 130$  de Pinet 2 ne peut être acceptée.

Au total, parmi les 40 dates nouvelles qui figurent au tableau I, 25 sont acceptées et porteuses d'informations, 4 sont jugées trop jeunes, 2 trop vieilles, 1 trop imprécise et 8 sont exclues. La proportion de 62,5 % de dates acceptables est en rapport avec l'expression des résultats du  $^{14}\text{C}$  (EVIN, 1987).

L'analyse du tableau II montre que peu d'événements botaniques sont datés avec précision en raison soit de la pauvreté en carbone des gyttja soit du fait que l'échantillon à dater recouvre plusieurs zones régionales à cause d'une très lente vitesse de sédimentation.

## 2. LES PARTICULARITES DE L'HISTOIRE REGIONALE

Le fait que ce que nous avons appelé «l'événement 15.000» trouve un enregistrement dans les sites d'origine glaciaire de La Borde et le Gourg Nègre, prouve que, comme partout en Europe du sud, l'âge de la déglaciation est antérieur à 15.000 B.P., même à 2.100 m d'altitude.

La reconnaissance de cet événement dans d'autres séquences pyrénéennes comme celle de Biscaye (MARDONES, 1982) où il a été repéré pour la première fois (BEAULIEU *et al.*, 1984, p. 64), de l'Estarrès et Barbazan (ANDRIEU, 1987 et 1991) est un élément objectif de datation pour d'autres séquences.

C'est ainsi qu'il apparaît que la base de la séquence de Freychinède, en Ariège (JALUT *et*

al., 1982) est postérieure à cet événement, en dépit d'une date  $^{14}\text{C}$  de  $21.300 \pm 760$  BP (REILLE, 1990 a et c).

Par le pullulement des *Ranunculus batrachium* dans les lacs de Balcère et La Borde, le Dryas ancien des Pyrénées occidentales s'apparente à celui du Massif Central (BEAULIEU *et al.*, 1988) et diffère de celui des Alpes du sud (BEAULIEU, 1977).

La singularité de la phase à *Juniperus* qui marque en Europe du sud le début de l'Interstade tardiglaciaire est à souligner elle n'a été reconnue que dans un seul site, La Moulinasse; son âge pourtant, 12.810 est identique à celui noté dans le Massif Central.

Au début de l'Interstade, *Salix* paraît jouer un rôle synchrone avec *Betula* dont l'importance est partout très modeste.

Le faible rôle de *Betula* suggère qu'il s'agit de *Betula pubescens* et que cet arbre était intégré à la végétation bordière des sites de petites dimensions. Une analyse détaillée du diagramme de La Borde, le seul site où le Tardiglaciaire est très étalé, montre qu'au sommet de la zone LBe, alors que l'optimum conjoint de *Juniperus*, *Salix* et *Betula*, cause de l'extrême réduction des taux de *Pinus*, est dépassé, existent trois spectres caractérisés par une stagnation des taux de *Pinus* et un léger regain des steppiques (*Artemisia*, *Helianthemum*, *Thalictrum*, Brassicacées) avant l'élévation des taux de *Pinus* qui indique l'Alleröd. Il s'agit du seul indice d'une crise dans la dynamique de l'Interstade tardiglaciaire (Dryas moyen).

Dans le Massif Central, des indices aussi ténus mais décelables dans plusieurs sites, ont été négligés par les auteurs (BEAULIEU *et al.*, 1988) qui considèrent comme continu et relevant d'une dynamique «non essentiellement climatique» (p. 21) l'Interstade tardiglaciaire dans son ensemble. Or, sur le site de la Taphanel qui a livré un Tardiglaciaire très détaillé (BEAULIEU *et al.*, 1982), une récente étude paléontomologique (PONEL, 1989) a démontré l'évidence d'un refroidissement (Dryas moyen), entre Bölling et Alleröd. Une étude paléontomologique du Tardiglaciaire de La Borde, facilement accessible, devra donc être entreprise avant de conclure.

A la fin de l'Interstade, *Pinus* prend, dans les spectres, une importance démesurée qui efface un peu le rôle que *Betula* a dû continuer à tenir dans la végétation des abords des sites.

Le stadaire du Dryas récent se manifeste

avec une netteté et une ampleur qui n'autorisent aucune restriction (TURNER et HANNON, 1988 ; WATTS, 1986) quant à son existence et sa nature climatique puisque la chute des taux de P.A. peut aller jusqu'à 70% à La Borde.

Cette particularité doit tout à l'altitude des sites que le boisement en *Pinus* n'a pas atteint à l'Alleröd, et à la suprarépresentation de *Pinus* au-dessus de sa limite supérieure (chapitre III).

La constance de l'enregistrement du Dryas récent sur toute l'étendue de la chaîne pyrénéenne, du Pays Basque (PENALBA, 1989 ; REILLE et DUPLESSY, 1990) et des Pyrénées occidentales (REILLE, 1990a) à la vallée de la Garonne (ANDRIEU, 1991), les Pyrénées ariégeoises (REILLE, 1990c) et jusque dans l'extrémité orientale, montre que son absence dans certaines séquences (l'Estarrès JALUT *et al.*, 1988 ; Freychinède, (JALUT *et al.*, 1982) est imputable à des hiatus accidentels.

A Freychinède, c'est toute la partie terminale du Tardiglaciaire qui fait défaut dans le diagramme de JALUT, puisque celui-ci ne comporte aucun témoignage ni de l'optimum alleröd de *Pinus* ni du Dryas récent, bien représentés dans les nouvelles séquences (REILLE, 1990c).

Pendant tout le Tardiglaciaire, des occurrences de pollen de *Cedrus* sont notées dans tous les sites. De tels apports sont mentionnés à cette époque dans tout le sud de l'Europe (BEAULIEU et REILLE, 1973), en Andalousie (PONS et REILLE 1988) en Corse (REILLE, 1975 ; 1988), dans les Alpes du sud (BEAULIEU et REILLE, 1983), dans le Massif Central (REILLE et BEAULIEU, 1988; REILLE *et al.*, 1985; GUENET, 1986), la région lyonnaise (BEAULIEU et REILLE, 1984), et jusque dans les Vosges (BEAULIEU et REILLE, 1989). L'aire actuelle de *Cedrus* qui n'est plus indigène en Europe depuis le Quaternaire moyen (PAGANELLI, 1961) force évidemment à admettre, pour le pollen de ce taxon, une origine nord africaine.

Cette particularité biogéographique fait donc du pollen de *Cedrus* un excellent marqueur de l'apport lointain (BEAULIEU et REILLE, 1973), mais cet apport a nécessairement intéressé aussi des taxons indigènes tels *Artemisia* et *Pinus* pour lesquels il est alors impossible d'apprécier la part de l'apport lointain.

La perception de *Cedrus*, qui s'amoindrit pendant l'optimum Alleröd de *Pinus*, cesse à la fin du Tardiglaciaire ou au tout début du Postglaciaire : elle est simplement oblitérée par la production pollinique des forêts locales.

Le statut pollinique d'*Hippophae* est identique à celui de *Cedrus*, sa dernière apparition a lieu au tout début du Postglaciaire au Gourg Nègre (GNd). Seule l'amélioration climatique peut être rendue responsable de sa disparition. S'il est facile de concevoir une telle situation dans le Massif Central où *Hippophae* s'efface à la même époque, par une disparition pure et simple des biotopes qu'il affectionne (alluvions récentes, berges sans sol des torrents, terrains les plus maigres), la banalité actuelle de ces milieux dans les Pyrénées orientales qui devaient être très répandus au Tardiglaciaire, pose un problème écologique difficilement soluble. La question est encore soulignée par le fait que dans les séquences polliniques de la partie plus occidentale de la chaîne où *Hippophae* atteint au Tardiglaciaire des taux parfois voisins de 10 % qui indiquent sa présence locale (Barbazan, ANDRIEU, 1991), son effondrement est tardif : à Biscaye (MARDONES, 1982 ; REILLE, 1990d), il a lieu au milieu du Postglaciaire. *Hippophae rhamnoides* est connu de nos jours dans les Pyrénées dans une seule station aragonaise (WILLKOMM, 1893) qui a livré un diagramme pollinique encore incomplètement connu (MONTSERRAT, 1989) mais dans lequel le pollen d'*Hippophae* est continuellement rencontré du Tardiglaciaire à l'Actuel (MONTSERRAT, communication personnelle).

En l'absence de macrorestes qui seuls attesteraient une présence locale, la présence d'*Hippophae rhamnoides* dans l'extrémité orientale des Pyrénées au Tardiglaciaire est douteuse. Un transport lointain aléatoire pourrait être, comme pour *Cedrus*, à l'origine des quelques occurrences rencontrées, l'absence de toute notation d'*Hippophae* dans le site du Laurenti reçoit ainsi une explication.

L'absence dans nos diagrammes (tous issus de prélèvements réalisés avec le carottier russe) de toute notation non exclusivement aléatoire de pollen d'arbres mésophiles autre que *Quercus* pendant la durée du Tardiglaciaire (sauf à La Borde où la redéposition de pollen d'âge interglaciaire est évidente, REILLE, 1990a) s'oppose à la régularité de leurs occurrences dans les diagrammes issus de prélèvements par sondage HILLER (Balcère, COHEN in VAN CAMPO et JALUT, 1967 ; Laurenti, JALUT, 1974 ; La Moulinaise, JALUT, 1973). L'origine intruse de ces apports mésophiles, se trouve donc partout objectivement démontrée et leur présence ne peut servir d'argument pour soutenir dans la région une exceptionnelle proximité des refuges (JALUT, 1974 ; JALUT et ANDRIEU, 1988 ; JALUT et VERNET 1989).

En revanche, la précocité des notations de *Quercus*, leur persistance pendant tout le Tardiglaciaire, traduit la banalité des refuges de ce taxon à la périphérie de la montagne.

La rareté du pollen de *Corylus* dans le Préboréal de Pinet est en contradiction avec son abondance dans les spectres issus de la grotte de Belvis (JALUT, 1974) toute proche, provenant de sédiments attribués au Dryas ancien (SACCHI, 1973). Le pollen de *Corylus* atteint en effet dans ces spectres des taux de 5,2 et 6,7 %. Cette remarque associée au fait que *Corylus* est absent des restes de charbon de bois rencontrés par VERNET (in JALUT et al., 1975) dans la même couche de la grotte de Belvis met en question l'origine du pollen de *Corylus* dans ces niveaux archéologiques même si, selon l'auteur le chiffre de 6,7 % de pollen de *Corylus* « permet d'exclure l'hypothèse d'une contamination ou d'un apport lointain » (JALUT et al., 1975).

Par ailleurs, la végétation préboréale que traduit le nouveau diagramme de Pinet ne permet pas de reconnaître l'intervention d'un refuge proche comme celui qu'ont cru identifier à Belvis les inventeurs de ce site, la dynamique préboréale y est identique et probablement pas plus précoce que dans les sites d'altitude plus élevée.

Comme dans le Massif Central, l'extension de *Quercus* précède celle de *Corylus* : c'est la méconnaissance de hiatus (VAN CAMPO et JALUT, 1969), l'utilisation abusive de données peu fiables ou de diagrammes trop peu détaillés (*ibid*, JALUT, 1974) qui a induit, même dans une réinterprétation récente dépourvue de données nouvelles, l'idée fautive d'un « développement synchrone des proportions de bouleau, du noisetier et des chênes » (JALUT et VERNET, 1989, p. 25).

La dominance absolue de *Pinus* à toutes les altitudes, au début du Préboréal, est responsable d'une modestie peut-être exagérée du type de végétation, que constituent les mégaphorbiées, à base mésophile.

C'est dans le site du Gourg Nègre, le plus ouvert aux influences méditerranéennes, que les indices d'une période « xéothermique » correspondant à l'optimum de *Corylus* sont les plus nets, puisque s'observent simultanément un optimum transitoire de *Quercus ilex*, dont la présence proche est attestée dans ce site depuis le début du Tardiglaciaire, et une localisation bien groupée d'occurrences de *Pistacia* dont le pollen est noté à cette époque dans le Massif Central, (BEAULIEU et al., 1988). Dans ce site d'altitude élevée, le caractère transitoire de ces événe-

ments, illustre mieux que dans les sites franchement méditerranéens où la végétation en cause perdure jusqu'à nos jours (NICOL-PICHARD, 1987 ; PONS et REILLE, 1988) la brièveté de cet infléchissement climatique qui précède l'optimum conjoint des températures et des précipitations.

La constance des notations de *Quercus ilex*, dont la caractérisation pollinique par rapport aux *Quercus* à feuillage caduc n'est pas ambiguë (REILLE, 1971), dans le profil du Gourg Nègre, depuis le Tardiglaciaire, est à souligner et se rapproche beaucoup de la situation connue en plaine en Provence (TRIAT-LAVAL, 1978 ; NICOL-PICHARD, 1987).

Le fait qu'aucun reste de charbon de bois de ce taxon n'ait été trouvé dans les grottes de la région avant la fin de l'Atlantique (VERNET, 1980, p. 51) plaide en faveur d'une écologie rupicole (TRIAT-LAVAL, 1978 ; REILLE, 1990b), plutôt que de sa rareté démentie par l'analyse pollinique.

L'absence de *Tilia* avant une phase avancée de l'Atlantique est la preuve qu'aucun refuge proche de ce taxon, inconnu dans la région par ses charbons de bois (VERNET, 1980), n'a existé au Würm dans la région. La discrétion de son optimum pollinique à toutes les altitudes est une particularité de la végétation régionale dont le climat n'est pas responsable. En effet, dans des régions à climat bien plus rude que celui de l'extrémité orientale des Pyrénées, à tendance continentale accusée, comme le Jura ou les Alpes du Nord (REILLE, s.p.) et même le Massif Central, les taux de *Tilia* évoquent un rôle au moins égal de *Quercus* et *Tilia* dans la chênaie, voire une réelle tiliaie infiltrée de *Quercus*.

C'est seulement à Pinet qu'est enregistrée l'évidence d'une végétation à *Taxus* qui connaît son optimum dans l'Atlantique, et a laissé dans la proche grotte de Dourgne, des restes calcinés datés de  $6.850 \pm 140$  à  $6.170 \pm 100$  (VERNET, 1980).

Dans tous les autres sites, *Taxus* est absent ou exceptionnellement noté dans l'Atlantique (à Balcère, la localisation au Tardiglaciaire, au Préboréal et au Boréal de quelques occurrences de *Taxus* notées dans le diagramme de COHEN (1969), semblent, en raison de cette position extraordinaire, devoir être attribuées à des erreurs de détermination plutôt qu'à des pollutions accidentelles). Cette végétation à *Taxus* n'a probablement pas dépassé l'altitude de 1.000 m.

Le déterminisme anthropique de l'expansion

de *Fagus* partout dans la région, a déjà été souligné (JALUT, 1981) mais les nouvelles données permettent de moduler l'opinion de son auteur : « nous pouvons affirmer qu'à son début, vers 5.000 B.P. environ et jusqu'à 3.800-3.900 B.P., le hêtre se développe de façon spontanée et très modérée au sein de la sapinière ». (JALUT, 1984, p. 170). En effet, nulle part mieux qu'à Pinet et au Gourg Nègre, l'apparition de *Fagus*, sa dispersion régionale, ne peuvent être analysées aussi en détails. Dans les diagrammes de Pinet, le pollen de *Fagus*, rare avant le landnam bien caractérisé, daté de  $5.260 \pm 140$  B.P. (REILLE, 1991b) est régulièrement rencontré au-dessus alors que persistent dans les spectres les marqueurs de l'anthropisation (JALUT et VERNET, 1989 ; REILLE, 1991b).

La situation est identique au Gourg Nègre où le pollen de *Fagus* n'est régulièrement rencontré à partir de  $4.490 \pm 210$  que postérieurement aux premières notations conjointes de céréales et *Plantago lanceolata*. Les faits conduisent donc à croire que partout dans la région, même la dispersion de *Fagus* a pour cause un déterminisme anthropique et que cet arbre montagnard ne s'est développé nulle part « de façon spontanée et très modérée au sein de la sapinière ». Le retard de cette dispersion par rapport au Massif Central où elle s'accomplit quelque mille ans plus tôt, pourrait faire douter de la présence de proches refuges würmiens de *Fagus* car les notations de ce taxon, antérieures à une période de landnam, sont rencontrées à Pinet, précisément dans le site le plus proche des avant postes du Massif Central, que sont la Montagne Noire et les monts le Lacaune (BEAULIEU *et al.*, 1988) et pourraient aussi bien être attribuées à des apports lointains accidentels. Pourtant 2 restes calcinés attribués à *Fagus* (VERNET *in* JALUT *et al.*, 1975) ont été découverts dans une couche de la grotte de Belvis dont la datation à partir de charbons de bois de natures diverses a donné l'âge de  $12.270 \pm 280$  B.P. (VERNET et JALUT, 1989, p. 35). Comme cela a déjà été montré pour l'histoire de *Quercus* et *Corylus*, Belvis n'a donc pas joué pour *Fagus* le rôle que l'on prête aux « refuges » comme base de départ du boisement. C'est précisément à Pinet que l'expansion et l'optimum de *Fagus* sont les plus tardifs vers 2.000 B.P. (Reille, 1990a et 1991b).

Ce long retard de *Fagus* sur *Abies* qui se rencontre aussi dans les Alpes du sud (BEAULIEU et REILLE, 1983) est surprenant dans des régions à climat aussi lumineux alors que cette caractéristique est de nos jours partout défavorable à *Abies*, le plus exigeant en nébulosité. La solution aux asynchronismes de l'expansion de *Fagus* ne peut être recherchée que dans les

périodes interglaciaires ou interstadières totalement privées d'action humaine sur le milieu forestier, donc antérieures à l'Holocène. Or cette recherche est rendue possible grâce à la comparaison des deux longues séquences continentales des Echets (267 m) près de Lyon (BEAULIEU et REILLE, 1984a) et du lac du Bouchet (1.200 m) dans le Massif Central (REILLE et BEAULIEU, 1990), sites qui ne sont distants que de 200 km.

Les deux sites, que séparent presque 1.000 m de dénivellée sont de nos jours, l'un dans l'étage collinéen et la végétation climacique (CLERC, 1988) d'où *Fagus* est exclu est une chênaie, l'autre dans l'étage montagnard et la végétation climacique (BEAULIEU *et al.*, 1984) est la hêtraie ou la hêtraie sapinière. L'histoire révélée par ces longues séquences polliniques nous apprend que pendant les interstades tempérés de Prévüirm (BEAULIEU et REILLE, 1984 b) et singulièrement au cours du St-Germain 1, *Fagus*, de nos jours arbre montagnard par excellence dans toute cette région de sud de l'Europe, formait des forêts à 200 m d'altitude et était absent à 1.200 m. A moins d'admettre que le *Fagus* de cette époque avait des exigences écologiques différentes de celles de l'actuel *Fagus sylvatica*, ce qui est bien peu probable pour un taxon arboréen au regard de la courte période en cause (moins de 100.000 ans) et puisque les caractéristiques climatiques de l'époque considérée étaient peu différentes de celles de l'Holocène (GUIOT *et al.*, 1989), force est d'admettre qu'un facteur écologique nouveau est intervenu dans la diffusion et l'extension de *Fagus*. Ce facteur écologique propre à l'Holocène ne peut avoir été que l'action humaine. *Fagus* serait donc un arbre naturel de l'étage collinéen que l'action humaine aurait artificiellement poussé et maintenu dans l'étage montagnard. Cette audacieuse interprétation explique la persistance dans la vallée du Rhône, à moins de 200 m d'altitude, de quelques lambeaux de hêtraie qui ont toujours posé problème aux phytogéographes (GUINIER, 1956 ; LAPIERRE, 1966) et rend compte de l'asynchronisme observé de l'expansion de *Fagus* dans les montagnes du sud de l'Europe, qui doit tout aux vicissitudes de l'action humaine. Comment expliquer autrement la différence d'âge de plus de 1.000 ans dans l'expansion de *Fagus* entre le Massif Central et les Pyrénées, alors que «les mêmes refuges ont pu servir à la fois à ce système montagneux et au Massif Central» (BEAULIEU *et al.*, 1988, p. 24) ? Comment admettre que le même déclencheur climatique, s'il était le seul en cause, n'ait pas agi semblablement dans deux régions montagneuses aussi proches ?

Les intenses déboisements qui ont marqué tout le Subatlantique sont la cause de modifications artificielles dans l'étagement de la végéta-

tion qui affectent toutes les formations forestières. *Abies* est comme toujours le plus touché et la destruction de la sapinière profite à *Pinus uncinata*. Cette substitution forestière qui a commencé au Laurenti pendant le Subboréal occupe ailleurs toute la durée du Subatlantique. Elle est parfois extrêmement récente comme dans le site du Fournas. Le diagramme indique en effet, que la vaste forêt de *Pinus uncinata* qui atteint autour de ce site, l'altitude exceptionnellement basse de 1.500 m, et dont quelques individus isolés se développent même sur la tourbière, n'est implantée là, à la place de la sapinière climacique, que depuis quelques décennies seulement.

Semblablement, l'histoire nous apprend que les quelques sapins qui surplombent le lac de Balcère et ceux qui se trouvent dans la haute vallée du Galbe en pleine forêt de *Pinus uncinata*, ne sont pas «un lambeau de végétation montagnarde dans la zone subalpine» (JALUT, 1974, p. 28), ils sont à leur place naturelle et c'est au contraire, la définition même de ces étages de végétation à partir des seules bases floristiques qui est à mettre en cause (REILLE, 1990a et b).

Au compte des modifications récentes peut être attribuée aussi l'introduction de *Pinus uncinata* sur la tourbière de Pinet (880 m) sous la forme d'un petit peuplement forestier qui depuis longtemps (GAUSSEN, 1925) excite la curiosité des phytogéographes qui ont imaginé, pour expliquer sa présence, l'hypothèse d'une persistance *in situ* depuis l'époque glaciaire (GAUSSEN, 1929) avec laquelle les résultats de l'analyse pollinique sont incompatibles (REILLE, 1990b et 1991b).

## BIBLIOGRAPHIE

- ALLEE, P. & DENEFFLE, M. (1989). La Coma del Tech, un exemple de ravinement protohistorique dans les Pyrénées Orientales. Bulletin de l'Association des Géographes Français, Paris. 1, 57-72.
- ANDRIEU, V. (1987). Le paléo-environnement du piémont nord-pyrénéen occidental de 27.000 B.P. au Postglaciaire: la séquence de l'Estarès (Pyrénées-Atlantiques, France) dans le bassin glaciaire d'Arudy. Comptes Rendus de la Académie des Sciences, Paris 304, sér. 11 (2), 103-108.
- ANDRIEU, V. (1991). Dynamique du paléoenvironnement de la vallée montagnarde de la Garonne (Pyrénées centrales, France) de la fin des temps glaciaires à l'actuel. Thèse, Université de Toulouse 2, 330 p.

- BEAULIEU, J.-L. de (1977). Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises. Thèse ès sciences, Université Aix-Marseille III 358p., 21 figure, 43 diagr.
- BEAULIEU, J.-L. de & REILLE, M. (1973). L'interprétation des spectres polliniques de périodes froides : à propos du cèdre au Quaternaire en Europe. IX<sup>e</sup> congrès International I.N.Q.U.A., Christchurch.
- BEAULIEU, J.-L. de & REILLE, M. (1978). Quelques moyens de sondages en usage chez les pollenanalystes : Etude comparative de diagrammes. Annales des Mines de Belgique. 6<sup>e</sup> livraison, 137-145.
- BEAULIEU, J.-L. de & REILLE, M. (1983). Paléoenvironnement tardiglaciaire et holocène des lacs de Pelléautier et Siguret (Hautes alpes, France). Histoire de la végétation d'après les analyses polliniques. *Ecologia Mediterranea* IX (3-4), 19-36.
- BEAULIEU, J.L. de & REILLE, M. (1984a). A long Upper Pleistocene pollen record from Les Echets, near Lyon, France. *Boreas* 13, 111-132.
- BEAULIEU, J.L. de & REILLE, M. (1984b). The pollen sequence of Les Echets (France) : a new element for the chronology of the Upper Pleistocene. *Géographie physique et Quaternaire*, 38 (1), 3-9.
- BEAULIEU, J.-L. de & REILLE, M. (1986). The problem of abrupt climatic changes in the Würm Pleniglacial : the example of les Echets (France). *SIO reference* 86-8, 102-103.
- BEAULIEU, J.-L. de & REILLE, M. (1989). A new pollen sequence at La Grande Pile (Vosges, France). *Terra abstracts* 1 (1), 65-66.
- BEAULIEU, J.-L. de, PONS, A. & REILLE, M. (1984). Recherches pollenanalytiques sur l'histoire de la végétation des monts du Velay (Massif Central, France). *Diss. Bot.*, 72 (Festschrift Max Welten), 45-70.
- BEAULIEU, J.-L. de, PONS, A. & REILLE, M. (1985). Recherches pollenanalytiques sur l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Monts d'Aubrac (Massif Central, France). *Revue de Palaeobotanique et Palynologie*, 44, 37-80. Elsevier Science Publications B.V., Amsterdam.
- BEAULIEU, J.-L. de, PONS, A. & REILLE, M. (1987). History of vegetation, climate and human action in the French Massif-Central over the last 15.000 years. IGCP 158 Palaeohydrological changes in the temperate zone in the last 15.000 years. Lund University, Department of Quaternary Geology (27). Symposium at HÖÖr, Sweden, 18-26 May 1987. Abstracts of lectures and posters. Edit. by M.-L. GAILLARD.
- BEAULIEU, J.-L. de, PONS, A. & REILLE, M. (1988). Histoire de la flore et de la végétation du Massif Central (France) depuis la fin de la dernière glaciation. *Cahiers de Micropaléontologie N.S.*, 3 (4), 5-36.
- BEHRE, K.-E. (1981). The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores*, 23, 225-245.
- BEUG, H. J. (1975). Man as factor in the vegetational history of the Balkan Peninsula. In «Problems of Balkan flora and vegetation». Proceeding of the 1st international Symposium on Balkan flora and vegetation, Varna 1973. Sofia, p. 72-77.
- CLERC J., 1988. Recherches pollenanalytiques sur la paléoécologie tardiglaciaire et holocène du Bas-Dauphiné. thèse ès Sciences, Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille, 179 p., 14 diag.
- CAUWET-MARC, A.-M., CLAUSON, G., JALUT, PLANCHAIS, N. & SUC, J.-P. (1985). Groupements végétaux actuels et passés des Pyrénées Orientales. Aspects géologiques. IX<sup>e</sup> symposium A.P.L.F. livret de l'excursion. du 4 octobre 1985.
- COHEN, J. (1969). Diagramme pollinique du lac de Balcère. in VAN CAMPO et JALUT.
- COUTEAUX, M. (1977). A propos de l'interprétation des analyses polliniques de sédiments minéraux, principalement archéologiques. In *Approche écologique de l'homme fossile* (ed. H. Laville & J. Renault-Miskovsky), 259-276. Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire, 47 (suppl.).
- DUBY, G. & WALLON, A. (1976). Histoire de la France rurale. 3.569 p. Seuil édit. Paris.
- DUBOIS, G. & DUBOIS, C. (1946). L'analyse pollinique de la tourbière de Pinet à Roquefeuil (Aude). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris* 222, 455-456.

- EL-MOSLIMANY ANN, P. (1987). The late Pleistocene climates of the Lake Zeribar region (Kurdistan, Western Iran) deduced from the ecology and pollen production of non-arboreal vegetation. *Vegetatio*, 72, 131-139.
- EVIN, J. (1987). Carbone 14. Géologie de la préhistoire. *Géopré*, Paris, 1040-1060.
- GAUSSEN, H. (1925). Végétation de la moitié orientale des Pyrénées. Thèse Paris, 529p.
- GOEURY, C. (1988). Acquisition, gestion et représentation des données de l'analyse pollinique sur micro-ordinateur. Actes Xe Symposium APLF, Bordeaux, 28 sept.-2oct. 1987. Institut Français de Pondichéry, Travaux de la Section Sciences et Techniques XXV, 405-416.
- GOEURY, C. & 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*, XXX, 73-89.
- GUENET, P. (1986). Analyse pollinique de la tourbière de Chambédaze et recherches pollenanalytiques dans les Monts Dore et le Cézallier (Massif Central, France). Thèse Aix-Marseille, 107 p., 15 diag. h.t.
- GUINIER, P. (196). Le hêtre de la forêt de Valbonne est une relique glaciaire. *Rev. forest. fr.*, 5, 325-329.
- GUIOT, J., PONS, A., BEAULIEU, J.L. de & REILLE, M. (1989). 140,000 year continental climate reconstruction from two European pollen records. *Nature*, 338, 309-313.
- HERAIL, G. & JALUT, G. (1986). L'obturation de Sost (Haute Garonne): données nouvelles sur le paléoenvironnement de la phase de progression du glacier würmien dans les Pyrénées centrales. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 303, 2 (8), 743-748.
- JALUT, G. (1973). Analyse pollinique de la tourbière de La Moulinasse, versant nord oriental des Pyrénées. *Pollen et Spores*, XV (3-4), 471-509.
- JALUT, G. (1974). Evolution de la végétation et variations climatiques, durant les quinze derniers millénaires dans l'extrémité orientale des Pyrénées. Thèse de Doctorat ès Sciences, Université de Toulouse III, 181p.
- JALUT, G. (1981). L'action de l'homme sur la forêt montagnarde des Pyrénées ariégeoises et orientales depuis 4 000 B.P. d'après l'analyse pollinique. Actes du 106ème Congrès National des Sociétés Savantes, Perpignan, Géographie, Etudes géographiques sur les Pyrénées, 163-172.
- JALUT, G. (1988). Les principales étapes de l'histoire de la forêt pyrénéenne française depuis 15.000 ans. *Monografias del Instituto pirenaico de ecologia*, Jaca (4), 609-615.
- JALUT, G. & ANDRIEU, V. (1988). Syntheses for type regions Fv2, Fn 2 and Fn 3 in France on the northern slope of the Pyrenees. IGCP Project 158b. Cracovie 15-21 Juin 1988.
- JALUT, G. & VERNET, J.-L. (1989). Pays de Sault : Espaces, Peuplement, Populations. Ed. C.N.R.S., Paris, 23-41.
- JALUT, G., DELIBRIAS, G., DAGNAC, J., MARDONES, M. & BOUHOURS, M. (1982). A palaeoecological approach to the last 21000 years in the Pyrénées : the peatbog of Freychinède (alt. 1350 m, Ariège, South France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology*, 40, 321-359.
- JALUT, G., SACCHI, D. & VERNET, J.-L. (1975). Mise en évidence d'un refuge tardiglaciaire à moyenne altitude sur le versant nord-oriental des Pyrénées (Belvis, alt. 960 m, Aude). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, sér. D, 280, 1781-1784.
- KELLER, P. (1929). Analyse pollinique de la tourbière de Pinet. *Archives de Botanique*, 3 (4), 57-63.
- LAPIERRE, M. (1966). Une localisation peu connue du hêtre à basse altitude sur les conlignes calcaires en bordure de la vallée du Rhône. *Rev. forest. fr.*, 1, 41-45.
- MARDONES, M. & JALUT, G. (1983). La tourbière de Biscaye (Alt. 409 m, Hautes Pyrénées), approche paléoécologique des 45 000 dernières années. *Pollen et Spores*, XXV (2), 163-212.
- MONTERRAT, J. (1989). Diagramme pollinique de la Paul de Bubal. Livret guide de l'excursion AFEQ 4-7 mai 1989 (p. 31) et communication orale.



- MUNAUT, A.V. (1967). Recherches paléo-écologiques en basse et moyenne Belgique. *Acta Geographica Lovan.*, 6, 191.
- NICOL-PICHARD, S. (1987). Analyse pollinique de sédiments tardi et postglaciaires de Tourves (Var) en Provence orientale. *Ecologia Mediterranea*, XIII (1,2), 29-42.
- OLDFIELD, F. (1964). Late-Quaternary deposits at Le Moura, Biarritz, South-West France. *New Phytologist*, 63, 74-409.
- PAGANELLI, A. (1961). *Gioranle Botanico Italiano*, 69, 109-117.
- PENALBA, M.C. (1989). Dynamique de végétation tardiglaciaire et holocène du centre-nord de l'Espagne d'après l'analyse pollinique. Thèse de l'Université d'Aix-Marseille III, 163p.
- PONEL, P. (1989). Première contribution paléontomologique à la connaissance de l'évolution climatique lors de la sortie du dernier Glaciaire en France. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 309, sér. III, 149-155.
- PONS, A. & REILLE, M. (1988). The Holocene and upper pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain). A new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 66, 243-263.
- PONS, A., REILLE M., BEAULIEU, J.-L. de DELIBRIAS, G. & EVIN, L. (1988). Relations entre datations <sup>14</sup>C et analyse pollinique: l'exemple de l'intervalle 6.000-4.000 B.P. dans le Massif Central. *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, 1, 35-42.
- 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 -Evidence and Implications* p. 195-209. D. Reidel Publishing Co., Holland Berger/Labeyrie edit.
- REILLE, M. (1971). Détermination palynologique de grains de pollen isolés de chêne vert. *Comptes-rendus de l'Association des Palynologues de Langue Française*, Paris 7 pp.
- REILLE, M. (1975). Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation de la montagne Corse. Thèse des Sciences: 206, 44 diagr. 5 pl. Aix-Marseille.
- REILLE, M. (1977). Analyse pollinique de la tourbière du plateau d'Ovace (Montagne de Cagna, Corse). *Ecologia Mediterranea*, 3, 159-166.
- REILLE, M. (1987). L'histoire de la végétation de Margeride (Massif Central, France) depuis quelque cent siècles révélée par l'analyse pollinique de la tourbière de la Fouon de la Bique. *Revue du Gévaudan*, 2, 17-25.
- REILLE, M. (1988a). Analyse pollinique des premières carottes sous lacustres de lacs de haute altitude en Corse. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 306, Série III, 617-620.
- REILLE, M. (1988b). Nouvelles analyses polliniques de la tourbière de la Moulinasse: versant nord oriental des Pyrénées (France). *L.B.H.P. Oct. 1988.*, 21p.
- REILLE, M. L'origine de la station de pin à crochets de la tourbière de Pinet (Aude) et de quelques stations isolées de cet arbre dans les Vosges et le Jura (sous presse)
- REILLE, M. (1990a) La tourbière de La Borde (Pyrénées orientales, France) : Un site clé pour l'étude du Tardiglaciaire sud européen. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 310, série II, 823-829.
- REILLE, M. (1990b). Leçons de palynologie et d'analyse pollinique. Ed. CNRS, Paris, 206 p.
- REILLE, M. (1990c). Nouvelles recherches pollenanalytiques à Freychinède, Pyrénées ariégeoises, France. *Laboratoire de Botanique historique et Palynologie*, Novembre 1990, 10 pages, 1 tableau, 4 diag. h.t.
- REILLE, M. (1990d). Nouvelles recherches pollenanalytiques dans la région de Lourdes (Hautes Pyrénées). *Laboratoire de Botanique historique et Palynologie*, déc. 1990, 17 p., 4 diag. h.t.
- REILLE, M. (1991a). Exemples de quelques séquences polliniques polluées par de la matière organique intrusive. Conséquences pour l'histoire de la végétation des Pyrénées (France). *Palynosciences* n°1, 113-138.
- REILLE, M. (1991b). L'origine de la station de Pin à crochets de la tourbière de Pinet (Aude) et de quelques stations isolées de cet arbre dans les Vosges et le Jura. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 138, *Lettres bot.*, (2), 123-148.

- REILLE, M. & BEAULIEU, J.-L. de (1988a). History of the Würm and Holocene vegetation in western Velay (Massif Central, France) : a comparison of pollen analysis from three corongs at Lac du Bouchet. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 54, 233-248.
- REILLE, M. & BEAULIEU, J.-L. de (1988b). La fin de l'Eémien et les interstades du Prévürm mis pour la première fois en évidence dans le Massif Central français par l'analyse pollinique. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 306, Sér. II, 1205-1210.
- REILLE, M. & BEAULIEU, J.L. de (1990). Pollen analysis of a long upper Pleistocene continental sequence in a Velay maar (Massif Central, France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 80, 35-48.
- REILLE, M., BEAULIEU, J.-L. de & 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), 209-270.
- REILLE, M. & DUPLESSY, J.C. (1990). Tardiglaciaire et Holocène au Pays Basque français : histoire de la végétation et chronologie dans une nouvelle séquence du Moura. *International Conference, Victorial-Gasteiz*, 3-5 mai 1990, Abstracts p.159, Universidade del Pais Vasco.
- SAADI, F. & BERNARD, J. Rapport entre la pluie pollinique actuelle, le climat et la végétation dans les steppes à *Artemisia* et les milieux limitrophes au Maroc. *Palaeoecology of Africa*, sous presse
- TRAUTMANN, W. (1954). Zur Unterscheidung fossiler Spaltöffnungen der mitteleuropäischen Conifer. *Flora*, 140, 523-533.
- TRIAT-LAVAL, H. (1978). Contribution pollenanalytique à l'histoire tardi- et postglaciaire de la végétation de la basse vallée du Rhône. Thèse ès Sciences. Aix-Marseille, 343p., 29 diag.
- TURNER, C. & HANNON, G.E. (1988). Vegetational evidence for late Quaternary climatic changes in southwest Europe in relation to the influence of the North Atlantic Ocean. *Phil. Transactions of the Royal Society of London*. B 318, 451-485.
- VERNET, J.-L. (1980). La végétation du Bassin de l'Aude, entre Pyrénées et Massif-Central, au Tardiglaciaire et au Postglaciaire d'après l'analyse anthracologique. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 30, 33-55.
- VAN CAMPO, M. & JALUT, G. (1969). Analyse pollinique de sédiments des Pyrénées orientales, lac de Balcère (1764 m). *Pollen et Spores*, 11, 117-126.
- WATTS, W. (1986). Stages of climatic changes from full Glacial to Holocene in northwest Spain, southern France and Italy; a comparison of the Atlantic coast and the Mediterranean Basin. *In Current Issues in Climate Research. Proceedings of the EC Climatology Programme Symposium, Sophia Antipolis, France, October 1984*. Ed. A. Ghazi and R. Fantechi, D. Reidel Publ., Dordrecht, p. 101-112.
- WILLKOMM, M. (1893). *Prodromi Florae Hispanicae Stuttgartiae*.
-

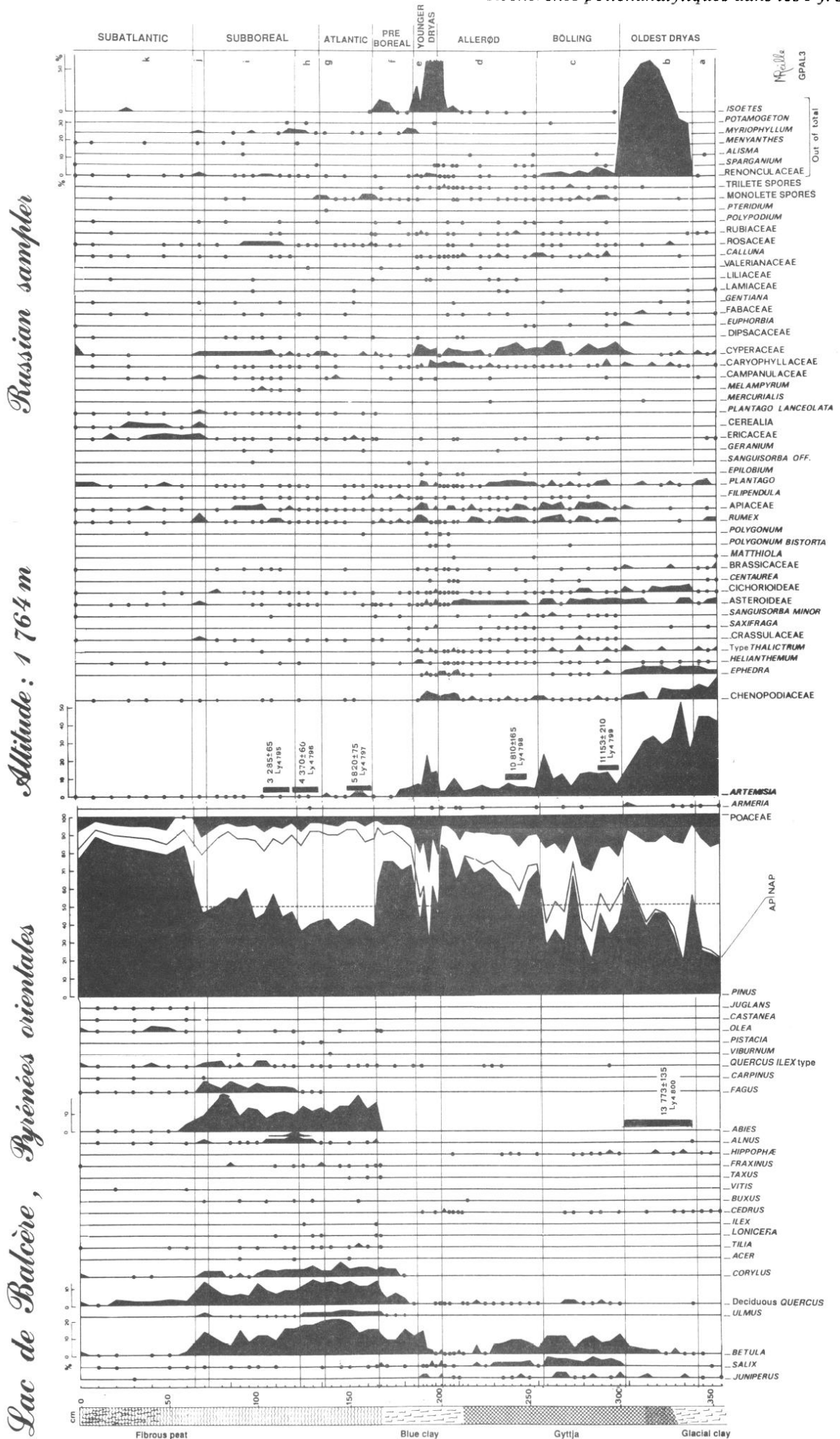


Figure 2.- Diagramme pollinique des fréquences relatives de la séquence "Lac de Balcère"

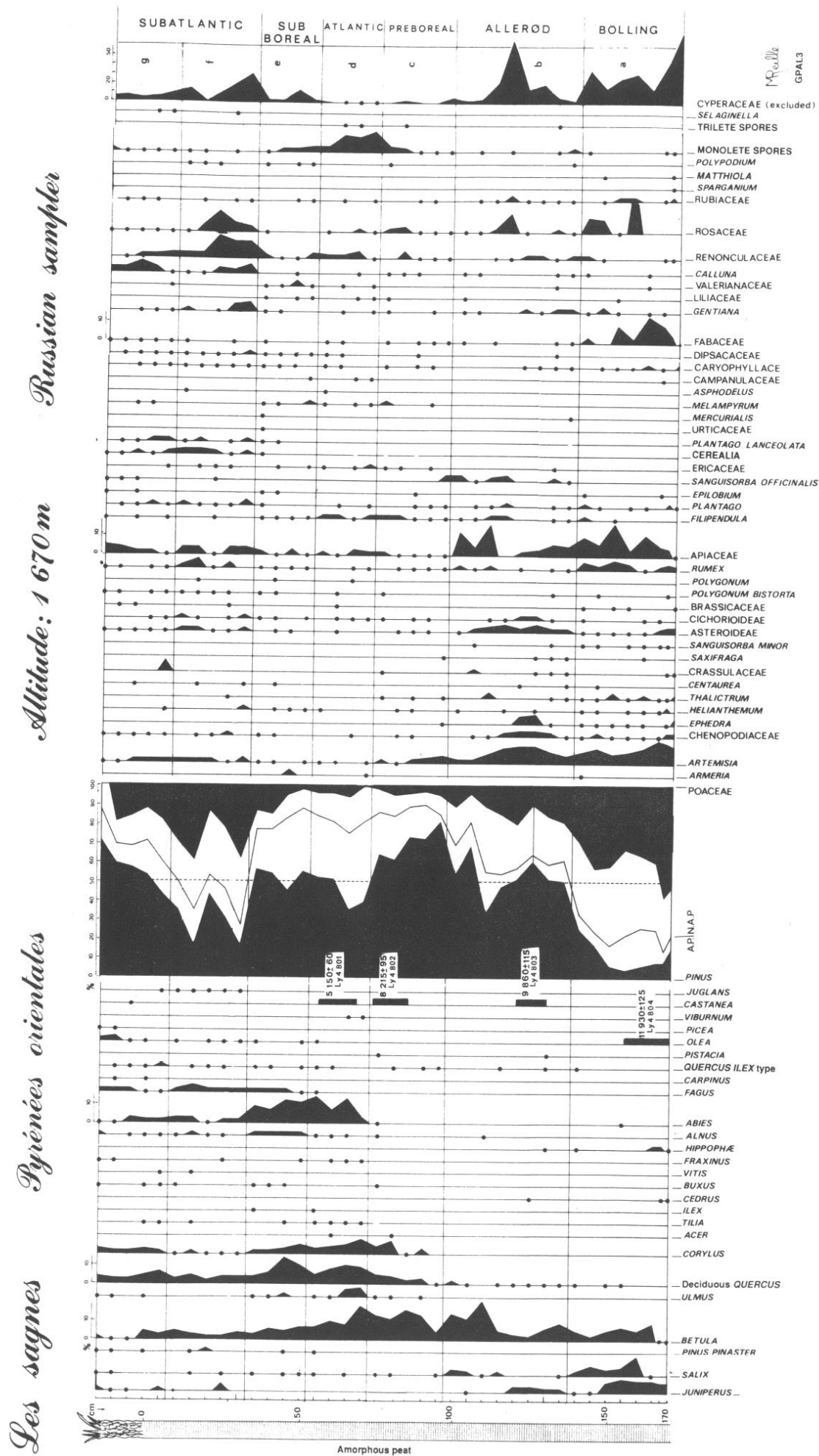


Figure 3.- Diagramme pollinique des fréquences relatives de la séquence "Les Sagnes de Balcère"

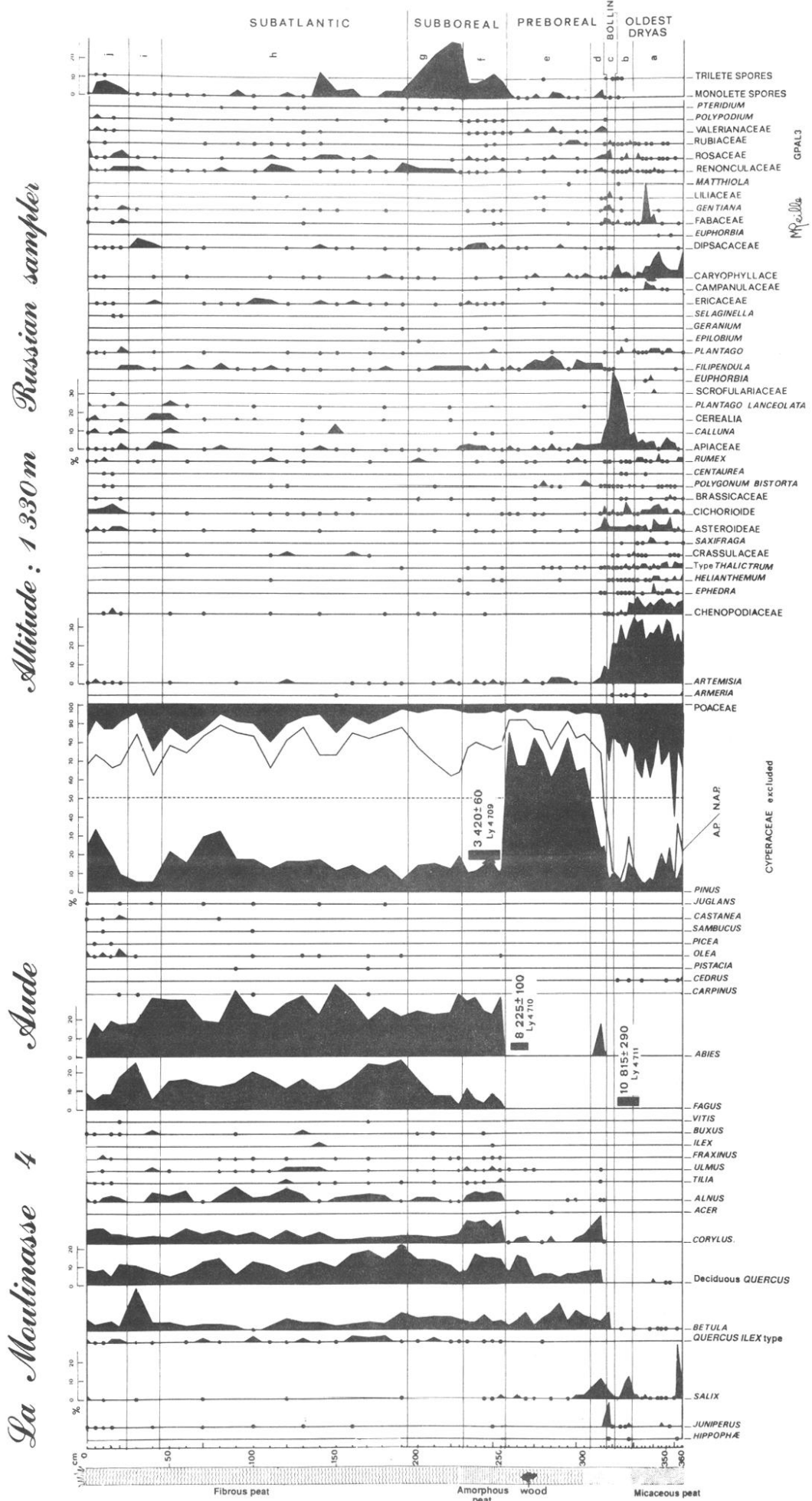


Figure 4.- Diagramme pollinique des fréquences relatives de la séquence "La Moulinasse 4"

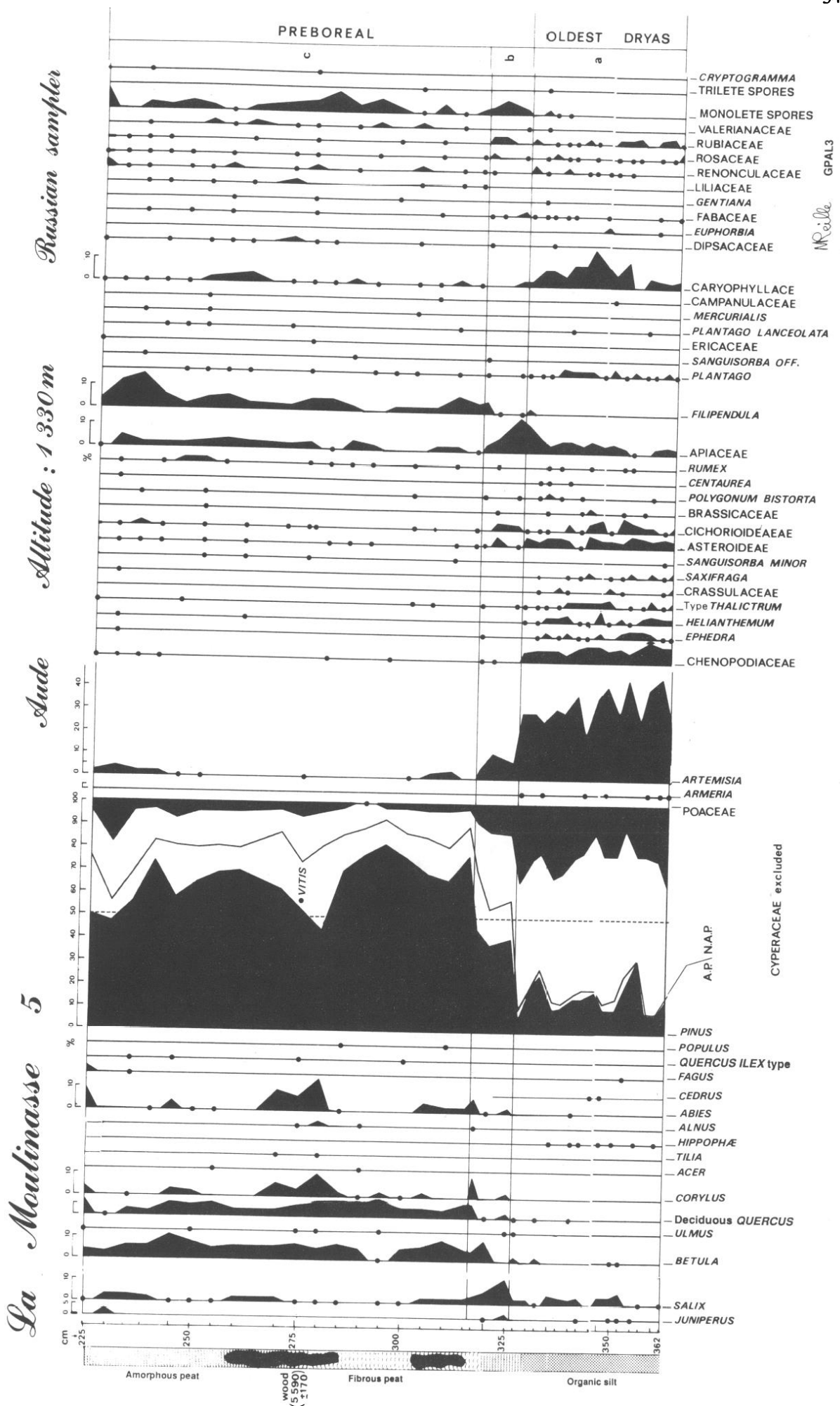


Figure 5.- Diagramme pollinique des fréquences relatives de la séquence "La Moulinasse 5"

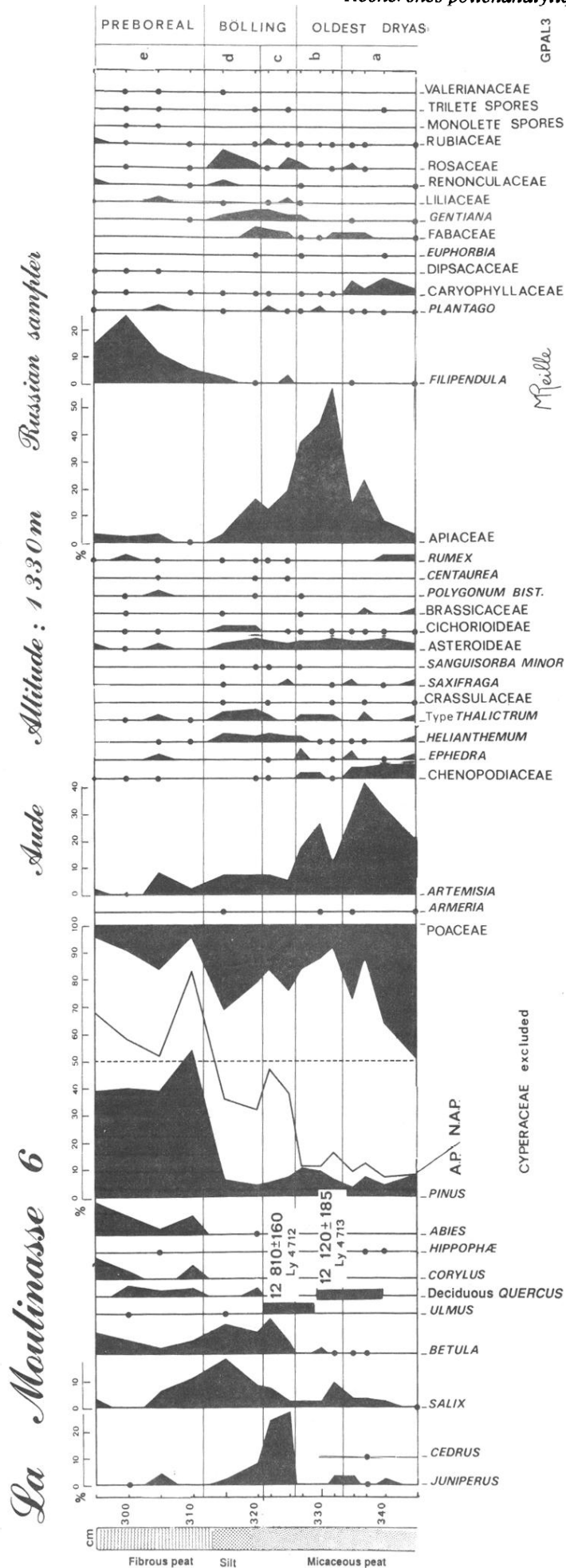


Figure 6.- Diagramme pollinique des fréquences relatives de la séquence "La Moulinasse 6"

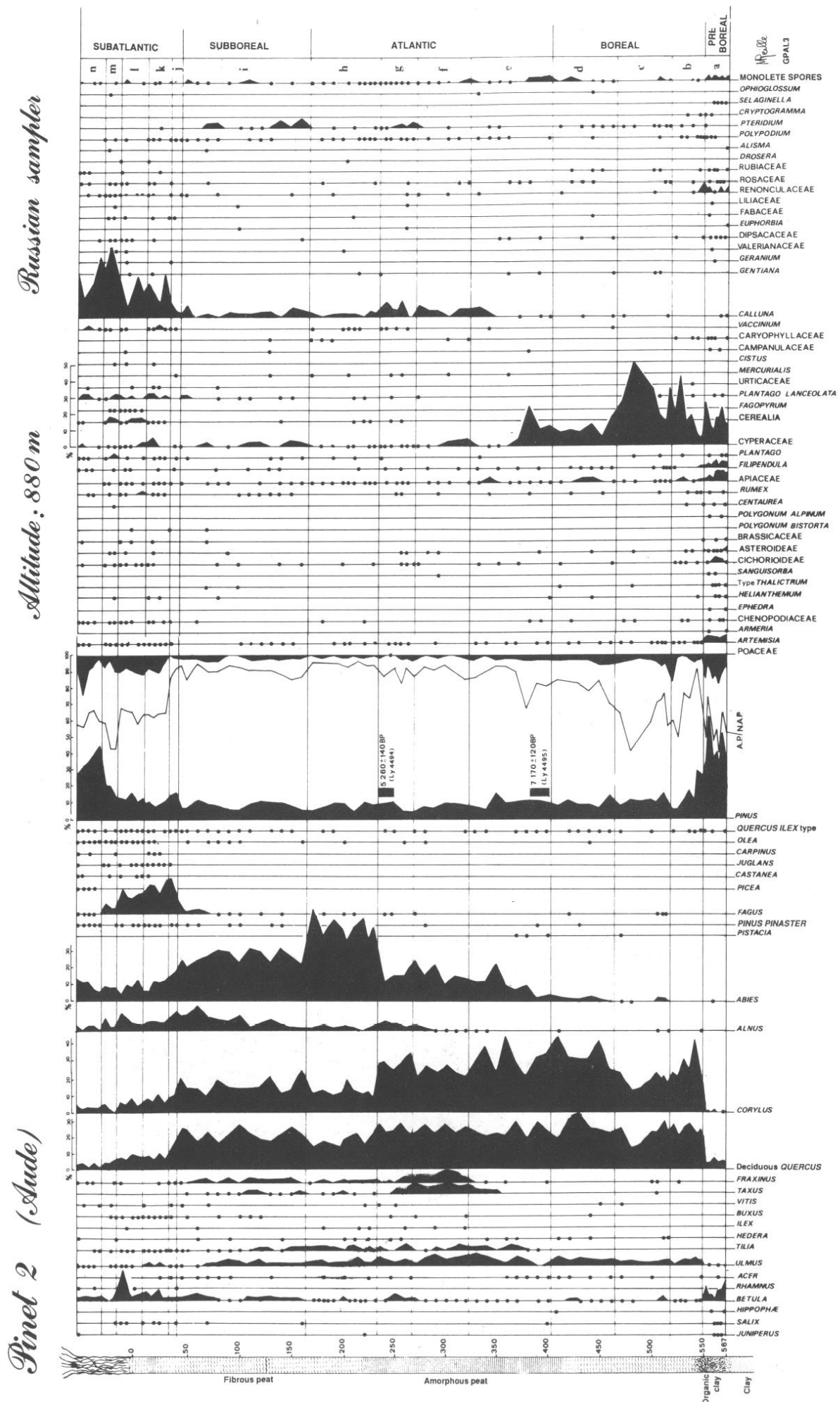


Figure 7.- Diagramme pollinique des fréquences relatives de la séquence "Pinet 2"



Russian sampler  
 Altitude: 880 m  
 Pinet 1 (Aude)

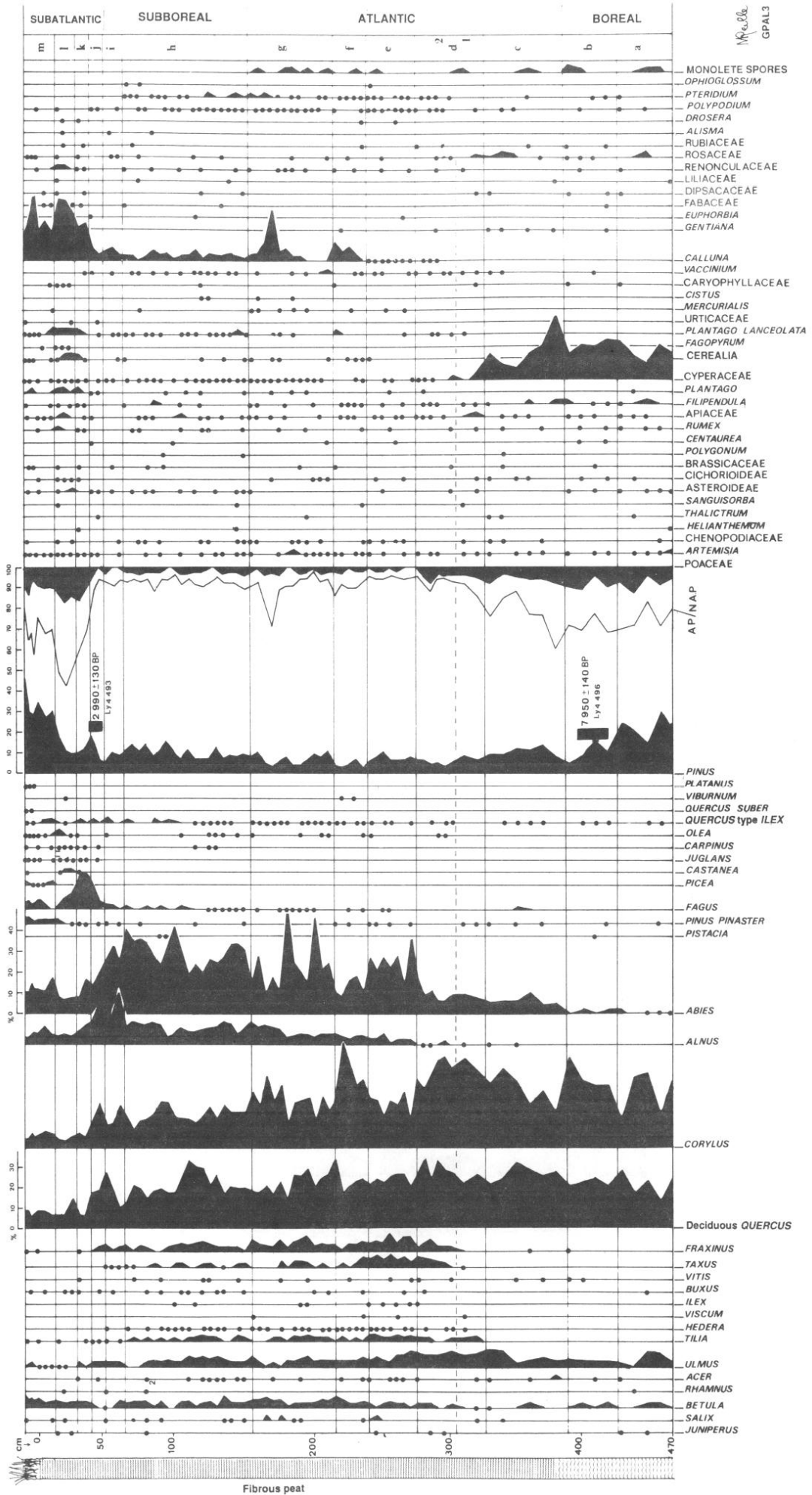


Figure 8.- Diagramme pollinique des fréquences relatives de la séquence "Pinet 1"

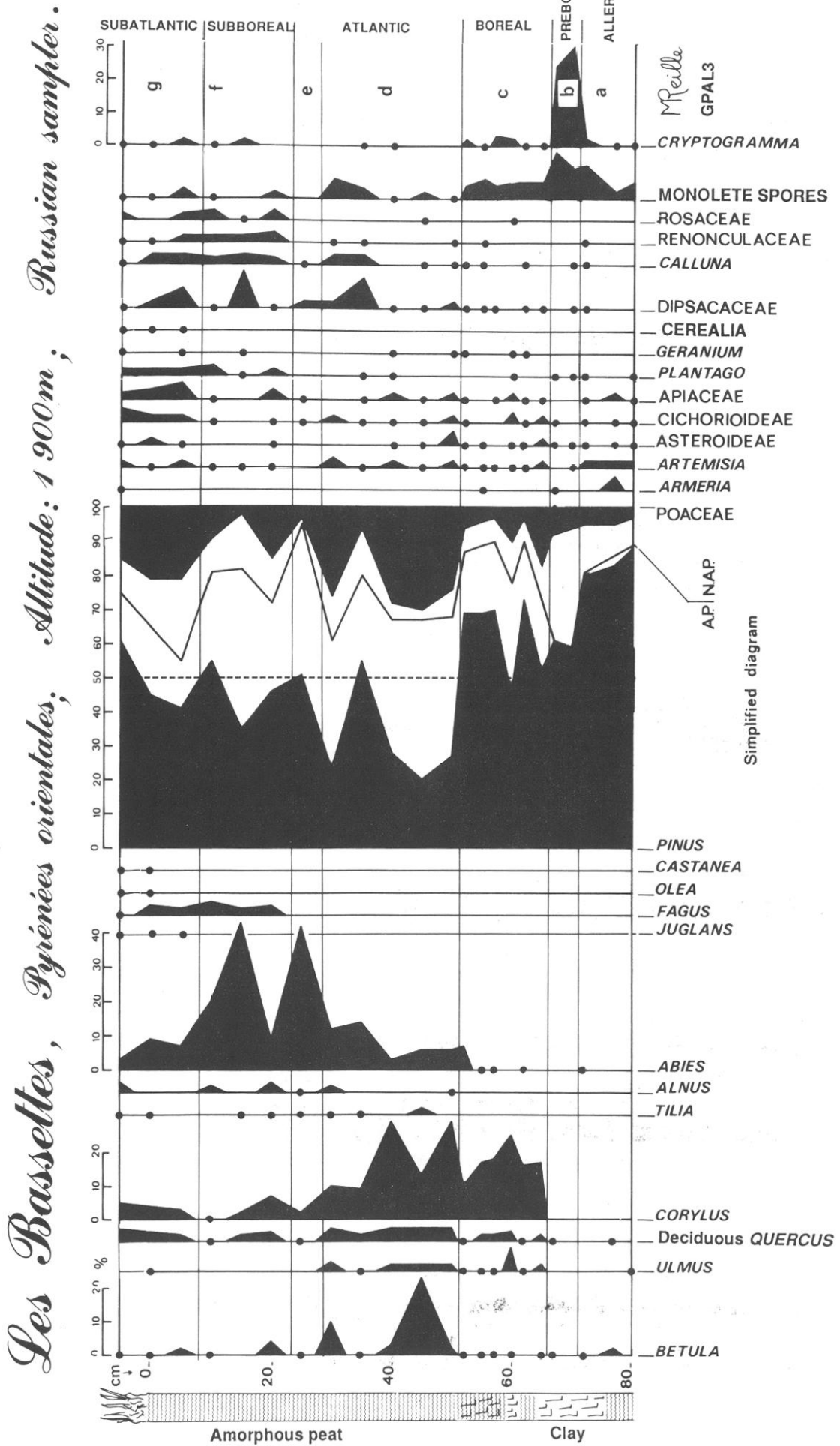


Figure 9.- Diagramme pollinique des fréquences relatives de la séquence "Les Bassettes"

Russian sampler

Altitude: 1510 m

Fournas (Ariège)

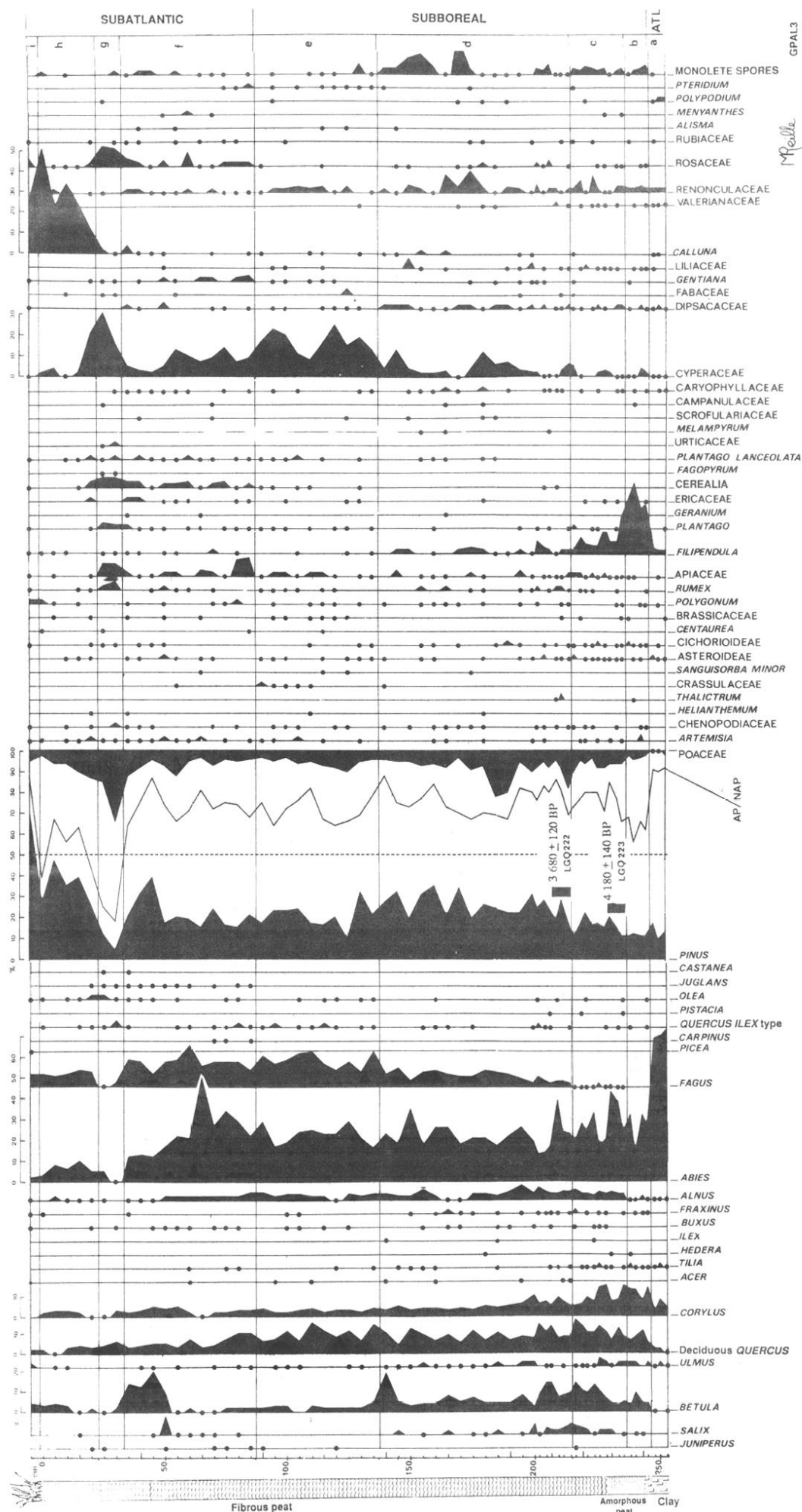


Figure 10.- Diagramme pollinique des fréquences relatives de la séquence "Ruisseau du Fournas" (les Mouillères)

Le Serre, Pyrénées orientales. Altitude: 1750 m Russian sampler

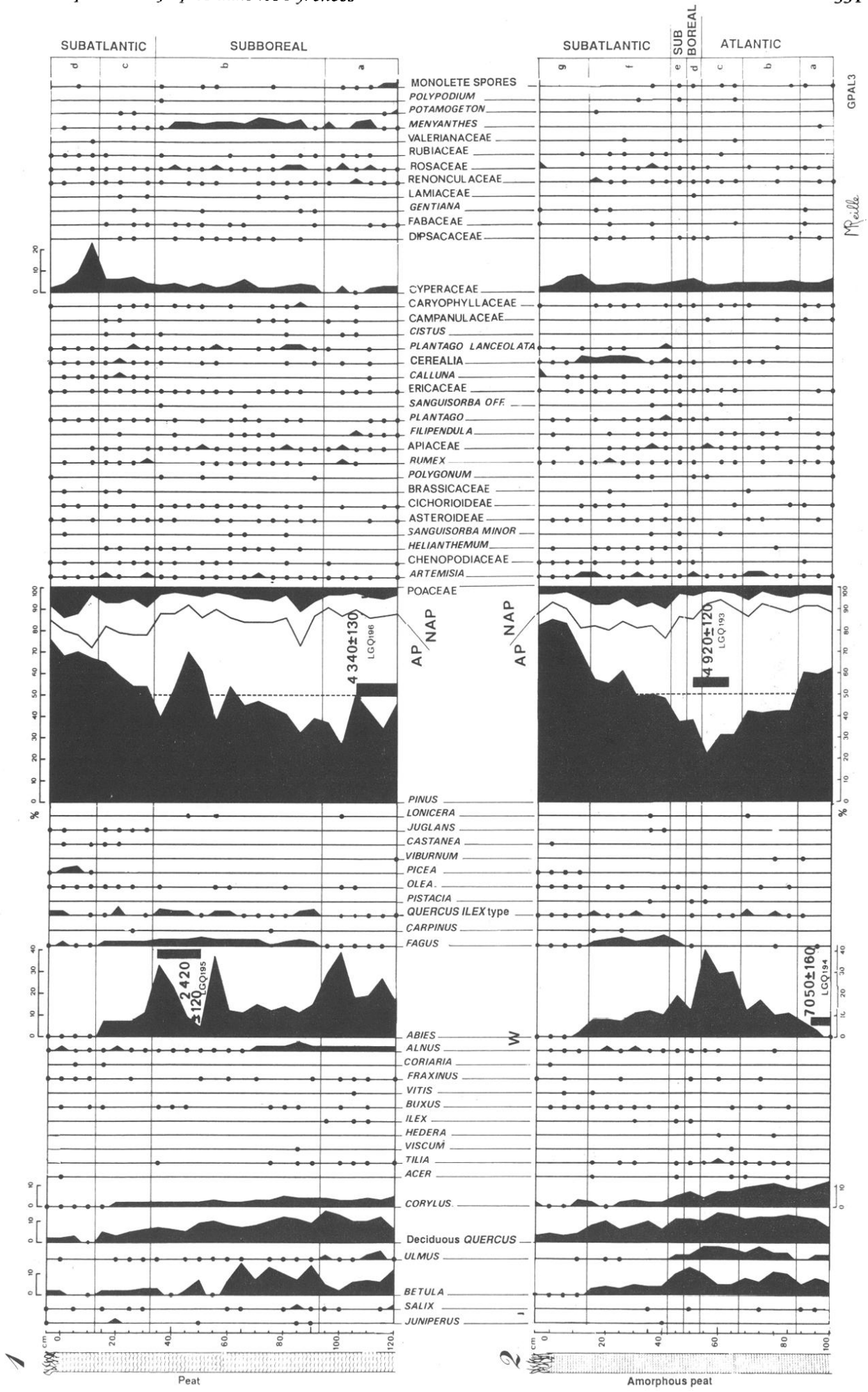


Figure 11.- Diagrammes polliniques des fréquences relatives des séquences "Le Serre 1 et 2"

*La Borde, Pyrénées orientales*

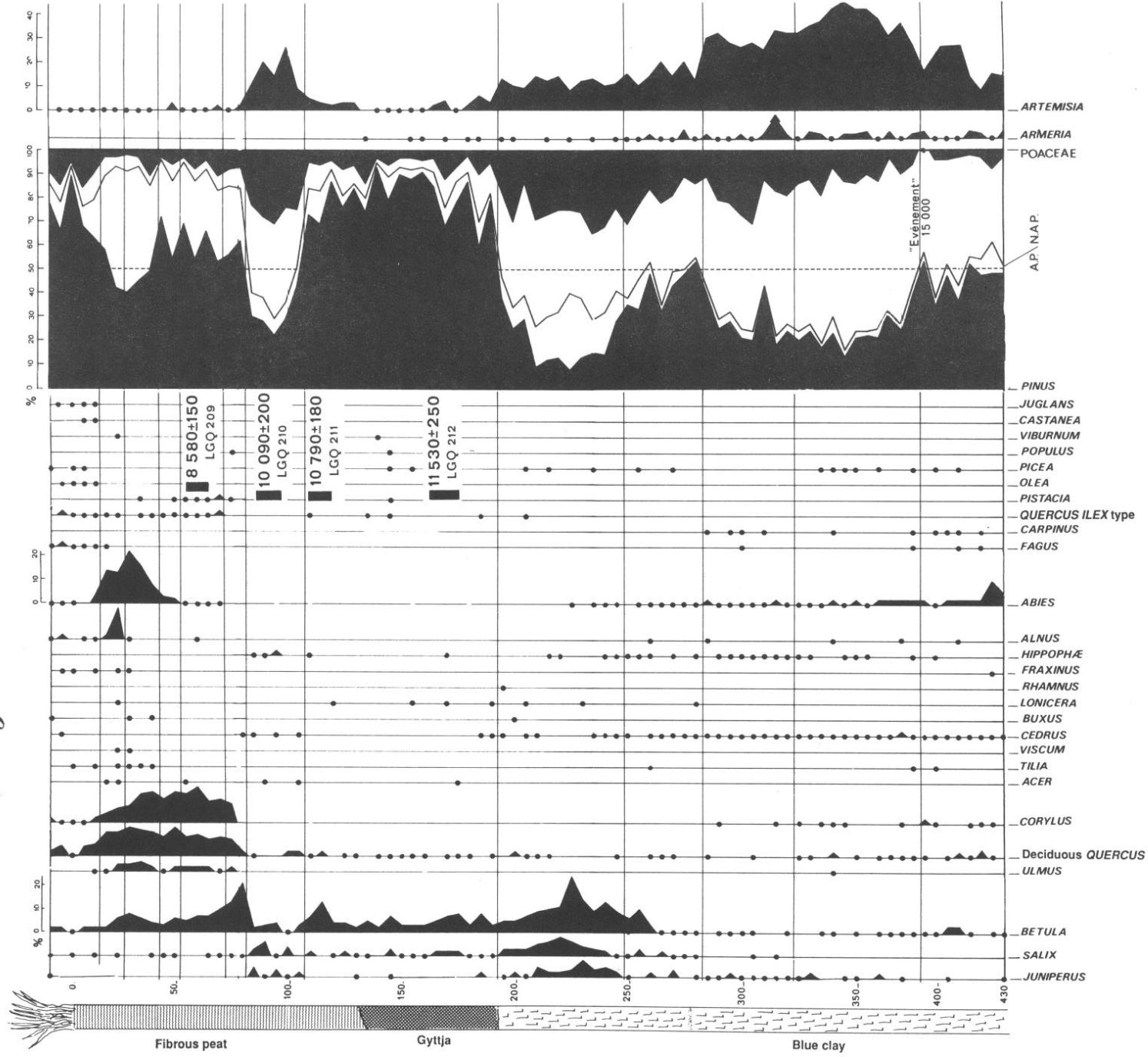
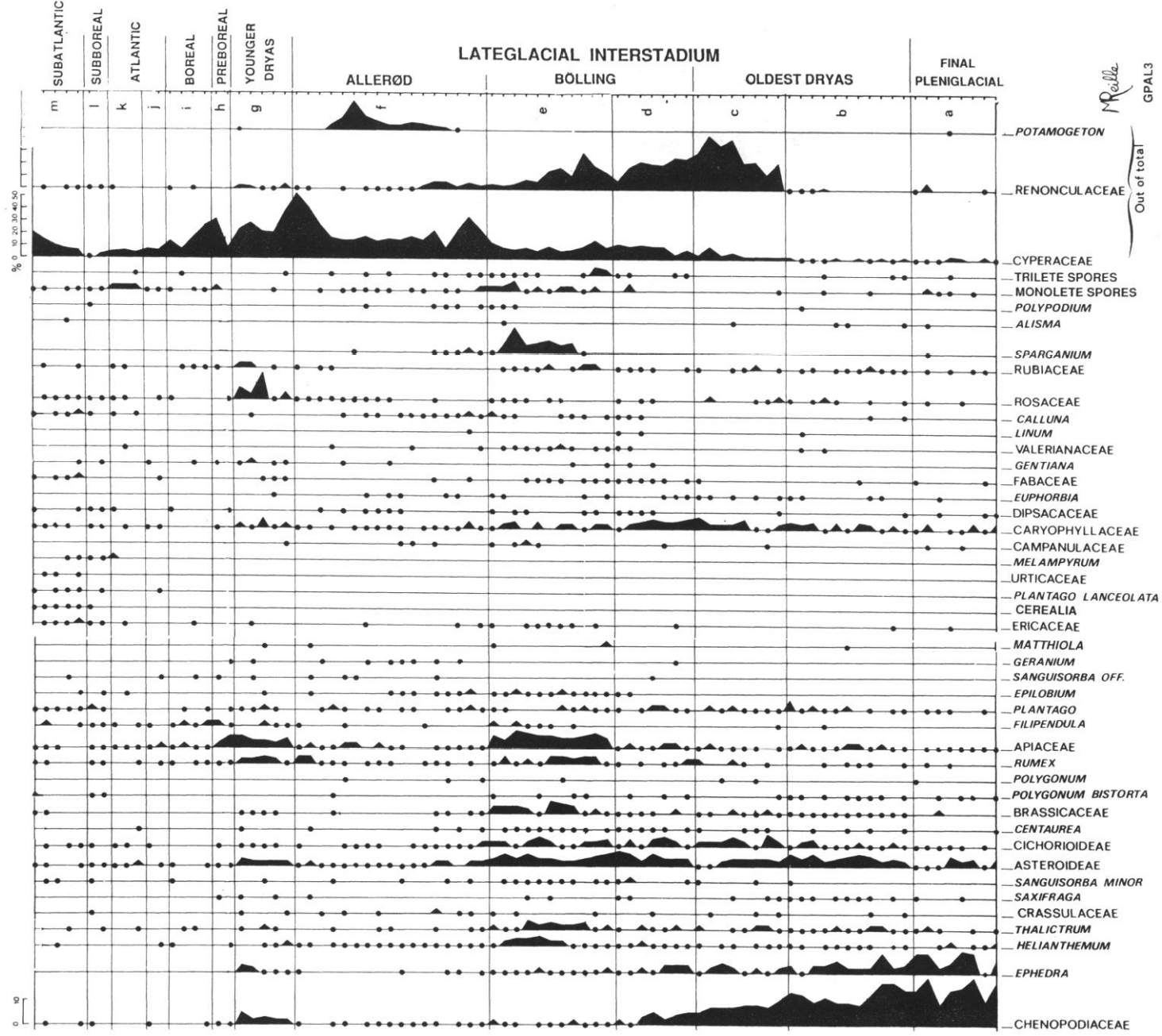


Figure 12.- Diagramme pollinique des fréquences relatives de la séquence "La Borde"

Russian sampler

Altitude: 1660m



Gourg Nègre (Pyrénées orientales)

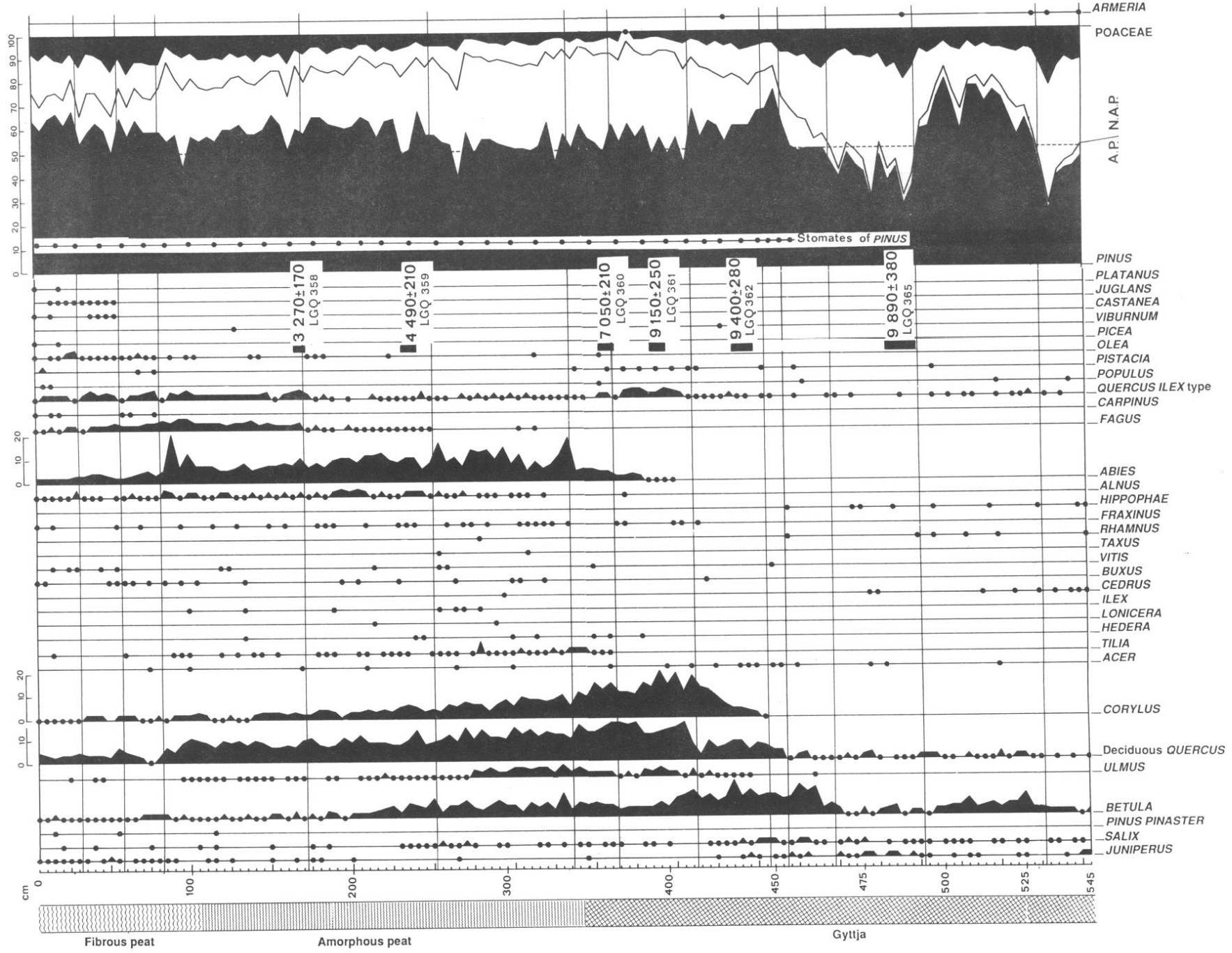
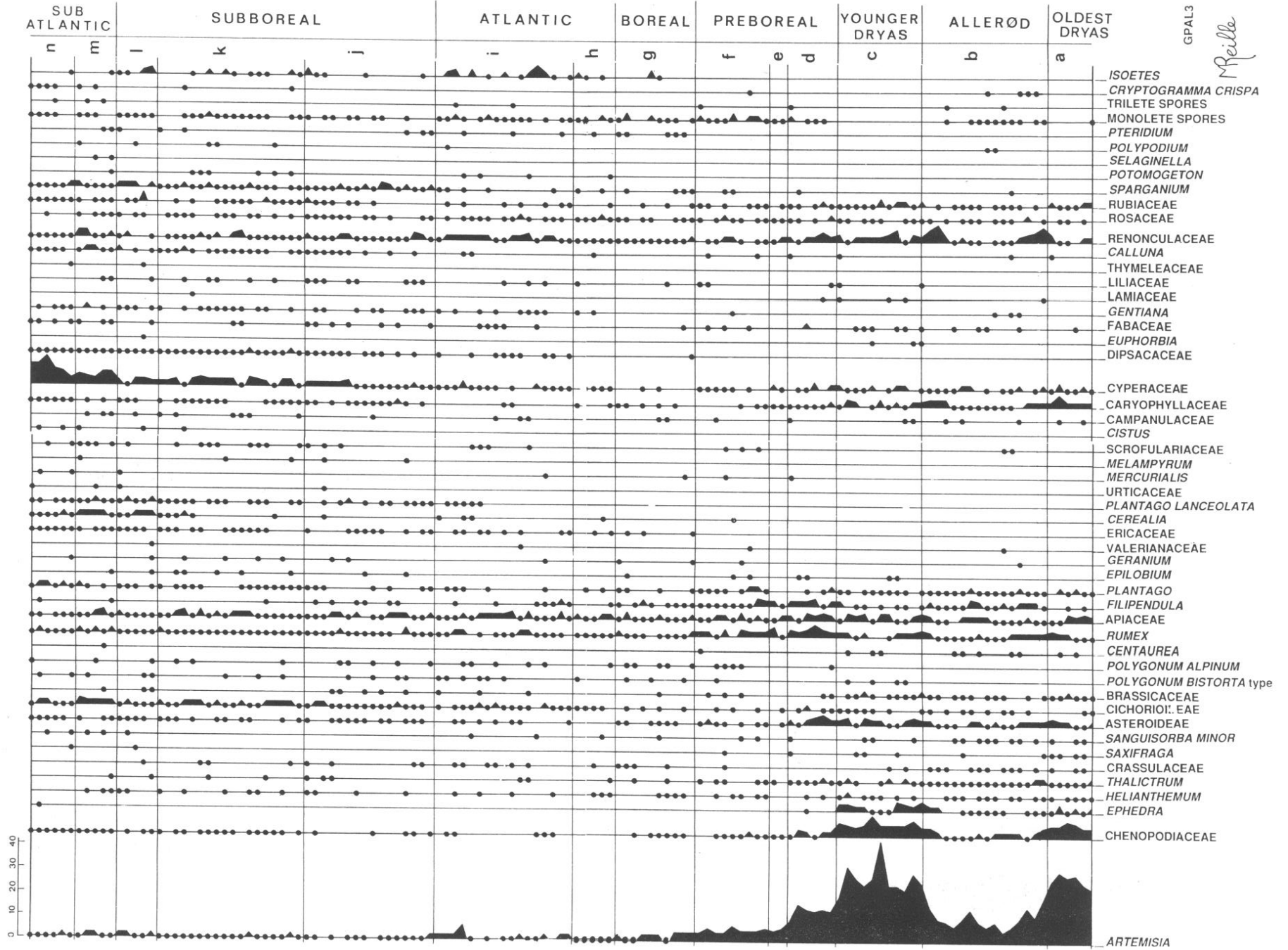


Figure 13.- Diagramme pollinique des fréquences relatives de la séquence "Gourg Nègre"

Russian sampler

Altitude: 2 080 m





Laurenti (Ariège)

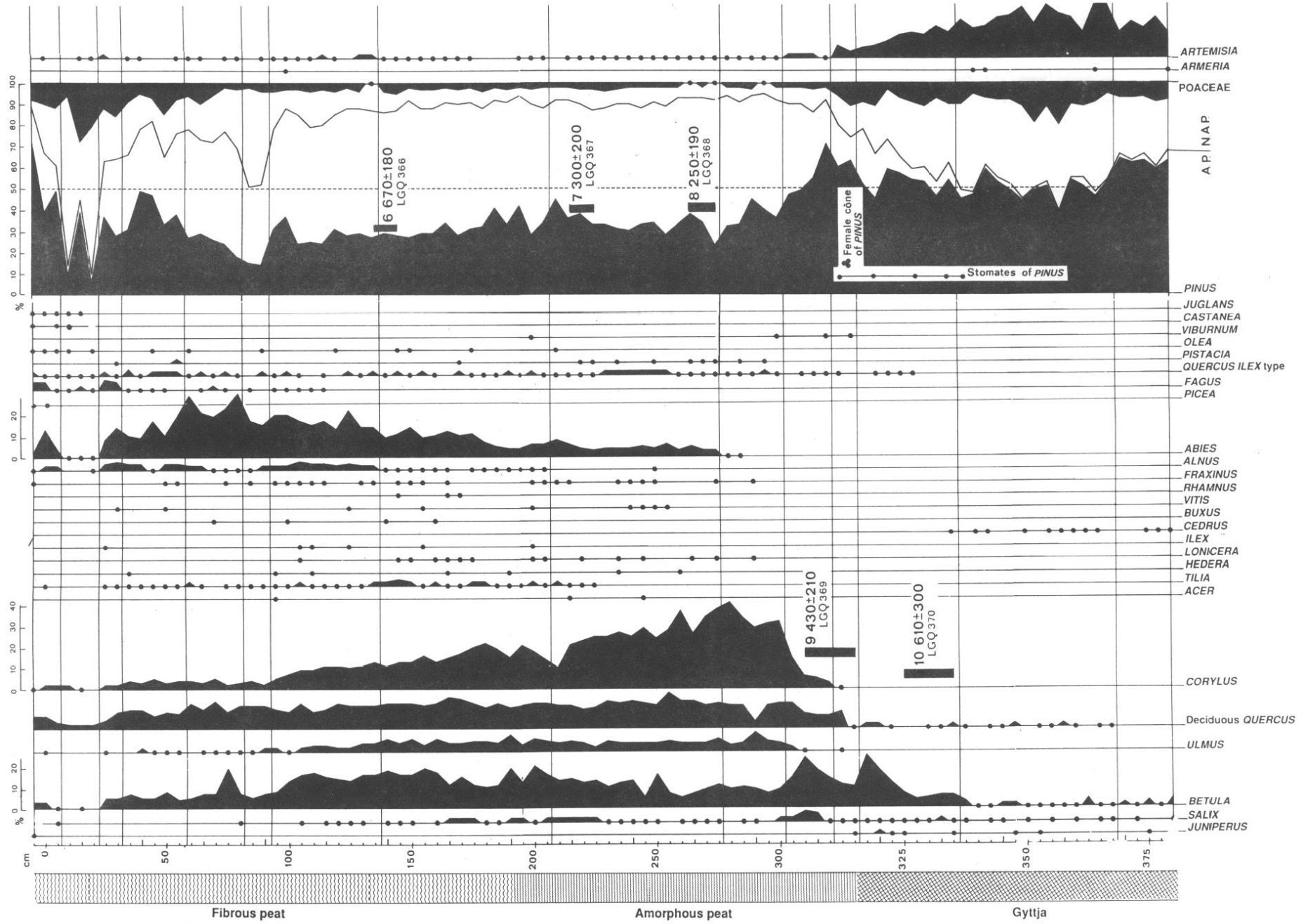
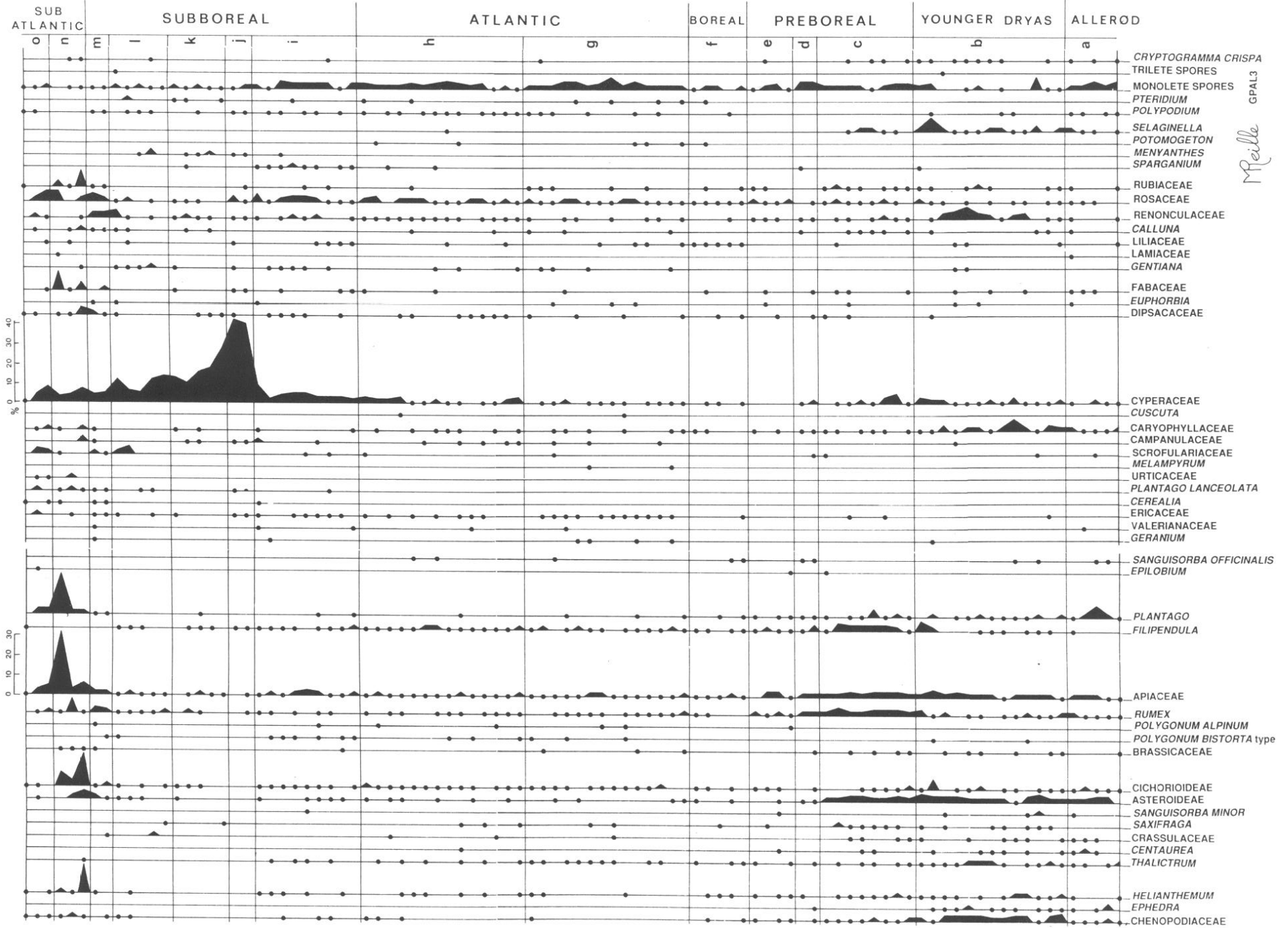


Figure 14.- Diagramme pollinique des fréquences relatives de la séquence "Ruisseau de Laurenti"

Altitude : 1 860 m Russian sampler



Meille