

## Téphrostratigraphie et palynologie de tourbes du Boréal et de l'Atlantique dans le massif Central (France)

## Tephrostratigraphy and Palynology of Boreal and Atlantic Peat Sequences in the Massif Central, France

## Tephrostratigraphie und Palynologie von boreazeitlichen und atlantikzeitlichen Torfhorizonten im (Zentral Massiv, Frankreich)

Étienne Juvigné and Bruno Bastin

Volume 49, Number 2, 1995

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/033037ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/033037ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (print)

1492-143X (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Juvigné, É. & Bastin, B. (1995). Téphrostratigraphie et palynologie de tourbes du Boréal et de l'Atlantique dans le massif Central (France). *Géographie physique et Quaternaire*, 49(2), 207–216. <https://doi.org/10.7202/033037ar>

Article abstract

The chemical composition of magmas of three tephras present in peat-bogs in Auvergne was determined. This enables to distinguish the Montchal Tephra (potassic trachybasalt) and the Montcineyre Tephra (basanite) that are almost synchronous at about 6000 yrs BP. The La Taphanei Tephra (8500 yrs BP, Boreal) is a trachyte. Two previous pollen diagrams show that *Tilia* pollen (Atlantic) is present at the level of the tephra or even below it. A new pollen study of five peatbogs demonstrates that: (i) traces of *Tilia* pollen appear in no more than 17 % of the Boreal levels, (ii) their occurrences is greater above the La Taphanei Tephra; (iii) the continuous curve of *Tilia* begins much higher than the La Taphanei Tephra, if no gap occurs.

# TÉPHROSTRATIGRAPHIE ET PALYNOLOGIE DE TOURBES DU BORÉAL ET DE L'ATLANTIQUE DANS LE MASSIF CENTRAL (FRANCE)

Étienne JUVIGNÉ et Bruno BASTIN<sup>†</sup>, respectivement Fonds national de la recherche scientifique, Université de Liège, Département de géographie physique, place du XX Août, 7, 4000-Liège, Belgique et Laboratoire de palynologie et de dendrochronologie, Université Catholique de Louvain, place Croix du Sud, 4-5, 1348-Louvain-la-Neuve, Belgique.

**RÉSUMÉ** La composition chimique des magmas de trois téphras que l'on trouve dans des tourbières en Auvergne a été déterminée. Elle a permis de distinguer la Téphra du Montchal (trachybasalte potassique) de celle du Montcineyre (basanite) qui sont pratiquement synchrones vers 6000 BP. La Téphra de La Taphanel (8500 BP, Boréal) est un trachyte. Deux diagrammes polliniques antérieurs font état de la présence de pollen de *Tilia* (Atlantique) au niveau de la Téphra de La Taphanel, voire même sous elle. Une nouvelle étude de cinq tourbières démontre : (i) que des grains de pollen isolés de *Tilia* ne sont pas observés dans plus de 17 % des niveaux d'âge boréal ; (ii) que leur présence est plus fréquente au-dessus de la Téphra de La Taphanel ; (iii) que la courbe continue de *Tilia* ne commence que bien au-dessus de la Téphra de La Taphanel, lorsqu'il n'y a pas de lacune dans la séquence.

**ABSTRACT** *Tephrostratigraphy and palynology of Boreal and Atlantic peat sequences in the Massif Central, France.* The chemical composition of magmas of three tephras present in peat-bogs in Auvergne was determined. This enables to distinguish the Montchal Tephra (potassic trachybasalt) and the Montcineyre Tephra (basanite) that are almost synchronous at about 6000 yrs BP. The La Taphanel Tephra (8500 yrs BP, Boreal) is a trachyte. Two previous pollen diagrams show that *Tilia* pollen (Atlantic) is present at the level of the tephra or even below it. A new pollen study of five peat-bogs demonstrates that: (i) traces of *Tilia* pollen appear in no more than 17% of the Boreal levels, (ii) their occurrences is greater above the La Taphanel Tephra; (iii) the continuous curve of *Tilia* begins much higher than the La Taphanel Tephra, if no gap occurs.

**ZUSAMMENFASSUNG** *Tephrostratigraphie und Palynologie von borealzeitlichen und atlantikzeitlichen Torfhorizonten im (Zentral Massiv, Frankreich).* Die chemische Zusammensetzung von drei Tephren, die aus Torfmooren der NW Auvergne stammen, wurde bestimmt. Aufgrund der Untersuchungen lassen sich die Montchal Tephra (K-Trachybasalt) und die Montcineyre Tephra (Basanit), die beide mit einem Alter von ca. 6000 Jahren vor Heute fast gleichaltrig sind, unterscheiden. Die La Taphanel Tephra hat eine trachytische Zusammensetzung und wurde im Boreal vor ca. 8500 Jahren gefördert. Zwei früheren Pollendiagramme weisen darauf hin daß *Tilia* Pollen (Atlantikum) im oder unterhalb des Tephrahorizontes vorhanden sind. Eine neue Untersuchung aus fünf Torfmooren zeigt : (i) daß einzelne Pollenkörner von *Tilia* in nicht mehr als 17 % der borealzeitlichen Proben gefunden wurden ; (ii) daß diese Pollen häufiger im Hangenden als im Liegenden der La Taphanel Tephra vorkommen ; (iii) daß die kontinuierliche *Tilia* Kurve oberhalb der La Taphanel Tephra beginnt, falls keine Lücke im Pollendiagramm vorhanden ist.

## INTRODUCTION

Au cours de la dernière décennie, les tourbières du massif Central français ont été intensément étudiées à des fins palynologiques et téphrostratigraphiques. La confrontation de résultats obtenus en toute indépendance par divers chercheurs a parfois mis en évidence des contradictions allant jusqu'à constater la présence des mêmes téphras aussi bien dans l'Allerød que dans le Dryas récent (voir Bastin *et al.*, 1990).

Cet article apporte notamment : (i) des données géochimiques nouvelles qui permettront une reconnaissance plus fiable de trois téphras plus ou moins largement dispersées en Auvergne ; (ii) une étude critique de la stratigraphie comparée de téphras et de traits polliniques et plus particulièrement de la courbe de *Tilia* avec la Téphra de La Taphanel.

Le diachronisme de traits polliniques a été estimé récemment par Juvigné *et al.* (1994). Dans le massif Central, la courbe continue de *Tilia* commence entre 7200 BP et 7000 BP selon les sites (Juvigné *et al.*, 1994), mais trois diagrammes polliniques publiés (Juvigné *et al.*, 1988 ; Guenet et Reille, 1988) laissent penser que, dans le Cézalier, elle aurait pu démarrer au cours de la période encadrant la retombée de la Téphra de La Taphanel, soit vers 8500 BP ; elle y est en effet signalée sous cette téphra, ou au niveau de celle-ci. Une étude complémentaire conduit à une mise au point de cette question. La figure 1 donne la localisation des sites étudiés.

## LA TÉPHRA DE LA TAPHANEL

Cette téphra a été découverte par Juvigné (1983) dans trois tourbières du Cantal (La Taphanel, Le Jolan et Brugeroux : fig. 1). Ultérieurement, leur présence a été observée dans des tourbières du Cézalier, des monts Dore et de l'Artense (Juvigné, 1987), ainsi que dans la chaîne des Puys méridionale (Juvigné et Gewalt, 1987) et en Limagne (Juvigné *et al.*, 1992). Une étude comparative de plusieurs travaux a conduit à situer la téphra dans l'optimum que la courbe de *Corylus* présente au Boréal (Juvigné *et al.*, 1988). Sur la base de son association des minéraux mafiques transparents, la Téphra de La Taphanel a été considérée comme un mélange des trois grandes nappes trachytiques boréales de la chaîne des Puys (Chopine, Vasset et Kilian) et son âge absolu a été fixé à environ 8500 BP (Juvigné *et al.*, 1992). La Téphra de La Taphanel a été réétudiée dans cinq sites : Broussoux, La Barthe, Landeyrat, Chirouze et Chambedaze (fig. 1).

Elle n'était jusqu'à présent caractérisée que par son association de minéraux mafiques transparents (Juvigné, 1987) : pyroxène (28 à 77 %), sphène (14 à 51 %), amphibole brune (1 à 9 %), zircon (<9 %), apatite (<8 %) et biotite (<2 %). La lamine, d'épaisseur millimétrique dans chaque site, est contaminée à des degrés divers par un peu de sédiment détritique d'origine locale. Des ponces gris clair (environ 0,05 g en tout) de quelques centaines de microns de diamètre ont été extraites à l'aiguille à l'aide d'une loupe binoculaire et traitées de la façon suivante : a) ébullition

dans  $\text{HCl}_{10\%}$  puis  $\text{H}_2\text{O}_2$  ; b) nettoyage aux ultrasons ; c) broyage d) calcination ; e) mélange avec autant de fondant ; f) fusion ; g) détermination à la microsonde calibrée à 20 nA ; 10 sec, 15 kV et en irradiant une surface de  $12,5 \times 12,5 \mu\text{m}$ . Les compositions moyennes par site sont représentées dans le tableau 1, et les magmas sont déterminés à la figure 2.

Le magma de la Téphra de La Taphanel est un trachyte ( $\text{QZ}_{\text{m}} < 20\%$ ) qui peut déborder dans le champ de la rhyolithe alcaline (La Barthe et Landeyrat) ; ce magma est très différencié ( $87 < \text{I.D.} < 93$ ). La roche est identique aux projections trachytiques émises par des volcans de la chaîne des Puys pendant le Boréal (tabl. 1 et fig. 2). Il n'existe de différences importantes entre sites que pour le contenu en fer, probablement en raison de sa mobilité en milieu humide.

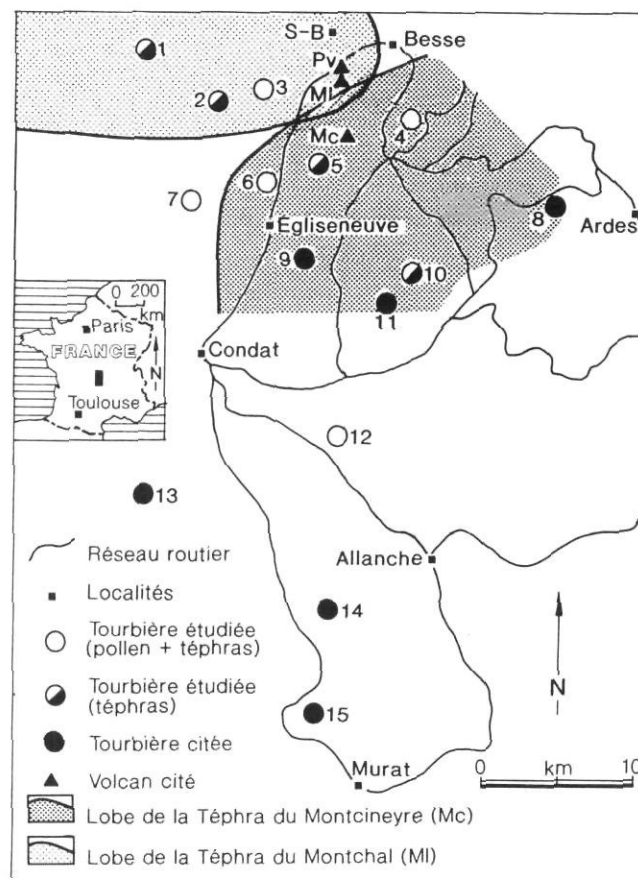


FIGURE 1. Localisation des tourbières étudiées ou mentionnées dans le texte, ainsi que des volcans du groupe de Besse-en-Chandesse. Remarque. Vers le N, le lobe du Montchal tient compte de la présence de la téphra dans la tourbière de Super-Besse (S-B).

Location of the investigated peat-bogs or cited in the text, and the Besse-en-Chandesse volcano group. Remark. To the north, the lobe of Montchal Tephra takes into account the presence of the tephra in the peat-bog of Super-Besse (S-B).

Tourbières : 1, Chastreix ; 2, Picherande ; 3, La Barthe ; 4, Chirouze ; 5, Chambedaze ; 6, Dressondeix ; 7, Broussoux ; 8, Auzolle ; 9, Redondel ; 10, La Godivelle ; 11, Graspét ; 12, Landeyrat ; 13, La Taphanel ; 14, Le Jolan ; 15, Brugeroux. Volcans : Pv, Pavin ; Mi, Montchal ; Mc, Montcineyre.

TABLEAU I

Composition chimique (éléments majeurs) de magmas de trois téphras présentes dans des tourbières de l'Artense, du Cézalier et du NE du Cantal

## TÉPHRA DE LA TAPHANEL : MAGMA

Localités	Chirouze	Landeyrat	La Barthe	Broussoux	Chambedaze	Chaîne des Puys
	N=4	N=4	N=4	N=4	N=4	N=3
Si O <sub>2</sub>	68,00±0,84	69,28±0,42	70,38±0,88	67,90±1,17	67,45±0,09	67,29±0,58
Ti O <sub>2</sub>	0,37±0,11	0,38±0,08	0,49±0,07	0,37±0,12	0,38±0,08	0,32±0,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,18±0,23	17,52±0,44	16,91±0,55	17,70±0,74	16,16±0,13	17,31±0,23
Fe O <sub>1</sub>	1,23±0,21	0,76±0,39	0,83±0,10	1,25±0,21	3,62±0,18	2,43±0,3
Mn O	0,20±0,10	0,05±0,05	0,04±0,12	0,15±0,10	0,35±0,08	0,17±0,15
Mg O	0,21±0,08	0,19±0,06	0,10±0,04	0,15±0,06	0,27±0,10	0,64±0,32
Ca O	1,08±0,06	0,87±0,06	0,90±0,09	1,01±0,30	1,11±0,10	1,31±0,23
Na <sub>2</sub> O	6,27±0,49	5,58±0,15	5,20±0,44	5,83±0,29	5,38±0,10	5,85±0,16
K <sub>2</sub> O	5,46±0,27	5,35±0,12	5,07±0,12	5,56±0,40	5,25±0,09	4,66±0,04
T. R.	51,79±2,74	52,95±1,55	51,73±1,31	51,14±1,43	52,19±0,95	99,07±0,58
I. D.	93	92	92	91	87	87
Q Z <sub>nr</sub>	7,9	13,93	18,35	9,52	11,12	10,17

## TÉPHRA DU MONTCHAL : MAGMA

Localités	Montchal	Chastreix	La Barthe	Picherande
	N=4	N=4	N=4	N=4
Si O <sub>2</sub>	48,63±1,15	49,79±0,84	48,83±1,31	49,76±0,97
Ti O <sub>2</sub>	2,69±0,09	3,57±0,18	3,74±0,19	3,56±0,28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,49±0,25	19,45±0,63	20,22±0,35	20,40±0,22
Fe O <sub>1</sub>	10,10±0,36	6,48±0,16	5,53±0,36	5,41±0,25
Mn O	0,27±0,12	0,12±0,05	0,14±0,05	0,03±0,01
Mg O	6,95±0,24	4,29±0,18	4,40±0,33	4,18±0,12
Ca O	9,07±0,46	10,35±0,42	11,79±0,76	11,36±0,45
Na <sub>2</sub> O	3,81±0,11	3,79±0,07	3,58±0,10	3,55±0,16
K <sub>2</sub> O	1,96±0,07	2,18±0,07	1,78±0,06	1,76±0,03
T. R.	51,59±2,00	60,52±2,79	54,60±2,38	55,39±2,15
I. D.	38	40	35	37
Na <sub>2</sub> O-2	1,81	1,79	1,58	1,55
K <sub>2</sub> O	1,96	2,18	1,78	1,76

## TÉPHRA DU MONTCINEYRE : MAGMA

Localités	Montcineyre	Chambedaze	Dressondeix	La Godivelle
	N=4	N=4	N=4	N=4
Si O <sub>2</sub>	43,78±0,06	42,59±1,07	44,45±0,78	44,86±2,06
Ti O <sub>2</sub>	2,81±0,01	3,76±0,10	3,72±0,08	3,66±0,14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,09±0,11	14,26±0,27	13,91±0,45	13,19±0,36
Fe O <sub>1</sub>	11,80±0,07	9,82±0,25	8,86±0,77	9,66±0,63
Mn O	0,17±0,02	0,15±0,10	0,08±0,08	0,18±0,05
Mg O	12,70±0,04	12,80±0,09	11,40±0,84	10,60±0,62
Ca O	10,03±0,08	13,00±0,57	13,28±0,20	12,87±0,51
Na <sub>2</sub> O	3,19±0,01	2,40±0,08	3,06±0,25	3,11±0,15
K <sub>2</sub> O	1,45±0,01	1,25±0,09	1,29±0,06	1,89±0,05
T. R.	50,11±0,23	51,04±1,90	49,38±0,66	48,76±1,49
I. D.	24	16	21	24
Ol <sub>nr</sub>	23,5	17,9	12,7	11,7

N, nombre d'analyses par sites. Colonne 'Chaîne des Puys', moyenne pour les projections trachytiques de la chaîne des Puys d'après Camus (1975). Les parts d'éléments sont normalisées à 100 %. T.R., total réel. I.D., indice de différenciation de Thornton et Tuttle (1960).

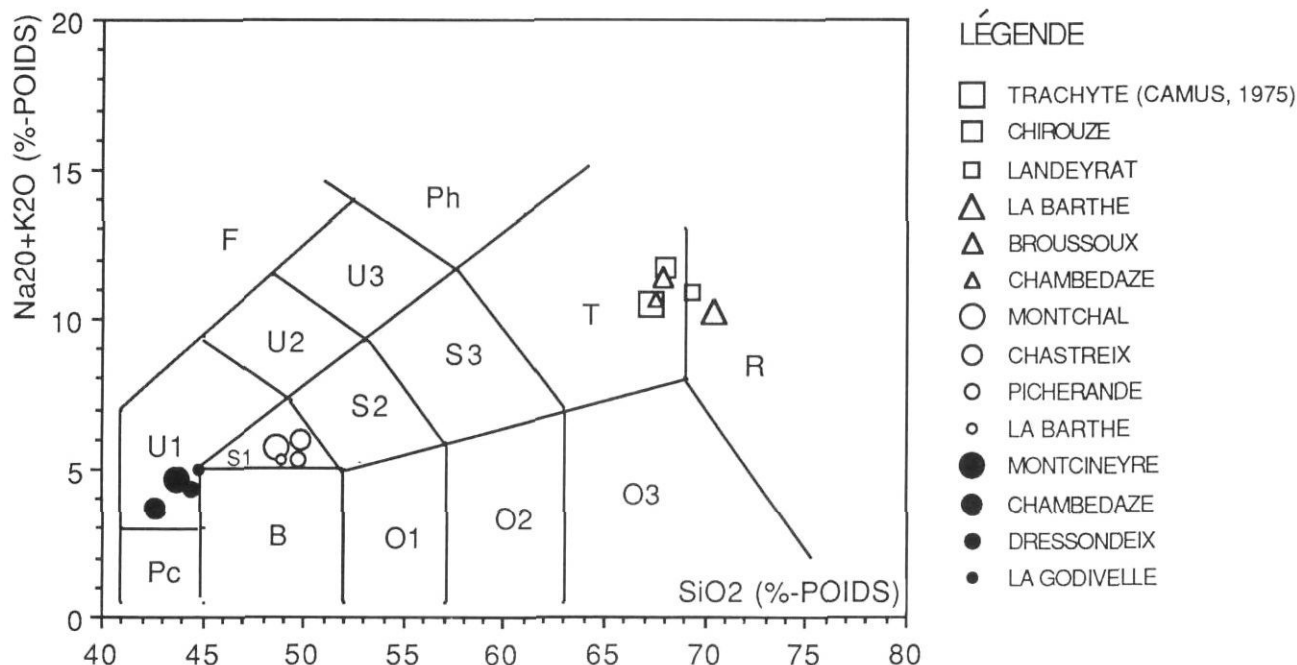


FIGURE 2. Détermination des magmas selon la classification de Le Bas *et al.* (1985) de trois téphras présentes dans des tourbières de l'Artense, du Cézalier et du NE du Cantal. Explication : F, foïdite ; Pc, picrobasalte ; U1, basanite, si  $Ol_{nr} > 10\%$  ou téphrite, si  $Ol_{nr} \leq 10\%$  ; U2, phonotéphrite ; U3, téphriphonolite ; Ph, phonolite ; B, basalte alcalin ; O1, andésite basaltique ; O2, andésite ; O3, dacite ; R, rhyolite ; S1, trachybasalte : hawaïte si  $(Na_2O-2) \geq K_2O$  (%-p) ou trachybasalte potassique si  $(Na_2O-2) < K_2O$  ; S2, trachyandésite basaltique ; S3, trachyandésite ; T, trachyte, si  $Q_{nr} \geq 20\%$ , ou trachydacite, si  $Q_{nr} \leq 20\%$ . Les parts de silice et d'alcalins sont celles du tableau I.

Determination of magmas after the classification of Le Bas *et al.* (1985) of three tephtras present in peat bogs of the Artense, the Cézalier and the northeastern Cantal. Explanation : F, foïdite ; Pc, picrobasalte ; U1, basanite if  $Ol_{nr} > 10\%$ , or tephrite, if  $Ol_{nr} \leq 10\%$  ; U2, phonotephrite ; U3, tephriphonolite ; Ph, phonolite ; B, alkaline basalt if  $Ne_{nr} > 0$ , or subalkaline basalt if  $Ne_{nr} \leq 0$  ; O1, basaltic andesite ; O2, andesite ; O3, dacite ; R, rhyolite ; S1, trachybasalte : hawaïte if  $(Na_2O-2) \geq K_2O$  (w-%), or potassic trachybasalte if  $(Na_2O-2) < K_2O$  ; S2, basaltic trachyandesite ; S3, trachyandesite ; T, trachyte : trachyte if  $Q_{nr} \geq 20\%$ , or trachydacite if  $Q_{nr} < 20\%$ . Silica and alkali contents correspond to values of table 1.

La présence inévitable de quelques diatomées logées dans des vésicules des ponces peut provoquer une légère déviation dans le sens de l'acidité. À Chambédaze, la Téphra de la Taphanel correspond à la 'Téphra basaltique' signalée antérieurement dans un diagramme pollinique (Guenet et Reille, 1988 : fig. 8, Chambédaze, profondeur environ 445 cm). La part du fer est anormalement élevée dans l'analyse de la Téphra de La Taphanel à Chambédaze. Dans ce gîte, elle est surmontée par quelques décimètres de tourbe, puis par une couche exceptionnellement épaisse (environ 50 cm) de la Téphra du Montcineyre (voir plus loin). Cette dernière est riche en fer (6 %) et, dans le milieu tourbeux, on doit attendre une migration de cet élément, assurée par la circulation de l'eau.

### DISTINCTION ENTRE TÉPHRAS DU MONTCINEYRE ET DU MONTCHAL

Une couche de téphra scoriacée noire a été trouvée dans diverses tourbières de l'Artense, des monts Dore et du Cézalier (Juvigné et Gilot, 1986 ; Juvigné, *in* Vergne, 1988). Du point de vue stratigraphique, partout où la Téphra du Pavin est présente, elle ne s'en trouve séparée que par quelques centimètres de tourbe et elle a été attribuée systématiquement au volcan du Montcineyre (Juvigné et Gilot, 1986). Elle a été réétudiée dans deux sites, Dressondeix et La Barthe. Les analyses par microsonde ont montré qu'il

s'agissait de deux magmas différents, ce qui a été confirmé par des analyses effectuées sur des échantillons provenant d'autres tourbières, Picherande, Chastreix et La Godivelle (fig. 1).

Bourdier (1980) a décrit de façon exhaustive la composition chimique et minéralogique de coulées de laves des volcans Montcineyre et Montchal, mais pas leurs téphras. Deux échantillons types ont donc été analysés dans le cadre de ce travail : (i) pour le Montchal, il a été prélevé le long de la route départementale n° 203 à proximité du pont de Clamouze ; (ii) pour le Montcineyre, dans l'ancienne carrière au pied méridional du volcan. Dans l'un et l'autre cas, des scories ont été analysées conformément à la méthode décrite plus haut (Téphra de La Taphanel) et dans les explications du tableau I. Dans la Téphra du Montchal, il existe des scories profondément altérées de couleur rouille. Des analyses séparées de tels grains ont montré que leur composition dévie considérablement de celle des scories résistantes gris foncé à noires ; seuls les résultats d'analyses de ces dernières sont rapportées dans ce travail.

Tous les résultats d'analyses, tant des échantillons types que de ceux provenant des tourbières sont représentés dans le tableau I et à la figure 2. Ils se répartissent en deux groupes : (i) le magma des échantillons apparentés à la Téphra du Montcineyre est une basanite ( $Ol_{nr} > 10\%$ ) ; (ii) celui de la Téphra du Montchal est un trachybasalte



potassique ( $\text{Na}_2\text{O}-2<\text{K}_2\text{O}$ ). L'indice de différenciation de Thornton et Tuttle (1960) est nettement différent ; il varie de 16 à 24 pour la basanite du Montcineyre et de 35 à 40 pour la trachybasalte potassique du Montchal.

Pour l'essentiel, les phénocristaux mafiques dominants sont le pyroxène et l'olivine dans l'une et l'autre téphra. Des différences identiques ont été mises en évidence par Bourdier (1980) dans les laves subcontemporaines de ces téphras émises respectivement par les mêmes volcans.

La Téphra du Montchal n'était connue qu'en couche mince (quelques décimètres) et à moins de 3 km de son volcan (Bourdier, 1980, p. 11, fig. 3). Les échantillons provenant des tourbières démontrent qu'il existe un lobe de la Téphra du Montchal orienté vers l'ouest (fig. 1) ; il a été attribué antérieurement au Montcineyre (Juvigné, 1992). En conséquence, le lobe qui doit être attribué à ce dernier volcan est ramené à celui représenté sur la figure 1.

Sur la base d'observations des téphras en affleurements, Bourdier (1980) a démontré l'ordre stratigraphique des retombées pour le groupe des volcans de Besse-en-Chandesse, à savoir de bas en haut : Montcineyre, Estivadoux, Montchal et Pavin. Juvigné et Gilot (1986) ont estimé à un peu plus d'un siècle vers 6000 BP, la période séparant les éruptions respectives du Montcineyre et du Pavin. Il résulte de cet ensemble de résultats que la Téphra du Montchal et celle du Montcineyre ont pratiquement la même signification stratigraphique.

## ÉTUDE PALYNOLOGIQUE DE CINQ TOURBIÈRES

Des diagrammes polliniques ont été réalisés dans des séquences de tourbe encadrant les téphras précitées. Une importance fondamentale a été accordée à la relation stratigraphique parfois contradictoire qui existe dans la littérature entre la Téphra de La Taphanel (voir plus haut : 8500 BP, Boréal) et le début de la courbe continue de *Tilia* (7200 à 7000 BP d'après Juvigné *et al.* 1994) qui dans le massif Central est parfois considéré comme le signal de la transition Boréal-Atlantique (Beaulieu *et al.*, 1982 ; Reille, 1990). D'autres auteurs se sont quelque peu écartés de ce critère de zonation au bénéfice de la décroissance de la courbe de *Corylus* (Reille *et al.*, 1985 ; Beaulieu *et al.*, 1988)

La Téphra de La Taphanel a été identifiée (i) par Juvigné (1983) dans trois tourbières du NE du Cantal (La Taphanel, Le Jolan et Brugeroux) dont les diagrammes polliniques avaient été publiés par Beaulieu *et al.* (1982) ; (ii) par Juvigné *et al.* (1988) dans trois tourbières du Cézalier (Graspet, Auzolle et Redondel) ; (iii) par Juvigné et Gewalt (1987) dans une tourbière de la chaîne des Puys méridionale (Amboix).

Dans chacun des cas précédents, la téphra est nettement en-dessous de la courbe continue de *Tilia*. Par contre, dans les diagrammes polliniques de Chirouze et de Landeyrat (Milcamps, *in* Juvigné *et al.*, 1988), ainsi que de Chambedaze (Guenet et Reille, 1988), du pollen de *Tilia* est noté au niveau de la Téphra de La Taphanel, voire

même sous elle. C'est ce fait qui nous a incité à entreprendre une nouvelle étude palynologique.

### BROUSSOUX (FIG. 3)

Le sondage a été effectué au carottier russe en avril 1986 par É. Juvigné. Le segment étudié s'étend de 415 à 360 cm ; il est constitué de gyttja entre 415 et 405 cm et de tourbe évoluée entre 405 et 360 cm. La Téphra de La Taphanel est observée à une profondeur de 383 cm sur une épaisseur d'environ 1 cm.

— De 415 à 405 cm, les arbres (essentiellement *Pinus* [11 %] et *Betula* [5 %]) n'atteignent que 17 %. Parmi les plantes herbacées, les Cypéracées (36,5 %) dominent les Poacées (13 %) et *Artemisia* (10 %), cependant qu'il y a 10 % de *Isoetes* à 415 cm. Ces niveaux reflètent la végétation très ouverte du Dryas récent.

— De 405 à 395 cm, les arbres doublent leur pourcentage par suite de l'extension de *Corylus* qui atteint son niveau de 2 % à 405 cm et de *Quercus*, qui atteint son niveau de 2 % à 399 cm, alors que sont notés les premiers grains de pollen de *Ulmus*. Parmi les plantes herbacées, les Cypéracées (37,5 %) et les Poacées (10 %) se maintiennent, mais on assiste à l'effondrement des taux de *Artemisia* et à la disparition de *Isoetes*. Ces niveaux traduisent la recolonisation forestière du Préboréal au cours duquel *Corylus* atteint son niveau de 2 % un peu avant que *Quercus* n'atteigne le sien.

— De 390 à 360 cm, l'extension de *Corylus* (47 %) et de *Quercus* (12 %) se poursuit, cependant que commence la courbe continue de *Ulmus*. Tous les taxons herbacés sont en régression, mise à part une forte régression des Filicales monolètes (21 %) de part et d'autre du niveau de la Téphra de La Taphanel. La présence d'un pollen de *Tilia* à 370 cm et à 365 cm annonce les premiers signes de sa dispersion au Boréal, nettement au-dessus de la Téphra de La Taphanel.

### LA BARTHE (FIG. 3)

Cette tourbière a précédemment été étudiée par Marambat (1991) qui y a reconnu une succession Boréal-Atlantique-Subatlantique, comprenant deux téphras : la plus ancienne est située à la base du Boréal sous le début de la courbe continue de *Tilia* et la plus récente est synchronique du démarrage des courbes de *Abies* et de *Fagus*.

Le segment étudié ici s'étend de 274 à 176 cm ; il a été prélevé au carottier russe en avril 1989 par É. Juvigné ; il est entièrement constitué de tourbe peu évoluée. Les grains de la Téphra de La Taphanel sont observés à l'état dispersé dans un horizon tourbeux entre 253 et 256 cm, et la Téphra du Montchal occupe intégralement le segment entre 192 et 200 cm.

— De 274 à 259 cm, *Pinus* (20 %) et *Betula* (13,5 %) dominent, *Corylus* atteint 2 % à 264 cm, suivi par *Quercus* qui atteint 2 % à 259 cm, en même temps qu'apparaissent les premiers grains de pollen de *Ulmus*. Parmi les plantes herbacées, les Cypéracées (27,5 %) dominent les Poacées

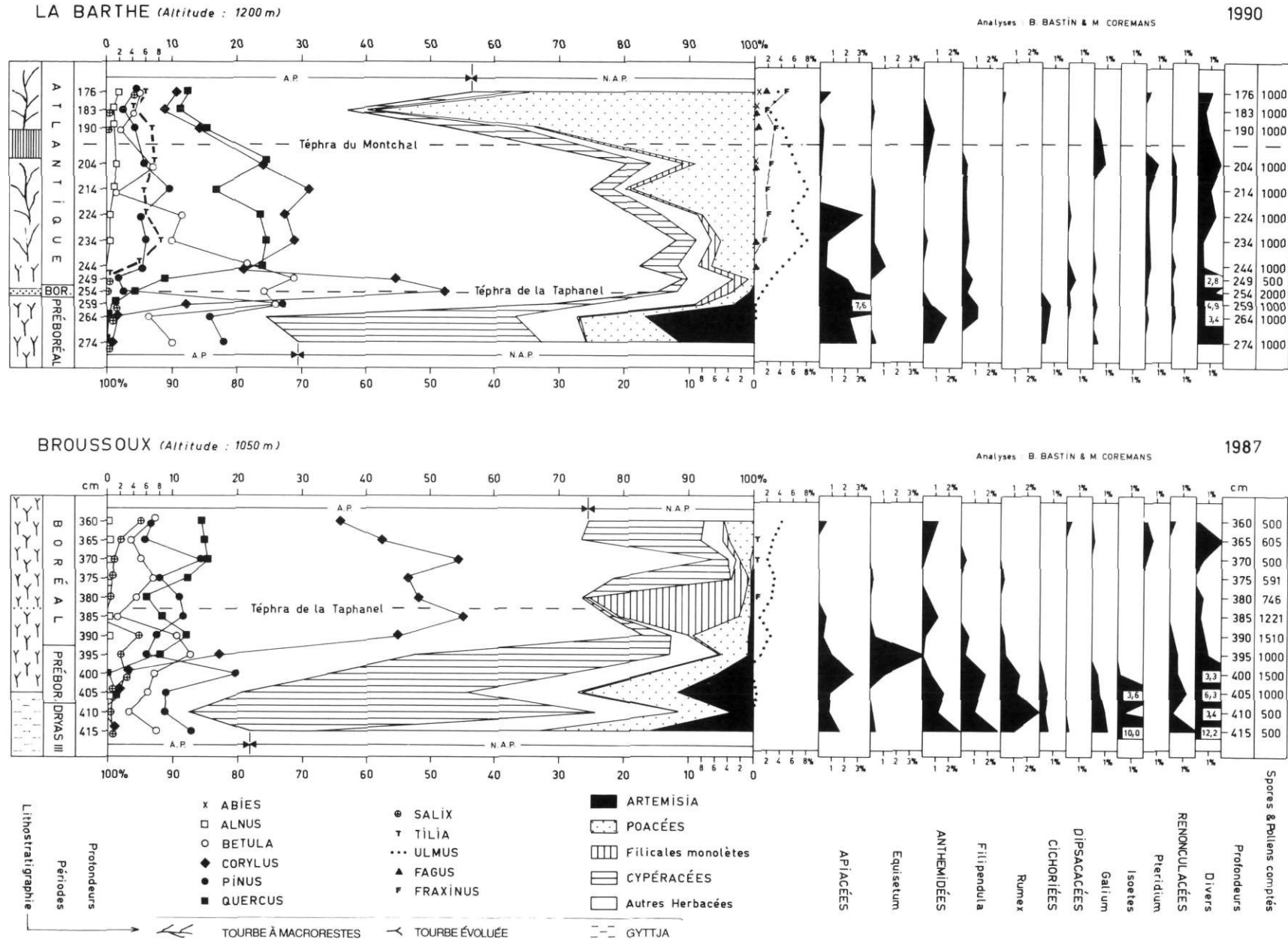


FIGURE 3. Diagrammes polliniques de Broussoux et de La Barthe.

Pollen diagrams from Broussoux and La Barthe.

(10 %) et *Artemisia* (10 %). Tous ces traits polliniques traduisent la recolonisation forestière du Préboréal.

— 254 cm, *Corylus* atteint un optimum de 52,5 %, signalant la période boréale au cours de laquelle *Ulmus* atteint son niveau de 2 %, cependant que s'effondrent les taux de *Artemisia*.

— De 249 à 176 cm, la nette régression de *Corylus* (23,5 %) va de pair avec une forte progression de *Quercus* (18 %) et l'apparition de *Tilia* en courbe continue dès la base de cette zone. À partir de 234 cm, c'est au tour de *Fraxinus* d'être présent en courbe continue. Tous ces traits polliniques caractérisent l'Atlantique au cours duquel se produisent la dispersion et la diffusion de *Fagus*, puis de *Abies*. La Téphra du Montchal se place sous la vigoureuse montée de *Fagus* et de *Abies*. Il y a donc bien correspondance avec la position palynostratigraphique connue de la Téphra du Montcineyre (Juvigné *et al.*, 1988 ; diagrammes de Chirouze et Dressondeix ci-dessous) et supposée pratiquement synchrone (Juvigné et Gilot, 1986).

La brièveté de l'optimum de *Corylus* et le départ de la courbe continue de *Tilia*, juste au-dessus de la Téphra de La Taphanel, indiquent la présence d'une lacune affectant la presque totalité de la période boréale, représentée par un seul niveau.

La Téphra de La Taphanel et celle du Montchal sont de toute évidence, celles, non déterminées, qui avaient été observées par Marambat (voir plus haut).

CHIROUZE (FIG. 4)

Le sondage a été effectué par nous au carottier russe en avril 1992. Le segment étudié s'étend de 371 à 331 cm ; il est constitué de tourbe évoluée entre 371 et 342 cm, et d'un mélange de tourbe et de téphra entre 342 et 331 cm. Ce mélange est dû à une perturbation survenue lors du percement de plusieurs décimètres de téphras surincombantes du Pavin et du Montcineyre. La Téphra de La Taphanel est observée entre 360,5 et 359,5 cm.

— De 371 à 343 cm, *Corylus* (46,5 %) domine constamment *Quercus* (8,5 %), *Pinus* (7 %) et *Ulmus* (6 %). Parmi les plantes herbacées, outre les Cypéracées (17 %) et les Poacées (5 %), il y a une courbe continue des Filicales monolètes (5 %). Ces traits polliniques sont ceux d'une corylaie riche en chênes, en pins et en ormes, caractéristique de la période boréale.

Dans chacun des niveaux 361 cm, 355 cm et 345 cm, du pollen de *Tilia*, provenant certainement d'un apport lointain, a été observé. La courbe continue de ce pollen débutant selon Milcamps (*in* Juvigné *et al.*, 1988) sous la Téphra de

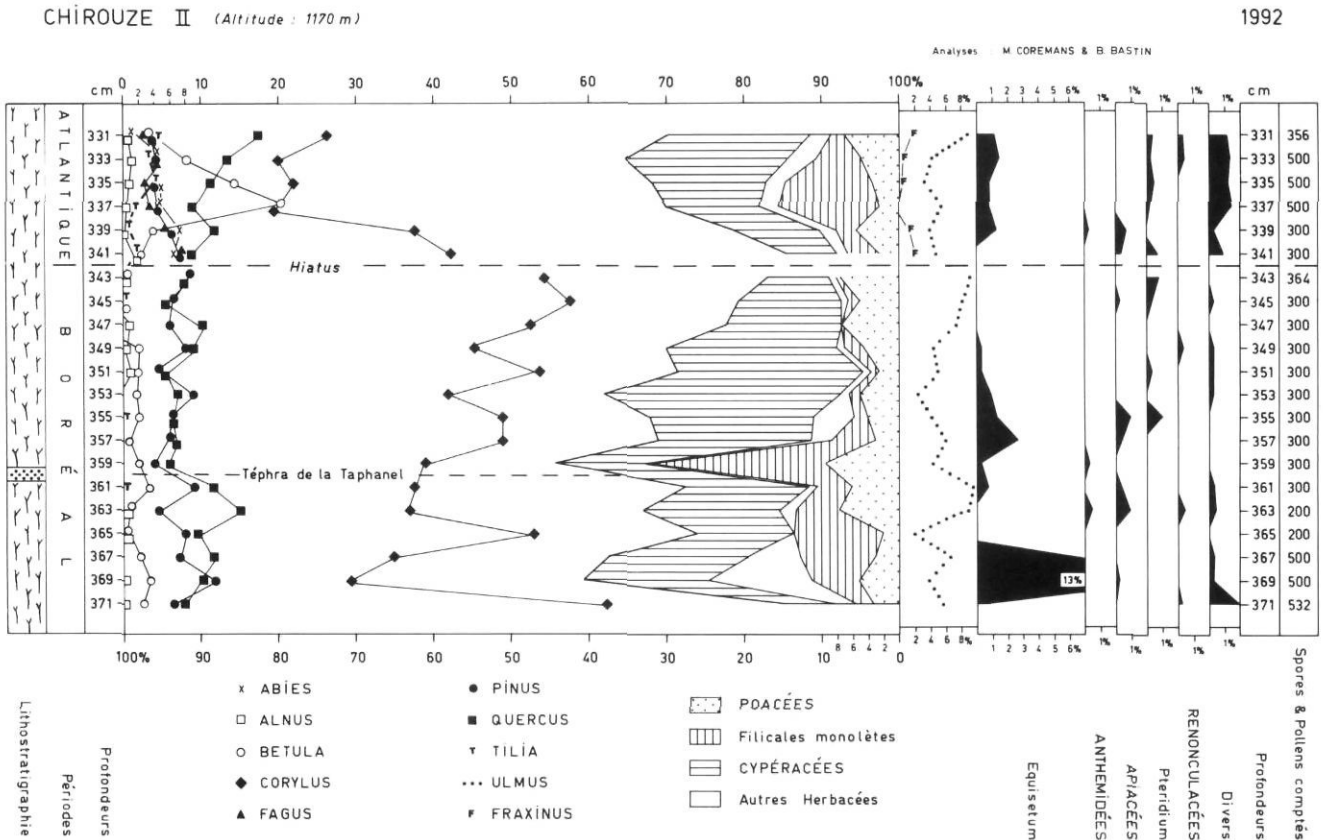


FIGURE 4. Diagramme pollinique de Chirouze. Pour la lithologie voir la figure 3. *Pollen diagram from Chirouze. For lithology, see Figure 3.*



La Taphanel n'est pas retrouvée ; elle ne le sera que beaucoup plus haut dans la séquence.

— De 341 à 331 cm, après une lacune, on trouve ensemble : *Abies* (5 %), *Fagus* (4 %), *Tilia* (3 %), *Fraxinus* (1 %) et *Alnus* (1 %), signalant déjà un stade avancé de l'Atlantique.

LANDEYRAT (FIG. 5)

Le prélèvement a été effectué sur front de taille en avril 1986 par É. Juvigné et V. Milcamps. Le segment étudié s'étend de 215 à 125 cm ; il est entièrement constitué de tourbe peu évoluée. La Téphra de La Taphanel est observée à une profondeur de 140 cm sur une épaisseur de quelques millimètres.

— De 215 à 210 cm, *Pinus* (28,5 %) et *Betula* (8 %) dominant, cependant que *Corylus* atteint son niveau de 2 % peu avant que *Quercus* n'atteigne le sien. Parmi les plantes herbacées, les Cypéracées (40,5 %) dominent nettement les Poacées (6 %) ainsi que *Artemisia* (0,5 %) qui n'est que faiblement présent. Ces traits polliniques traduisent la fin de la période préboréale.

— À 205 cm, la Téphra de La Taphanel se dépose dans une corylaie riche en bouleaux et en pins, peu avant que l'orme n'atteigne son niveau de 2 %, à la période boréale.

— De 200 à 125 cm, on assiste au recul progressif de *Corylus* (28 %) au profit de *Quercus* (19 %), cependant que se développe la courbe continue de *Tilia* dès 200 cm, de *Alnus* à partir de 185 cm, puis de *Fraxinus* à partir de 175 cm. Ces traits polliniques caractérisent la période atlantique.

Tout comme à La Barthe, le Boréal n'est représenté que par un niveau, ce qui explique que la courbe continue de *Tilia* semble démarrer juste au-dessus de la Téphra de La Taphanel, par suite de l'existence d'une lacune d'une bonne partie du Boréal. Remarquons en outre qu'aucun pollen de *Tilia* n'est observé sous la Téphra de La Taphanel, contrairement au diagramme pollinique de Milcamps (*in* Juvigné et al., 1988).

DRESSONDEIX (FIG. 6)

Le sondage a été effectué au carottier russe en avril 1986 par É. Juvigné. Le segment étudié s'étend de 285

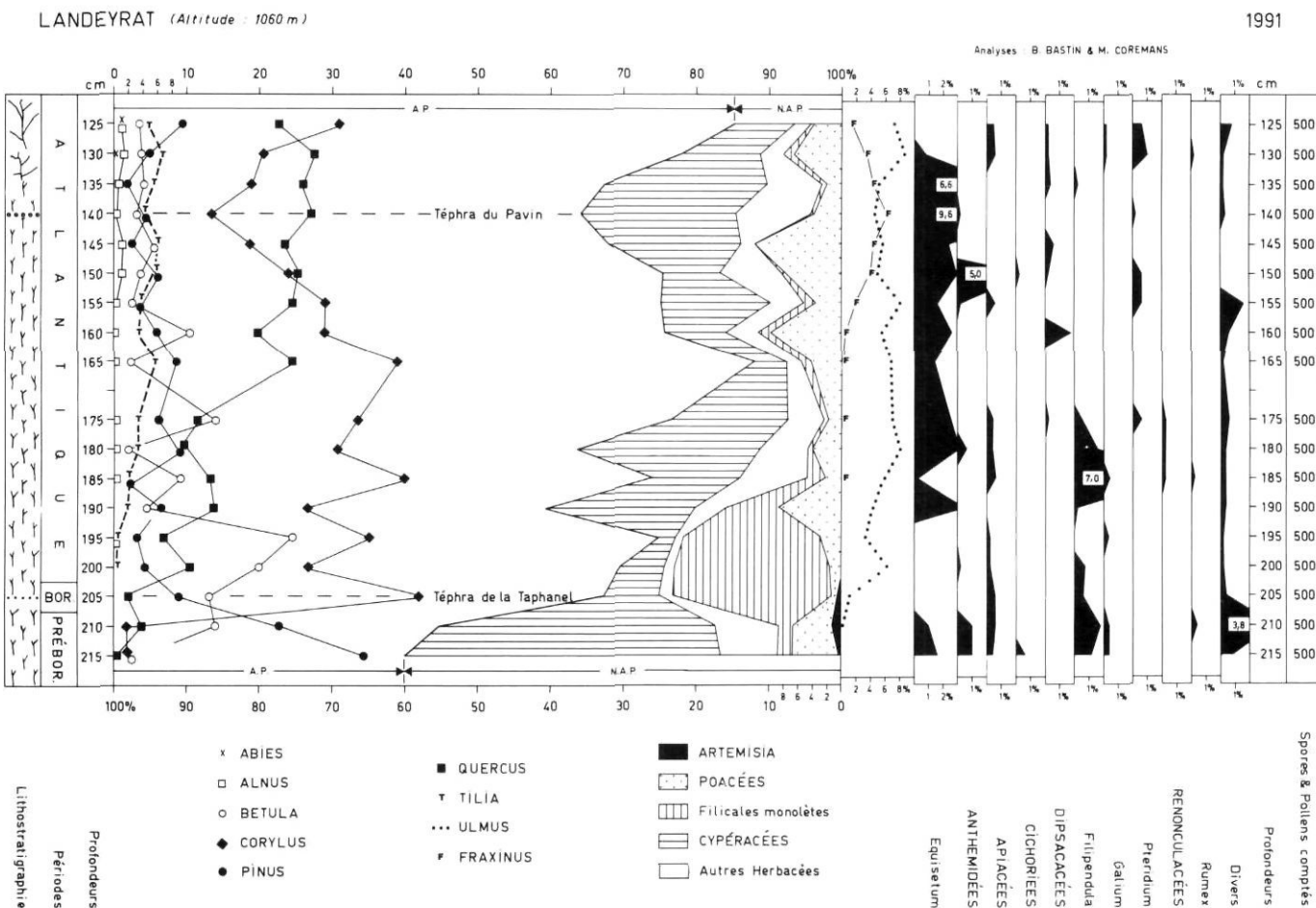


FIGURE 5. Diagramme pollinique de Landeyrat. Pour la lithologie voir la figure 3. Pollen diagram from Landeyrat. For lithology, see Figure 3.



## REMERCIEMENTS

Nous remercions J. Wautier qui a effectué les analyses par microsonde au Centre d'analyses par microsonde pour les sciences de la Terre, à l'Université de Louvain. Nous remercions également les lecteurs, MM. Jacques de Beaulieu et Jean-Paul Raynal pour leurs conseils judicieux.

## RÉFÉRENCES

- Bastin, B., Gewalt, M. et Juvigné, E., 1990. À propos de l'âge et de l'origine des téphras tardiglaciaires T4 et T5 de Godivelle-Nord (Massif Central, France). *Annales de la Société géologique de Belgique*, 113 : 165-178.
- Beaulieu, J.L. de, Pons, A. et Reille, M., 1982. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire de la végétation de la bordure nord du Massif du Cantal (Massif Central, France). *Pollen et Spores*, 24 (2) : 251-299.
- 1988. Histoire de la flore et de la végétation du Massif Central (France) depuis la fin de la dernière glaciation. *Cahiers de Micropaléontologie*, 3 (4) : 5-36.
- Bourdier, J.L., 1980. Contribution à l'étude volcanologique de deux secteurs d'intérêt géothermique dans le Mont Dore : le groupe du Pavin et le Massif du Sancy. Thèse, Université de Clermont-Ferrand II, 180 p.
- Camus, G., 1975. La Chaîne des Puys (Massif Central français). Étude structurale et volcanologique. Thèse, Annales de l'Université de Clermont-Ferrand, Série Géologie et Minéralogie, 56/28, 322 p.
- Guenet, P. et Reille, M., 1988. Analyse pollinique du lac-tourbière de Chambedaze (Massif Central, France) et datation de l'explosion des plus jeunes volcans d'Auvergne. *Bulletin de l'Association française pour l'Étude du Quaternaire*, 36 : 175-194.
- Juvigné, É., 1983. Un marqueur stratigraphique supplémentaire dans les tourbières du Cantal : la retombée volcanique de la Taphanel. *Bulletin de l'Association française pour l'Étude du Quaternaire*, 13 : 3-7.
- 1987. Un marqueur stratigraphique à large dispersion dans le Massif Central français : la retombée du volcan Chopine vieille d'environ 8500 ans. *Compte rendu de l'Académie des Sciences de Paris*, 304, Série II : 187-190.
- 1992. Distribution of widespread Late Glacial and Holocene tephra beds in the French Central Massif. *Quaternary International*, 13/14 : 181-185.
- Juvigné, É., Bastin, B., Delibrias, G., Evin, J., Gewalt, M., Gilot, E. et Streef, M., 1994. Chronostratigraphic relationships of postglacial tephras, pollen features, and <sup>14</sup>C dates in the Massif Central (France) and in the Eifel (Germany). *Terra Nostra*, 94 (1) : 48-52.
- Juvigné, É. et Gewalt, M., 1987. La Narse d'Amboix comme téphrostratotype dans la Chaîne des Puys méridionale (France). *Bulletin de l'Association française pour l'Étude du Quaternaire*, 29 : 37-49.
- Juvigné, É. et Gilot, E., 1986. Âges et zones de dispersion de téphras émises par les volcans du Montcineyre et du lac Pavin (Massif Central, France). *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 137 : 613-623.
- Juvigné, É., Kroonenberg, S., Veldkamp, A., El Arabi, A. et Vernet, G., 1992. Widespread Allerød and Boreal trachyandesitic to trachytic tephra layers as stratigraphical markers in the Massif Central, France. *Quaternaire*, 3 (3-4), 137-146.
- Juvigné, É., Milcamps, V., Delibrias, G. et Evin, J., 1988. Âges de traits polliniques et chronozonation du Tardiglaciaire et de l'Holocène dans le Massif Central (France). *Mededelingen rijks geologische Dienst*, 41 (4) : 33-50.
- Le Bas, M.J., Le Maître, R.W., Streckeisen, A. et Zanettin, B., 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology*, 27 : 745-750.
- Marambat, L., 1991. Étude palynologique de la tourbière de La Barthe (Monts Dore). *Cahiers du Quaternaire*, 16 : 181-189.
- Reille, M., 1990. Leçons de palynologie et d'analyse pollinique. Centre national de la recherche scientifique, Paris, 206 p.
- Reille, M., Beaulieu, J.L. de et Pons, A., 1985. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation du Cézallier, de la Planèze de St-Flour et de la Margeride. *Pollen et Spores*, 27 (2) : 209-270.
- Thornton, C. et Tuttle, O., 1960. Chemistry of igneous rocks. Part I, Differentiation Index. *American Journal of Sciences*, 258 : 664-684.
- Vergne, V., 1989. L'évolution tardiglaciaire et holocène d'un piedmont de moyenne montagne cristalline : l'Artense (Massif Central, France). Thèse, Département de géographie, Université de Paris I, 347 p.