LE GISEMENT INTERGLACIAIRE A RHODODENDRON PONTICUM L. DE BARRAUX, DANS LE GRÉSIVAUDAN, ENTRE GRENOBLE ET CHAMBÉRY

par George DEPAPE et Franck BOURDIER

RÉSUMÉ. — *Au Fort-Barraux, entre Grenoble et Chambéry, dans des sédiments interglaciaires, ont été trouvés :* Abies pectinata *D. C.*, Carpinus Betulus *L.*, Alnus incana *D. C.*, Alnus glutinosa *Gaertn.*, Alnus viridis *D. C.*, Betula *sp.*, Buxus sempervirens *L.*, Acer *cf.* Pseudoplatanus *L.*, Tilia *cf.* silvestris *Desf.*, Rhododendron ponticum *L.*

Cette flore macroscopique correspond à celle d'une période tempérée reconnue par les pollens, dans les charbons feuilletés interglaciaires de la région de Chambéry.

La flore de ces gisements peut être comparée avec les flores préwurmiennes, associées à Elephas antiquus *et* Rhinoceros Mercki, *des charbons feuilletés de Suisse et du versant méridional des Alpes italiennes (Pianico-Sellere, Val Vigezzo).*

La flore du dernier interglaciaire semble s'être développée sur les versants suisse, italien et français des Alpes occidentales, sous un climat qui paraît avoir été sensiblement voisin du climat actuel, avec au moins en certains points, un optimum d'humidité et d'insolation correspondant à la présence de Rhododendron ponticum *L.*

I. — HISTORIQUE

En amont de Grenoble, entre les massifs de la Chartreuse et de Belledonne, l'Isère coule dans le Grésivaudan, riche vallée largement creusée par les anciens glaciers dans les marnes du Jurassique inférieur.

Le dernier de ces glaciers, celui du Würm, s'est écoulé en remplissant le Grésivaudan sur 500 m. d'épaisseur au moins. Cependant, si surprenant que cela puisse paraître, malgré sa puissance

d'érosion probable, il a laissé subsister, à l'extrémité amont de la vallée, une banquette d'alluvions anciennes, adossée à la Chartreuse, banquette longue d'une dizaine de kilomètres, haute d'une centaine de mètres et portant le Fort-Barraux qui défendait jadis la frontière entre la France et la Savoie (fig. 1).

Scipion GRAS (1851) et Ch. LORY (1864) découvrirent dans des argiles à lignites associées aux alluvions anciennes du Fort-Barraux, quelques mollusques identiques aux espèces actuelles de

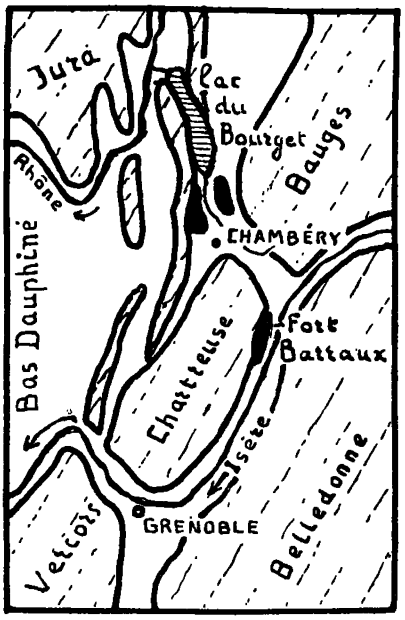

Fig. 1. — Vallée de l'Isère, entre les Massifs de Chartreuse et de Belledonne.

la région et des débris de bouleau et de conifères. Ch. LORY n'admettait qu'une seule période glaciaire, celle qui avait recouvert de ses moraines les alluvions anciennes, qui étaient ainsi d'âge préglaciaire. Mais, en 1895, VIVIEN observa un dépôt glaciaire sous les argiles à lignites des environs de Chambéry. Cette découverte confirmait des observations semblables faites très antérieurement en Suisse et démontrait l'existence au moins de deux glaciations dans nos Alpes françaises.

La même année, HOLLANDE nota la présence de formations glaciaires à la base des alluvions de Barraux auxquelles PENCK, dans

son grand ouvrage sur les Alpes à l'époque glaciaire (1903) ne consacrera que quelques mots.

A cette époque, PENCK datait les alluvions et argiles à lignites de la région de Chambéry de l'oscillation würmienne de Laufen.

Quelques années plus tard (1907) KILIAN publie une coupe, plus théorique que réelle, des alluvions de Barraux, qu'il considère comme interglaciaires. Peu après, il les datera de son Néowürm. Cette opinion sera encore admise dans la 3e édition de la carte géologique « Grenoble » (1927). Cependant, en 1922, PENCK avait émis quelques doutes sur la réalité de son oscillation de Laufen.

A partir de 1933, l'un de nous (F. B.) entreprit l'étude stratigraphique détaillée de la banquette de Barraux, à son extrémité Sud. La carrière d'argile entre La Buissière et La Flachère lui livrera une abondante faune de Mollusques, déterminée par M. J. FAVRE, identique à la faune actuelle de la région. L'analyse pollinique des lignites associés aux argiles, faite par M. J. GOURC (1937) laissera présumer une évolution climatique semblable à celle du Post-glaciaire. Il était donc logique d'en conclure que les alluvions à lignites de Barraux étaient interglaciaires.

Cependant, en 1941, M. R. BLANCHARD, supposant qu'un dépôt interglaciaire aurait été forcément détruit dans le Grésivaudan par l'érosion de la dernière glaciation, admet que les alluvions et argiles à lignites de Barraux se sont déposées en bordure même du dernier glacier.

Dans une publication récente (1951), M. G. LEMÉE, qui a bien voulu reprendre l'étude pollinique de nos échantillons de lignites de Chambéry, a souligné combien l'hypothèse de M. BLANCHARD était difficile à admettre, la flore révélée par les pollens étant très différente de la flore würmienne, telle qu'on la connaît en Suisse par exemple.

M. LEMÉE conclut, d'après ses analyses polliniques, qu'il y eut dans les lignites de Savoie trois phases forestières :

1° à la base, dominance des pins ;

2° suit une période d'optimum climatique, marquée par la présence d'épicéas et de sapins, avec aulnes abondants et essences feuillues : chêne, tilleul, charme, noisetier ;

3° le refroidissement amène la prédominance de l'épicéa et de pins.

L'évolution de cette flore, située vers 250 m. d'altitude autour du lac du Bourget, est comparable à celle des tourbières post-glaciaires voisines du Massif de Belledonne, entre 800 et 900 m., étudiées par Mlle BECKER.

L'optimum climatique de l'époque des lignites aurait donc été

moins chaud que le postglaciaire, boréal-atlantique et que le climat actuel. Cependant, d'après M. LEMÉE, les lignites pourraient être interglaciaires. Ils décèlent une oscillation climatique chaude antérieure à celle révélée par les lignites d'Armoy qui appartiendrait à un interstade würmien.

Nous aurons à confronter ces conclusions avec celles qui résulteront de l'étude des sédiments du Fort-Barraux, à empreintes de feuilles et de fruits, qui révèlent un biotope probablement d'étendue très limitée dans l'espace et dans le temps.

II. — POSITION STRATIGRAPHIQUE DE LA FLORE DE BARRAUX

Les argiles sableuses à empreintes de feuilles de Barraux ont été découvertes par l'un de nous en 1935 et exploitées à diverses reprises jusqu'en 1939 [1]. Elles sont situées dans le ravin du Furet qui entaille profondément la banquette immédiatement en amont du fort.

Grâce à quelques affleurements déterminés par le ravin et les grandes carrières de La Gache, on peut se faire une idée assez précise de la stratigraphie de la banquette et distinguer les 7 couches suivantes (fig. 2) :

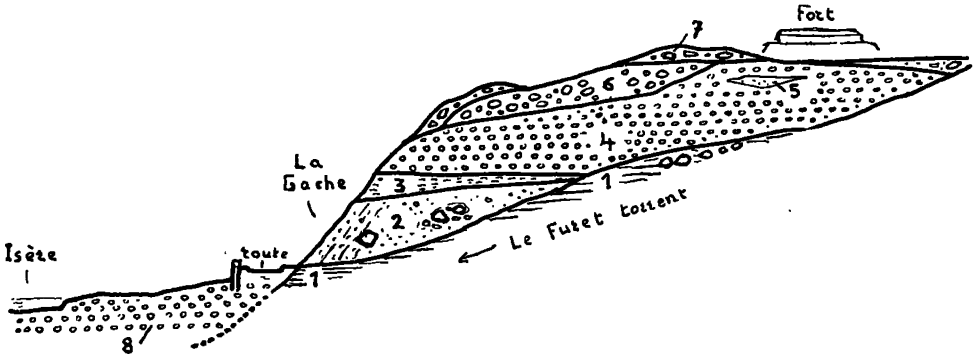

Fig. 2. — Coupe du Ravin du Furet, entre l'Isère et le Fort Barraux.

8, Alluvions récentes.
7, Moraines de la dernière glaciation.
6, Alluvions à gros galets.
5, Lentille argileuse à empreintes végétales.
4, Alluvions fluviatiles et galets roulés.
3, Sables et argiles.
2, Sables, lentilles d'argiles à galets striés.
1, Argiles compactes, galets striés.

[1] Sur le plan directeur XXXIII-33 n° 7, il y a une distance de 400 m. et de 1.280 m. entre le gisement et les points cotés 347 et 341,8.

1° A la base, des argiles parfois très compactes, avec galets striés et blocs argileux, affleurent dans le fond du ravin et auraient été atteintes par un puits sous le plancher de la sablière de La Gache.

2° Sables avec couches fortement inclinées et lentilles d'argiles à galets striés et petits blocs anguleux ; il s'agit incontestablement d'un dépôt glaciaire à faciès sableux.

3° Sables et argiles à débris de plantes et de coquilles qui marquent le début de la période interglaciaire.

4° Alluvions fluviatiles bien stratifiées avec des galets de la dimension de ceux qui sont transportés par l'Isère actuelle au voisinage de La Gache. Il s'agit d'un remblaiement alluvial comparable à celui qui se produit actuellement.

5° Sous le Fort-Barraux, sur la rive droite, dans les alluvions, une lentille sableuse d'une dizaine de mètres de longueur et de 1 à 2 m. d'épaisseur résulte manifestement du remplissage d'un petit bras mort par des limons de débordement. Les empreintes de feuilles sont contenues dans un lit de 5 à 10 cm. d'épaisseur, dont le dépôt a dû s'effectuer en très peu de temps. Les feuilles proviennent probablement des arbres qui croissaient alors sur les bancs de graviers du lit majeur de l'Isère préwurmienne.

Sur les bords de l'Isère actuelle, on rencontre des bras morts identiques, dans lesquels le limon se décante et les feuilles mortes tombent. Les travaux de déblaiement que nous avons dû faire pour la récolte des empreintes de feuilles ont permis de vérifier que la lentille de limon était bien en place dans un gravier qui n'avait subi aucun remaniement.

6° Alluvions à très gros galets qui marquent la progression de la dernière glaciation, à moins que ce ne soit un véritable dépôt glaciaire à faciès alluvial (moraine de fond).

7° Moraines de la dernière glaciation souvent discontinues et de faible épaisseur.

En résumé, l'examen du terrain montre indubitablement que le gisement à empreintes de feuilles étudié se situe entre deux séries de dépôts glaciaires.

III. — ETUDE PALEOBOTANIQUE

Les empreintes recueillies dans les couches alluviales à plantes du Fort Barraux comprennent les espèces ou genres suivants, représentés par des feuilles, des fruits ou les deux à la fois :

Abies pectinata D. C.
Carpinus Betulus L.
Alnus incana D. C.
Alnus glutinosa Gaertn.
Alnus viridis D. C.
Betula sp.
Buxus sempervirens L.
Acer sp. cf. *pseudoplatanus* L.
Tilia sp. cf. *silvestris* Desf.
Rhododendron ponticum L.

Nous pouvons noter immédiatement que cette liste ne coïncide pas avec la liste des genres et espèces reconnus dans les lignites de Savoie par leurs pollens [2] :

Pinus, Picea, Abies.
Carpinus, Alnus, Betula, Quercus, Corylus, Tilia.
Graminées, Cypéracées, Composées.
Fougères : *Osmunda, Polypodium.*

De part et d'autre, nous trouvons : *Abies, Carpinus, Alnus, Betula, Tilia.*

Ne sont connus que dans les lignites, par leurs pollens : *Pinus, Picea, Corylus, Quercus,* les Composées, Graminées, Cypéracées : les Fougères, par leurs spores.

Ne sont connus qu'au Fort Barraux, par feuilles ou fruits : *Acer, Rhododendron.* Des feuilles de *Buxus* ont été signalées dans certains lignites (Le Tremblay, Sonnaz) [3].

Notre étude portera seulement sur les empreintes fossiles de Barraux.

1. Abies Pectinata D. C.
(Pl, I, f. 1, 1' — 7.)

Nous rapportons au sapin une quinzaine de feuilles, longues de 10 à 20 millimètres, larges de 1 à 1 mm. 1/2, à sommet obtus ou échancré, à nervure saillante à la face inférieure. La base est atténuée et la surface d'insertion arrondie. D'autre part, deux écailles isolées, comme le sont habituellement celles du sapin, dont les cônes se désagrègent à maturité.

Feuilles et écailles correspondent à celles que l'on peut observer sur *Abies pectinata* D. C., arbre commun dans les Vosges, le Jura, le Massif Central, les Pyrénées, dans les Alpes. Il se rencontre dans les forêts de la Grande Chartreuse, du Pic de Belledonne. Il est commun en Savoie dans les forêts de l'étage subalpin, entre 400 et 1600 m.

Le sapin a été signalé dans les charbons feuilletés de Zurich, dans les flores quaternaires de Flurlingen près de Schaffouse, de

[2] Cf. Vivien, 1896; Gourc et Bourdier, 1937; Lemée, 1942; Lemée, 1951.
[3] Cf. Vivien, 1896.

Pianico Sellere et du Val Vigezzo sur le versant méridional des Alpes d'Italie.

Notons encore sa présence à Entraigues, en des tufs situés à 1400 m. d'altitude. Cette flore d'Entraigues est souvent considérée comme interglaciaire Riss-Würm, mais en l'absence de données stratigraphiques précises, elle peut être rapportée aussi à l'optimum climatique postglaciaire.

BIBLIOGRAPHIE

JEANNET, 1923, Charbons feuilletés Suisses, p. 341, pl. 18, f. 16.
WEHRLI, 1894, Flurlingen, p. 285, f. 5.
FISCHER, 1896, Pianico-Sellere, p. 175, pl. 4, f. 3.
GIANOTTI, 1949, Val Vigezzo, p. 1.
FLICHE, 1904, Entraigues, p. 398.

N. B. — *Pour la répartition actuelle des plantes étudiées ici, cf. particulièrement les flores de Bonnier, Coste, Mathieu, Verlot (les plantes alpines) ; Mouillefert ; Perrier de la Bathie (Catalogue des plantes vasculaires, Savoie); Christ (flore de Suisse); les Comptes-Rendus des Sessions tenues dans les Alpes par la Société botanique de France.*

2. Carpinus Betulus L.
(Pl. I, f. 12.)

La feuille représentée pl. I, f. 12, peut se superposer à des feuilles actuelles de charme. Elle est ovale atténuée en pointe au sommet. Le contour présente des dents assez larges, avec denticulation dans les intervalles.

Les nervures secondaires sont droites, saillantes, parallèles, non subdivisées avant d'atteindre les dents principales.

L'aire actuelle de distribution du charme comprend une grande partie de l'Europe occidentale, centrale et méridionale, l'Asie Mineure. Dans les Vosges, il atteint 800 m. d'altitude et 1100 m. dans les Alpes. Il est commun dans les forêts, bois, taillis des étages inférieur et subalpin.

Le charme demande un sol frais, un climat relativement doux et humide. Sa présence dans le quaternaire de la région du Grésivaudan marque la douceur du climat de l'époque.

Carpinus Betulus L. a été signalé dans les flores d'Entraigues, de Pianico-Sellere, dans les lignites de Chambéry.

BIBLIOGRAPHIE

FLICHE, 1904, Entraigues, p. 396.
FISCHER, 1896, Pianico-Sellere, p. 176.
LEMÉE, 1951, p. 69.

3. Alnus Incana D. C.

(Pl. I, f. 13, 16; Pl. II, f. 6, 8.)

Avec les débris de *Carpinus*, les restes d'*Alnus* constituent les éléments les plus abondants de la flore fossile de Fort-Barraux. Quelques fructifications sont très caractéristiques. Les feuilles sont très nombreuses et peuvent se compter par dizaines. Malheureusement, elles sont très rarement entières et leur détermination spécifique est difficile. Nous utiliserons d'abord les empreintes de feuilles, puis nous indiquerons les conclusions que permet l'étude des fructifications.

Nous attribuons à *Alnus incana* D. C. une grande feuille représentée pl. I, f. 13, de 6 centimètres de longueur sur 5 de largeur. Le limbe porte sur son contour de larges dents espacées, elles-mêmes denticulées en scie. Une dizaine de nervures secondaires avec un angle d'émergence qui tend à se réduire de la base au sommet du limbe.

Nous possédons plusieurs feuilles semblables, de mêmes dimensions, de même allure, presque complètes, et des fragments d'autres spécimens, pl. II, f. 6, 8.

Alnus incana se rencontre communément au bord des rivières, dans le lit et sur les cônes de déjection des torrents, dans le Jura, les Alpes, d'où il descend dans les plaines, le long des vallées. Il a été signalé à de très basses altitudes sur le versant italien des Alpes. En amont, il peut atteindre 1800 m. dans les Alpes. Il est commun en Alsace et sur les bords du Rhin.

Alnus incana a été l'un des éléments dominants aux abords de l'Isère interglaciaire et il a été rencontré dans un grand nombre de flores quaternaires : Entraigues, La Perle, Bois l'Abbé, Resson, Hotting, Val Vigezzo, Zurich.

BIBLIOGRAPHIE

FLICHE, 1904, Entraigues, p. 397.
— 1883, Bois l'Abbé.
— 1884, Resson, p. 19.
BLEICHER et FLICHE, 1889, La Perle, p. 592.
WETTSTEIN, 1892, Hotting, p. 502.
MURR, 1926, Hotting, p. 159, pl. I, f. 15, 17, II, f. 16.
GIANOTTI, 1949, Val Vigezzo, p. 1.
JEANNET, 1923, Charb. feuill., p. 345.

4. Alnus Glutinosa Gaertn.
(Pl. I, f. 14; pl. II, f. 5.)

L'aulne glutineux a été reconnu par son pollen dans les lignites de Sonnaz.

Nous n'avons pas rencontré à Barraux de feuilles au sommet tronqué, si fréquentes sur *Alnus glutinosa,* mais il nous paraît bien indiqué parmi les débris alniformes où la base foliaire est atténuée en coin. La feuille représentée pl. I, f. 14, correspond à une forme à contour crénelé denté, qui rentre dans la série des variations de l'Aulne glutineux. De même, la feuille 5, pl. II, est semblable, dans sa partie conservée, à certaines feuilles assez larges de la même espèce.

L'aire d'habitation d'*Alnus glutinosa* s'étend sur toute l'Europe, sauf les contrées arctiques. Il est commun sur le bord des eaux des plaines basses, marécageuses, remonte les vallées en pénétrant dans les montagnes jusque dans la région des sapins avec lesquels il voisine volontiers.

Alnus glutinosa est présent dans les flores quaternaires du Nord-Est (Lasnez, Resson) du Centre (Bezac), de Montpellier, du Val Vigezzo, de Zurich.

BIBLIOGRAPHIE

Gourc et Bourdier, 1937, Sonnaz, p. 72.
Boulay, 1887, Bezac, p. 183.
Fliche, 1883, Resson, p. 19.
Planchon, 1864, Montpellier, p. 58.
Gianotti, 1949, Vigezzo, p. 1.
Jeannet, 1923, Charb. feuill., p. 345.

5. Alnus Viridis D. C.
(Pl. I, f. 15; pl. II, f. 3, 4, 7.)

Les feuilles représentées pl. I, f. 15, pl. II, f. 3, 4, 7, nous paraissent rentrer dans les diverses séries de feuilles d'*Alnus viridis :* le limbe est généralement plus petit que celui des feuilles d'*Alnus incana* et d'*Alnus glutinosa* ; il est bordé de dents petites et aiguës, assez irrégulières ; il est à sommet aigu ou obtus et la base est parfois arrondie ou même cordiforme (f. 15, pl. I). Les nervures tertiaires sont en réseau scalariforme assez serré.

Cet aulne est une plante de montagne, qui croît sur les versants des Alpes de Savoie, de Provence, entre 1500 et 2200 m. Mais ses stations inférieures sont mêlées avec celles d'*Alnus incana.* Il se rencontre parfois au-dessous de la région des sapins et même descend dans la plaine sur les graviers des cours d'eau.

Alnus viridis est rarement signalé dans les flores quaternaires. Il est présent dans la flore de Jarville et à Hotting.

BIBLIOGRAPHIE

PERRIER DE LA BATHIE, 1917, Plantes vasc. Savoie.
FLICHE, 1875, Jarville.
MURR, 1926, Hotting.

Fructifications d'Alnus.

Si maintenant nous essayons de compléter l'examen des feuilles d'aulne par celui des fructifications, nous observons deux types de cônes : le premier (pl. I, f. 16) comporte des cônes compacts, ovales, de 12 mm. de longueur sur 8 mm. de largeur, presque sessiles sur des pédoncules assez gros ; il nous paraît correspondre au type *incana.*

Le deuxième (pl. II, f. 9) a des cônes portés sur des pédoncules longs et grêles, à écailles peu serrées ; une partie des écailles est tombée ; 16 mm. de longueur sur 8 de largeur. Ce type nous paraît plus proche de celui d'*Alnus glutinosa,* dont les pédoncules sont assez longs et les cônes plus longs que larges et de désarticulation facile.

6. Betula sp.

(Pl. I, f. 17.)

Nous n'avons point trouvé de feuille entière que l'on puisse attribuer de manière certaine au genre *Betula,* mais les deux chatons terminaux représentés pl. I, f. 17, nous paraissent avec leurs écailles serrées devoir être considérés comme des chatons mâles de *Betula.*

Les chatons mâles de bouleau apparaissent dès l'automne, pour s'épanouir au printemps. Durant l'hiver, ils sont exposés à être détachés et plus grandes sont les chances de fossilisation. GOURC et BOURDIER (1937) ont noté que dans la tourbe des environs de Chambéry (Sonnaz) les grains de pollen de *Betula* étaient souvent agglomérés, comme s'ils provenaient de chatons tombés sur la tourbière elle-même.

Le bouleau est commun dans toute la circonscription, Savoie, Haute-Savoie, dans les bois de la plaine et de la montagne.

La présence du Bouleau a été signalée dans divers lignites de la Savoie, de la région de Chambéry ; à Flurlingen, Entraigues, Resson, la Perle, Bois l'Abbé, Jarville, au Val Vigezzo, à Zurich.

BIBLIOGRAPHIE

GOURC et BOURDIER, 1937, Anal. polliniq. Chambéry.
LEMÉE et BOURDIER, 1950, Armoy.
LEMÉE, 1951, Lignites de Savoie.
FLICHE, 1884, p. 18.
— 1875, Jarville.
— 1883, Bois l'Abbé.
— 1904, Entraigues, p. 397.
GIANOTTI, 1949, Val Vigezzo.
JEANNET, 1923, Charb. feuill., p. 344.

7. Buxus sempervirens L.

(Pl. I, f. 8 — II.)

Les feuilles de buis sont nombreuses dans les argiles de Barraux. Elles sont polymorphes : largement ovales, ou étroites et alors au moins trois fois plus longues que larges, comme dans la variété *lancifolia* Manceau, de *Buxus sempervirens*.

Les empreintes dénotent des feuilles coriaces, à la marge souvent repliée vers la face inférieure. La nervure principale est forte et saillante ; les nervures secondaires sont fines et nombreuses.

Le buis croît dans toute l'Europe tempérée, l'Afrique boréale, l'Asie occidentale. Les études de LENOBLE, LENOBLE et BROYER, DAVY DE VIRVILLE ont indiqué en détail la distribution actuelle du buis en France. Son aire de végétation est continue d'abord à l'Est du Rhône et de la Saône, principalement dans les chaînes subalpines et le Jura, d'autre part à l'Ouest de la Saône et du Rhône.

De nombreuses stations disjointes se rencontrent dans les Pyrénées, le Centre, l'Est et l'Ouest de la France et jusque sous le ciel brumeux de l'Armorique (DAVY DE VIRVILLE). Quelques-unes dans les vallées alpines; certaines jusqu'à 1600 m. d'altitude.

En Savoie et dans le Dauphiné, le buis se rencontre sur les versants de la Grande Chartreuse, du Massif des Bauges, au Roc de Chère, entre Cluses et Sallanches, dans les taillis qui bordent la route du lac du Bourget au Mont du Chat, etc.

Présent dans la flore miocène de Cerdagne, dans les flores pliocènes de Meximieux, de Saint-Marcel d'Ardèche, *Buxus sempervirens* est l'un des types les plus communs de nos flores quaternaires : il se trouve à la Celle-sous-Moret, à Vernon (Eure), dans les tufs de l'Est (Resson), les tufs de Montpellier, la vallée de la Vis, les lignites de Chambéry, à Pianico-Sellere, au Val Vigezzo, à Zurich.

Présent dans le quaternaire de Hotting, Flurlingen, Francfort-sur-le-Main, il a disparu de ces régions, chassé par les glaciers quaternaires.

LENOBLE et BROYER ont considéré le buis comme une relique néogène dans nos flores actuelles et comme une espèce en régression qui a souffert des extensions glaciaires. La plupart des stations actuelles des Alpes leur semblent dater du pliocène. Elles se seraient maintenues — en s'affaiblissant et se restreignant à travers ces temps glaciaires —, grâce à une exposition favorable ou à une situation topographique protégée. Les stations disjointes des vallées des Alpes, par exemple Sallanches, le Néron, la Bastille à Grenoble, Avignonet, devaient dominer le glacier qui coulait à côté ou au-dessous d'elles.

Il ne leur semble pas que la présence actuelle du buis provienne d'une recolonisation des vallées alpines ; le morcellement de l'aire d'habitation du buis serait un témoignage de la régression et du recul de l'espèce.

Cependant la présence de blocs erratiques à 1300 m. d'altitude à la lisière externe des Alpes en Vercors ne laisse guère de place à l'hypothèse des micro-climats tempérés durant les grandes phases d'extension glaciaire à l'intérieur même des Alpes de Savoie et du Dauphiné, en particulier au Würm. Toute la végétation interglaciaire des vallées a dû être refoulée en aval du front d'extension maximum du glacier qui a recouvert une notable partie du Bas-Dauphiné ; les flores alpines n'ont pu se maintenir que dans la région de bordure de ce front (cf. BRIQUET, 1905).

D'autre part, les puissants phénomènes périglaciaires de la Provence montrent une notable baisse de température à l'époque wurmienne (TRICART, 1952). Cela ne s'accorde guère avec la persistance du buis. Il est plus vraisemblable d'admettre une recolonisation par les vallées, à partir de stations refuges ayant pu exister plus au sud, dans les Alpes bordant la Méditerranée. Ceci n'empêche pas d'ailleurs que le buis puisse actuellement être en régression en certaines régions de France.

BIBLIOGRAPHIE

DAVY DE VIRVILLE, 1935, Buis dans le Massif armoricain.
LENOBLE, 1935, Espèces méditerranéennes..., p. 57.
LENOBLE et BROYER, 1945, Distribution du buis en France.
SAPORTA, 1876, La Celle, p. 9.
FRITEL, 1920, Vernon, p. 688.
FLICHE, 1884, Resson, p. 22.
PLANCHON, 1864, Montpellier, p. 43.
BOULAY, 1887, Vallée Vis.
VIVIEN, 1896, Chambéry, p. 16.
FISCHER, 1896, Pianico-Sellere, p. 178.
GIANOTTI, 1949, Val Vigezzo, p. 8.
JEANNET, 1923, Charb. feuill., p. 346, pl. 18, f. 5.
WEHRLI, 1894, Flurlingen, p. 284, f. 3.
WETTSTEIN, 1892, Hotting, p. 499.
MURR, 1926, Hotting.

DEPAPE, 1922, Recherches sur la flore pliocène de la Vallée du Rhône. Flores de St-Marcel d'Ardèche et de Théziers (Gard). *Ann. Sc. Nat. Bot.*, 10e s., IV, 6, p. 167, pl. XI, f. 4-6.

ENGELHARDT et KINKELIN, 1908, Oberpliocäne Flora und Fauna des Untermaintales; *Abhandl. d. Senckenb. naturf. Gesellsch.;* Bd 29, Heft 3, p. 260, pl. 33, f. 1.

SAPORTA et MARION, Flore fossile de Meximieux, p. 144, pl. 32, f. 6-8.

8. Acer sp. cf. Pseudoplatanus L.

(Pl. I, f. 19-20.)

Un fragment de feuille : la base du limbe montre la nervation d'une feuille probablement à cinq lobes.

D'autre part, une samare de grandes dimensions. La partie conservée atteint déjà trois centimètres. Les deux éléments de la disamare devaient former entre elles un angle droit. L'aile devait être notablement plus large vers le haut qu'à la base. Ces caractères sont réalisés dans les samares d'*Acer pseudoplatanus*, que l'on pourrait superposer à l'empreinte fossile, qui nous permet d'admettre la présence de cette espèce dans la flore quaternaire de la région.

Acer pseudoplatanus L. se rencontre dans nos forêts de plaines, de collines et de montagnes, où il peut s'élever jusqu'à 1800 m. d'altitude. C'est un des arbres favoris du montagnard et l'un des principaux ornements de la région subalpine.

Cet arbre a été signalé dans les flores pliocènes du Mont Dore et de la Vallée du Rhône et il est présent dans les flores quaternaires de la Celle, La Sauvage, Vernon, Kiffis (Alsace), Entraigues, Hotting, Zurich, Pianico-Sellere, au Val Vigezzo. A Flurlingen, des bancs entiers sont constitués par des débris de cet arbre qui a donné 95 % des restes végétaux de cette flore.

BIBLIOGRAPHIE

SAPORTA, 1876, La Celle, p. 9.
BLEICHER et FLICHE, 1889, La Sauvage, p. 585.
FLICHE, BLEICHER et MIEG, 1894, Kiffis, p. 478.
FRITEL, 1920, Vernon.
FLICHE, 1904, Entraigues, p. 395.
WETTSTEIN, 1892, Hotting, p. 485, pl. 5, f. 5; pl. 4, f. 3.
MURR, 1926, Hotting.
FISCHER, 1896, Pianico-Sellere, p. 177, t. 4, f. 7.
GIANOTTI, 1949, Vigezzo, p. 1.
WEHRLI, 1894, Flurlingen, p. 282, f. 2 a-f.
JEANNET, 1923, Charb. feuill., p. 346.

9. Tilia sp. cf. silvestris Desf.
(Pl. I, f. 18, 18'.)

Une bractée caractéristique ne laisse pas de doute sur la présence d'un tilleul dans la flore de Barraux ; elle est petite : sa longueur ne paraît pas avoir dépassé trois centimètres, sur 8 millimètres de largeur. La nervure médiane est bifurquée sur le tiers supérieur : c'est là un caractère qui s'observe assez fréquemment, comme nous avons pu le vérifier dans les fructifications de divers tilleuls, de l'herbier du Muséum.

Il est difficile de proposer une détermination précise pour le tilleul de Barraux. Cependant, si l'on tient compte des faibles dimensions de notre spécimen, il semble bien que l'on puisse le rapprocher de la série du *Tilia silvestris* Desf. (= *Tilia parvifolia* Ehrh., *Tilia microphylla* Vent.), où les bractées sont souvent de petites dimensions, comme les feuilles elles-mêmes.

Tilia silvestris Desf. est assez commun dans toute la France et il se rencontre jusqu'à 1500 m. d'altitude dans nos montagnes. Il est présent dans les bois de la région inférieure et subalpine de la Savoie, au pied du Salève, dans la région de Chambéry, aux environs de Grenoble, etc.

Divers tilleuls ont été signalés dans nos flores quaternaires, à Pont-à-Mousson, la Sauvage, la Perle, Resson ; Bezac, Belgencier, les Aygalades ; Hotting, Weiherbach, au Val Vigezzo, à Zurich.

Les exigences de ces tilleuls sont en général celles d'un climat tempéré et humide.

BIBLIOGRAPHIE

BLEICHER et FLICHE, 1889, Tufs du Nord-Est, Pont-à-Mousson, p. 579. — La Sauvage, p. 586. — La Perle, p. 597.
FLICHE, 1884, Resson, p. 24.
BOULAY, 1887, Bezac, p. 182.
SAPORTA, 1867, Belgencier, les Aygalades, p. 15.
WETTSTEIN, 1892, Hotting, p. 485, pl. 4, f. 2.
MURR, 1926, Hotting.
MULLER, 1949, Weiherbach.
GIANOTTI, 1949, Val Vigezzo, p. 1.
JEANNET, 1923, Charb. feuil., p. 346.

10. Rhododendron ponticum L.
(Pl. II, f. 1-2.)

Les feuilles actuelles de *Rhododendron ponticum* L. sont oblongues, lancéolées, au sommet aigu, atténuées à la base, courtement pétiolées, longues de 8 à 12 centimètres, larges de 3 cm. 1/2 dans leur plus grande largeur.

Les nervures secondaires sont peu saillantes, arquées, camptodromes. Entre elles, un réseau à larges mailles polygonales où l'on observe des mailles plus petites de même allure, mailles que l'on retrouve entre la marge du limbe et les arcs formés par la jonction des nervures secondaires.

Une feuille de Barraux, pl. II, f. 2, dessinée à la chambre claire comme la feuille actuelle f. 1, présente exactement dans les parties conservées la forme, les dimensions, la nervation de feuilles actuelles de *Rhododendron ponticum*.

D'autre part elle correspond aussi à la feuille de la brèche de Hotting, rapprochée d'abord par UNGER et STUR de *Persea* ou de *Daphne*, attribuée ensuite par WETTSTEIN à *Rhododendron ponticum* L., détermination admise sans difficultés par les paléobotanistes (cf. SCHIMPER, Paléophytologie, p. 719 ; ZEILLER, 1900, p. 329).

L'espèce a été signalée encore à Pianico, près du lac d'Iséo, dans l'Italie du Nord, sous le nom de *Rhododendron sebinense* Sordelli, que SCHIMPER et FISCHER considèrent comme identique à *Rh. ponticum* L. A Pianico, la flore à *Rhododendron* est associée à une faune à *Rhinoceros Mercki*, dans des argiles lacustres, entre les moraines rissiennes et wurmiennes. Au Val Vigezzo (Re) GIANOTTI signale l'espèce dans des dépôts qu'il considère comme de l'interglaciaire Riss-Würm.

Rhododendron ponticum ne présente actuellement que des stations disjointes, d'une manière remarquable ; disjonction sur laquelle on a souvent attiré l'attention, et récemment encore DEEVEY (1949) dans une étude de géographie botanique sur le pleistocène de l'Europe : cette espèce se rencontre dans la région de Batoum à l'Est de la Mer Noire ; au Liban ; une station a été signalée dans les Balkans. De l'autre côté de la région méditerranéenne et de l'Europe, elle existe dans les bois humides, au bord des ruisseaux, dans les régions montagneuses du Sud-Est de l'Espagne et du Portugal (Andalousie, Algarve).

Là où *Rh. ponticum* trouve actuellement son optimum de développement, dans le district de Batoum, la moyenne de pluies dépasse 2.300 mm., la température de janvier = 5°9 C, le minimum hivernal — 7°8 C, et le maximum estival 35°1 C (cf. GUYOT, p. 120).

Les stations quaternaires de l'Italie septentrionale, de l'Europe centrale, de Barraux, viennent se placer dans l'intervalle des stations actuelles, disjointes d'une manière que DEEVEY appelle « spectacular ». L'espèce a disparu de France et d'Italie, lors de la dernière période glaciaire. L'action de celle-ci s'est fait sentir, en même temps sur la faune à *Elephas antiquus, Rhinoceros Mercki*

et sur la flore, notamment sur *Rhododendron ponticum* qui a disparu sans retour. Sa présence à Barraux, à Pianico, à Re (Val Vigezzo) devait correspondre à un climat humide, océanique et doux, sans doute plus favorable que le climat actuel des mêmes localités (cf. GIANOTTI).

BIBLIOGRAPHIE

WETTSTEIN, 1888, *Rhododendron ponticum* L. fossil..., p. 40-51, pl. I.
— 1892, Hotting, p. 497, t. II, f. 3.
MURR, 1926, Hotting.
SORDELLI, 1878, Le Filliti..., p. 890, *Rhododendron sibinense*.
FISCHER, 1896, Pianico-Sellere, p. 179, t. 4, f. 11-16.
GIANOTTI 1949, Val Vigezzo, p. 9.
GUYOT, 1948, Gen. Flore terrestre, p. 120.
ZEILLER, 1900, p. 329.
SCHIMPER in Zittel, 1891, Paléophytologie, p. 717, f. 377, 1 et 2.
BRAUN-BLANQUET, 1923, Orig. esp. Mass. Centr., p. 18.
DEEVEY, 1949, Biogéogr. Pleistocène, p. 1333, f. 7.
KATSCHTHALER, 1930... der Hottinger Breccie. La brèche de Hotting a été considérée par PENCK successivement comme interglaciaire Riss-Würm, puis comme postwurmienne, finalement comme interglaciaire Mindelriss. D'après KATSCHTHALER, trois glaciations ont eu lieu dans cette région; la brèche aurait été formée entre la 1re et la 2e. Il n'indique pas les équivalences avec les glaciations classiques, Mindel, Riss, Würm.

CONCLUSIONS

I. — Depuis le lac du Bourget jusqu'à la région de Chapareillan, où la cluse de Chambéry rejoint l'Isère, des banquettes de graviers fluviatiles pouvant atteindre 50 à 60 mètres d'épaisseur bordent les flancs des vallées. Dans ces banquettes, des charbons feuilletés (tourbes comprimées) sont interstratifiés entre deux dépôts morainiques. Dans les couches de lignites, inférieures et supérieures, proches des dépôts glaciaires, les analyses polliniques ont fait apparaître une flore pauvre en espèces silvatiques, où le pin domine et qui indique probablement un climat froid.

Entre les deux couches « froides », les bancs intermédiaires témoignent d'une flore plus variée, avec des pollens d'aulne, de chêne, de tilleul, de noisetier et de charme.

Les feuilles et les fructifications constituant la flore de Barraux sont inclues dans une lentille de limons fluviatiles, interstratifiée dans une nappe de galets roulés. Cette nappe repose sur un dépôt glaciaire typique et elle est ravinée par les moraines du dernier glacier venu dans la vallée.

La lentille de limons contenant la flore correspond à un épisode de sédimentation local et de faible durée, datant manifestement de la période tempérée intermédiaire entre les deux glaciations, mais

il n'est pas possible de déterminer la position exacte de la flore de Barraux par rapport aux menues fluctuations polliniques intervenues pendant la durée même de cette période tempérée.

II. — La flore tempérée de Barraux s'est développée aux abords d'une rivière, au pied de coteaux calcaires, avec des versants montagneux en bordure et en amont, garnis comme aujourd'hui d'arbres et d'arbustes à des hauteurs diverses, d'où feuilles et fruits ont pu être amenés par le vent ou par les eaux jusqu'au point de sédimentation.

Sur les bords de l'eau, des aulnes, *Rhododendron ponticum,* et s'étageant sur les versants, encore des aulnes, le charme, l'érable, le bouleau, le tilleul, le buis, le sapin. Les aulnes et le charme ont laissé les débris les plus abondants. Viennent ensuite le buis et le sapin.

Certains de ces arbres, comme les aulnes, ont pu envahir des îlots ou des bras morts de la rivière. Il semble bien que la lentille de limons fluviatiles de Barraux corresponde à un de ces bras morts, comme l'Isère en présente encore de nos jours.

III. — Les conditions climatiques qui correspondent au développement d'une *flore actuelle* sont délicates à déterminer : entrent en ligne de compte la nature du sol et son humidité, l'état hygrométrique habituel de l'atmosphère, l'importance et la fréquence des précipitations atmosphériques, le minimum et le maximum thermiques et la moyenne générale des températures de l'année, les conditions d'exposition à la lumière, le nombre et la longueur des journées ensoleillées, etc. D'autre part, dans un ensemble régional, des microclimats peuvent avoir leur importance, surtout en montagne.

Pour une *flore fossile,* il est encore bien plus difficile de reconstituer le détail des conditions climatiques qui ont permis le développement des plantes découvertes dans un gisement.

Cependant, si l'on se réfère à la répartition actuelle dans la région des plantes fossilisées à Barraux, aulnes, charme, bouleau, sycomore, tilleul, sapin, buis, cette flore fossile paraît dénoter un climat comparable au climat actuel, au point de vue des précipitations atmosphériques et des moyennes thermiques. Mais si l'on considère Rhododendron ponticum *et ses stations océaniques actuelles, humides et ensoleillées, de la péninsule ibérique (Andalousie, Algarve) à l'Ouest de la Méditerranée, de Batoum à l'Est de la Mer Noire (cf.* GUYOT, *p. 120), on pourrait admettre qu'il y a eu dans la vallée de l'Isère un climat interglaciaire un peu plus océanique et ensoleillé que le climat actuel, tout au moins en certaines stations privilégiées.*

IV. — Une intéressante indication climatique est fournie par une abondante faune de mollusques, découverte dans une position géologique semblable à celle de Barraux, entre La Buissière et La Flachère, à quelques kilomètres en aval, déterminée par le Dr FAVRE : cette faune est identique à la faune actuelle de la région.

On n'a pas trouvé de Mammifères au Fort Barraux, ni dans les charbons feuilletés de Chambéry. Mais leur flore peut être comparée avec les flores également interglaciaires des charbons feuilletés de la Suisse et des gisements du versant méridional des Alpes italiennes, accompagnées d'*Elephas antiquus*, de *Rhinoceros Mercki*.

En Suisse, la riche flore microscopique des charbons feuilletés quaternaires près de Zurich est comprise entre deux couches de moraines. On y trouve, comme à Barraux, le sapin, des aulnes, le bouleau, le buis, le sycomore, le tilleul, mais le charme et le rhododendron n'y ont pas été signalés.

En Italie, les flores de Pianico-Sellere et du Val Vigezzo sont considérées comme interglaciaires Riss-Würm. Ces flores contiennent toutes les espèces de Barraux, à part *Alnus viridis*. La présence de *Buxus sempervirens* et de *Rhododendron ponticum* y a été particulièrement remarquée. FISCHER et GIANOTTI admettent sur le versant méridional des Alpes à cette époque interglaciaire, un climat tempéré, humide, océanique, un peu plus chaud que le climat actuel et plus adapté que celui-ci au développement du *Rhododendron*, que la dernière glaciation a fait disparaître d'Italie sans retour.

Par comparaison avec les gisements préwurmiens de charbons feuilletés de la Suisse et avec les formations du versant méridional des Alpes italiennes, d'après la stratigraphie, la flore et la faune, nous pouvons considérer les charbons feuilletés de la région de Chambéry et les sédiments à plantes de Barraux comme interglaciaires Riss-Würm et nous constatons dans le développement des flores interglaciaires, une certaine concordance entre les versants italien, français et suisse des Alpes occidentales.

Si le gisement de Barraux et celui des charbons feuilletés des environs de Chambéry n'ont fourni eux-mêmes ni faune de Mammifères, ni industrie humaine, nous pouvons, pour compléter la reconstitution du paysage interglaciaire, faire appel aux découvertes réalisées dans les grottes. La grotte des Eugles en Chartreuse avait fourni jadis quelques pièces d'une industrie moustéroïde, associées à l'ours des cavernes. Plus complètes sont les données recueillies récemment dans les grottes d'Onnion en Haute-Savoie, à 1200 m. d'altitude : là M. SPAHNI J. C. a recueilli, associée également à un peu d'industrie de caractère moustéroïde, une faune où domine

l'ours des cavernes, accompagné de bouquetin, marmotte, loup, renard, cerf, lion, panthère.

Ainsi se dégage peu à peu la physionomie végétale et animale de la région alpine, en Dauphiné et en Savoie, lors du dernier interglaciaire.

BIBLIOGRAPHIE

BALTZER (A.). — Das Interglacial von Pianico-Sellere bei Lovere am Iseo-See (*Neues Jahrbuch für Mineral. Geolog. Palaeontolog.* 1, 159-175, t. III-V, 1896).

— Nachtrage zum Interglacial von Pianico-Sellere (*Ibid.*, II, p. 101-105, 1897).

BECK (P.). — Ueber das Schweizerische und europäische pliozän und Pleistozän (*Eclogae geol. Helvetiae*, 26, p. 335-346, 2 pl., 1933).

BECKER (J.). — Sur l'existence et la limite de deux domaines paléoclimatiques septentrional et méridional dans les Alpes françaises (*C.R.A.S.*, t. 231, p. 1331, 1950).

— Etude palynologique des tourbes flandriennes des Alpes françaises (*Mémoires Serv. carte géolog. Alsace et Lorraine*, n° 11, 64 p., 1952).

BENASSI (P.). — Piante ed insetti fossili di Re in Val Vigezzo (*Riv. Ital. Paleontolog.*, anno II, fasc. VI, p. 315, Bologna, 1896).

BLANCHARD (R.). — Formes d'obturation glaciaire latérale dans la partie centrale du sillon alpin (*Rev. Géogr. alpine*, t. 29, p. 137-152, 1941).

BONNIER (G.) et DOUIN (R.). — Flore complète de France, Suisse et Belgique, 12 vol., achev. 1934.

BOULAY (N.). — La flore fossile de Bezac près de St-Saturnin (Puy-de-Dôme) (*Ann. Soc. Scientif. de Bruxelles*, t. XI, p. 177-185, 1887).

— Notice sur la flore des tufs quaternaires de la vallée de la Vis (Hérault) (*Ibid.*, p. 186-199).

BOURDIER (Fr.). — La cluse de Chambéry pendant le quaternaire (*Les études rhodaniennes. Revue de géographie régionale*, vol. 15, p. 101-118, 1939).

— Sur le quaternaire de la Durance alpestre (*C.R.A.S.*, t. 210, p. 252-254, 1940).

— Les glaciations et la chronologie préhistorique (*Bull. de la Société préhistorique française*, 20 p., 1943).

— Essai sur l'évolution climatique du Bassin du Rhône pendant le quaternaire (*C.R. somm. des séances de la Société de Biogéographie*, p. 130-136, n° 237, 1950).

BRAUN-BLANQUET (J.). — L'origine et le développement des flores dans le Massif Central de la France, 282 p., Paris et Zurich, 1923.

BRIQUET (J.). — Le développement des flores des Alpes occidentales (*Résult. scient. du Congrès internat. de Botanique*, Vienne, 1905).

CHRIST (H.). — La flore de la Suisse et ses origines, 572 p., 1883.

COSTE (H.). — Flore descriptive et illustrée de la France, Corse et contrées limitrophes, 3 vol., 1937.

COTTE (V.). — La Provence pléistocène, A. Dragon, Aix-en-Provence, 155 et XXIV p., 1 carte, 1920.

DAVY DE VIRVILLE (Ad.). — Le buis dans le Massif armoricain et la flore de Saulges (Mayenne) (*Bull. de Mayenne-Sciences*, Laval, 35 p., 5 pl., 1935).

DEEVEY (E. S.). — Pleistocene Research. 3. Biogeography of the Pleistocene. Part I : Europe and North America (*Bull. of the geological Society of America*, vol. 60, p. 1315-1416, 27 fig., september 1949).

DEPAPE (G.). — Le monde des plantes à l'apparition de l'homme en Europe occidentale. Flores récentes de France, des Pays-Bas, d'Angleterre (*Ann. Soc. Scient. de Bruxelles*, s. B. Sc. phys. et nat., t. 48, 2e part., Mém., p. 39-102, 1928).

DEPERET et REVIL. — Lignites interglaciaires de Chambéry (*Bull. Soc. Géol. de France.*, s. 3, t. 24, p. 90, 1896).

FISCHER (E.). — Verzeichniss der von A. Baltzer gesammelten Pflanzen des Interglacials von Pianico-Sellere (*Neues Jarhb. für Miner. Geolog. Palaeontolog.*, p. 175-182, pl. IV, 1896).

— Nachtrag zum Pflanzen Verzeichniss des Interglacials von Pianico-Sellere (*Ibid.*, II, p. 101-105, 1897).

FLICHE (P.). — Sur les lignites quaternaires de Jarville près Nancy (*C.R.A.S.*, séance 10 mai, 4 p., 1875).

— Sur les lignites quaternaires de Bois l'Abbé, près Epinal (*C.R.A.S.*, séance 3 décembre, 3 p., 1883).

— Etude paléontologique sur les tufs de Resson (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 3, t. 12, p. 5-31, 1884).

— Note sur la flore des lignites, tufs et des tourbes quaternaires ou actuels du Nord-Est de la France (*B. S. G. Fr.*, s. 3, t. 25, p. 959-963, 1897).

— Flore des tufs du Lautaret (Hautes-Alpes) et d'Entraigues (Savoie) (*B. S. G. Fr.*, s. 4, t. 4, p. 387-402, 1904).

FLICHE, BLEICHER et MIEG. — Note sur les tufs calcaires de Kiffis (Sundgau, Alsace) (*B.S.G.Fr.*, s. 3, t. 22, p. 471-482, 1894).

BLEICHER et FLICHE. — Recherches relatives à quelques tufs quaternaires du Nord-Est de la France (*B.S.G.Fr.*, s. 3, t. 17, p. 566-602, 1889).

FRITEL (P. H.). — Flore de Montigny près Vernon (*Bull. Mus. Hist. nat. Paris*, p. 688-689, 1920).

GIANOTTI (A.). — Osservazioni sulla flora fossile quaternaria di Val Vigezzo (Novara) (*Istitut. di geologia, paleontolog. e geograf. fisica d. Università di Milano*, Série P. Pubblicazione N. 60, *Riv. It. Pal.*, Vol. LVI, 15 p., 3 pl., 1949).

GIGNOUX (M.). — Géologie stratigraphique, 4e édition, 1950 (cf. p. 673 et sq., 690-707).

GOURC (J.) et BOURDIER (Fr.). — Analyse pollinique et position stratigraphique des lignites quaternaires de la région de Chambéry (*C.R.A.S.*, t. 205, p. 72, 1937).

GRAS (S.). — Banc de lignite observé à Barraux (*Bull. Soc. Scient. de l'Isère*, Proc. verb., 2e sér., t. I, 1851, p. 198).

GUINIER (Ph.). — Les glaciations quaternaires et la flore forestière de l'Europe occidentale (*C.R. Soc. Biogéographie*, nos 228-229, p. 77, 1949).

GUYOT (A.-L.). — Genèse de la Flore terrestre (*Presses univers. de France*, no 201, Que sais-je, 136 p., 1948).

HOLLANDE (D.). — Les sources et les nappes aquifères alimentant en eaux potables la ville de Chambéry (*Bull. Soc. hist. natur. Savoie*, 2e sér., II, p. 145-203, 1895).

JEANNET (A.). — Les charbons feuilletés de la vallée de la Linth entre les lacs de Zurich et de Walenstadt (*Beitr. z. Geol. d. Schweiz, geotechn. Ser.*, Lfg. 8, p. 106-403, 1923).

— Les charbons feuilletés de la Suisse occidentale (*Ibid.*, p. 500-526, 1923).

KILIAN (W.). — *Bull. Serv. Carte géolog.*, no 119, p. 148, 1907-1908.

KATSCHTHALER (H.). — Neue Beobachtungen im Gelände der Hottinger Breccie (*Jarhb. geol. Bundesanst.*, 80, 1930, p. 17-44).

LEMÉE (G.). — Successions forestières contemporaines du dépôt des lignites quaternaires dans la cluse de Chambéry (*C.R.A.S.*, t. 215, p. 23, 1942).

— L'histoire forestière et le climat contemporains des lignites de Savoie et de la tourbe wurmienne d'Armoy, d'après l'analyse pollinique (*Trav. Lab. géol. Univ. Grenoble*, t. 29, p. 167-180, 1951).

LEMÉE (G.) et BOURDIER (Fr.). — Une flore tempérée inclue dans les moraines dites Wurmiennes d'Armoy, près de Thonon (Hte-Savoie) (*C.R.A.S.*, t. 230, p. 2313, 1950).

LEMOINE (P.). — Le buis dans l'Ile de France, d'après la toponymie (*Ass. Fr. Avanc. des Sciences*, Congrès Paris, 1937. Trav. sect. de Biogéographie, p. 12-21).

LENOBLE (F.). — Sur la définition de la région méditerranéenne en géographie botanique et ses limites dans le Sud-Est de la France (*Bull. Soc. Bot. France*, t. 81, p. 88-96, 1934).

— Les espèces méditerranéennes de la flore de la Bourgogne (*Bull. scientif. de Bourgogne*, t. 5, p. 41-69, 1935).

LENOBLE (F.) et BROYER (Ch.). — Sur la distribution de *Buxus sempervirens* L. en France (*Bull. Soc. Bot. de France*, t. 92, p. 118-131, 1946).

LORY (Ch.). — Description géologique du Dauphiné (*Bull. Soc. Scient. de l'Isère*, 2e sér., t. VII, p. 1-252, 1864-67).

LOUBIÈRE (A.). — Aperçu sur la végétation européenne pendant le quaternaire inférieur et moyen (*Bull. Mus. Hist. nat. Paris*, 2e sér., t. 24, p. 118-125, 1952).

LUDI (W.). — Pollenstatistiche Untersuchung interglazialer gebänderter Mergel an der Rhone unterhalb Genf. (*Ber. Geobot. Inst. Rubel Zurich*, p. 88-97, 1945).

— Interglaziale Pollendiagramme aus der Schweiz (*Verh. Schweizer Naturforsch. Gesellsch.*, Zurich, p. 135-137, 1946).

— Paul Mullers Pollendiagramme von Weiherbach, Luzern (*Ber. Geobot. Forschungsinst. Rubel Zurich*, p. 94-101, 1949).

MATHIEU (A.). — Flore forestière, 618 p., 1877.

MOUILLEFERT (P.). — Traité des arbres et des arbrisseaux, 2 vol., 1403 p., Atlas de 195 pl., 1892-1898.

MULLER (P.). — Pollenanalytische Untersuchungen in eiszeitlichen Ablagerungen bei Weiherbach, Luzern (*Ber. Geobot. Forsch., Rubel, Zurich*, p. 67-94, 1949).

MURR (J.). — Neue Ubersicht über die fossile Flora der Höttinger Breccie (*Jahrb. geolog. Bundesanstalt*, 76, p. 153-170, 2 pl., Wien, 1926).

PENCK (A.) et BRUCKNER (E.). — Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig, 1901-1903. Trad. française par Ph. Arbos (*Ann. Univ. Grenoble*, t. XXI, 1909).

PERRIER DE LA BATHIE (E.). — Catalogue des plantes vasculaires de la Savoie. (Départ. Savoie, Hte-Savoie) (*Mém. Acad. Sc., Belles-Lettres et Arts de Savoie*, 5e sér., t. IV, 415 p., 1917).

PLANCHON. — Etudes sur les tufs de Montpellier au point de vue géologique et paléontologique. in-4°, 76 p., 2 pl., 1864.

SAPORTA (G. de). — Note sur les plantes fossiles de la Provence (*Bull. Soc. Vaudoise des Sc. Natur.*, t. VI, p. 513, 1860).

— La flore des tufs quaternaires de Provence (*C.R. 33e session du Congrès scientif. de France*, 32 p., I pl., 1867).

— Sur le climat des environs de Paris, à l'époque du diluvium gris. A propos de la découverte du Laurier dans les tufs quaternaires de la Celle (*Ass. fr. Avanc. Sciences. Congrès de Clermont-Ferrand*, 14 p., 1876).

SCHIMPER (W. Ph.). — Paléophytologie (Traité Paléontologie Zittel), 950 p., 1891.

SOCIÉTÉ BOTANIQUE DE FRANCE (Bulletin de la). — C.R. des sessions extraordinaires : 1950, Coupe des Alpes; Briançon, 1922; Mont Cenis, 1920; Briançon, 1920; Vercors, 1912; Barcelonnette, 1897;... Annecy, 1864; Chambéry, 1863.

SORDELLI (F.). — Le Filliti della Folla d'Induno presso Varese e di Pontegana tra Chiasso e Balerna, nel Canton Ticino, paragonate con quelle di altri depositi terziari e posterziari (*Att. Soc. Ital. d. Sc. natural.*, t. 21, p. 877-893, 1878).

— Sulle filliti quaternarie di Re in Val Vigezzo (*Rend. R. Ist. Lomb. Sc. Lett.*, ser. 2, vol. XVI, fasc. XVI, p. 843-851, Milan, 1883).

SPAHNI (J. C.) et RIGASSI (D.). — Les grottes d'Onnion (*Revue savoisienne*, Annecy, 1951, p. 127-190).

TRICART (G.). — Paléoclimats quaternaires et morphologie climatique dans le Midi méditerranéen (*Eiszeitalter und Gegenwart*, Bd 2, p. 172-188, Ohringen, 1952).

VERLOT (B.). — Les plantes alpines, 320 p., 1873.

VIVIEN (J.). — Etude sur les dépôts quaternaires de la vallée de Chambéry (*Bull. Soc. hist. natur. Savoie*, 2e sér., I, p. 72-81, 1895).

— Gisements ligniteux de la vallée de Chambéry (*Ibid.*, III, p. 16-23, 1896).

WERHLI (L.). — Ueber der Kalktuff von Flurlingen (*Vierteljahrschrift d. Naturforsch. Gesellsch. Zurich*, 1894, p. 275-292, 1 pl.).

WETTSTEIN (R. von). — *Rhododendron ponticum* L. fossil in den Nord Alpen, (*Sitzungsb. d. Kaiserl. Akad d. Wissensch.*, Wien, XCVII Bd, Abth. 1, p. 40-51, 1 pl., 1888).

— Die fossile Fora der Hottinger Breccie (*Denkschr. Akad. d. Wissensch. Math.-naturw. Klasse*, t. LIX, p. 479-524, 7 pl., 1892).

ZEILLER (R.). — Eléments de paléobotanique, 421 p., 1900.