



**HAL**  
open science

# Etude palynologique des tourbes flandriennes des Alpes françaises

Jeanne Becker

► **To cite this version:**

Jeanne Becker. Etude palynologique des tourbes flandriennes des Alpes françaises. Sciences de la Terre. Faculté des Sciences de Strasbourg, 1951. Français. NNT: . tel-00639076

**HAL Id: tel-00639076**

**<https://theses.hal.science/tel-00639076>**

Submitted on 8 Nov 2011

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

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

R. BARRIER

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

---

**MÉMOIRES**  
DU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE  
D'ALSACE ET DE LORRAINE

---

N° 11

**JEANNE BECKER**

DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES  
CHEF DE TRAVAUX A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE STRASBOURG  
COLLABORATEUR AUXILIAIRE AU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE FRANCE

ÉTUDE PALYNOLOGIQUE DES TOURBES FLANDRIENNES  
DES ALPES FRANÇAISES

---

SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE D'ALSACE ET DE LORRAINE  
STRASBOURG . 1, RUE BLESSIG

1952

IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
16, RUE DU MARÉCHAL-JOFFRE  
STRASBOURG

*A l'Université de Strasbourg  
Hommage respectueux  
Foch*

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

---

**MÉMOIRES**  
DU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE  
D'ALSACE ET DE LORRAINE

---

N° 11

**JEANNE BECKER**  
DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES  
CHEF DE TRAVAUX A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE STRASBOURG  
COLLABORATEUR AUXILIAIRE AU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE FRANCE

ÉTUDE PALYNOLOGIQUE DES TOURBES FLANDRIENNES  
DES ALPES FRANÇAISES

---

SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE D'ALSACE ET DE LORRAINE  
STRASBOURG . 1, RUE BLESSIG

1952  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
16, RUE DU MARÉCHAL-JOFFRE  
STRASBOURG

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

MÉMOIRES

DU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE  
D'ALSACE ET DE LORRAINE

JEANNE BECKER

ÉTUDE PALÉONTOLOGIQUE DES TOURBES FLANDRIENNES  
DES ALPES FRANÇAISES

SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE D'ALSACE ET DE LORRAINE  
STRASBOURG, 1, RUE BLESSIG

1922  
N° 10

AVANT-PROPOS

Le présent mémoire a été rédigé sous la direction de M. G. Dubois, Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université de Strasbourg, que j'ai pu consulter à plusieurs reprises pendant le cours de mes études. Je tiens à lui en témoigner toute ma reconnaissance. Il m'a fait connaître les travaux de son laboratoire et m'a permis de participer à ses recherches. Ses conseils et ses encouragements ont été pour moi une aide précieuse. Je tiens également à remercier M. J. H. de la Roche, Professeur de Géologie à l'Université de Strasbourg, pour son accueil et son aide pendant mon séjour à son laboratoire. Enfin, je tiens à remercier M. A. H. de la Roche, Professeur de Géologie à l'Université de Strasbourg, pour son accueil et son aide pendant mon séjour à son laboratoire.

A mon Maître

Monsieur le Professeur GEORGES DUBOIS

En hommage de respectueuse reconnaissance.

Je tiens à remercier M. G. Dubois, Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université de Strasbourg, pour son accueil et son aide pendant mon séjour à son laboratoire. Ses conseils et ses encouragements ont été pour moi une aide précieuse. Je tiens également à remercier M. J. H. de la Roche, Professeur de Géologie à l'Université de Strasbourg, pour son accueil et son aide pendant mon séjour à son laboratoire. Enfin, je tiens à remercier M. A. H. de la Roche, Professeur de Géologie à l'Université de Strasbourg, pour son accueil et son aide pendant mon séjour à son laboratoire.

Le présent mémoire a été rédigé sous la direction de M. G. Dubois, Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université de Strasbourg, que j'ai pu consulter à plusieurs reprises pendant le cours de mes études. Je tiens à lui en témoigner toute ma reconnaissance. Il m'a fait connaître les travaux de son laboratoire et m'a permis de participer à ses recherches. Ses conseils et ses encouragements ont été pour moi une aide précieuse. Je tiens également à remercier M. J. H. de la Roche, Professeur de Géologie à l'Université de Strasbourg, pour son accueil et son aide pendant mon séjour à son laboratoire. Enfin, je tiens à remercier M. A. H. de la Roche, Professeur de Géologie à l'Université de Strasbourg, pour son accueil et son aide pendant mon séjour à son laboratoire.

Je tiens à remercier M. G. Dubois, Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université de Strasbourg, pour son accueil et son aide pendant mon séjour à son laboratoire. Ses conseils et ses encouragements ont été pour moi une aide précieuse. Je tiens également à remercier M. J. H. de la Roche, Professeur de Géologie à l'Université de Strasbourg, pour son accueil et son aide pendant mon séjour à son laboratoire. Enfin, je tiens à remercier M. A. H. de la Roche, Professeur de Géologie à l'Université de Strasbourg, pour son accueil et son aide pendant mon séjour à son laboratoire.

Le présent mémoire a été rédigé sous la direction de M. G. Dubois, Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université de Strasbourg, que j'ai pu consulter à plusieurs reprises pendant le cours de mes études. Je tiens à lui en témoigner toute ma reconnaissance. Il m'a fait connaître les travaux de son laboratoire et m'a permis de participer à ses recherches. Ses conseils et ses encouragements ont été pour moi une aide précieuse. Je tiens également à remercier M. J. H. de la Roche, Professeur de Géologie à l'Université de Strasbourg, pour son accueil et son aide pendant mon séjour à son laboratoire. Enfin, je tiens à remercier M. A. H. de la Roche, Professeur de Géologie à l'Université de Strasbourg, pour son accueil et son aide pendant mon séjour à son laboratoire.

Le présent mémoire a été rédigé sous la direction de M. G. Dubois, Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université de Strasbourg, que j'ai pu consulter à plusieurs reprises pendant le cours de mes études. Je tiens à lui en témoigner toute ma reconnaissance. Il m'a fait connaître les travaux de son laboratoire et m'a permis de participer à ses recherches. Ses conseils et ses encouragements ont été pour moi une aide précieuse. Je tiens également à remercier M. J. H. de la Roche, Professeur de Géologie à l'Université de Strasbourg, pour son accueil et son aide pendant mon séjour à son laboratoire. Enfin, je tiens à remercier M. A. H. de la Roche, Professeur de Géologie à l'Université de Strasbourg, pour son accueil et son aide pendant mon séjour à son laboratoire.

#### AVANT-PROPOS.

*C'est avant tout à mon Maître et Président de Thèse M. G. DUBOIS, Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université de Strasbourg, que j'exprime ma respectueuse reconnaissance. Il m'a confié l'étude des dépôts tourbeux des Alpes françaises quand, en 1948, je lui eus exprimé mon désir de travailler dans cette région. D'une extrême bienveillance, il n'a cessé de me prodiguer ses conseils et ses encouragements. Sur sa proposition, je fus désignée comme Chef de travaux pratiques au Laboratoire de Géologie de Strasbourg et comme Collaborateur auxiliaire au Service de la Carte géologique de France.*

*Mes remerciements tout particuliers vont aussi à Madame C. DUBOIS, qui m'a initiée à l'étude des pollens fossiles et m'a donné le goût de la science palynologique.*

*Mon collègue M. F. FIRTION m'a souvent fait bénéficier des connaissances étendues qu'il a sur les tourbes et autres dépôts quaternaires; qu'il trouve ici l'expression de ma vive gratitude.*

*Les échanges de vue avec M. S. GOLDSZTAUB, Professeur de Minéralogie et de Pétrographie et M. G. LEMÉE, Maître de Conférences de Botanique à la Faculté des Sciences, m'ont toujours été d'un grand profit; je les remercie d'avoir accepté de discuter avec bienveillance les résultats de mon travail.*

*Je tiens encore à associer à ces remerciements MM. les Professeurs de l'Université de Grenoble, M. GIGNOUX, P. LORY, R. DE LITARDIÈRE, P. VEYRET, qui ont bien voulu m'indiquer des gisements tourbeux peu connus, ainsi que toutes les personnes qui, soit par leurs conseils, soit par leur aide, ont contribué à l'élaboration de ce travail.*

*J'exprime aussi ma sincère reconnaissance à mes collègues de l'Institut des Sciences géologiques, en particulier à Mlle J. SAUVAGE, qui de son côté étudie les tourbières d'un autre domaine géographique.*

*En haute montagne le transport de la sonde est quelquefois difficile. Au cours de mes campagnes de sondages j'ai été aidée dans ce labeur par d'aimables camarades, il m'est agréable d'en remercier Mlles A. ROUSSET et G. BREDIGER, MM. CL. SITTLER et J. J. HOLTZ-SCHERER.*

*Ma gratitude va également au regretté Professeur J. DE LAPPARENT, à Mlle S. GILLET et à mes autres professeurs des Universités de Nancy et de Strasbourg pour les idées générales que j'ai puisées à leur enseignement.*

*MM. A. HUBER, Technicien et J. HUGEL, Agent, m'ont rendu maints services au Laboratoire.*

*Les subventions du Centre National de la Recherche Scientifique m'ont permis de couvrir partiellement les frais occasionnés par les déplacements sur le terrain.*

*Le Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine m'a fait l'honneur d'accepter la publication de ce travail.*

*Ce mémoire est un résumé de la Thèse de même titre déposée à la Faculté des Sciences de Strasbourg et soutenue le 23 juin 1951.*

CHAPITRE PREMIER

INTRODUCTION.

Une première étude pollinique de quelques revêtements tourbeux de Haute-Tarentaise avait été entreprise en 1938 par G. DUBOIS et Mme C. DUBOIS, mais la faible épaisseur de ces gisements n'avait pas permis de tracer une évolution forestière nette.

Lorsque j'ai entrepris cette étude palynologique, nos connaissances plus complètes de l'histoire paléosilvatique postwürmienne des Alpes françaises se réduisaient à celles que G. DUBOIS et Mme C. DUBOIS avaient mises en évidence en 1940 dans la région de Chamonix. Il convenait de les compléter par une étude de l'ensemble du massif alpin français.

En 1942 G. LEMÉE s'était attaché à définir la formation des lignites de la Cluse de Chambéry comme datant de l'interglaciaire Riss-Würm.

En 1949 j'ai publié une première note concernant quelques tourbières hypno-cari-cières de Savoie et de Haute-Savoie, basée sur l'étude des échantillons récoltés en 1942-1943 par les prospecteurs du Comité d'Organisation de l'Industrie des Combustibles Minéraux Solides (COICMS), Section Tourbe.

Elle fut suivie en 1950 d'une note d'allure sommaire faisant connaître les résultats acquis par l'étude des prélèvements que j'avais effectués durant les étés 1949 et 1950.

Au cours de la même année G. LEMÉE nous a fait part de l'évolution forestière post-glaciaire dans la Haute-Roya (région de Tende) et de la présence d'une flore pollinique tempérée dans les tourbes formées pendant un interstadiaire würmien dans les moraines d'Armoy, près de Thonon.

C'est encore en 1950 que F. FIRTION a pu achever son important travail concernant les tourbières du Jura français, ce qui me permet de faire maintenant la jonction entre l'histoire forestière des Alpes et celle du Jura.

## CHAPITRE II

### MÉTHODE DE TRAVAIL.

Les sondages, au nombre de 127, ont été pratiqués à l'aide de la sonde de HILLER. En principe, les prélèvements sont espacés de 25 cm. L'examen pollinique a été fait suivant les méthodes classiques de L. VON POST et ERDTMAN, modifiées par G. DUBOIS et Mme C. DUBOIS: attaque à chaud par solution potassique à 10%, puis montage de cette tourbe en milieu glycérociné entre deux lames porte-objets 76 × 26. La surface examinée, toujours la même, est de 5,7 cm<sup>2</sup> environ, la fréquence pollinique étant le nombre total de pollens comptés sur cette surface.

Ce mode d'examen est rapide et il donne de bons résultats, mais la présence de la solution humique brune, parfois très foncée, peut gêner l'observation. Afin de l'éliminer et pour concentrer les pollens, j'ai soumis le produit de la cuisson potassique à la centrifugation (durée: 1 heure, nombre de tours: 1.500/minute).

Les échantillons de craie lacustre ont été traités par l'acide chlorhydrique, puis lavés jusqu'à élimination totale de l'acide. Les marnes et vases argileuses ont subi le même traitement, ensuite elles ont été soumises à l'action de l'acide fluorhydrique à 40% pendant 24 heures, puis lavées à nouveau jusqu'à élimination totale de l'acide.

Les résultats analytiques ont fait l'objet de tableaux qui ont servi au montage des diagrammes polliniques.

Les pollens de Saule et de Coudrier ont été notés à part et leurs pourcentages rapportés à l'ensemble des autres arbres; il en a été de même pour les pollens non silvatiques, ce qui explique que les pourcentages de ces espèces peuvent dépasser 100%.

## CHAPITRE III

### CARACTÈRES PALYNOLOGIQUES DES TOURBIÈRES ÉTUDIÉES.

#### Tourbière de Chirens.

Grenoble 1/80.000 géologique. Sondage 30, alt. 460 m. Fig. 1.

Ce gisement est situé en zone molassique, modelée par les glaciers würmiens qui se sont avancés jusqu'au seuil de Rives en Bièvre-Valloire. Le sondage effectué au centre de la dépression de direction SW-NE a montré une sédimentation importante:

0 à 270<sup>1)</sup> — tourbe noire compacte;  
270 à 760 — craie lacustre avec coquilles de Lamellibranches et Gastéropodes;  
760 à 900 — marne grise fine.

La base de ces marnes n'a pas été atteinte, car 9 m. est la profondeur limite à laquelle peut descendre la sonde du Laboratoire.

Les tissus de Cypéracées sont rares de la base jusqu'à 375, au-dessus ils sont très couramment représentés; ceux d'*Hypnum* sont rares dans les niveaux marneux et deviennent un peu plus fréquents entre 0 et 225 où l'on rencontre également quelques débris d'épiderme d'*Eriophorum*.

Ce sondage a fourni le diagramme le plus complet, il permet de distinguer 7 phases dans l'histoire forestière de la région de l'ancien lac de Chirens.

#### I. — PHASE A GRAMINÉES — ARTEMISIA — HELIANTHEMUM.

De 900 à 775 la fréquence des pollens silvatiques est très faible; il a fallu examiner une surface de lame double pour dénombrer de 20 à 38 pollens dans certains niveaux. Il s'agit de *Pinus silvestris*, *Betula nana*, quelques % de Chêne, d'Aulne, d'Epicéa, de Coudrier et de Saule. Par contre les PNS ) sont très largement représentés. Ces particularités indiquent l'absence de grandes forêts après le retrait des glaciers. Le sol a d'abord été recouvert par une végétation prairiale de type «steppe sèche» comprenant des Graminées (18 puis 24 à 30 μ), de l'*Artemisia*, de l'*Helianthemum*, des Chénopodiacées (18 à 21 μ) et des Caryophyllacées. Il convient de citer 2% d'*Hippophae rhamnoides* à 900. Dans les eaux du lac vivaient des Desmidiacées.

#### II. — PHASE SUBARCTIQUE DU BOULEAU ET DU PIN.

A la période du dépôt des sédiments marneux apportés par les eaux de fonte du glacier fait suite une phase pendant laquelle la présence de nombreux organismes vivants dans les eaux du lac a conduit à la formation de craie lacustre à partir de 760. Parallèlement on note des fréquences élevées de PS<sup>2)</sup> et la diminution des pourcentages de PNS<sup>2)</sup>, ce qui conduit à conclure au développement d'une couverture forestière continue.

1) Sauf indication contraire, les profondeurs sont toujours indiquées en cm. dans le texte et sur les figures.

2) pollens non silvatiques.

3) pollens silvatiques.

SIGNES CONVENTIONNELS

- Pollens silvatiques**
- Betula (Bouleau)
  - Pinus (Pin)
  - ◐ Pinus cembra
  - ◑ Quercetum (Chêne)
  - ◒ Tilia (Tilleul)
  - ◓ Ulmus (Orme)
  - ◔ Alnus (Aulne)
  - ◕ Fagus (Hêtre)
  - ◖ Abies (Sapin)
  - ◗ Picea (Épicéa)
  - ◘ Juglans (Noyer)
  - ◙ Corylus (Coudrier)
  - ◚ Salix (Saulie)
- Pollens non silvatiques**
- ◑ Artemisia
  - ◒ Caryophyllacées
  - ◓ Chenopodiées
  - ◔ Composées
  - ◕ Ericacées
  - ◖ Graminées
  - ◗ Helianthemum
  - ◘ Hippophaë
  - ◙ Typha
  - Total des pollens non silvatiques

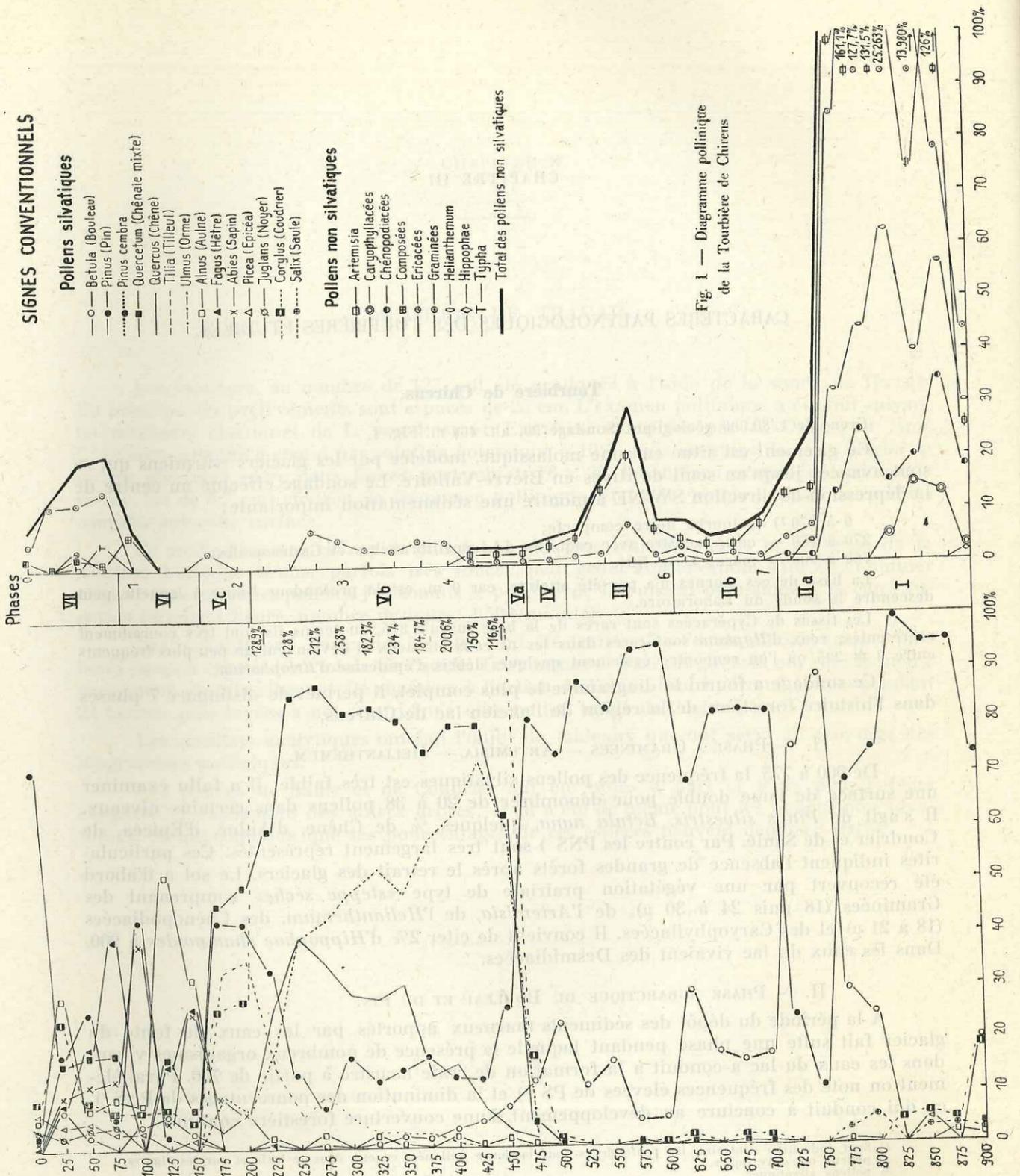


Fig. 1 — Diagramme pollinique de la Tourbière de Chirens

On peut distinguer deux subdivisions:

IIa. — PHASE DU BOULEAU — PIN.

C'est probablement *Betula pubescens* qui s'est étendu pour atteindre 89%. *Artemisia*, Graminées et *Helianthemum* atteignent encore 26%. Les pourcentages régulièrement croissants du Pin conduisent à

IIb. — PHASE DU PIN — BOULEAU.

Les pollens de Pin sont de type *silvestris*, ils restent constamment dominants; cependant à 625, le Bouleau marque une poussée qui atteint 29,6%.

III. — PHASE DE REcul DE LA FORÊT.

A ne considérer que la courbe des PS on serait conduit à penser que la phase du Pin n'atteint son plein épanouissement qu'entre 600 à 575, mais la courbe des PNS nous montre une poussée de ces espèces herbacées jusqu'à 28,9% dont 20,6% reviennent à *Artemisia*. En même temps la fréquence des PS diminue de moitié.

*Betula* et *Pinus* n'ont probablement pas disparu complètement de la région du Lac de Chirens, mais un abaissement de la température a dû contribuer à rendre la forêt moins dense et permettre une extension de la formation prairiale.

IV. — PHASE PRÉBORÉALE DU PIN ET DU BOULEAU.

Le nouveau développement forestier s'est fait par une poussée du Bouleau qui reste subordonné au Pin.

V. — PHASE DU COUDRIER ET DE LA CHÊNAIE MIXTE.

À 500 réapparaissent les premiers pollens de Coudrier et de Chêne suivis par l'Orme à 475, ce qui conduit à distinguer:

Va. — PHASE DU COUDRIER — PIN.

La poussée rapide du Coudrier et de l'Orme est contemporaine de la décroissance du Pin. Le Bouleau est encore présent et l'Aulne commence à avoir une courbe presque continue caractérisée par des pourcentages ne dépassant pas 2%.

Vb. — PHASE DU COUDRIER ET DE LA CHÊNAIE MIXTE.

La Chênaie est dans son plein épanouissement; l'Orme atteint son maximum de 72,4%, sa décroissance lente et régulière s'accompagne du développement du Chêne qui trouve son maximum avec 40%. Le Tilleul apparaît à 400 et marque une courbe ascendante. Le Pin reste stationnaire autour de 15%. Bouleau et Aulne ne sont que très faiblement représentés. On note la présence sporadique du Sapin et du Hêtre. Pendant toute cette période le Coudrier connaît un beau développement avec trois poussées et un maximum de 258%.

Vc. — PHASE DE LA CHÊNAIE MIXTE ET DU COUDRIER.

Elle est caractérisée par le Tilleul qui atteint 35,7% à 200 tandis que le Chêne et l'Orme sont réduits respectivement à 7,1%. Le Pin marque une recrudescence et le Sapin commence à avoir une courbe continue. La décroissance du Coudrier est très rapide.

*Artemisia* disparaît complètement au cours de la phase V. Les Fougères font leur apparition à partir de 275, les spores de type *Athyrium* sont bien plus fréquentes que celles de type *Dryopteris*.

Avec la fin de la prédominance de la Chênaie mixte s'achève aussi la formation de la craie lacustre pendant laquelle les Desmidiacées se sont maintenues avec une grande constance.

## VI. — PHASE DU SAPIN — HÊTRE.

Elle occupe un espace relativement réduit dans le sondage de Chirens. *Fagus* et *Abies* acquièrent tous deux de l'importance à partir de 175. Le Hêtre primitivement dominant cède bientôt sa place au Sapin pour marquer une deuxième poussée à 75. Dès le début de cette phase l'Aulne s'est fortement développé, il atteint 52% à 125. Le Chêne, le Coudrier et le Bouleau sont présents, mais restent discrets; il en est de même pour l'Épicéa. Les Fougères sont toujours largement représentées.

## VII. — PHASE DE LA FORÊT DIVERSIFIÉE.

Elle est caractérisée par l'intervention humaine qui se reconnaît:

- à l'augmentation des fréquences de PNS: Graminées et Composées;
- à l'introduction du Noyer;
- au développement du Chêne, probablement pour des raisons économiques;
- au développement du Coudrier par suite du déboisement partiel;
- à la sédimentation plus riche en particules minérales, autre conséquence du déboisement;
- à la poussée importante du Pin en surface (71,8%).

Le Sapin, le Hêtre et l'Épicéa sont toujours présents, mais ce dernier ne réussit pas à prendre le pas sur les autres essences comme c'est le cas aux altitudes dépassant 800 m. Les Fougères continuent à jouer un rôle important.

## Saint-Paul. — Tourbière du Marais de Roseire d'Aval.

Thonon 1/80.000 géologique, Thonon-Châtel 1/50.000. Sondage 1, alt. 890 m. 162-300, 932-200. 1)  
Fig. 2.

Pendant la guerre les prospecteurs du COICMS ont effectué un premier sondage de 6 m près de la source du ruisseau de Rully. Il a révélé une histoire forestière récente qui débute pendant la phase du Sapin.

J'ai poussé un deuxième sondage également de 6 m, qui a permis d'établir une histoire paléosilvatique plus complète. Il a donné le profil suivant:

- 0 à 340 — tourbe formée en proportions à peu près égales de tissus de Sphaignes et de Cypéracées;
- 340 à 580 — craie lacustre avec Desmidiacées;
- 580 à 600 — marne fine grise.

Le diagramme montre toutes les phases typiques puisque les premiers dépôts se sont formés à la phase I — *Artemisia* — *Helianthemum* — Graminées. Dans cette région le développement des grandes forêts de Bouleaux, puis de Pins, est précédé par une poussée d'*Hippophae rhamnoides* qui a également été reconnue en territoire suisse (Weiherbach).

La phase V mérite attention: elle débute par une poussée du Coudrier, le maximum du Chêne est suivi de celui du Tilleul, contemporain de la deuxième poussée du Coudrier. Les Pins restent cependant dominants et le Sapin les remplace dans cette position.

Au cours de la phase du Sapin, l'Épicéa apparaît à 175 et reste discret jusqu'au voisinage de la surface, où il remplace brusquement le Sapin. En même temps on note une poussée du Pin et du Coudrier.

1) Coordonnées Lambert.

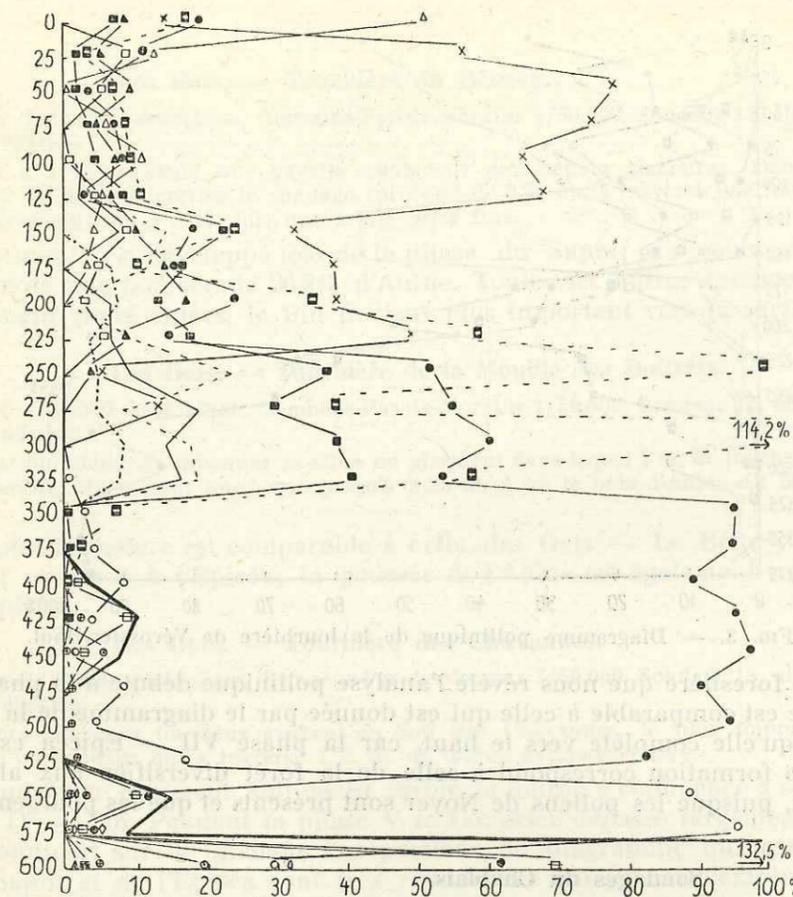


Fig. 2. — Diagramme pollinique de la tourbière du Marais de Roseire d'Aval.

## Saint-Paul. — Tourbière du Marais de Piollan.

Thonon 1/80.000 géologique, Thonon-Châtel 1/50.000. Sondage 2, alt. 937 m. 160-750, 931-150. (Sond. COICMS).

Le sondage implanté en terrain boisé au Sud-Est des fermes de Piollan a fourni 3 m de tourbe hypno-caricière. Le diagramme est caractérisé par la phase de l'Épicéa, cette essence domine le Sapin et le Pin qui jouent encore un rôle assez important, tandis que le Hêtre, le Chêne et le Coudrier sont subordonnés. L'Aulne acquiert une certaine importance près de la surface.

## Saint-Paul. — Tourbière de Plaine Rebet.

Thonon 1/80.000 géologique, Thonon-Châtel 1/50.000. Sondage 3, alt. 870 m. 160-350, 929-350. (Sond. COICMS).

A l'Ouest de la ferme Chez Rebet se situe une dépression contenant 1,50 m de tourbe hypno-caricière polluée de sables et de graviers. Sa formation date de la phase du Sapin.

## Larringes. — Tourbière de Vérossier-Haut.

Thonon 1/80.000 géologique, Thonon-Châtel 1/50.000. Sondage 4, alt. 851 m. 160-300, 928-000. Fig. 3.

A l'Est de la route de Vérossier-Bas à Vinzier le sol est couvert de touffes de *Carex* et de Sphaignes. De 0 à 325 le sondage a traversé une tourbe caricière devenant hypno-caricière vers la base; elle repose sur 50 cm de marne fine gris-clair.

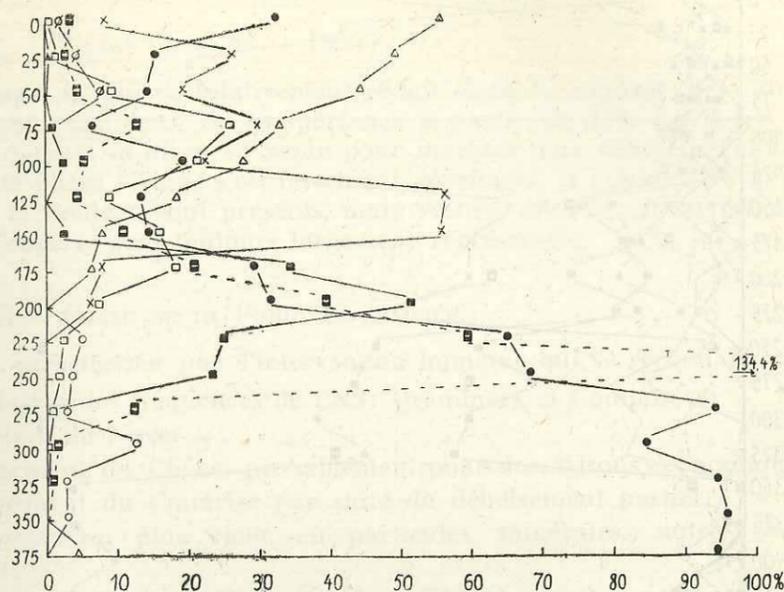


FIG. 3. — Diagramme pollinique de la tourbière de Vérossier-Haut.

L'histoire forestière que nous révèle l'analyse pollinique débute à la phase IV — Pin — Bouleau. Elle est comparable à celle qui est donnée par le diagramme de la tourbière de Roseire d'Aval qu'elle complète vers le haut, car la phase VII — Epicéa est bien développée ici. Cette formation correspond à celle de la forêt diversifiée aux altitudes inférieures à 800 m, puisque les pollens de Noyer sont présents et que les pourcentages du Pin augmentent.

#### Sondages du Chablais.

Plusieurs autres sondages ont encore été effectués en Chablais dans la zone des Préalpes médianes:

- Douvaine — Marais des Léchères, Douvaine 1/50.000, sond. 5, alt. 422 m. 153-250, 904-100, profondeur 1,50 m.;
- Machilly — Le Moulin des Marais, Annemasse 1/50.000, sond. 6, alt. 510 m. 146-300, 907-50, profondeur 1,50 m.;
- Bonnevaux — Aux Mouilles<sup>1)</sup>, sond. 7, alt. 900 m. 153-100, 933-850, profondeur 1,50 m.;
- Abondance — Marais de Richebourg<sup>1)</sup>, sond. 8, alt. 950 m. 152-550, 939-650, profondeur 1,20 m.;
- Abondance — Les Mouilles<sup>1)</sup>, sond. 9, alt. 980 m. 150-900, 937-800, profondeur 3 m.

Il s'agit d'étendues marécageuses à *Phragmites*, la sonde n'a rencontré que des dépôts argileux plus ou moins sableux et contenant une faible proportion de matières humiques près de la surface. Ils sont pauvres en tissus végétaux. Les rares pollens dénombrés montrent que ces formations datent de la dernière phase paléosilvatique, celle de l'Epicéa.

#### Bellevaux. — Tourbière de Mouille Rousse.

Thonon 1/80.000 géologique, Samoëns-Pas-de-Morgins 1/50.000. Sondage 10, alt. 1.103 m. 147-500, 922-000. (Sond. COICMS).

Au nord du hameau des Mouilles se voit un gisement de pente dont la tourbe, épaisse de 2 m., est hypno-caricière avec *Eriophorum* et vaisseaux scalariformes de Fougères.

L'histoire forestière de cette tourbière est cantonnée dans la phase du Sapin, on voit cependant une augmentation du pourcentage de l'Epicéa dans le niveau supérieur.

<sup>1)</sup> Thonon-Châtel 1/50.000.

#### Les Gets. — Tourbière du Bénevry.

Annecy 1/80.000 géologique, Samoëns-Pas-de-Morgins 1/50.000. Sondage 11, alt. 1.160 m. 137-750, 934-175.

Au SW des Gets s'étend une cuvette contenant des dépôts glaciaires. Dans la prairie couverte de *Carex* et de Linaigrettes le sondage, profond de 3,50 m., a traversé une tourbe caricière avec bois de Conifères entre 0 et 2,25 puis une argile grise fine.

Ce gisement s'est développé lors de la phase du Sapin; au cours de la phase de l'Epicéa on note une poussée de 26,2% d'Aulne. Toutes les autres essences sont constamment faiblement représentées, le Pin devient plus important vers la surface.

#### Les Gets. — Tourbière de la Mouille des Boittets.

Annecy 1/80.000 géologique, Samoëns-Pas-de-Morgins 1/50.000. Sondage 12, alt. 1.240 m. 137-450, 934-800.

Au haut du télésiège de Gibannaz se situe un gisement dans lequel 3 m. de tourbe caricière reposent sur 50 cm. d'argile, légèrement tourbeuse jusqu'à 3,25 m. A 25 le bois d'Aulne est largement mêlé aux autres tissus.

L'histoire forestière est comparable à celle des Gets — Le Bénevry: le Sapin cède brusquement sa place à l'Epicéa; la poussée de l'Aulne est également très nette pendant la dernière phase.

#### Les Gets. — Tourbière des Chavannes.

Annecy 1/80.000 géologique, Samoëns-Pas-de-Morgins 1/50.000. Sondage 13, alt. 1.540 m. 136-450, 936-200.

Plusieurs lambeaux tourbeux existent au Sud des Chavannes, le plus important est exploité. J'y ai effectué un sondage qui a traversé 1,75 m. de tourbe hypno-caricière.

Bien que son épaisseur soit assez faible, la tourbe a commencé à se former à la fin de la phase IV — Pin. Pendant la phase V le Coudrier dépasse largement 100%, mais le Pin reste dominant sur la Chênaie. Les portions du diagramme qui correspondent aux phases du Sapin et de l'Epicéa sont très réduites, ce qui prouve l'extrême lenteur de la tourbification.

#### Verchaix. — Tourbière des Clares.

Annecy 1/80.000 géologique, Samoëns-Pas-de-Morgins 1/50.000. Sondage 14, alt. 1.400 m. 134-650, 934-200.

Entre les hameaux du Sincerneret et les Chalets du Tourne se situent plusieurs petites prairies tourbeuses où l'épaisseur de tourbe varie entre quelques dm. et 1,50 m. Les spores d'*Athyrium* sont largement représentées dans cette tourbe caricière qui a commencé à se former à la phase V. Au cours de la phase du Sapin on relève une poussée du Coudrier et de l'Aulne. A la phase de l'Epicéa des pollens de Mélèze se voient près de la surface.

#### Mieussy. — Tourbière de Sommant.

Annecy 1/80.000 géologique, Samoëns-Pas-de-Morgins 1/50.000. Sondage 15, alt. 1.420 m. 137-400, 925-400. Fig. 4.

Cette tourbière bombée est située au-dessus et au N-NE de Mieussy, dans le cirque de Sommant. Des deux sondages effectués, l'un a rencontré le socle rocheux à 4 m.; le deuxième, qui a traversé la tourbe jusqu'à 3,75 m. est descendu jusqu'à 6,50 m. où la résistance offerte par la vase argileuse est devenue trop grande pour pouvoir continuer le sondage.

La nature pétrographique des dépôts correspondant à 425 et 450 est différente: à la base les éléments calcaires fins pourraient être lacustres, entre 375 et 440 ils sont surmontés par une argile peu calcaire et sableuse. La différence est encore plus frappante au point de vue micropaléontologique: de 600 à 450 les restes végétaux sont rares, mais bien conservés, tandis qu'à 425 il y a une très grande proportion de débris végétaux, souvent fort décomposés. Il semble donc qu'il y ait eu un changement notable dans la sédimentation. Par ailleurs les Desmidiacées sont présentes entre 475 et 600, ce qui contribue encore à penser qu'il s'agit là d'un dépôt lacustre.

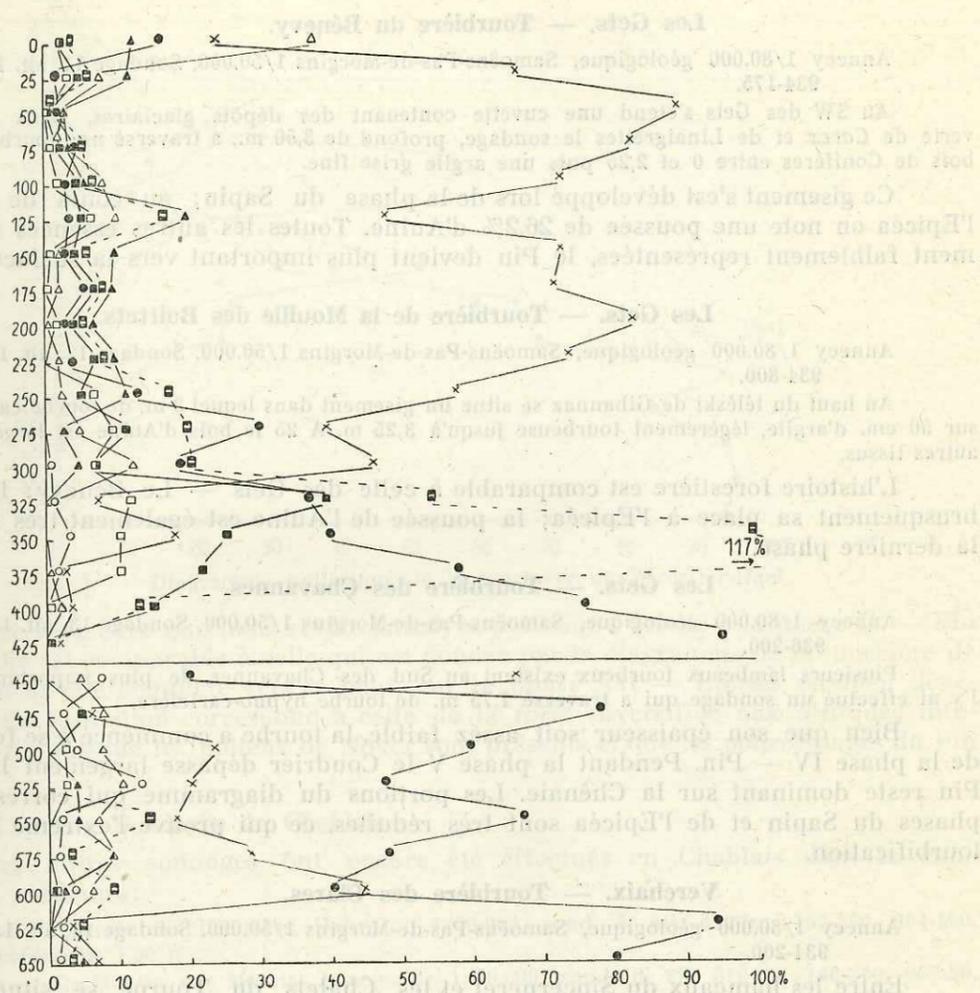


FIG. 4. — Diagramme pollinique de la tourbière de Sommant.

Les feuilles de Sphaignes sont présentes à tous les niveaux, mais ne deviennent abondantes qu'au-dessus de 250 où les tissus de Cypéracées disparaissent.

L'histoire forestière débute par une phase non reconnue dans les sondages précédents: prédominance alternative du Pin et du Sapin entre 650 et 450, Hêtre, Epicéa, Bouleau et Coudrier sont subordonnés. Après cette alternance Pin—Sapin se déroule l'histoire postglaciaire normale débutant par la phase IV — Pin. L'absence des phases I à III est une autre raison pour croire à une interruption de la sédimentation dans l'ancien Lac de Sommant, peut-être par suite d'une couverture durable de neige ou de glace morte. Entre 450 et 650 on serait alors en présence d'une formation interglaciaire ou interstadienne.

Le Pin joue encore un rôle important à la phase V où la Chênaie est presque uniquement formée par le Chêne.

#### Taninges. — Tourbière des Chalets I.

Anney 1/80.000 géologique, Samoëns-Pas-de-Morgins 1/50.000. Sondage 16, alt. 1.370 m. 133-475, 932-100.

Au Nord et au-dessus de Verdevant une tourbière plate s'est développée à l'Est des Chalets, dans une large cuvette entourée de pentes boisées d'Epicéas.

La sonde a atteint le roc à 5,25 m après avoir traversé 5 m de tourbe caricière avec rares débris de feuilles de Sphaignes puis 25 cm d'argile grise tourbeuse.

L'histoire palcosilvatique débute à la phase IV — Pin, représentée dans sa partie tout à fait terminale. La phase V est marquée par deux poussées du Coudrier, la dernière datant du maximum du Tilleul. De même qu'à Sommant le Pin garde une certaine importance durant cette période. Le dispositif des phases du Sapin et de l'Epicéa correspond également à celui du sondage précédent; on note cependant une pointe de Chênaie mixte au tiers inférieur de la phase VI.

#### Taninges. — Tourbière des Chalets II.

Anney 1/80.000 géologique, Samoëns-Pas-de-Morgins 1/50.000. Sondage 17, alt. 1.410 m. 133-900, 932-400.

En suivant la route forestière qui conduit des Chalets au Signal de la Rosière on arrive à une deuxième tourbière située dans un petit cirque au NE des Chalets. Elle est de type bombé avec une couverture continue de Sphaignes; de place en place se voient quelques *Carex*, Bruyères et Linaigrettes.

Sur toute son épaisseur, c'est-à-dire sur 6,25 m, la tourbe est formée de Sphaignes, qui sont peu décomposées de la surface à 125.

Bien que le dépôt tourbeux soit plus épais que celui des Chalets I, l'histoire forestière n'est pas plus complète ici; elle débute par l'extrême fin de la phase IV. A la phase V le Tilleul atteint vite la prédominance sur l'Orme et le Chêne, son maximum précède quelque peu la dernière poussée du Coudrier. Comme aux Chalets I le Pin ne devient essence subordonnée qu'au moment de ce développement maximum du Tilleul. Au cours de la phase du Sapin, le Hêtre ne dépasse guère 5%. L'opinion de F. FIRTON selon laquelle dans une même région les pourcentages du Hêtre sont plus forts dans la tourbe de Sphaignes que dans celle de Cypéracées, n'est pas vérifiée ici. On retrouve aussi un sommet de la Chênaie qui est constituée avant tout de Tilleul, semblable à ceux des Chalets I et de Mouille Rousse. La phase VII se termine par une croissance du Pin.

#### Taninges. — Tourbière de Mouille Rousse.

Anney 1/80.000 géologique, Samoëns-Pas-de-Morgins 1/50.000. Sondage 18, alt. 1.480 m. 133-650, 933-225.

A l'Est du Chalet de Mouille Rousse s'étend une dépression dans laquelle 150 cm de tourbe caricière reposent sur 50 cm de marne gris-clair graveleuse (graviers de 5 mm).

Le début de la formation de cette tourbière date de la phase du Sapin, peu avant l'épisode local avec Coudrier et Tilleul; elle s'est poursuivie jusqu'à l'époque actuelle, puisque la phase de l'Epicéa est mieux développée qu'à Sommant.

#### Petit-Bornand. — Tourbière du Plateau des Glières.

Anney 1/80.000 géologique. Sondage 19, alt. 1.389 m. Fig. 5.

La cuvette synclinale en contre-bas de la Montagne des Frètes est un vaste pré tourbeux dans lequel l'épaisseur de tourbe hypno-caricière est loin d'être uniforme, même en des points assez rapprochés elle varie entre 20 et 500 cm; elle repose sur 50 cm de marne fine gris-clair.

La présence de pollens de Sapin et d'Epicéa dans les deux niveaux de base, allant jusqu'à 26,6% pour le Sapin et 6,6% pour l'Epicéa à 550, permet de penser qu'il s'agit de dépôts de même âge que ceux que nous avons analysés à la base du sondage de Sommant.

A partir de 500 le diagramme nous montre le faciès typique pour les altitudes dépassant 800 m.

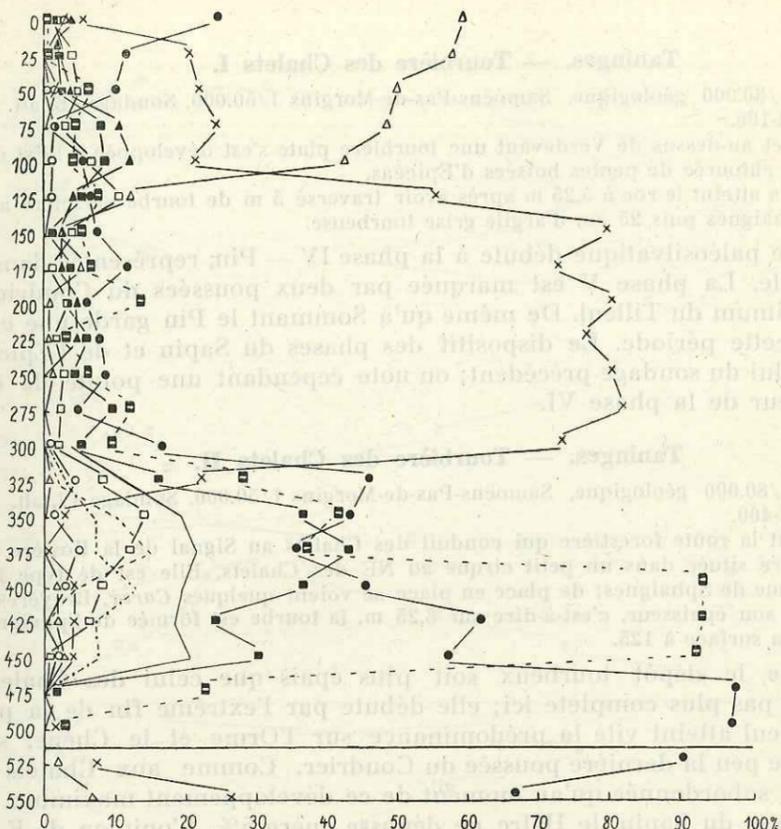


Fig. 5. — Diagramme pollinique de la tourbière du Plateau des Glières.

#### Poisy. — Tourbière de Macully.

Annecy 1/80.000 géologique, Seyssel 1/50.000. Sondage 20, alt. 513 m. 109-900, 888-950.

Dans la dépression molassique périalpine les moraines würmiennes couvrent d'assez grandes étendues à l'Ouest d'Annecy; plusieurs tourbières s'y sont installées.

Le sondage, profond de 6 m, a traversé 2,25 m de tourbe hypno-caricière, par l'intermédiaire de 0,50 de craie lacustre tourbeuse elle repose sur 2,50 m de craie lacustre riche en coquilles de Gastéropodes (*Planorbis*, *Helix*) et de Lamellibranches (*Sphaerium*, *Pisidium*); de 5,25 à 6 m s'est déposée une marne grise fine.

Le diagramme qui retrace l'histoire forestière de cette région est tout à fait comparable à celui de Chirens, car on y retrouve la même succession avec une moindre extension verticale des 7 phases et de légères variations locales dans les niveaux supérieurs. Ainsi la phase VI, qui débute par une poussée importante de l'Aulne (78,3%), est caractérisée par le Sapin, car le Hêtre est pratiquement absent dans ce sondage.

#### Epagny. — Tourbière des Marais Noirs.

Annecy 1/80.000 géologique, Seyssel 1/50.000. Sondage 21, alt. 453 m. 110-800, 889-650.

La dépression qui s'étend entre Epagny et Chaumontet comprend au Nord de la route N 508 les Marais d'Epagny qui sont presque entièrement asséchés et occupés par des champs; les petites parcelles qui restent marécageuses ne sont pas tourbeuses.

Dans les Marais Noirs, en bordure Sud de la route, un sondage profond de 5,50 m a montré une intercalation de plusieurs lits argileux dans la tourbe hypno-caricière.

L'histoire forestière est moins complète qu'à la tourbière de Macully. La phase IV — Pin — Bouleau est suivie de la phase de la Chênaie mixte — Coudrier, qui n'a pas le beau développement vertical que nous lui connaissons dans la craie lacustre. L'Aulne a certainement déjà colonisé la tourbière pendant cette phase.

#### Roc de Chère. — Tourbière des Grandes Mouilles.

Annecy 1/80.000 géologique. Sondage 22, alt. 643 m.

Presque au sommet du Roc de Chère la sonde a traversé un dépôt épais de 2 m qui est tourbeux de 0 à 1,25, ensuite il passe à une vase argileuse fine devenant sableuse à 1,50 m. C'est une formation caricière avec présence rare et discontinue de tissus de Sphaignes, de Fougères et d'*Eriophorum*.

L'histoire forestière que retrace cette tourbière est assez particulière: elle est caractérisée par la dominance de l'Aulne pendant toute la durée de sa formation; celle-ci date de la phase du Sapin à laquelle succède à 75 la forêt diversifiée.

L'Aulne a dû vivre constamment sur la tourbière, ce qui ressort du nombre très élevé de ses pollens dans les préparations des divers niveaux.

#### Roc de Chère. — Tourbière des Sablons.

Annecy 1/80.000 géologique. Sondage 23, alt. vers 610 m.

Ce gisement est situé dans une dépression très humide à Carex et Sphaignes. L'épaisseur de tourbe hypno-caricière peut atteindre 75 cm; après avoir traversé un sable tourbeux avec bois et restes végétaux peu décomposés, la sonde a atteint le roc à 1,50 m.

La formation de ce dépôt tourbeux est tout à fait récente, son début date de la phase VII — Forêt diversifiée avec Epicéa, Pin, Noyer.

#### Chindrieux. — Marais de Chautagne — Tourbière des Communaux de Vars.

Chambéry 1/80.000 géologique, Rumilly 1/50.000. Sondage 24, alt. 233 m. 97-600, 870-650. (Sond. COICMS).

Le Lac du Bourget est séparé du Rhône au Nord par une vaste zone marécageuse qui s'étend dans son prolongement au pied d'une ligne de montagne qui représente l'aboutissement Sud du Jura.

Le sondage a traversé 5,75 m. de tourbe caricière à fréquence pollinique assez faible. Pour la connaissance de l'histoire forestière, il est regrettable que les prospecteurs du COICMS aient arrêté le sondage lorsqu'il a atteint la craie lacustre à 6 m.

L'évolution paléosilvatique est semblable à celle mise en évidence dans le Marais de Lavours par R. PETERSCHMITT. La défervescence du Pin est suivie du développement du Sapin sans que la poussée de la Chênaie, bien individualisée pourtant, arrive à dominer les autres essences. Le Pin reste assez fortement représenté pendant la phase du Sapin. La phase terminale de la forêt diversifiée est marquée par la recrudescence du Pin.

#### Challes-les-Eaux. — Tourbière du Grand Barberaz ou du Fondrant.

Chambéry 1/80.000 géologique. Sondage 25, alt. 300 m. (Sond. COICMS).

Entre la route N 6, de Chambéry à Montmélian, et le chemin IC 5 s'étend une étroite bande tourbeuse où 2,50 m de tourbe caricière reposent sur 0,50 m d'argile tourbeuse.

Ici comme à Chindrieux le Sapin remplace le Pin et le développement de la Chênaie coïncide avec le début du règne du Sapin.

#### Communes Sainte-Hélène-du-Lac et Les Mollettes.

Sur le territoire de ces deux communes, à l'altitude 271 à 272 m, s'étend un important gisement de tourbe dans le prolongement Ouest du Lac de Ste-Hélène. Il comprend les lieux-dits: Vers le Lac, Les Marais, Le Marais de Villaroux dans chacun desquels un sondage a été effectué en vue de l'analyse pollinique. En prospection spéciale on y a poussé de nombreux sondages pour préciser les caractéristiques générales du gisement, les résultats de cette étude ainsi qu'un plan détaillé sont publiés dans la 2<sup>e</sup> partie de l'ouvrage concernant les Tourbières françaises (Direction des Mines).

**Sainte-Hélène. — Vers le Lac.**

Albertville 1/80.000 géologique. Sondage 26. (Sond. corcms).

Le sondage a été fait sur le bord Nord du Lac; de 0 à 640 il a traversé une tourbe caricière puis de la craie lacustre qui passe à une argile sableuse entre 800 et 825.

L'histoire paléosilvatique débute à la phase IV — Pin, elle est suivie d'une double poussée du Coudrier et du développement de la Chênaie mixte. La phase VI comprend 2 maxima du Hêtre intercalés entre 3 poussées du Sapin. On note une pointe du Coudrier qui atteint 42,6% et un sommet de l'Aulne de 37,5%. La phase de la forêt diversifiée est marquée par la prédominance du Pin.

**Sainte-Hélène. — Les Marais.**

Albertville 1/80.000 géologique. Sondage 26bis. (Sond. corcms).

Ce gisement est situé à l'Ouest du chemin IC 20 des Mollettes à la Chavanne; il est constitué par 6 m de tourbe caricière qui s'est formée durant la phase VI dans laquelle on reconnaît, comme dans le sondage précédent, les deux poussées du Hêtre puis celle de l'Aulne.

**Les Mollettes. — Marais de Villaroux.**

Saint-Jean-de-Maurienne 1/80.000 géologique. Sondage 27. (Sond. corcms).

Le sondage, profond de 4 m, a été poussé au centre du marais compris entre le canal du Coisetan, le chemin IC 20 et le ruisseau du Coisetan.

Le diagramme est comparable à celui du sondage Vers le Lac. Il y a un hiatus d'observation palynologique correspondant à diverses époques de la Fagabiétaie, les pollens étant rarissimes dans les lits d'argile sableuse qui coupent la tourbe caricière.

**Le Grand-Lemps et Chabons. — Tourbière du Grand Lac de Chabons.**

Grenoble 1/80.000 géologique. Sondage 28, alt. 534 m. (Sond. corcms).

La cuvette anciennement remplie par le Grand Lac de Chabons, aujourd'hui réduit au tiers de sa superficie, contient un gisement de tourbe fibreuse reposant sur un mélange de carbonate de chaux et de tourbe argileuse de 5 m de puissance avec fond de graviers.

C'est une tourbe hypno-caricière dont la formation a commencé à la phase du Sapin-Hêtre et s'est poursuivie au cours de celle de la forêt diversifiée.

**Le Pin. — Tourbière du Pin.**

Grenoble 1/80.000 géologique. Sondage 29, alt. vers 600 m.

De minuscules étangs se suivent tout au long de la vallée du Pin qui rejoint le Lac de Paladru. Le sondage, effectué dans un pré tourbeux entre Le Pin et le hameau de Brézin, a montré qu'il s'agit d'une formation récente avec Pin, Epicéa, Chêne, Noyer et Sapin.

**Alleverd. — Tourbière du Collet.**

Saint-Jean-de-Maurienne 1/80.000 géologique. Sondage 31, alt. vers 1.670 m.

En aval du Lac du Collet les versants du ruisseau du Buisson sont marécageux. Sur un replat de la rive gauche l'épaisseur de tourbe caricière est maxima: 1,05 m dans la partie centrale où le roc, recouvert d'argile jaune micacée, se trouve à 1,30 m.

Ce dépôt a commencé à se former à la fin de la phase du Sapin qui est suivie de celle de l'Epicéa.

**Aiguebelle. — Tourbière du Vivier.**

Albertville 1/80.000 géologique. Sondage 32, alt. 833 m. Fig. 6.

Comme le précédent, ce gisement est situé dans le rameau externe du Massif de Belledonne. Au Sud d'Aiguebelle, en bordure du chemin IC 73, une tourbière de grande épaisseur s'est développée dans une cuvette à flanc de montagne.

Les prospecteurs du corcms ont indiqué une puissance allant de 6 à 16 m. Par suite d'une exploitation intense depuis 1941 jusqu'en janvier-février 1949, plus de la moitié Nord de la tourbière est transformée en étang. Sur la surface restante la découverte est absente.

Profil du sondage:

- 25 à 400 — tourbe hypno-caricière avec une grande proportion de débris ligneux, à 250 une noisette et 4 graines de *Menyanthes trifoliata*;
- 400 à 425 — vase calcaire légèrement tourbeuse;
- 425 à 475 — craie lacustre argileuse;
- 475 à 500 — argile sableuse grise avec calcaire et mica blanc;
- à 500 — roc.

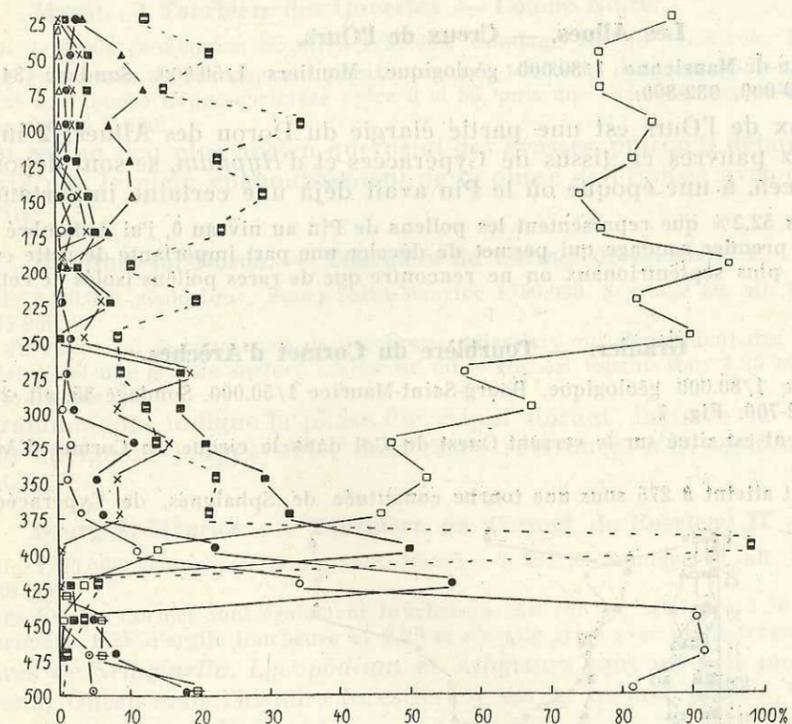


FIG. 6. — Diagramme pollinique de la tourbière du Vivier.

Dans la partie inférieure on reconnaît la phase IIa — Bouleau-Pin. La présence de 19% d'*Artemisia* et de 4,7% de Graminées indique même la partie terminale de la phase I. Les phases IIb à IV — Pin-Bouleau ont une épaisseur tellement réduite qu'il est impossible de les distinguer.

A 400 on est en présence de la phase du Coudrier-Chênaie mixte formée d'Orme et de Chêne. Au-dessus de ce niveau l'Aulne devient dominant et continue à se détacher nettement des autres essences jusqu'à la partie supérieure du sondage. Jusqu'à 275 la Chênaie, en particulier l'Orme, garde une certaine importance qui passe ensuite au Coudrier. Les pourcentages du Sapin, puis ceux du Hêtre indiquent qu'on se trouve dans la phase VI. L'Epicéa et le Bouleau ne jouent qu'un rôle très effacé.

Le diagramme d'Aiguebelle traduit une histoire tout à fait locale: l'Aulne, après avoir colonisé la tourbière à la fin de la phase de la Chênaie (époque à laquelle il marque également un sommet important à Chirens, Poisy-Macully et Epagny), s'y est maintenu par suite de conditions locales. Cette hypothèse est confirmée par les fréquences relatives assez élevées de l'Aulne et les restes de bois d'Aulne trouvés dans les préparations.

#### Feissons-sur-Salins. — Tourbière du Grand-Pré.

Albertville 1/80.000 géologique, Moutiers 1/50.000. Sondage 33, alt. 1.568 m. 361-400, 931-200.

Avec ce gisement, situé au NE de Feissons-sur-Salins, nous entrons en Tarentaise. Le sondage, profond de 1 m, a traversé la tourbe entre 0 et 45, une vase légèrement tourbeuse jusqu'à 75, puis de l'argile grise.

L'histoire forestière débute à la fin de la phase du Sapin, remplacée à partir de 75 par celle de l'Épicéa où le Noyer est bien représenté. Le Pin reste compris entre 18 et 32%.

#### Les Allues. — Creux de l'Ours.

Saint-Jean-de-Maurienne 1/80.000 géologique, Moutiers 1/50.000. Sondage 34, alt. 1.703 m. 349-000, 932-800.

Le Creux de l'Ours est une partie élargie du Doron des Allues; 2 m de sédiments marneux, assez pauvres en tissus de Cypéracées et d'*Hypnum*, se sont déposés pendant la phase de l'Épicéa, à une époque où le Pin avait déjà une certaine importance.

Parmi les 52,2% que représentent les pollens de Pin au niveau 0, j'ai dénombré 34,5% de *Pinus cembra*. C'est le premier sondage qui permet de déceler une part importante de cette essence, car dans les prélèvements plus septentrionaux on ne rencontre que de rares pollens isolés de cette espèce.

#### Granier. — Tourbière du Cormet d'Arèches.

Albertville 1/80.000 géologique, Bourg-Saint-Maurice 1/50.000. Sondage 35, alt. 2.105 m. 377-200, 932-700. Fig. 7.

Le gisement est situé sur le versant Ouest du Col dans le cirque du Cormet d'Arèches à pentes gazonnées.

Le roc est atteint à 275 sous une tourbe constituée de Sphaignes, de Cypéracées et d'Hypnes.

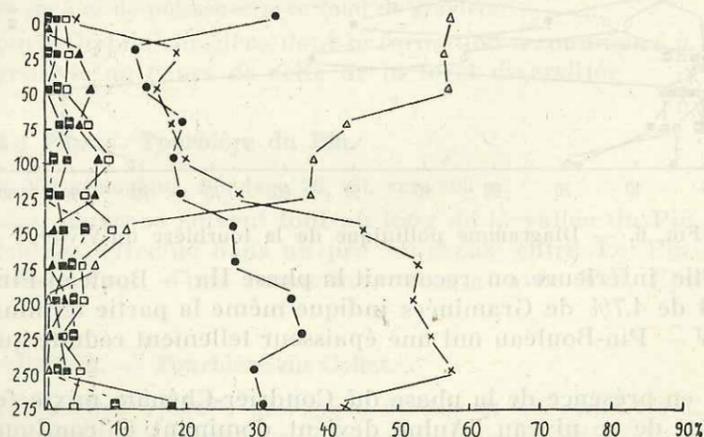


FIG. 7. — Diagramme pollinique de la tourbière du Cormet d'Arèches.

Le diagramme couvre la phase du Sapin et celle de l'Épicéa; parmi les Pins *P. cembra* se maintient en moyenne entre 3 à 5%.

#### Granier. — Tourbière du Crêt du Bœuf.

Albertville 1/80.000 géologique, Bourg-Saint-Maurice 1/50.000. Sondage 36, alt. 2.160 m. 376-900, 931-250.

Le flanc Nord du Crêt du Bœuf, formé de schistes noirs liasiques, présente plusieurs replats tourbeux. Le sondage, profond de 3,15 m, atteint le roc après avoir traversé plusieurs lits argileux interstratifiés dans la tourbe caricière.

L'histoire paléosilvatique est identique à celle de la tourbière du Cormet d'Arèches, les pollens de *P. cembra* sont cependant plus rares que dans le sondage précédent.

#### Macôt. — Tourbière des Frasses.

Albertville 1/80.000 géologique, Moutiers 1/50.000. Sondage 37, alt. 1.831 m. 368-000, 939-850.

Entre le hameau des Frasses et les Chalets de Montcudey l'épaisseur de tourbe hypno-caricière varie entre 0,20 et 1,10 m; le roc, recouvert d'argile grise sableuse et micacée, est atteint à 1,30 m.

Seule la phase de l'Épicéa est représentée avec Pin assez important.

#### Macôt. — Tourbière des Ouvertes — Combe Noire.

Albertville 1/80.000 géologique, Moutiers 1/50.000. Sondage 38, alt. 1.550 m. 367-450, 938-800.

Au Sud et en-dessous de Plangnant se situe un pré tourbeux dans lequel le sondage, profond de 2 m, a traversé une tourbe hypno-caricière entre 0 et 86, puis une vase grise sableuse, micacée, avec petits galets de quartzite à 200.

Ce dépôt est un peu plus ancien que celui des Frasses, puisqu'il débute par la phase du Sapin, suivie par le plein épanouissement de la phase de l'Épicéa avec développement terminal du Pin.

#### Beaufort-sur-Doron. — Tourbière du Cormet de Roselend I.

Albertville 1/80.000 géologique, Bourg-Saint-Maurice 1/50.000. Sondage 39, alt. 1.960 m. 385-500, 939-000.

Le fond du vallon où se réunissent de nombreux ruisselets qui descendent des pentes Ouest du Cormet de Roselend est une grande surface tourbeuse où le roc est touché sous 1,25 m de tourbe caricière et d'argile tourbeuse.

Le diagramme nous indique la phase du Sapin durant laquelle le Pin occupe le deuxième rang atteignant jusqu'à 40%, dont 13,6% reviennent à *P. cembra*; puis vient la phase de l'Épicéa.

#### Bourg-St-Maurice. — Tourbière du Cormet de Roselend II — Le Gollet.

Albertville 1/80.000 géologique, Bourg-Saint-Maurice 1/50.000. Sondage 40, alt. 1.920 m. 386-000, 939-600.

Les pentes Est du Cormet sont également tourbeuses. Le roc est atteint à 1,50 m sous 1 m de tourbe hypno-caricière, 0,25 d'argile tourbeuse et 0,25 m d'argile grise avec petits fragments de schistes.

Les spores de *Selaginella*, *Lycopodium* et *Athyrium* sont un peu moins fréquentes que sur le versant Ouest, mais l'histoire forestière y est la même: phases VI et VII avec quelques % de *P. cembra* et de Noyer.

#### Tignes. — Lac de Tignes — Tourbière du Retort.

Tignes 1/80.000 géologique, id. 1/50.000. Sondage 41, alt. 2.110 m. 360-500, 956-600.

Sur la rive gauche du ruisseau du Retort le dépôt argilo-tourbeux, d'une puissance de 1 m, est assez riche en tissus de Cypéracées. Le diagramme couvre les phases VI et VII. Le Pin acquiert une importance plus grande que dans les tourbières étudiées jusqu'ici et *P. cembra* est plus largement représenté par suite de l'altitude élevée.

Dans ce sondage je n'ai pas pu mettre en évidence les pollens de Mélèze qui interviennent pour 27% à 0 dans le sondage effectué par G. Dubois et Mme C. Dubois à l'aval du Lac de Tignes. Dans la préparation du niveau 0 j'ai relevé 6 pollens = environ 5%, très mal conservés qui pourraient être des pollens de Mélèze, mais la détermination reste douteuse. Ce fait prouve une fois de plus que le pollen de Mélèze, par suite de sa taille qui l'entraîne rapidement vers le sol, n'est pas transporté très loin.

### Tignes. — Tourbière du Lac du Chardonnet.

Tignes 1/80.000 géologique, id. 1/50.000. Sondage 42, alt. 2.381 m. 361-600, 955-300.

Le bord NW du Lac du Chardonnet est occupé par un pré tourbeux très humide. Ici encore le sédiment argilo-tourbeux atteint 1 m d'épaisseur, mais sa formation ne date que de la phase de l'Épicéa.

### Crolles. — Marais de Grésivaudan.

Grenoble 1/80.000 géologique. Sondage 43, alt. 240 m.

Dans le sillon subalpin, entre les communes de Lumbin et de Crolles, les Marais de Grésivaudan contiennent 1 m de tourbe sous les alluvions de l'Isère dont l'épaisseur varie entre 50 à 120 cm.

Les tissus de Cypéracées sont présents à tous les niveaux, les débris ligneux sont répartis irrégulièrement. Malgré les fréquences relatives assez faibles, le diagramme est typique; il permet de reconnaître la phase du Sapin, puis celle de l'Épicéa. Le Pin garde une certaine importance; sa poussée terminale est bien individualisée.

### Sainte-Agnès. — Tourbière du Col des Mouilles.

Grenoble 1/80.000 géologique. Sondage 44, alt. 1.011 m.

Au Col des Mouilles plusieurs petites tourbières se sont développées au milieu de la forêt à Épicéas, Chênes, Hêtres et Bouleaux au Col même et sur son versant Nord. Partout l'épaisseur de la tourbe, constituée de tissus de Sphaignes et de Cypéracées, ne dépasse pas 1 m.

Les diagrammes traduisent une histoire forestière récente comprenant la phase du Sapin, puis celle de l'Épicéa où l'apparition du Noyer est contemporaine du développement de l'Épicéa.

### Saint-Colomban-des-Villards. — Col de la Croix de Fer I — Tourbière des Chalets.

Saint-Jean-de-Maurienne 1/80.000 géologique, id. 1/50.000. Sondage 45, alt. 1.920 m. 33-100, 902-650, Fig. 8.

Dans le Massif des Grandes Rousses, entre le Col de la Croix de Fer et le Col du Glandon, la vallée de l'Eau d'Olle est tourbeuse.

Le sondage, profond de 2 m, a montré la présence alternative de plusieurs lits de tourbe et d'argile grise.

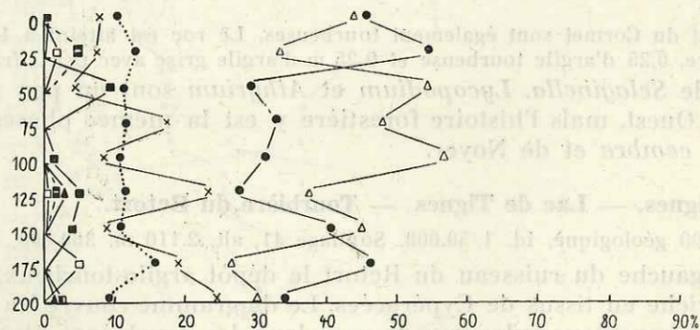


FIG. 8. — Diagramme pollinique de la tourbière du Col de la Croix de Fer I.

Le sédiment hypno-caricié s'est formé durant la phase de l'Épicéa. Dans ce diagramme, d'altitude élevée, le Pin acquiert une importance telle qu'il est dominant sur l'Épicéa entre 175 et 200 et de 0 à 25. *P. cembra* y contribue en moyenne pour 10 à 16%.

### Saint-Colomban-des-Villards. — Col de la Croix de Fer II.

Saint-Jean-de-Maurienne 1/80.000 géologique, id. 1/50.000. Sondage 46, alt. 2.161 m. 332-450, 902-50.

Au Sud et au-dessus des Chalets des Ribauds se situe un gisement tourbeux de pente où 130 cm de tourbe caricière recouvrent le socle rocheux.

Ce dépôt est plus ancien que celui du sondage précédent, car on reconnaît la partie terminale de la phase préboréale du Pin. Sa croissance s'est arrêtée avant le plein épanouissement de l'Épicéa. Les Pins ont la même importance qu'au sondage I; *P. cembra* y contribue pour des pourcentages compris entre 11,9 et 23,6%.

### Orelle. — Tourbière de Plan Py.

Saint-Jean-de-Maurienne 1/80.000 géologique, Modane 1/50.000. Sondage 47, alt. 2.190 m. 335-250, 931-700.

Le soubassement de ce gisement est constitué de schistes houillers de la zone du Briançonnais. A 0,50 m de tourbe hypno-caricière succède 1 m d'argile grise sableuse et micacée, légèrement tourbeuse avec fragments de schistes près du fond rocheux.

Ce dépôt date uniquement de la phase de l'Épicéa avec Noyer. De même qu'à la Croix de Fer I les Pins marquent une prépondérance momentanée.

### Lanslebourg. — Col du Mont Cenis — La Ramasse.

Bonneval 1/80.000 géologique, Lanslebourg 1/50.000. Sondage 48, alt. 2.040 m. 339-800, 957-900.

Le sondage a été effectué dans un pré marécageux au niveau du Refuge 20 et des Chalets de la Ramasse. Il n'a pu traverser que 25 cm de vase argileuse, sableuse et micacée.

Les Pins ne dépassent les pollens d'Épicéa que de quelques %, *P. cembra* est voisin de 6%.

### Bonneval. — Pré tourbeux au bord du glacier inférieur du Vallonet.

Bonneval 1/80.000 géologique, Lanslebourg 1/50.000. Sondage 49, alt. 2.220 m. 350-800, 970-400.

A environ 300 m du glacier inférieur du Vallonet le roc est recouvert d'un revêtement tourbeux hypno-caricié de faible épaisseur.

L'étude palynologique conduit à un résultat analogue à celui du Col de la Croix de Fer I et du Col du Mont Cenis.

En Maurienne nous arrivons donc dans une région dans laquelle les Pins ont joué un rôle plus important que dans la partie plus septentrionale du massif alpin, mais apparemment ils ne se détachent pas encore franchement des autres essences comme ce sera le cas dans les domaines plus méridionaux.

### Valmeinier. — Tourbière des Chenalettes.

Saint-Jean-de-Maurienne 1/80.000 géologique, Névache 1/50.000. Sondage 50, alt. 1.880 m. 325-700, 927-100.

Entre les Chalets des Chenalettes et ceux du Plan de la Losa il y a deux lambeaux tourbeux; le substratum rocheux se rencontre à 1,40 m sous 95 cm de tourbe et 45 cm d'argile grise sableuse. Les tissus de Cypéracées se trouvent à tous les niveaux.

L'histoire forestière prend un aspect particulier: les Pins restent dominants pendant toutes les phases. Le diagramme permet de distinguer la phase VI — Pin - Sapin où le Hêtre, le Chêne et l'Épicéa sont à peine représentés, puis la phase VII — Pin - Épicéa au cours de laquelle le Sapin passe au rang d'essence subordonnée avec l'Aulne, le Chêne, le Coudrier et le Noyer. *P. cembra* contribue faiblement à assurer la prédominance des Pins.

### Valmeinier. — Tourbière des Barmettes.

Saint-Jean-de-Maurienne 1/80.000 géologique, Névache 1/50.000. Sondage 51, alt. 2.190 m. 322-500, 928-500. Fig. 9.

Entre les Chalets de la Sausse et ceux des Barmettes se situe une tourbière plus importante soumise à une exploitation locale; elle a livré de gros troncs de Conifères.

Le sondage, profond de 2,10 m, a atteint le roc après avoir traversé 2 m de tourbe hypno-caricière avec *Eriophorum* et *Phragmites*, puis 0,10 d'argile grise.

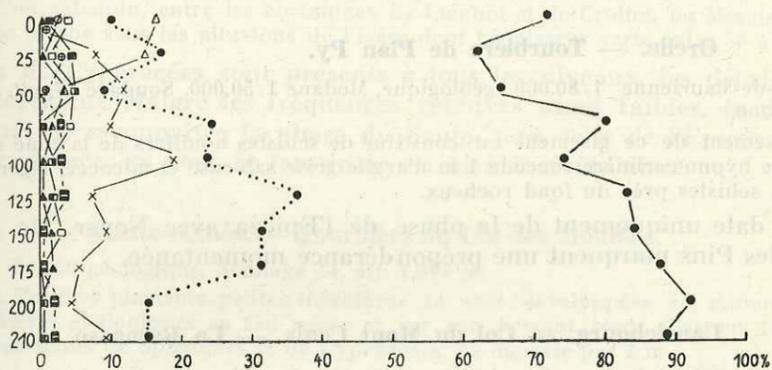


FIG. 9. — Diagramme pollinique de la tourbière des Barmettes.

L'histoire paléosilvatique est du même type que celle des Chenalettes, mais *P. cembra* joue un rôle plus important dans la partie ancienne de la phase du Pin-Sapin.

### Valmeinier. — Tourbière des Angelières.

Saint-Jean-de-Maurienne 1/80.000 géologique, Névache 1/50.000. Sondage 52, alt. 2.310 m. 322-400, 929-250.

Cette tourbière, sise dans la vallée du torrent des Culées, a une grande extension. 140 cm de tourbe caricière, avec tissus de Sphaignes à la majorité des niveaux, recouvrent le roc.

Le diagramme montre qu'elle a commencé à se former à la fin de la phase V — Pin - Chênaie mixte et que sa croissance s'est poursuivie jusqu'à l'époque actuelle.

### Valloire. — Tourbière de La Soie.

Saint-Jean-de-Maurienne 1/80.000 géologique, La Grave 1/50.000. Sondage 53, alt. 2.110 m. 325-500, 923-700.

Au lieu-dit «La Soie» s'est développée une vaste tourbière d'épaisseur variable et de continuité imparfaite. Le gisement principal est celui qui se trouve au N-NE et au-dessus des Chalets de la Turra. Le sondage a touché le roc à 3 m après avoir traversé une tourbe hypno-caricière entre 0 et 2,50 puis une argile grise contenant également des tissus d'*Hypnum* et de Cypéracées.

L'histoire forestière est plus complète que dans les autres tourbières de cette région, car elle débute à l'extrême fin de la phase I — *Artemisia* - Graminées; parmi les arbres, les Pins sont dominants sur le Bouleau, mais bientôt on passe à la phase II débutant avec la poussée du Bouleau suivie par le règne des Pins qui se continue jusqu'en surface. Une légère régression des Pins à 25 correspond au plus fort épanouissement du Sapin. *P. cembra*, présent depuis la base, devient plus important dans le tiers supérieur. En surface, on note la présence du Mélèze.

### Valloire. — Tourbière des Granges de Selles.

Saint-Jean-de-Maurienne 1/80.000 géologique, La Grave 1/50.000. Sondage 54, alt. 2.020 m. 322-800, 924-150.

A 50 m du ruisseau de la Neuvachette se situe une tourbière dans laquelle 1,75 m de tourbe caricière surmontent 0,25 m d'argile gris-foncé.

Le diagramme est analogue à celui des Barmettes, mais *P. cembra* ne dépasse pas 10,6%.

### Lans-en-Vercors. — Le Bouilly.

Vizille 1/80.000 géologique. Sondage 55, alt. 988 m.

Dans les champs qui entourent les maisons du hameau de Bouilly, un canal d'écoulement montre des troncs d'arbres et de grosses souches prises dans la masse tourbeuse aux profondeurs dépassant 25 cm. Un sable tourbeux avec tissus de Cypéracées et débris ligneux surmonte les graviers sur une épaisseur de 85 cm.

Bien que la latitude du Plateau de Lans soit sensiblement la même que celle des régions de Valloire et de Valmeinier, nous nous retrouvons dans le domaine paléosilvatique septentrional puisque les Pins jouent le rôle d'une essence subordonnée durant les phases du Sapin et de l'Épicéa.

### Villard-de-Lans. — Tourbière des Geymonds.

Vizille 1/80.000 géologique. Sondage 56, alt. 960 m.

Entre la Bourne et la route N 531 de Grenoble à Villard-de-Lans, une tourbière s'est développée au Sud des Geymonds. Sur toute son épaisseur qui atteint 1,80 m, le sédiment sablo-tourbeux est riche en tissus de Cypéracées.

Le début de sa formation date de la phase préboréale du Pin, ensuite ce dernier régresse fortement pour céder sa place au Sapin bientôt remplacé par l'Épicéa.

Dans ce sondage ainsi que dans celui du Bouilly, les pollens de Pin ne dépassent pas 68,75  $\mu$ ; *P. cembra* n'a donc pas contribué à la formation de ces dépôts.

### Vaulnaveys-le-Haut. — Tourbière du Lac Luitel.

Vizille 1/80.000 géologique. Sondage 57, alt. 1.225 m.

Le Col du Luitel peut être considéré comme étant la limite Sud de la Forêt domaniale de Prémol qui s'étend sur les terrains cristallophylliens de Belledonne.

En aval du plateau principal du col on atteint à gauche de la route forestière un petit lac dont la surface est réduite à la moitié de ce qu'elle représentait primitivement et où la tourbification continue activement.

Le sondage a traversé 2,50 m de tourbe; il a été pratiqué assez près du bord de la tourbière, car nous avons constaté que près du bord libre de l'eau, où l'épaisseur de tourbe est plus grande, les parties inférieures ne correspondent qu'aux niveaux voisins de la surface dans le sondage cité ici. Sur toute la hauteur les tissus de Sphaignes sont accompagnés de restes de Cypéracées et de vaisseaux scalariformes de Fougères.

L'histoire paléosilvatique est celle qui caractérise le domaine septentrional. La phase V — Coudrier - Chênaie mixte est présente dans sa partie terminale; au cours de la phase VI la poussée du Sapin est suivie par celle du Hêtre qui régresse lors de la phase de l'Épicéa, cette dernière se termine par la recrudescence du Pin.

### Vaulnaveys-le-Haut. — Tourbière du Col Luitel.

Vizille 1/80.000 géologique. Sondage 58, alt. 1.235 m. Fig. 10.

Au Col du Luitel 2,40 m de tourbe reposent sur 0,53 m d'argile gris-foncé sableuse et micacée. La formation est de type mixte: tissus de Cypéracées à la base, tissus de Sphaignes et d'*Eriophorum* au-dessus de 175.

Le diagramme est semblable à celui du lac, mais ici la phase V est mieux représentée. La tourbification s'est arrêtée à la fin de la phase VI au cours de laquelle le Sapin est toujours resté prédominant sur le Hêtre.

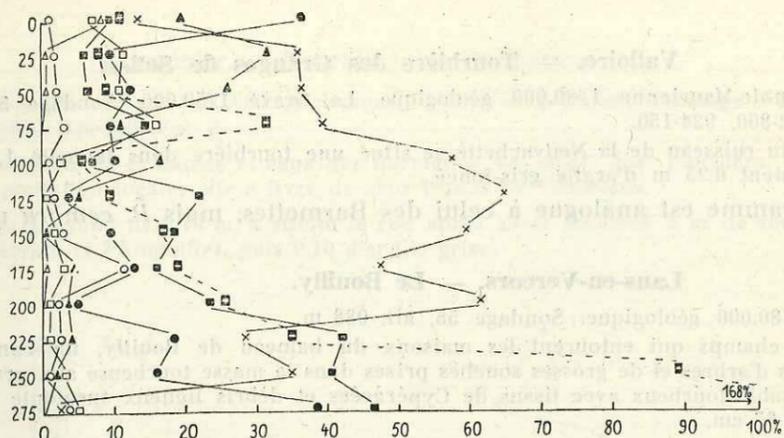


FIG. 10. — Diagramme pollinique de la tourbière du Col Luitel.

**Huez-en-Oisans. — Alpe d'Huez — Tourbière Sous les Jeux.**

Briançon 1/80.000 géologique. Sondage 59, alt. vers 1.850 m. Fig. 11.

Dans le Massif des Grandes Rousses plusieurs tourbières se sont développées sur les moraines couvrant les plateaux de l'Alpe d'Huez.

La plus importante est celle du lieu-dit «Sous les Jeux» à l'Est du chemin de l'Alpe à Oz, dans la vallée du Rif. Elle a livré des troncs de Sapin. Le sondage a atteint le fond rocheux à 2,80 m après avoir traversé 2,25 de tourbe caricière puis 0,55 m de vase tourbeuse.

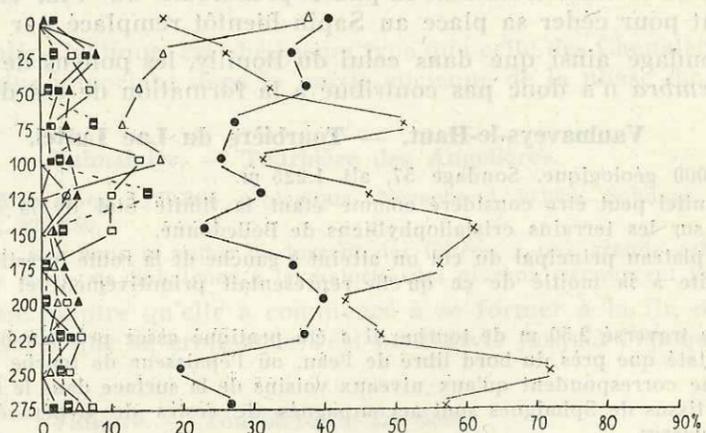


FIG. 11. — Diagramme pollinique de la tourbière de l'Alpe d'Huez - Sous les Jeux.

Le diagramme est intermédiaire entre ceux qui caractérisent le domaine septentrional et ceux du domaine méridional: les pourcentages des Pins restent inférieurs à ceux du Sapin pendant la majeure partie de la phase VI — Sapin. La phase VII — Pin - Epicéa est très réduite, *P. cembra* ne dépasse généralement pas 5%.

**Huez-en-Oisans. — Alpe d'Huez — Tourbière du Plateau des Vorses.**

Briançon 1/80.000 géologique. Sondage 60, alt. vers 1.835 m.

Au SE du ruisseau de Tombelle, face à la Grange Giraud, s'étend un replat avec de nombreux lambeaux tourbeux. L'épaisseur de tourbe caricière est inférieure ou égale à 1 m. Le diagramme correspond à la partie supérieure de celui du sondage précédent.

**Besse. — Sources du Rif Tord — La Cabanotte.**

Briançon 1/80.000 géologique, La Grave 1/50.000. Sondage 61, alt. 2.280 m. 317-150, 906-650.

Le Rif Tord, tributaire de la Romanche, prend sa source au pied de la Côte Allamelle dans une prairie tourbeuse qui s'est développée sur du Lias schisteux. Le sédiment argilo-tourbeux, épais de 80 cm., est hypno-caricier.

L'histoire forestière comprend la partie terminale de la phase du Pin - Sapin, suivie de celle du Pin - Epicéa avec un peu de Mélèze en surface. *P. cembra* n'acquiert pas plus d'importance qu'à l'Alpe d'Huez.

**Valloire. — Tourbière des Granges du Galibier.**

Briançon 1/80.000 géologique, La Grave 1/50.000. Sondage 62, alt. 2.300 m. 316-700, 921-400.

Le sondage, profond de 2 m, montre une alternance de lits de tourbe caricière et d'argile tourbeuse. Le diagramme est franchement du type méridional, il est analogue à celui des Barmettes.

**Valloire. — Tourbière près du Col du Galibier.**

Briançon 1/80.000 géologique, La Grave 1/50.000. Sondage 63, alt. 2.460 m. 515-700, 920-850.

En descendant le versant savoyard par la route des Grandes Alpes (N 202), on rencontre un pré tourbeux dont le profil et le diagramme sont semblables à ceux des Granges du Galibier.

**Valloire. — Tourbière du Lac des Cerces.**

Briançon 1/80.000 géologique, La Grave 1/50.000. Sondage 64, alt. 2.413 m. 316-100, 925-450.

Sur des dépôts glaciaires se sont développées plusieurs tourbières dont l'épaisseur augmente au fur et à mesure que l'on se rapproche des bords du Lac des Cerces: de 1,30 m elle passe à 2,25 m.

L'étude palynologique de cette tourbe caricière montre l'existence des phases Pin - Sapin et Pin - Epicéa, pendant lesquelles *P. cembra* contribue à peu près pour un tiers à la prédominance des Pins.

**Le Monétier-les-Bains. — Tourbière du Grand Lac de la Ponsonnière.**

Briançon 1/80.000 géologique, La Grave 1/50.000. Sondage 65, alt. 2.340 m. 313-300, 925-700.

En descendant du Col de la Ponsonnière vers le Grand Lac de la Ponsonnière, on rencontre deux gisements tourbeux: à 2.380 m et 2.340 m; dans chacun la sonde a touché le socle rocheux à 1,80 m après avoir traversé plusieurs lits alternativement tourbeux et argileux, mais également riches en tissus de Cypéracées.

Comme tous les dépôts tourbeux de cette région, ceux du Grand Lac de la Ponsonnière ont commencé à se développer pendant la phase VI qui est suivie de la phase VII avec présence du Noyer en surface. *P. cembra* a la même importance qu'au Lac des Cerces.

**Le Monétier-les-Bains. — Pré tourbeux de La Madeleine.**

Briançon 1/80.000 géologique, La Grave 1/50.000. Sondage 66, alt. 1.800 m. 311-850, 922-900.

Dans les prés de la vallée de la Guisane l'épaisseur du revêtement tourbeux hypno-caricier varie entre 40 et 75 cm, par l'intermédiaire de 15 à 20 cm d'argile sableuse il repose sur un fond de graviers.

Sa formation a débuté pendant la phase du Pin - Epicéa. Le Noyer est représenté dès la base; 13,5% de Mélèze en surface ne sont qu'un assez faible reflet des forêts que constitue cette essence dans la région du Monétier-les-Bains.

### Pierre-Châtel. — Tourbière des Grandes Sagnes.

Vizille 1/80.000 géologique, La Mure 1/50.000. Sondage 67, alt. 940 m. 303-350, 872-000.

Les Grandes Sagnes s'étendent au Sud de la ligne de séparation entre les bassins de la Romanche et du Drac. 40 cm d'argile grise micacée surmontés de 40 cm de tourbe brune fibreuse recouvrent le fond caillouteux des moraines würmiennes du glacier de la Romanche.

Les tissus de Cypéracées et d'*Hypnum* sont très courants à tous les niveaux.

Bien que peu épaisse, cette tourbe est très ancienne puisque nous y trouvons la phase IIa — Bouleau - Pin avec les PNS de la phase I: *Artemisia*, *Helianthemum*, Graminées ainsi que *Hippophae rhamnoides*. Pendant la phase IIb — Pin, les pollens sont de type *silvestris*, le Bouleau devient essence subordonnée. La croissance de la tourbière s'est arrêtée à ce stade.

### Pierre-Châtel. — Tourbière de la Ferme du Lac.

Vizille 1/80.000 géologique, La Mure 1/50.000. Sondage 68, alt. 931 m. 301-850, 871-450. Fig. 12.

Sur la rive droite de l'émissaire du Lac de Pierre-Châtel s'étend une tourbière contenant 2,10 m de tourbe caricière.

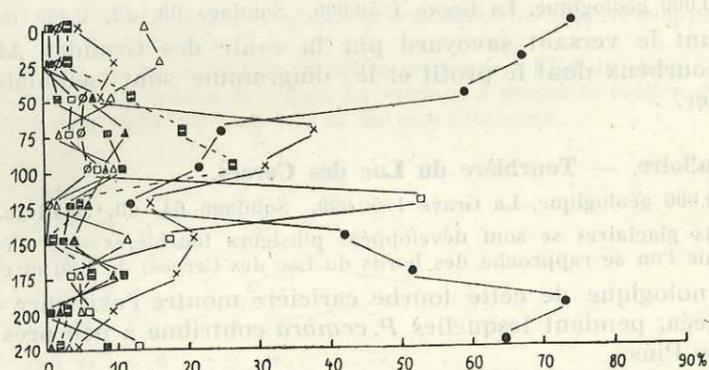


FIG. 12. — Diagramme pollinique de la tourbière de la Ferme du Lac — Pierre-Châtel.

L'étude palynologique révèle une histoire plus récente que celle que nous a livrée le sondage des Grandes Sagnes, puisqu'elle ne débute qu'à la phase du Pin - Sapin. La prédominance du Pin est interrompue par une poussée d'Aulne à 125, pendant et surtout après laquelle le Sapin dépasse le Pin. A la phase suivante le Pin reprend sa place d'essence principale tandis que l'Epicéa atteint jusqu'à 17%. Le Noyer apparaît pendant la phase VI, c'est-à-dire relativement plus tôt qu'ailleurs où on ne le connaît que depuis le début de la phase du Pin - Epicéa.

### La Mure. — Marais de l'Etang de la Centrale électrique.

Vizille 1/80.000 géologique, La Mure 1/50.000. Sondage 69, alt. 886 m. 298-400, 871-400.

Le sondage, pratiqué dans la partie centrale du marais, entre la route N 85 et la Cité ouvrière, a traversé 75 cm de tourbe hypno-caricière devenant argileuse entre 75 et 85 et passant finalement à une argile bleue.

Ce dépôt s'est formé pendant la phase du Pin - Sapin durant laquelle le Noyer est déjà représenté comme à Pierre-Châtel.

Dans les sondages du Plateau de la Matésine, je n'ai pas relevé la présence de *P. cembra*, fait qui doit être lié à l'altitude très moyenne de cette région.

### Venosc. — Alpe de Venosc — Tourbière du Plan.

Briançon 1/80.000 géologique, La Grave 1/50.000. Sondage 70, alt. 1.644 m. 307-300, 898-300. Fig. 13.

Une tourbière s'est développée au centre même de l'Alpe de Venosc, elle a livré des troncs de Conifères montrant qu'à une époque relativement récente les forêts montaient là plus haut qu'aujourd'hui.

Épaisse de 3 m, la tourbe caricière est interrompue par un lit d'argile tourbeuse entre 0,80 et 0,90 m; de 3 à 3,50 m elle fait place à une argile gris-bleu contenant des fragments de schistes.

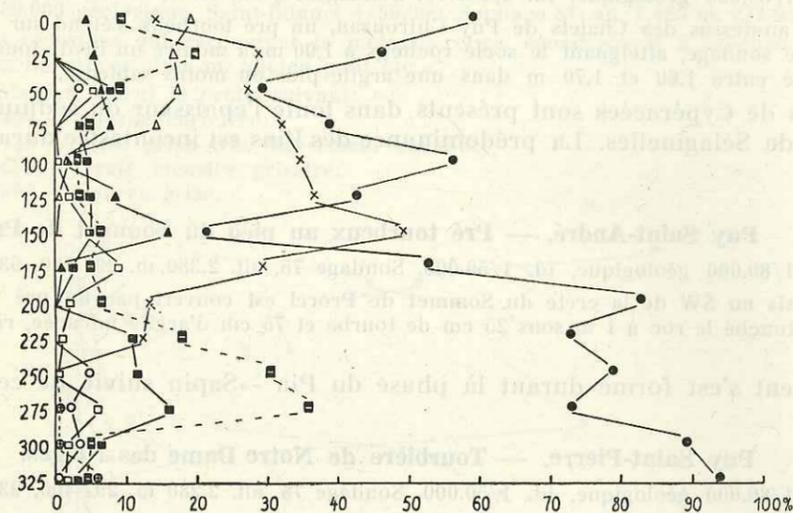


FIG. 13. — Diagramme pollinique de la tourbière de l'Alpe de Venosc - Le Plan.

L'histoire paléosilvatique débute à la fin de la phase préboréale du Pin et se poursuit par la phase V où la Chênaie mixte est composée avant tout de Chêne et pour une moindre part de Tilleul et d'Orme. Au cours de la phase suivante la prédominance du Sapin n'est que de courte durée.

### Mont-de-Lans. — Tourbière du Lac du Plan I.

Briançon 1/80.000 géologique, La Grave 1/50.000. Sondage 71, alt. 2.280 m. 307-700, 901-200.

La sonde a traversé 1 m de tourbe hypno-caricière reposant sur 0,75 m de vase tourbeuse et 0,25 m d'argile gris-bleu.

Le diagramme montre la succession typique du faciès méridional depuis la phase préboréale du Pin à celle du Pin - Epicéa avec Noyer et Plantain. Au cours de la phase du Pin - Sapin on relève une poussée brusque et importante du Bouleau probablement due à des conditions locales.

### Mont-de-Lans. — Tourbière du Lac du Plan II.

Briançon 1/80.000 géologique, La Grave 1/50.000. Sondage 72, alt. 2.310 m. 307-400, 901-300.

Dans ce gisement situé en amont du lac le roc est atteint sous 80 cm de sédiments argileux dans lesquels la rareté des tissus contraste avec les fréquences polliniques élevées. Le dépôt s'est formé pendant la phase du Pin - Sapin. Comme au sondage précédent *P. cembra* est voisin de 12%.

**Le Monétier-les-Bains. — Tourbière de Puy Freyssinet.**

Briançon 1/80.000 géologique, id. 1/50.000. Sondage 73, alt. 1.990 m. 305-900, 931-650.

Dans la tourbière qui se trouve derrière les chalets de Puy Freyssinet, le fond rocheux est touché à 1,40 m. La tourbe caricière s'est formée depuis la phase V jusqu'à la phase du Pin - Epicéa; *P. cembra* est décroissant vers la surface.

**La Salle. — Tourbière de Plaine Alpe.**

Briançon 1/80.000 géologique, id. 1/50.000. Sondage 74, alt. 1.900 m. 303-400, 935-250.

Au NE et au-dessus des Chalets de Puy Chirouzan, un pré tourbeux s'étend sur les deux rives de la Chirouze. Le sondage, atteignant le socle rocheux à 1,90 m, a montré un lit de tourbe noire compacte interstratifié entre 1,60 et 1,70 m dans une argile plus ou moins sableuse.

Les tissus de Cypéracées sont présents dans toute l'épaisseur du sédiment de même que les spores de Sélaginelles. La prédominance des Pins est incontestée durant les phases IV à VII.

**Puy Saint-André. — Pré tourbeux au pied du Sommet de Prorel.**

Briançon 1/80.000 géologique, id. 1/50.000. Sondage 75, alt. 2.380 m. 297-900, 934-650.

Le replat sis au SW de la crête du Sommet de Prorel est couvert par un pré tourbeux dans lequel la sonde a touché le roc à 1 m sous 25 cm de tourbe et 75 cm d'argile micacée, riches en tissus de Cypéracées.

Ce sédiment s'est formé durant la phase du Pin - Sapin suivie de celle du Pin - Epicéa.

**Puy Saint-Pierre. — Tourbière de Notre Dame des Neiges.**

Briançon 1/80.000 géologique, id. 1/50.000. Sondage 76, alt. 2.280 m. 297-400, 935-850.

Près de la chapelle de Notre Dame des Neiges, une zone marécageuse comprend 90 cm. de tourbe hypno-caricière et 60 cm d'argile calcaire grise. Le diagramme reste cantonné dans la phase du Pin - Sapin.

**Montgenèvre. — Prés du Gondran — Sources de la Durance.**

Briançon 1/80.000 géologique, id. 1/50.000. Sondage 77, alt. 2.200 à 2.310 m. 298-800, 945-800; 297-600, 946-300.

La Durance naît dans un cirque ouvert au Nord; c'est un plateau de pâturages tourbeux où le roc est atteint entre 1 m et 1,52 m sous une tourbe caricière riche en spores de Sélaginelles; elle s'est déposée au cours de la phase du Pin - Sapin.

**Cervièrès. — Le Bourget — Les Hugous.**

Briançon 1/80.000 géologique, id. 1/50.000. Sondage 78, alt. 1.860 m. 295-700, 949-200.

Entre les hameaux de Lachau et du Bourget, la vallée de la Cerveyrette s'élargit considérablement. Cette cuvette contient des dépôts argileux très pauvres en pollens. La partie du diagramme que j'ai pu établir montre qu'ils se sont accumulés pendant la phase du Pin - Sapin.

**Villar-Saint-Pancrace. — Chalets de la Taure.**

Briançon 1/80.000 géologique, id. 1/50.000. Sondage 79, alt. 2.180 m. 289-300, 941-900.

Sur le replat situé au-dessus des Chalets de la Taure s'étend un pré tourbeux; le roc se trouve à 30 cm sous une tourbe brun-noirâtre compacte. Le trait particulier des niveaux étudiés est l'augmentation des pourcentages de *P. cembra*, plus élevés que dans ceux des régions plus septentrionales.

**Villar-Saint-Pancrace. — Tourbière des Chalets de vers le Col des Ayes.**

Briançon 1/80.000 géologique, Guillestre 1/50.000. Sondage 80, alt. 2.280 m. 288-700, 943-400.

Sur les dépôts glaciaires du versant Ouest de la vallée du torrent des Ayes la tourbe caricière, épaisse de 0,92 m, passe à une argile grise sableuse; le fond rocheux est atteint à 1 m.

La phase du Pin - Sapin est seule vraiment représentée, car les 2,8% d'Epicéa en surface ne servent que d'introduction à la phase VII. *P. cembra* a presque la même importance qu'aux Chalets de la Taure.

**Saint-Etienne-en-Dévoluy. — Tourbière des Forest.**

Die 1/80.000 géologique, Saint-Bonnet 1/50.000. Sondage 81, alt. 1.460 m. 271-950, 882-175. Fig. 14.

Sur les moraines qui recouvrent la molasse rouge, sensiblement à mi-chemin entre Agnières et le Bois de la Baume, se situe un ancien petit lac.

Le sondage a fourni le profil suivant:

- 0 à 400 — tourbe caricière;
- 400 à 425 — vase grise très légèrement calcaire;
- 425 à 485 — craie lacustre grisâtre;
- 485 à 500 — marne grise.

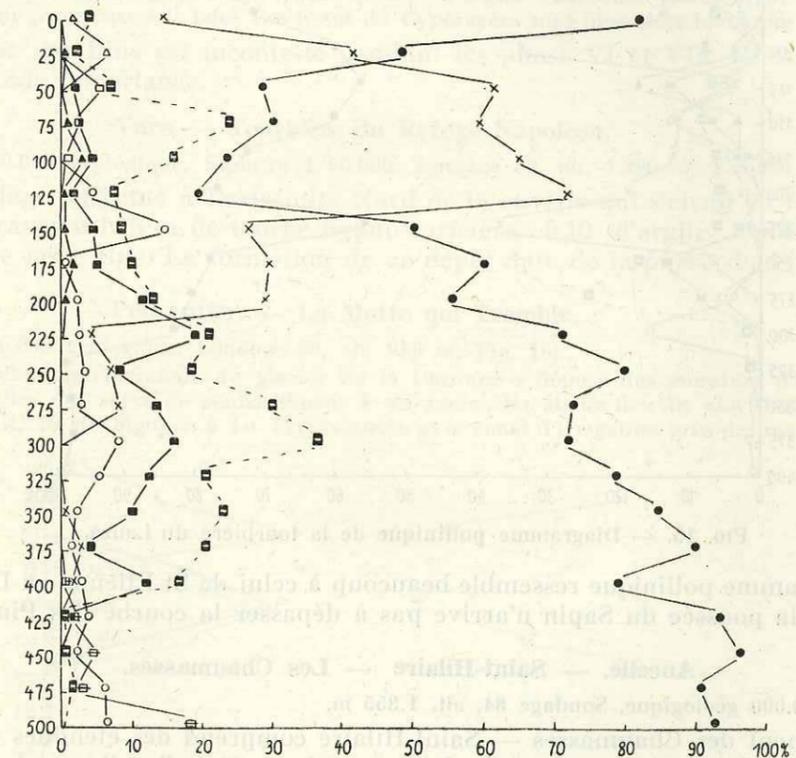


Fig. 14. — Diagramme pollinique de la tourbière des Forest.

Le diagramme est typique pour le domaine paléosilvatique méridional; il débute par la phase préboréale du Pin, les pourcentages décroissants d'*Artemisia* semblent même indiquer la partie terminale de la phase III. Pendant la phase suivante, c'est au Chêne que revient la première place dans la Chênaie mixte, le Tilleul se trouve à peu près à égalité avec lui à partir de 325. L'histoire forestière s'achève par la phase du Pin - Sapin. Le développement de la tourbière s'est arrêté à ce stade, car l'Epicéa, présent à partir de 25, ne prend aucune importance.

### Saint-Bonnet. — Lac d'Aullagnier.

Gap 1/80.000 géologique, Saint-Bonnet 1/50.000. Sondage 82, alt. 1.160 m. 270-300, 898-500.

Les trois niveaux prélevés dans le pré tourbeux au bord du Lac d'Aullagnier sont riches en tissus de Cypéracées. Ces dépôts datent de la phase du Pin - Epicéa avec de faibles pourcentages de tous les arbres y compris le Noyer.

### Saint-Léger-les-Mélèzes. — Tourbière du Lauza.

Gap 1/80.000 géologique, Orcières 1/50.000. Sondage 83, alt. 1.130 m. 268-550, 906-750. Fig. 15.

Au Nord de St-Léger, au «Lauza», se trouve comme l'indique le nom du lieu-dit, l'emplacement d'un ancien petit lac.

Le sondage a traversé la tourbe caricière entre 0 et 285, la craie lacustre de 285 à 375 et une marne grise fine jusqu'à 400.

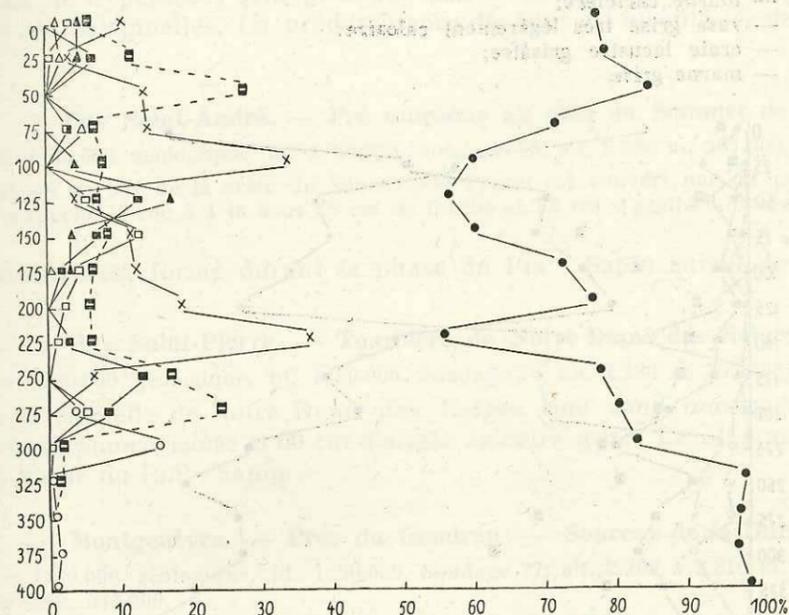


FIG. 15. — Diagramme pollinique de la tourbière du Lauza.

Le diagramme pollinique ressemble beaucoup à celui de St-Etienne-en-Dévoluy, mais à la phase VI la poussée du Sapin n'arrive pas à dépasser la courbe des Pins.

### Ancelle. — Saint-Hilaire — Les Chaumasses.

Gap 1/80.000 géologique. Sondage 84, alt. 1.355 m.

Le gisement des Chaumasses — Saint-Hilaire comprend des étendues marécageuses étroites qui bordent le torrent d'Ancelle. Il n'y a qu'un mètre d'argile tourbeuse mêlée de sables et de graviers qui date de la phase du Pin - Sapin.

### Forest-Saint-Julien. — Tourbière du Col de Manse.

Gap 1/80.000 géologique. Sondage 85, alt. 1.268 m.

Le canal d'irrigation de Gap passe sous le plateau du Col de Manse au versant Nord duquel s'étend une zone marécageuse d'une vingtaine d'hectares avec des poches irrégulières de tourbe. 1,50 m de sédiments argilo-tourbeux avec tissus de Cypéracées se sont formés pendant les phases VI et VII.

### Gap. — Tourbière du Col Bayard.

Gap 1/80.000 géologique. Sondage 86, alt. 1.246 m.

La route N 85 traverse la tourbière du Col Bayard bordée à l'Est par une forêt d'Epicéas. Epaisse de 2 m, la tourbe hypno-caricière est très sèche et devient pulvérulente à la partie supérieure; elle contient un lit d'argile brun-jaunâtre. Son développement s'est cantonné dans la phase du Pin - Sapin avec présence du Noyer.

### Risoul. — Serre Gonthier (ou Contier).

Gap 1/80.000 géologique, Embrun 1/50.000. Sondage 87, alt. 1.484 m. 268-500, 941-650.

Sur un replat près des chalets en ruines s'est développé un marais à Carex, Prêles et Linaigrettes dans la zone des forêts de Mélèzes. Le roc est atteint à 90 cm sous une argile calcaire hypno-caricière qui s'est déposée au cours des phases VI et VII.

### Vars. — Tourbière de Font Bonne.

Gap 1/80.000 géologique, Embrun 1/50.000. Sondage 88, alt. 1.940 m. 260-650, 945-350.

Au pied de la forêt de Mélèzes de Font-Bonne, dans une dépression sur le bord Ouest de la route, se voit un pré marécageux dans lequel 50 cm d'argile tourbeuse surmontent 60 cm d'argile sableuse devenant graveleuse à la base. Les tissus de Cypéracées sont plus abondants que ceux d'*Hypnum*.

Le règne des Pins est incontesté pendant les phases VI et VII; *P. cembra* acquiert une assez grande importance.

### Vars. — Tourbière du Refuge Napoléon.

Gap 1/80.000 géologique, Embrun 1/50.000. Sondage 89, alt. 1.990 m. 259-900, 945-950.

Le sondage, effectué à l'extrémité Nord de la cuvette qui s'étend en face du Refuge Napoléon, a traversé 1,75 m de tourbe hypno-caricière, 0,10 d'argile tourbeuse et enfin 0,15 m d'argile grise fine. La formation de ce dépôt date de la phase du Pin - Sapin.

### Pelleautier. — La Motte qui Tremble.

Gap 1/80.000 géologique. Sondage 90, alt. 980 m. Fig. 16.

La branche septentrionale du glacier de la Durance a déposé des moraines dans la région de Pelleautier où elles ont servi de soubassement à un ancien lac sis au lieu-dit «La Motte qui Tremble», entre la route GC 19 de Sigoyer à La Freyssinouse et le canal d'irrigation près des maisons de Guiche.

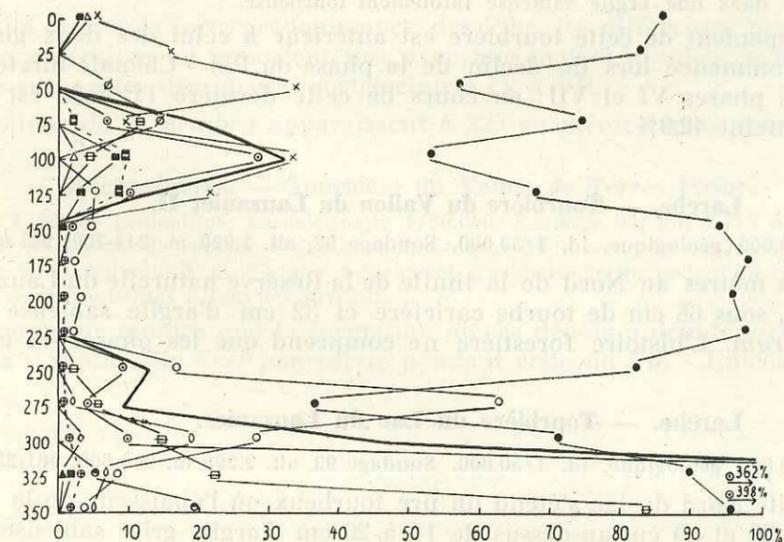


FIG. 16. — Diagramme pollinique de la Motte qui Tremble.

Le sondage, effectué dans la partie Est en bordure du chemin, a permis d'établir la coupe suivante:

- 0 à 15 — feutrage brun de racines et radicelles;
- 15 à 75 — argile grise avec radicelles;
- 75 à 100 — argile tourbeuse;
- 100 à 130 — tourbe brun-noirâtre;
- 130 à 140 — tourbe et craie lacustre;
- 140 à 300 — craie lacustre avec fragments de coquilles de Lamellibranches;
- 300 à 350 — craie lacustre argileuse.

Les tissus de Cypéracées, rares de la base à 125, deviennent ensuite très courants en même temps qu'apparaissent les lambeaux d'épiderme d'*Eriophorum* et les feuilles d'*Hypnum*.

Le diagramme pollinique est le plus complet du domaine méridional. Il débute par la phase I. Le petit sommet d'*Hippophae* à 300 annonce la phase IIa — Bouleau - Pin suivie des phases IIb à IV avec Pin prédominant. L'extension de la forêt est marquée par une augmentation brusque des fréquences relatives des PS; il semble que la légère diminution de ces dernières ainsi que l'accroissement des pourcentages des PNS à 250 correspondent à la phase III — Recul de la forêt, mise en évidence à Chirens. Il est probable qu'à Pelleautier l'abaissement de température au stade de retrait glaciaire ait été contrebalancé par la situation plus méridionale de ce gisement.

La phase V — Pin - Coudrier - Chênaie mixte ne se distingue pas nettement de la phase VI — Pin - Sapin suivie de la phase VII — Pin - Sapin - Noyer avec nouvelle extension des plantes herbacées. Le rôle effacé que joue l'*Epicéa* doit être en relation avec l'altitude très moyenne de Pelleautier. *P. cembra* n'acquiert pas plus d'importance que l'*Epicéa*.

#### Larche. — Tourbière du Vallon du Lauzanier I.

Larche 1/80.000 géologique, id. 1/50.000. Sondage 91, alt. 1.910 m. 245-850, 962-200.

Au Nord du Pont Rouge une tourbière s'est formée près de la source d'un affluent de droite du Lauzanier. Le sondage a atteint le fond caillouteux à 1,40 m, après avoir traversé 3 lits de tourbe caricière intercalés dans une argile sableuse faiblement tourbeuse.

Le développement de cette tourbière est antérieur à celui des deux gisements suivants, car il a commencé lors du déclin de la phase du Pin - Chênaie mixte - Coudrier, puis viennent les phases VI et VII; au cours de cette dernière l'*Epicéa* est bien représenté puisqu'il atteint 42,9%.

#### Larche. — Tourbière du Vallon du Lauzanier II.

Larche 1/80.000 géologique, id. 1/50.000. Sondage 92, alt. 1.920 m. 244-700, 961-950.

A quelques mètres au Nord de la limite de la Réserve naturelle du Lauzanier, le roc est touché à 1 m, sous 68 cm de tourbe caricière et 32 cm d'argile sableuse et calcaire riche en *Pediastrum*. L'histoire forestière ne comprend que les phases VI et VII.

#### Larche. — Tourbière du Lac du Lauzanier.

Larche 1/80.000 géologique, id. 1/50.000. Sondage 93, alt. 2.290 m. 240-600, 961-250.

A l'extrémité Nord du lac s'étend un pré tourbeux où l'épaisseur de la tourbe caricière varie entre 20 et 40 cm au-dessus de 10 à 20 cm d'argile grise sableuse et micacée. Le diagramme est voisin de celui de la tourbière précédente.

#### Jausiers. — Tourbière du Vallon de Clapouze.

Larche 1/80.000 géologique, Barcelonnette 1/50.000. Sondage 94, alt. 2.110 m. 241-500, 958-000. Fig. 17.

Au NE des Chalets du Piz, sur un replat interrompant les pentes gazonnées du versant occidental du Gerbier, se voit l'emplacement d'un ancien petit lac. Le sondage, profond de 4,50 m, a traversé la tourbe caricière de 0 à 2,25, puis la craie lacustre passant à une marne grise fine en dessous de 4 m.

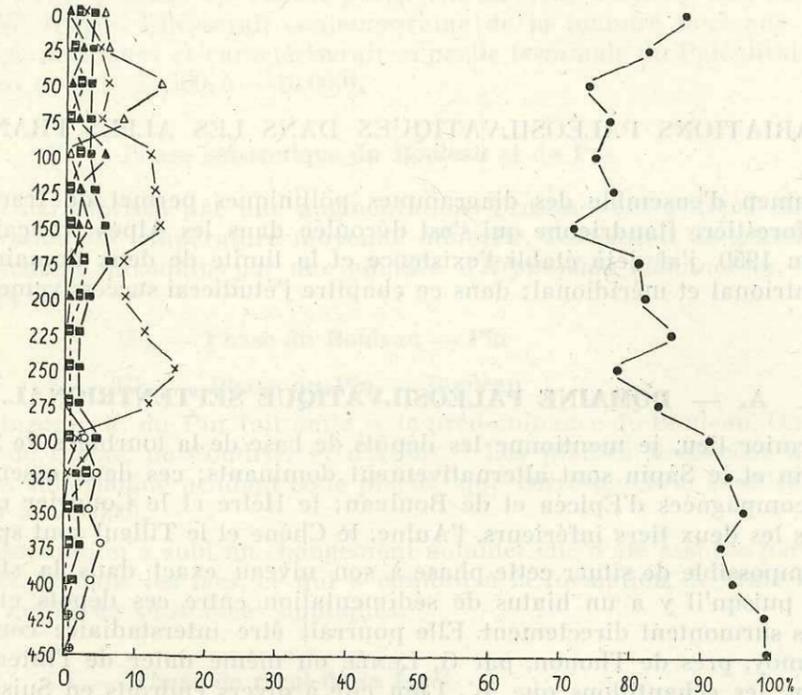


Fig. 17. — Diagramme pollinique de la tourbière du Vallon de Clapouze.

Par suite de la très forte prédominance des Pins, les différentes phases du développement de la paléosilve ne ressortent pas avec une netteté absolue; néanmoins on peut distinguer la succession des phases postglaciaires IV à VII.

Les pollens de *P. cembra* apparaissent à 225 en même temps que la tourbe.

#### Enchastrayes. — Tourbière du Vallon de Terres Pleines.

Larche 1/80.000 géologique, Barcelonnette 1/50.000. Sondage 95, alt. 2.115 m. 237-800, 952-000.

Au pied du bassin de réception des branches-mères du torrent de Terres Pleines, s'étend une zone tourbeuse dans laquelle 1 m d'argile sableuse et graveleuse recouvre le fond rocheux. Les racines de Cypéracées sont fréquentes à tous les niveaux.

Le diagramme montre que la formation de ces dépôts a débuté lors du déclin de la phase du Pin - Sapin; elle s'est poursuivie pendant celle du Pin - Epicéa.

## CHAPITRE IV

## LES VARIATIONS PALÉOSILVATIQUES DANS LES ALPES FRANÇAISES.

Un examen d'ensemble des diagrammes polliniques permet de tracer un tableau de l'histoire forestière flandrienne qui s'est déroulée dans les Alpes françaises. Dans une note parue en 1950, j'ai déjà établi l'existence et la limite de deux domaines paléosilvatiques: septentrional et méridional; dans ce chapitre j'étudierai successivement leurs caractéristiques.

## A. — DOMAINE PALÉOSILVATIQUE SEPTENTRIONAL.

En premier lieu, je mentionne les dépôts de base de la tourbière de Sommant dans lesquels le Pin et le Sapin sont alternativement dominants; ces deux essences sont régulièrement accompagnées d'Epicéa et de Bouleau; le Hêtre et le Coudrier ont une courbe continue dans les deux tiers inférieurs, l'Aulne, le Chêne et le Tilleul sont sporadiques.

Il est impossible de situer cette phase à son niveau exact dans la stratigraphie du Quaternaire, puisqu'il y a un hiatus de sédimentation entre ces dépôts et ceux du préboréal qui les surmontent directement. Elle pourrait être interstadienne comme la tourbe étudiée à Armoy, près de Thonon, par G. LEMÉE ou même dater de l'interglaciaire Riss-Würm comme les échantillons que W. LÜDI cite à divers endroits en Suisse.

À la base de la tourbière du Plateau des Glières, on est probablement en présence d'une phase analogue.

## 1° TARDIGLACIAIRE.

I. — Phase prairiale à *Artemisia* — *Helianthemum* — Graminées.

La phase la plus ancienne que j'ai reconnue dans le Tardiglaciaire est celle qui est caractérisée par la présence d'une formation prairiale à *Artemisia*, *Helianthemum*, Graminées, Chénopodiacées, Caryophyllacées et localement *Hippophae rhamnoides*. Les pourcentages de pollens non silvatiques sont très élevés par suite de la fréquence très faible des pollens silvatiques.

Après le retrait du glacier würmien, c'est cette végétation de «steppe sèche» qui a reconquis les étendues laissées libres par les glaces. Contrairement à d'autres régions, le Saule est assez rare dans les Alpes.

Cette phase se trouve à la base de quelques sondages seulement dans des dépôts marneux purement minéraux: Chirens, Poisy-Macully, St-Paul-Roseire d'Aval. Les quelques pollens de Pin et de Bouleau (probablement *Betula nana*) qu'on y décèle ont vraisemblablement été amenés de régions éloignées, mais ils peuvent aussi provenir, au moins partiellement, des abords plus immédiats des lacs dans lesquels ils se sont déposés.

La présence de 5%, respectivement 3,4% d'Epicéa à la base des deux tourbières les plus occidentales avant le plus fort épanouissement de l'*Artemisia*, ainsi que les 2,5% de Sapin trouvés à Saint-Paul, posent le problème des refuges de ces essences durant la glaciation würmienne.

Par comparaison avec des régions où cette phase a été datée par différents auteurs, j'arrive à la conclusion qu'elle correspond au stade de Bühl de A. PENCK et E. BRÜCKNER, qui est l'équivalent du stade de Vizille, postérieur au stade d'Eybens de P. LORY et au Néowürmien de W. KILIAN. Elle serait contemporaine de la toundra ancienne à *Dryas octopetala* des pays nordiques et caractériserait la partie terminale du Paléolithique supérieur: le Magdalénien (vers —11.500 à —10.000).

## II. — Phase subarctique du Bouleau et du Pin.

Elle est caractérisée par une augmentation brusque des pollens silvatiques. Par suite de l'élévation de température moyenne annuelle, l'extension de grandes forêts a pu se faire; localement introduite par une poussée d'*Hippophae rhamnoides*, elle a eu lieu en deux étapes:

## IIa. — Phase du Bouleau — Pin

## IIb. — Phase du Pin — Bouleau

car le règne incontesté du Pin fait suite à la prédominance du Bouleau. On note quelques rares pollens de Chêne, de Coudrier et d'Aulne. Les plantes herbacées ne jouent plus qu'un rôle très subordonné pendant cette phase, qui correspond à l'oscillation d'Alleröd (vers —10.000 à —9.000).

La sédimentation a subi un changement notable: elle a été assurée par les nombreux organismes vivant dans les lacs, ce qui a conduit à la formation de craie lacustre contenant plus ou moins de substances humiques.

## III. — Phase de recul de la forêt

liée à un nouveau développement des formations prairiales à *Artemisia* et Graminées.

Elle est marquée par une diminution des fréquences polliniques des Pins et du Bouleau. La forêt n'a probablement pas disparu, elle a simplement dû être un peu moins dense pendant cette période contemporaine du stade de Gschnitz et de la toundra récente à *Dryas* nordique (vers —9.000 à —8.500).

Les phases II et III, à climat subarctique, se rapportent au Mésolithique, industries d'Ahrensburg et de Lyngby.

L'existence de ces trois phases qui sont un reflet de changements réels survenus dans le climat du Tardiglaciaire confirme qu'à la fin du Würm des Alpes françaises, tout comme en d'autres points du massif alpin, il y eut plusieurs stades de réavancée glaciaire séparés par des retraits notables.

## 2° POSTGLACIAIRE.

Les dépôts qui nous renseignent sur l'histoire forestière postglaciaire sont beaucoup plus nombreux que ceux qui existaient déjà à l'époque glaciaire tardive.

C'est de cette phase que date en particulier le début de la formation des tourbières situées vers 1.400 m. Les conditions telles qu'elles existent à Sommant permettent de supposer une protection de ces gisements élevés par des neiges ou de la glace morte, dispa-

rues peu avant la fin du préboréal. Ainsi s'expliquerait l'absence des phases I à III aux altitudes élevées.

L'abaissement de la température moyenne durant la phase III n'a pas été assez long ni assez important pour provoquer la disparition complète de la forêt de Pins et ramener un nouveau cycle débutant par une prédominance du Bouleau. On note uniquement une poussée de cet arbre après le déclin de l'*Artemisia*.

En quelques endroits le Sapin et l'Epicéa font des apparitions sporadiques à divers moments, le plus communément à l'époque où le Coudrier, l'Orme et le Chêne entrent dans le domaine de la Pinède, peu avant son déclin.

Nous sommes en période climatique préboréale, sensiblement contemporaine de la civilisation azilienne (vers —8.500 à —6.500).

Il convient de s'arrêter ici à la discrimination des espèces *Pinus silvestris* et *Pinus montana*, sur laquelle de nombreux auteurs se sont déjà penchés. Mes observations personnelles ont montré que dans les dépôts marneux et dans la craie lacustre les pollens ont uniformément la taille que l'on avait tendance à attribuer au type *silvestris*. Ce n'est que dans la tourbe, dont la formation n'a pas commencé partout à la même époque, que j'ai noté de légères variations sans qu'il soit possible de faire la distinction entre les pollens des deux espèces par une étude statistique. Il est probable qu'elles ont colonisé le massif alpin à des altitudes différentes, mais on ne peut pas préciser les limites de leur extension relative.

#### V. — Phase du Coudrier et de la Chênaie mixte.

L'étude de cette période conduit à y distinguer trois subdivisions, dont les deux premières ne sont pas toujours nettement séparées.

##### Va. — Phase du Pin — Coudrier.

Elle est caractérisée par le développement rapide du Coudrier, suivi bientôt par la croissance plus lente de l'Orme et du Chêne à laquelle correspond la régression des Pins.

La poussée du Coudrier l'amène à dépasser largement 100% des pollens d'arbres. Le Bouleau est encore présent, mais sa courbe est discontinue; l'Aulne fait son apparition.

Cette phase boréale peut être contemporaine du Mésolithique terminal: industrie tardenoisienne (vers —6.500 à —5.500).

##### Vb. — Phase du Coudrier — Chênaie mixte.

Elle est très nette quand les Pins ont complètement régressé, ce que nous montrent les sondages dans la craie lacustre aux altitudes voisines de 500 m. Les fluctuations de ses composants y sont aussi plus nettement exprimées.

L'Orme occupe la première place pendant une durée plus ou moins longue, il est suivi par le Chêne qui ne le dépasse qu'après l'apparition du Tilleul.

Le Coudrier reste très important, peut-être par suite de l'essartage local de la forêt par l'Homme. Il atteint jusqu'à 334%, sa courbe est généralement marquée par deux sommets; quelquefois par une seule poussée.

Au-dessus de 800 m les Pins se maintiennent et masquent la Chênaie où l'Orme acquiert une importance moindre qu'en plaine.

Le Bouleau continue à jouer le même rôle qu'à la phase précédente. Une nouvelle fois, le Sapin peut faire des apparitions sporadiques ou même devenir une essence régulièrement représentée, dont le rôle reste pourtant subordonné. Le Hêtre et surtout l'Epicéa ne se manifestent que par de rares pollens; par contre l'Aulne peut atteindre une certaine importance au-dessus de 800 m (en moyenne 15 à 20%, maximum: 38%).

#### Vc. — Phase de la Chênaie mixte — Coudrier.

La courbe du Coudrier passe au-dessous de celle de la Chênaie, cette période correspond au maximum du Tilleul, qui devient généralement prépondérant sur le Chêne, ce dernier dominant l'Orme. Le Sapin s'affirme de plus en plus; les autres essences continuent à vivre comme en Vb.

Le développement de la Chênaie mixte marque la phase climatique atlantique, humide et la plus chaude des temps postglaciaires (optimum de température du Flandrien moyen), durant le Néolithique (vers —5.500 à —2.500). Les neiges et les glaces ont dû fondre au maximum.

#### VI. — Phase du Sapin.

Elle est très nette partout, la Chênaie mixte cède assez brusquement devant le Sapin qui se détache de toutes les autres essences.

La courbe du Hêtre est loin d'être continue; quand il est présent, cet arbre joue un rôle effacé, parfois il croît de la base au sommet. Ce n'est qu'à Sainte-Hélène, au Grand-Lemps, à Chirens et au Luitel qu'il arrive à dépasser le Sapin. Parmi ces quatre gisements de la région grenobloise trois sont situés à basse altitude; les tourbières de Chirens et du Grand-Lemps sont largement soumises à l'influence de l'avant-pays molassique, d'où le vent a dû apporter en plus grandes quantités les pollens de feuillus. A Sainte-Hélène, le Hêtre doit provenir des pentes boisées du Massif de la Chartreuse. Seule la tourbe du Lac Luitel est constituée de tissus de Sphaignes, tandis que les trois autres sont des tourbes de bas-marais.

A la tourbière de Sainte-Agnès — Col des Mouilles, qui se trouve à l'intérieur du périmètre défini par les quatre gisements précédents, le Hêtre croissant n'atteint pas cette prédominance et à Crolles il est absent, ce qui montre qu'on ne peut pas se baser sur cette essence pour délimiter des zones de faciès dans les Alpes.

Il y a lieu de mentionner les Pins qui ont tendance à se maintenir entre 15 et 30%; l'influence de l'altitude plus élevée sur leurs pourcentages est cependant moins nette qu'à la phase V. Aux espèces *P. silvestris* et *P. montana* on voit s'adjoindre *P. cembra*; on le trouve dans la partie méridionale du domaine jusqu'en Tarentaise où les tourbières étudiées sont situées au-dessus de 2.000 m; plus au Nord il est normal que ses pollens soient plus rares, car les tourbes analysées se sont formées à des altitudes inférieures à 1.400 m ou ne les dépassant que faiblement.

Il était probablement déjà représenté à la phase précédente, car on en connaît une graine à la station néolithique du Port à Annecy. Au Lac Léman, Lüdi signale qu'il a été introduit à la phase préboréale du Pin. *P. cembra* croît dans des conditions de climat qui ne sont réalisées actuellement qu'en haute montagne ou exceptionnellement à des altitudes moyennes sur des versants abrités du soleil.

A la base de cette phase l'Aulne marque souvent une poussée importante; elle est la plus forte au-dessous de 650 m où il arrive même à rester dominant jusqu'au sommet parce qu'il s'est installé sur la tourbière et s'y est maintenu par la suite (Aigubelle — Le Vivier et au Roc de Chère) en vivant alors avec le Coudrier et les feuillus: Orme et Chêne d'abord, puis Hêtre.

Au début de la phase du Sapin, la Chênaie, et plus particulièrement le Tilleul, a décrit une poussée bien marquée dans la région de Taninges et à Saint-Paul Roseire d'Aval. Elle a été accompagnée ou suivie d'un sommet du Coudrier, qui peut d'ailleurs exister seul; parfois il est à peu près contemporain d'une augmentation du Hêtre.

L'Epicéa demeure constamment discret, ne dépassant qu'exceptionnellement 10%. Le Bouleau est rare, le Frêne et le Charme ne connaissent que des présences sporadiques.

Les Fougères, largement développées dès la fin de la Chênaie, se maintiennent en bonne position durant l'âge du Sapin, comme le montrent les nombreuses spores de type *Athyrium* et de type *Dryopteris* jusqu'à 1.000 à 1.200 m. Aux altitudes voisines de 2.000 m *Selaginella selaginoides* était nettement représentée dans la végétation.

La phase du Sapin correspond à la période subboréale, encore assez chaude et peut-être aussi à une partie de la période subatlantique plus froide et plus humide, c'est-à-dire au Néolithique tardif, à l'Age du Bronze et probablement au début de l'Age du Fer, civilisation de Hallstatt (vers -2.500 à -500).

#### VII. — Phase de l'Epicéa.

Le remplacement du Sapin par l'Epicéa en tant que forme dominante est nette partout. Il a dû se faire de manière brusque. A l'influence de l'altitude déjà signalée à plusieurs reprises s'ajoutent les manifestations accrues de l'action humaine. Ainsi les différences deviennent encore plus nettes entre les deux faciès paléosilvatiques étagés l'un au-dessus de l'autre, le faciès supérieur étant représenté au delà de 800 m.

A première vue la lecture des parties terminales des diagrammes semble indiquer l'existence de deux zones qui se distinguent par le développement vertical de la prédominance de l'Epicéa. On pourrait penser que là encore il s'agit d'une différence apportée uniquement par l'altitude, de façon telle que dans la zone inférieure il n'est dominant qu'en surface et en subsurface, tandis que dans la zone supérieure il aurait acquis cette position depuis beaucoup plus longtemps. Cependant l'étude détaillée des diagrammes nous montre que cet état de choses se rencontre à tous les niveaux, aussi bien au-dessous de 1.000 m que vers 1.400 m. De plus la comparaison de trois gisements très voisins: Saint-Paul — Roseire d'Aval (890 m), Larringes — Vérossier-Haut (851 m) et Saint-Paul — Marais de Piollan (937 m) nous montre que dans le premier le Sapin est resté dominant jusqu'au voisinage de la surface tandis qu'à Larringes — Vérossier-Haut l'Epicéa l'a relégué au second plan depuis la profondeur de 1 m et qu'à Saint Paul — Marais de Piollan l'Epicéa a dominé depuis la base de la tourbière dont l'épaisseur est égale à 3 m. J'interprète ces différences comme provenant d'un arrêt de croissance des tourbières dans lesquelles le Sapin est encore dominant très près de la surface. En fait, actuellement certaines d'entre elles sont déjà transformées en prairies tandis que d'autres, bien que portant encore une végétation de tourbières, sont en train d'évoluer vers le stade prairie. Cette hypothèse est confirmée par les diagrammes du Luitel: au Col l'Epicéa reste inférieur au Sapin même au niveau 0; par contre à la tourbière du Lac encore en pleine activité, il domine le Sapin depuis 75. Cet arrêt de la tourbification pourrait être en rapport avec l'assèchement du climat dans la partie la plus récente du subatlantique.

La légère variation climatique au cours du subatlantique ne paraît guère être l'unique cause de la poussée soudaine de l'Epicéa. Cet envahissement de l'Epicéa a été interprété par A. ENGLER et Ph. GUINIER, comme étant le résultat des modifications apportées par l'Homme aux conditions de développement de la forêt spontanée.

#### FACIÈS DES ALTITUDES INFÉRIEURES A 800 m DURANT LA PHASE DE L'ÉPICÉA.

L'activité humaine qui a été déterminante dans l'extension de l'Epicéa aux dépens du Sapin, se manifeste encore d'une autre manière entre 200 et 500 m en général et jusque dans les régions voisines de 650 m autour des zones les plus anciennement habitées (Roc de Chère près d'Annecy). L'Epicéa n'est pas arrivé à s'étendre au maximum parce qu'une forêt diversifiée s'y est établie.

Dans cette zone, où l'Aulne et le Hêtre sont assez bien représentés, l'Homme a favorisé le Chêne et introduit le Noyer qui atteint jusqu'à 33%. De même, la présence du Châtaignier est un résultat de cette intervention, mais ses pollens sont assez rares dans les tourbes. Bouleau, Frêne et Charme sont des essences timidement représentées.

Le déboisement se traduit par une extension du Coudrier qui a également pu être favorisé comme arbre fruitier; l'augmentation des pollens non silvatiques: Graminées, Eriacées, Composées, Plantains est une preuve supplémentaire de la diminution des bois.

Presque partout cette phase de la forêt diversifiée est couronnée par une recrudescence des Pins.

#### FACIÈS DES ALTITUDES SUPÉRIEURES A 800 m DURANT LA PHASE DE L'ÉPICÉA.

Au-dessus de 800 m, là où le développement des tourbières a continué pendant la phase de l'Epicéa, le fond forestier est constitué par les arbres que nous connaissons dans la forêt diversifiée. Le Noyer y est représenté avec des pourcentages plus faibles qu'au voisinage des agglomérations. Le Châtaignier est rarissime. La poussée terminale des Pins est également très nette.

C'est pendant cette phase que j'ai noté la présence sporadique des pollens de Mélèze, qui ne nous documente malheureusement pas sur l'histoire de cet arbre aujourd'hui fréquent au-dessus de 1.200 m.

La présence de rares pollens de Mélèze, relevée par G. DUBOIS et Mme C. DUBOIS uniquement à la tourbière des Granges des Chavants (vallée de Chamonix) à quelques niveaux seulement durant la phase du Bouleau — Pin et celle du Sapin, nous montre que cette essence, si elle a été présente en montagne, n'a joué toutefois qu'un rôle accessoire dans la forêt naturelle.

GUINIER nous fait remarquer que la forêt de Mélèze, aujourd'hui si fréquente dans les Alpes, est dans le plus grand nombre des cas d'origine pour ainsi dire artificielle: elle s'est substituée à des forêts compromises par des exploitations intensives ou détruites pour faire place à des pâturages. On a d'ailleurs l'occasion, dans les mélèzeins abandonnés par le bétail et rationnellement exploités, d'assister à la réinstallation progressive de l'Epicéa et du Sapin: la forêt tend vers sa forme primitive.

Au cours de la phase VII, les Fougères connaissent un aussi beau développement que durant la phase du Sapin, mais qui est néanmoins soumis à quelques fluctuations. Le nombre de leurs spores diminue lorsque l'altitude des tourbières est voisine de 2.000 m, ce qui est le cas en Tarentaise et en Maurienne. C'est dans ces zones que *Selaginella selaginoides* est bien développée.

Le début de la phase de l'Epicéa — Forêt diversifiée (climat subatlantique) doit correspondre au second stade de l'Age du Fer, c'est-à-dire à la civilisation de La Tène, qui en notre pays coïncide avec l'époque gauloise et entre déjà dans le cadre des temps proto-historiques. Cette phase dure de -500 à nos jours.

#### Remarques sur la nature des tourbes.

Je n'ai rencontré que de rares tourbières de Sphaignes dans le domaine septentrional. Elles sont situées aux altitudes supérieures à 800 m. A part une exception (Taninges — Les Chalets II) ce sont des tourbières mixtes dans lesquelles la formation de la tourbe de Sphaignes n'a commencé qu'au début et pendant la phase du Sapin.

La présence de l'horizon-limite qui, dans les tourbières du Nord-Ouest de l'Allemagne, marque le passage du subboréal au subatlantique n'a pu être établie.

## B. — LIMITE DU DOMAINE PALÉOSILVATIQUE SEPTENTRIONAL.

Au fur et à mesure que l'on se déplace vers le Sud du domaine paléosilvatique septentrional, on constate l'importance croissante que prennent les Pins après le préboréal dans le développement de l'histoire forestière. Déjà assez nette en Tarentaise, elle l'est davantage en Maurienne. A ce point de vue les diagrammes du Grand-Lemps et de Chirens sont comparables avec ceux de la haute vallée de l'Isère (Lac de Tignes et Lac du Chardonnet) situés à peu près à la même latitude; cependant les pourcentages des Pins sont un peu moins élevés dans les tourbières de la région occidentale qui ne contiennent d'ailleurs pas de pollens de *P. cembra*, par suite de la faible altitude à laquelle elles se sont formées.

Cette importance des Pins s'accroît dans les tourbières de la vallée de l'Arc (Orelle — Plan Py, Col du Mont Cenis et Bonneval — Le Vallonet) et dans celles du Col de la Croix de Fer qui conduit de la Maurienne en Oisans: le Sapin puis l'Épicéa restent momentanément légèrement inférieurs aux Pins. Cette évolution nous annonce le faciès du domaine méridional qui s'affirme pleinement dans les tourbières situées dans les vallées des affluents de gauche de l'Arc dans la région de Valloire — Valmeinier.

Ainsi que nous l'avons déjà relevé précédemment, l'importance des Pins est moins prononcée à l'Ouest qu'à l'Est, puisqu'en Vercors (Villard-de-Lans — Les Geymonds, Lans — Le Bouilly) et au Luitel les diagrammes sont nettement de type septentrional. Ici il faut arriver au Plateau de la Matésine pour trouver le faciès méridional.

L'examen des données que nous fournissent les tourbières de l'Oisans montre un état de choses différent à l'Alpe d'Huez et à l'Alpe de Venosc. A l'Alpe d'Huez les Pins ne prennent la première place qu'à la partie terminale de la phase du Sapin tandis qu'à l'Alpe de Venosc ils restent dominants à partir du préboréal, sauf durant un laps de temps très court au début de la phase du Sapin.

Ces considérations nous amènent à tracer la limite qui sépare les deux domaines paléosilvatiques. Sensiblement Ouest-Est, elle passe au Sud de Villard-de-Lans, au Nord du Lac de Pierre-Châtel, au Sud du Col Luitel et de l'Alpe d'Huez, au Nord de l'Alpe de Venosc; puis elle prend une direction SW-NE pour atteindre Valloire et Valmeinier et se poursuit au Sud du Col du Mont Cenis, où elle arrive en territoire italien.

La ligne ainsi définie ne doit pas être interprétée comme étant la limite directe de la végétation d'un climat à étés secs, mais comme une ligne au Sud de laquelle les pollens de la forêt autochtone, ayant encore plus ou moins l'aspect septentrional, ne sont pas restés dominants vis-à-vis des pollens de Pins amenés d'une zone de végétation à climat xérotère s'étendant à une faible distance, dans la vallée de la Guisane au Sud du Col du Lautaret par exemple.

Les Pins peuvent même être dominants au Nord de cette ligne, mais dans la zone de transition les différences de pourcentages qui existent alors entre ces arbres et l'espèce subdominante n'est pas très grande et leur prédominance n'est pas constante.

Dans les régions franchement sèches la courbe des Pins se détache nettement de toutes les autres.

Dans son étude de la géographie des Alpes, R. BLANCHARD s'attache à montrer qu'à l'époque actuelle il existe le plus souvent une zone de transition entre le climat des Alpes du Nord et celui des Alpes du Sud. Ainsi les bassins inférieurs de la Maurienne sont humides, en Moyenne Maurienne le climat se transforme et tourne à la sécheresse, et la haute vallée de l'Arc, peu arrosée, est une région demi-méditerranéenne. Dans la vallée de la Romanche, le climat est moins sec qu'en Maurienne. Plus proche de l'Ouest, mieux protégé des influences méridionales par la barrière du Pelvoux, l'Oisans reçoit plus de

pluies que la vallée de l'Arc; les précipitations sont d'un tiers plus élevées au Bourg-d'Oisans qu'à Modane. Ainsi la latitude plus méridionale de l'Oisans est contrebalancée par une pluviosité plus élevée, ce qui nous explique les différences de faciès entre les tourbières de l'Alpe d'Huez et celles de la région de Valloire.

## C. — DOMAINE PALÉOSILVATIQUE MÉRIDIONAL.

Dans la partie Sud du massif alpin la succession dans l'apparition des arbres est la même que dans le domaine septentrional, ce qui nous conduit à y distinguer le même nombre de phases, mais les Pins gardent la place qu'ils ont prise au préboréal et, de ce fait, ils masquent les poussées des autres essences.

### I. — Phase prairiale à *Artemisia* — *Helianthemum* — Graminées.

On n'en connaît que la partie terminale:

à Pelleautier dans la craie lacustre où les fréquences de pollens silvatiques (Pins et Bouleaux) sont un peu plus élevées que dans les dépôts marneux de la zone septentrionale; à Valloire (La Soie) où il s'agit d'une argile légèrement tourbeuse dans laquelle on observe déjà la présence de *P. cembra* et celle du Sapin.

Le Saule est assez rare dans ces deux gisements.

### II. — Phase subarctique du Bouleau et du Pin.

Ici encore elle comprend deux subdivisions:

#### IIa. — Phase du Bouleau — Pin

introduite par une poussée d'*Hippophae rhamnoides* à Pelleautier et au Lac de Pierre-Châtel; cet arbuste manque à Valloire.

#### IIb. — Phase du Pin — Bouleau

dans laquelle *P. cembra* continue à être représenté à côté de rares pollens de Sapin, de Chêne, de Tilleul et de Coudrier.

### III. — Phase de recul de la forêt.

Elle est indiquée à Pelleautier par une augmentation des pollens non silvatiques, mais elle est moins nette que dans la zone septentrionale. Il est possible que le refroidissement du climat au stade de Gschnitz ait été contrebalancé par la situation assez méridionale du gisement.

### IV. — Phase préboréale du Pin — Bouleau.

Comme au Nord, le nombre de tourbières a augmenté durant cette phase. Le Sapin apparaît sporadiquement dans d'autres gisements que ceux que j'ai cités précédemment. Les courbes de la Chênaie et du Coudrier deviennent continues.

### V. — Phase du Pin — Coudrier — Chênaie mixte (Atlantique).

Les Pins restent constamment en première place. Dans la Chênaie mixte c'est le Chêne qui est le mieux représenté; il est suivi par le Tilleul, l'Orme reste toujours rare. Le Coudrier ne connaît qu'une seule poussée.

Bouleaux et Aulnes sont rares. Le Sapin fait son apparition généralisée. Il convient de citer quelques pollens de Châtaignier à divers niveaux de la tourbière de Saint-Etienne-en-Dévoluy.

#### VI. — Phase du Pin — Sapin (Subboréal — Subatlantique).

C'est à cette période que la majeure partie des tourbières se sont développées. La courbe des Pins est dominante, *P. cembra* y contribue pour une plus grande part que pendant les phases précédentes. Au Plateau de la Matésine et dans la région de Gap, il n'est pratiquement pas représenté, sans doute parce que les tourbières y sont situées plus bas que dans le reste du domaine.

Dans trois tourbières seulement: Saint-Etienne-en-Dévoluy, Pierre-Châtel, Alpe de Venosc, le Sapin devient dominant pour une courte durée. Ailleurs ce maximum du Sapin est également marqué, car les Pins régressent légèrement devant lui pour s'étendre à nouveau lorsque le Sapin diminue.

Le Hêtre est absent ou rare; l'Aulne et le Coudrier connaissent des poussées locales. L'Épicéa fait son apparition, mais il reste discret. Le Chêne et le Tilleul ont un comportement subordonné semblable. La courbe du Bouleau est irrégulière; Orme, Frêne, Charme, Châtaignier et Houx sont rarissimes.

Les spores de Fougères sont rares, parce qu'en général les altitudes sont trop élevées pour ces espèces; mais même entre 800 et 1.200 m elles sont bien moins nombreuses que dans les tourbières septentrionales de même altitude. Cet état de choses est le reflet de conditions locales variables: tourbières boisées ou non. Par suite de l'installation des tourbières en haute montagne, les spores de *Selaginella selaginoides* sont plus fréquentes qu'en zone Nord.

#### VII. — Phase du Pin — Épicéa (Subatlantique).

Les pourcentages des Pins augmentent encore, mais *P. cembra* régresse. Ainsi le total des autres essences ne dépasse que rarement 20%; néanmoins on voit que l'Épicéa se développe et passe devant le Sapin pour devenir le chef de file des essences subordonnées dans les tourbières dont la croissance ne s'est pas arrêtée. Par ailleurs, le fond végétal ne change pratiquement pas. La présence du Noyer caractérise cette phase qui a connu l'influence accrue de l'activité humaine; à divers endroits cet arbre est déjà apparu à la fin de la phase VI.

L'action de l'Homme est également marquée par l'augmentation des pollens non silvatiques: Graminées, Ericacées, Composées.

Le Mélèze se trouve en surface dans le Briançonnais où il est très fréquent actuellement.

*Selaginella* continue à vivre à côté des arbres comme à la phase précédente.

Par suite des pourcentages élevés des Pins on ne peut pas distinguer de forêt diversifiée, ce qui s'explique encore par le fait qu'aucune des tourbières sondées n'est située dans la zone d'altitude qui caractérise le faciès de la forêt diversifiée, c'est-à-dire au-dessous de 800 m. A part quatre exceptions: La Mure 886 m, Pierre-Châtel 931 et 940 m, Pelleautier 980 m, tous les gisements tourbeux se sont développés au-dessus de 1.000 m. Ils s'élèvent jusqu'à 2.460 m (près du Col du Galibier) parce que ce n'est qu'entre ces altitudes qu'ils ont trouvé un degré d'humidité suffisante.

Les sondages de G. LEMÉE ont montré que le faciès méridional, tel que je viens de le décrire, est encore valable dans la Haute-Roya.

Il serait intéressant de compléter l'étude du faciès méridional en y adjoignant celle du versant italien, plus humide que le versant français parce qu'il reçoit les vents du Sud-Est.

#### Remarques sur la nature des tourbes.

Dans les Alpes méridionales je n'ai pas trouvé de tourbière bombée. Le massif alpin français est donc un domaine où se sont développées, avant tout, des tourbières de type bas-marais. La tourbe, riche en tissus de Cypéracées accompagnés de lambeaux d'épiderme d'*Eriophorum* et de feuilles d'*Hypnum*, est généralement noire et compacte dans les parties inférieures pour devenir brune et fibreuse vers le haut. Parfois elle est coupée de lits argileux d'épaisseur variable.

Des gisements voisins ont montré une épaisseur de tourbe variable pour une même phase paléosilvatique, ce qui nous indique que la vitesse de tourbification dépendait de conditions locales.

## CHAPITRE V

### IMMIGRATION DES DIFFÉRENTES ESSENCES.

Les voies probables du repeuplement des Alpes occidentales franco-suisse et italo-suisse après la dernière glaciation ont déjà été indiquées par P. KELLER et confirmées par G. DUBOIS et Mme C. DUBOIS. Pour eux les Pins, le Sapin et les premiers feuillus, y compris le Hêtre, ont pénétré dans le massif montagneux à partir de refuges que BRAUN-BLANQUET situe dans le Sud et le Sud-Ouest de la France.

Nous possédons également des renseignements concernant l'existence du Sapin puis du Pin et de l'Epicéa dans les forêts glaciaires qui croissaient en divers endroits d'Italie au niveau actuel de la mer. (FIRBAS, ZANGHERI, MARCHETTI, TONGIORGI).

Pour l'Epicéa on admet en outre un refuge alpin oriental duquel il s'est propagé vers l'Ouest après la régression de la Chênaie mixte. Selon BRAUN-BLANQUET (1923) et FIRBAS (1926) se basant sur les découvertes de FLICHE et de DUVAL-JOUVE, cet arbre existait en France durant le Würmien, peut-être même encore au cours du Magdalénien. A Armoy G. LEMÉE a relevé jusqu'à 78% d'Epicéa dans une tourbe datée d'un interstadiaire würmien, c'est dire que cet arbre avait alors colonisé en masse la région située au Sud du Lac Léman.

La présence de rares pollens de cette espèce à un niveau bien défini dans les diagrammes de Chirens et de Poisy-Macully semble indiquer qu'au stade de Bühl — Vizille quelques Epicéas existaient encore près du bord occidental des Alpes. On peut supposer que l'amélioration du climat aurait été trop rapide pour leur permettre de se retirer progressivement dans des zones qui leur auraient été plus favorables.

## CHAPITRE VI

### HISTOIRE FORESTIÈRE DES ALPES FRANÇAISES ET DES RÉGIONS VOISINES.

#### A. — Jura.

La comparaison de nos diagrammes avec ceux du Jura français étudié par F. FIRTION, nous permet de souligner les traits par lesquels le Jura se différencie du domaine alpin septentrional.

L'histoire actuellement connue dans le Jura débute au déclin de la phase du Bouleau, mais en l'absence de documents concernant les pollens non silvatiques, il n'est pas possible d'affirmer qu'il s'agit là de la partie terminale de la poussée subarctique du Bouleau ou de son sommet préboréal.

Durant les phases du Pin, du Coudrier et de la Chênaie mixte, les mêmes forêts se sont succédé dans les deux régions. Ce n'est qu'après cette période que la différenciation des faciès s'est opérée dans le Jura: tandis que le Hêtre a acquis une importance variable dans la zone des Plateaux et à la périphérie des Hautes-Châines, la zone centrale de celles-ci a connu la même évolution que les Alpes: le Sapin est resté dominant sur l'Epicéa et le Hêtre et il a gardé cette place durant tout le subboréal et le subatlantique, période pendant laquelle il a été remplacé brusquement par l'Epicéa dans les Alpes. Dans le Jura ce n'est qu'à l'époque historique ou même actuelle que l'Epicéa est sorti de sa position d'essence subdominante pour l'emporter sur le Sapin, en même temps que le Pin connaissait une recrudescence très nette dans les deux massifs montagneux.

FIRTION a noté un accroissement des pourcentages de Pins dans la partie méridionale du Jura, au Sud de Brénod ils peuvent se maintenir au deuxième rang après le Sapin dominant. Comme nous l'avons déjà indiqué, ce fait se retrouve dans nos diagrammes.

Quelques tourbières de notre faciès des altitudes inférieures à 800 m ont une évolution analogue à celle de la zone périphérique des Hautes-Châines.

#### B. — Suisse.

L'histoire forestière du Tardiglaciaire, telle que je l'ai décrite dans les Alpes françaises, a été reconnue en maints endroits, en particulier en Suisse par P. MÜLLER à Weiherbach (720 m), M. WELTEN au Faulenseemoos (590 m) et au Burgmoos (465 m), H. HÄRRI au Wauwilermoos (498 m), W. LÜDI dans les sédiments du Lac Léman (390 m) jusqu'à 34 m sous l'eau.

La similitude de l'histoire paléosilvatique en des points relativement éloignés montre qu'après le retrait des glaciers l'extension de la végétation s'est opérée d'une manière analogue dans les Alpes françaises et suisses.

Au Postglaciaire le nombre des tourbières a augmenté, tout comme dans les Alpes françaises, et leur étude faite par LÜDI, Mme HOFFMANN-GROBETY, KRAFT, COSANDEY et KELLER, nous montre qu'en Suisse on trouve toutes les transitions entre les divers faciès jurassiens et le faciès alpin proprement dit; la limite de ce dernier passe au Nord du Lac Léman, ce qui nous explique qu'en territoire français nous n'ayons pas de faciès intermédiaires.

#### C. — Tessin.

L'évolution forestière de la partie méridionale du Tessin n'a aucun rapport avec celle des Alpes françaises. LÜDI suppose une immigration naturelle pour le Châtaignier et le Noyer dans cette région, où ils arrivent à être dominants pendant la dernière phase; chez nous les quelques % proviennent d'arbres introduits par la culture.

#### D. — Corse.

L'histoire paléosilvatique du domaine méridional trouve sa contrepartie en Corse où les Pins des diverses espèces dominant constamment la Fagabiétaie qui se manifeste pourtant par une poussée du Sapin suivie finalement par celle du Hêtre.

#### E. — Région lyonnaise.

L'évolution forestière des Alpes se différencie nettement de celle des plateaux lyonnais, qui appartiennent au type paléosilvatique de plaine; l'altitude de cette région est pourtant voisine de celle des tourbières les plus basses du domaine septentrional ou la dépasse même (Marais des Echets, 275 m).

Ce fait nous montre qu'en pays de montagne toutes les tourbières, même aux plus basses altitudes, nous donnent un reflet des forêts du massif montagneux.

### CONCLUSIONS.

Le trait essentiel qui se dégage de l'étude palynologique des tourbes flandriennes des Alpes françaises est l'existence de deux types d'histoire forestière postglaciaire. Le faciès méridional, bien que répondant aux mêmes règles générales de l'évolution forestière que le faciès septentrional, s'en distingue par une extension plus considérable et continue des Pins.

Dans le domaine septentrional la phase la plus ancienne reconnue est celle d'une végétation prairiale à *Artemisia* - *Helianthemum* - Graminées - Chénopodiacées - Caryophyllacées et localement *Hippophae rhamnoides*. Elle a occupé les espaces laissés libres par le retrait des glaciers würmiens et précéda l'extension de la forêt au subarctique: Bouleaux d'abord, puis Pins.

Un abaissement de la température, correspondant à un dernier stade de retrait des glaciers, a provoqué un nouveau gain de terrain pour les plantes herbacées, accompagné d'un léger recul momentané de la forêt. Ensuite, l'amélioration du climat est marquée par une faible poussée de Bouleau suivie de la formation d'une Pinède très dense.

A l'époque de la Chênaie, qui s'est étendue après la poussée du Coudrier, on note l'influence de l'altitude sur le développement de la forêt. C'est ainsi que j'ai été amenée à distinguer deux faciès dont la limite passe approximativement à 800 m.

Aux altitudes supérieures à 800 m les pourcentages des Pins sont restés assez élevés pendant la phase de la Chênaie mixte et le Hêtre ne se développe guère durant celle du Sapin.

C'est au-dessous de 800 m que l'influence de l'Homme a été la plus forte, elle s'y traduit par une forêt terminale diversifiée et une augmentation des pollens non silvatiques, tandis que l'Epicéa règne au-dessus de 800 m où la recrudescence finale des Pins s'est faite aux dépens du Sapin.

Le faciès des altitudes inférieures montre une grande ressemblance avec la zone périphérique des Hautes-Châines du Jura; dans la zone centrale de ces Hautes-Châines l'Epicéa n'a atteint la prédominance qu'à l'époque actuelle, beaucoup plus tardivement donc que dans les Alpes.

En Suisse le faciès des altitudes supérieures se poursuit dans les Alpes du Valais, les Alpes Vaudoises et les Alpes de Glaris; vers le Nord, dans les Préalpes, il est relayé par les divers faciès périphériques semblables à ceux que F. FIRTON a définis dans le Jura français.

En Tarentaise et plus encore en Maurienne on se trouve dans la zone de transition qui conduit du domaine paléosilvatique septentrional dans la province paléosilvatique méridionale. Cette dernière est limitée par une ligne passant au Sud des repères suivants: Villard-de-Lans, Col Luitel, Alpe d'Huez, Valmeinier, Col du Mont Cenis.

Dans la région méridionale, l'évolution de l'histoire forestière est semblable à celle du domaine septentrional pendant les quatre premières phases, c'est-à-dire jusqu'au préboréal à partir duquel les Pins restent dominants, ce qui nous amène à distinguer par la suite les phases suivantes:

V — Pin - Coudrier - Chênaie mixte; VI — Pin - Sapin; VII — Pin - Epicéa.

Des précipitations moins abondantes ont contraint les tourbières à se réfugier à des altitudes supérieures à 900 m, ce qui explique:

- la plus grande rareté des feuillus en général et du Hêtre en particulier;
- les pourcentages plus élevés de *Pinus cembra*;
- l'absence de la forêt terminale diversifiée;
- la diminution des Fougères et l'augmentation de *Selaginella selaginoides*.

Dans les Alpes les tourbes de Sphaignes sont rares; je n'en ai pas rencontré dans le domaine méridional.

Il est intéressant de souligner que la dissemblance entre le Nord et le Sud des Alpes, qui actuellement se retrouve obstinément dans tous les traits géographiques, est confirmée par l'histoire paléosilvatique des deux régions.

TRAITS ESSENTIELS DES DIFFÉRENTS TYPES D'ÉVOLUTION FORESTIÈRE FLANDRIENNE DANS LES ALPES FRANÇAISES

CYCLES DE SÉDIMENTATION (D'après)	PÉRIODES CLIMATIQUES (BLYTT-SERNANDER)		INDUSTRIES HUMAINES	FACIÈS PALÉOSILVATIQUES		PHASES
	ACTUEL	SUBATLANTIQUE		DOMAINE SEPTENTRIONAL	DOMAINE MÉRIDIONAL	
				au-dessus de 800 m		
FLANDRIEN SUPÉRIEUR	POSTGLACIAIRE	FER	NEOLITHIQUE	Forêt diversifiée	Epicéa	VII
				Sapin	Sapin - Pin	VI
				Chênaie mixte - Coudrier	Chênaie mixte - Coudrier - Pin	V
				Coudrier - Chênaie mixte	Coudrier - Chênaie mixte - Pin	
				Pin - Coudrier	Pin - Coudrier	IV
					Pin	
				FLANDRIEN MOYEN	TARDIGLACIAIRE	BRONZE
	Pin - Bouleau	II				
	Bouleau - Pin					
		I				
	Artemisia - Helianthomum - Graminées					
FLANDRIEN INFÉRIEUR		ARCTIQUE	PALÉOLITHIQUE			

# RÉPARTITION DES SONDAGES

## LÉGENDE

- Sondages
  - Localités
  - - - Limite de domaine
- 10 0 10 20 30 Km

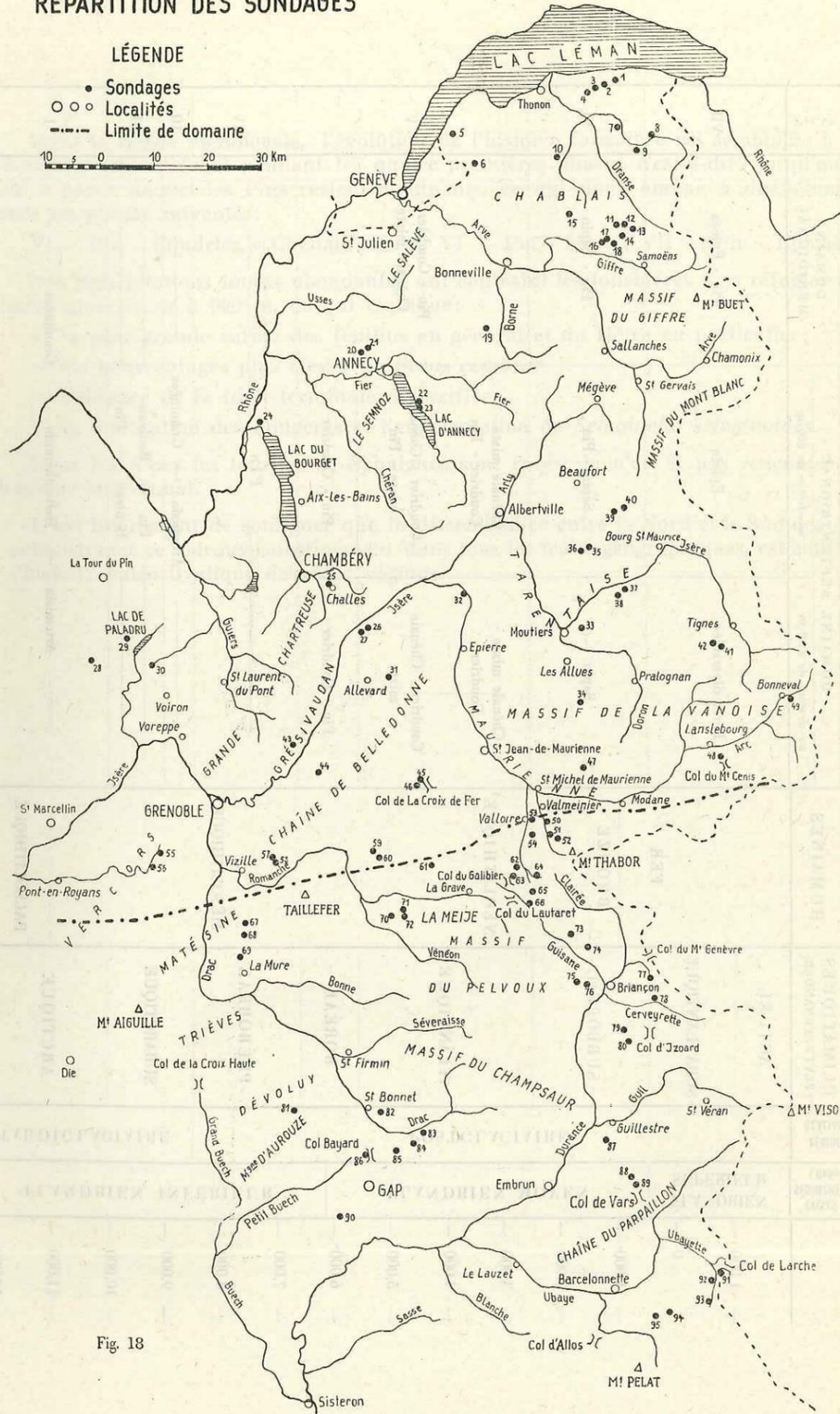


Fig. 13

## RÉPERTOIRE DES SONDAGES PORTÉS SUR LA CARTE

	PAGES
1. — Saint-Paul. — Marais de Roseire d'Aval .....	12
2. — Saint-Paul. — Marais de Piollan .....	13
3. — Saint-Paul. — Plaine Rebet .....	13
4. — Larringes. — Vérossier-Haut .....	13
5. — Douvaine. — Les Léchères. ....	14
6. — Machilly. — Le Moulin des Marais .....	14
7. — Bonnevaux. — Aux Mouilles .....	14
8. — Abondance. — Richebourg .....	14
9. — Abondance. — Les Mouilles .....	14
10. — Bellevaux. — Mouille Rousse .....	14
11. — Les Gets. — Le Bénevay .....	15
12. — Les Gets. — Mouille des Boittets .....	15
13. — Les Gets. — Les Chavannes .....	15
14. — Verchaix. — Les Clares .....	15
15. — Mieussy. — Le Sommant .....	15
16. — Taninges. — Les Chalets I .....	17
17. — Taninges. — Les Chalets II .....	17
18. — Taninges. — Mouille Rousse .....	17
19. — Petit-Bornand. — Plateau des Glières .....	17
20. — Poisy. — Macully .....	18
21. — Epagny. — Les Marais Noirs .....	18
22. — Roc de Chère. — Les Grandes Mouilles .....	18
23. — Roc de Chère. — Les Sablons .....	19
24. — Chindrieux. — Les Communaux de Vars .....	19
25. — Challes-les-Eaux. — Le Grand Barberaz ou le Fondrant .....	19
26. — Sainte-Hélène-du-Lac. — Vers le Lac. ....	20
26bis. — Sainte-Hélène-du-Lac. — Les Marais .....	20
27. — Les Mollettes. — Marais de Villaroux. ....	20
28. — Le Grand-Lemps et Chabons. — Le Grand Lac de Chabons .....	20
29. — Le Pin .....	9
30. — Chirens .....	20
31. — Allevard. — Le Collet .....	21
32. — Aiguebelle. — Le Vivier .....	22
33. — Feissons-sur-Salins. — Le Grand Pré .....	22
34. — Les Allues. — Creux de l'Ours .....	22
35. — Granier. — Cormet d'Arèches .....	22
36. — Granier. — Crêt du Bœuf .....	23
37. — Macôt. — Les Frasses .....	23
38. — Macôt. — Les Ouvertes — Combe Noire .....	23
39. — Beaufort-sur-Doron. — Cormet de Roselend I .....	23
40. — Bourg-Saint-Maurice. — Cormet de Roselend II — Le Gollet .....	23
41. — Tignes. — Lac de Tignes — Le Retort .....	23
42. — Tignes. — Lac du Chardonnet .....	24
43. — Crolles. — Marais de Grésivaudan .....	24
44. — Sainte-Agnès. — Col des Mouilles .....	24
45. — Col de la Croix de Fer I. — Les Chalets .....	24
46. — Col de la Croix de Fer II .....	25
47. — Orelle. — Plan Py .....	25

	PAGES
48. — Col du Mont Cenis — La Ramasse .....	25
49. — Bonneval. — Le Vallonet .....	25
50. — Valmeinier. — Les Chenalettes .....	25
51. — Valmeinier. — Les Barmettes .....	26
52. — Valmeinier. — Les Angelières .....	26
53. — Valloire. — La Soie .....	26
54. — Valloire. — Les Granges de Selles .....	27
55. — Lans-en-Vercors. — Le Bouilly .....	27
56. — Villard-de-Lans. — Les Geymonds .....	27
57. — Vaulnaveys-le-Haut. — Lac Luitel .....	27
58. — Vaulnaveys-le-Haut. — Col Luitel .....	27
59. — Huez. — Alpe d'Huez — Sous les Jeux .....	28
60. — Huez. — Alpe d'Huez — Plateau des Vorses .....	28
61. — Besse. — Sources du Rif Tord — La Cabanotte .....	29
62. — Valloire. — Granges du Galibier .....	29
63. — Valloire. — Près du Col du Galibier .....	29
64. — Valloire. — Lac des Cerces .....	29
65. — Le Monétier-les-Bains. — Grand Lac de la Ponsonnière .....	29
66. — Le Monétier-les-Bains. — La Madeleine .....	29
67. — Pierre-Châtel. — Les Grandes Sagnes .....	30
68. — Pierre-Châtel. — La Ferme du Lac .....	30
69. — La Mure. — Etang de la Centrale électrique .....	30
70. — Venosc. — Alpe de Venosc — Le Plan .....	31
71. — Mont-de-Lans. — Lac du Plan I .....	31
72. — Mont-de-Lans. — Lac du Plan II .....	31
73. — Le Monétier-les-Bains. — Puy Freyssinet .....	32
74. — La Salle. — Plaine Alpe .....	32
75. — Puy-Saint-André. — Au pied du Sommet de Prorel .....	32
76. — Puy-Saint-Pierre. — Notre Dame des Neiges .....	32
77. — Montgenèvre. — Près du Gondran .....	32
78. — Cervières. — Le Bourget — Les Hugous .....	32
79. — Villar-Saint-Pancrace. — Chalets de la Taure .....	32
80. — Villar-Saint-Pancrace. — Chalets de vers le Col des Ayes .....	33
81. — Saint-Etienne-en-Dévoluy. — Les Forest .....	33
82. — Saint-Bonnet. — Lac d'Aullagnier .....	34
83. — Saint-Léger-les-Mélèzes. — Le Lauza .....	34
84. — Ancelle. — Saint-Hilaire — Les Chaumasses .....	34
85. — Forest-Saint-Julien. — Col de Manse .....	34
86. — Gap. — Col Bayard .....	35
87. — Risoul. — Serre Gonthier .....	35
88. — Vars. — Bois de Font Bonne .....	35
89. — Vars. — Refuge Napoléon .....	35
90. — Pelleautier. — La Motte qui Tremble .....	35
91. — Larche. — Vallon du Lauzanier I .....	36
92. — Larche. — Vallon du Lauzanier II .....	36
93. — Larche. — Lac du Lauzanier .....	36
94. — Jausiers. — Vallon de Clapouze .....	37
95. — Enchastrayes. — Vallon de Terres Plaines .....	37

## BIBLIOGRAPHIE

Les références données ici ne tiennent pas compte des ouvrages se rapportant à l'étude générale de la géologie des Alpes.

### Abréviations.

- A.F.A.S. = Association française pour l'Avancement des Sciences, Paris.  
 B.B.C. = Beihefte zum Botanischen Centralblatt, Dresden.  
 B.G.I.R. = Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel, Zürich.  
 B.S.G.F. = Bulletin de la Société géologique de France, Paris.  
 B.S.V.S.N. = Bulletin de la Société vaudoise de Sciences Naturelles, Lausanne.  
 C.R.A.S. = Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris.  
 C.R.C.I.G. = Comptes rendus du Congrès international de Géographie, Paris.  
 C.R.S.B. = Comptes rendus sommaires des séances de la Société de Biogéographie, Paris.  
 C.R.S.G.F. = Comptes rendus sommaires des séances de la Société géologique de France, Paris.  
 N.G.B.I. = Nuovo giornale botanico italiano, Firenze.  
 R.G.A. = Revue de Géographie alpine, Grenoble.  
 R.S.N.A. = Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne, Clermont-Ferrand.  
 V.G.I.R. = Veröffentlichungen des Geobotanischen Forschungsinstitutes Rübel, Zürich.
- ALIMEN H. (1950). — Atlas de préhistoire. Stations préhistoriques. Archéologie préhistorique de l'Europe. Paris, 191 p., 86 fig., 1 carte, 16 pl.
- BECKER J. (1949). — Analyse pollinique de tourbières hypno-caricières de Savoie et de Haute-Savoie. *C.R.A.S.*, t. 228, p. 762-764.
- BECKER J. (1950). — Sur l'existence et la limite de deux domaines paléosilvatiques postglaciaires, septentrional et méridional, dans les Alpes françaises. *C.R.A.S.*, t. 231, p. 1331-1333.
- BECKER J. (1951). — De l'existence de deux phases prairiales tardiglaciaires et de l'influence de l'altitude dans les domaines paléosilvatiques des Alpes françaises. *C.R.A.S.*, t. 233, p. 1045-1046.
- BÉNÉVENT E. (1926). — Le climat des Alpes françaises. *Mémorial Off. Nat. Météorol. France*, Paris, 435 p., 80 fig., 8 pl.
- BÉNÉVENT E. (1926). — Documents sur le climat des Alpes françaises. Etude critique. *R.G.A.*, t. XIV, p. 681-764.
- BERTSCH K. (1940). — Geschichte des Deutschen Waldes. Jena, 120 p.
- BLANCHARD R. (1941). — Les Alpes françaises. Paris, 217 p., 23 fig.
- BOURDIER F. (1943). — Les glaciations et la chronologie préhistorique. *Bull. Soc. Préhist. Française*, Paris, t. XL, 10, p. 259-276, 2 fig.
- BOURDIER F. (1947). — Corrélations, par la pédologie, entre les glaciations alpines et quelques faunes et industries préhistoriques du Quaternaire européen. *C.R.A.S.*, t. 224, p. 1025-1027.
- BOURDIER F. (1947). — Les caractères distinctifs de chaque glaciation alpine d'après les couvertures de loess et les sols d'altération. La Géol. des terrains récents dans l'Ouest de l'Europe. *Sess. extr. Soc. belges de Géol.* (19-26 sept. 1946), Bruxelles, p. 332-347.
- BRAUN-BLANQUET J. (1923). — L'origine et le développement des flores dans le Massif-Central de France. Paris-Zürich, 282 p.
- BRAUN-BLANQUET J. (1932). — Les survivants des périodes glaciaires dans la végétation méditerranéenne du Bas-Languedoc. *Stat. Internat. Géob. Méd. et Alp.*, Comm. 16, Montpellier, p. 1-10.

- CHIARUGI A. (1936). — Cicli forestali postglaciali nell' Apennino Etrusco attraverso l'analisi pollinica di torbe e depositi lacustri presso l'Alpe delle Tre Potenze e il M. Rondinaio. *N.G.B.L.*, N.S., vol. XLIII, fasc. 1-4, p. 3-61, 12 fig., 1 pl.
- CHOUARD P. (1931). — Documents cartographiques sur les tourbières actuelles et préhistoriques de France. *C.R.C.I.G.*, t. II, fasc. II, Section III, p. 771-797, 5 pl.
- COSANDEY F. et KRAFT M. M. (1947). — Topographie et substratum imperméable de la tourbière des Tenasses. *B.S.V.S.N.*, vol. 63, n° 269, p. 395-407, 1 fig., 6 pl.
- COSANDEY F. et KRAFT M. M. (1948). — Analyse pollinique de la tourbière des Tenasses. *B.S.V.S.N.*, vol. 64, n° 271, p. 1-54, 18 fig.
- DUBOIS G. (1930). — Un tableau de l'Europe flandrienne, *Livre Jubil. Cent. Soc. géol. Fr.*, p. 263-277. 1 tabl., 8 cartes.
- DUBOIS G. (1945). — Les analyses polliniques et la phytogéographie en France. *A.F.A.S.*, Congrès Victoire, p. 606-622.
- DUBOIS G. (1945). — La tourbe, ses origines et ses caractères. *R.S.N.A.*, N.S., vol. 11, fasc. 3-4, p. 24-46.
- DUBOIS G. (1946). — Connaissance actuelle de l'histoire du peuplement forestier des montagnes françaises. *R.G.A.*, t. XXXIV, fasc. 1, p. 57-68.
- DUBOIS G. (1947). — L'évolution de la silve postglaciaire de l'Europe occidentale. La Géol. des terrains récents dans l'Ouest de l'Europe. *Sess. extr. Soc. belges de Géol.* (19-26 sept. 1946), Bruxelles, p. 265-275.
- DUBOIS G. (1947). — L'analyse pollinique et l'histoire des forêts françaises depuis 10.000 ans. *Bull. trim. Soc. Forest. Franche-Comté et des Prov. de l'Est.*, t. 26, n° 3, Salins-les-Bains, p. 100-115, 9 fig.
- DUBOIS G. (1948). — Pollen analysis of postglacial peats and deposits in France for the period 1939-46. *Vegetatio Acta Geobotanica*, vol. 1, fasc. 1, Den Haag, p. 43-50, 1 fig.
- DUBOIS G. et Mme C. DUBOIS. (1938). — Sur quelques revêtements tourbeux de Haute-Tarentaise. *C.R.A.S.*, t. 207, p. 502.
- DUBOIS G. et Mme C. DUBOIS. (1940). — Etude pollenanalytique de tourbières de la vallée de Chamonix. *R.S.N.A.*, N.S., vol. 6, fasc. 3-4, p. 53-80, 6 fig.
- DUBOIS G. et Mme C. DUBOIS. (1945). — Tableau d'ensemble de l'histoire forestière flandrienne française. *C.R.A.S.*, t. 221, p. 634-636.
- DUBOIS G. et Mme C. DUBOIS. (1945). — Indications pollenanalytiques des oscillations climatiques chaudes du Flandrien français. *C.R.S.B.*, 191, p. 41-45.
- DUBOIS G., Mme C. DUBOIS et F. FIRTIION. (1943). — Examen micropaléontologique de tourbes du Jura français. *R.S.N.A.*, N.S., vol. 9, fasc. 1-4, p. 44-50, 2 fig.
- ENGLER A. (1900). — Wirtschaftsprinzipien für die natürliche Verjüngung der Waldungen. *Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen*, p. 264.
- ERDTMAN G. (1943). — An introduction to pollen analysis. *Chronica Botanica Comp.*, N.S. XII, Waltham Mass., 239 p., 15 fig., 28 pl.
- FIRBAS F. (1926). — Über einige hochgelegene Moore Vorarlbergs und ihre Stellung in der regionalen Waldgeschichte Mitteleuropas. *Zeitschr. f. Bot.*, Jena, 18, p. 545-586, 3 fig., 1 pl.
- FIRBAS F. (1927). — Beiträge zur Geschichte der Moorbildungen und Gebirgswälder Korsikas. *B.B.C.*, Bd. XLIV, Abtl. II, p. 249-282, 3 fig., 1 pl.
- FIRBAS F. et Mme I. FIRBAS. (1935). — Zur Frage der grössenstatistischen Pollendiagnosen. *B.B.C.*, Bd. LIV, Abtl. B, p. 329-335, 1 fig.
- FIRBAS F. (1949). — Systematische und genetische Pflanzengeographie. *Fortschr. d. Bot.*, Bd. XII, Berlin, p. 86-130.
- FIRBAS F. (1949). — Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. I. Bd.: Allgemeine Waldgeschichte. Jena, 480 p., 163 fig.
- FIRBAS F., GRÜNING G., WEISCHDEL I., WORZEL G. (1948). — Beiträge zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte der Vogesen. *Bibl. Bot.*, 121, Stuttgart, 76 p., 12 fig.
- FIRBAS F. et ZANGHERI P. (1934). — Eine glaziale Flora von Forlì, südlich Ravenna. *V.G.I.R.*, 12, p. 1-13.
- FIRTIION F. (1946). — Les variations sylvatiques flandriennes dans le Jura français. *C.R.A.S.*, t. 223, p. 100-101.

- FIRTIION F. (1950). — Contribution à l'étude paléontologique, stratigraphique et physico-chimique des tourbières du Jura français. *Mém. Serv. Carte géol. Als. et Lorr.*, Strasbourg, t. 10, 92 p., 32 fig., 1 carte, 4 pl.
- GAUSSEN H. — Cartes n° 26, 27, 33. *Atlas de France*. Comité National de Géographie.
- GAUSSEN H. (1949). — Flore mésogéenne, végétation et climat méditerranéens. *C.R.S.B.*, 228, p. 80-83.
- GIGNOUX M. (1931). — La carte des fronts glaciaires pléistocènes en France. *C.R.C.I.G.*, t. II, fasc. II, section III, p. 765-770.
- GOURC J. (1936). — La méthode pollenanalytique et son application à l'étude des temps postglaciaires. Analyse du Marais des Echets (Ain). *Et. Rhod., Rev. Géogr. région.*, Lyon, vol. XII, p. 68-81, 2 fig.
- GOURC J. et BOURDIER F. (1937). — Analyse pollinique et position stratigraphique des lignites quaternaires de la région de Chambéry. *C.R.A.S.*, t. 205, p. 72-74.
- GUINIER PH. (1908). — Contribution à l'histoire de la végétation dans le bassin du Lac d'Annecy d'après les restes végétaux trouvés dans les stations lacustres néolithiques. *Bull. Herbier Boissier*, 2° série, t. VIII, n° 12, Genève, 1909, p. 881-900, 1 carte.
- GUINIER PH. (1949). — Les glaciations quaternaires et la flore forestière de l'Europe occidentale. *C.R.S.B.*, 228, p. 77-79.
- GUINIER PH. (1950-51). — Pour comprendre les forêts des Alpes. 78° Sess. extr., *Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. 97, p. 32-37, t. 98, pl. I et II.
- GUINOCHET M. (1940). — Observations sur la végétation des étages montagnard et subalpin dans le bassin du Giffre (Haute-Savoie). *Rev. Gén. Bot.*, 51, 1939, p. 600-678.
- HÄRRI H. (1940). — Stratigraphie und Waldgeschichte des Wauwilermooses und ihre Verknüpfung mit den vorgeschichtlichen Siedlungen. *V.G.I.R.*, 17, 104 p., 58 fig.
- HÖRMANN H. (1929). — Die pollenanalytische Unterscheidung von *Pinus montana*, *P. silvestris* und *P. cembra*. *Oester. Bot. Zeitschr.*, Bd. 78, Hf. 3, Wien, p. 215-228, 1 pl.
- HOFFMANN-GROBETY A. (1939). — Analyse pollinique d'une tourbière élevée à Braunwald, Canton de Glaris. *B.G.I.R. f. J.* 1938, p. 67-71, 1 fig.
- HOFFMANN-GROBETY A. (1946). — La tourbière de Bocken (Canton de Glaris), étude pollenanalytique et stratigraphique. *B.G.I.R. f. J.* 1945.
- JAESCHKE J. (1935). — Zur Frage der Artdiagnose der *Pinus silvestris*, *Pinus montana* und *Pinus cembra* durch variationsstatistische Pollenmessungen. *B.B.C.*, Bd. LII, Abtl. B, p. 622-633.
- JEANNET A. et LÜDI W. (1944). — Sublakustre alluviale Torfe und humose Sande im Luganersee. *B.G.I.R. f. J.* 1943, p. 72-89, 7 fig.
- JOVET-AST S. (1944). — Muscinées de la tourbière de Somman (Haute-Savoie). *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*, Paris, 2° série, t. XVI, n° 2, p. 148-154.
- KELLER P. (1928). — Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizer Mooren und ihre florensgeschichtliche Deutung. *V.G.I.R.*, 5, 163 p., 27 fig.
- KELLER P. (1930). — Die postglaziale Waldgeschichte des südlichen Tessin. *Vierteljahrsschr. Naturf. Ges.*, Zürich, 75, p. 1-34, 9 fig.
- KELLER P. (1931). — Die postglaziale Entwicklungsgeschichte der Wälder von Norditalien. *V.G.I.R.*, 9, 187 p., 39 fig.
- KELLER P. (1931). — Die postglaziale Waldgeschichte der Gebiete um den südlichen Garda-See in Oberitalien. *Abh. Nat. Ver.*, Bremen, Bd. 28, p. 60-77, 4 fig.
- KELLER P. (1932). — Der postglaziale Eichenmischwald in der Schweiz und den Nachbargebieten. *B.B.C.*, Bd. 49, Abtl. II, p. 176-204, 43 fig.
- KELLER P. (1934). — Die Grundzüge der nacheiszeitlichen Waldentwicklung in der Westschweiz. *B.G.I.R. f. J.* 1933, p. 33-40, 1 fig.
- KELLER P. (1935). — Pollenanalytische Untersuchungen an Mooren des Wallis. *Vierteljahrsschr. Naturf. Ges.*, Zürich, 80, p. 18-74.
- KELLER P. (1935). — Die Einwanderungswege der Waldbäume in den Westalpen. *Proc. Zesde Internat. Bot. Congr.*, Amsterdam, vol. II, p. 97-98.
- KILIAN W. (1911). — Note sur la succession des récurrences glaciaires dans les Alpes françaises. *C.R.S. G.F.*, n° 2, p. 12-13.

- KILIAN W. (1911). — Sur les seuils de débordement glaciaires et sur une phase importante dans la succession des oscillations glaciaires dans les Alpes françaises. *B.S.G.F.*, t. XI, p. 32-38.
- KILIAN W. (1923). — Sur les dépôts glaciaires des environs de Genève. *C.R.S.G.F.*, 15, p. 179-180.
- KLUTE F. (1949). — Rekonstruktion des Klimas der letzten Eiszeit in Mitteleuropa auf Grund morphologischer und pflanzengeographischer Tatsachen. *Geogr. Rundschau*, 3-4, p. 1-15, 3 cartes.
- LEMÉE G. (1942). — Successions forestières contemporaines du dépôt des lignites quaternaires dans la Cluse de Chambéry. *C.R.A.S.*, t. 215, p. 23-25.
- LEMÉE G. (1948). — La méthode de l'analyse pollinique et de ses apports à la connaissance des temps quaternaires. *Ann. Biol.*, t. 24, fasc. 2, 4 fig., 1 tabl.
- LEMÉE G. (1950). — Contribution à la connaissance de l'évolution forestière postglaciaire des Alpes méridionales. Analyses polliniques dans la Haute-Roya. *C.R.S.B.*, 234, p. 57-61, 1 fig.
- LEMÉE G. et BOURDIER F. (1950). — Une flore pollinique tempérée incluse dans les moraines dites würmiennes d'Armoay près de Thonon (Haute-Savoie). *C.R.A.S.*, t. 230, p. 2313-2314.
- LONA F. (1946). — La torbiera di Folgario (Trento): sero significato per la storia della vegetazione e del clima postglaziale nel versante meridionale delle Alpi. *N.G.B.I.*, 53, p. 576-600.
- LORY P. (1903). — Quelques observations sur le Pléistocène de la région grenobloise. *Ann. Univ. Grenoble, C. R. Coll. Bull. Serv. C. géol. Fr.*, XV, p. 125.
- LORY P. (1904). — Formes et dépôts glaciaires dans la région grenobloise et discordance dans la série stratigraphique dauphinoise. *A. F. A. S., Congr. de Grenoble*.
- LORY P. (1911). — Contribution à l'étude des glaciations dans les Alpes dauphinoises. *C. R. S. G. F.*, n° 10, p. 93-95.
- LORY P. (1941). — Dépôts d'obturation glaciaire. Les complexes d'Eybens. *R. G. A.*, t. 29, fasc. 3, p. 492-497.
- LÜDI W. (1935). — Das Grosse Moos im westschweizerischen Mittelland und die Geschichte seiner Entstehung. *V. G. I. R.*, 11, 344 p. 47 fig., 2 cartes, 3 tabl., 8 pl.
- LÜDI W. (1938-39). — Station préhistorique de La Praille près de Genève. *Genava, Bull. Musée d'Art et d'Hist. de Genève et du Musée Ariana*, 16, p. 63-65; 17, p. 25-27.
- LÜDI W. (1939). — Die Geschichte der Moore des Sihltales bei Einsiedeln. *V. G. I. R.*, 15, 22 fig., 9 pl.
- LÜDI W. (1939). — Analyse pollinique des sédiments du Lac de Genève. Etude sur la partie occidentale du Lac de Genève IV. *Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat.*, Genève, vol. 41, fasc. 5, p. 467-497, 8 fig.
- LÜDI W. (1944). — Die Waldgeschichte des südlichen Tessin seit dem Rückzuge der Gletscher. *B. G. I. R. f. J. 1943*, p. 12-71, 10 fig.
- LÜDI W. (1946). — Pollenstatistische Untersuchung interglazialer gebänderter Mergel an der Rhône unterhalb Genf. *B. G. I. R. f. J. 1945*, p. 88-97, 1 fig.
- LÜDI W. (1946). — Interglaziale Pollendiagramme aus der Schweiz. *Verh. Schweizer Naturf. Gesellsch.*, Zürich, p. 135-137.
- LÜDI W. (1950). — Paul Müllers Pollendiagramme von Weiherbach, Luzern. *B. G. I. R. f. J. 1949*, p. 94-101, 1 fig.
- LÜDI W. (1950). — Beitrag zur Kenntnis der Salix und Artemisia Pollen. *B. G. I. R. f. J. 1949*, p. 101-109, 4 fig.
- MARCHETTI M. (1936). — Analisi pollinica della torbiera di Campotosto (Appennino Abruzzese). *N. G. B. I.*, N. S., vol. 43, fasc. 4, p. 831-871, 9 fig.
- MARCHETTI M. et TONGIORGI E. (1936). — Una torba glaciale del Lago di Massaciucoli (Versilia). *N.G.B.I.*, N. S., vol. 43, fasc. 4, p. 872-884, 2 fig., 1 pl.
- MAZENOT G. et GOURC J. (1939). — Les tourbières de la vallée de la Bourbre aux environs de La Verpillière (Isère). *Et. Rhod., Rev. Géogr. rég.*, Lyon, vol. XV, p. 145-160, 2 fig.
- MEINKE H. (1927). — Atlas und Bestimmungsschlüssel zur Pollenanalytik. *Bot. Arch.*, Bd. 19, p. 380-449, 50 pl.
- MÜLLER P. (1950). — Pollenanalytische Untersuchungen in eiszeitlichen Ablagerungen bei Weiherbach (Kt. Luzern). *B. G. I. R. f. J. 1949*, p. 67-94, 10 fig.
- PENCK A. et BRÜCKNER E. (1909). — Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig, Bd. 2, p. 395-716, 56 fig., 7 pl., 4 cartes, Bd. 3, p. 717-1197, 44 fig., 12 pl., 7 cartes.

- PETERSCHMITT R. (1948). — Une analyse pollinique de tourbes du Marais de Lavours, à Béon (Ain). *C. R. A. S.*, t. 227, p. 562-564.
- SPINNER H. (1929). — Nouvelle contribution à l'analyse pollinique des tourbières de la vallée de La Brévine — La Chaux du Milieu. *Bull. Soc. Neuchât. Sc. Nat.*, 54, p. 3-36, 6 fig.
- STARK P. (1927). — Ueber die Zugehörigkeit des Kiefernpollens in den verschiedenen Horizonten der Bodenseemoore. *Ber. D. Bot. Gesellsch.*, Bd. 45, Hf. 1, p. 40-47, 1 fig.
- TONGIORGI E. (1936). — Documenti per la storia della vegetazione della Toscana e del Lazio. *N. G. B. I.*, N. S., vol. 43, n° 4, p. 785-830, 10 fig., 12 pl.
- VEYRET P. (1945). — Les pays de la moyenne Durance alpestre — Grenoble, 595 p., 64 fig., 16 pl.
- WELTEN M. (1944). — Pollenanalytische, stratigraphische und geochronologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez. *V. G. B. R.*, 21, 201 p., 30 fig.
- WELTEN M. (1947). — Pollenprofil Burgäschisee, ein Standardprofil aus dem Solothurnisch-bernischen Mittelland. *B. G. I. R. f. J. 1946*, p. 101-111, 2 fig.
- (1949). — Les tourbières françaises. 1° partie, 225 p., 2° partie, 634 p., *Minist. Ind. et Com. Dir. Mines*, Paris.

LISTE DES FIGURES

	PAGES
FIG. 1. — Diagramme pollinique de la tourbière de Chirens .....	10
FIG. 2. — Diagramme pollinique de la tourbière du Marais de Roseire d'Aval .....	13
FIG. 3. — Diagramme pollinique de la tourbière de Vérossier-Haut .....	14
FIG. 4. — Diagramme pollinique de la tourbière de Sommant .....	16
FIG. 5. — Diagramme pollinique de la tourbière du Plateau des Glières .....	18
FIG. 6. — Diagramme pollinique de la tourbière du Vivier .....	21
FIG. 7. — Diagramme pollinique de la tourbière du Cormet d'Arèches .....	22
FIG. 8. — Diagramme pollinique de la tourbière du Col de la Croix de Fer I .....	24
FIG. 9. — Diagramme pollinique de la tourbière des Barmettes .....	26
FIG. 10. — Diagramme pollinique de la tourbière du Col Luitel .....	28
FIG. 11. — Diagramme pollinique de la tourbière de l'Alpe d'Huez — Sous les Jeux ....	28
FIG. 12. — Diagramme pollinique de la tourbière de la Ferme du Lac — Pierre-Châtel ..	30
FIG. 13. — Diagramme pollinique de la tourbière de l'Alpe de Venosc — Le Plan .....	31
FIG. 14. — Diagramme pollinique de la tourbière des Forest .....	33
FIG. 15. — Diagramme pollinique de la tourbière du Lauza .....	34
FIG. 16. — Diagramme pollinique de la tourbière de la Motte qui Tremble .....	35
FIG. 17. — Diagramme pollinique de la tourbière du Vallon de Clapouze .....	37
FIG. 18. — Carte de répartition des sondages .....	54

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
AVANT-PROPOS .....	5
CHAPITRE PREMIER	
INTRODUCTION .....	7
CHAPITRE II	
MÉTHODE DE TRAVAIL .....	8
CHAPITRE III	
CARACTÈRES PALYNOLOGIQUES DES TOURBIÈRES ÉTUDIÉES .....	9
CHAPITRE IV	
LES VARIATIONS PALÉOSILVATIQUES DANS LES ALPES FRANÇAISES .....	38
A. — DOMAINE PALÉOSILVATIQUE SEPTENTRIONAL .....	38
1° TARDIGLACIAIRE .....	38
2° POSTGLACIAIRE .....	39
B. — LIMITE DU DOMAINE PALÉOSILVATIQUE SEPTENTRIONAL .....	44
C. — DOMAINE PALÉOSILVATIQUE MÉRIDIONAL .....	45
CHAPITRE V	
IMMIGRATION DES DIFFÉRENTES ESSENCES .....	48
CHAPITRE VI	
HISTOIRE FORESTIÈRE DES ALPES FRANÇAISES ET DES RÉGIONS VOISINES .....	49
A. — JURA .....	49
B. — SUISSE .....	49
C. — TESSIN .....	50
D. — CORSE .....	50
E. — RÉGION LYONNAISE .....	50
CHAPITRE VII	
CONCLUSIONS .....	51
REPERTOIRE DES SONDAGES PORTÉS SUR LA CARTE .....	55
BIBLIOGRAPHIE .....	57

TABLA DES MATIERES

AVANT-PROPOS ..... 1

CHAPITRE PREMIER ..... 1

INTRODUCTION ..... 1

CHAPITRE II ..... 1

METHODE DE TRAVAIL ..... 1

CHAPITRE III ..... 1

CARACTERES PATHOLOGIQUES DES TOURNEURS FRANÇAIS ..... 1

CHAPITRE IV ..... 1

LES VARIATIONS PATHOLOGIQUES DANS LES ALIENS FRANÇAIS ..... 1

A. — DOSSIER PATHOLOGIQUE SPÉCIALISÉ ..... 1

B. — LISTE DU DOSSIER PATHOLOGIQUE SPÉCIALISÉ ..... 1

C. — DOSSIER PATHOLOGIQUE MENTALES ..... 1

CHAPITRE V ..... 1

INFLUENCE DES DIFFÉRENTS FACTEURS ..... 1

CHAPITRE VI ..... 1

HISTOIRE FORESTIÈRE DES ALIENS FRANÇAIS ET DES NÉCESSAIRES ..... 1

A. — JURA ..... 1

B. — SUISSE ..... 1

C. — TESSIN ..... 1

D. — CORSE ..... 1

E. — RÉGION FRANÇAISE ..... 1

CHAPITRE VII ..... 1

CONCLUSIONS ..... 1

REPERTOIRE DES SOUDAGES PORTÉS SUR LA CARTE ..... 1

BIBLIOPHIE ..... 1