

Matériaux pour le levé géobotanique de la Suisse. Fascicule 25

Commission phytogéographique
de la Société helvétique des Sciences naturelles

Rédaction: Prof. Dr. W. Rytz

L'Etang de la Gruyère

Jura bernois

**Etude pollenanalytique et stratigraphique
de la tourbière**

THÈSE

présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel
pour l'obtention du grade de Docteur ès sciences

par

MARCEL JORAY

La Neuveville

Paru en décembre 1942



EDITION HANS HUBER BERNE

1942

Tous droits réservés
Copyright by Edition Hans Huber, Berne 1942
Imprimé en Suisse — In der Schweiz gedruckt — Printed in Switzerland

Zu abonnieren und einzeln zu beziehen beim
Verlag Hans Huber, Bern

Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz

*Herausgegeben von der Pflanzengeographischen Kommission
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*

Redaktion: Prof. Dr. E. Rübel, 1916—1928;
Prof. Dr. H. Brockmann-Jerosch, 1929—1937;
seit 1937 Prof. Dr. W. Rytz.

1. **Vorschläge zur geobotanischen Kartographie**
Von Eduard Rübel. 1916. Mit zwei Tafeln. Fr. 1.—
2. **Programme für geobotanische Arbeiten**
Von Eduard Rübel, Carl Schröter und Heinrich Brockmann-Jerosch. 1916. Fr. 1.—
3. **Einige Vorschläge für Anfänger in pflanzengeographischen Arbeiten**
Von Ernst Kelhofer. 1917. Fr. —.80
4. **Eine pflanzengeographische Exkursion durchs Unterengadin und in den schweizerischen Nationalpark**
Von Josias Braun-Blanquet
Mit einer Exkursionskarte. 1918. Fr. 1.50
5. **Die Vegetation des Val Onsernone (Kt. Tessin)**
Von Johannes Bär
Mit einer pflanzengeographischen Karte 1:50 000 und zwei Höhenverbreitungstafeln. 1918. Fr. 1.50
6. **Baumgrenze und Klimecherakter**
Von Heinrich Brockmann-Jerosch
Mit 1 farbigen Karte, 4 Tafeln und 18 Textfiguren. 1919. Fr. 4.—
7. **Die Vegetation des Valaisgebietes**
Von August Roth
Mit einer Vegetationskarte 1:50 000 und einer Höhenverbreitungstafel. 1919. Fr. 1.60
8. **Le Valsorey, Esquisse de botanique géographique et écologique**
Par Henri Guyot. 1920. Fr. 2.—
9. **Die Pflanzengesellschaften des Leuterbrunnentales und ihre Sukzession**
Von Werner Lüdi
Mit vier Vegetationsbildern, zwei Vegetationskarten 1:50 000 und mehreren Sukzessionstafeln. 1921. Fr. 6.—
10. **Il Delta delle Maggia e la sua vegetazione**
Von Mario Jäggli
Con una carta litogeografica 1:10 000, 5 tavole. 1922. Fr. 2.—
11. **Lehrsätze für ein richtiges Zitieren in wissenschaftlichen Arbeiten**
Von Walther Rytz. 1925. Fr. —.60
12. **Vegetation der Schweiz**
Von Heinrich Brockmann-Jerosch
Erster und einziger Band mit vielen Zeichnungen, Tabellen, Karten, Profilen und vier farbigen Karten 1:600 000. 1925/29. Fr. 15.—
13. **Waldstudien im Oberhasli**
Von Emil Hess
Mit einer Weltkarte 1:50 000 und sechs Tafeln. 1923. Fr. 2.50

A LA MÉMOIRE DE MA MÈRE

A MA FEMME

La Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel, sur le rapport de MM. les professeurs H. SPINNER, E. WEGMANN, et J. G. BAER, autorise l'impression de la présente thèse, sans exprimer d'opinion sur les propositions qui y sont contenues.

Neuchâtel, octobre 1942

Le Doyen: A. JAQUEROD

Travail couronné du Prix L. DuPasquier de l'Université de Neuchâtel, en 1942, avec félicitations du Jury

Table des matières

	Page
I. Introduction	7
II. Aperçu historique	10
III. Aperçu géographique	11
1. Situation et topographie	11
2. Géologie	11
3. Hydrographie	16
IV. Climat	19
1. Nébulosité	19
2. Température	20
3. Vents	21
4. Précipitations	22
V. Flore actuelle	26
VI. Méthode de travail	38
1. Travail en campagne	38
2. Préparation des échantillons	40
A. Tourbes	40
B. Sphaignes à pollen récent	41
C. Marnes et autres sédiments minéraux	41
3. L'analyse pollinique	42
VII. Histoire forestière	44
1. Répartition des arbres	44
A. Bouleau (<i>Betula</i>)	44
B. Pin (<i>Pinus</i>)	54
C. Noisetier (<i>Corylus</i>)	60
D. Chênaie mixte (<i>Chêne, Orme, Tilleul</i>)	61
E. Diagramme moyen	66
F. Sapin (<i>Abies</i>)	68
G. Hêtre (<i>Fagus</i>)	69
H. Epicéa (<i>Picea</i>)	69
2. Les âges forestiers	70
A. Période sans forêt	70
B. Histoire forestière et chronologie absolue	71
C. Forêt des Franches-Montagnes et forêt des régions limitrophes	73

	Page
3. Forêt actuelle	76
A. L'homme et la forêt	76
B. Les boisements actuels	78
C. Sédimentation actuelle des grains de pollen d'arbres	80
VIII. Histoire climatique	83
1. Généralités	83
2. Les époques climatiques des Franches-Montagnes	85
IX. Morphologie et stratigraphie	90
Histoire du développement de la tourbière et de l'étang	90
X. Etang de la Gruyère et protection de la nature	112
Bibliographie	115

I. Introduction

Les recherches d'analyse et de statistique polliniques dont voici les résultats furent entreprises en 1938. Nous avons consacré nos efforts à l'étude botanique et paléobotanique de la tourbière la plus intéressante et la plus riche du Jura septentrional, celle de l'Étang de la Gruyère, quitte à étendre plus tard nos investigations à d'autres gisements tourbeux du Plateau des Franches-Montagnes. Si le but principal de cette étude est d'ordre purement botanique, nous avons voulu, en retraçant à grands traits l'histoire postglaciaire de la forêt jurassienne, fournir à la science préhistorique le milieu naturel dans lequel vécut l'homme des âges révolus.

La partie spéciale de ce travail est accompagnée de considérations plus générales. Ces dernières serviront de cadre à des recherches ultérieures, l'uniformité naturelle du Plateau étant reconnue. Il y avait lieu, avant tout, de mettre en parallèle le climat local actuel et la composition forestière du pays. Remarquons d'emblée que, la géologie mise à part, le plateau franc-montagnard a engendré peu d'études scientifiques de portée générale. Il importait donc de poser quelques jalons. Nous espérons en outre, par nos considérations d'ensemble et notre description de la flore actuelle, attirer l'attention d'un cercle de lecteurs plus vaste que celui des sens spécialistes. Il est urgent d'intéresser le public à la protection des sites incomparables du pays et en particulier à celle de ses richesses naturelles en péril.

Notre projet trouva l'agrément immédiat de M. le Professeur Rytz, de l'Université de Berne, paléobotaniste éminent, qui nous donna les premières directives. C'est à l'Institut Rübél, à Zurich, que nous devons notre initiation à la méthode d'analyse pollinique. Un court séjour à l'institut, au printemps 1940, nous familiarisa avec les techniques modernes de l'étude des marais. Son savant directeur, M. le Dr. Lüdi, dont tant d'ouvrages remarquables enrichissent notre littérature botanique, mit à notre disposition les instruments de sondage ainsi qu'un abondant matériel bibliographique. Il voulut bien diriger, sur place, notre premier sondage.

Notre reconnaissance va avant tout à notre Professeur, M. le Dr. H. Spinner, qui surveilla nos recherches et nous encouragea de ses bienveillants conseils. Nous avons trouvé en lui un guide aimable et avisé dont la réputation est faite dans notre domaine spécial depuis la publication, en 1925, de la première étude pollenanalytique parue en Suisse. Le laboratoire de botanique de l'Université de Neuchâtel et les ressources de sa riche bibliothèque furent toujours à notre service.

Feu le Dr. Meylan, bryologue à Ste. Croix, procéda à la détermination de Sphaignes actuelles et fossiles, tandis que M. le Dr. Frey, à Berne, se chargeait de celle de quelques Lichens. Les plans d'aménagement des forêts franc-montagnardes purent être consultés grâce à l'amabilité de M. Müller, conservateur des forêts du Jura, à Bienne, et de Messieurs les ingénieurs-forestiers Farron à Delémont et Schoenenberg à Tavannes. A tous ces collaborateurs vont nos remerciements.

Nous exprimons notre très vive gratitude à la Commission phytogéographique de la Société helvétique des Sciences naturelles pour avoir accueilli notre étude dans les Matériaux pour le levé géobotanique de la Suisse.



Fig. 1. L'étang de la Gruyère.

Photo E. Boedger, Berne.



Fig. 2. Pins au bord de l'étang de la Gruyère (*Pinus uncinata*).
Photo E. Roesiger, Berne.



Fig. 3. Vue aérienne de l'étang de la Gruyère.

Au centre, en bordure de la route Tramelan-Saignelégier, la scierie. Au N. les fermes de la Petite Theurre. On distingue bien la forêt compacte de l'ins recouvrant la tourbière, tandis que le NW. est dénudé et le SE. est recouvert par le pâturage-boisé et la forêt d'Épicéas.

Photo Service topographique fédéral.

II. Aperçu historique

C'est en 1844 que parut «*Quelques recherches sur les marais tourbeux en général*» du remarquable précurseur neuchâtelois que fut Léo Lesquereux. Jusqu'à la fin du siècle, dans le Jura bernois, on se contente de répéter les avis du maître plutôt que de se vouer à des observations personnelles. Après Greppin (1870), Rollier (1893) ne donne que des descriptions sommaires des tourbières, prétextant qu'il n'est pas possible de surpasser les travaux du savant neuchâtelois. Il est juste de signaler que les particularités de la flore des hauts-marais n'avaient pas échappé à l'œil de Jules Thurmann. Dans sa *Phytostatique* (1849), notre illustre compatriote, dont la contribution à l'avancement des sciences fut si considérable, donne des renseignements floristiques encore utiles de nos jours.

La première étude plus complète de la flore actuelle et de la stratigraphie de la tourbière de la Gruyère est celle de l'ouvrage classique de Früh et Schroeter (1904): *Die Moore der Schweiz*.

La méthode d'analyse pollinique, créée en 1916 par le Suédois von Post, connut dans toute l'Europe un succès sans précédent. Une pléiade de chercheurs se mit au travail en Suisse. Tandis que les marais-tourbeux voisins des montagnes neuchâtelaises devenaient l'objet des études fouillées de Spinner (1925, 1929) et Ischer (1935), celles du Jura bernois demeurèrent quelque peu ignorées. Deux botanistes seuls y pratiquèrent des sondages isolés: Furrer (1927) aux Pontins, aux Assesseurs, à La Chaux-d'Abel, au Noirmont et Keller (1928) à Bellelay, au Moulin de la Gruyère, à La Chaux-des-Breuleux.

Il n'est point dans notre rôle de relater ici l'histoire du moulin de la Gruyère et de la scierie qui le remplaça. Qu'il nous soit permis, toutefois, de regretter l'ancienne orthographe de «Gruère». Thurmann (1849) et Greppin (1870) écrivent déjà «Gruyère», tandis que Rollier (1893) revient avec raison à «Gruère», sans succès d'ailleurs. Le Dictionnaire géographique de la Suisse donne les deux noms. Souhaitons que le géographe de demain rétablisse l'ancien terme, pour mettre fin à toute confusion avec le pays de Fribourg.

III. Aperçu géographique

1. Situation et topographie

Dans la partie bernoise du Jura suisse, entre la Montagne-du-Droit et le Doubs d'une part, La Ferrière et Les Genevez d'autre part, s'étend le Plateau des Franches-Montagnes, à l'altitude moyenne de 975 m. D'une surface de 330 km.², il forme une vaste pénéplaine presque dépourvue d'eau, culminant à 1080 m.¹ aux Somètres (du latin summum) et à 1180 m. dans la chaîne de Peuchapatte—La Chaux. Par suite de la forte dénudation, les chaînes de montagnes ne se reconnaissent plus qu'à l'aide de la carte géologique.

L'Etang de la Gruyère s'étend en bordure de la route Tramelan—Saignelégier, à égale distance de ces deux localités (fig. 1 à 5) (Feuille 104 [Tramelan] de l'Atlas topographique fédéral). Il est entouré par la tourbière dans laquelle il se ramifie. Sa surface est de 7,8 ha. et celle de la tourbière d'environ 40 ha.

La tourbière, d'une altitude générale de 1000 m. (fig. 5), est entourée de collines plus élevées: du NW. au N. les points 1027, 1023, 1040, avec les fermes de Grégoire et de la Petite Theurre (fig. 37); à l'E. le Bois de la Chaux culminant à 1053 m.; au S. le Pâturage communal atteignant 1095 m. au SW. vers le Chaumont. La Gruyère est donc une cuvette très nette dont le rebord s'infléchit au NE., en direction de la ferme de Gros Bois Derrière, et surtout au SE. vers la scierie. Ces conditions topographiques devaient favoriser la formation d'un marais-bombé typique dont la courbure est surélevée de 4m. au centre de la presqu'île. De la périphérie de la tourbière on s'élève, en général, par une ceinture étroite de bas-marais, aux pentes relativement fortes de bordure.

2. Géologie

Un siècle dernier la géologie des Franches-Montagnes fit l'objet des études demeurées classiques de J. Thurmann (1852), de J. B. Greppin (1866) et de L. Rollier (1893). La carte

¹ Toutes les altitudes se rapportent au nouvel horizon de la Pierre de Niton = 373,600 m. Réduction par rapport à l'ancienne valeur = 3,26 m.

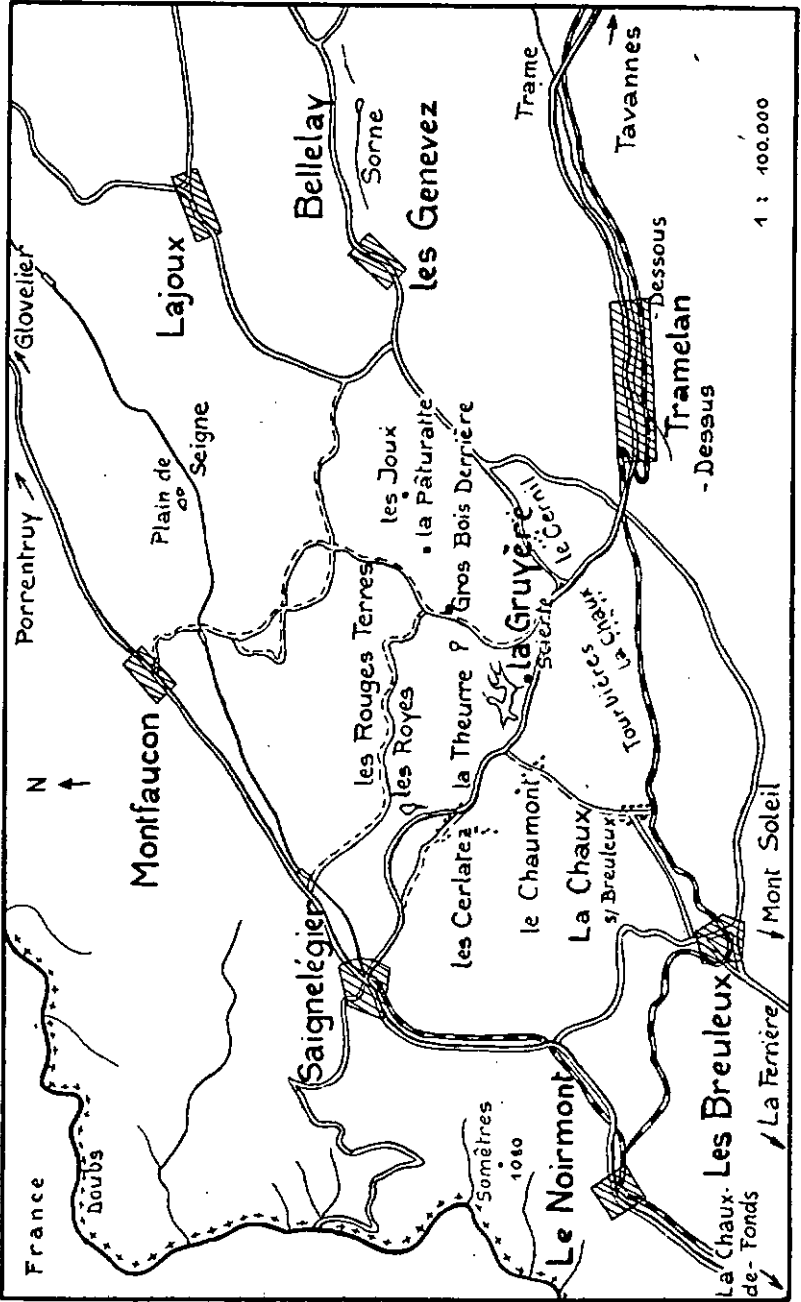


Fig. 4. Carte des Franches-Montagnes au voisinage de la Gruyère.

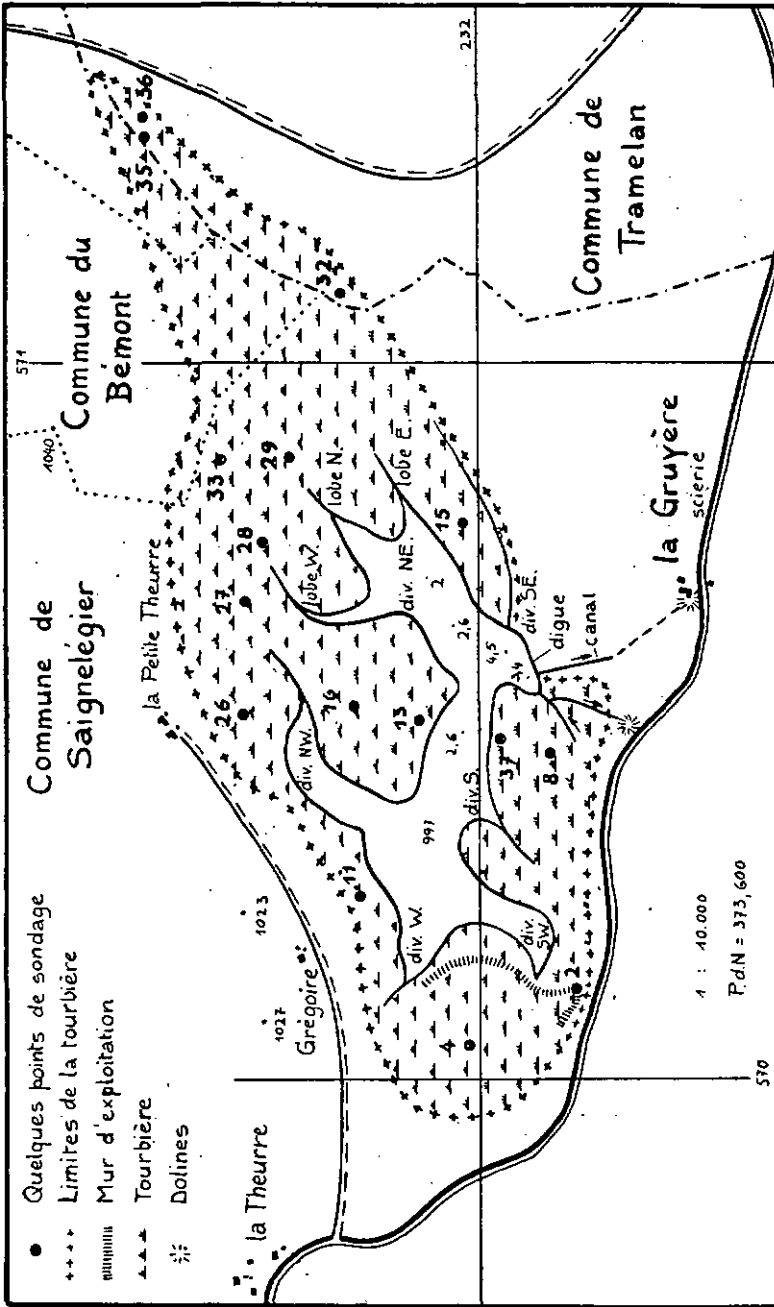


Fig. 5. Etang et tourbière de la Gruyère.
 (Pour l'ensemble des points de sondage, cf. fig. 39.)

tectonique des environs de Bellelay, publiée en 1900 par ce dernier, reste exacte dans ses traits généraux. De nombreuses recherches modernes furent entreprises dès le début du siècle présent, la plupart sous l'influence du Professeur Buxtorf, en particulier pour notre région celles de E. Forkert (1933) et E. Schwabe (1939). (Bibliographie complète dans la publication de Schwabe.)

Les Franches-Montagnes ont une structure géologique et des caractères tectoniques difficilement reconnaissables. Appartenant tectoniquement au Jura plissé, elles ne sont plus, morphologiquement, qu'une surface mamelonnée, aux anticlinaux rasés par la dénudation et dont les synclinaux n'ont jamais subi d'action érosive puissante. Le haut plateau, sans vallées ni rivières, ne porte que des collines s'élevant peu au-dessus du niveau général. Elles ne correspondent même pas aux anticlinaux des puissantes chaînes si apparentes et si bien conservées des régions voisines du Jura et qui viennent s'y prolonger. Les formes superficielles, indépendantes de la structure tectonique du sous-sol, résultent avant tout de l'érosion favorisée par l'alternance des couches géologiques tendres ou résistantes qui constituent les terrains secondaires. La combe de la Gruyère en est un bel exemple.

La chaîne de Raimeux (sa partie franc-montagnarde de les Monthovats—Moulin des Royes) et la chaîne de Montbautier—les-Places enserrent une formation un peu moins considérable que Thurmann appela chaîne de la Pâturatte (Ferme du même nom à 2 km. NE. de l'étang). Un coup d'œil sur la carte tectonique montre que la chaîne de la Pâturatte surgit à l'W. de Monible, de dessous le tertiaire du Petit-Val et se développe entre le synclinal de Fornet—Lajoux—la Theurre, au N., et celui de Bellelay—Les Genevez—Le Cernil—La Chaux, au S. Du NE. au SW. elle présente successivement 4 combes principales creusées dans les culminations des Embreux, de Prédame—les Joux, de la Gruyère et du Roselet. La cuvette de la Gruyère est pratiquée dans les marnes oxfordiennes tendres d'une large voûte anticlinale de Malm, au plafond quasi horizontal et dont le flanc N. est presque vertical et le flanc S. en pente plus douce. La combe est entourée par les arêtes plus résistantes des marno-calcaires argoviens. La pénélaine subsiste intacte à la Pâturatte et aux environs, presque plane. Elle est détruite à la Gruyère sur une

longueur de 3 km., jusqu'à l'Oxfordien; vers Gros Bois Derrière apparaît la Dalle nacrée en couches horizontales. Elle s'élève à l'W. vers le Chaumont, où elle est déprimée à nouveau par la Combe du Roselet. (Profils dans Forkert [1933], Planche II, no. 8 et 9.)

L'opinion selon laquelle les combes oxfordiennes se seraient formées par érosion carsique est fautive, selon Schwabe (1939, page 70). Elles résultent de l'action de l'eau courante superficielle, car les Franches-Montagnes furent longtemps parcourues par un système fluvial normal. La combe de la Gruyère ne fait pas exception. A l'E. de la scierie actuelle, on remarque fort bien une large brèche pratiquée dans le Malm où se reconnaît une vallée sèche. C'est par ce lit du SE. que les eaux marneuses se déversèrent dans le vallon du Cernil, sur le parcours actuel de la route, en direction de Tramelan. Une autre voie d'évacuation des marnes, de moindre importance, passait par la petite dépression du P. 1013, au N. de Gros Bois Derrière.

Un deuxième plissement des Franches-Montagnes intervint plus tard (Schwabe 1939, p. 7) au cours duquel les rivières principales, le Doubs surtout, se creusèrent de profonds cañons, abaissant le niveau de la base d'érosion; les cours d'eau secondaires disparurent par la suite, l'eau s'engouffrant dans le calcaire et livrant ainsi le terrain aux phénomènes carsiques. Les eaux de la Gruyère prirent aussi le chemin des nombreux gouffres et dolines visibles au bord de la tourbière actuelle, à la limite de l'Oxfordien et de l'Argovien. Le principal est l'abîme de la scierie, creusé profondément dans l'Argovien inférieur (couches de Birmenstorf) et qui, de nos jours, sert presque exclusivement à l'écoulement.

Il est difficile de prévoir l'évolution future du karst de la Gruyère. La tourbière ne court aucun danger d'assèchement puisqu'elle repose sur la marne imperméable qu'elle protège de toute action érosive. L'eau ne pourra donc point s'infiltrer dans les calcaires sous-jacents. Quant à la périphérie, il n'est pas exclu que les résidus de dissolution finissent un jour par obstruer les canaux souterrains. S'établira-t-il alors, selon Chabot, un équilibre entre les érosions carsique et sub-aérienne, celle-ci finissant par se développer au détriment de la première? Nous attendons

des géologues la solution de ce problème. (Cf. Hydrographie p. 18.)

On ne rencontre point de sédiments tertiaires à la Gruyère. Selon Forkert (1933) 17 des 23 marais tourbeux de la feuille Tramelan de l'Atlas topographique fédéral reposent sur l'Oxfordien, tandis que les autres, dont la tourbière voisine de La Chaux, ont une assise tertiaire.

Toute trace de dépôts quaternaires est absente de la Gruyère, la tourbe exceptée. Le plateau franc-montagnard fut peu éprouvé par la glaciation de Riss. Le glacier du Rhône, selon Schwabe, ne dépassa pas, au N., la limite Bellelay—Tramelan—La Chaux sur Breuleux—Le Noirmont—Maïche. La moraine de fond du glacier rissien, se reconnaît entre Tavannes et Tramelan; des blocs erratiques nombreux atteignent Bellelay et Tramelan. Au cours de la dernière glaciation, celle de Würm, le glacier du Rhône parvint encore à tapisser le fond du Vallon de St-Imier, mais épargna tout à fait les hauts plateaux. La limite des neiges étant à cette époque à 1100—1200 m., il est probable que des glaciers locaux se développèrent également aux Franches-Montagnes, tout particulièrement sur les hauteurs de Mont-Soleil et aux Prés de la Montagne, au N. de Tramelan. Forkert, toutefois, n'en a trouvé aucune trace sur tout le territoire étudié (feuille Tramelan de l'Atlas topographique fédéral).

3. Hydrographie

Le cycle carsique des Franches-Montagnes est parvenu à maturité. Ni sources, ni cours d'eau. L'habitant recueillait l'eau des toits dans des citernes de maçonnerie, pour lui et pour son bétail. Aujourd'hui, un vaste réseau d'alimentation apporte aux localités principales l'eau potable refoulée mécaniquement du Vallon de St-Imier.

Sur l'ensemble du plateau, la densité hydrographique (km. de cours d'eau par km.²) s'abaisse à 0,3; elle est de 0 à la Gruyère. Früh² (1937, fig. 49) donne une image suggestive du bassin fermé de la Gruyère, l'un des plus caractéristiques des terrains jurassiques, dont l'unique source est celle du Pied d'Or,

² Früh, J.: Géographie de la Suisse. 1^{er} volume. Lausanne (Payot) 1937.



Fig. 6. Canal de la scierie, vu du barrage. Le fil de fer commande la vance.



Fig. 7. Effet de l'action érosive sur les berges de la presqu'île, par basses eaux.
Photos de l'auteur.



Fig. 8.

Pinetum et *Eriophoreto-Vacciniatum* de la localité 8.
Photos de l'auteur.



Fig. 9.

en bordure de la tourbière de La Chaux. Cette résurgence, qui ne tarit jamais, se perd dans une doline, à quelques mètres de sa source.

L'étang de la Gruyère, le plus vaste du pays, allonge de l'W. à l'E. sa surface de 7,8 ha. et pénètre la tourbière de nombreux diverticules (fig. 3 et 5). La nappe principale, de 500 m. de long et 60 m. de large à son étranglement central, envoie de sa moitié W. des ramifications NW., W., SW. et S. Sa partie E. présente un diverticule SE., d'où part le canal de la scierie, et un diverticule NE. étalé en trident: lobes W., N. et E. La rive N. et les golfes adjacents limitent une presqu'île dont l'isthme mesure 120 m. de large. La profondeur maximum est de 4,5 m. au voisinage de la vanne de sortie. Les profondeurs de la fig. 5 se rapportent au niveau maximum des eaux, soit 997,28 m. On mesure 2,6 m. d'eau au S. de la presqu'île, tandis que plus à l'W. les baigneurs «ont en général leur fond» (détail des profondeurs à la Tabelle 12).

L'étang reçoit les eaux de ruissellement des hauteurs limitrophes: à l'W. par le pâturage, au S. et à l'E. par l'intermédiaire de canaux creusés dans la tourbe. Sauf en temps de fortes pluies, cette source d'alimentation est de faible importance, car une ceinture de fondrières absorbe la grande partie des eaux. L'apport principal lui vient de l'énorme marais tourbeux, de 40 ha. de surface et de 5 à 6 m. d'épaisseur qui l'entoure, drainé par des canaux, naturels à l'origine, et entretenus par l'homme ensuite. Ces canaux accusent un fort débit lorsque la tourbe est saturée, mais peu après la fin des précipitations, la tourbière est une éponge gorgée d'eau, à fort pouvoir de rétention. Elle n'en libérera que par la transpiration de sa couverture végétale.

Si la tourbière régularise le niveau de l'étang durant les périodes pluvieuses, c'est l'inverse qui se produit après une succession de semaines sèches. Le fait put être observé au cours de l'été sec de 1941. Le niveau d'eau, très bas à la fin de la période de beau temps, ne s'était encore pas sensiblement relevé après quinze jours de pluies intermittentes assez abondantes, et les canaux restaient vides. Les Sphaignes n'avaient pas achevé leur plein d'eau et terminaient à peine de combler le déficit que l'évaporation leur avait imposé.

Le lac est artificiel (cf. pages 90 et suiv.). Ses eaux

sont maintenues par un barrage dont l'Oxfordien a fourni les matériaux et s'écoulent par un canal, artificiel aussi (fig. 6), vers la scierie, où elles se perdent dans l'abîme cité plus haut. La turbine de la scierie bénéficie ainsi d'une chute de 15 m. dont l'écoulement peut être arrêté par une vanne. Aux hautes eaux, le trop-plein s'évacue dans un canal, parallèle au précédent, vers un emposieu situé à 200 m. à l'W. de la scierie, en bordure de la route. Les flèches de la fig. 5 montrent qu'à l'angle W. du diverticule SE. un même canal sert à l'amenée des eaux lorsque le niveau est bas et à leur évacuation au cas contraire, par le simple jeu de seuils de niveau différent.

Les périodes de sécheresse, et surtout l'utilisation constante de l'eau par la scierie, entraînent des variations continuelles du niveau de l'étang (jusqu'à 5 cm. par jour). Il arrive même qu'il soit complètement asséché (fig. 37). Ces fluctuations ne sont pas sans inconvénients pour la tourbière. Le flux et le reflux érodent les flancs du haut-marais (fig. 7). Ce n'est pas par un effet d'héliotropisme que les Pins des rives s'inclinent vers l'étang (fig. 1) mais bien par suite d'un effondrement des berges dû au ravinement des eaux. L'étang a donc tendance à s'agrandir aux dépens des rivages. Les particules de tourbe arrachées s'accumulent en vastes bancs de vase tourbeuse, ou sont emportées par les eaux brunâtres, chargées d'acides humiques, vers la scierie.

Que deviennent les eaux de la Gruyère après leur engouffrement dans l'abîme de la scierie? L'habitant pensait qu'elles s'infiltraient jusqu'au Doubs. Forkert (1933) a combattu cette thèse incompatible avec la structure tectonique. Schwabe (1939, page 120) a mis fin au doute en colorant les eaux de l'abîme à la fluorescéine. «15 à 16 heures plus tard, l'eau réapparaissait visiblement colorée à 4 km. de là et environ 100 m. plus bas, dans une source surgissant au milieu du village de Tramclandessous, à proximité de la ligne de chemin de fer. La faible source (2 à 3 l./min.) est captée et alimente une fontaine voisine». L'auteur remarque que ce faible débit n'est pas en rapport avec la masse d'eau absorbée par l'abîme. En outre, la coloration, visible sans fluoroscope, subsistait 6 à 7 jours durant. La question n'est donc pas définitivement éclaircie. Il eût été intéressant de colorer aussi l'eau de la doline qui reçoit le trop-plein de l'étang. Il n'est

pas exclu qu'une faille permette un écoulement partiel des eaux de la Gruyère dans une autre direction.

IV. Climat

Les Franches-Montagnes n'ont point d'observatoire météorologique mais sont dotées des trois stations pluviométriques de Saignelégier, Mont-Soleil et Bellelay. En outre, des observations précises et complètes furent faites à La Ferrière, de 1914 à 1927, par le pasteur Herzog³.

Il est malaisé de définir un climat régional par analogie à celui des districts voisins. La comparaison ne saurait toutefois être sans valeur dans un pays formant une unité géographique aussi parfaite que le plateau franc-montagnard, à la structure morphologique égale, où l'uniformité de la végétation témoigne de l'unité climatique.

Le climat local de la Gruyère est défini ici dans le cadre de celui du pays ambiant. Nos propres observations, fragmentaires et de courte durée, doivent être considérées comme provisoires. Elles gagneraient à être pratiquées plus longtemps, aussi espérons-nous qu'il se trouvera, au pays même, quelqu'un pour reprendre ce problème.

Les données relatives aux stations ci-dessus furent tirées des publications officielles de l'Office central de Météorologie; quelques chiffres sont de «Klima der Schweiz» de Maurer, Bilwiller, Hess (1909). Enfin toutes les indications relatives au climat du pays contigu de La Chaux-de-Fonds sont extraites de l'étude complète de Hofmännner (1930).

1. Nébulosité

Le nombre moyen des jours de brouillard est pour le Jura:

Hiver	Printemps	Été	Automne	Année
13,6	8,9	8,6	22,3	57,4

En montagne le brouillard fait défaut en été; sa fréquence descend à 13 jours en moyenne à La Chaux-de-Fonds. Des

³ Nous devons à M. le past. Herzog à Corcelles (Neuch.) de nombreux renseignements inédits, ce dont nous le remercions.

brumes locales fréquentes à la Gruyère, ainsi que dans d'autres cuvettes humides, sont dissipées par les premiers rayons du soleil.

Le ciel clair du Plateau favorise le phénomène d'inversion des températures. Durée moyenne de l'insolation à La Chaux-de-Fonds: 1638 h., soit 40 % de l'insolation possible.

Des données hygrométriques précises manquent encore pour la Gruyère. Si des mesures n'ont pas été entreprises nous avons toutefois souvent constaté, le matin, les effets d'une forte et constante humidité de l'air, même par les jours secs d'été. Maints aspects de la couverture végétale en fournissent d'ailleurs la preuve.

2. Température

a) Conditions générales de température.

Les conditions générales de température sont données ci-dessous pour La Ferrière, localité plutôt froide.

Tabelle 1. *Températures mensuelles moyennes.*

	Alt.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Année	Amplit.
La Brévine ¹	1077 m	-3,0	-2,9	0,0	3,3	8,6	11,5	13,4	12,6	9,8	5,4	0,9	-2,5	4,75	16,9
La Ferrière ²	1010 m	-3,1	-1,45	1,4	4,0	10,3	11,9	13,8	13,2	10,3	5,3	0,35	-2,1	5,32	16,9
Chaux-de-Fonds ³	985 m	-2,2	-1,45	1,25	4,6	9,9	12,8	15,0	14,1	11,1	6,7	1,7	-0,6	6,06	17,2

¹ 1896—1930 (Spinner, renseignements oraux). ² 1914—1924 ³ 1900—1929

Les températures mensuelles moyennes des Franches-Montagnes sont intermédiaires entre celles de La Brévine et de La Chaux-de-Fonds. Tandis que la moyenne hivernale de La Ferrière (1010 m.) est de $-2,2^{\circ}$, celle de Porrentruy (460 m.) est de $+0,3^{\circ}$, seule moyenne positive du Jura bernois.

Le tableau ci-dessous donne les températures saisonnières moyennes, utiles à l'étude de la végétation.

Tabelle 2. *Températures saisonnières moyennes*

	Hiver	Printemps	Été	Automne	Année
La Brévine ¹	-3,0	4,0	12,4	5,3	4,7
La Ferrière	-2,2	5,2	13,0	5,3	5,3
Les Ponts ²	-2,2	4,9	13,9	6,0	5,6
La Chaux-de-Fonds	-1,4	5,25	13,9	6,5	6,1
St. Imier ²	-0,7	6,5	15,0	7,1	7,0

¹ Spinner (renseignements oraux). ² Maurer, Billwiler, Hess (1909).

b) Conditions particulières de température.

Des conditions particulières créent à la Gruyère un climat local un peu différent de celui de l'ensemble du pays. Ses bas-fonds se remplissent d'air froid, par les nuits claires d'hiver, et de faibles brouillards, en été, dès la tombée de la nuit. Les extrêmes de température y sont toutefois atténués par la présence de l'étang. En outre, la couverture végétale horizontale de Sphaignes et d'arbrisseaux nains forme une couche isolante non négligeable. La neige subsiste plus longtemps sur la tourbière que sur les pâturages voisins et y exerce plus efficacement sa protection. Les Ericacées ont souffert du gel durant l'hiver sans neige de 1939 à 1940, tandis qu'elles résistèrent mieux au cours de l'hiver suivant, pourtant très rigoureux, sous une abondante couche de neige.

La période de végétation, très courte, dure de 4 à 5 mois. Les froids estivaux méritent une mention spéciale, car ils suffisent à exclure de la flore du pays quantité d'éléments inadaptés. Les gelées tardives sont fréquentes en mai et les gelées précoces surviennent au début d'octobre. Il a gelé le 28 août 1940 et ce phénomène n'a rien d'exceptionnel. La neige et le gel peuvent faire leur apparition à chaque mois de l'année. Aussi le réveil de la végétation ne se produit-il, en général, qu'au début de mai.

3. Vents

Des observations anémométriques de longue durée manquent aux Franches-Montagnes. Les moyennes en % de La Chaux-de-Fonds se répartissent ainsi:

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calme
3,6	20,9	2,6	3,2	9,4	38,3	2,7	2,0	17,4
30,2				52,4				
82,6								17,4

Le faible pourcentage des jours calmes doit se retrouver sur le Plateau très exposé.

Les vents du N. au SE. forment le 30 %; celui du NE. (ou bise) 21 % à lui seul. Ils sont secs et froids.

Les vents du S. au NW. font 52 %, dont 38 % pour celui du SW. (vent proprement dit). Ils amènent les précipitations. Le vent de neige souffle surtout du NW.

La répartition pourrait être quelque peu différente au centre du plateau franc-montagnard car on observe une notable diminution des précipitations de La Chaux-de-Fonds à La Ferrière et à Saignelégier. Il pleut 165 jours par an, en moyenne, à Saignelégier, 168 à La Ferrière, 193 à Mont-Soleil, 196 à Bellelay. La table 4 montre toutefois que la différence est faible au cours de la période de végétation.

La prédominance des vents atlantiques est manifeste au cours des mois d'été; d'où régime favorable à la végétation, tout particulièrement dans un pays dont le sol perd très vite, par infiltration carsique, une grande proportion de l'eau qu'il reçoit.

Les vents locaux ne jouent pas de rôle important.

Les courants sont violents sur les pâturages dénudés. En maints endroits l'homme a planté des rideaux d'arbres pour atténuer leur violence. Les vents du SW. prennent parfois la forme d'ouragans ou de tornades. Celui du 12 juin 1926, de célèbre mémoire, fut admirablement étudié par le pasteur Herzog, dans les Annales de l'Office central de Météorologie.

La pression atmosphérique moyenne de La Ferrière (1010 m.) est de 672,42 mm. (14 ans), contre 680 mm. à La Chaux-de-Fonds (985 m.). Extrêmes: 684,8 mm. le 16 janvier 1925; 654,5 mm. le 19 septembre 1926.

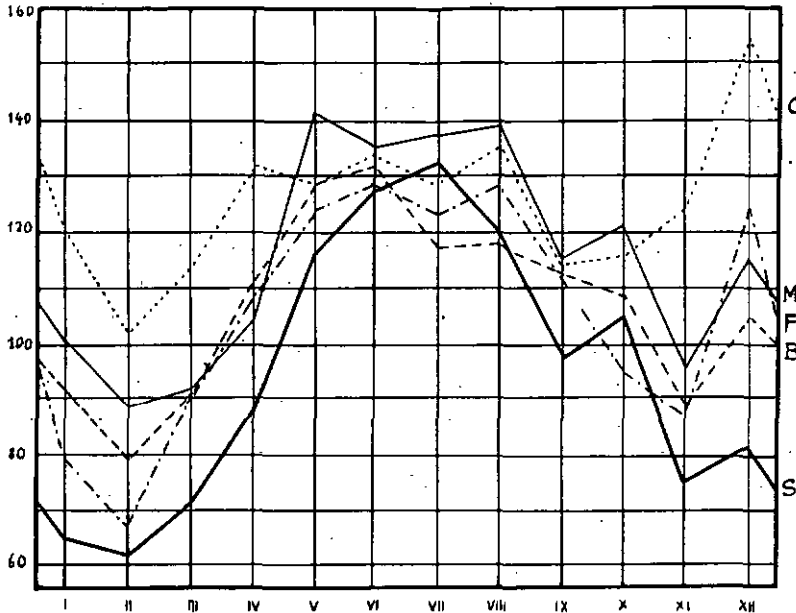
4. Précipitations

La répartition des précipitations résulte des moyennes de Saignelégier 1147 mm., Bellelay 1285 mm., La Ferrière 1274 mm. (table 3 et fig. 10). Nous estimons celles de la Gruyère à 1250—1300 mm. Les pluies diminuent du SW. au NE. Les chutes d'eau sont plus faibles dans les vallées limitrophes: Delémont 930 mm., Courtelary 1080 mm.

Cette augmentation de la pluviosité avec l'altitude est utile à reconnaître. Il est certain qu'elle a existé au cours des âges postglaciaires, ce qui explique (cf. page 75) l'apparition précoce du Sapin aux Franches-Montagnes, alors que les régions basses se peuplaient de Hêtres.

La fig. 10 montre que les maxima des précipitations coïncident avec les mois d'été. 43 % des pluies tombent à Saignelégier durant les 4 mois de la période de végétation, 38 % à Bellelay, 40 % à La Ferrière; d'où répartition excellente.

Alors même que les pluies estivales dominent, le nombre mensuel moyen des jours de pluie (ou de neige) est sensiblement plus faible en été et en automne que durant l'hiver et le printemps. Les chiffres de la table 4 donnent les moyennes de 10 ans, soit de 1918 à 1928, seule période où les observations furent pratiquées simultanément dans les quatre stations de Saignelégier, Bellelay, La Ferrière et Mont-Soleil. — Par leur structure aussi, les précipitations exercent donc une influence favorable sur la végétation.



B = Bellelay, C = La Chaix-de-Fonds, F = La Ferrière, M = Mont-Soleil, S = Saignelégier.

Fig. 10. Précipitations mensuelles moyennes.

Les périodes de sécheresse (5 jours consécutifs sans pluie) se présentent par bise persistante. Elles s'avèrent peu fréquentes. Saignelégier donne les moyennes suivantes (1929 à 1938):

IV	V	VI	VII	VIII	IX
0,9	1,0	0,7	1,1	1,3	1,3

soit 1,05 en moyenne, ou 4,1 au total pour les 4 mois de la période de végétation.

Les Sphaignes, capables d'emmagasiner 20 fois leur poids d'eau, ne sont pas menacées par des périodes de sécheresse si rares. Les marais tourbeux trouvent aux Franches-Montagnes des conditions d'existence suffisantes. Leur développement est fonction des précipitations et de la température. Oswald (1923) attaché une grande importance au facteur de pluie, de Lang : *précipitations en mm. divisées par température moyenne annuelle en degrés C.* (La température moyenne annuelle se détermine ici par les seules moyennes mensuelles positives, en négligeant celles qui sont < 0).

En Scandinavie, les régions ayant un facteur de pluie > 100 sont aussi les plus riches en tourbières. Ce facteur est pour La Ferrière 162, pour La Chaux-de-Fonds 177 et pour La Brévine 166.

Les orages suivent en général un trajet constant à haute fréquence reliant le Val de Ruz à la partie inférieure du Vallon de St-Imier. Une zone secondaire s'étend au N. du Mont-Soleil, du Jura neuchâtelois à Tavannes. La fréquence des orages est moindre sur le reste du Plateau; celle des orages de grêle est de 6—8 par an à Mont-Soleil et de 3—4 plus au N.

L'enneigement dure relativement longtemps; il est sujet à de fortes variations (1 m. en moyenne). Exceptionnellement au cours de tous les mois d'été, il peut neiger en suffisance pour blanchir le paysage. Par contre, l'hiver est souvent coupé, en janvier, par quelques jours à température plus haute — le radoux — où la neige disparaît temporairement.

En résumé, les Franches-Montagnes ont un climat assez rude, de caractère continental par les températures, mais nettement océanique par les précipitations. L'hiver y est long et rigoureux; l'été chaud, mais avec des nuits fraîches. Les précipitations assez abondantes et bien réparties se perdent en bonne partie dans le terrain carsique. Le pays est balayé par tous les vents, aussi les extrêmes de température sont-ils assez considérables. Les gelées précoces et tardives sont à craindre.

Le Plateau présente de nombreuses cuvettes, telle la Seigne de la Gruyère, où le froid subsiste plus longtemps. Ces cu-



Fig. 11. Colonisation des murs d'exploitation.



Fig. 12. *Sphagnetum* en régénération sur la partie exploitée de la tourbière,
Photos de l'auteur.



Fig. 13. Caricaie du diverticule NE.
Photo de l'auteur.

Tabelle 3. *Précipitations mensuelles moyennes.*

	Altit.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Année	Durée ob- serv. Ans
Saignelégier	985	66,4	62,3	71,1	87,6	116,8	127,7	132,7	120,4	97,4	105,6	76,4	81,9	1147,2	20
Bellelay	930	91,6	79,3	91,9	111,5	127,8	131,3	117,5	118,0	113,0	108,8	88,5	105,1	1284,6	20
La Ferrière	1010	79,7	67,2	91,5	108,8	125,1	128,1	123,2	128,6	111,5	96,1	87,1	125,7	1273,6	14
Mt. Soleil	1200	101,9	88,7	92,9	104,7	142,3	136,6	137,4	139,2	116,8	122,7	96,5	116,5	1468,1	20
La Chaux-de-Fonds	985	121	103,8	114	131,7	127,8	135,9	128	136,6	113,9	116,1	124,8	155,4	1509	30

Tabelle 4. *Nombre mensuel moyen des jours de pluie.*

	Altit.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Année
Saignelégier	985	15	12	14	17	18	15	13	13	12	10	12	14	165
Bellelay	930	19	15	17	19	19	16	16	15	14	14	14	18	196
La Ferrière	1010	15	12	15	17	17	14	14	14	12	11	12	15	168
Mt. Soleil	1200	19	15	17	19	18	16	15	15	14	13	14	18	193

vettes à gel se caractérisent en outre par de fréquents brouillards locaux et par leur atmosphère toujours chargée d'humidité.

V. Flore actuelle

La tourbière de la Gruyère est un haut-marais dans presque toute son étendue. Sa flore y est conservée à un état de pureté devenu rare en Suisse. Le relevé floristique des pages suivantes englobe aussi les petites surfaces de bas-marais et traite en peu de mots de la végétation du sol ambiant. Il est avantageux de procéder à la description sous forme de promenade circulaire autour de l'étang.

On parvient de la scierie à l'étang en côtoyant le canal à *Ranunculus trichophyllus* (*R. flaccidus*) var. *paucistamineus*, *Polygonum amphibium* et *Equisetum limosum*, au bord duquel croissent des éléments hétérogènes: *Equisetum palustre*, *Juncus inflexus*, *Hieracium Auricula*, *Alchemilla vulgaris* ssp. *alpestris*, *Caltha palustris*, *Prunella grandiflora*, *Filipendula Ulmaria*.

L'angle W. du diverticule SE., où aboutissent des canaux de drainage traversés de ponts rustiques, offre un mélange de végétation de bas-marais et haut-marais: *Equisetum limosum* atteignant 1 m. de haut, *Comarum palustre*, *Ranunculus Flammula*, *Caltha palustris*, *Veronica Beccabunga*, *Carex Oederi*, *C. inflata*, avec *Sphaignes* et *Cetraria islandica*. Parmi le *Calluneto-Vaccinietum* plus sec: *Briza media*, *Dryopteris spinulosa*, *Potentilla erecta*, *Euphrasia Rostkoviana*, *Maianthemum bifolium*. Un sentier herbeux venu du pâturage humide voisin apporte les rosettes claires de *Pinguicula vulgaris* et les corolles roses de minuscules *Pedicularis silvatica*. La forêt assez dense de *Picea* et *Pinus* ménage une place à *Populus tremula* dont beaucoup de jeunes spécimens, *Sorbus aucuparia*, *S. Aria*, *Salix aurita*, *S. repens* et quelques *Betula nana*.

Au point de sondage 8, au S. de l'étang, on se trouve dans une Pinède entourée de grands Epicéas dont le tapis végétal est un beau *Sphagnetum*. C'est un endroit typique du marais (fig. 8 et 9). Le terrain plat est entrecoupé d'affaissements en trous d'obus (traces d'un début d'exploitation?), sièges d'une intense reconstruction par *Eriophorum* et le *Sphagnum*. Ils sont peuplés

par: *Sphagnum recurvum* var. *amblyphyllum*, *S. cuspidatum*, tous deux immergés, puis, émergeant à peine, *S. recurvum* var. *amblyphyllum* sous sa forme verte, et enfin, sur les buttes⁴, *S. acutifolium* et sa variété *rubrum*. Les replats abritent *Carex pauciflora*, une relique nordique rare en Suisse et abondante à la Gruyère. Des coussins de *Polytrichum commune* de 2 m², compacts, laissent passer quelques *Eriophorum* et *Vaccinium*. Au pied des arbres, en terrain plus sec: *Dicranum scoparium* et *Pleurozium Schreberi*.

Sur le grand replat, parmi les Pins de toutes grandeurs, des petits spécimens de rajeunissement à ceux de 20 m, on relève le *Sphagneto-Eriophoreto-Vaccinietum* suivant:

<i>Vaccinium uliginosum</i>	2 ⁵
<i>Vaccinium Myrtillus</i>	1
<i>Andromeda polifolia</i>	3
<i>Oxycoccus quadripetalus</i>	3
<i>Eriophorum vaginatum</i>	4—5
<i>Calluna vulgaris</i>	2—3
<i>Aulacomnium palustre</i>	3
<i>Sphagnum</i> , soit:	4—5
<i>S. magellanicum</i>	
<i>S. acutifolium</i>	
<i>S. recurvum</i> , var. <i>amblyphyllum</i> , forme <i>parvifolium</i> (= <i>S. parvifolium</i>)	
<i>S. brevifolium</i>	
<i>S. angustifolium</i> .	

Sur un monticule du même endroit nous notons:

<i>Vaccinium uliginosum</i>	2
<i>Vaccinium Vitis-idaea</i>	3
<i>Vaccinium Myrtillus</i>	3 (4)
<i>Andromeda polifolia</i>	2
<i>Oxycoccus quadripetalus</i>	2
<i>Calluna vulgaris</i>	3 parfois 4 ou 5

⁴ Les termes allemands de «Bulten» et «Schlenken» n'ont pas d'équivalent français. Nous n'aimons pas les germanismes «bultes» et «schlenkes». Aussi appelons-nous les petites mares, peuplées ou non de Sphaignes, des *dépressions*. Les bosses à Sphaignes et à Ericacées, au contour circulaire, sont des *coussins*, des *monticules* ou des *buttes* et les parties horizontales entre ces monticules des *replats*.

⁵ Coefficients de l'abondance et du degré de recouvrement réunis, selon l'échelle de l'école suisse:

+ = Individus isolés.

1 = Individus nombreux mais sans degré de recouvrement appréciable.

2 = abondant, recouvrement $\frac{1}{8}$.

3 = degré de recouvrement $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$.

4 = degré de recouvrement $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$.

5 = degré de recouvrement $\frac{1}{2}$.

5! = degré de recouvrement $\frac{3}{4}$.

La strate muscinale présente:

<i>S. magell.</i> , <i>S. acutif.</i> , <i>S. fuscum</i>	3—5
<i>Polytrichum strictum</i> + (ailleurs)	3—5)
<i>Pleurozium Schreberi</i>	+
<i>Dicranum Bergeri</i>	+

et deux Hépatiques dont la première est peu répandue:

<i>Odontoschima denudatum</i>	
<i>Calypogeia Neesiana</i>	+

Les Lichens sont répandus partout. *Cladonia rangiferina* et *Cl. silvatica* peuplent les coussins de Sphaignes tandis que *Cetraria islandica* habite les endroits plus secs et recouvre des surfaces d'un m² de sa masse compacte. Au pied des arbres: *Cladonia deformis*, *Cl. fimbriata*, *Cl. chlorophaea*. Les souches hébergent en outre *Cl. squamosa*, *Cl. macilenta*, *Ochrolechia tartarea*, *Parmelia vittata*. On trouve sur les troncs *Parmelia furfuracea*, *Evernia prunastri*, *Cetraria glauca*, et les branchages sont encombrés par *Alectoria jubata* et *Usnea florida* f. *sorediifera*.

Un aspect bien différent se présente à la localité 2. Le pâturage-boisé recouvre la tourbière sans exclure tous les éléments de haut-marais. Le sol à surface tourmentée offre des terrains à tous les degrés d'exposition et d'humidité. Associations moins pures, riches en espèces.

La partie non encore soumise à l'exploitation de tourbe est plantée de très grands *Epicéas* qui ménagent, en bordure, une place à *Acer Pseudoplatanus*, *Betula pubescens*, *Sorbus aucuparia*, *Populus tremula*, *Lonicera coerulea*, *Sambucus racemosa*.

Les nombreuses souches abandonnées sont envahies par *Athyrium Filix-femina*, *Dryopteris austriaca* ssp. *dilatata*, *Rubus idaeus*, *Euphrasia Rostkoviana*, *Fragaria vesca*, *Epilobium spicatum*, *Polygonum Bistorta*, *Geranium Robertianum*, tous sur l'épais tapis d'une strate muscinale à *Georgia pellucida*, *Lepidozia reptans*, *Hypnum cupressiforme*, *Dicranum scoparium*, *Hylocomium splendens*, *H. loreum*, *Polytrichum formosum*, *Sphagnum Girgensohnii*, *Parmelia saxatilis*, *P. vittata*, *Cladonia fimbriata*, *Cl. macilenta*.

Le sol ferme présente les mêmes espèces dans un gazon à *Agrostis capillaris* et *Poa annua*. On y rencontre en outre: *Potentilla erecta*, *Succisa pratensis*, *Urtica dioeca*, *Trifolium repens*, *T.*

pratense, *Campanula rotundifolia*, *Hieracium Auricula*, *Cicerbita muralis*, *Prunella grandiflora*, *Veronica Beccabunga*, *Myosotis scorpioides*, *Caltha palustris*, *Achillea Millefolium*, *Filipendula Ulmaria*, *Chrysanthemum Leucanthemum*, ainsi que *Mnium Seli-geri* sous une forme tendant vers *M. rugicum*.

Le mur de tourbe vertical (fig. 11) de l'exploitation est le siège d'une intéressante colonisation. Le prélèvement de tourbe se fit, en 1941, sur une plus vaste échelle et des endroits abandonnés depuis nombre d'années furent coupés à nouveau. En 1940 les murs donnaient asile à de petits *Salix aurita*, *Sorbus aucuparia*, *Betula pubescens*, *Rubus idaeus*, *Epilobium spicatum*, ainsi qu'à une riche association de Mousses, Hépatiques, Lichens et Algues parmi lesquels: *Pellia Neesiana* (une Hépatique parmi les premiers colonisateurs), *Lophozia ventricosa*, *Dicranella cerviculata*, *Aneura latifrons*, *Georgia pellucida* (Bryacée fréquente aussi sur les troncs pourris), *Mnium punctatum*, *Dicranodontium longirostre*, *Catharinea undulata*, *Pohlia nutans*, *Bryum inclinatum*, *Polytrichum juniperinum*, *Cladonia furcata*, *Cl. chlorophaea*. Une flore bryologique analogue existe sur les flancs des canaux d'écoulement.

Les tourbiers au travail rejettent derrière eux les résidus d'exploitation et forment ainsi un barrage empêchant l'écoulement de l'eau. Il se forme des nappes d'eau à *Lemna minor*, riches en Algues. Elles sont habitées par des *Agabus*, par les *Acilus palustre* et *sulcatus* qui, lorsqu'on les sort, regagnent l'eau par bonds en frappant le sol de leurs pattes-nageoires, par les *Notonecta glauca*, difficiles à capturer et qui nagent la face ventrale en haut. Les larves de Libellules affectionnent la vase tourbeuse, tandis que toute une population d'Araignées vit dans les tourbes surplombantes creusées de leurs galeries.

Toute la partie W. de la tourbière (localités 1, 3, 4, 5) se trouve à un niveau abaissé par une ancienne exploitation (fig. 12). L'homme y a prélevé deux à trois mètres de tourbe sans toutefois assécher complètement le terrain par drainage et sans provoquer de contact avec les eaux calcaires de ruissellement. Aussi les associations de haut-marais du climax local s'y sont-elles réinstallées et reforment-elles de nouveaux dépôts tourbeux. Le *Sphagnetum*, calcifuge intolérant, a reconquis sa place qualitative-ment et quantitativement. On peut encore reconnaître les stades

de l'envahissement sur la tourbe nouvellement découverte. Dans le *Sphagnetum* de la partie centrale on relève: *S. magellanicum*, *S. acutifolium*, *S. Girgensohnii*, *S. cymbifolium*, *S. recurvum* *ambl.* f. *parvifolium*, *Aulacomnium palustre*, *Polytrichum strictum*, *Scapania irrigua*, avec beaucoup d'*Eriophorum vaginatum*. L'actif exhaussement du terrain fait périr les *Picea* et *Salix aurita* qui tentent de s'y installer.

Le diverticule W. (localité 10) est bordé d'une Caricaie à *Glyceria fluitans* et d'une Equisetaie à *Equisetum limosum*, *Alisma Plantago-aquatica* var. *latifolium*, *Sparganium erectum*, *Potamogeton natans*, *Polygonum amphibium*. Sur le bord *Salix cinerea* et *S. aurita*.

Le bord W. (11, 17) de l'étang est constitué par le pâturage humide peu boisé, à *Juniperus communis*. *Pinguicula vulgaris* étale ses feuilles vert pâle parmi les blanches corolles de *Parnassia palustris*. Deux *Gentianes* peuplent l'herbe foulée par le bétail: *Gentiana germanica*, à la corolle violette à 5 lobes, *Gentiana ciliata*, à corolle bleu clair à 4 divisions, moins abondante. Aux endroits plus secs *Helleborus foetidus*. *Ranunculus Flammula* et *Comarum palustre* habitent les bords de l'eau puis la Caricaie envahit le diverticule NW.: *Carex inflata*, *Glyceria fluitans*, *Juncus inflexus*, et les *Equisetum*, *Callitriche*, *Potamogeton* mieux développés ailleurs.

La localité 26 occupe le centre d'un petit complexe tourbeux au pied des fermes de la Petite Theurre. La Pinède y repose sur un *Sphagneto-Eriophoretum*. Pour la première fois nous rencontrons *Drosera rotundifolia*. Quoique peu visible sur les coussins rouges de Sphaignes, elle est menacée; elle croît trop près de la rive W., lieu de prédilection des promeneurs et des baigneurs. Des pollens de *Drosera* ont été retrouvés ici à 3 m. de profondeur, datant du début de l'âge d'*Abies*. Cette plante carnivore devait avoir une grande extension, car ses restes ont été déterminés dans les tourbes du même âge des localités 16 et 8.

Les dépressions à *Carex pauciflora* et *Sph. cuspidatum* et *molluscum* sont typiques ici (fig. 14). Les coussins à *S. magellanicum* offrent asile à deux petites Ericacées calcifuges: l'Andromède (*Andromeda polifolia*) à la corolle rose pâle et la Canneberge (*Oxycoccus quadripetalus*) aux tiges rampantes et filiformes, à la fleur d'un rose plus vif et dont le fruit rouge semble trop gros

pour une plante si grêle. Un coussin de *Leucobryum glaucum*, Mousse peu répandue, est entouré de *Sphagnum acutifolium* var. *viride*, *Cladonia furcata*, *Cetraria islandica*. Quelques minuscules *Betula nana* parmi le *Calluneto-Vaccinietum*. Enfin, disséminés, *Menyanthes trifoliata*, *Pinguicula vulgaris*, *Ranunculus Flammula*, *Comarum palustre*.

Il est devenu lieu commun de comparer le site de l'étang de la Gruyère à un paysage de Laponie. C'est au centre de la presqu'île qu'il faut goûter cette impression, par un jour ensoleillé de juin, alors que les Linaigrettes jouent de leurs blanches capitules cotonneux parmi les Sphaignes multicolores. C'est ici qu'il faut voir les nuages denses de pollen, détachés des Pins par la brise, pour comprendre la richesse pollinique des tourbes.

La Pinède pure recouvre la tourbière (fig. 21, 22). Des Pins-à-crochet de toutes grandeurs sont à l'aise dans le rude pays franc-montagnard. Il s'agit de *Pinus montana* Miller, var. *uncinata* Willkomm, dans les deux subvar. de *rostrata* et *rotundata* Antoine. Il se présente sous des ports très différents, tantôt pyramidal et branchu dès le bas, tantôt au tronc nu, terminé par un bouquet de branches serrées parfois en balai de sorcière. La Pine-raie représente ici le stade final de la succession végétale, à la condition que le sol reste humide et acide. Où le drainage a asséché la tourbière, le climax est la forêt d'Épicéa.

La partie centrale de la forêt clairsemée est un *Sphagneto-Eriophoretum* pur, avec quelques éléments du *Calluneto-Vaccinietum* ambiant. C'est ici que se présente le mieux le complexe de régénération de buttes et dépressions (fig. 15, 16, 17). La localité est riche en *Drosera rotundifolia*. Nous donnons ei-dessous le relevé sociologique de quelques associations intéressantes.

Dépression à *Carex pauciflora*

3	<i>Sphagna</i> ⁶	4
	<i>S. molluscum</i> (immergé)	
	<i>S. recurvum</i> var. <i>amblyphyllum</i>	
	(= <i>S. ambl.</i>)	
	<i>S. cuspidatum</i>	
	<i>S. acutifolium</i> var. <i>versicolor</i>	
2	<i>Carex limosa</i>	1
3	<i>Carex pauciflora</i>	2
2	<i>Eriophorum vaginatum</i>	2

⁶ Le chiffre de droite indique l'abondance, celui de gauche le degré de vitalité (vitalité croissante de 1—3).

Replat moins humide (6 m²)

3	<i>Sphagna</i>	5
3	<i>Aulacomnium palustre</i>	1
	<i>Pleurozium Schreberi</i>	
2	<i>Cladonia</i>	3
	<i>Cl. mitis, Cl. silvatica, Cl. rangiferina</i>	
2	<i>Cetraria islandica</i>	2
2	<i>Carex pauciflora</i>	2
3	<i>Eriophorum vaginatum</i>	5
3	<i>Drosera rotundifolia</i>	+
3	<i>Oxycoccus quadripetalus</i>	2
3	<i>Andromeda polifolia</i>	2
1	<i>Vaccinium uliginosum</i>	+
1	<i>Vaccinium Myrtillus</i>	+
2	<i>Calluna vulgaris</i>	+
2	<i>Pinus uncinata</i> (recrue)	+

Butte de 10 m², plane au sommet

3	<i>Sphagna</i>	5
	<i>S. cuspidatum</i> et <i>S. rubellum</i> sur le bord	
	<i>S. magellanicum</i> au centre	
2	<i>Dicranum Bergeri</i> (= <i>D. Schraderi</i>)	1
3	<i>Pleurozium Schreberi</i>	1
3	<i>Aulacomnium palustre</i>	1
2	<i>Cladonia silvatica</i>	1
2	<i>Cladonia rangiferina</i>	+
2	<i>Cladonia mitis</i>	1
2	<i>Cetraria islandica</i>	+
2	<i>Calluna vulgaris</i>	2
1	<i>Vaccinium uliginosum</i>	1
2	<i>Eriophorum vaginatum</i>	1
2	<i>Oxycoccus quadripetalus</i>	+
2	<i>Andromeda polifolia</i>	+
2	<i>Drosera rotundifolia</i>	+
2	<i>Pinus</i> (2 ex. < 1/2 m.; 1 ex. de 1,3 m.; 1 ex. de 3 m., sur le bord).	

Parties riches en *Vaccinium*,
un peu plus élevées, sous *Pinus* de 6 m.
et 15 cm. de diamètre.

3	<i>Sphagna</i>	5
3	Mousses (<i>Aulacomnium pal.</i>)	1
2	<i>Cladonia silvatica</i>	1
3	<i>Cladonia mitis</i>	1
2	<i>Cladonia pyxidata</i>	1
2	<i>Cladonia rangiferina</i>	+
3	<i>Vaccinium uliginosum</i>	4
3	<i>Vaccinium Vitis-idaea</i>	2
2	<i>Vaccinium Myrtillus</i>	2

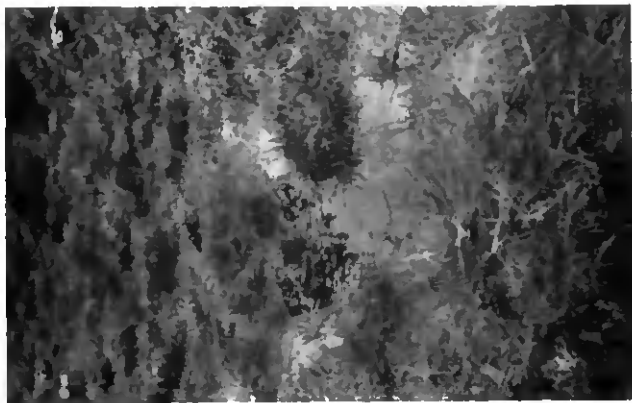


Fig. 14. Buttes et dépressions typiques à *Carex pauciflora* de la localité 26.

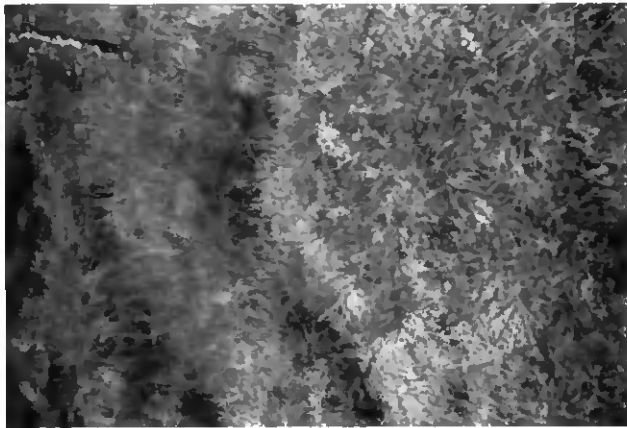


Fig. 15. Dépressions à Sphaignes de la presqu'île.

Photos de l'auteur.

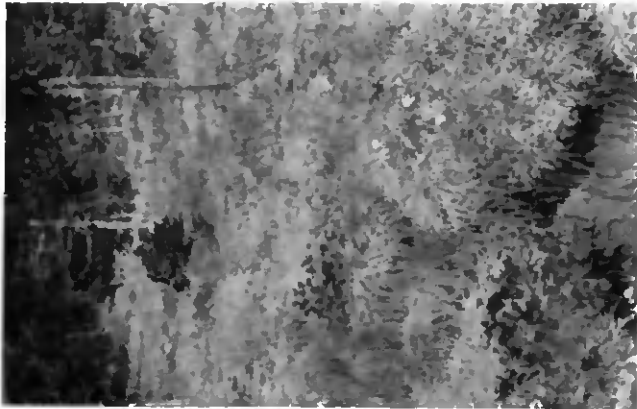


Fig. 16. *Sphagneto-Eriophoretum* de la presqu'île.

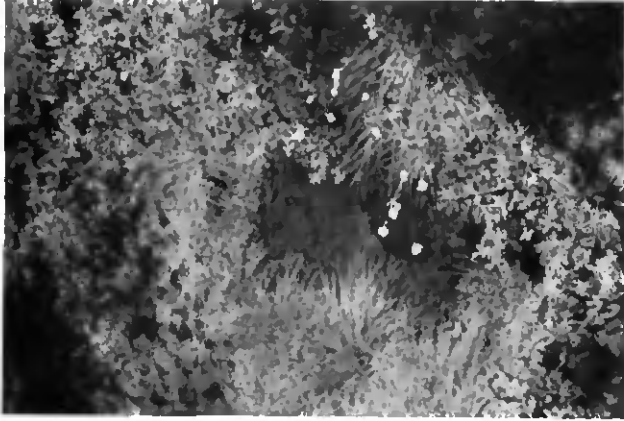


Fig. 17. Dépression à Sphaignes dans le *Sphagneto-Eriophoreto-Vaccinietum* de la presqu'île.

Photos de l'auteur

2	<i>Oxycoccus quadripetalus</i>	1
3	<i>Calluna vulgaris</i>	3
1	<i>Eriophorum vaginatum</i>	+

La presqu'île s'infléchit de toutes parts vers l'étang où le régime des eaux contribue à l'assèchement d'une surface qui cesse de s'accroître. *Eriophorum* et les *Sphagna* s'y font plus rares, y ont moins de vitalité et sont supplantés par la lande à *Vaccinium* et à *Calluna*. Le même état règne aux localités 27, 28, 29. Le marais, d'oligotrophe pur au point 16, héberge des espèces moins acidophiles et tend vers le marais mésotrophe. La localité 27 est encore humide, aussi les arbres y sont-ils envahis par les *Usnea*, les *Alectoria* et d'autres lichens épiphytes. La forêt subit l'influence phyto-écologique du milieu; la végétation en croissance la conduit à un enlèvement qui lui sera fatal. À l'E. le substratum est plus sec et l'Epicéa gagne du terrain.

Parmi tous les éléments de haut-marais, associés différemment, on retrouve les Mousses et Fougères de la forêt et *Menyanthes trifoliata*, répandu partout, *Maianthemum bifolium*, *Orchis maculata*, *O. latifolia*, *Polygala Serpyllifolia*, *Listera cordata*.

De nombreux feuillus parsèment toute la tourbière sans jamais former de peuplements purs. Sur le fond sombre des conifères se détachent les troncs blancs de *Betula pubescens*, *B. pendula*, *Populus tremula*. *Betula nana* apparaît partout au N. d'une ligne reliant 27 à 32 pour atteindre son maximum de développement à cette dernière localité. En 27, 29, 32, 34, on rencontre le très rare *Betula intermedia* (fig. 23), en exemplaires bien caractérisés, atteignant 3 m., et fructifiant bien à la Gruyère. En isolés aussi: *Salix*, *Sorbus Aria*, *Sorbus aucuparia*, *Frangula Alnus*. En bordure, de rares *Fagus*.

Au N. du diverticule NE. *Picea* a envahi la tourbière. Le vent en abat parfois de gros exemplaires en raison de l'enracinement superficiel dans un sol trop meuble (un Epicéa renversé, de 30 m., présentait l'ensemble de son enracinement dans une plaque de 7 m. de diamètre ne dépassant pas 40—50 cm. d'épaisseur). Plusieurs Bouleaux étaient colorés en rouge sang, en 1940, 1941 et 1942, par une formation de galle particulièrement développée, due à *Eriophyes rudis*⁷. La tourbière est très sèche ici, ravinée par des canaux d'écoulement atteignant 3 m. de profondeur.

⁷ Selon l'aimable détermination du Dr. Blumer, Berne.

Les flancs du canal, à la localité 29, sont tapissés par une végétation de Cryptogames héliophiles:

Polytrichum commune
Polytrichum formosum
Mnium punctatum
Dicranodontium longirostre
Georgia pellucida
Calypogeia Neesiana
Scapania nemorosa
Plagiochila asplendioides
Liochlaena lanceolata

Scapania nemorosa existe sur la molasse de plaine, mais est rare dans le Jura en-dessus de 800 m. Cette localité est, à notre connaissance, la seule sur la tourbe.

La forêt à l'E. de l'étang n'héberge pas d'associations nouvelles, si ce n'est un cercle de 10 m. de diamètre de *Lycopodium annotinum*, en fructification à mi-octobre. Il forme sur le terrain sec de la forêt à Pinus et Picea, à 20 m. du pâturage, entre 15 et 23, une masse compacte (degré de recouvrement 5!) d'où émergent *Dryopteris austriaca* ssp. *dilatata*, et *Equisetum silvaticum*.

Le calcifuge *Lycopodium* apparaît en d'autres localités, toujours en plaques denses. Il recouvre 200 m² d'un sol plus sec encore de la forêt de Picea, entre les points 20 et 22, à quelques mètres de la barrière W. La florule du lieu comprend: *Sorbus aucuparia*, *Salix aurita*, *Lonicera nigra*, *Vaccinium Myrtillus*, *Oxalis Acetosella*, *Maianthemum bifolium*, *Rubus idaeus*, *Dryopteris austriaca*, *Equisetum silvaticum*. Dans le canal passant à proximité: *Sphagnum Girgensohnii*, *Catharinea undulata*, *Mnium punctatum*; plus loin, à la limite du pâturage: *Chaerophyllum hirsutum*, *Ranunculus acunitifolius*, *Veronica Chamaedrys*, *Stellaria nemorum*, *Angelica silvestris*.

Une intéressante relique glaciaire est *Betula nana*. L'analyse pollinique démontre qu'il fut l'un des premiers colonisateurs de l'endroit et qu'il s'y est maintenu à travers tous les âges. On le trouve en centaines d'exemplaires, sur une vaste surface. D'autres tourbières des Franches-Montagnes l'abritent aussi: Plain de Seigne, SE. Le Noirmont, en grands massifs serrés; La Chaux d'Abel; tourbière S. les Veaux en bordure de la route Les Reus-

silles—Les Genevez; La Chaux sur Tramelan où il reprend pied sur la partie anciennement exploitée.

C'est à la localité 32 qu'il faut le voir, au printemps, lorsqu'il porte ses chatons. Il y est abondant, très petit dans les clairières, atteignant 1,5 m. dans la forêt sombre. Il est parfois peu apparent parmi tant d'arbrisseaux verts comme lui. Il faut l'admirer en octobre aussi, alors que son feuillage jauni le met en évidence. En automne, les feuilles de la Myrtille sont tombées, celles de l'Airelle des marais ont passé au carmin et celles de l'Airelle rouge, persistantes, sont seules demeurées vertes.

L'endroit est un autre de ces «lambeaux de Laponie» où se réfugie toute la flore spéciale de haut-marais. La forêt est un *Pinetum* pur entouré de *Picea*, avec quelques *Betula pubescens* et *B. intermedia*.

Coussin à *Vaccinium*

<i>Sphagnum acutifolium</i> var. <i>rubrum</i>	
et var. <i>versicolor</i>	4
<i>Dicranum Bergeri</i>	}
<i>Pleurozium Schreberi</i>	
<i>Polytrichum strictum</i>	5
<i>Vaccinium uliginosum</i>	4
<i>Vaccinium Vitis-idaea</i>	2
<i>Andromeda polifolia</i>	2
<i>Oxycoccus quadripetalus</i>	2
<i>Eriophorum vaginatum</i>	1
<i>Cladonia mitis</i>	1
<i>Cladonia rangiferina</i>	1
<i>Pinus</i> porteur de <i>Cladonia cenotea</i>	

Replat à *Betula nana*

<i>Sphagnum acutifolium</i>	4
<i>Dicranum Bergeri</i>	3
<i>Cladonia rangiferina</i>	2
<i>Cladonia silvatica</i>	+
<i>Cetraria islandica</i>	3
<i>Betula nana</i>	4
<i>Vaccinium uliginosum</i>	3
<i>Vaccinium Vitis-idaea</i>	2
<i>Calluna vulgaris</i>	2
<i>Andromeda polifolia</i>	+
<i>Oxycoccus quadripetalus</i>	+

Replat à *Molinia coerulea*

Strate muscinale commé. précéd.

<i>Molinia coerulea</i> (1 m.)	3
<i>Eriophorum vaginatum</i>	2
<i>Vaccinium uliginosum</i>	2
<i>Vaccinium Vitis-idaea</i>	1
<i>Andromeda, Oxycooccus</i>	+
<i>Betula nana</i>	+

Dépression à *Carex pauciflora*
et *Sphagn. cuspid.* (identique localité 16)

Les types précédents sont de la clairière, les suivants de la forêt:

Vaccinietum

<i>Vaccinium Myrtillus</i>	5
<i>Vaccinium uliginosum</i>	3
<i>Vaccinium Vitis-idaea</i>	2
<i>Eriophorum vaginatum</i>	+
<i>Betula nana</i>	+
Un peu de <i>Polytrichum</i> sans <i>Sphagnum</i> .	

Callunetum

<i>Calluna vulgaris</i>	5
avec les <i>Lichens</i> décrits à la localité 4, plus <i>Cladonia bacillaris</i>	

Massif de Betula nana

<i>Betula nana</i>	4
<i>Vaccinium uliginosum</i>	3
<i>Vaccinium Vitis-idaea</i>	2
<i>Vaccinium Myrtillus</i>	2
<i>Eriophorum vaginatum</i>	2
<i>Andromeda, Oxycooccus</i>	+
<i>Mousses, Lichens</i>	+
<i>Lophozia incila</i> et <i>Cetraria pinastri</i> sur un tronc de <i>B. nana</i> de 3 cm. de diamètre.	

Plus au S. prospère *Sarracenia purpurea*, plante nord-américaine apportée ici de la tourbière de Bellelay où elle fut introduite au milieu du siècle dernier.

Les marges de l'étang forment de petites Caricaies dont la plus importante occupe les trois lobes du diverticule NE. Une nourriture minérale plus substantielle, car les graviers calcaires affleurent ici parmi les marnes, a permis l'établissement d'un bas-marais homogène (fig. 13, 24, 38).

Polygonum amphibium résiste bien aux fluctuations du niveau de l'eau et forme, au large, de vastes banes fleuris. D'autres

plantes aquatiques lui succèdent vers le bord: *Alisma Plantago-aquatica*, *Callitriche palustris*, *Potamogeton crispus*, toutes mieux conservées dans le petit étang voisin de Gros Bois Derrière. Elles se mêlent encore à la Magnocaricaie à *Eleocharis palustris*, *Glyceria fluitans*, *Equisetum limosum*, *Carex fusca*, *C. inflata*. Sur le littoral on passe insensiblement à la Parvocaricaie dont les éléments nouveaux sont *Carex panicea*, *C. flava*, *C. elata*, *C. lasiocarpa*, *Anthoxanthum odoratum*, *Equisetum palustre*. Elle s'étage jusqu'à la forêt, entrecoupée de massifs de *Salix repens*, *S. aurita*, *S. triandra* et quelques *Betula* entre lesquels on reconnaît: *Eriophorum angustifolium*, *Luzula campestris*, *Orchis incarnata*, *O. latifolia*, *Polygonum Bistorta*, *Ranunculus Flammula*, *R. acer*, *Comarum palustre*, *Potentilla erecta*, *Viola palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Myosotis scorpioides*, *Pedicularis silvatica*, *Succisa pratensis*.

Scheuchzeria palustris existait encore à la Gruyère au temps de Thurm ann (1849, qui cite Godet-Friche). On ne la retrouve plus qu'à l'état subfossile.

Swertia perennis est signalée à l'étang des Royes.

Mentionnons une localité intéressante du polje voisin de La Chaux-de-Tramelan. A la limite du maigre pâturage à *Nardus stricta*, *Luzula campestris* et *Viola canina*, la source du Pied d'Or alimente une doline dont le fond contient de l'eau. C'est là que O. Rossel de Tramelan introduisit *Nymphoides orbiculata* (= *Limnanthemnum Nymphoides*) qui y prospère parmi *Glyceria fluitans*, *Eleocharis palustris*, *Carex canescens*, *C. panicea*, *Galium palustre*.

A mi-distance, entre les deux tourbières, au sommet de la forêt, se trouve une Polypodiacée calcifuge rare dans le Jura: *Blechnum Spicant*.

Tout autour de la tourbière de la Gruyère s'étend le pâturage-boisé humide (bas-marais), percé d'emposieux. Sa description détaillée ne saurait trouver place ici. Qu'il suffise d'énumérer les composantes de celui de l'E. de la localité 32:

Picea, *Juniperus communis*, *Salix aurita*, *S. pentandra*, *S. repens*.

Anthoxanthum odoratum, *Briza media*, *Molinia coerulea*, *Carex vesicaria*, *C. fusca*, *C. panicea*, *C. Davalliana*, *Luzula multiflora*, *Colchicum autumnale*, *Orchis incarnata*, *O. latifolia*, *Poly-*

gonum Bistorta, Lychnis Flos-cuculi, Stellaria Alsine, Trollius europaeus, Caltha palustris, Helleborus foetidus, Ranunculus acer, R. Flammula, Parnassia palustris, Potentilla erecta, Geum rivale, Filipendula Ulmaria, Sanguisorba officinalis, Cytisus sagittalis, Trifolium pratense, Viola palustris, Gentiana lutea, G. germanica, Myosotis scorpioides, Veronica Chamaedrys, Melampyrum pratense, Euphrasia Rostkoviana, Pedicularis silvatica, Pinguicula vulgaris, Galium uliginosum, G. palustre, Valeriana dioeca, Succisa pratensis, Senecio spathulifolius, Cirsium palustre, Centaurea montana, Crepis paludosa, Hieracium Auricula.

VI. Méthode de travail

Dans nul autre domaine que celui de l'analyse pollinique la littérature scientifique de langue française n'est aussi pauvre de renseignements. Nous rendrons peut-être service aux chercheurs de langue française en exposant ici les grandes lignes de la méthode de travail. Les procédés techniques ayant bénéficié d'améliorations récentes seront seuls traités par le détail dans ce chapitre.

1. Travail en campagne

La localité 2 est la seule où une partie des échantillons de tourbe furent prélevés à la main, sur le mur d'exploitation. Partout ailleurs, il fallut pratiquer des forages. La sonde suédoise utilisée à cet effet a une chambre de 50 cm. de long et se prolonge par des barres de 1,5 m., se fixant bout à bout. Une personne seule peut aisément sonder jusqu'à 6 m. de profondeur grâce à la légèreté de l'appareil. La chambre est très hermétique et la partie centrale de la carotte de tourbe extraite offre des garanties suffisantes de propreté. Des résultats contradictoires, dus à des échantillons souillés de tourbes d'autres horizons, n'ont jamais été enregistrés dans les prélèvements originaires de la tourbière. Par contre les carottes retirées du fond de l'étang ne sont pas toujours exemptes d'impuretés. Il faut en rechercher la raison dans le manque d'homogénéité des sédiments: vases tourbeuses trop fluides, susceptibles de se mélanger; sédiments plus compacts enfoncés par la sonde dans les vases sous-jacentes avant d'être perforés.

Nous avons procédé à 64 sondages au total, soit 37 dans la tourbière même et 27 dans l'étang (tablelle 12, fig. 39). Les premiers remontent aux étés 1940 et 1941 et furent complétés en avril 1942. Les forages de l'étang, tous exécutés à travers la surface gelée, datent des 6—9 janvier 1942. La technique de ces derniers mérite quelques précisions. La surface de la couverture de glace n'étant pas plane, ensuite de l'utilisation de l'eau par la scierie, il fallut, ici comme dans la tourbière, procéder à la mesure altitudinale de chaque localité. Les sondages s'opérèrent de la manière habituelle après avoir pratiqué, à la hache, une ouverture à travers les 20 cm. d'épaisseur de la glace. Les très basses températures (—20° C de nuit et près de —10° C encore à midi) compliquèrent singulièrement la besogne. Il fallut travailler les pieds dans l'eau, car quelques cm. de neige fondante surmontée de 15 cm. de neige fraîche recouvraient la glace. Chaque fois que la sonde était retirée, elle se congelait presque instantanément, ainsi que les raccords des barres de prolongation. Force fut donc de les réchauffer par le feu pour chaque opération nouvelle. Il est à signaler qu'on ne retrouve pas, sous l'eau, l'ouverture pratiquée par la sonde. On perce donc chaque fois un nouveau trou, ce qui est un avantage, car le danger d'impuretés est moins grand. Après prélèvement des échantillons, la sonde se lave et se dégèle sous l'eau.

L'analyse macroscopique de la tourbe et l'examen de son degré d'humification étant faits sur place, les échantillons, de 4 à 5 cm³, sont enveloppés dans du papier gras. Ils sont conservés ainsi, après dessiccation par abandon à l'air. Cette méthode est plus pratique et moins onéreuse que celle de la conservation en tubes. Les pollens ne sont pas altérés par ce procédé et les tourbes demeurent intactes, tandis qu'elles sont parfois le siège d'une intense activité des micro-organismes lorsqu'elles restent humides dans les tubes. Par contre, les tourbes ainsi desséchées, et plus particulièrement les gyttja, se laissent assez difficilement ramollir.

Pour l'étude des dépôts polliniques actuels, il a été récolté des Sphaignes aux endroits plats du marais et non au fond des dépressions où le pollen n'eût pas offert la garantie d'être récent (cf. Erdtman 1921, Lüdji 1939). En dehors de la tourbière, en l'absence de Sphagnum, le choix s'est porté sur des Mousses humides diverses, bien en croissance.

Si beaucoup d'auteurs ont renoncé au dénombrement des pollens actuels, c'est sans doute parce qu'ils furent rebutés par leur extrême rareté dans les Sphaignes à croissance rapide. Cette difficulté est levée par la méthode d'enrichissement par centrifugation.

2. Préparation des échantillons

A. Tourbes

$\frac{1}{2}$ cm.³ de tourbe desséchée (il est favorable de laisser macérer préalablement dans l'eau) est cuit légèrement dans KOH à 10 % en brassant et en éliminant les restes grossiers. C'est la méthode classique. Le produit est alors centrifugé, le culot additionné d'eau et brassé, puis centrifugé à nouveau. Le deuxième culot obtenu se conserve pour l'analyse microscopique par adjonction de quelques gouttes de glycérine.

On objectera à ce procédé que les plus légers des pollens pourraient rester dans les eaux résiduelles. L'examen microscopique attentif de ces eaux permet d'affirmer qu'elles sont exemptes de tout pollen après $1\frac{1}{2}$ min. de centrifugation à 1200 tours/min. La perte de temps occasionnée par ces deux centrifugations est minime si l'on utilise un centrifugeur à 4 essais; elle est largement compensée par les avantages suivants:

1° Gain de temps à l'analyse microscopique, la concentration des pollens étant $1\frac{1}{2}$ à 3 fois supérieure, selon l'état d'humification des tourbes.

2° Par l'élimination des acides humiques colorés, les préparations sont plus transparentes. Les pollens apparaissent plus nets, d'où possibilité de parcourir la lamelle plus vite et à un plus faible grossissement, en augmentant par conséquent la surface du champ visuel.

3° La méthode de centrifugation permet de conserver indéfiniment les pollens dans la glycérine. L'ancien procédé consistant à conserver les lessives de tourbe à KOH (concentré par évaporation de l'eau) est à rejeter. J e n t y s - S z a f e r (1928) a prouvé que l'action prolongée des solutions concentrées de potasse caustique entraîne la destruction des exines des grains de pollen du Noisetier.

La méthode simple de centrifugation est encore insuffisante chaque fois qu'il y a lieu, pour les déterminations spécifiques par

ex., d'utiliser les objectifs à immersion. Erdtman⁸ a décrit un procédé permettant d'éliminer à la fois les constituants inorganiques et les débris végétaux les plus grossiers, sans nuire aux pollens.

B. Sphaignes à pollen récent

Le Sphagnum actuel (ou autres Mousses) frais ou préalablement desséché est cuit dans KOH à 10 %. Les tiges de Sphaignes y sont brassées puis retirées après compression pour en extraire le liquide. Il suffit de centrifuger ce dernier pour obtenir une concentration de pollen telle que l'examen d'une seule préparation suffit parfois à établir le pourcentage des constituants.

C. Marnes et autres sédiments minéraux

Les auteurs limitaient souvent leurs diagrammes polliniques aux horizons inférieurs des dépôts tourbeux et renonçaient à l'analyse des sédiments sous-jacents par suite des difficultés matérielles de l'examen microscopique: grosses particules minérales interdisant les préparations minces, fatigue de l'œil due à la réfraction de la lumière par les cristaux, extrême rareté du pollen surtout. Or les spectres polliniques tirés du substrat sont des plus intéressants puisqu'ils reflètent l'image de la première forêt colonisatrice du postglaciaire, forêt ayant pu exister alors que les emplacements des futurs marais tourbeux étaient encore le siège de sédimentations de matériaux inorganiques.

Une méthode de traitement existe depuis 1924⁹. Ludi l'a appliquée dans toutes ses recherches et plus particulièrement, avec un beau courage, en étudiant les sédiments du lac de Genève (1939, b) jusqu'à 23 m. de profondeur dans le sous-sol du lac.

Voici le résumé des opérations de la

Méthode à l'acide fluorhydrique

d'après la traduction allemande en usage à l'Institut Rübel:

1. Prélever 2 cm.³ de marne (ou argile, ou craie lacustre) si l'on prévoit une richesse suffisante en pollen; travailler avec 10 cm.³ si l'on présume au contraire une teneur très faible. Éliminer les particules grossières.

⁸ Erdtman, dans Rübel, E.: Bericht über das Geobot. Inst. Rübel für das Jahr 1935. Zürich 1936.

⁹ Assarsson, G., et Granlund, E.: Geol. Fören. Stockholm 1924.

2. Eliminer le calcaire, s'il y a lieu, par addition d'HCl dilué; activer la réaction à la flamme. Les débordements s'évitent par addition d'un peu d'alcool. (Remarque: les craies lacustres se traitent uniquement à HCl et non à HF).

3. Laver et centrifuger.

4. Verser le culot dans un creuset de platine (20 cm.³) et remplir d'eau à la moitié. Ajouter 1 à 2 cm.³ d'HCl concentré et enfin l'HF (2 cm.³ à 80 % ou 5 cm.³ à 40 %). Mélanger et cuire trois minutes à petit feu, en tempérant la réaction à l'alcool, si c'est nécessaire.

5. Refroidir et centrifuger.

6. Laver à l'eau et centrifuger à nouveau.

7. Eliminer les silicates par cuisson de 3 min. dans l'HCl dilué. Renouveler s'il le faut.

8. Centrifuger.

9. Laver et centrifuger.

10. Traiter ensuite à KOH comme les tourbes, laver, centrifuger et additionner de glycérine pour la conservation. Ce traitement à KOH n'a pas été prévu par Assarson et Granlund; il nous a donné d'excellents résultats.

Le procédé est long, mais indispensable. Il conduit à une concentration pollinique 10 à 20 fois supérieure. Les exines cutinisées des pollens ne sont pas altérées par ce traitement à la condition que la cuisson ne soit jamais violente.

3. L'analyse pollinique

Les dénombrements ont été effectués au microscope avec platine à chariot mobile. Le porte-objet quadrillé présente l'inconvénient de reccler de petits pollens dans les rainures où ils sont difficilement déterminables ou échappent à l'œil.

Très nombreux sont les auteurs (Spinner, Furrer, Ischer après von Post et Erdtman) qui ont déterminé le nombre minimum de grains de pollen indispensable au calcul du pourcentage de chaque horizon. Leur préoccupation fut la nôtre aussi, ce qui est légitime, lorsqu'on s'apprête à recenser plus de 100.000 pollens. Après de multiples examens, il est permis d'affirmer, avec Erdtman, que 150 pollens suffisent. La perte de

temps provoquée par le dénombrement d'un nombre double de grains, n'est pas en rapport avec les améliorations apportées qui s'avèrent si minimes que l'interprétation générale des diagrammes n'en est pas modifiée. Nous avons toutefois compté 300 grains dans les horizons principaux, dans ceux où la fréquence pollinique était suffisante pour atteindre aisément ce nombre, et dans ceux de l'âge du Noisetier (par suite du mode spécial de calcul de ses pollens). Il serait faux d'abandonner la préparation après avoir atteint le nombre fixé. Les pollens s'y distribuent en zones concentriques, les plus légers se retrouvant surtout au bord de la lamelle. Il est donc indispensable de parcourir une préparation complète, ou des bandes régulièrement espacées si le pollen est très abondant. Nous renonçons à publier des chiffres à l'appui. Qu'il suffise de dire qu'environ 150 pollens de quelques bandes régulièrement espacées d'une préparation riche ont donné des résultats meilleurs que 300 pollens comptés tous au centre de la même préparation.

Quoique difficilement appréciable, la fréquence pollinique a toujours été exprimée (nombre de grains par cm^2 de préparation) et a fourni d'utiles renseignements sur la densité des boisements (cf. pages 58, 68, 108) et sur la vitesse de croissance de la tourbière. Il est regrettable que beaucoup d'auteurs renoncent à préciser la fréquence pollinique. Certes, les chiffres n'ont pas de valeur absolue; mais leur valeur relative ne saurait être mise en doute. Lorsque tous les échantillons de tourbe ont été traités de façon identique, par la même personne, et que chaque préparation microscopique comprend une goutte de lessive de tourbe additionnée d'une égale quantité d'eau et de glycérine, il doit être possible d'apprécier la densité des dépôts polliniques. Remarquons toutefois qu'elle est multipliée par un facteur variant entre $1\frac{1}{2}$ à 3, selon l'état d'humification, par la centrifugation.

Les traités classiques reproduisent des dessins de pollens d'arbres. Erdtman (1939) donne 68 dessins parfaits de spores et de pollens fossiles. Les meilleurs sont encore insuffisants à l'analyste désireux de travailler avec le maximum de certitude. Aussi avons-nous fait des préparations-témoins, durables, de tous les pollens arbustifs nous intéressant, afin de pouvoir en tout temps leur comparer les formes douteuses rencontrées en cours de détermination. Ces pollens, prélevés en herbier, ont été

«fossilisés» au préalable par l'Institut Rübel¹⁰ et ressemblent absolument aux pollens conservés dans les tourbes.

VII. Histoire forestière

1. Répartition des arbres

La répartition des 64 sondages pratiqués dans la tourbière de la Gruyère est fixée avec précision à la fig. 39. Huit des profils ont fourni des diagrammes complets tandis que les prélèvements d'autres localités ne furent analysés que dans les horizons inférieurs est supérieurs afin de dater la genèse de la tourbière et les stades les plus récents de son développement en ces points. Les tables 5 à 10 reproduisent les protocoles de détermination et les fig. 18 à 32 les diagrammes polliniques indispensables à la compréhension du texte.

Selon la coutume, *Corylus* est considéré comme essence de sous-bois et le total de son pollen est exprimé en pour cent de la somme des pollens des arbres. Il en est de même de celui de *Salix* et de celui de quelques arbres peu répandus ou dont le pollen se conserve mal: *Fraxinus*, *Acer*, *Carpinus*. Il fallut procéder ainsi pour permettre des rapprochements avec les travaux similaires de régions voisines. Nous regrettons toutefois cette servitude à une habitude trop bien prise et préférerions, à l'exemple de quelques auteurs, ne faire aucune distinction entre arbres et arbustes. Il n'est pas très indiqué, en effet, de qualifier *Corylus* d'arbuste, alors que des espèces naines telles que *Salix repens* et *Betula nana* sont élevées au rang d'arbres.

Les considérations qui suivent s'efforcent de dégager les fluctuations des courbes représentatives des différents arbres dans les diagrammes polliniques. Elles laissent de côté les variations locales de détail pour tirer les conclusions générales résumées au diagramme moyen (fig. 32).

A. Bouleau (*Betula*)

Les pollens de Bouleau n'apparaissent guère, dans les strates inférieures des tourbes, qu'au diagramme 27, à 585 cm. de pro-

¹⁰ Cf. Bericht über das Geobot. Inst. Rübel für das Jahr 1935 (Zürich 1936) où Erdtman lui-même expose la méthode de fossilisation, en allemand.

Tablelle 5. *Protocole des dénombrements polliniques du point de sondage 2.*

Profondeur cm	Picea	Abies	Pinus	Betula	Alnus	Fagus	Quercus	Ulmus	Tilia	Chêne mixte %	Corylus	Salix	Total des pollens	Fréquence pollinique	Herbacé %
	%	%	%	%	%	%	%	%	%		%	%			
10	40	30	11	11	< 3	4	< 3	< 1	1	3	8	1	405	200	11
25	29	40	3	6	< 4	15	4	—	—	4	3	1	262	180	7
50	25	43	3	8	5	13	3	< 1	—	< 4	4	—	245	60	8
70	27	50	1	4	3	12	2	—	1	3	7	< 1	209	28	7
90	21	52	4	6	5	9	2	< 1	—	< 3	7	4	173	36	5
110	16	39	3	4	4	28	2	2	1	5	4	1	164	28	4
130	8	50	2	6	3	27	3	—	2	5	5	2	220	45	4
150	7	46	2	8	1	27	5	1	2	8	4	1	219	45	4
190	7	53	1	12	5	8	9	2	3	14	6	4	180	24	5
230	2	45	8	10	28	—	3	4	—	7	18	2	161	8	8
270	5	47	12	6	12	—	2	8	8	18	28	6	171	18	12
310	2	46	18	2	11	1	1	15	4	20	42	7	180	8	23
350	1	28	33	4	6	—	7	9	12	28	70	9	179	9	8
390	1	5	27	29	7	—	6	12	14	31	94	11	200	12	10
430	—	7	49	12	3	1	7	5	7	19	126	3	196	6	9
470	—	—	34	9	2	—	9	40	6	55	104	5	300	20	8
510	—	2	47	15	—	2	5	20	9	34	102	31	233	24	17
550	—	3	54	5	1	—	3	18	16	37	130	15	245	10	25
580	—	—	91	2	—	—	—	4	3	7	145	1	253	20	14

fondeur. Par contre, ils se retrouvent partout dans les marnes, à la fréquence moyenne de 1 (fréquence max. de 2 à 3, malgré traitement soigné à HF). Par suite de cette indigence extrême, le diagramme de cet âge n'a été établi qu'au profil 13 dont les marnes se sont avérées les moins pauvres. Et pourtant le seul spectre de 480 cm. a nécessité l'examen de plus de 40 préparations microscopiques! La courbe présente 30 % de Betula à 480 cm. et descend à 10 % à 440 cm., puis à 7 % à 420 cm. Les valeurs intermédiaires de 5 en 5 cm. vérifient cette courbe; elles ne figurent point au diagramme parce que le nombre des grains comptés est trop faible. Nulle part le nombre de 30 % ne put être dépassé.

Salix est partout contemporain de *Betula*: 16 %, au profil 13 (480 cm.). Sa rapide régression fait admettre qu'il s'agit surtout

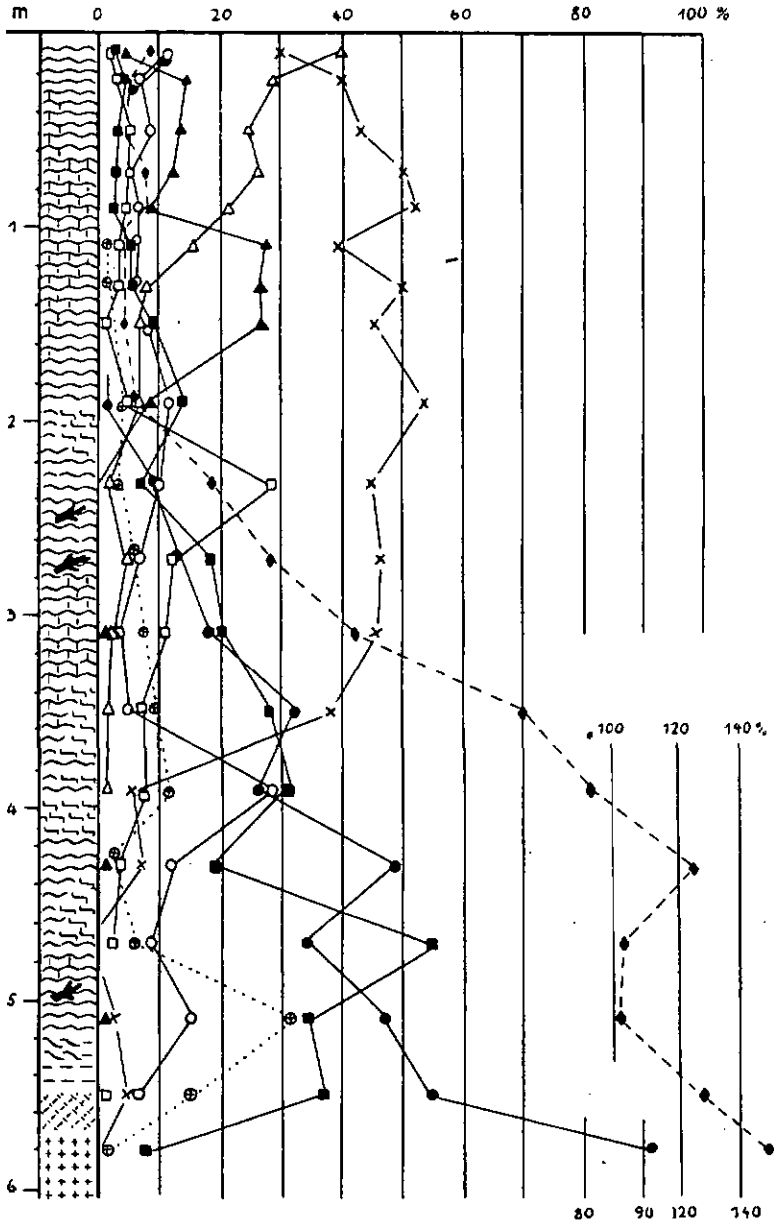


Fig. 18. Diagramme pollinique et stratigraphique du point de sondage 2.

(explication des signes, fig. 19.)

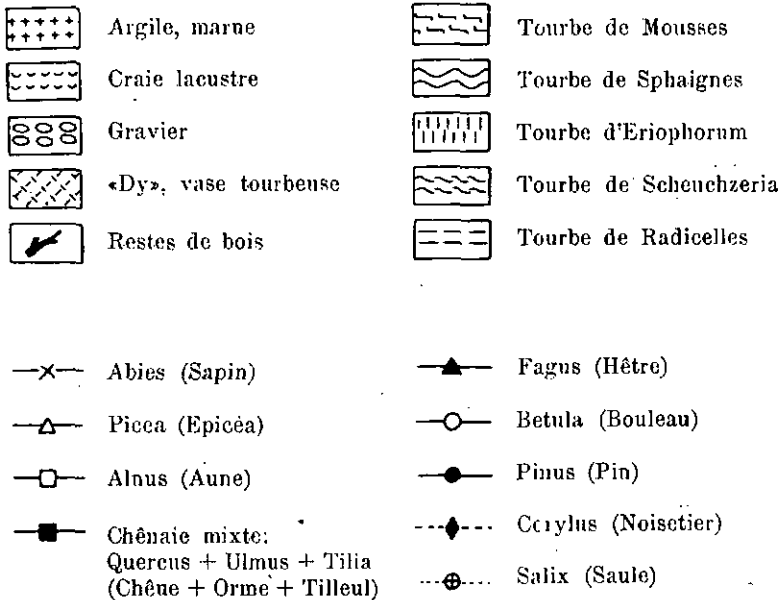


Fig. 19. Signes représentatifs des terrains et des pollens.

d'espèces polaires, les espèces actuelles n'étant apparues qu'à l'âge de la Chênaie.

Betula est accompagné de *Pinus* dont la courbe ne tardera pas à augmenter. *Fagus* est présent ainsi que les premiers représentants de la Chênaie. Ces trois éléments s'interprètent comme étant d'origine lointaine, ceux-ci jouant un rôle plus marqué chaque fois que la densité pollinique est plus faible. Il n'est pas exclu que ces arbres aux exigences climatiques plus grandes aient déjà existé en nombre restreint dans les plaines plus favorisées d'Ajoie, par exemple. Oberdorfer (1937) les signale dans les Vosges, au même âge.

Des restes macroscopiques de *Bouleau* n'ont pas été révélés aux horizons inférieurs, à la Gruyère. On les découvre aisément à la tourbière voisine de La Chaux, où règne une intense exploitation. Schröter (1904) signale du bois de *Betula nana* à La Brévine. Il est donc permis d'affirmer que le *Bouleau* a existé aux Franches-Montagnes et que le pollen retrouvé n'est pas attribuable à une origine lointaine. Les mensurations prouvent qu'il s'agit surtout du *Bouleau nain* (60 % à 80 % des grains de pol-

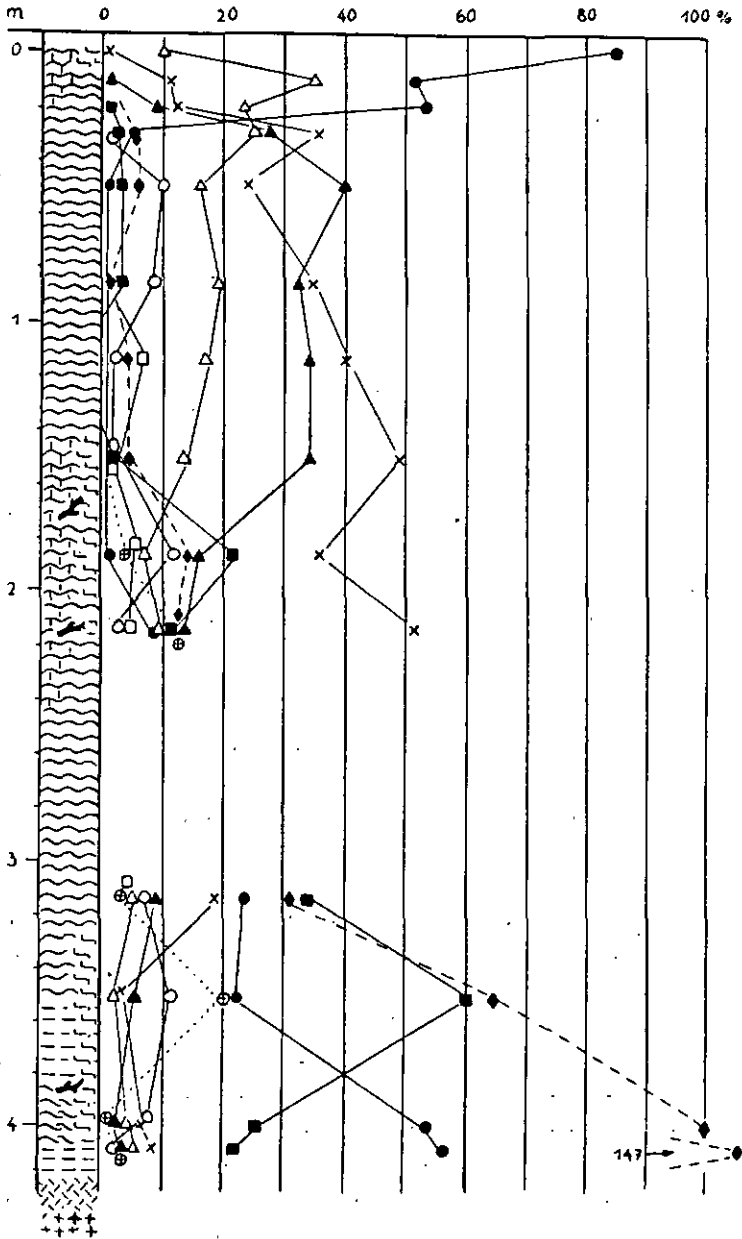


Fig. 20. Diagramme pollinique et stratigraphique
du point de sondage 8.
(Lacune du diagramme. cf. page 108.)



Fig. 22. Forêt de *Pinus uncinata* et *Eriophoretum-
Vaccinietum* de la presqu'île.

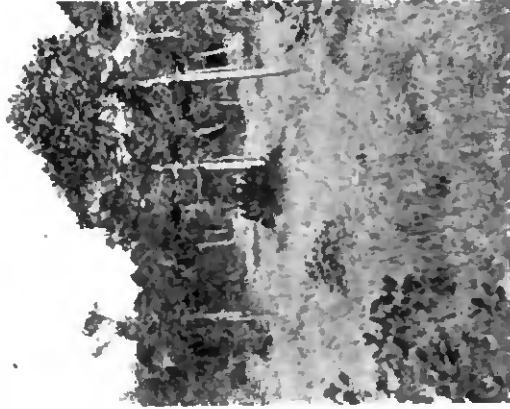


Fig. 21. *Pinus uncinata* sur le *Sphagnelo-
Eriophoretum* de la presqu'île.

Photos de l'auteur.

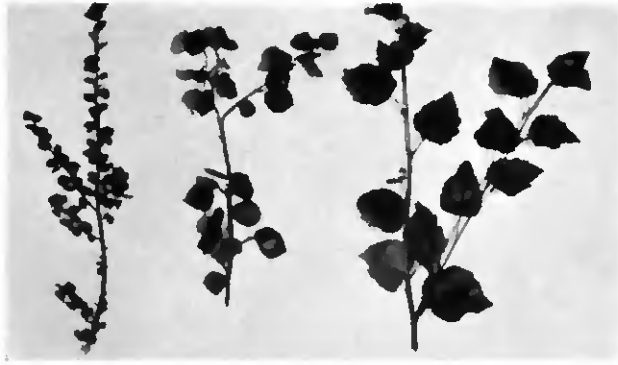


Fig. 23. De gauche à droite: *Betula nana*, *Betula intermedia*,
Betula pubescens.



Fig. 24. *Polygonum amphibium*.

Photos de l'auteur.

Tablelle 6. *Protocole des dénombrements polliniques du point de sondage 13.*

Profondeur cm	Picea	Abies	Pinus	Betula	Alnus	Fagus	Quercus	Ulmus	Tilia	Chénopée mixte	Corylus	Salix	Total des pollens	Fréquence pollinique	Herbacé
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		%	%
0	8	1	86	2	1	< 1	< 1	< 1	—	< 2	1	2	359	—	—
10	21	5	69	1	1	3	—	—	—	—	—	—	200	40	1
20	14	14	50	2	1	16	2	—	—	2	4	—	175	70	< 1
30	17	40	4	—	1	36	1	1	—	2	2	1	182	65	< 1
40	18	18	3	8	5	45	2	1	—	3	6	1	172	55	—
50	22	27	1	7	6	32	3	< 1	—	3	9	1	172	70	1
60	20	14	1	4	6	49	5	1	—	6	5	1	207	70	—
70	13	34	1	7	3	38	3	< 1	—	3	4	1	227	90	1
80	15	20	1	5	8	45	4	1	—	5	10	1	201	50	—
90	14	30	1	5	4	41	3	2	—	5	5	1	214	140	1
100	16	29	1	5	1	45	2	1	—	3	5	—	234	150	—
110	17	29	1	6	6	37	3	1	—	4	5	1	213	180	1
120	17	32	—	5	5	38	2	—	1	3	7	—	208	140	2
130	15	35	2	2	5	35	4	< 1	1	5	5	—	212	100	1
140	12	32	—	4	3	45	3	1	1	5	10	—	219	110	—
150	8	39	3	3	4	35	< 1	3	3	6	10	1	200	140	< 1
160	2	43	5	14	5	5	10	8	8	26	24	6	194	130	—
170	7	26	5	10	4	21	9	9	8	26	22	5	201	100	1
180	1	12	12	14	6	5	5	32	13	50	26	21	178	74	—
190	—	18	3	15	10	6	11	23	14	48	43	26	224	45	4
200	—	6	13	12	8	4	9	28	19	56	40	17	211	41	—
210	—	19	14	8	4	6	11	25	13	49	55	23	185	30	3
220	—	9	17	7	7	—	18	28	13	59	96	22	192	38	—
230	5	11	15	7	1	6	6	37	12	55	70	10	180	50	—
240	—	6	14	5	5	7	12	32	18	62	90	17	205	43	—
250	2	7	16	11	2	4	13	30	15	58	90	17	220	40	2
260	—	4	16	8	3	—	6	44	20	70	77	3	207	38	—
270	2	7	20	6	8	3	11	26	17	54	140	14	256	40	2
280	—	1	19	12	4	2	7	43	12	62	80	4	250	70	—
290	1	1	27	14	3	—	13	26	15	54	150	15	266	75	5
300	—	—	32	4	—	—	8	44	12	64	230	2	188	105	—
310	—	1	20	5	1	2	20	41	10	71	220	2	323	100	3
320	—	2	80	2	2	1	4	9	—	13	160	—	271	65	—
330	2	1	80	1	2	1	1	11	1	13	180	—	280	80	—
360	—	1	83	2	1	1	2	8	2	12	28	—	129	25	1
370	—	1	83	3	1	1	2	6	1	9	16	1	171	50	2
380	—	—	95	2	2	—	—	—	1	1	7	1	150	32	—
390	—	2	82	8	—	1	2	4	1	7	10	5	165	8	1
400	2	8	64	7	—	6	3	5	5	13	15	7	132	4	3
420	3	4	67	7	3	4	4	4	4	12	26	6	133	3	6
440	—	—	84	10	1	2	—	1	2	3	5	2	50	2	10
480	—	—	50	30	—	6	—	8	2	10	—	16	50	1	2

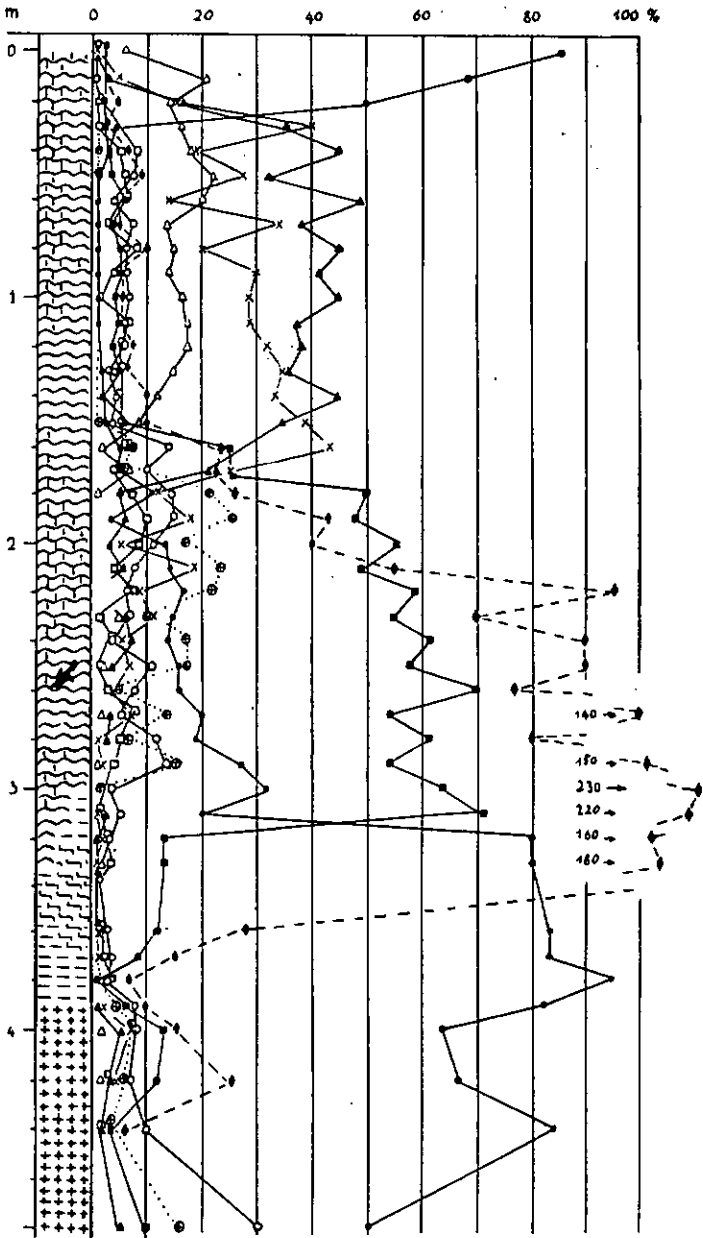


Fig. 25. Diagramme pollinique et stratigraphique du point de sondage 13.

Tablelle 7. Protocole des dénombrements polliniques du point de sondage 16.

Profondeur	Picea	Abies	Pinus	Betula	Alnus	Fagus	Quercus	Ulmus	Tilia	Chêne mixte	Corylus	Salix	Total des pollens	Fréquence pollinique	Herbacé
cm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		%	%
20	26	13	40	7	1,5	9	3	0,5	—	3,5	7	< 1	230	56	3
40	23	24	7	1	3	40	1	1	—	2	3	—	261	52	1,5
80	18	34	3	4	3	30	6	0,5	—	6,5	4	< 1	204 ^{1,2}	80	1,5
120	11	34	4	5	5	37	4	< 1	—	4	3	2	374 ²	140	1
200	10	55	2	5	2	20	4	1	1	6	5	1	303 ²	160	1
160	11	38	4	1	6	31	5	2	2	9	8	1	346 ²	168	1,5
240	2	31	9	10	6	8	11	11	12	34	28	33	354 ¹	140	3,5
280	4	5	16	11	2	1	21	23	17	61	125	25	393	80	2
320	1	—	17	6	2	< 1	15	45	13	73	84	14	296	88	1
360	2	4	24	17	1	2	12	30	8	50	170	24	300	72	2
400	—	1	18	9	1	1	14	43	13	70	190	4	384	100	2
440	—	—	86	1	—	—	2	10	< 1	12	117	—	265	52	2
480	1	1	93	2	—	—	2	1	—	3	16	2	207	80	2
520	—	< 1	95	1	—	—	1	1	—	2	1	1	142	50	1
560	< 1	5	81	4	—	1	2	2	1	5	8	2	273	35	2
600	4	6	82	4	1	1	1	—	1	2	10	2	88	80	—

¹ Y compris 1 Acer.

² Y compris Fraxinus.

len mesurent moins de 20 μ). Il serait faux d'attribuer à cet âge l'importance décisive qu'il eut par exemple dans les Vosges (Oberdorfer, 1937), à Genève (Lüdi, 1939 b) ou à Wauwil (Harri, 1940).

La courbe de *Betula* s'abaisse relativement vite pour rester à travers tous les âges au-dessous de 10 %. Elle se relève quelque peu durant les âges de *Corylus* et de la Chêne (comme à la Forêt Noire; cf. Broche, 1929), durant l'âge d'Abies, ainsi qu'à l'époque subrécente. De fréquentes fluctuations locales ne sauraient être l'expression d'une extension générale de la *Betulaie* mais sont dues à l'existence isolée de *Betula pubescens*, et plus souvent, à la présence de *Betula nana*. Il est très admissible que le pollen de ce dernier se sédimente avant tout à proximité immédiate de l'endroit où il est libéré, parce que les chatons sont à quelques décimètres à peine du sol et que l'arbuste croit, chez nous, en massifs compacts.

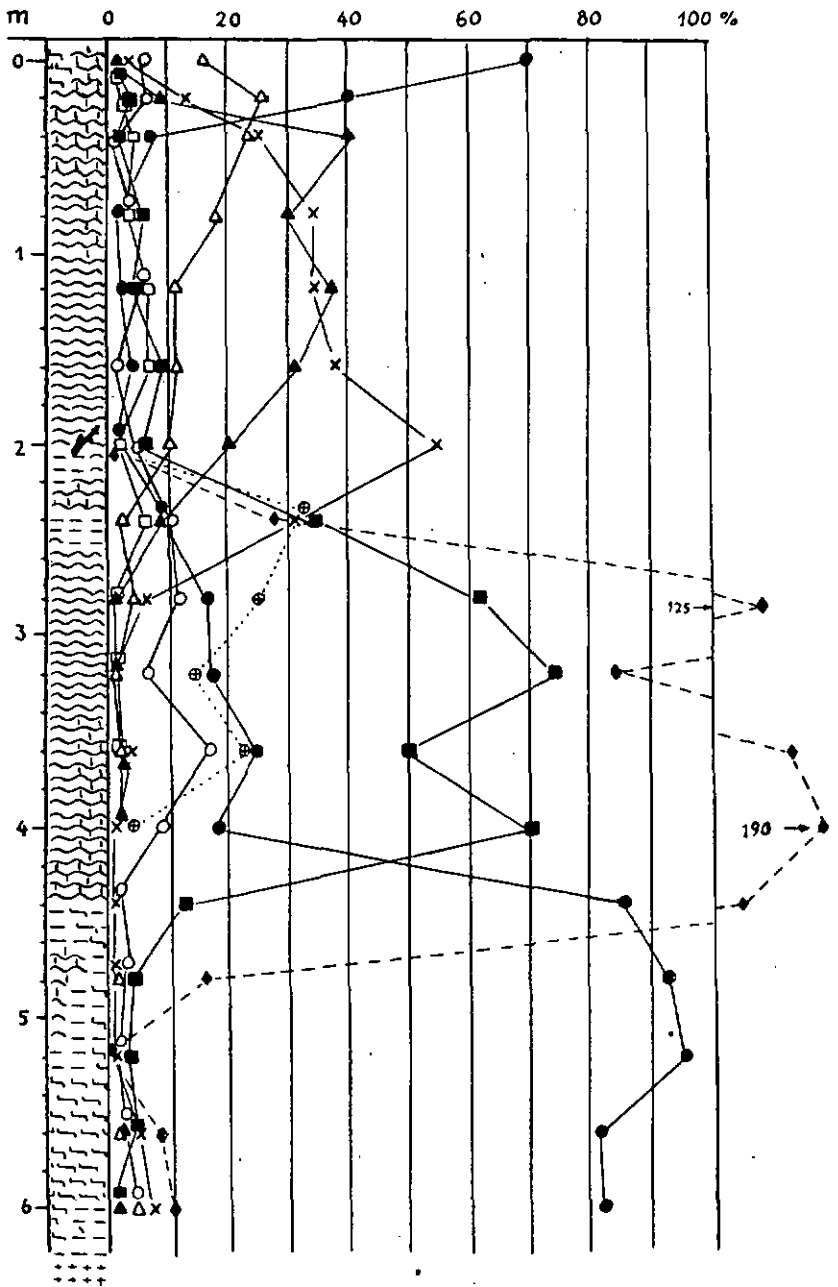


Fig. 26. Diagramme pollinique et stratigraphique du point de sondage 16.

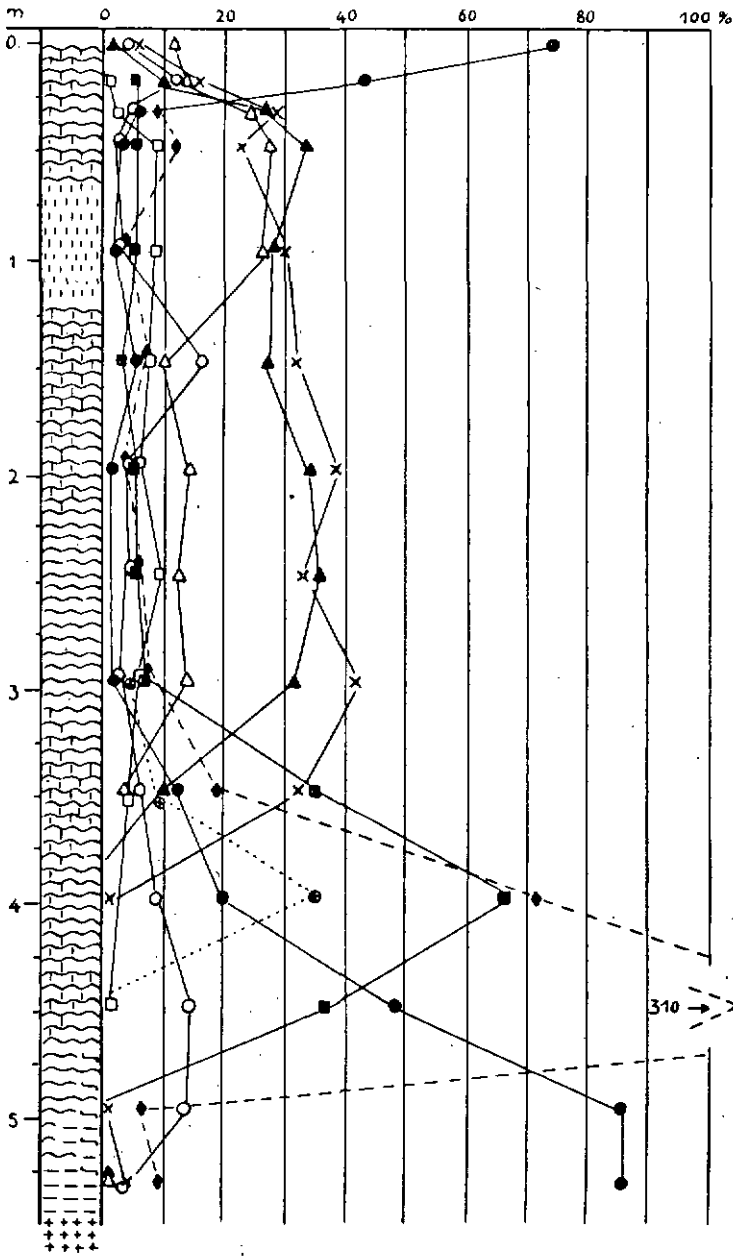


Fig.27. Diagramme pollinique et stratigraphique du point de sondage 26.

Tabelle 8. *Protocole des dénombrements polliniques du point de sondage 27.*

Profondeur cm	Picea	Abies	Pinus	Betula	Alnus	Fagus	Quercus	Ulmus	Tilia	Chêne mixte	Corylus	Salix	Total des pollens	Fréquence pollinique	Herbacé
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
10	15	8	65	1	2	5	3	<1	—	<1	2	1	202	60	3
25	18	30	3	7	1	34	6	<1	—	6	4	2	211	44	2
50	17	30	5	6	12	26	3	<1	—	3	7	—	167	60	1
80	14	26	2	9	9	34	5	1	—	6	7	<1	214	48	1
115	8	32	4	18	9	26	2	<1	—	3	8	<1	197	80	<1
150	13	44	2	6	8	20	4	<1	2	6	7	2	226	100	<2
180	5	28	8	5	6	15	9	15	8	32	41	4	193	80	1
220	—	7	12	5	7	1	30	23	14	67	72	19	184	70	3
250	2	7	12	4	8	7	16	30	14	60	90	24	216	28	2
280	2	2	20	8	4	1	14	42	7	63	74	29	205	16	7
315	1	—	55	2	3	—	4	23	12	39	68	9	179	16	2
350	2	2	61	1	2	—	3	21	8	32	52	—	171	10	2
380	2	4	60	—	—	—	—	22	12	34	112	—	126	8	6
415	—	4	71	1	3	1	2	16	1	19	112	3	215	28	4
450	—	3	87	—	—	2	—	8	—	8	73	1	174	40	1
480	—	<1	98	1	—	—	—	<1	—	<1	4	—	1000	400	—
515	1	6	90	—	<1	1	1	—	—	1	1	<1	197	28	2
550	—	1	94	1	1	2	—	1	—	1	4	1	105	8	—
565	—	1	93	6	—	—	—	—	—	—	2	3	135	14	2
575	2	6	82	4	2	2	2	—	—	2	4	1	156	8	2
585	5	7	70	7	—	7	2	2	—	4	3	3	147	6	4

Grâce à l'étude de Jentys-Szafer (1928), la détermination spécifique des bouleaux est possible, quoique difficile et considérée encore comme incertaine par de nombreux auteurs. *Betula pubescens* (25 à 30 μ) forme les trois quarts du maximum absolu de 30 % (sondage 2, 390 cm.). *Betula nana* se retrouve à toutes profondeurs, mais surtout dans les strates inférieures et supérieures du marais. Il forme 90 % des grains subrécents de l'ensemble des localités, avec un diamètre moyen inférieur à celui de 18,5 μ donné par Jentys-Szafer. Les pollens de 17 μ sont fréquents.

B. Pin (Pinus)

La courbe de Pinus monte au déclin de Betula (diagramme 13) et maintient longtemps son maximum à 80 % et 90 %, at-

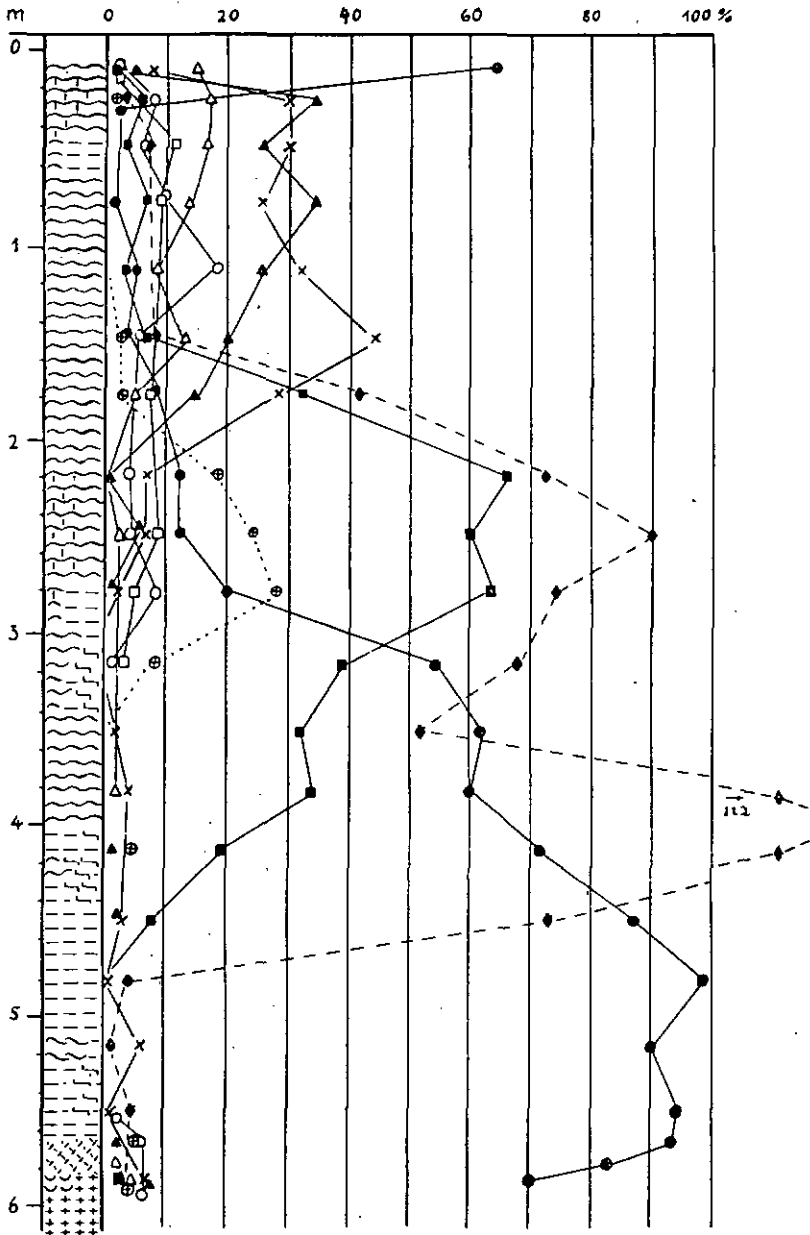


Fig. 28. Diagramme pollinique et stratigraphique du point de sondage 27.

Tablelle 9. *Protocole de dénombrement du point de sondage 28.*

Profondeur cm	Picea	Abies	Pinus	Betula	Alnus	Fagus	Quercus	Ulmus	Tilia	Chêne mixte	Fraxinus	Carpinus	Acer	Corylus	Salix	Total des pollens d'arbres et d'arbustes	Fréquence pollens/cm ²	Pollen herbacé
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%			%
10	8	2	82	5	1	1	1	—	—	1				3	1	843	100	—
15	6	14	66	2	2	7	3	1	—	4	1	1	1	1	—	303	120	6
20	14	23	6	19	6	25	4	—	1	4	1			5	3	346	50	2
35	25	37	5	9	3	18	3	—	—	3				5	—	226	30	3
50	16	38	3	5	3	28	6	—	—	6	1			2	1	223	54	1,5
60	18	37	3	4	3	32	2	—	—	2				1	1	136	51	—
70	13	31	3	8	4	35	6	—	—	6				3	1	146	48	—
80	17	27	6	7	7	31	5	—	—	5				2	1	147	50	—
95	15	35	2	5	8	31	3	—	—	3			1	5	4	224	45	1,5
110	18	35	5	4	5	30	2	1	—	3	1			6	1	291	26	1
125	14	30	2	12	7	32	3	—	1	4				5	2	462	71	—
135	15	35	1	3	5	32	7	1	—	8				7	1	218	73	1
150	9	45	2	2	5	30	4	1	2	7				7	—	210	84	2
165	10	42	6	2	1	32	5	—	2	7				11	1	332	132	2
180	8	51	5	6	5	21	3	—	1	4				3	2	151	31	7
200	6	46	3	10	10	15	8	1	1	10				19	6	393	39	5
215	6	43	4	3	8	13	10	7	3	20	1			25	6	207	20	10
235	6	33	7	9	10	9	14	8	4	26		1		23	6	322	10	8
265	7	54	17	2	6	2	6	3	3	12				28	6	152	8	20
290	6	53	16	3	4	4	6	4	2	12				10	3	150	12	3
330	5	33	27	1	5	4	6	9	10	25	1	1		30	12	144	5	16
365	3	28	19	6	6	3	17	13	5	35		1		10	7	317	8	18
385	5	22	25	7	5	3	15	10	5	30				16	5	144	6	12
415	6	14	17	4	8	4	16	18	12	46				38	18	214	16	15
450	1	4	13	8	5	3	23	28	15	66				46	17	292	43	10
480	5	6	29	12	4	6	15	15	6	36				43	6	208	20	17
495	2	3	30	5	4	1	11	33	10	54				94	15	374	36	12
515	2	1	40	1	2	1	11	35	7	53				122	12	230	27	13
545	1	1	13	2	1	—	12	66	4	82				194	2	347	55	11
580	—	1	71	3	1	—	5	16	1	22				88	—	290	16	19
595	—	—	89	—	1	—	2	8	1	11				54	1	264	40	—
615	—	1	95	1	—	1	1	1	—	2				21	—	378	75	8
635	1	—	99,5	—	—	—	—	—	—	—				—	1	454	275	—
645	—	—	99	—	—	—	1	—	—	1				1	1	504	64	20
710	1	—	99,5	—	—	—	—	—	—	—				—	—	179	140	4
715	—	—	99,8	—	—	1	—	—	—	—				1	1	1052	120	14
725	—	—	99,2	—	—	<1	—	—	—	—				1	2	142	30	7
730	1	—	96	1	1	—	1	1	—	1				—	1	203	50	7

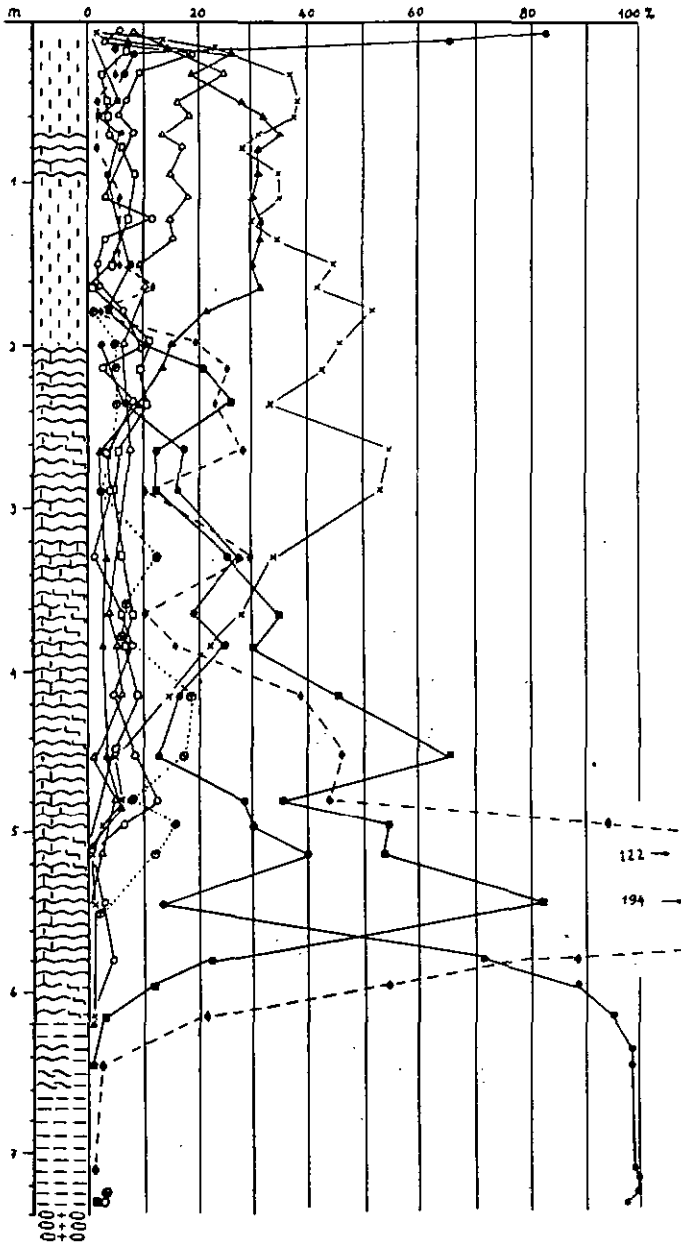


Fig. 29. Diagramme pollinique et stratigraphique
du point de sondage 28.

Tablelle 10. *Protocole des dénombrements polliniques du point de sondage 37.*

Profondeur cm	Ficca	Abies	Pinus	Betula	Alnus	Fagus	Quercus	Ulmus	Tilia	Chênaie mixté	Corylus	Salix	Total des pollens	Fréquence pollinique
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
0	14	3	73	5	2	1	1	< 1	—	< 3	5	2	351	—
20	16	9	49	6	2	17	1	—	—	1	8	1	356	200
40	20	21	1	3	3	49	2	—	—	2	4	—	240	100
50	11	27	2	16	6	35	2	—	1	3	15	1	232	100
60	15	23	2	18	5	34	1	1	1	3	13	—	226	120
70	10	25	2	8	6	45	2	—	1	3	16	1	241	95
80	10	31	1	7	5	42	1	2	1	4	6	—	151	70
90	15	32	1	4	6	33	3	3	3	9	13	—	197	60
100	8	44	2	1	4	33	3	3	2	8	9	1	182	50
110	8	27	2	6	17	25	9	5	1	15	18	2	176	50
120	3	40	3	10	9	11	7	11	5	23	38	9	222	55
130	4	38	11	4	9	7	5	16	5	26	51	4	261	52
140	8	32	11	8	7	18	3	9	4	16	43	2	153	36
150	5	17	16	6	9	2	6	17	22	45	59	2	161	32
160	4	27	20	5	10	12	3	12	7	22	54	1	155	31
170	1	2	49	2	5	4	4	19	13	36	98	12	210	20
180	6	11	30	6	7	8	1	27	4	32	60	3	163	14
190	11	13	20	5	8	15	4	18	6	28	105	2	207	10
200	1	2	50	2	7	1	2	29	8	39	188	1	290	40
210	5	2	50	1	3	5	2	25	7	34	205	2	307	48
220	3	7	47	5	5	6	2	21	4	27	74	3	179	18
230	2	3	64	2	2	1	3	22	1	26	79	2	150	60
240	—	1	88	1	—	< 1	4	5	—	9	52	1	202	48
260	3	5	75	4	2	2	2	5	1	8	67	10	287	56
280	2	5	82	7	2	1	—	1	< 1	2	8	5	172	20

teignant 99,8 % à 715 cm. de profondeur du sondage 28, en plein centre de la tourbière (le calcul du maximum absolu a porté sur 1052 grains de pollen). Maximum moyen: 90 %. Elle régresse ensuite rapidement au profit de la Chênaie, lors de l'invasion du Noisetier, pour ne reprendre une ascension décidée qu'aux horizons subrécents et actuels. La forte dominance du Pin est attestée par les pourcentages élevés de son pollen, mais aussi par la haute fréquence pollinique: 400 au point 27 (480 cm.). Seuls des massifs isolés ont subsisté dès la fin de cet âge, ainsi qu'en font foi les

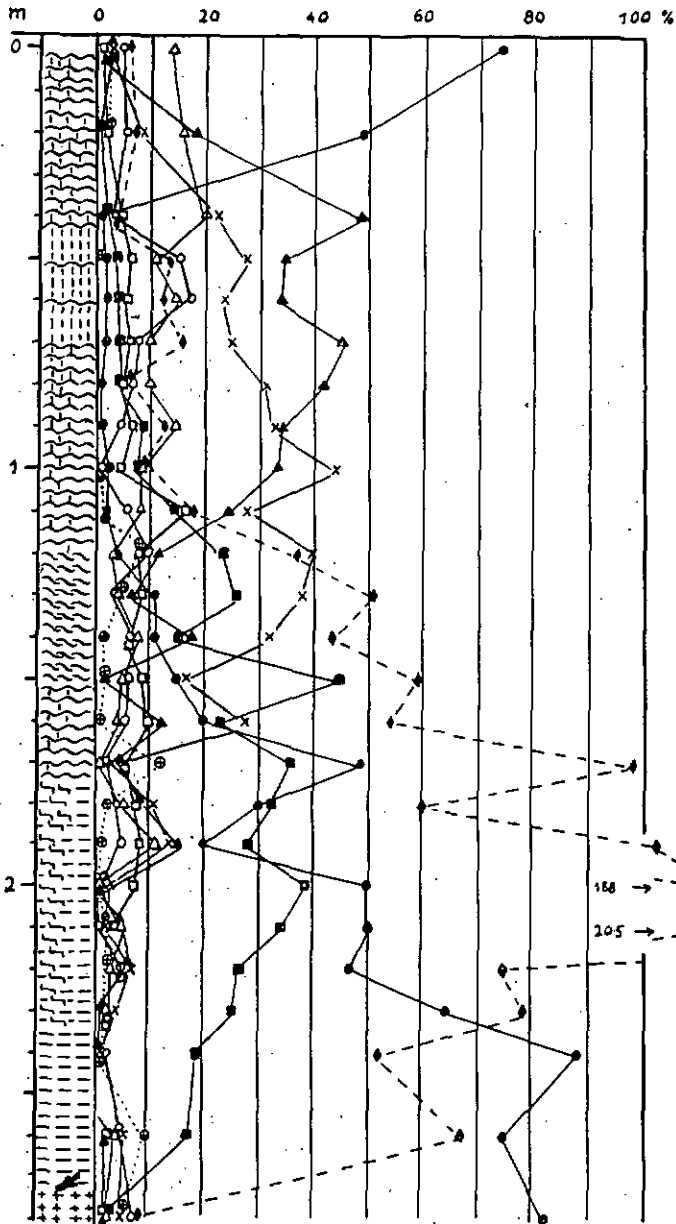


Fig. 30. Diagramme pollinique et stratigraphique
du point de sondage 37.

faibles pourcentages de pollen, alors même que l'arbre le livre en abondance. De légers soubresauts de la courbe de *Pinus*, en compagnie de *Betula*, font fléchir celle de la Chênaie en son milieu. C'est l'invasion de la tourbière par le Pin de marais qui relève la courbe au sommet de presque tous les diagrammes.

La courbe du Pin des Franches-Montagnes est l'analogue de celle de Haute-Alsace (Oberdorfer, 1937) et témoigne d'un climat continental. Ce dernier auteur a prouvé qu'elle est synchrone de celle des Vosges.

La forêt de l'âge du Pin est accompagnée des éléments de la Chênaie et du Noisetier. *Salix* et *Betula* sont subordonnés et les autres essences sporadiques. *Pinus montana* a dominé d'abord, remplacé peu à peu par *Pinus silvestris* qui disparut devant l'invasion de la Chênaie.

C. Noisetier (*Corylus*)

La courbe du Noisetier s'élève brutalement au moment précis où celle de *Pinus* engage son fléchissement. (Ce fléchissement n'est pas dû à la présence des grains de pollen de *Corylus* puisque la courbe du Noisetier se calcule indépendamment de celles des arbres. Cf. p. 44.)

Elle atteint 248 % en moyenne dans les trois profils analysés à intervalles serrés (13, 26, 28) et 310 % au maximum au diagramme 26. On n'était point accoutumé à trouver des pourcentages aussi élevés dans les diagrammes relatifs au Jura; Ischer (1935) signale toutefois un maximum de 171 % dans le Jura neuchâtelois. Il est reconnu néanmoins que les plus forts pourcentages de *Corylus* se montrent à l'W. de l'Europe centrale; Broche (1929) cite 280 % dans la Forêt-Noire, à la même altitude. Le Plateau suisse connaît des nombres élevés: 365 % au Wauwilermoos (Härrli, 1940).

Keller (1928) a sous-estimé l'importance du Noisetier aux Franches-Montagnes en lui attribuant un maximum de 95 % dans ses deux profils de La Chaux-des-Breuleux et de la Gruyère, ainsi qu'il le fit au Wauwilermoos par le chiffre de 154 % que Härrli corrige en 365 %. Cette erreur est attribuable à des prélèvements trop espacés des échantillons.

La courbe en régression est moins régulière; elle recoupe celle de la Chênaie et, après des fluctuations variables, devient insigni-

fiante. Le Noisetier avait cessé de jouer un rôle de quelque importance bien avant que l'homme ne le fasse disparaître par le traitement jardinatoire des forêts.

Du fait que *Corylus* est une essence de lumière et qu'il est bien représenté dans tous les diagrammes, il est probable que, lors de son extension maximum, il ait dépassé son rôle d'essence de sous-bois pour former des taillis purs.

Les âges de *Corylus* et de la Chênaie mélangée sont presque synchrones. Les maxima des deux courbes coïncident dans les profils 16 et 28 et sont peu distants ailleurs. Un synehronisme analogue, doublé d'un parallélisme parfait des courbes, est signalé à la Schosshalde, près Berne, par Rytz (1937). Rudolph et Firsas ont déjà remarqué que le maximum de la Chênaie se confond avec celui du Noisetier dans les tourbières les plus méridionales d'Europe et qu'il s'en éloigne progressivement vers le N.

Alors même que les maxima correspondent, l'âge de *Corylus* est un peu plus ancien (profil 13) que celui de la Chênaie, aux Franches-Montagnes. Pour deux raisons: 1° l'ère d'extension du premier commence et se termine en général avant celle de la seconde; 2° la Chênaie présente un deuxième maximum à peine inférieur au précédent.

La courbe de *Corylus*, simplifiée au diagramme moyen, desine parfois deux maxima. Celle du diagramme 13 est instructive; elle s'étend davantage par suite de la forte croissance de la tourbe de cet âge en cette localité.

D. La Chênaie mixte

Chêne (*Quercus*), Orme (*Ulmus*), Tilleul (*Tilia*)

La courbe ascendante de la Chênaie coupe celle du Pin en régression, en un point qui occupe, dans tous les diagrammes, une position identique: 47 % (sondage 16), 44 % (13), 43 % (26), 46 % (27), 48 % (28), 43 % (2), soit en moyenne 45 %. Ces 6 profils fournissent les valeurs correspondant aux points d'intersection des courbes de la Chênaie et d'Abies: 33 %, 25 %, 34 %, 30 %, 30 %, 28 %, soit en moyenne 30 %. La moyenne des 6 différences de profondeur entre ces deux points caractéristiques est 155 cm. C'est ainsi que fut calculé chacun des points d'inflexion de la courbe, ce qui permit l'établissement du diagramme moyen (fig. 32) de la Chênaie avec chacun de ses composants.

De multiples points intermédiaires de contrôle ne sont pas portés au diagramme pour éviter de l'alourdir.

La courbe s'élève très vite au maximum moyen de 68 % (maximum absolu 82 %, sondage 28), puis subit un fléchissement d'importance variable selon les profils, pour remonter à 60 %, après quoi elle décroît progressivement. A son maximum principal, elle est accompagnée de 21 % de Pinus, 8 % de Betula, tandis qu'Alnus, Abies et Fagus sont représentés par 1 % chacun. Au centre de la dépression, Pinus a passé à 30 %, Betula à 13 %, Abies à 6 %, Fagus à 3 %, Picea à 2 % et Salix s'y développe à 12 %. Au spectre moyen du maximum secondaire Pinus et Betula ont régressé respectivement à 16 % et 8 % et Salix a passé à 20 %; Abies 4 %, Alnus 3 %, Fagus 2 %, Picea 1 %.

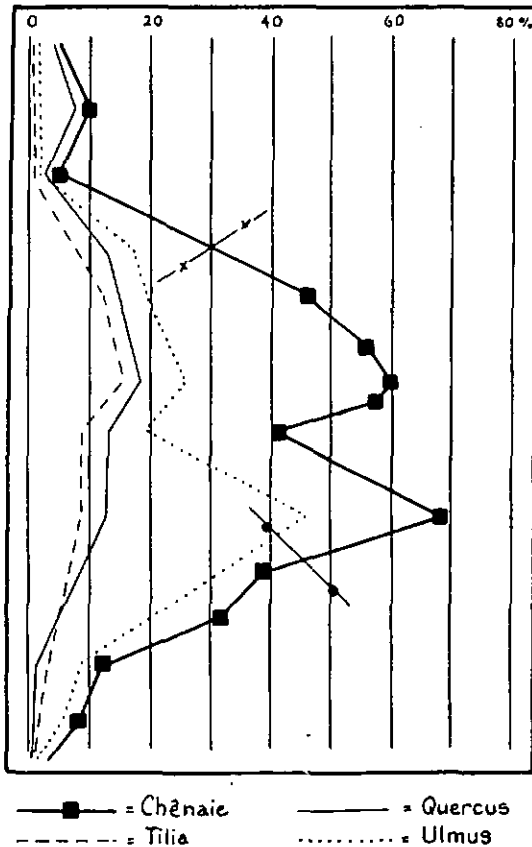


Fig. 31. Diagramme moyen de la Chênaie mixte.

La courbe descendante de *Corylus* est sujette à des variations locales. Elle régresse peu avant celle de la Chênaie et parallèlement à elle (diagrammes 16, 13, 26, 28) ou peu après (27), tandis qu'elle se montre retardée au point 2, bord de la tourbière où *Corylus* a pu se maintenir plus longtemps.

Des courbes très analogues, à deux sommets, se retrouvent au Grand-Marais (Lüdi, 1935) et au voisinage de Berne (Rytz, 1937). Les maxima sont de 81 % au Grand-Marais et de 70 à 80 % au Wauwilermoos (Härrri, 1940); la Chênaie n'a pas été moins développée à la Gruyère. Broche (1929) cite 60 % de Chênaie et 140 % de *Corylus* dans la Forêt-Noire du S., à 1380 m. (Grafenmatte).

Qu'en est-il de l'apport particulier des 3 composants de la forêt de Chêne: *Quercus*, *Ulmus* et *Tilia*? Leur apparition est sporadique et synchrone, *Ulmus* étant toutefois plus rare dans les horizons inférieurs mais prenant très tôt la dominance. *Ulmus* régresse le plus vite. *Tilia* disparaît le premier, suivi par *Ulmus* et par *Quercus*. *Ulmus* domine durant l'âge tout entier, au début principalement, où c'est lui, avant tout, qui porte la courbe à son maximum: 45 % d'*Ulmus*, 14 % de *Quercus* et 9 % de *Tilia*. Au second maximum *Ulmus* baisse à 26 %, tandis que *Quercus* et *Tilia* passent à 18 % et 16 %. Dès lors *Ulmus* fléchira plus vite encore, jusqu'à être nettement supplanté par *Quercus* qui déterminera un troisième sommet de moindre importance à l'âge d'*Abies*.

Les maxima absolus sont de 66 % pour *Ulmus* (28; 545 cm.); de 30 % pour *Quercus* (27; 220 cm.) et de 21 % pour *Tilia* (13; 260 cm.).

La forte représentation d'*Ulmus* à 1000 m. d'altitude ne doit pas surprendre. L'Orme de montagne (*Ulmus scabra*) est celui des trois constituants qui supporte le climat le moins favorable. Il fut dominant en d'autres régions élevées, ainsi à Braunwald (Glaris) où A. Hoffmann (1939) détermine à 1580 m. d'altitude une Chênaie atteignant 64 %, formée surtout d'*Ulmus*, où *Quercus* ne s'élève pas au-dessus de 8 %. Ailleurs, à Einsiedeln par exemple (Lüdi, 1939), c'est *Tilia* qui a dominé.

La courbe moyenne de la Chênaie de la Gruyère ne ressemble en rien à celles données par Bertsch (1940, p. 35) pour les régions montagneuses du N. des Alpes. Tout au plus pourrait-on

la rapprocher de celle de la Forêt-Noire, mais là, *Tilia* domine (Stark, 1924). Stark (1927), dans divers marais à l'altitude moyenne de 1000 m., trouve *Ulmus* au début de l'âge; c'est tantôt lui, tantôt *Tilia* ou *Quercus* qui domine. D'où aspects locaux. Dans la majorité de ses profils du S. de la Forêt-Noire, Broche (1929) constate que *Tilia* domine, suivi de près par *Quercus*; *Ulmus* apparaît le premier et reste subordonné (19 % au maximum au Scheibenlechtenmoos, 1099 m.). *Ulmus*, *Quercus*, *Tilia* culminent successivement dans les Vosges (Oberdorfer, 1937).

En général, au N. des Alpes, c'est plutôt dans les régions basses qu'*Ulmus* est fortement représenté. Stark (1925) remarque déjà qu'il joue un rôle presque égal à celui de *Tilia* dans les diagrammes des plaines voisines du lac de Constance où *Quercus* est faiblement représenté. Lüdi (1935) signale, au maximum de *Corylus*, au Grand-Marais, 69 % de Chênaie dont 51 % pour *Ulmus* seul. Le même auteur reconnaît la forte dominance de l'Orme au début de la Chênaie à Einsiedeln (1935) et au voisinage de Genève (1935, b). Il en est de même de H ä r r i (1940) qui décèle 53 % d'*Ulmus* au Wauwilermoos.

La Chênaie a fait l'objet d'investigations particulièrement précises et détaillées dès l'instant où nous avons constaté que nos résultats étaient en contradiction flagrante avec ceux de la plupart des auteurs ayant pratiqué l'analyse pollinique dans la chaîne du Jura. Bertsch (1940, p. 35), en s'appuyant sur des travaux d'auteurs suisses, donne un diagramme relatif au Jura bernois qui est incontestablement faux. De sérieuses raisons permettent de croire que celui du Jura neuchâtelois, présenté par le même auteur, sous-estime également la Chênaie. Ischer (1935) signale, en effet, un maximum de 36 % dans la Vallée des Ponts et trouve même 44 % dans la tourbe des chênes fossiles de Martel-Dernier, chênes cités déjà par Lesquereux (1844). Spinner (1930) remarque que la Chênaie mixte a occupé « une place marquante » dans la vallée de la Brévine.

D'où proviennent les erreurs des auteurs? Il ressort de toute évidence de leurs protocoles de dénombrement que la plupart n'ont pas reconnu le pollen d'*Ulmus*. Furrer (1927) ne l'a pas trouvé dans les tourbes jurassiennes; il le cite en isolé à La Chaux-d'Abel sans en tenir compte dans ses calculs. Keller (1928) a le mérite d'avoir publié le premier travail de synthèse

s'étendant à toute la Suisse, basé sur des analyses polliniques personnelles. Une tâche aussi gigantesque était réalisable à la seule condition d'analyser sommairement des échantillons prélevés à grands intervalles. Ce procédé l'aura souvent induit en erreur, aussi est-il impossible de souscrire à celles de ses conclusions qui concernent la Chênaie du Jura. Le diagramme de la Gruyère de Keller (page 109) est sans doute le résultat d'analyse d'un sondage pratiqué sur la rive S. de l'étang, où l'on parvient effectivement aux tourbes de l'âge du Pinus à moins de 3 m. de profondeur. Selon nos constatations (diagramme 37) le bas-marais y régna plus longtemps. Le pollen d'Ulmus, presque méconnaissable à certains horizons, s'y trouve parfois en valeurs si faibles qu'il est légitime d'admettre qu'il ne s'y est pas conservé; d'où le caractère aberrant de la courbe, à l'âge de la Chênaie, dont il n'a pas été tenu compte.

Nous avons souvent dû recourir à la comparaison avec les préparations-types pour identifier avec certitude des grains d'Ulmus quelquefois si transparents et si flous qu'on pouvait hésiter à leur donner un nom. Nous ne voulions pas encourir le reproche de surestimer son pollen, aussi avons-nous soumis le plus remarquable de nos échantillons (26, 445 cm.) à l'expertise de l'Institut Rübel. Les Drs. Lüdi et Stüssi ont bien voulu confirmer notre diagnostic, soit 28 % d'Ulmus, sans Tilia, accompagnant le maximum absolu de 310 % de Corylus. (793 pollens ont été dénombrés sans que les proportions obtenues après l'analyse de 200 grains soient sensiblement modifiées.)

Nos calculs ne tiennent pas compte des éléments secondaires de la Chênaie soit Acer, Fraxinus, Carpinus. Acer se présente toutefois régulièrement aux sondages 3 et 13, avec maximum de 4 %, non négligeable, qui augmenterait d'autant le maximum de la Chênaie. Dans les autres profils il semble ne s'être pas conservé et n'apparaît que sporadiquement. Il en est de même des pollens de Fraxinus et Carpinus. Des troncs fossiles n'ont pas été mis à jour.

Le Jura bernois a eu ses Chênes fossiles; la trace en est perdue. Greppin (1870) écrit à la page 199 de ses Matériaux pour la carte géologique de la Suisse: «Dans la tourbière du Pré-Petit-Jean, près Montfaucon, à une profondeur de cinq mètres, on a trouvé des troncs de chêne pres-

que passés à l'état de lignite.» Rollier (1893), dans le 1^{er} supplément du même ouvrage, signale à la page 185 que ce doit être dans la tourbière de Plain de Seigne qu'on a trouvé un tronc de Chêne enfoui sous la tourbe (c'est en effet la tourbière la plus proche de Pré-Petit-Jean).

Le *Saule* (*Salix*), déjà rencontré à l'âge de *Betula*, a partout des valeurs insignifiantes, sauf dans la seconde période d'extension de la Chênaie où il apparaît avec une constance parfaite. Sept de nos diagrammes développent là leur maximum de *Salix*. Maximum absolu: 35 % au profil 26. Maximum moyen: 26 %. La courbe moyenne est régulièrement arquée: 2 % au maximum de *Corylus*, 26 % au deuxième maximum de la Chênaie, 14 % à l'intersection des courbes Chênaie × Sapin, 2 % au maximum du Sapin.

Une telle constance est la preuve que diverses espèces de Saules ont connu à cet âge leur développement optimum. Les protocoles de détermination d'Ischer conduisent à la même conclusion pour les tourbières neuchâteloises de la Vallée des Ponts. Aux âges plus récents, *Salix* est subordonné, ou fait défaut.

La forêt des âges du Noisetier et de la Chênaie est accompagnée partout de 15 % à 30 % de Pin. Les Saules y ont leur maximum d'extension et *Betula* s'y maintient à 10 % en moyenne. *Abies* y commence son invasion; *Picea* et *Fagus* s'y trouvent déjà en faible quantité.

E. Diagramme moyen

L'interprétation des âges de *Betula*, de *Pinus*, de *Corylus* et de la Chênaie est relativement aisée grâce à la similitude de leurs courbes représentatives dans les divers diagrammes. L'appréciation précise des âges suivants n'est possible qu'à l'aide de courbes synthétiques excluant les anomalies locales (fig. 32).

Le diagramme moyen partiel de la Chênaie (fig. 31) figure tel quel au diagramme moyen total. Il est simple de le compléter par les courbes moyennes des différentes essences aux âges antérieurs.

Les premières difficultés surgissent dès le déclin de la Chênaie qui est très rapide aux diagrammes 13, 16, 26, 27; il est moins violent et présente des regains passagers aux profils 28 et 2. Le recouplement de cette courbe par celle de *Corylus* varie aussi.

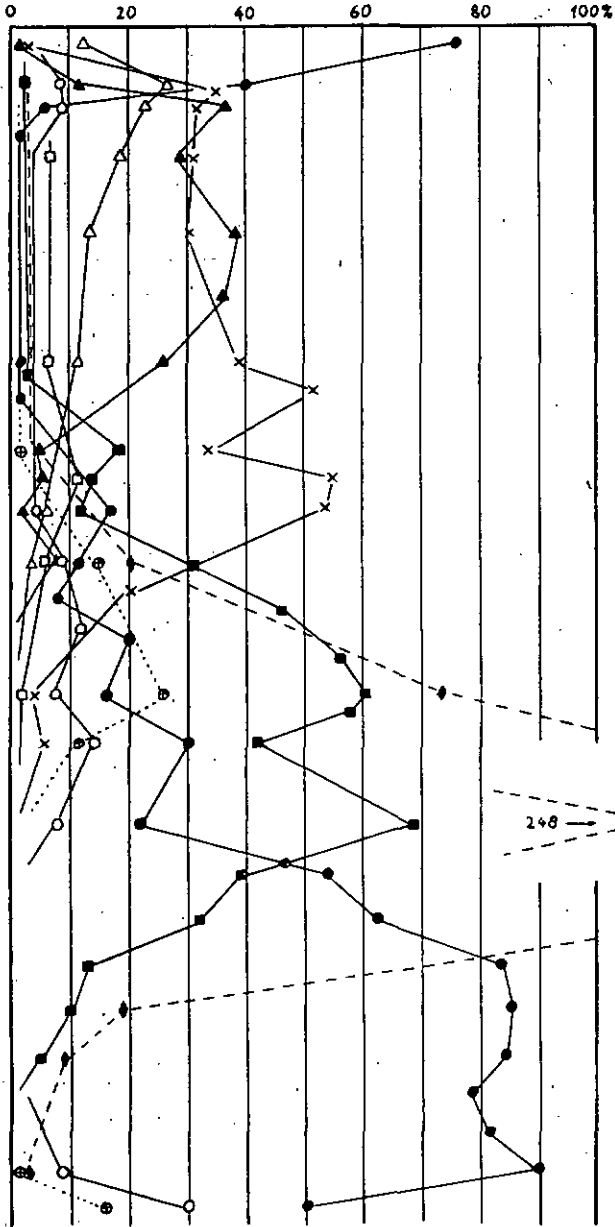


Fig. 32. Diagramme moyen de la Gruyère.
(Explication des signes, fig. 19.)

Le désordre apparent qui règne ici s'explique par des anomalies de croissance de la tourbière.

Le point fixe Chênaie \times Abies occupe des profondeurs variables: 180 cm. (13, 27), 240 cm. (16), 345 cm. (2), 350 cm. (28). D'autre part, le synchronisme des courbes d'Abies, Fagus et Picea apparaît entre 150 et 165 cm. et la surface, aux diagrammes 13, 16, 27 et 28. Il en résulte que la végétation des localités 13, 16, 27 a subi un fort ralentissement de croissance pendant que celle de la localité 28 bénéficiait d'une vitalité supérieure à la moyenne. Les strates suivantes sont homologues:

diagramme 13,	de 170—150 cm. =	20 cm.
» 16,	de 240—160 cm. =	80 cm.
» 27,	de 180—115 cm. =	65 cm.
» 28,	de 350—165 cm. =	185 cm.

Cette conclusion se trouve confirmée par la densité du pollen qui oscille entre 80 et 168 dans les horizons à croissance lente (13, 16, 27) et entre 5 et 39 dans les couches homologues à croissance rapide (28).

Nous avons établi le diagramme moyen de l'âge d'Abies par la courbe du diagramme 28 principalement, et celui des âges plus récents par les courbes des profils 13, 16, 27, 37, en utilisant les autres diagrammes en multiples interpolations dont le détail est supprimé. Qu'il suffise de dire que la courbe de Fagus est instructive au diagramme 26.

F. Sapin (Abies)

Le Sapin blanc apparaît en valeurs appréciables parmi les éléments de la Chênaie mélangée. Dans tous les diagrammes, la courbe d'Abies monte très vite à son maximum de 50 à 55 %, pour subir tôt après un fléchissement passager dû à Quercus. Elle conserve des pourcentages élevés jusqu'aux horizons subrécents. Supplantée passagèrement par celle de Fagus, elle s'élèvera encore une fois (diagrammes 8, 13, 26, 28) immédiatement après la chute de cette dernière. Ce sommet n'est pas constant et de courte durée.

La forêt de l'âge d'Abies est parsemée, au début, de Pins et de Chênes dont le rôle s'atténue vers la fin. Picea forme de 3 à 11 % du matériel pollinique alors que Fagus est faiblement

représenté. Au dernier tiers, le Hêtre engage une ascension décidée.

L'*Aune* (*Alnus*) semble lié au développement du Sapin. Il apparaît peu après lui, s'élève à peine au-dessus de 10 % en moyenne, se maintient légèrement plus bas au début de la dominance du Hêtre pour devenir insignifiant, quoique toujours présent, dans les spectres supérieurs. Un maximum absolu exceptionnel de 28 % empêche la culmination d'*Abies* au diagramme 19. — Un cycle analogue se reconnaît à la Forêt-Noire. — Un examen attentif des grains de pollen d'*Alnus* permet de constater que le rapport entre les grains à 4 pores germinatifs et ceux à 5 pores demeure constant au cours des âges. 315 grains se décomposent en 169 à 4 pores, 145 à 5 et 1 à 6 pores.

G. Hêtre (*Fagus*)

La courbe du Hêtre monte en arc régulier et présente 2 sommets, approximativement de même valeur, séparés par des fléchissements légers. Elle est bien développée au diagramme 26. Au maximum moyen de 38 %, *Abies* atteint 30 % et *Picea* 13 %. Ces nombres caractérisent la forêt de cet âge.

Le maximum absolu est de 49 % au diagramme 13; le spectre de ce dernier comprend 20 % de *Picea*, 14 % d'*Abies*, 1 % de *Pinus*, 4 % de *Betula*, 6 % d'*Alnus*, 6 % de Chênaie et 5 % de *Corylus*.

H. Epicéa (*Picea*)

Picea fait son apparition, timidement, à l'âge de la Chênaie, suivi plus tard de *Fagus*. Certes, on trouve leur pollen, à tous deux, sporadiquement, dès l'âge du Pin; il y a d'autant plus de raison de leur attribuer une origine lointaine qu'ils figurent en général dans des spectres à fréquence pollinique faible.

La courbe de *Picea* est l'une des plus régulières. Dès la fin de la Chênaie, elle engage une lente progression jusqu'à atteindre son maximum moyen de 26 %, à 20—25 cm. de la surface. Elle reste subordonnée à *Fagus* et *Abies* jusque peu avant son sommet. Mais dès ce point elle régresse, moins fort que les deux autres. Elle continuerait sa marche ascendante si l'abondant pollen du Pin de marais ne venait prendre le premier rang.

L'Epicéa atteint un maximum absolu de 40 % au diagramme 2 où le Pin ne joue qu'un rôle effacé. Le diagramme 13 a le maximum de Picea le plus profond, soit à 50 cm. au-dessous du Sphagnum actuel et montre le mieux, avec le diagramme 26, l'évolution de la forêt subrécente.

2. Les âges forestiers.

Les phases successives du développement forestier des Franches-Montagnes découlent des pages précédentes. Les diagrammes polliniques permettent de distinguer les suivantes:

période sans forêt

âge de Pinus — Betula — Salix

âge de Pinus

âge de Corylus — (Chênaie)

âge de la Chênaie — (Corylus)

âge d'Abies

âge de Fagus

âge de Picea — Abies — Fagus

invasion de Pinus uncinata

A. Période sans forêt

Il est malaisé de se faire une idée précise des Franches-Montagnes aux époques glaciaires, par les seuls résultats négatifs de l'Étang de la Gruyère. Des travaux analogues, étendus à d'autres parties du pays, apporteront peut-être quelque précision. Si l'on peut admettre que la plus grande partie du pays fut épargnée par le glacier du Rhône, on est encore mal renseigné sur le rôle joué par les glaciers locaux.

Les marnes du fond de l'étang ont été analysées en de nombreuses localités. Jamais un âge plus ancien que celui de la localité 13 ne fut déterminé.

En admettant une température moyenne de 8° inférieure à celle d'aujourd'hui, on trouve pour La Ferrière —2,7°. On se fera une idée de la vie animale et végétale par comparaison aux conditions actuelles de Bevers (+1,3°; 1713 m.) ou du Grand St-Bernard (—1,7°; 2476 m.); et le parallèle demeure entaché d'erreur car le climat glaciaire était non seulement plus froid mais encore plus continental. La limite supérieure de la forêt, qu'on

s'accorde à fixer de nos jours à 1650 m, au N. de la Suisse, pouvait être à 350 m. environ et la limite des neiges à 1100—1200 m.

Des conditions aussi défavorables ne devaient même pas permettre l'existence d'une toundra sur toute la surface du Plateau. Si la présence de témoins végétaux, mêmes rares, permet de tirer des conclusions, leur absence sur une faible surface, par contre, n'y autorise pas. On peut tout au plus admettre que des endroits favorisés donnaient asile à quelques Pins de montagne et Bouleaux nains et à de rares Saules d'espèces arctiques (*Salix polaris*, *S. herbacea*, *S. reticulata*, comme dans le S. de l'Allemagne?). Le fait n'est pas démontré scientifiquement. La rapide colonisation forestière du pays, lors de l'amélioration climatique, laisse seule supposer qu'un refuge glaciaire de ces espèces a dû exister à proximité.

Nous pensons que non seulement la forêt était absente durant le glaciaire, mais aussi que la végétation herbacée faisait défaut. En effet, les périodes sans forêts, mais à végétation herbacée, se déterminent par la dominance des pollens herbacés. Or, nos analyses n'ont jamais révélé des pourcentages très élevés dans les spectres les plus inférieurs. Elles ont donné une seule fois 30 % de Graminées et Cypéracées, avec des spores de Lycopodes et de Fougères. Des nombres de cet ordre de grandeur ne sont point négligeables et fournissent l'indice, non seulement de l'absence de forêt, mais aussi d'une période durant laquelle le terrain demeura presque exempt de toute végétation. La fréquence des pollens herbacés est toujours très faible comparativement aux nombres élevés de Firbas (1935): 666 % au Federsee et 1462 %, en moyenne, au Kolbmoor (régions basses!).

Oberdorfer (1937) signale que la toundra n'a pas existé non plus en Haute-Alsace; il révèle une période sans forêt dans les Vosges (Urbis, 200 à 300 % de pollens herbacés).

B. Histoire forestière et chronologie absolue

Aucun diagramme pollinique du Jura bernois ou du Jura neuchâtelois n'est lié à une échelle chronologique précise, parce que nulle part, l'analyse pollinique et la recherche préhistorique n'ont trouvé un terrain d'investigation commun. Les trouvailles préhistoriques sont presque nulles aux Franches-Montagnes.

Toutefois K o b y (1938) a publié une riche étude sur les cavernes de St-Brais: station paléolithique, néolithique, âge du bronze. L ü d i (1940/41) a soumis les terres extraites par K o b y à l'analyse pollinique sans parvenir, vu la faible teneur en pollen, à trouver le contact désiré d'une façon précise et certaine. Les rares spectres polliniques obtenus témoignent de particularités locales de la végétation. — Aucun objet de l'industrie humaine n'a été découvert, à notre connaissance, dans les tourbes anciennes du pays.

Une chronologie provisoire ne peut donc être établie que par comparaison avec les diagrammes bien datés des endroits les moins éloignés: Grand-Marais (L ü d i, 1935), Forêt-Noire (Stark, Broche), Alsace et Vosges (Oberdorfer) en tenant compte des retards possibles de colonisation dus à l'éloignement et à la différence d'altitude.

Les boisements de la partie S. de la Forêt-Noire ont subi une évolution très analogue à celle des Franches-Montagnes. Les profils (Broche, 1929) Breinau (1000 m.), Erlenbruckmoor (930 m.), Bernau-Eck (1137 m.), Scheibenlechtenmoos (1099 m.) trouvent leur pendant parfait à la Gruyère. De nos jours, à altitude égale, les deux régions sont couvertes de peuplements presque purs d'Épicéas et de marais bombés à *Pinus uncinata* et *Betula pubescens*.

Le sommet de *Corylus* est un point repère que tous les chercheurs d'Europe centrale s'accordent à dater de l'an 7000 avant J.-C. (cf. page 74); il doit être considéré comme valable aussi pour les Franches-Montagnes.

Il y a lieu de ne fixer les âges forestiers dans le temps qu'avec une extrême prudence. Les savants, au reste, sont encore loin de s'accorder à ce sujet. Pour ne citer qu'un exemple, disons que Bertsch (1940) fixe à 17.000 avant J.-C. le maximum de *Betula* de la région de Constance. F i r b a s a déjà combattu cette thèse en 1936 et revient énergiquement à charge, non sans raisons, en 1941. Oberdorfer (1937) date par — 12.000 (Urbis, Vosges) un âge à peine plus jeune que celui de Bertsch, et le synchronise à l'avènement de *Pinus* en Haute-Alsace.

Nous ne nous tromperons guère en fixant à 12.000 ans avant notre ère l'apparition de la forêt du plateau franc-montagnard et en faisant durer la culmination de *Pinus* de —11.000 à —9.000

environ. (Suite des données chronologiques dès page 85. Dans l'état actuel de la science, toutes ces dates sont à considérer comme approximatives et provisoires.)

C. Forêt des Franches-Montagnes et forêt des régions limitrophes

Les détails de la composition forestière aux différents âges ressortent des commentaires des diagrammes faits précédemment. Les grandes lignes de la réimmigration des essences sont seules esquissées ici dans le cadre de celles d'autres régions.

Il est à peine permis de qualifier du nom d'âge forestier la période à *Pinus—Betula—Salix* de la Gruyère. Le pollen y est si rare qu'on pourrait avec autant de raison parler de massifs isolés d'arbres, n'était l'absence de forts pourcentages de pollens herbacés. En tout état de cause, il ne s'agit ici que d'un âge à peine esquissé, précurseur de celui du Pin. En aucun point de la chaîne du Jura on n'a déterminé un âge de *Betula* bien développé; ni en Haute-Alsace, ni dans la Forêt-Noire du S. Cela ne signifie nullement que la forêt y soit apparue beaucoup plus tardivement. Il y a plutôt lieu d'admettre que le Pin (espèce continentale) colonisa les montagnes à l'époque où le Bouleau (espèce maritime) envahissait les plaines.

Bertsch (1940) esquisse les grandes lignes de la réimmigration des arbres après l'époque glaciaire, mais n'en fournit pas les preuves indéniables; elles ne sont encore que des indications. Selon cet auteur, *Betula* avait son refuge glaciaire principal à l'W. de l'Europe et se propagea vers l'E. dès les premières manifestations d'une amélioration climatique, tandis que *Pinus* engageait un chemin inverse, des plaines hongroises vers l'W. Toutefois, des refuges de moindre importance ont pu exister aux Franches-Montagnes mêmes. Gutzwiller (1895) signale les vestiges d'un refuge de *Pinus* à St-Jacques, près Bâle. L'existence d'un pareil refuge est très invraisemblable; il faudrait pour le moins une vérification à la lumière des techniques actuelles.

L'apparition de *Pinus* est retardée par rapport aux diagrammes de Bavière. Le maximum de *Pinus* semble plus éloigné de celui de *Corylus* à Einsiedeln (L ü d i, 1939) et au Wauwilermoos (H ä r r i, 1940) qu'à la Gruyère. Le recoupement de la courbe de *Pinus* par celle de *Corylus* est de 50.0% à 65.0% dans les deux

premières localités et de 82 % dans la dernière. La régression du Pin serait donc plus tardive ici; il y a lieu de remarquer que *Pinus*, essence de montagne, a peut-être prolongé son séjour aux Franches-Montagnes par suite des conditions climatiques qui ont retardé l'avance de la Chênaie et dont la courbe montante entraîne le fléchissement de celle de *Pinus*.

Dès le début de l'âge du Pin, la fréquence pollinique augmente considérablement. La forêt est en extension rapide, n'ayant aucune concurrence à vaincre. *Pinus montana* domine au début. Il est probablement supplanté par la suite par le Pin sylvestre et relégué, sous sa variété *uliginosa*, sur les marais tourbeux.

Corylus avellana, parti du SW., occupe l'Europe centrale au mésolithique, pour n'atteindre la Suède centrale et la Finlande qu'au néolithique. Son extension presque simultanée dans toute l'Europe centrale étonne, si l'on songe au faible pouvoir de dissémination de ses fruits. On l'explique surtout par l'action de l'homme de ce temps pour lequel le Noisetier revêtit une importance comparable à celle des céréales pour l'homme d'aujourd'hui.

La Chênaie a fait l'objet d'une étude comparative détaillée. Keller (1928) a démontré le sens de déplacement d'W. à E. Elle apparaît plus tôt à la Gruyère qu'à la Forêt-Noire (S t a r k , 1929) et qu'au Wauwilermoos (H ä r r i , 1940). L ü d i (1935) a prouvé que l'âge de *Corylus* fut de plus courte durée au Grand-Marais que sur le reste du Plateau suisse et que la Chênaie y apparut plus tôt. Pourquoi *Ulmus* domine-t-il au début de l'âge de la Chênaie, alors qu'à la Forêt-Noire si proche, toutes conditions climatiques et altitudinales étant égales, c'est *Tilia* qui a le premier rang? Avant de répondre à cette question, il faudra savoir si l'envahissement d'*Ulmus* est une manifestation locale de la Gruyère, ce que nous ne pensons pas, ou si son extension est générale au pays.

Les âges successifs d'*Abies* et de *Fagus* règnent aux Franches-Montagnes après la régression de la Chênaie mixte.

Les deux essences avaient vraisemblablement leur refuge glaciaire dans le Midi de la France (celui de *Fagus* n'est pas fixé avec certitude) et colonisèrent simultanément notre pays, le premier s'établissant dans les régions humides de plaine et de montagne, le second préférant les régions basses plus sèches. Ces deux essences se livrèrent néanmoins une forte concurrence dans

certaines régions. Elle seule permet d'expliquer la dominance ou de *Fagus* ou d'*Abies*, au retrait de la Chênaie, dans les diagrammes de Wauwil (H ä r r i, 1940).

On distingue les deux types:

Chênaie → *Abies* → *Fagus* et

Chênaie → *Fagus* → *Abies*.

Le premier est surtout un type W., reconnu aussi en France et dans les Pyrénées. Il se retrouve en Suisse à Genève (L ü d i, 1939 b), au Grand-Marais (L ü d i, 1935), deux régions basses, ainsi qu'en bordure des Alpes à Schmiedmoos près Thierachern (K e l l e r, 1928), Zug (H ä r r i, 1929), Wädenswil (H ö h n, cité par L ü d i, 1935), Pfäffikersee (M e s s i k o m m e r, 1927), etc. Dans les Grisons, un sommet de *Picea* précède celui d'*Abies*. C'est dans la chaîne du Jura que le type W. apparaît le mieux développé; il s'y présente sans exception (cf. les publications de S p i n n e r, I s c h e r, K e l l e r, F u r r e r).

Le deuxième type est répandu au N.E. de la Suisse.

L'humidité des hauteurs jurassiennes devait favoriser l'avènement de l'âge d'*Abies* aux Franches-Montagnes, suivi, plus tardivement que sur le Plateau suisse, de l'âge de *Fagus*. Un retard de la colonisation apparaît du Jura neuchâtelois au Jura bernois et à la Forêt-Noire.

O b e r d o r f e r (1937) constate que *Fagus* régnait dans les Vosges, à l'époque atlantique, de 400—800 m., tandis que la zone supérieure était habitée par la forêt pure d'*Abies*.

L'âge de *Picea—Abies—Fagus* des Franches-Montagnes prend place dans l'ensemble des diagrammes de B e r t s c h (1940, fig. 33) et paraît confirmer la marche de *Picea*, en bordure des Alpes, à partir du S.E. (Refuge du S. des Alpes inconnu.)

Les auteurs admettent que la dominance actuelle de *Picea* est due à l'influence humaine, ce qui se vérifie aux Franches-Montagnes. Cet arbre y fut-il introduit? La courbe ascendante de *Picea*, si régulière dans tous les diagrammes, avait atteint des pourcentages élevés avant l'apparition tardive de l'homme. Ce dernier a donc poussé à l'extrême une invasion naturelle. L'*Epicéa* est autochtone sur le plateau franc-montagnard. La preuve, si aisée à donner ici, rencontre des difficultés sur le Plateau suisse où les tourbières ont en général cessé leur croissance depuis long-

temps et où l'homme fut agissant bien plus tôt. Lüd i (1935) a prouvé indubitablement la forte représentation de *Picea* au Grand-Marais, à l'époque de la Tène et à l'époque romaine. En outre Neuwiler a reconnu une forte proportion de bois d'Épicéa dans les vestiges de Vindonissa.

3. Forêt actuelle

A. L'homme et la forêt

L'évolution de la forêt jusqu'à l'époque actuelle est décrite plus haut. L'influence de la colonisation humaine sur les boisements du pays sera seule esquissée ici.

L'histoire enseigne qu'au 15^e siècle, d'épaisses forêts recontraient la totalité du pays. La toponymie l'atteste: Les Bois, Les Emibois, Le Boéchet.

Afin de favoriser l'immigration, l'évêque Imier de Ramstein octroya aux habitants, en 1384, une charte de franchises prescrivant «qu'eux et leurs héritiers soient et doivent être perpétuellement libres et alibérés de tailles et impôts . . .» (Moine, 1930). Les colons affluèrent aux Franches-Montagnes et entreprirent, par le feu d'abord (Les Enfers, Les Breuleux, Crêt Brûlé), par la hache ensuite (ou essertage: Les Esserts, Les Cerlatez, autrefois Esserlatez), le déboisement du pays, pour créer des espaces propres à la culture. Leur zèle ne connut point de limite. Peu à peu la disparition de la forêt allait entraîner celle de l'eau et menacer le pays de ruine. Une réaction à de si graves abus n'intervint qu'au 17^e siècle. L'évêque de ce temps ordonna la construction de murs en pierres sèches pour remplacer les clôtures de pâturages, en bois jusqu'alors. Par cette mesure, et d'autres, semblables, il préserva le pays de la déforestation totale.

Aux Franches-Montagnes comme ailleurs, selon le mot de Menchikoff, l'homme est entré dans la nature comme un bourreau. Par la pratique des coupes rases, de grandes étendues se trouvèrent dénudées, à un rythme rapide. L'industrie du fer à elle seule, à son apogée, réclamait 120.000 m.³ de bois par an.

Dans l'Oberhasli aussi, 4 siècles d'industrie du fer (1400—1800) contribuèrent à la disparition des forêts. Il vint s'y ajouter, comme dans le Jura, le déboisement intensif pratiqué par l'indigène pour gagner des pâturages sur la forêt (Hess, 1940).

La situation ne devait pas être plus favorable dans le canton de Neuchâtel. Lesquereux écrit en 1842: «Chacun convient que le bois devient de plus en plus rare, que les forêts s'éclaircissent et disparaissent, et l'on sent de plus en plus le besoin d'utiliser une matière (tourbe) qui remplacera le bois dans les cas les plus pressants.»

Des forestiers avisés, dès la fin du 19^e siècle, firent un effort méritoire pour remédier à l'incurie de l'ancienne administration. J.-C. Frey, inspecteur des forêts, écrivait en 1890: «Le haut de Chasseral et les Franches-Montagnes se trouvent dans un état de dénudation avancé, auquel il importe de remédier, parce que ce ne sont pas seulement les habitants de ces hauteurs qui en souffrent, mais aussi ceux des vallées.» Malgré tout, les boisements se sont encore appauvris par la suite. C'est ainsi que les forêts communales de Saignelégier comptaient 96.310 m³ de bois en 1873. Ce nombre avait baissé à 55.609 m³ en 1939. P.-E. Farroun, l'auteur du plan d'aménagement, commente ainsi ces nombres éloquentes par eux-mêmes: «Il se peut que les modes de taxation ne concordent pas exactement. Par contre la surface forestière a augmenté par suite d'achats. Nous nous rendons compte de la forte diminution subie depuis 1873.» Le même phénomène s'est produit à des échelles diverses, sur l'ensemble du territoire.

Le taux de boisement des Franches-Montagnes est de 26,7 % de la surface productive du pays, contre 33,6 % pour l'ensemble du Jura bernois (selon les données du Bureau fédéral de statistiques tirées de la statistique agricole de 1923/24).

En permettant que la destruction des forêts l'emporte sur leur multiplication, l'homme a contribué à l'avisement du sol et du climat local frane-montagnard. Pour un avantage personnel immédiat, il a compromis les intérêts des générations futures en rompant l'harmonie des phénomènes naturels. Le sol dénudé est moins perméable que le sol forestier; les eaux de pluie y ruissellent davantage et gagnent plus vite les collecteurs des eaux carsiques. Il se dessèche par l'action des vents devenus plus violents; il se durcit au soleil. Sur les pentes, la maigre couche de terre est enlevée par les eaux et la roche mise à nu; si bien qu'en maints endroits un reboisement est devenu impossible.

B. Les boisements actuels

Le pâturage-boisé, peuplé de majestueux Epicéas dont les branches basses s'étendent sur le sol, confère au paysage franc-montagnard l'aspect d'un parc d'austère grandeur (fig. 3, 34). Les surfaces à forêt dense sont peu étendues et les pâturages dénudés nombreux. La physionomie caractéristique du pays est donnée par le pâturage boisé d'arbres isolés ou de massifs plus ou moins vastes et compacts.

L'Epicéa (*Picea*) (fig. 35, 36) régné de façon absolue sur le pâturage où il forme parfois 99 % des essences forestières. Il est seul capable de supporter, en isolé, les rudes conditions climatiques et les atteintes du bétail. La courte période de végétation lui convient et un sol pauvre lui suffit. Sa recrue naturelle est facilitée par sa propriété de former un réseau dense de branches basses largement étalées, capables de le garantir de la dent animale.

L'Epicéa domine aussi dans les forêts. Il forme plus de 80 % des forêts élevées, 50 % de celles de Tramelan-dessus, plus basses, et 31 % de celles de Muriaux qui s'infléchissent vers le Doubs, de 1080 m. à 730 m.

Le Sapin (*Abies*) souffre des grands froids et de l'action déprédatrice du bétail. Aussi disparaît-il du pâturage-boisé. Il fuit les sols peu profonds et gorgés d'eau, de même que les sols trop secs. Il est de belle venue, au contraire, dans tous les massifs protégés. Le sol calcaire lui convient. Il forme moins de 10 % des forêts de l'ensemble du Plateau, 25 % de nombreuses divisions et même 45 % de la totalité des bois de Muriaux.

Le Pin Weymouth (*Pinus Strobus*), le Mélèze (*Larix decidua*), l'Arole (*Pinus Cembra*) se retrouvent principalement dans les brise-vents plantés par l'homme.

L'importance du Pin de Montagne (*Pinus montana*) ne ressort nullement des plans d'aménagement auxquels nos pourcentages sont empruntés, car les arbres de moins de 16 cm. de diamètre échappent aux dénombrements. Cet arbre est plutôt rare dans le Jura bernois; Chasseral, Raineux, Hasenmatt, rochers des gorges de Court et de Moutier sont les localités connues. Aux Franches-Montagnes, il trouve asile sur les rochers des Somètres. Il est fréquent, par contre, sur les tourbières, sous sa variété, ou

sous-espèce, de *Pinus uncinata*. Il ne s'agit pas du Pin couché, mais bien de la forme occidentale arborescente, au fût élancé, qui mérite au moins le rang d'une sous-espèce. On en compte 1800 pieds de plus de 16 cm. de diamètre sur la partie de la tourbière de la Gruyère appartenant à la commune de Saignelégier.

La répartition entre résineux et feuillus est approximativement la suivante pour l'ensemble des Franches-Montagnes:

Epicéa 70 %, Sapin 22 %, feuillus 8 %. Le calcul a porté sur un total de 400.000 arbres de 7 territoires communaux, dont un grand nombre croissent au-dessous de 1000 m.

L'ensemble des forêts de Tramelan-dessus donne 66 % d'Epicéa, 21 % de Sapin et 13 % de feuillus; pour les pâturages seuis, à proximité de la Gruyère, ces pourcentages sont 98 %, 2 % et < 1 %.

Saignelégier accuse 78 % d'Epicéa, 15 % de Sapin, 3,5 % de Pin et 3,5 % de feuillus; la plupart des Sapins et des feuillus provenant d'une forêt à l'altitude de 900 m., en direction du Doubs.

Si les feuillus ne représentent guère que le 1 % des tiges du pâturage-boisé, ils deviennent plus abondants dès que les conditions locales le permettent: Montfaucon 8 %, Tramelan-dessus 13 %, Les Pommerats 16 %, forêts de Muriaux 23 %.

Le Hêtre (*Fagus sylvatica*) constitue l'apport principal. Quoique souffrant du gel, il se développe bien en mélange avec les résineux dont il engraisse le sol.

L'Erable de montagne (*Acer Pseudoplatanus*) apparaît en quantité trop minime. Il pourrait exercer une protection efficace du pâturage. C'est un élément indigène, bravant avec succès les rigueurs du climat; quelques gros spécimens disséminés sur le Plateau en font foi (fig. 33).

Les autres essences feuillues méritent à peine d'être citées. Quelques Frênes (*Fraxinus excelsior*) parmi les Ormes (*Ulmus scabra*) et les Sorbiers (*Sorbus aucuparia*) bordent les routes. Le Tilleul (*Tilia cordata*) est planté au voisinage des habitations, ainsi que le Marronnier (*Aesculus Hippocastanum*) sensible au gel. Des Bouleaux (*Betula pendula*, *B. pubescens*, *B. nana*), des Trembles (*Populus tremula*), des Saules (*Salix* sp.), localisés presque exclusivement sur les marais et marais-tourbeux. Le Chêne (*Quercus*) est exceptionnel (Saignelégier, Montfaucon) mais moins rare dans les côtes du Doubs où il voisine avec le Charme (*Car-*

pinus Betulus) (850 m. au maximum pour ce dernier). Le Buis (*Buxus sempervirens*) a disparu du Bémont, détruit par les promeneurs. On connaît un If (*Taxus baccata*) aux Pommerats, un autre à Muriaux.

Les forêts du Peuchapatte étaient composées comme suit, en 1937: Epicéa 82 %, Sapin 10,3 %, Hêtre 5,5 %, Erable 1,1 %, Alisier 0,7 %, Sorbier 0,2 %, Saule 0,1 %, Orme 0,1 %.

Les nettoyages du pâturage ont fait disparaître le Noisetier (*Corylus Avellana*) qui réapparaît en bordure du Plateau. Les hivers prolongés ne conviennent guère à la maturité précoce de ses chatons.

De nombreux arbustes et buissons épineux, le Genévrier (*Juniperus communis*) en particulier, ont trouvé grâce devant l'habitant depuis qu'on sait qu'ils favorisent de leur protection la venue du Sapin et de l'Epicéa.

La forêt frane-montagnarde est l'objet de la sollicitude du forestier actuel. De grands efforts sont faits pour sa conservation et pour son enrichissement en Sapins et en arbres à feuilles. On se fera une idée de la nature de l'intervention humaine par la répartition des plants utilisés pour recoloniser le territoire de la commune des Breuleux, par exemple, après la tornade de 1926 qui y abattit 21.000 m.³ de bois. 250.000 jeunes arbres furent plantés au cours des dix années qui suivirent, soit 155.850 Epicéas, 36.500 Sapins, 16.300 Pins de montagnes et Pins Weymouth, 2100 Mélèzes, 18.500 Hêtres; 14.750 Erables, 3000 Sorbiers, 700 Bouleaux et 350 Aunes.

C. Sédimentation actuelle des grains de pollen d'arbres

Le climat et la forêt actuels des Franches-Montagnes sont étudiés plus haut; leur interdépendance est facile à établir. Le climat et la composition des forêts postglaciaires ont été définis au moyen des diagrammes polliniques. Avec quelle exactitude ces derniers reflètent-ils l'image des forêts de leur temps? A quel degré les spectres polliniques sont-ils influencés par les pollens d'arbres croissant à proximité immédiate du lieu de prélèvement? L'étude de la sédimentation pollinique actuelle jettera un peu de clarté sur ces questions.

En 1940 et 1941 des échantillons de Sphaignes et de Mousses ont été récoltés sur les tourbières de la Gruyère et de La Chaux



Fig. 33. Erable de montagne (pâturage-boisé E. le Chaumont, S. de l'étang) de 5,6 m. de circonférence à 1,5 m. du sol.



Fig. 34. Pâturage-boisé et étang de la Gryère.



Fig. 35. Épicéa-fuseau (colline S. de l'étang) de 30 m., au branchage très dense. Il était courbé; une des pointes fut brisée par le vent.



Fig. 36. Épicéa avec chalaï de sorcières. (Près du restaurant de la Tourne, W. de l'étang.)

Photos de Fauteur.



Fig. 37. Basses eaux. Sur la colline, les fermes de la Petite Theurre.



Fig. 38. Divertieule NE. par basses eaux.
Les affleurements de gravier apparaissent en taches claires.

Photos de l'auteur.

s/Tramelan ainsi qu'en quelques localités extérieures. Leurs spectres polliniques sont résumés à la table 11. Les localités 8, 13, 16, 26 et 37 sont celles des points de sondage de même désignation. 4 occupe le centre du marais en régénération de l'ancienne exploitation, à l'extrême W. de la tourbière; terrain découvert, à égale distance de la forêt du marais et du pâturage-boisé. C 1 et C 2 appartiennent à la tourbière voisine de La Chaux, le premier au centre de la forêt de Pins, le second à la limite entre les forêts de Pins et d'Épicéas. A est un coussin de Mousses, au point culminant de la forêt de Conifères séparant les deux tourbières et B un endroit humide du pâturage dénudé du Cernil, en bordure de la route de Tramelan.

Les spectres de la Gruyère (8—37) sont fort semblables et présentent en moyenne 13 % de Picea, 3 % d'Abies, 76 % de Pinus et 7 % de feuillus. Le pollen de Pinus descend à 48 % à La Chaux où cet arbre est moins abondant et moins prospère, et à 22 % en plein pâturage-boisé (A).

Les 84 % de B étonnent, car cette localité, à l'E. de la Gruyère, est éloignée des peuplements de Pins de marais et une partie seule de son pollen a son origine dans les plantations

Tabelle 11. *Spectre pollinique actuel.*

Origine	Date	Picea %	Abies %	Pinus %	Betula %	Alnus %	Fagus %	Quercus %	Ulmus %	Tilia %	Fraxinus %	Acer %	Corylus %	Salix %
16	1940	14	3	72	5	1,4	1,7	1,4	< 1	—	< 1	—	—	1,7
16	1941	17	5	69	3	1	3	1	1	—	—	—	4	2
13	1940	8	1	86	2	1	< 1	< 1	< 1	—	—	—	1	1,6
37	1940	14	3	73	5	2	1	1	< 1	—	—	—	5	2
8	1941	10	1	85	1	1	1	1	—	—	—	—	1	1
26	1941	13	6	74	2	1	1	1	< 1	—	—	—	2	—
4	1941	9	14	69	2	2	2	1	—	—	1	—	1	—
Moyenne														
8-37		13	3	76	3	1	1,5	1	0,5	—	—	—	2	1
C 1	1940	32	5	54	5	2	2	< 1	—	—	—	< 1	1	1,6
C 2	1941	39	7	42	3	4	4	1	—	—	—	2	5	1
Moyenne														
C 1-2		35	6	48	4	3	3	1	—	—	—	1	3	1
A	1941	53	15	22	2	2	2	< 1	1	< 1	—	—	6	5
B	1941	7	6	84	—	1	1	1	—	—	1	—	—	—

des rideaux d'arbres voisins. Cette anomalie pourrait s'expliquer par la direction des courants atmosphériques. B est au NE. de la tourbière de La Chaux; un terrain dénudé l'en sépare. Or, c'est de cette direction que souffle le vent dominant. En outre les courants du NW., fréquents en été et favorisés par la topographie des lieux, peuvent y apporter le pollen de la Gruyère. Cette explication ne satisfait qu'à demi. Les grands Conifères voisins devraient avoir une plus grande influence. Le prélèvement B n'offre peut-être pas toute garantie, le sol étant foulé par le bétail.

Dans l'ensemble des spectres, *Picea* et *Abies* sont faiblement représentés, *Picea* surtout. Ces deux résineux ne fleurissent pas chaque année (*Abies* tous les 5—8 ans, par climat rude) tandis que *Pinus*, bien en station, livre chaque été son pollen avec prodigalité.

Les feuillus, au contraire, sont un peu surreprésentés alors même qu'ils ont une production pollinique moindre. La plupart des auteurs trouvent les rapports inverses. Nos prélèvements ont été faits au cours d'années à floraison favorable. *Fagus*, par exemple, peut fleurir deux ans de suite puis rester stérile durant plusieurs années consécutives. C'est *Betula* qui domine dans les spectres (3—4 %). *Betula nana* y est pour une part. La fidélité du pollen de *Quercus* (1 %) est remarquable, car il est incontestablement d'origine lointaine. De très rares pollens de *Carpinus* ont été négligés.

Ces quelques restrictions étant faites, on doit admettre que la composition de la forêt actuelle se retrouve par l'analyse pollinique. Une constatation s'impose: les analyses devraient s'étendre sur une dizaine d'années au moins pour compenser les variations de la production du pollen. Ceci ne saurait infirmer la valeur de la méthode pollenanalytique. Chaque échantillon de tourbe se prélève sur $\frac{1}{2}$ à 1 cm. de profondeur et contient les pollens d'au moins 10 ans.

Müller (1937) a obtenu de bons résultats dans l'étude des pollens actuels du marais d'Etzelwil (Lucerne). Il en a tiré des coefficients de correction permettant de définir la composition procentuelle de la forêt locale correspondant à chaque spectre pollinique.

Il est toujours malaisé de comparer les spectres polliniques à la composition des forêts telle qu'elle est traduite par la statistique officielle. Le forestier ne dénombre que les arbres de plus de 16 cm. de diamètre, tandis que le botaniste s'intéresse à tous ceux qui sont à maturité. *Pinus uncinata* émet des nuages de pollen alors que son tronc est encore très mince, par suite de l'extrême lenteur de sa croissance. Des milliers de Pins adultes de la Gruyère ont été négligés par la statistique. L'arbre produisant son pollen en abondance, au lieu même des prélèvements, il est compréhensible qu'il domine dans les spectres. La surreprésentation de *Betula* s'explique de même. *Betula pubescens* et *Betula pendula* sont seuls recensés, tandis que les centaines de pieds de *B. nana*, qui fructifient bien à la Gruyère, ne sont même pas mentionnés. Il en résulte que le Bouleau représente 3—4 % du matériel pollinique et moins de 1 % des peuplements.

VIII. Histoire climatique

1. Généralités

Parmi les théories tentant l'explication des causes des glaciations, celle de Milankovitch - Köppen - Wegener (exposée dans Bertsch, 1940) s'appuie sur l'étude des variations de l'excentricité de l'écliptique et sur les fluctuations de l'inclinaison de cette dernière. Elle a permis l'établissement d'une courbe du rayonnement solaire représentant les grandes variations de la température à la surface du globe.

Le dernier minimum de la courbe fut celui de Würm III, il y a 23.000 ans; le prochain apparaîtra en l'an 2500, mais à un niveau trop élevé pour appeler une nouvelle avance sensible des glaces. Entre deux se place le maximum de température d'il y a 10.000 ans. On admet dès lors une augmentation de la température du postglaciaire jusqu'à l'an —8000, suivie d'une diminution progressive jusqu'à nos jours.

L'analyse pollinique s'accommode fort bien de cette théorie. Elle la complète en permettant de distinguer les fluctuations de détail de la courbe. Les âges du Bouleau et du Pin se sont développés parallèlement à l'augmentation de température. Le maxi-

num du Noisetier, fixé à l'an 7000 avant J.-C. est en retard de 1000 ans sur le maximum de température, ce qui s'explique si l'on tient compte du temps nécessaire à l'établissement du taillis.

On s'accorde, en résumé, à distinguer de nos jours trois époques climatiques postglaciaires:

a) époque à augmentation de la température, de —12.000 à —8000,

b) époque chaude, de —8000 à —800, avec diminution de température dès —5000 environ,

c) époque moins chaude, de —800 à nos jours, au cours de laquelle la température continue à diminuer.

A vrai dire, cette classification ne repose que sur les conditions de température et néglige le deuxième facteur climatique important: les précipitations. La limite de —800 est due surtout à l'apparition de fortes pluies qui, ajoutant leur effet à la diminution progressive de température, entraîna un avilissement plus ou moins rapide du climat.

Le climat postglaciaire scandinave a été divisé par Blytt-Sernander en 5 époques, en tenant compte des deux facteurs climatiques:

préboréal:	frais et sec
boréal:	chaud et sec
atlantique:	chaud et humide
subboréal:	chaud et sec
subatlantique:	frais et humide

Ce système, alléchant par sa double fluctuation des précipitations parallèle à la variation unique des températures, a été transposé aux conditions de l'Europe centrale, par Gams et Nordhagen, en 1923. Il connut un grand succès et fut adopté, pour le Jura, par Spinner, Keller, Ischer. Les recherches modernes l'ont toutefois quelque peu ébranlé pour l'Europe centrale. De nouvelles définitions s'imposent que l'état actuel de nos connaissances ne permet pas encore de fournir. Lüdi (1935, 1935 b) a fait œuvre de pionnier par son étude des fluctuations du niveau du lac de Neuchâtel comparées à celles des eaux d'autres régions. A son exemple, nous conserverons la classification classique en lui donnant, avant tout, momentanément, une signification chronologique.

Les variations des précipitations s'apprécient, dans les tourbières, par les dépôts attribuables à des inondations, par des troubles de sédimentation et par des horizons secs résultant de périodes de sécheresse. Le marais-tourbeux de la Gruyère, ayant passé très tôt à l'état de haut-marais, fut bien vite soustrait à l'influence des eaux de ruissellement (voir Stratigraphie) et fournit peu d'indications. Des périodes d'extrême sécheresse, où le *Sphagnum* aurait cessé de croître sur l'ensemble du marais, n'ont pas été déterminées. Les Sphaignes montrent au contraire une intense activité, ininterrompue, en certaines localités, dès l'âge de la Chênaie. Tout au plus constate-t-on la présence de restes plus abondants d'Ericacées dès la fin de l'âge d'Abies, ce qui est l'indice d'une surface moins humide attribuable aux pluies moins fortes de l'âge du Hêtre.

La stratigraphie donnant peu d'indications, force est alors de tirer l'histoire du climat de l'histoire de la forêt. Une extrême prudence est de rigueur. L'histoire climatique du Plateau suisse est mieux connue que celle du Jura. La comparaison avec la région du Grand-Marais permettra de poser quelques jalons. Les exigences climatiques des divers arbres sont données par Bertsch (1940) ou par Lüdi (1935, b), ce dernier étayant son opinion sur la répartition actuelle des forêts suisses en fonction des conditions climatiques.

2. Les époques climatiques des Franches-Montagnes

L'époque *préboréale* (= subarctique) embrasse la fin du paléolithique et le début du mésolithique (jusqu'à —9000). Elle est caractérisée aux Franches-Montagnes, à ses débuts, par *Betula* et *Salix*, puis par *Pinus* qui s'y développe au maximum parallèlement à l'amélioration climatique postglaciaire. La longue culmination de *Pinus* durant 2000 ans laisse supposer que l'amélioration intervint avec une extrême lenteur. La dominance absolue du Pin permet de qualifier le climat de *frais-continental*, alors qu'il est froid-océanique dans les plaines basses du S. de l'Allemagne où les diagrammes polliniques présentent de forts pourcentages de pollen de Bouleau (cf. Rytz, 1930, et Lüdi, 1935 b).

Corylus et la Chênaie caractérisent la forêt *boréale* (—9000 à —5500) et englobent donc le mésolithique presque entier.

L'apparition du Noisetier est révélatrice d'une période chaude. *Corylus* demande 180 jours au-dessus de 7° et une température annuelle moyenne de 2°. Climat chaud-continental.

La Chênaie exige beaucoup de chaleur mais s'accommode aussi bien des climats maritimes que continentaux. La courbe de la Chênaie de la Gruyère en fournit la preuve. Son maximum tombe dans l'âge de *Corylus*, continental, tandis que son deuxième sommet est accompagné d'*Abies*, maritime. Elle présente en outre une culmination non sans importance, due à *Quercus*, à l'âge du Sapin.

Le climat boréal des Franches-Montagnes est donc chaud et sec au début, le maximum de température coïncidant avec le début de la Chênaie, puis devient chaud-humide vers la fin. La température moyenne devait être de 2,5° environ supérieure à celle d'aujourd'hui ainsi qu'il résulte de l'abaissement de la limite supérieure des forêts survenu depuis cette époque. Keller l'estime à 400 m. à la Bernina; Lüdi à 200—400 m. au Grimsel.

L'époque *atlantique* (—5500 à —2700 ou 2500) embrasse le néolithique lacustre du Grand-Marais.

L'apparition massive et décidée d'*Abies*, espèce atlantique délicate, est la preuve d'un important changement climatique. Le Sapin exige moins de chaleur que les éléments de la Chênaie. Il lui faut beaucoup d'humidité, davantage qu'à la Chênaie qui le précède et qu'au Hêtre qui le suit, et une température moyenne. Le climat devient nettement maritime, l'abondance des précipitations étant pour une bonne part cause de l'abaissement de la température. L'humidité intervient plus tôt dans les régions montagneuses que sur le Plateau suisse, ce qui entraîne prématurément la régression de la Chênaie au profit du Sapin.

Dès la fin de la Chênaie, Lüdi cite sur l'ensemble du Plateau suisse et en Allemagne du S., de grands troubles de sédimentation et une augmentation du niveau des eaux provoquant des inondations catastrophiques. Les précipitations n'ont pas été moindres dans les montagnes jurassiennes. Si les inondations n'ont guère laissé de traces¹¹ dans les tourbes de la Gruyère, ce-

¹¹ Au sondage 2 la tourbière a subi un submergement à l'âge d'*Abies*.

la tient à la forme bombée du marais et aussi à la topographie du pays qui permit un écoulement des eaux superficielles et car-siques plus rapide qu'en plaine.

Ces changements ne se sont pas effectués sans retour momentané au climat boréal, ainsi qu'en témoigne le dernier soubresaut du Chêne à l'âge du Sapin.

La forêt de Sapin fait place, au *subboréal* (—2500 à —800 ou —500), à celle du Hêtre. Fin du néolithique; Bronze (—1800 à —850), Hallstatt (—850 à —500), au Grand-Marais (L ü d i).

Ce nouveau changement de la couverture forestière est l'indice incontestable d'une diminution de la pluviosité; diminution moindre qu'en plaine, ainsi qu'en attestent les forts pourcentages d'Abies de l'âge de Fagus.

Le Hêtre demande moins d'eau et craint les terrains trop humides. A l'âge du bronze, le lac de Neuchâtel a un niveau de très basses eaux; sur le Plateau suisse beaucoup de marais s'assèchent et se couvrent de forêts.

Le célèbre «horizon—limite» des auteurs allemands, où se manifestent les traces d'une longue période de sécheresse: arrêts de croissance de la tourbière, altérations superficielles, corrosions, est absent des tourbes des Franches-Montagnes. Si cette strate fut parfois marquée dans les régions basses, elle n'apparaît pas dans le Haut-Jura, où l'humidité et la pluviosité furent toujours suffisantes.

L'époque *subatlantique* (—800 ou —500 à nos jours) voit l'apparition de l'Épicéa. Au Grand-Marais L ü d i (1935) établit la chronologie ainsi: la Tène de —500 à 50 avant J.-C., époque romaine de 58 avant J.-C. à 450 après J.-C., époque post-romaine dès 450. Picea y domine à l'époque romaine.

La forêt franc-montagnarde conserve jusqu'à la période sub-récente de forts pourcentages de Sapins et de Hêtres. L'avènement de l'Épicéa est tout de même le signe d'un nouvel avilissement du climat. Picea est peu sensible à la forte humidité de l'air et du sol. Il s'accommode d'une courte période de végétation ne nécessitant pas de fortes chaleurs. Les étés longs et doux du climat océanique diminuent sa force de concurrence. Il est donc adapté aux climats moyens à frais, à hivers bien marqués et à étés non trop secs (L ü d i, 1935 b). Si Abies a pu subsister, c'est grâce aux regains passagers des précipitations qu'attestent la forte

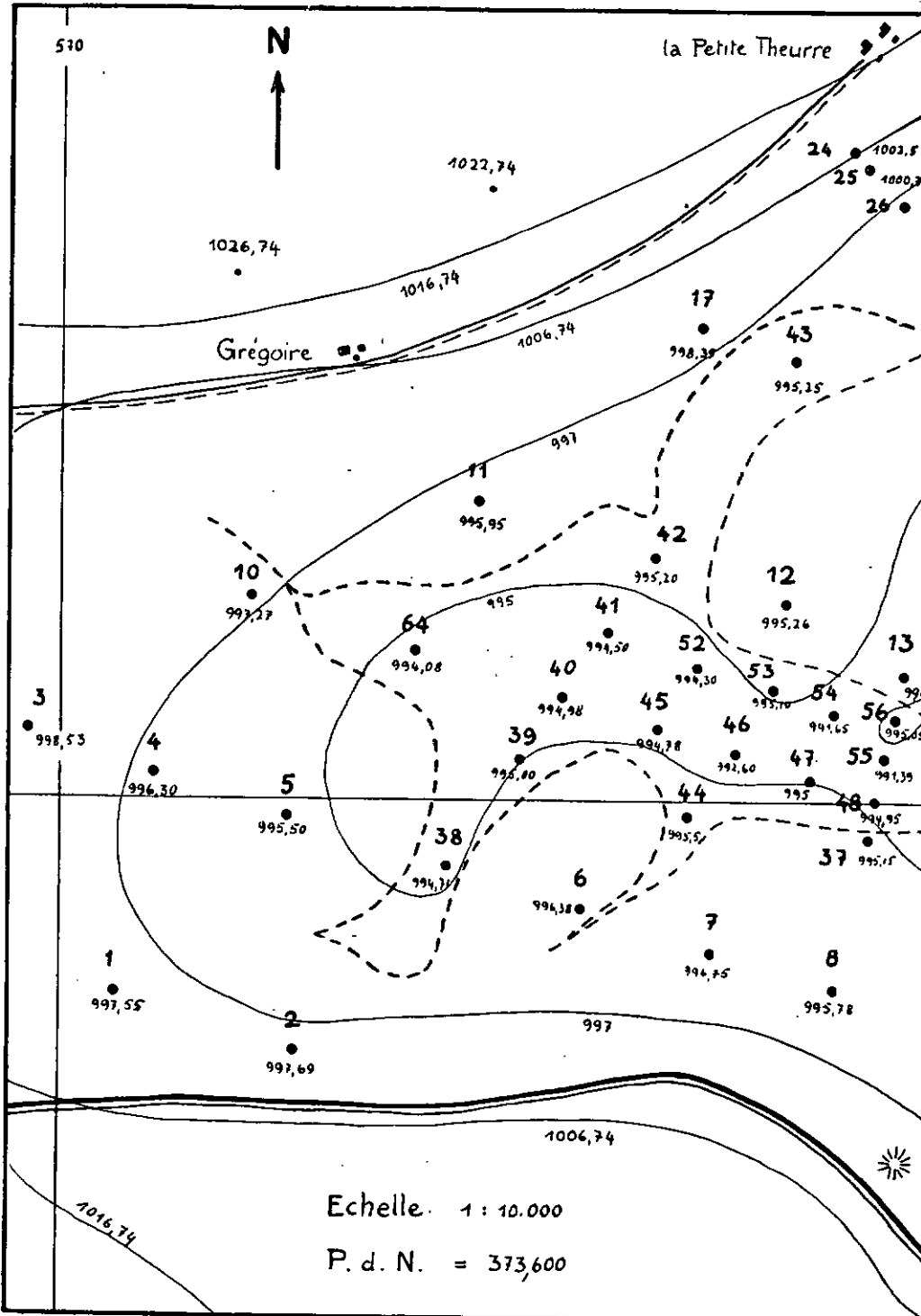
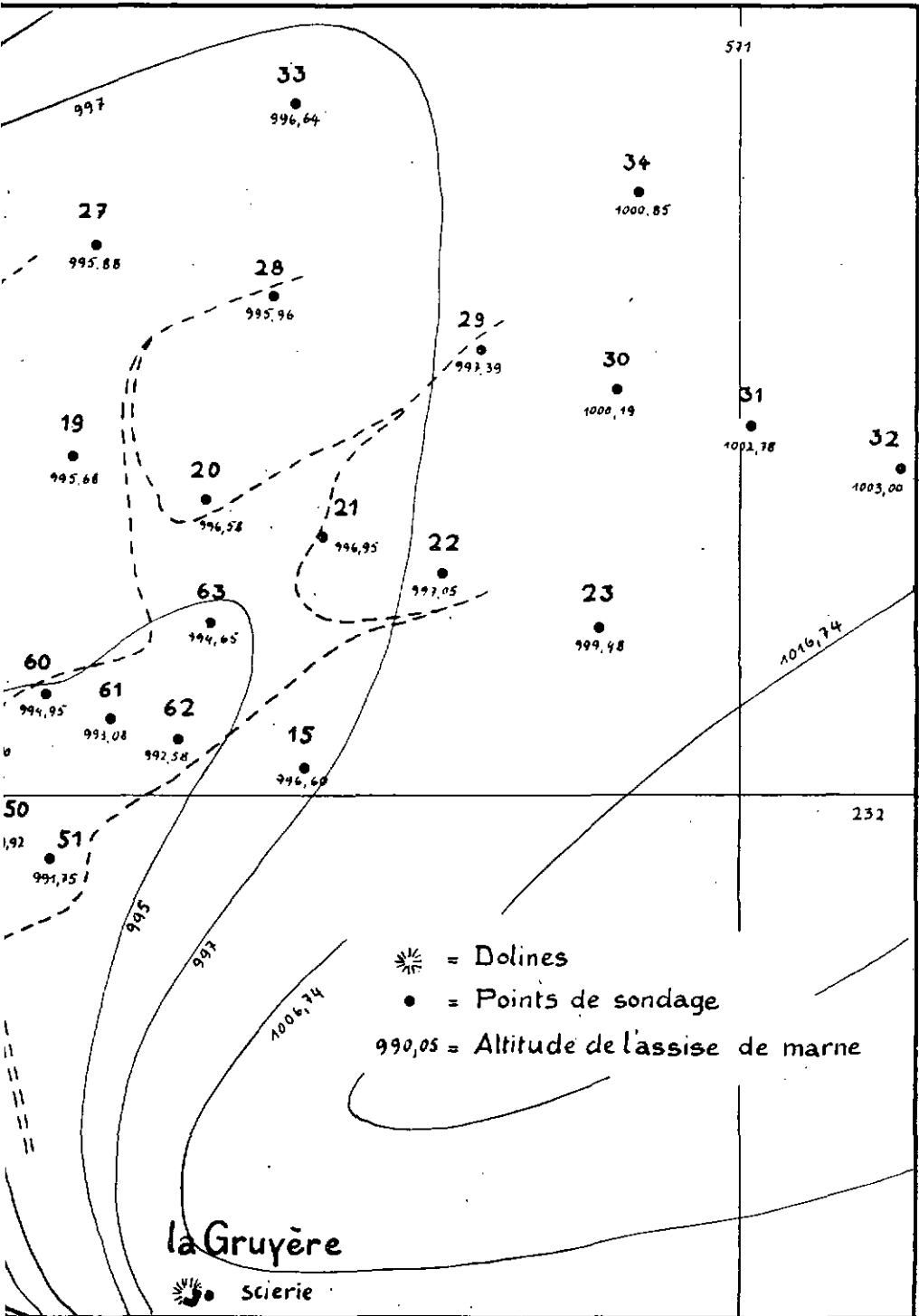


Fig.39. Carte de l'as



ale de la tourbière.

vitalité du Sphagnum de cet âge et les inondations partielles constatées à la localité 19.

Le climat subatlantique est donc caractérisé par une sensible diminution de température accompagnée de précipitations tantôt fortes, tantôt faibles, mais diminuant dans leur ensemble.

Le développement du Pin de marais marque un retour à la continentalité.

IX. Morphologie et stratigraphie

Histoire du développement de la tourbière et de l'étang

Au premier coup d'œil on reconnaît à la Gruyère un marais bombé typique. Entre la route et l'étang, entre les diverticules de celui-ci, aux points de sondage 26 à 32, 33 et 34, partout se retrouve la forme convexe en verre de montre. Ce caractère morphologique s'observe particulièrement bien dans la presqu'île où le point central 16 s'élève à 4 m. au-dessus du niveau moyen de l'étang.

Le premier sondage (16) fut pour nous un sujet d'étonnement. 1^o La sonde n'atteignit la marne qu'à 6,30 m. de profondeur. Personne ne soupçonnait ici l'existence d'un gisement tourbeux de pareille puissance. 2^o Früh et Schröter (1904) avaient reconnu la nature mixte de la tourbière, soit tourbe de bas-marais surmontée de tourbe de haut-marais, avec un horizon intermédiaire à *Scheuchzeria palustris*, caractéristique d'un marais de passage. Toutefois, le bas-marais semblait avoir joué un rôle important. Or, il n'en est rien à la localité 16 où l'on retrouve, à une grande profondeur déjà, les restes d'une végétation très oligotrophe. Qu'en est-il en d'autres points du marais?

Quelle est, d'autre part, l'origine de l'étang? Rollier (1894, p. 185) rapporte que l'étang actuel de la Gruyère «est artificiel et que c'est la digue établie pour alimenter le moulin, aujourd'hui transformé en scierie, qui a fait refluer l'eau dans la tourbière». A-t-il existé une surface lacustre antérieure à l'érection du barrage? Plusieurs hypothèses se présentent:

1. Des barrages naturels, des seuils de marne même peu élevés, se sont opposés au passage des eaux et ont permis leur accumulation.

2. Une couche de tourbe primaire s'est développée sur une grande étendue, offrant à l'origine une surface plane. Consécutivement à la formation secondaire de l'abîme de la scierie, la tourbière fut intensément drainée; des courants d'eau s'établirent et les canaux qui en résultèrent s'élargirent jusqu'à former les diverticules de l'étang actuel. Si cette hypothèse est juste on doit retrouver, ici et là, au fond de l'eau, des restes de la tourbe primaire.

3. Au contraire, la doline existe dès le glaciaire. La base d'érosion très profonde empêche alors l'accumulation de dépôts humifères sur le passage des eaux.

4. La doline existe depuis longtemps, à un niveau relativement élevé, et ne s'abaisse que par la suite.

Tant pour élucider la question complexe de la genèse de l'étang que pour préciser la stratigraphie de la tourbière, il a été effectué un nombre de sondages beaucoup plus considérable que ne l'eût exigée la seule étude pollenanalytique des successions forestières.

La répartition des 64 localités de sondages apparaît à la fig. 39. La direction des deux systèmes d'axes de visée est conditionnée par la morphologie de surface. De nombreux sondages sont légèrement en dehors des axes: il s'agissait de ne pas négliger des localités présentant d'intéressantes associations végétales actuelles. Les forages n'avaient pas tous été prévus dès le début, mais un grand nombre furent rendus nécessaires en cours de travail.

La table 12 donne pour chaque point de sondage: l'altitude de la surface, l'altitude de l'assise minérale, l'épaisseur de la tourbe et, pour les localités de l'étang, la profondeur de l'eau rapportée au niveau maximum de 997,28 m. Le départ des mensurations est le point topographique Berne 292 scellé dans la maison d'habitation de la scierie et répondant à l'altitude de 994,264 m. (R. P. N., nouvelle valeur).

Les données de la table 12 ont permis l'établissement d'une carte de l'assise géologiques de la tourbière (fig. 39), d'une carte

Tabelle 12. *Mesures effectuées aux divers points de sondage.*

Points de sondage dans la tourbière	Altitude de la surface	Altitude de l'assise minérale	Épaisseur de la tourbe	Points de sondage dans l'étaug	Altitude de la surface de la tourbe	Altitude de l'assise minérale	Épaisseur de la tourbe	Prof. de l'eau sous niveau de 997,28 m.
1	1001,75	997,55	4,20	38	996,10	994,71	1,40	1,20
2	1003,39	997,69	5,70	39	995,70	995,00	0,70	1,60
3	1001,55	998,53	3,02	40	995,50	994,98	0,52	1,40
4	1000,15	996,30	3,85	41	—	994,50	—	—
5	999,05	995,50	3,55	42	995,60	995,20	0,40	1,70
6	999,08	996,38	2,70	43	995,95	995,25	0,70	1,30
7	1001,25	996,75	4,50	44	995,55	995,50	0,05	1,70
8	1000,18	995,78	4,40	45	—	994,78	—	—
9	998,20	995,15	3,05	46	—	992,60	—	—
10	998,17	997,27	0,90	47	995,20	995,00	0,20	2,00
11	998,60	995,95	2,65	48	995,15	994,95	0,20	2,10
12	998,68	995,26	3,42	49	—	992,60	—	—
13	999,05	994,90	4,15	50	993,32	989,92	3,40	4,00
14	998,40	995,15	3,25	51	992,80	991,75	0,95	4,50
15	1000,60	996,60	4,00	52	—	994,30	—	—
16	1001,27	994,97	6,30	53	995,10	995,10	0,00	2,20
17	998,64	998,39	0,25	54	994,70	991,65	3,15	2,60
18	1000,80	995,35	5,45	55	994,69	991,39	3,30	2,60
19	998,98	995,68	2,70	56	995,75	995,05	0,70	1,50
20	997,98	996,58	1,40	57	—	992,00	—	—
21	997,50	996,95	0,55	58	—	990,05	—	—
22	998,00	997,05	0,95	59	994,80	994,70	0,10	2,50
23	1000,20	999,48	0,72	60	995,50	994,95	0,55	1,80
24	1004,10	1002,50	1,60	61	994,70	993,08	1,62	2,60
25	1003,76	1000,76	3,00	62	—	992,58	—	—
26	1001,10	995,63	5,47	63	995,50	994,65	0,85	1,80
27	1001,73	995,88	5,85	64	995,80	994,08	1,72	1,60
28	1003,36	995,96	7,40					
29	1003,74	997,39	6,35					
30	1006,29	1000,19	6,10					
31	1008,23	1002,78	5,45					
32	1009,38	1003,00	6,38					
33	1004,56	996,64	7,92					
34	1006,65	1000,85	5,80					
35	1007,10	1004,90	2,20					
37	997,95	995,20	2,75					

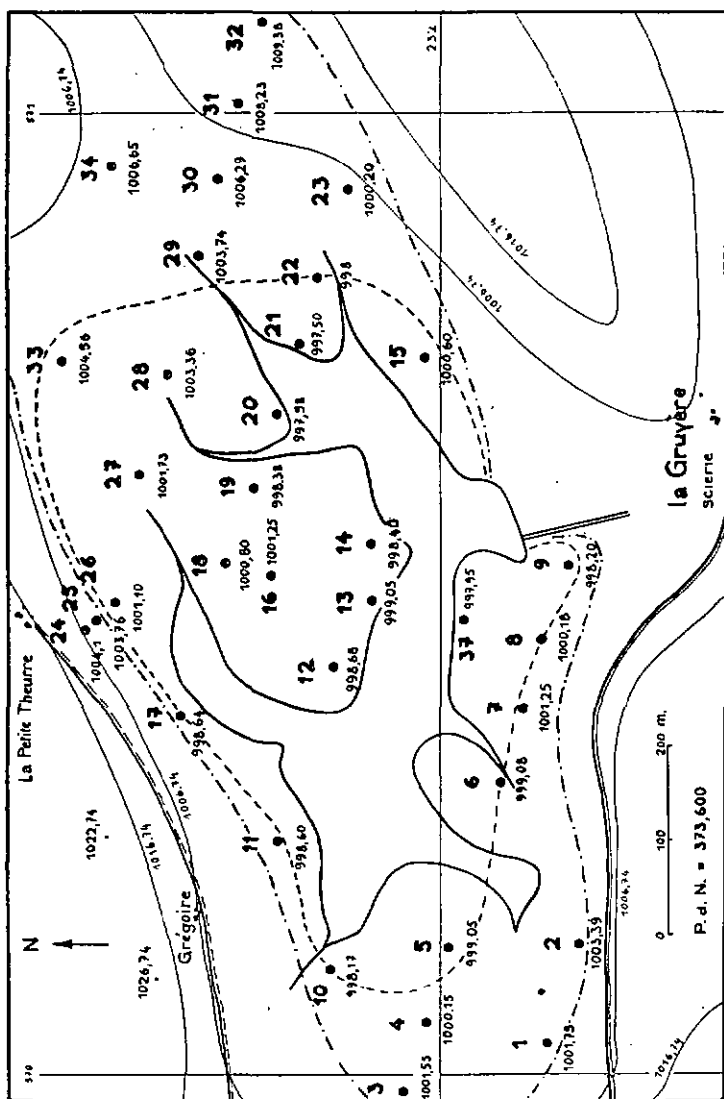


Fig. 40. Carte altitudinale de la tourbière.

- = Extension de la tourbière à la fin de l'âge du Pin.
 - - - - - = Extension de la tourbière à la fin de l'âge de la Chénalaie.
- Pour l'extension actuelle, cf. fig. 5. Les nombres indiquent l'altitude de la tourbière aux différents points de sondage.

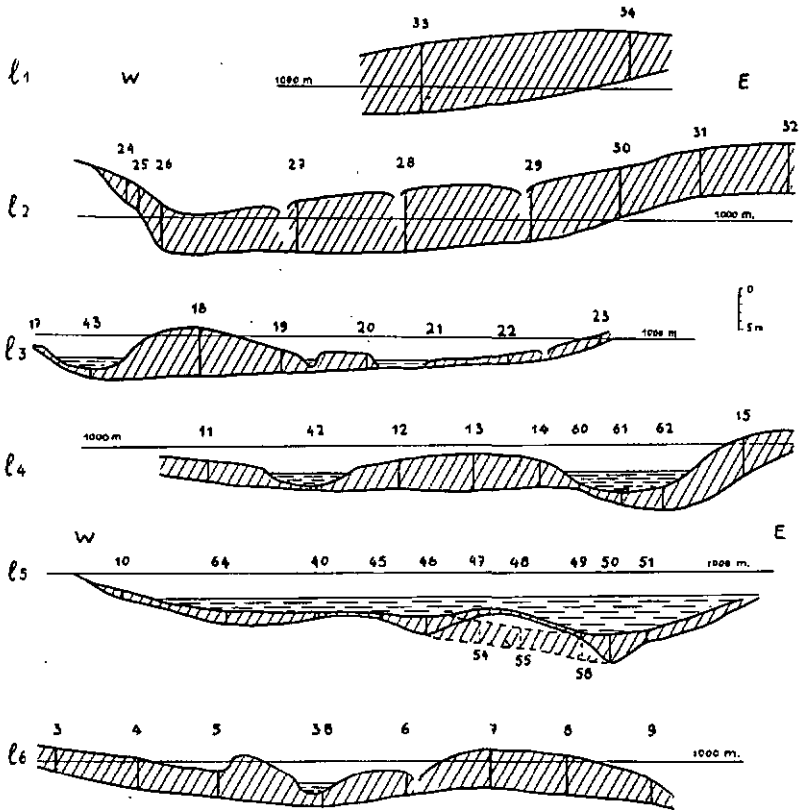


Fig. 41. Profils W.—E. à travers la tourbière de la Gruyère.

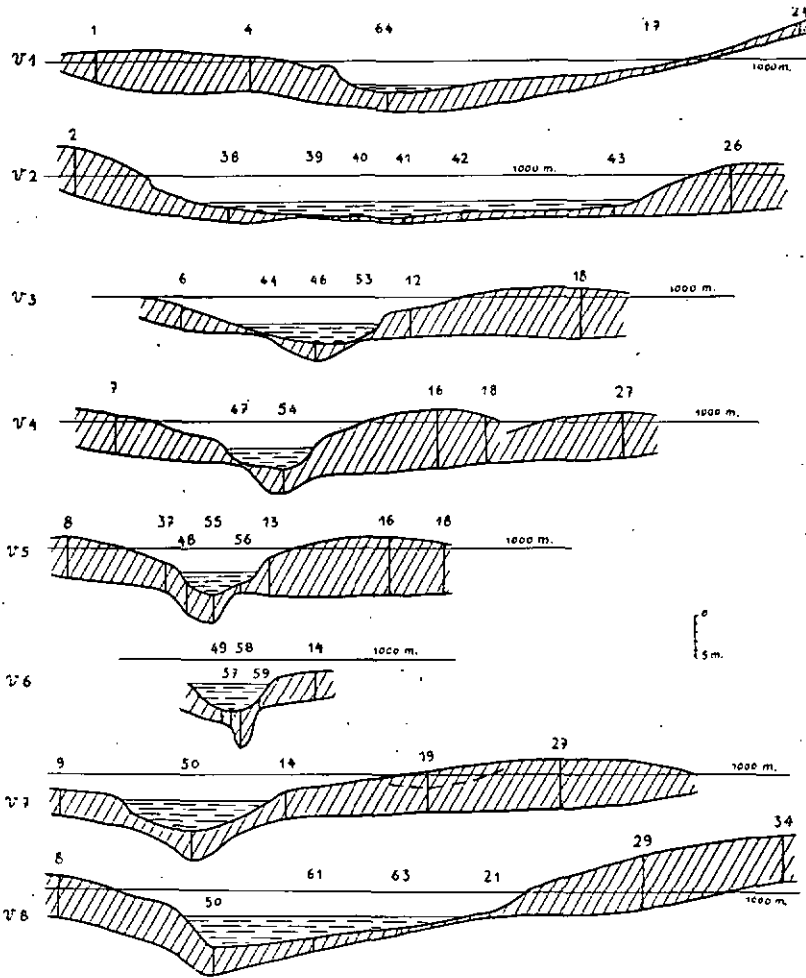


Fig.42. Profils S.—N. et SW.—NE. à travers la tourbière de la Gruyère.

de la topographie de surface actuelle (fig. 40) et des nombreux profils des fig. 41 et 42.

Nous nous sommes contenté, en de nombreux points, de déterminer la profondeur de l'assise minérale. Ailleurs, par contre, pour les besoins de l'analyse pollinique, les marnes furent percées profondément avec échantillonnage tous les 5 cm., soit 50 cm. d'épaisseur de marne aux localités 24 et 32, 70 cm. en 16, 85 cm. en 13, 1 m. en 30 et en plusieurs localités de l'étang. Dans l'étang, des séries complètes d'échantillons ont été prises en 46, 50, 55, 56, 61.

Le fond de l'étang est recouvert d'une couche de tourbe d'épaisseur variable. Toutefois, elle apparaît presque nulle en 41, 44 et 59 et la marne affleure sous l'eau en 53.

L'examen géologique démontre que l'étang actuel et la tourbière occupent le fond d'une combe oxfordienne aux marnes imperméables. La cuvette présente une concavité assez régulière illustrée par les profils des fig. 41 et 42 et mieux encore par la carte (fig. 39) des altitudes de la marne aux différentes localités. A l'examen de cette carte on remarque que tous les points d'altitude inférieure à 995 m. sont dans l'axe principal de l'étang ou à son voisinage immédiat (13, 16). La courbe de niveau 996 m. englobe la totalité de l'étang (sauf l'extrémité du diverticule NE.) et une vaste partie de la tourbière. Puis l'altitude augmente assez peu en direction du SW. (2, 1, 3) et davantage vers le NW. (25, 24) et vers le NE. (23, 34 et 29 à 32). De tous les points périphériques la ligne de fond s'abaisse en pente douce vers la vanne de sortie où se trouve le point le plus bas (50), 989,92 m., soit à plus de 7 m. au-dessous du niveau moyen de l'eau (997 m.).

Il résulte de ces faits que les eaux de la combe ont toujours pu trouver leur écoulement naturel en direction de l'abîme de la scierie.

Les conditions topographiques du fond de la cuvette n'ayant jamais permis la formation d'un étang, il est tout au plus admissible que dès l'instant où la végétation envahit les marnes et y laissa de faibles barrages de matériaux humifères, il a pu se former, vu la faible déclivité du sol, des surfaces lacustres restreintes et peu profondes. Des échassiers y barbotèrent, des vols de grues et de canards sauvages virent s'y poser, d'où, plus tard, le nom de Gruère.

La première hypothèse semblait confirmée à l'examen de la ligne de fond des points de sondage 40 à 51 puisque la marnes des points 48 et 49 s'élève à 2,4 m. au-dessus de celle du point 46 qui les précède (profil 15, fig. 41). De nombreux sondages pratiqués au voisinage de ces points permettent deux constatations capitales:

1. Une ligne d'écoulement en pente régulière, sans aucun barrage, passe de 46 à 50 par 54, 55 et 58.

2. Cette ligne d'écoulement se présente sous forme d'un chenal, étroit et profond dans toutes ses coupes transversales (profils v 4, v 5, v 6, v. 7, v 8, de la fig. 42). On peut donc admettre que très longtemps les eaux d'écoulement empruntèrent ce passage, ce qui est confirmé par les constatations suivantes:

a) Les sédiments minéraux (marnes, argiles et graviers) y sont extrêmement tendres. La sonde y pénètre parfois par son propre poids, sans aucune pression, à plus de 50 cm.

b) Ces sédiments contiennent des restes charriés de toute nature (bois et autres restes végétaux, pierres) de provenance diverse (cf. localité 50, par exemple, p. 99).

c) Les tourbes surmontant ces sédiments sont d'origine récente (cf. p. 98 et suiv.).

Dès à présent, les hypothèses 1, 2 et 4 sont sérieusement infirmées. Nulle part, dans l'étang, malgré de très nombreuses analyses, il ne fut possible de déterminer l'existence de tourbes primaires. Il serait peu vraisemblable de supposer qu'elles furent entièrement emportées par le courant des eaux d'évacuation, de faible intensité d'ailleurs. L'hypothèse 3 subsiste donc seule et trouvera encore confirmation plus loin.

Les pollens les plus anciens furent décelés dans les marnes du point de sondage 13. Ils trahissent, au diagramme correspondant (fig. 25), la fin d'un âge de *Pinus-Betula-Salix*, appréciable encore dans les premiers dépôts tourbeux. C'est là l'indice primitif de la colonisation végétale de tout le marais.

Les sédiments tourbeux tapissant le fond du lac ne peuvent servir à l'analyse pollinique, car ils résultent du colmatage de fragments de tous âges arrachés par les eaux de l'étang aux berges de la tourbière. Par basses eaux les baigneurs enfoncent jusqu'à mi-jambe dans les tourbes. Au prélèvement des échantillons on remarque aussi leur manque de consistance, ce qui fait

supposer que la tourbe n'a pas été édiflée sur place. En outre, tous les horizons contiennent beaucoup de particules minérales. Il ne pourrait donc s'agir que de tourbe de bas-marais. Or, à l'analyse, on retrouve d'abondants restes de Sphaignes et d'Ericacées; les sédiments sont donc incontestablement originaires du haut-marais. La vase tourbeuse se compose de fragments végétaux extrêmement ténus, morcelés, quasi indéterminables. En général, elle est très riche en pollens, souvent morcelés et parfois mal conservés.

L'analyse pollinique a été pratiquée avec beaucoup de soin sur les dépôts de la localité 55; les résultats figurent à la tablelle 13 et au diagramme 43. On y remarque d'emblée un mélange des pollens duquel il n'est possible de tirer aucune conclusion, si ce n'est que les tourbes sont d'origine relativement récente malgré les profondeurs assez grandes auxquelles furent pratiqués les prélèvements.

C'est à la localité 50 que la sonde atteignit le point le plus bas (990,12 m.) de tout le marais de la Gruyère, soit à 5 m. audessous des premiers sédiments tourbeux de la localité 13. Nous espérons y trouver des tourbes plus anciennes. Il n'en est rien.

Tablelle 13. *Protocole des dénombrements polliniques du point de sondage 55.*

Profondeur cm	Picea	Abies	Pinus	Betula	Alnus	Fagus	Quercus	Ulmus	Tilia	Chénate mixte	Corylus	Salix
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
125	12	31	34	2	4	6	3	4	3	10	22	—
135	15	28	35	4	6	7	2	2	1	5	24	—
145	21	27	32	2	4	9	1	2	2	5	40	—
160	13	39	29	—	4	11	1	1	2	4	16	2
170	11	31	31	1	8	9	3	4	1	8	44	—
180	17	22	39	1	4	7	4	4	2	10	17	1
200	18	37	26	3	6	4	1	2	3	6	21	—
215	14	37	28	—	4	8	1	4	4	9	15	1
230	36	16	32	2	—	10	2	1	1	4	6	—
250	20	39	20	3	3	13	1	1	—	2	9	—
310	23	32	17	4	2	21	1	—	—	1	23	1
350	22	28	23	1	—	21	2	2	1	5	11	—

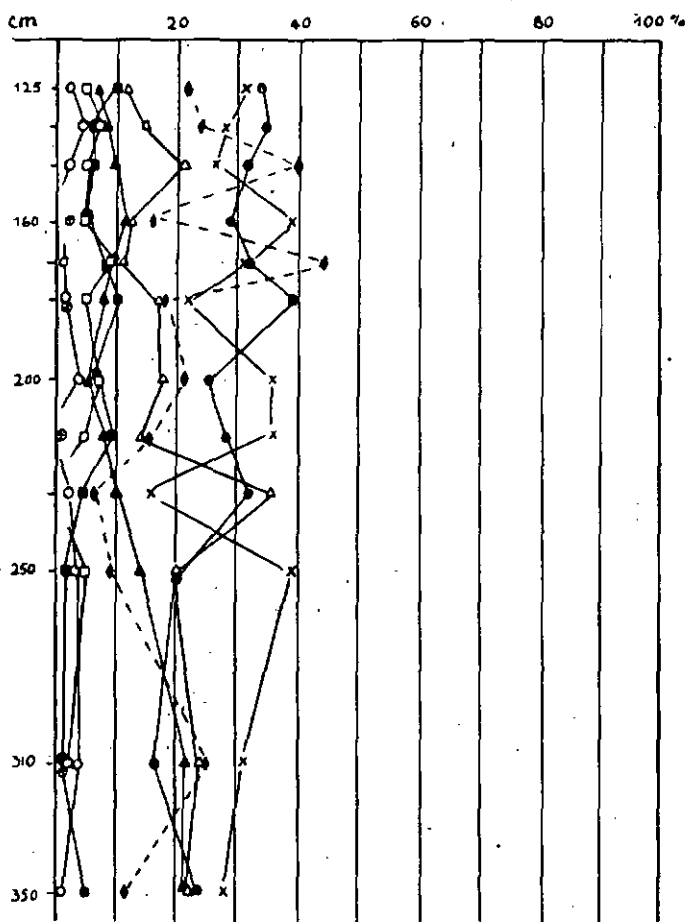


Fig. 43. Diagramme pollinique du point de sondage 55.

Ici comme à la localité 55 les sédiments sont récents (tablette 14); des feuilles et des spores de Sphaignes et des traces d'Ericacées se retrouvent parmi les particules minérales jusqu'aux plus grandes profondeurs. A 420 cm. le pollen, extrêmement abondant, forme presque l'unique élément déterminable de toute la masse de vase tourbeuse; les grains de pollen y sont très bien conservés, ceux d'Abies et de Picea sont fragmentés.

Aucune trace du bas-marais ne demeure plus en 50, ni en 55; la même constatation s'impose en 51, en 64 et ailleurs. Les vases de la localité 64 (tablette 15) contiennent surtout des pollens de

Conifères. Il en est ainsi en d'autres points de l'étang. Faut-il en rechercher la raison dans le pouvoir de flottaison variable des différents pollens?

Tabelle 14. *Protocole des dénombrements polliniques du point de sondage 50.*

Profondeur	Picea	Abies	Pinus	Betula	Alnus	Fagus	Quercus	Ulmus	Tilia	Chêne mixte	Corylus	Salix
cm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
420	13	31	29	4	4	15	—	1	3	4	19	—
460	10	37	20	4	5	16	6	—	2	8	18	2
500	26	34	14	—	2	22	—	—	2	2	12	2
540	17	45	17	2	—	10	4	—	5	9	12	—

Tabelle 15. *Protocole des dénombrements polliniques du point de sondage 64.*

Profondeur	Picea	Abies	Pinus	Betula	Alnus	Fagus	Quercus	Ulmus	Tilia	Chêne mixte	Corylus	Salix
cm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
182	32	35	22	—	2	6	1	1	1	3	7	—
192	34	35	15	1	2	10	1	2	—	3	4	—

L'emplacement des premiers dépôts tourbeux fixé (page 97), il y a lieu de déterminer l'évolution horizontale et verticale de la tourbière.

Pour l'évolution horizontale, les spectres inférieurs des diagrammes polliniques fournissent les documents. Le marais envahit successivement, au cours de l'âge du Pin, les localités 16, 37, 26, 27, 33, 11, 9. La localité 26 est habitée peu après 16, quoique située 1,10 m. plus haut.

La localité 33, dont l'assise minérale est à 996,64 m., soit 1 m. plus haut encore que la localité 26, a fourni le maximum absolu d'épaisseur de tourbe par 7,92 m. Elle fut colonisée dès l'âge du Pin par une végétation de Sphaignes (2 cm. au-dessus de la

marne, on trouve déjà des restes de Sphagnum mêlés à des radicales et quelques particules minérales). Le pollen est rare dans les premiers dépôts (fréquence = 15) mais extrêmement abondant 40 cm. plus haut (fréquence = 250, à 750 cm.).

Tabelle 16. *Protocole des dénombrements polliniques du point de sondage 33.*

Profondeur cm	Picea	Abies	Pinus	Betula	Alnus	Fagus	Quercus	Ulmus	Tilia	Chênaie mixte	Corylus	Salix
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
700	2	13	56	—	2	—	3	20	4	27	96	—
750	1	1	98	—	—	—	—	—	—	—	1	—
770	1	—	99	—	—	—	—	—	—	—	—	—
790	1	2	93	4	—	—	—	—	—	—	3	2

A la localité 11 on dénombre 74 % de Pinus et 14 % de Corylus dans les tourbes les plus profondes.

La partie W. de la tourbière, exploitée par l'homme, est aussi très ancienne. Les premiers dépôts d'une tourbe de Mousses et de Graminées, riches en pollen, de la localité 5 donnent: Pinus 96 %, Corylus 10 %, Salix 1 %, Betula 2 %, Abies 1 %, Fagus 1 %. La localité 10 est colonisée peu après par la végétation turficole. Dans les premiers sédiments tourbeux, chargés de minéraux, la courbe de Corylus atteint déjà 105 % avec Pinus 87 %, Chênaie 8 %, Betula 2 %, Abies 2 %, Picea 1 %.

Les conditions sont les mêmes à la localité 9, à l'angle SE. extrême de la tourbière. A 290 cm., soit à 15 cm. au-dessus de l'assise de la marne, apparaissent les premières feuilles de Sphaignes avec: Pinus 87 %, Corylus 60 %, Chênaie 7 %, Abies 4 %, Betula 2 %.

Les localités 6 et 8 aussi, sont colonisées à la fin de l'âge du Pin, ainsi que la localité 15 dont la tourbe de Mousses et de Sphaignes recèle passablement de pollens d'Abies, de Picea et de Fagus. Le spectre complet des tourbes primaires de cette dernière localité est le suivant: Pinus 84 %, Abies 4 %, Picea 5 %, Fagus 3 %, Corylus 3 %, Alnus 2 %, Quercus 1 %, Betula 1 %.

En résumé, la tourbière de la fin de l'âge du Pin est limitée

à peu de choses près par la courbe de niveau 997 m. de la fig. 39.

Les tourbes les plus anciennes de la localité 29 (625 cm. de prof.) se sont formées au début de l'âge de *Corylus* (tablette 17, 625 cm.). *Corylus* y atteint déjà 120 % et *Pinus* encore 72 %.

Tabelle 17. *Protocole des dénombrements polliniques du point de sondage 29.*

Profondeur	<i>Picea</i>	<i>Abies</i>	<i>Pinus</i>	<i>Betula</i>	<i>Alnus</i>	<i>Fagus</i>	<i>Quercus</i>	<i>Ulmus</i>	<i>Tilia</i>	Chêne mixte	<i>Corylus</i>	<i>Salix</i>
cm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
30	18	22	31	6	2	18	2	< 1	—	2	11	1
45	17	26	6	6	8	33	3	1	—	4	9	2
50	21	26	7	4	4	32	6	—	—	6	6	1
625	2	—	72	5	2	2	4	11	2	17	120	5

Nous donnons également les spectres polliniques de 30, 45 et 50 cm. de profondeur qui prouvent que la tourbière s'est développée jusqu'à l'époque actuelle.

Le marais gagnera successivement les localités 30, 31, 32. Lorsque cette dernière est atteinte, le maximum de la Chêne mixte est passé. Les chiffres ci-dessous démontrent la belle activité de la tourbière à l'époque subrécente.

Tabelle 18. *Protocole des dénombrements polliniques du point de sondage 32.*

Profondeur	<i>Picea</i>	<i>Abies</i>	<i>Pinus</i>	<i>Betula</i>	<i>Alnus</i>	<i>Fagus</i>	<i>Quercus</i>	<i>Ulmus</i>	<i>Tilia</i>	Chêne mixte	<i>Corylus</i>	<i>Salix</i>
cm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
20	25	9	42	2	1	15	4	—	—	4	4	1
35	26	25	6	8	1	30	4	—	—	4	5	2
50	25	32	3	6	1	27	6	—	—	6	6	1
610	10	24	13	3	3	7	4	29	7	40	45	7
620	4	10	27	2	3	5	5	35	9	49	80	3
640	1	8	15	8	3	5	1	34	18	53	125	4

La colonisation est donc tardive ici et pourtant les Sphaignes actives y élèveront encore 6,40 m. de tourbe.

La localité 23, près de la limite E. de la tourbière, et la localité 3, voisine de la limite W., sont atteintes à l'âge de la Chênaie.

Les premiers dépôts végétaux de 2 attestent que le maximum de la Chênaie est passé. Le haut-marais cessera de s'avancer plus au S., sous l'influence de l'action prohibitrice des eaux de ruissellement, riches en minéraux.

Au début de l'âge d'Abies, la tourbière occupe déjà la presque totalité de son secteur actuel. Elle gagnera encore du terrain au NE. (points 35 et 36) et s'étendra successivement à l'W., en 25 et 24, au cours du même âge et de celui de Fagus. A la localité 35, la tourbière cessera sa croissance dès la fin de l'âge de Fagus et sera envahie par les végétaux des terrains ambiants; aujourd'hui le pâturage la recouvre.

Si le marais a cessé d'être très envahissant dès l'âge d'Abies, il n'en a pas ralenti son activité. Il manifeste jusqu'à la période subrécente un accroissement vertical considérable. Les phases de l'extension horizontale sont classiques à la Gruyère. Il eût été possible de les supposer sans faire de grosses erreurs par l'examen des seules conditions altitudinales du fond de la cuvette. Il n'en est pas de même de l'accroissement vertical.

Les localités occupant aujourd'hui les points les plus élevés, 2 et 30 par ex., sont parmi celles qui ont eu le plus d'activité constructive au cours des âges récents. Nous avons vu que leur origine est toutefois tardive. Au point 13, le plus ancien de notre tourbière, les restes végétaux accumulés de tous les âges n'atteignent même pas de leurs 4,15 m. de puissance, le niveau de base de la localité 32, qui, au contraire, s'élèvera de plus de 6 m. au cours d'une existence plus brève. Des variations dans la croissance ont été signalées plus haut (page 68). Les conditions topographiques et édaphiques étant partout sensiblement égales, le climat aussi, il faut rechercher la raison de ces anomalies et variations dans des états hydrographiques différents aux diverses localités.

Un indice est fourni par l'état de décalcification plus ou moins avancé des marnes. Aucune réaction à HCl aux points 8, 32 et 35, par suite, sans doute, d'un lavage prolongé par les eaux superficielles (colonisation végétale tardive). Faible réaction au

point 2. Forte effervescence, par contre, aux endroits très tôt colonisés ou très tôt immergés: 13, 16, 26, 28. Les localités 25 et 27 accusent même $\frac{1}{2}$ cm. de craie lacustre. Par basses eaux le gravier affleure au diverticule NE. (fig. 38) et arrête la sonde aux points 19, 20 et 28, sous 2—3 cm. de marne; partout ailleurs la couche de marne est épaisse. Au point 30, par exemple, la sonde en traverse 1 m. sans rencontrer de résistance.

La fig. 44 donne des indications précises sur l'état de la tourbière aux différents âges. Les lignes iso-spécifiques relient les localités aux altitudes atteintes par la tourbe à la fin des âges forestiers successifs.

On remarque d'emblée que la tourbière présente au point 37, au cours de tous les âges, une croissance des plus faibles. Il y a lieu de supposer que le bas-marais y régna plus longtemps qu'ailleurs, hypothèse confirmée par les analyses de texture. La surface de la localité 16, par contre, était bombée dès l'âge du Pin. Sa végétation y était déjà dépendante des seules eaux atmosphériques. Les analyses de texture prouvent qu'un *Sphagnetum* indépendant de toute nourriture minérale y prospérait, ce qui exclut la présence d'un étang atteignant cette altitude.

Profil stratigraphique du point de sondage 16

1. 700—630 cm. M a r n e b l e u e, compacte. Forte effervescence par addition d'HCl.
2. 630—530 cm. H y p n e t u m, avec radicules dans les 30 cm. inférieurs (H = 8—9)¹² plus pur à la partie supérieure (H = 5) et accompagné de quelques traces de Sphaignes. Passablement de minéraux dans tous les horizons.
A 560 cm.: 6 % d'*Amphitrema*¹³ et 2 % de *Callidina*, qui ne réapparaîtront que 160 cm. plus haut.
3. 530—420 cm. T o u r b e d e p a s s a g e à caractère déjà oligotrophe. Davantage de feuilles de Sphaignes. H = 6, en bas,

¹² Le degré d'humification est exprimé par l'échelle classique de von Post, à 10 degrés (en français dans Ischer, 1935):
de H 1 = tourbe non humifiée ne libérant que de l'eau claire par compression dans la main,

à H 10 = tourbe entièrement humifiée, ou «dy», ne laissant plus reconnaître aucune structure végétale et passant entièrement entre les doigts par compression dans la main.

¹³ Les spores et les microfossiles animaux s'expriment en % du nombre des grains de pollen.

où se rencontrent encore de fines particules minérales; H = 8, en haut.

A 450 cm. la sonde crève une poche de méthane: flamme de 1 m. de haut de plus de 30 secondes. D'autres forages, à quelques mètres de là, ont révélé la présence de ce gaz de marais.

4. 420—0 cm. Tourbe de *Sphagnum* et *Eriophorum*.

a) 420 à 240 cm. Tourbe de Sphaignes et Linaigrettes avec beaucoup de restes d'Ericacées (jusqu'à 10% de pollen en tétrades).

400 cm.: 40% de spores de Sphaignes, 80% d'*Amphitrema*, 10% de *Callidina*.

360 cm.: 200% de spores de Sphaignes, 7% de tétrades d'Ericacées, abondant mycélium de Mycorhizes, 12% d'*Amphitrema*.

305 cm.: dégagement de méthane.

H = 8—9 à 410 cm., H = 6 entre 380 et 260 cm., H = 7 à 270 cm., H = 8 à 240 cm.

b) Au voisinage de 240 cm., une dizaine de cm. de tourbe de *Sphagnum* moins pure, sans *Eriophorum*, avec un peu de radicelles de *Carex*. Des restes de larves et d'algues et la présence de particules minérales indiquent que la tourbière fut un instant submergée; localement, car cette strate n'existe pas aux localités voisines.

Cette inondation du début de l'âge d'*Abies* est très explicable. *Amphitrema* et *Callidina* sont présents, le premier par 10%, le second par 12%. Quelques pollens de *Drosera* parmi 3% de pollens herbacés.

c) 230—0 cm. Tourbes très pures de *Sphagnum* ou *Sphagneto-Eriophoretum* se présentant sous forme d'une vase amorphe extrêmement fluide à H = 8 et même H = 9 vers le bas. Les feuilles de Sphaignes y sont toutefois bien conservées. Jusqu'à 30% de spores de Sphaignes, avec des tétrades d'Ericacées et quelques spores de Fougères. Les microfossiles caractéristiques y sont constants: *Amphitrema* 10% en moyenne et *Callidina* 1—2% parmi de nombreux restes d'un Acarien et des pattes d'Articulés.

La végétation de bas-marais du sondage 1 est révélatrice d'un endroit très humide, en bordure de l'eau peut-être, mais non

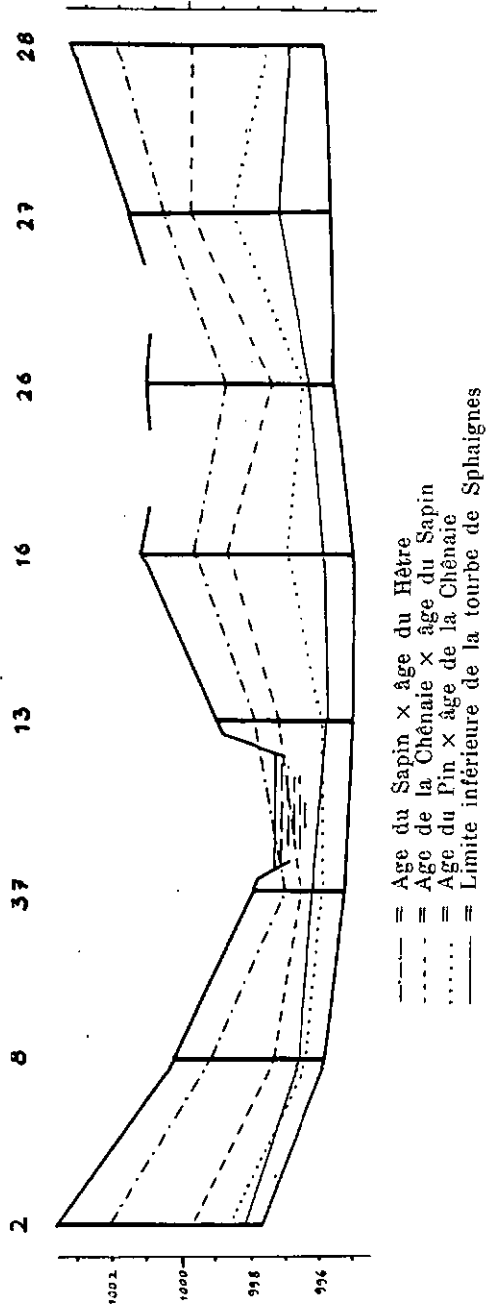


Fig. 44. Etat de la tourbière aux différents âges.

de celle d'un étang. Les 20—30 cm. de dépôts recouvrant immédiatement la marne présentent seuls des restes plus abondants de Cypéracées inclus dans une tourbe à la consistance d'une «dy».

Profil stratigraphique du point de sondage 13

1. 500—415 cm. M a r n e.
Présence de radicelles de *Carex* dès 440 cm. 10 % de pollen herbacé dont *Crepis paludosa*.
2. 415—320 cm. Tourbe de radicelles (H = 5), avec particules minérales, surmontée de restes de Mousses.
3. 320—15 cm. Tourbe de *Sphagnum* et *Eriophorum* avec rhizomes de *Carex* à la base et fragments de bois.
H = 8—9 de 250 à 110 cm., puis H = 8, puis H = 6—7 dès 50 cm.

A 250 cm. se retrouvent, par 180 %, les spores de Sphaignes si abondantes au sondage 1, au même âge de la Chênaie.

Dégagement de méthane à 3 m.

4. 15—0 cm. Racines des Ericacées actuelles et tourbe sub-récente de Sphaignes et Mousses.

Un premier sondage révéla un vide de 280 à 300 cm. Dans un second sondage, pratiqué 1 m. plus loin, une lacune se manifesta entre 340 et 360 cm. Un 3^e sondage permit enfin le prélèvement d'une carotte de tourbe continue. Il y a de bonnes raisons de mettre l'existence de ces poches en relation avec le dégagement de gaz observé à 3 m. Elles étaient pleines d'eau, il est vrai, eau qui aura pu y pénétrer à la faveur de la brèche pratiquée par la sonde.

Profil stratigraphique du point de sondage 37

1. 300—275 cm. Argile.
2. 275—170 cm. Tourbe de bas-marais. Au fond, tourbe limoneuse, «dy», avec spores de Lycopodes, de Fougères, pollen de *Crepis paludosa* (?), restes d'Algues et de bois. H = 9. En-dessus: *Cariceto—Hypneto—Phragmitetum*. H = 7.
3. 170—0 cm. Tourbe de Sphaignes et Linaigrettes. Les 50 cm. du fond sont une tourbe de passage à *Scheuchzeria*. H = 9.

De 70—40 cm. *Eriophoretum* pur. H = 8.

A l'examen de la fig. 44 et des profils stratigraphiques relatifs aux localités de ce profil, on remarque qu'à tous les âges le niveau de la tourbière était très bas en 37 et 13 et s'élevait en direction S. vers 8 et en direction N. vers 16. La végétation de bas-marais fut plus longtemps florissante en 13 qu'en 16; plus longtemps encore en 37 où les Cypéracées et les Graminées prospéraient. Jusqu'au maximum de la Chénaie les niveaux de 37 et 13 demeurèrent identiques. Il était tentant d'en conclure que le bas-marais y régna jusqu'à cet âge, édifiant lentement un seuil de tourbe formant barrage pour tout le marais situé à l'W. Or les tourbes du fond de l'étang, tant aux points 48, 55, 56 (intermédiaires à 37 et 13) qu'ailleurs, n'offrent nulle part la composition des tourbes de bas-marais. Il n'est pas vraisemblable (ainsi que nous l'avons dit plus haut) que les tourbes primaires aient été enlevées plus tard par le courant des eaux toujours relativement faible. Une seule théorie peut expliquer la présence tardive du bas-marais en 37 et 13: c'est la proximité immédiate d'un écoulement d'eaux calcaires qui a empêché l'installation d'un Sphagnetum.

Encore une fois, nous constatons qu'un étang de vastes dimensions n'a point existé à la Gruyère avant l'édification de la digue. On n'y voyait que des mares d'eau dont le niveau s'élevait au rythme de la croissance du marais, ou des «laggs» de bordure, entre deux complexes de hauts-marais.

Le sondage 8 présente la limite entre bas-marais et haut-marais à 350 cm. de profondeur. Il n'est pas étonnant que cette limite s'élève, vers le S., de 13 à 37, puis à la localité 8. Dans son extension, le marais dut refouler devant lui les eaux ruisselant des flancs de la cuvette, riches en minéraux, et interdisant l'installation des Sphaignes calcifuges. C'est là l'unique raison pour laquelle le bas-marais règne encore en 8, au second sommet de la Chénaie, alors que 2 m. de tourbe de Sphaignes se sont déjà édifiées en 16.

Le diagramme pollinique du point de sondage 8 (fig. 20) mérite un peu d'attention. La statistique pollinique s'y est révélée impuissante dans des tourbes de 1 m. d'épaisseur, par suite de l'absence de pollen: fréquence voisine de 1, la plus faible enregistrée dans les sédiments tourbeux de la Gruyère. Les analyses de tex-

ture des strates extérieures, 315 et 215 cm., dénotent une tourbe de Sphagnum avec un peu de Mousses, peu humifiée. Dans les 4 prélèvements intermédiaires, par contre, on trouve un Sphagnetum d'une pureté absolue: feuilles entières, intactes, encore fixées à la tige. Les preuves pollinique et stratigraphique de l'élévation rapide de la surface végétale, en ce point, sont confirmées par le diagramme. Il suffirait de relier les extrémités des courbes pour obtenir une image assez fidèle du diagramme moyen, à l'âge d'Abies. Remarquons que la forte vitalité du Sphagnum de 8 est synchronique du submergissement partiel du sondage 16: ce sont deux preuves de l'augmentation des précipitations à la fin de l'âge de la Chênaie.

La localité 26, quoique située au fond de la dépression du profil 12, présente un Sphagneto-Eriophoretum très pur dès la profondeur de 470 cm., recouvrant un Hypneto-Sphagneto-Caricetum de bas-marais. A 440 cm. se trouve déjà le mycelium de haut-marais et 400 % de spores de Sphaignes, ce qui est énorme car la fréquence pollinique est élevée aussi: 144. A 295 cm.: tiges d'Ericacées, 2 % de pollen herbacé dont Drosera, 20 % de spores de Sphaignes, 80 % de coques d'Amphitrema, 6 % de Callidina, présence de mycelium, de spores, de Fougères, de restes d'insectes. Dégagement de gaz à 320 cm.

La présence de tourbe de haut-marais à 470 cm. semble paradoxale. Remarquons que le canal d'écoulement actuel, entre 26 et 27, existait de tout temps et que l'homme se contente de l'entretenir. Les localités 25 et 26 d'une part, 27 et 28 de l'autre, appartiennent en effet à des complexes différents de tourbières bombées, s'infléchissant vers leur ligne de jonction. Il n'y a dès lors pas de raison de s'étonner que le bas-marais subsista plus longtemps en 27 qu'en 26, quoique plus élevé en altitude. Les eaux de ruissellement de 27 et de 25 passaient bien au S. de 26 (cf. profils v 1 et suivants).

Le bas-marais a joué un rôle minime dans l'accroissement vertical de la tourbière de la Gruyère. Les hauteurs atteintes aux points 8, 37, 13 16, 26, en des âges divers, sont en ligne presque concentrique à la courbure de la marne sous-jacente.

L'étude stratigraphique des parties plus jeunes de la tourbière n'apporte pas d'éléments nouveaux.

Quant à la nomenclature spécifique des Mousses et des Sphai-

gues, nous la donnerons pour deux localités: l'une ancienne et centrale (28), l'autre plus jeune et périphérique (2). Elle prouvera que la couverture muscinale de l'âge du Pin est restée sensiblement égale jusqu'à nos jours.

Nomenclature spécifique des Mousses et des Sphaignes du point de sondage 28

- 640 cm. *Sphagnum recurvum*, dans le bas-marais, parmi les derniers restes de particules minérales. *Scheuchzeria pal.* y apparaît très tôt.
- 530 cm. *S. magellanicum* et *S. recurvum*.
H = 6. C'est ici une tourbe pure de Sphaignes dont les spores atteignent 1000 % du nombre des pollens; fréquence pollinique 10, d'où 100 spores par cm.² de préparation.
- 480 cm. H = 5. *Sphagnum*, *Calliergon stamineum*.
- 400 cm. H = 5. *S. subsecundum*, *S. teres*, *Calliergon giganteum*, *Meesea longiseta*.
- 380 cm. H = 5. *Calliergon stamineum*, Sphaignes indéterminables.
- 330 cm. H = 6. *S. magellanicum*, *S. acutifolium*.
- 290 cm. H = 6—7. *S. magellanicum*, *S. subsecundum*, *S. recurvum*, *Calliergon trifarium*, *Drepanocladus revolvens*, *Meesea longiseta*.
- 235 cm. H = 6. *S. recurvum*, *S. subsecundum*, *Drepanocladus molliens*, *D. intermedia*, *Calliergon trifarium*, *Meesea longiseta*.
- 220—80 cm. H = 7, 8, 4, 8. Tourbe presque pure d'*Eriophorum* avec poches de gaz à 130 et 90 cm.
- 50 cm. H = 7. *S. magellanicum*, *S. recurvum*, *Drepanocladus intermedia*.

Profil stratigraphique du point de sondage 2

- 570 cm. M a r n e.
- 570—550 cm.: «dy», puis Cariceto-Equisetum et Cariceto-Scheuchzerietum avec tiges indéterminables de Sphaignes.
- dès 520 cm.: tourbe de Sphaignes avec importantes inclusions de Mousses.

510 cm. *S. magellanicum*, *S. robustum*. Débris de Mousses pleurocarpes.

410 cm. Sphaignes et *Drepanocladus intermedius*.

270 cm. *S. magellanicum*, *S. recurvum*, *Calliergon* sp.

120 cm. *S. magellanicum*.

10 cm. *S. magellanicum*.

de 90—0 cm., dès l'ascension de Picea, beaucoup de particules minérales très fines, dues au ruissellement des eaux des pentes du S., par suite des inondations consécutives aux fortes pluies.

Dans les couches inférieures et moyennes, bois de Betula.

L'accroissement annuel moyen de la tourbière fut de 0,3 à 0,5 mm. pour la partie centrale. Cette moyenne monte à 1,0 mm. pour la totalité du sondage 32 et à 1,3 mm. pour des épaisseurs partielles des tourbes atlantiques des points 2 et 32.

Granlund (Geologie der schwedischen Hochmoore, 1932) trouve 0,53 mm. pour la Suède, Spinner (1930) 0,4 mm. pour le Jura neuchâtelois et Lüdi (1939) 1,5—2 mm., au maximum, en un point des marais d'Einsiedeln où la tourbe est peu compacte.

Rytz (1937) cite des dépôts tourbeux puissants pour le Plateau suisse: 8—9 m. au Moossee, 6 m. à la Schosshalde, dont 3,5 m. pour les âges synchrones de Corylus et de la Chênaie, soit 1 mm. par an. Cet accroissement est d'autant plus remarquable qu'il s'agit d'une tourbe de Mousses et radicelles, sans Sphagnum.

L'importance du gisement tourbeux de la Gruyère ressort clairement de la table 12 et des profils des fig. 41 et 42.

L'épaisseur moyenne des tourbes est de 4 m. au S. de l'étang, atteignant 5,70 m. à la localité 2 (ici les tourbes ont été rasées par l'exploitation, en 1942). Même dans la partie anciennement exploitée, il reste de 3 m. (3) à 4,20 m. (1) de tourbe, dont seules les couches superficielles ont pu se reconstituer depuis que l'homme a abandonné le terrain.

Au N. et au NE. la puissance du gisement est considérable: 6 m. en moyenne dans la presqu'île (6,30 m. au centre) et 6,30 m. en moyenne pour l'ensemble des 9 localités 26 à 34, avec maximum absolu de 7,92 m. (33). Une zone à faible puissance semble apparaître de 19 à 23. Tous ces derniers sondages ont été prati-

qués au pied d'une partie du marais en voie de dessiccation et de dégénérescence. Quelques mètres plus au N. l'épaisseur de la tourbe augmente de 3 à 4 m.

X. Etang de la Gruyère et protection de la nature

Chacun sait la valeur esthétique de l'étang de la Gruyère, l'un des sites les plus attrayants du beau pays franc-montagnard. Il était nécessaire d'en révéler tout l'intérêt scientifique.

Les pages qui précèdent démontrent que la colonisation de la combe oxfordienne de la Gruyère par les végétaux humifères date de la fin de la dernière période glaciaire. Sans interruption, depuis lors, les tourbes s'y sont étagées, enrobant et conservant les pollens des arbres qui tombaient chaque année à leur surface. L'analyse pollinique, par ses dénombrements spécifiques et statistiques, a permis de reconstituer les successions forestières du pays au cours des quinze mille dernières années. Les résultats acquis dépassent l'intérêt purement local en s'intégrant dans l'ensemble de très nombreux travaux similaires relatifs à la Suisse et à l'Europe. Toutes ces recherches précisent de jour en jour les détails de la recolonisation du pays dès le retrait des glaciers et posent des jalons de plus en plus nombreux dans l'échelle chronologique des quinze millénaires les plus rapprochés de notre temps. La forêt des Franches-Montagnes a présenté les âges successifs suivants: période sans forêt → âge du Pin, du Bouleau et du Saule → âge du Pin → âge du Noisetier → âge de la Chênaie mixte (Chêne, Orme, Tilleul) → âge du Sapin → âge du Hêtre → âge de l'Epicéa, du Sapin et du Hêtre → prépondérance actuelle de l'Epicéa et envahissement des marais par le Pin.

L'étude morphologique et stratigraphique de la tourbière permet d'en déterminer les stades d'accroissement en étendue et en puissance. Elle démontre qu'aucun étang de quelque importance n'y a jamais existé avant la construction du barrage actuel. Les tourbes de bas-marais s'y révèlent de peu d'importance et sont partout surmontées de plusieurs mètres de tourbes de haut-marais à Sphaignes.

Les tourbières, ces «archives de la végétation du passé», sont parmi les seules parcelles de terrain demeurées vierges d'une trop

forte influence humaine. Elles reflètent encore aujourd'hui un aspect du sol primitif. Elles sont le refuge de plantes relictaires intéressantes dont le pays d'origine est les Alpes ou l'extrême Nord. Les associations végétales encore très pures et très riches de la Gruyère font l'objet d'un chapitre spécial où nous signalons l'existence d'un merveilleux peuplement de Bouleau nain.

La forêt de Pin de marais est belle, mais disparaîtra si des mesures radicales ne sont prises à bref délai. Il a été dit plus haut qu'il reste près de 2000 Pins de plus de 16 cm. de diamètre, les plus gros parvenant à 36 cm. La diminution depuis 70 ans est considérable. Fankhauser (1902) cite les chiffres du dénombrement forestier de 1873: 14.140 Pins de marais de plus de 15 cm. de diamètre, soit 12.380 de 15—21 cm., 1524 de 22 à 30 cm., 122 de 31—40 cm. et 13 de 41—45 cm. L'auteur estime que cette répartition ne s'était pas sensiblement modifiée jusqu'en 1902. Les dimensions rares atteintes ici par cet arbre furent cause de sa régression. Il est temps encore de le sauver; son rajeunissement est magnifique. Il faut délibérément renoncer à abattre le Pin, il est au reste de si faible valeur commerciale (on doit le sécher deux ans, à l'ombre, pour en obtenir un médiocre combustible).

L'étang est artificiel, c'est entendu. Mais aujourd'hui un état d'équilibre s'est établi entre lui et la tourbière. La disparition de l'un ferait subir de graves dommages à l'autre. La régularisation du niveau de l'étang est urgente. Le canal actuel, par ses flancs fissurés, donne lieu à un véritable gaspillage d'eau.

Il faut renoncer à tous travaux de drainage dans la tourbière. Un assèchement du sol favoriserait l'extension de la forêt d'Épicéa, d'assez mauvaise venue, ici, au détriment de celle du Pin, et l'on assisterait alors à la disparition du Bouleau nain et de toute la flore de Sphaignes, de Linaigrettes et d'Ericacées dont l'existence est liée au marais-bombé humide.

Si la tourbière a échappé jusqu'à présent au vandalisme de l'homme, c'est bien parce qu'elle n'offrait aucune valeur commerciale. Les difficultés de l'approvisionnement actuel de notre pays en combustibles changent la question. Quelle ne fut pas notre stupeur lorsque nous apprîmes, il y a quelques mois, qu'une concession pour l'exploitation intensive d'une partie de la tourbière était sollicitée. Cette nouvelle entraîna l'intervention rapide des

groupements intéressés à la protection de la nature. Nous avons de sérieuses raisons de croire que la sagesse prévaudra et que, dans un avenir fort rapproché, l'ensemble de la tourbière sera placé sous la sauvegarde de la Ligue suisse pour la protection de la nature. Une exploitation, même partielle, enlaidirait à jamais le site et compromettrait l'existence de l'ensemble. Il reste, dans le Jura, comme ailleurs, tant de tourbières de peu de valeur scientifique, mais susceptibles de fournir d'excellent combustible. Neuchâtel a sa réserve du Bois des Lattes, Vaud celle de la Vraconnaz. Le canton de Berne possède l'une des plus belles tourbières de la chaîne du Jura, aussi riche et mieux conservée que les autres. Il se doit de la mettre sans tarder sous protection.

Pour des raisons scientifiques et esthétiques, c'est un devoir de patriotisme que d'assurer l'existence de ce peuplement de survivance glaciaire. Les communes propriétaires ont le devoir de transmettre intact, aux générations futures, un aussi riche héritage.

Bibliographie.

- Amann, J. et Meylan, Ch.: Flore des Mousses de la Suisse. Lausanne 1912.
- Bertsch, K.: Geschichte des deutschen Waldes. Jena 1940.
- Binz, E. et Thommen, E.: Flore de la Suisse. Lausanne (Rouge) 1941.
- Broche, W.: Pollenanalytische Untersuchungen an Mooren des südlichen Schwarzwaldes und der Baar. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. XXIX. 1929.
- v. Bülow, K.: Allgemeine Moorgeologie. Handbuch der Moorkunde. Bd. I. Berlin 1929.
- Erdtman, G.: Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten. Arkiv för Botanik, Band 17. Stockholm 1921.
- Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien in Torf und Sedimenten. Arkiv för Bot. Band 18. Stockholm 1922.
- Neue Pollenanalytische Untersuchungsmethoden. Dans Rübel, E.: Ber. über das Geobot. Inst. Rübel in Zürich für das Jahr 1935. Zürich 1936.
- Pollen-och sportyper i Sveriges kvartära lagerföljder. Västerås 1939.
- Fankhauser, F.: Moorkiefernbestand d. Gemeinde Saignelégier. Schweiz. Zeitschr. für Forstwesen 1902.
- Farron, P.E.: Les Pâturages boisés de Saignelégier. Journ. forestier suisse. Mars 1931.
- Favre, J. et Thiébaud, M.: Monographie des Marais de Pouillerel. Bull. Soc. neuch. Sc. nat. Neuchâtel 1907.
- Firbas, F.: Die Vegetationsentwicklung des mitteleuropäischen Spätglazials. Stuttgart 1935.
- Vegetationsentwicklung und Klimawandel in der mitteleuropäischen Spät- und Nacheiszeit. Die Naturwissenschaften. 27. Jahrg. Heft 6. Berlin 1939.
- Zur spätglazialen Waldentwicklung Oberschwabens. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 59. 1941.
- Förkert, E.: Geologische Beschreibung des Kartengebietes Tramelan im Berner Jura. Eclogae geologicae Helv. 1933.
- Früh, J.: Géographie de la Suisse. Lausanne 1937.
- n. Schroeter, C.: Die Moore der Schweiz. Bern 1904.
- Furrer, E.: Pollenanalytische Studien in der Schweiz. Beiblatt zur Vierteljahresschrift der Naturf. Ges. Zürich 1927.
- Gams, H.: Die Ergebnisse der pollenanalytischen Forschung in bezug auf die Geschichte der Vegetation und des Klimas von Europa. Zeitschr. für Gletscherkunde. Band XV. Leipzig 1927.
- Grepelin, J.B.: Matériaux pour la carte géologique de la Suisse. Huitième livraison. Berne 1870.
- Gutzwiller, A.: Die Diluvialbildungen der Umgebung von Basel. Verh. Naturf. Ges. Basel, 10, 1894.
- Harnisch, O.: Die Biologie der Moore. Vol. 7 de: Die Binnengewässer, von Prof. Thienemann. Stuttgart 1920.
- Härri, H.: Stratigraphie und Waldgeschichte des Wauwilermooses. Veröff. Geob. Inst. Rübel, Zürich. Bern 1940.

- Hess, E.: Zur Geschichte des Waldes im Oberhasli. Veröff. Geob. Inst. Rübel, Zürich. Bern 1940.
- Hoffmann-Grobéty, A.: Analyse pollinique d'une tourbière élevée à Braunwald (Glaris). Ber. Geob. Inst. Rübel für das Jahr 1938. Zürich 1939.
- Hofmänner, B.: Le climat de La Chaux-de-Fonds. La Chaux-de-Fonds 1930.
- Ischer, A.: Les tourbières de la Vallée des Ponts-de-Martel. Bull. Soc. neuch. Sc. nat., Tome 60. Neuchâtel 1935.
- Jentys-Szafer, J.: La structure des membranes du pollen de *Corylus*, de *Myrica* et des espèces européennes de *Betula* et leur détermination à l'état fossile. Bull. Acad. Polonaise des Sc. Cracovie 1928.
- Keller, P.: Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizer Mooren und ihre florensgeschichtliche Deutung. Veröff. Geob. Inst. Rübel. Zürich. Bern 1928.
- Koby, F. Ed.: Une nouvelle station préhistorique (paléolithique, néolithique, âge du bronze): les cavernes de St. Brais (Jura bernois). Verhandl. Naturf. Ges., Basel. Bâle 1938.
- Lesquereux, L.: Quelques recherches sur les marais tourbeux en général. Neuchâtel 1844.
- Lüdi, W.: Das Große Moos im westschweizerischen Seelande und die Geschichte seiner Entstehung. Veröff. Geob. Inst. Rübel Zürich. Bern. 1935.
- Waldgeschichte und Klimaveränderungen im schweizerischen Mittelland während der jüngeren Postglazialzeit. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 80. Zürich 1935 (b).
 - u. Vareschi, V.: Die Verbreitung, das Blühen und der Pollenniederschlag der Heufieberpflanzen im Hochtale von Davos. Ber. Geob. Inst. Rübel Zürich für das Jahr 1935. Zürich 1936.
 - Die Pollensedimentation im Davoser Hohtale. Ber. Geob. Inst. Rübel Zürich für das Jahr 1936. Zürich 1937.
 - Die Geschichte der Moore des Sihltales bei Einsiedeln. Veröff. Geob. Inst. Rübel Zürich. Bern 1939.
 - Analyse pollinique des sédiments du lac de Genève. Mémoires Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève. Genève 1939 (b).
 - Pollenstatistische Untersuchung von Bodenproben aus den Höhlen von St. Brais (Bern Jura). 32. Jahrbuch der schw. Ges. für Urgeschichte. 1940/41.
- Messikommer, Edwin: Biologische Studien im Torfmoor von Robenhäusern unter besonderer Berücksichtigung der Algenvegetation. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 72, 1927.
- Moine, V.: Essai d'anthropologie du plateau franc-montagnard. Bull. pédag. Soc. instituteurs bernois. Berne 1930.
- Müller, P.: Das Hochmoor von Etzelwil. Ber. Geob. Inst. Rübel Zürich für das Jahr 1936. Zürich 1937.
- Oberdorfer, E.: Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des Oberelsasses und der Vogesen. Zeitschr. für Bot. Jena 1937.
- Oswald, H.: Die Vegetation des Hochmoores Komosse. Uppsala 1923.
- Pillichody, A.: Die Bergföhre auf den jurassischen Torfmooren und ihre Verwendung bei Aufforstung von Frostlöchern. Mitt. Naturf. Ges. Bern 1907—1908. Bern 1908.

- Rollier, L.: Matériaux pour la carte géologique de la Suisse. Huitième livraison. 1^{er} supplément. Berne 1893.
- Carte tectonique des environs de Bellelay. 1 : 25 000. Publiée par la Com. géol. suisse. Berne 1900.
- Rossolino, L.: Atlas tierischer Überreste in Torf und Sapropel. Volkskommissariat für Landwirtschaft R.S.F.S.R. Moskau 1927.
- Rothpletz, W.: Geologische Beschreibung der Umgebung von Tavannes im Berner Jura. Verh. Naturf. Ges. Basel. Basel 1933.
- Rudolph, K. u. Firbas, F.: Pollenanalytische Untersuchung subalpiner Moore des Riesengebirges. Ber. Deutsch. Bot. Ges. XLIV, Berlin 1926.
- Rytz, W.: Neue Wege in der prähistorischen Forschung, mit besonderer Berücksichtigung der Pollenanalyse. Mitt. Antiquar. Ges. Zürich XXX. Heft 7. Zürich 1930.
- Pollenanalyse eines Torfmoores in der Schoßhalde bei Bern. Mitt. Naturf. Ges. Bern. Bern 1937.
- Schwabe, E.: Morphologie der Freiberge. Dissertation Basel 1939.
- Spinner, H.: Analyse pollinique de la tourbe de deux marais de la Vallée de la Brévine. Bull. soc. neuch. sc. nat. L. Neuchâtel 1925.
- Nouvelle contribution à l'analyse pollinique des tourbières de la Vallée de la Brévine, la Chaux-du-Milieu. Bull. soc. neuch. sc. nat. LIV. Neuchâtel 1929.
- Le Haut-Jura neuchâtelois nord-occidental. Matériaux pour le levé géobot. de la Suisse 17. Berne 1932.
- Stark, P.: Pollenanalytische Untersuchungen an zwei Schwarzwaldhochmooren. Zeitschr. für Bot. Jena 1924.
- Die Moore des badischen Bodenseegebietes. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. Naumburg. I : XXIV 1925. II : XXVIII 1927.
- Über die Wandlungen des Waldbildes im Schwarzwald während der Postglazialzeit. Die Naturwissenschaften. 17. Heft 1. Berlin 1929.
- Thurmann, J.: Essai de phytostatique appliqué à la chaîne du Jura. Berne 1849.

Supplément:

- Moor, M.: Die Pflanzengesellschaften der Freiberge (Berner Jura). Ber. Schw. Bot. Ges. 52. Bern 1942.

Le présent volume était imprimé lorsque l'auteur prit connaissance de la très intéressante étude de Moor, traitant de la végétation des forêts, des pâturages et des marais franc-montagnards.



Termiten-Königin mit König, Arbeitern und Soldaten. nach Escherich.

ARNOLD HEIM

Weltbild eines Naturforschers

Mein Bekenntnis

*Mit 28 Abbildungen auf Kunstdrucktafeln
und zahlreichen Textfiguren*

Der durch seine Forschungen und Werke weltbekannte Verfasser kehrte im Frühjahr 1940 von seiner dritten Reise um die Erde zurück, beglückt von den Erlebnissen in der erhabenen Natur, noch mehr aber erschüttert von der Entartung der zivilisierten Menschheit, die sich nicht nur im Kriege zeigt, sondern auch in der Bedrängnis der primitiven Eisgeborenen und der über die ganze Erde verbreiteten Schändung der Natur durch die weiße Rasse. Sein neues Buch ist diesmal nicht den direkten Reiseergebnissen gewidmet, sondern diktiert von der in ihm gereiften Erkenntnis, daß die Menschheit der Selbstvernichtung entgegen treibt, wenn sie sich nicht zu besinnen und von Grund auf umzustellen lernt.

380 Seiten Großoktav

In Ganzleinen Fr. 12.80 oder RM. 7.70

VERLAG HANS HUBER BERN



Die Schönheit des Hunsalandes: Ackerterrassen, Aprikosenbäume
und gleißende Eismassen des Rakaposchigipfels (7680 m).

RALPH BIRCHER

HUNSA

Das Volk, das keine Krankheit kennt

*Mit 18 Abbildungen auf Kunstdrucktafeln
und 3 geographischen Karten im Text*

Von asiatischen Völkern umgeben, lebt an den Hängen einer großen Himalaja-Schlucht ein sehr schönes Volk, das Hunsavolk, bis vor kurzem wenig bekannt und noch ganz unberührt in seiner eigenartigen, menschlich hohen, aber äußerlich unscheinbaren Kultur. Seine Sprache ist uralte, ohne jede Verwandtschaft, ungeschrieben, «vereinsamt», so wie das Volk selbst von der Weltgeschichte vergessen worden zu sein scheint. Bis vor 200 Jahren lebte es noch in der — Steinzeit!

Wenn man dieses Buch vom Leben des Hunsavolkes liest, die erste Darstellung in deutscher Sprache, gewinnt man diese Menschen von Seite zu Seite lieber.

140 Seiten Großoktav

In Ganzleinen Fr. 7.80 oder RM. 4.70

VERLAG HANS HUBER BERN



Blick auf die Lagune von Dodanduwa mit der Insel Parapuwa im Vordergrund, den Inseln Polgasduwa und Mätiduwa in der Mitte.

PAUL WIRZ

Einsiedler auf Taprobane

Geschichte dreier Inseln

Mit 42 Abbildungen auf Kunstdrucktafeln

Unstreitbar gehört der wissende, weltkundige Verfasser — seit 25 Jahren unterwegs — selber zu jenen ruhelosen Naturen, von denen er sagt: «Sie hatten den heißen Wandertrieb in sich, die heilige Sehnsucht in die weite, unbekannte Ferne. Viele wurden müde unterwegs und fanden nicht mehr heim. Sie blieben, wo ihnen das Lehen noch lebenswert erschien, der eine in der grünen Hölle der Tropen, der andere auf einer stillen Insel, der dritte in der Einsamkeit der großen Berge.»

136 Seiten in Großoktav

In Ganzleinen Fr. 9.50 oder RM. 5.70

VERLAG HANS HUBER BERN

VERLAG HANS HUBER, BERN

14. **Die Wald- und Wirtschaftsverhältnisse im Kanton Uri**
Von Max Oechslin
Mit einer mehrfarbigen Wald- und Wirtschaftskarte 1:50 000 und zahlreichen Figuren und Skizzen. 1927. Fr. 8.—
15. **Von den Folletères zur Dent de Morcles, Vegetationsmonographie aus dem Wallis**
Von Helmut Gams
Mit einer mehrfarbigen Vegetationskarte 1:50 000 und vielen Zeichnungen, Tabellen, Tafeln und Abbildungen im Text. 1927. Fr. 12.—
16. **Vegetationskarte der oberen Reusstäler**
Von Emil Schmid-Gams
Mit einer mehrfarbigen Karte im Maßstab 1:50 000, zwei Tafeln und mehreren Textfiguren. 1930. Fr. 3.50
17. **Le Haut-Jura neuchâtelois nord-occidental**
Par Henri Spinner
Avec une carte en douze couleurs à l'échelle 1:25 000 et une carte en deux couleurs, six planches hors-texte, et plusieurs figures. 1932. Prix Fr. 6.—
18. **Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchung des Schoenetum nigricantis im nordostschweizerischen Mittellande**
Von Leo Zobrist
Mit mehreren Abbildungen und Tabellen im Text. 1935. Fr. 6.50
19. **Oekologie der Ackerunkräuter der Nordostschweiz**
Von Math. Buchli
Mit vielen Bildern, Textfiguren und Tabellen. 1936. Fr. 9.80
20. **Zur Soziologie der Isoëtetalia**
Von Max Moor
Mit 7 Tafeln, 11 Figuren und vielen Tabellen. 1936. Fr. 6.50
21. **Die Reliktföhrenwälder der Alpen**
Von Emil Schmid
Mit 6 Tafeln, einer vielfarbigen Karte, einem mehrfarbigen Profil und mehreren Textfiguren und Tabellen. 1936. Fr. 9.50
22. **Die Elchen-Hainbuchen-Wälder der Nordschweiz**
Von Elisabeth Stamm
Mit 4 zweiseitigen Tafeln und einer zweifarbigen Karte. 1938. Fr. 7.50
23. **Oekologisch-pflanzensoziologische Studien über die Filipendula Ulmaria-Geranium palustre Assoziation**
Von Margarete Meyer
Mit 3 Bildern. 1939. Fr. 4.—
24. **Beitrag zur Kenntnis der Algenflora und Algenvegetation des Hochgebirges um Davos**
Von E. Messikommer. 1942. Mit 1 Karte, 19 Taf., 2 Fig. Fr. 16.50
25. **L'Etang de la Gruyère. (Jura bernois.) Etude pollénoanalytique et stratigraphique de la tourbière.**
Par Marcel Joray. 1942. Fr. 9.80.

Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts Rübel in Zürich:

1. **Ergebnisse der Internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch die Schweizer Alpen 1923**
Redigiert von Eduard Rübel. 1924. Fr. 12.—
2. **Vegetationsstudien im Limmatthal**
Von Max Scherrer. 1925. Fr. 4.—
3. **Festschrift Carl Schröter**
Redigiert von Heinrich Brockmann-Jerosch. 1925. Fr. 30.—

VERLAG HANS HUBER, BERN

4. **Ergebnisse der Internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch Schweden und Norwegen 1925**
Redigiert von Eduard Rübel. 1927. Fr. 18.—
5. **Pollenanalytische Untersuchungen an Schwaizer Mooran und ihre floren-geschichtliche Deutung**
Von Paul Keller. 1928. Fr. 9.—
6. **Ergebnisse der Internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch die Tschechoslowakei und Polen 1928**
Redigiert von Eduard Rübel. 1930. Fr. 16.50
7. **Die Flora Graubündens**
Von Josias Braun-Blanquet und Eduard Rübel.
Vier Lieferungen zu je Fr. 22.50
8. **Die Buchenwälder Europas**
Redigiert von Eduard Rübel. 1932. Fr. 25.—
9. **Die postglaziale Entwicklungsgeschichte der Wälder von Norditalien**
Von Paul Keller. 1931. Fr. 10.50
10. **Ergebnisse der Internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch Rumänien 1931**
Redigiert von Eduard Rübel. 1933. Fr. 9.—
11. **Das Grosse Moos im westschweizerischen Seelande und die Geschichte seiner Entstehung**
Von Werner Lüdi. 1935. Fr. 19.80
12. **Ergebnisse der Internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch Mittelitalien 1934**
Redigiert von Eduard Rübel. Fr. 10.—
13. **Anton Schneeberger (1530—1581), ein Schüler Konrad Gesners in Polen**
Von Boleslaw Hryniewiecki. 1938. Fr. 3.50
14. **Ergebnisse der Internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch Marokko und Westalgerien 1936**
Redigiert von Eduard Rübel und Werner Lüdi. 1939. Fr. 12.50
15. **Die Geschichte der Moore des Sihlfales bei Einsiedeln**
Von Werner Lüdi. 1939. Fr. 7.50
16. **Zur Geschichte des Waldes im Oberhasli (Berner Oberland)**
Von Emil Hess. 1940. Fr. 8.—
17. **Streitigraphe und Waldgeschichte des Weuwillermooses**
Von H. Härrli. 1940. Fr. 7.50
18. **Die Klimaverhältnisse des Albisgebietes**
Von Werner Lüdi und Balthasar Stüssi. 1941. Fr. 4.20
19. **Die pollenanalytische Untersuchung der Gletscherbewegung**
Von Volkmar Vareschi. 1942. Fr. 9.—

Beiblätter zu den Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts Rübel in Zürich:

1. **Curvulatum**
Von Eduard Rübel. 1925. Fr. —.60
2. **Betrachtungen über einige pflanzensoziologische Auffassungsdifferenzen. Verständigungsbeitrag Schweden-Schweiz**
Von Eduard Rübel. 1925. Fr. —.60
3. **Vorschläge zur Untersuchung von Buchenwäldern**
Von Eduard Rübel. 1925. Fr. 1.80
Im Auftrag der I. P. E. und genehmigt von deren Permanenten Kommission
4. **The present state of geobotanical research in Switzerland**
Von Eduard Rübel. 1928. Fr. 2.80