

# Étude Phytosociologique de la Fagne wallonne et de la Fagne de Clefay

*(Structure et évolution des associations végétales  
à Sphaignes dans les Hautes-Fagnes de Belgique)*

PAR

M. STREEL

*Assistant à l'Institut de Botanique de l'Université de Liège*

---

Impression décidée le 14 juin 1958.

---



ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

---

CLASSE DES SCIENCES

**MÉMOIRES**

Collection in-8°. Deuxième série.

---

TOME XXXI



KONINKLIJKE ACADEMIE VAN BELGIË

---

KLASSE DER WETENSCHAPPEN

**VERHANDELINGEN**

Verzameling in-8°. Tweede reeks.

---

BOEK XXXI



BRUXELLES  
PALAIS DES ACADÉMIES  
RUE DUCALE, 1

BRUSSEL  
PALEIS DER ACADEMIËN  
HERTOGELIJKESTRAAT, 1

1959

IMPRIMERIE J. DUCULOT

S. A.

GEMBOUX



# Étude Phytosociologique de la Fagne wallonne et de la Fagne de Clefay

---

## INTRODUCTION

**Généralités sur la structure, la localisation et la position  
phytosociologique européenne des associations végé-  
tales des tourbières du plateau des Hautes-Fagnes.**

La question de savoir à quelles associations végétales, les tourbières des Hautes Fagnes se rattachent, a été posée, pour la première fois, en 1931 par R. BOUILLENNE, M. BOUILLENNE-WALRAND et P. PRÉVOT à l'occasion d'une étude sur la Fagne de Clefay.

Depuis, les observations de BOUILLENNE et collaborateurs ont conduit à l'énoncé d'une conception générale des phénomènes qui régissent les tourbières du plateau de la Baraque Michel. Nous n'en retiendrons ici que les quelques données phytosociologiques. Nous reviendrons y puiser plus largement dans les chapitres ultérieurs.

« Sur le plateau de la Baraque Michel, la tourbe repose dans  
» des dépressions qui marquent les flancs du plateau, sur un  
» terrain d'argile blanche, très compact et imperméable. Le  
» dépôt ne s'est pas fait uniformément ni avec une vitesse égale :  
» l'épaisseur est d'autant plus grande que la dépression est forte.  
» En effet, la tourbe s'est accumulée au centre des dépressions  
» plus activement que sur les bords : elle a fini par dépasser le  
» niveau de ceux-ci et a produit des mamelons considérables...  
» On conçoit que dans ces conditions, aux différents endroits  
» d'un mamelon tourbeux, les plantes ne se trouvent pas dans  
» des conditions comparables (par rapport au niveau de l'eau  
» par exemple). Ainsi donc, les tourbières sur les pentes du  
» plateau, se présentent en mamelons plus ou moins vastes que

» l'on peut reconnaître de loin, à la teinte roussâtre de la végétation colonisant leur partie surélevée : il s'agit de l'association dite *Callunetum* qui comporte *Calluna vulgaris*, *Erica Tetralix* etc... (BOUILLENNE 1938).

Ailleurs (BOUILLENNE 1931), nous lisons : « La fagne de Clefay qui a gardé son caractère primitif est constituée de plusieurs tourbières en mamelons, entre lesquelles une eau abondante suinte et s'étale en nappe. Cette tourbière est recouverte d'une végétation fort homogène. Elle constitue un *Calluneto-Eriophoretum vaginati établi sur un Sphagnetum formant des coussinets*. *Empetrum nigrum* est exclusive de l'association, constituant ici une tourbière comme dans les régions plus boréales.

Cependant, BOUILLENNE (1938) précise : « S'il convient de les comparer aux Hochmoor par leur constitution et leur végétation, elles sont d'un type particulier, distinct de la plupart des Hochmoor nordiques, souvent formés dans des dépressions d'eau stagnante, mal drainées, et alimentées par la pluie. A la Baraque Michel, nous nous trouvons en présence de tourbières de pente alimentées régulièrement par des sources qui sont situées au sommet du plateau et dont l'eau abondante même en période de sécheresse circule à travers la tourbe et vient s'ajouter aux eaux météoriques tombées sur leurs surfaces.

Les sources se distinguent par des trainées de *Sphagnum*, portant *Narthecium ossifragum* et correspondant à des emplacements d'eau courante (BOUILLENNE, 1933).

Aujourd'hui, la découverte d'une couche à *Narthecium ossifragum* à la base de la tourbière de Fagne wallonne (STREEL, 1957) est un argument qui a renforcé la notion de tourbière de pente établie par BOUILLENNE (1933), en individualisant les tourbières ardennaises.

BOUILLENNE (1938) distingue encore le *Betuletum*, forêt claire de bouleaux, végétant naturellement sur la tourbière elle-même.

De ces quatre associations végétales, *Callunetum*, *Calluneto-Eriophoreto-Sphagnetum*, *Narthecietum* et *Betuletum*, il donne grosso modo la distribution sur une carte générale du Haut Plateau et leur évolution dans le temps, en insistant sur les alternances d'associations. « Dans beaucoup de tourbières du Haut plateau, on trouve implantées dans l'argile de base, des souches

» fossiles de chênes, mélangées d'autres espèces d'arbres qui  
» ont précédé les premiers dépôts de tourbe. Cette forêt a fait  
» place à des associations de *Sphagnum*, de Graminées, etc., dont  
» les restes en recouvrent les vestiges fossiles. Ces associations  
» de fagnes à leur tour, ont rétrogradé devant l'apparition d'une  
» forêt de bouleaux qui forme une couche très nette de troncs  
» et d'écorces à 1,50 m sous la surface actuelle de la plupart  
» des tourbières. La durée de cette forêt n'a pas dû être très  
» longue. Elle apparaît comme un accident temporaire dans une  
» végétation à climax tourbeux, car il n'y eut qu'une seule  
» génération d'arbres, la fagne ayant repris le dessus aussitôt.  
» L'apparition du *Polytricheto-Salicetum* (BOUILLENNE, 1926)  
» à la suite de l'incendie de 1911 pourrait être la réplique actuelle  
» d'un événement de même type sans que toutefois l'on puisse  
» affirmer que l'incendie est à l'origine de la forêt de bouleaux  
» anciens.

\* \* \*

Du point de vue strictement phytosociologique, diverses opinions ont été émises, soit à la suite d'une étude locale (SCHWICKERATH 1937-1944), soit à la suite d'une étude plus vaste sur les tourbières belges (VANDEN BERGHEN 1951) ou européennes (DUVIGNEAUD 1943 *a* et *b*, 1949).

La comparaison de ces diverses opinions, dont plusieurs sont contradictoires, fait naître une certaine confusion, d'autant plus accentuée que des auteurs ont vu leur conception personnelle de l'association végétale évoluer, principalement à la suite de la confrontation des travaux des écoles phytosociologiques Zuricho-Montpellieraine, Uppsaliennne et Anglo-saxonne.

Voyons de près ce qu'ils ont écrit.

L'étude la plus détaillée de la région, sous l'angle phytosociologique est celle de M. SCHWICKERATH. Nous insisterons sur 2 étapes des travaux de cet auteur, 1937 et 1944 : deux étapes qui aboutirent chacune à la publication d'un tableau de « construction de la végétation des Hautes Fagnes ».

En 1937, SCHWICKERATH considère que nos tourbières sont formées par un *Sphagnetum medio-rubelli*.

Les faciès les plus activement turfigènes sont la sous-association à *Sphagnum imbricatum* et le faciès à *Eriophorum vaginatum*.



Dans la sous-association à *Sphagnum imbricatum* les espèces dominantes sont :

*Sphagnum imbricatum*

*Carex pauciflora*

*Sphagnum recurvum*

*Sphagnum imbricatum* est le plus abondant dans l'épaisseur de la tourbière royale à partir du niveau stratigraphique 230 cm, vers le haut.

Dans le faciès à *Eriophorum vaginatum* : uniquement la Linai-grette. Ce faciès participe à la succession coussins-creux dont il est un stade transitoire.

En 1944, SCHWICKERATH scinde l'association type en trois associations : *Sphagnetum imbricati*, *Sphagnetum papilloso*, *Sphagnetum medio-rubelli*. Ce découpage résulte du contact que SCHWICKERATH prend avec les travaux des phytosociologues scandinaves tel qu'il apparaît dans SCHWICKERATH 1940 et 1941. Il distingue principalement :

le *Sphagnetum papilloso vaginetosum*,

le *Calluna Abbaustadium*, *Sphagnetum papilloso Callunetosum*,

le *Sphagnetum medio-rubelli vaginetosum*.

SCHWICKERATH souligne ainsi le rôle important joué par la sous-association à *Eriophorum vaginatum* dans le tapis des Hautes Fagnes (voir sa carte de la Fagne Wallonne).

Les autres groupements végétaux signalés par SCHWICKERATH sont moins fréquents : *Narthecietum*, *Sphagnetum imbricati*, *Sphagnetum papilloso typicum* : *Calluna-Leucobryum Abbaustadium des Sphagnetum medio rubelli* ; *Erosion stadium des Sphagnetum medio-rubelli* : *Rhynchospora et Zygonium Schlenke*.

Pour scinder l'association type, le *Sphagnetum medio rubelli* (1937) en deux composantes principales, le *Sphagnetum papilloso* et le *Sphagnetum medio-rubelli*, SCHWICKERATH (1944) se base sur l'étude bibliographique qu'il a entreprise (1940) et qui est relative aux associations végétales d'un certain nombre de tourbières européennes. Il bouleverse la classification, trop restreinte, du *Sphagnion fusci* Vlieger 1937 (LOUIS & LEBRUN (1942) pour la Belgique) et crée le *Sphagnion europeum* groupant

deux sous-alliances géographiques : le *Sphagnion atlanticum* et le *Sphagnion continentale*.

La conception de deux aires géographiques distinctes a imprégné les travaux de nombreux phytosociologues.

La valeur des espèces caractéristiques proposées par SCHWICKERATH pour différencier les deux sous-alliances, a été dénoncée par DUVIGNEAUD seulement en 1949 ; mais auparavant DUVIGNEAUD (1943, a) avait adopté la classification de SCHWICKERATH. Dans le *Sphagnion atlanticum*, il décrivait en Ardenne, le *Sphagnetum papilloso-imbricati* (JONAS 1935), caractérisé par ces deux Sphaignes. « Cette association à caractère atlantique, » répandue dans toute la Campine, forme la plupart des Hochmoor de la Baraque Michel... »

Cependant, DUVIGNEAUD (1943, b) était amené, à l'occasion d'une étude sur la dispersion d'*Empetrum nigrum* en Belgique à écrire : « Pour la fagne de Clefay, à la Baraque Michel, les choses » ne sont pas claires ; les tourbières bombées de la Baraque » Michel appartiennent principalement aux associations atlantiques *Sphagnetum papilloso* (SCHWICKERATH 1940) et *Sphagnetosum imbricati* (SCHWICKERATH 1940), (SCHWICKERATH 1937, TINBERGEN 1940).

» *Empetrum* croît-il dans une de ces associations ? ou la fagne » de Clefay est-elle un îlot de *Sphagnetum medii* et *rubelli* ? »

BRAUN BLANQUET (1947 et 1948) divise les tourbières européennes en deux ordres distincts :

1) les *Ledetalia* (NORDHAGEN 1935), groupements des tourbières des plaines de l'Europe septentrionale et orientale, des montagnes de l'Europe septentrionale et orientale et des montagnes de l'Europe méridionale ;

2) Les *Sphagno-Ericetalia* <sup>(1)</sup> groupant les associations de tourbières à Sphaignes hygrophiles du domaine atlantique de l'Europe, ainsi que des associations de landes établies sur substrat tourbeux.

<sup>(1)</sup> Les *Sphagno-Ericetalia* ne sont pas synonymes des *Ericeto-Sphagnetalia* SCHWICK, 1940. En effet, le travail de SCHWICKERATH, 1940 est basé sur la comparaison de listes phytosociologiques établies par de nombreux auteurs dans les tourbières de régions européennes qui ne sont pas toutes en contact avec l'influence océanique. Ainsi les tourbières à *Sphagnetum fuscum* décrites sont, entre autres, les tourbières de plaines finlandaises (à dominance de *Ledum pa-*



Les répercussions de cet enchevêtrement de théories sur les travaux qui nous intéressent directement (ceux qui touchent aux tourbières belges) aboutissent à deux tendances opposées.

L'une, celle de DUVIGNEAUD (1949) qui détaillera les invraisemblances de la plupart des systèmes phytosociologiques établis pour la (ou les) classe(s) de tourbières (particulièrement le système proposé par BRAUN-BLANQUET) et défend une classification simplifiée pour la région eurosibérienne, dans laquelle les tourbières ardennaises forment un maillon important d'une longue chaîne d'associations végétales qui vont des tourbières irlandaises aux tourbières sibériennes.

L'autre, celle de VANDEN BERGHEN (1950), de portée plus locale, qui adopte le système établi par BRAUN-BLANQUET 1949, dans un essai sur les landes tourbeuses et tourbières bombées à Sphaignes de Belgique.

Comme DUVIGNEAUD (1949), VANDEN BERGHEN admet l'alliance *Sphagnion europeum* SCHW. 1940 (*Vaginato-sphagnion europeum* Duv. 1949) et rejette les subdivisions en *Sphagnion atlanticum* et *Sphagnion continentale*.

D'après VANDEN BERGHEN (1951), nos tourbières appartiennent « à la catégorie des tourbières bombées aplanies, (Flachoch- » mor, OSVALD 1925) variante occidentale des tourbières » ombrogènes. D'après OSVALD 1925 et 1949, les tourbières » bombées aplanies, intermédiaires entre les tourbières bombées » vraies et les tourbières de pente de type franchement atlanti- » que, se développent dans les régions à climat subocéanique ».

VANDEN BERGHEN décrit deux associations colonisant les assises tourbeuses d'Ardenne orientale : Le *Narthevietum ossifragi boreoatlanticum* SCHWICK. 1940, le *Sphagnetum papilloso imbricati* JONAS 1935. On doit y ajouter le *Sphagnetum medii et rubelli* SCHW. 1933, à la fange aux Mochettes à Samrée.

Il introduit le *Narthevietum ossifragi* dans l'alliance du *Sphagnion* (SCHWICKERATH, 1940, l'avait placé dans l'*Ericion*, soit parmi les landes tourbeuses), le considérant comme BOUILLENNE

---

*lustre*) et du delta du Memel, et les tourbières de basses montagnes : Harz, Rhön-Erzgebirge, Schwarzwald. Quoiqu'il ne soit pas fait mention dans ce travail, des tourbières à *Ledum palustre* de Suède orientale et des formations tourbeuses de l'URSS, il semble bien que SCHWICKERATH (1940) envisage, avec l'*Ericeto-Sphagnetalia*, l'entière des tourbières européennes, y compris les associations que BRAUN-BLANQUET rattache au *Ledetalia palustris*.

l'avait fait en 1933 comme un groupement faiblement turfigène, lié à une eau en circulation.

VANDEN BERGHEN précise : « Dès que l'irrigation devient » insuffisante, par suite peut-être d'une forte accumulation de » tourbe, le *Narthecietum ossifragi* est supplanté par un groupe- » ment de tourbière bombée du type *Sphagnetum papilloso-* » *imbricati*, signalé notamment par *Eriophorum vaginatum...* »

« Le *Sphagnetum papilloso-imbricati* avec une puissante activité » turfigène, se présente sous sa forme optimale dans les tourbières » bombées de l'est du district ardennais (Hautes Fagnes, Baraque » Fraiture) et rarement en Campine... ». « *Sphagnum recurvum*, » *Sphagnum magellanicum* (= *S. medium*) et *S. rubellum* accom- » pagnés souvent de *Polytrichum strictum*, dominant dans le » tapis muscinal, grossièrement mamelonné. Le *Sphagnetum* » *medii et rubelli* Schw. remplace le *Sphagnetum papilloso-* » *imbricati* dans certaines régions du secteur boréotlantique et » apparaît dans les tourbières situées immédiatement à l'est de » ce secteur... »

« Le *Sphagnetum medii et rubelli* SCHW. 1940, tel que nous le » comprenons, est une association vicariante du *Sphagnetum*, » *papilloso-imbricati* principalement différencié par l'absence » de deux espèces atlantiques, *Erica* et *Narthecium*. »

En fait, la distinction entre *Sphagnetum papilloso* et *Sphagnetum medio-rubelli* que SCHWICKERATH 1940 basait sur la présence ou l'absence de certaines espèces muscinales, VANDEN BERGHEN (1951), la reporte sur la présence ou l'absence d'*Erica Tetralix* et de *Narthecium ossifragum*. Le *Sphagnetum medio-rubelli* VANDEN BERGHEN n'est pas exactement le *Sphagnetum medio rubelli* SCHW. 1940. Celui-ci est basé, entre autre, sur des tourbières du Flachland allemand, de Suède méridionale et de Norvège, qui portent *Erica Tetralix* et côtoient des *Narthecietum ossifragi* (OSVALD 1923, JONAS 1935 et observations personnelles).

Les associations à *Sphagnum papillosum* et à *Sphagnum medium et rubellum* sont basées avant tout par SCHWICKERATH 1940 et DUVIGNEAUD 1943 sur la dominance de ces *Sphagnum*. Suivant ce principe, deux des trois relevés qui concernent les Hautes Fagnes, publiés par VANDEN BERGHEN (1951) dans le tableau du *Sphagnetum papilloso-imbricati*, représentent en fait un *Sphagnetum medio-rubelli* SCHW. 1940.



La distinction faite par VANDEN BERGHEN ne nous paraît pas adéquate. Deux exemples illustreront notre opinion :

1. La fagne aux Mochettes (Samrée), à *Empetrum nigrum*, (dont VANDEN BERGHEN se sert pour définir le type auquel appartiennent les tourbières bombées de l'Ardenne orientale) ne porte pas d'*Erica Tetralix* (Cf. relevés de DUVIGNEAUD 1943) et est de ce fait classée dans le *Sphagnetum medio-rubelli* ; tandis que la fagne de Clefay, dans laquelle *Empetrum nigrum* a une importance comparable, est rangée dans le *Sphagnetum papilloso-imbricati* (rel. 29) à la suite de la présence d'*Erica Tetralix* (Ab. Dom. 2 à 3).

2. Les tourbières à Sphaignes suédoises du KOMOSSE (Götaland, Suède) décrites par OSVALD et où *Erica* est fréquent (Observations personnelles) sont assimilées au *Sphagnetum papilloso-imbricati* par VANDEN BERGHEN (1951 p. 180) alors que la proportion de *Sphagnum medium* y atteint 65 % dans le complexe de régénération et *Sphagnum papillosum*, moins de 5 % (Osvald, 1923). On peut d'ailleurs y constater qu'*Erica Tetralix* y colonise même les coussins de *Sphagnum fuscum* (observation personnelle).

Nous avons insisté sur la difficulté de déterminer avec précision une conception acceptable de l'association végétale dans les Fagnes et de confronter à ce sujet les théories des écoles uppealienne, zuricho-montpellieraine et anglo-saxonne. Nous avons vu évoluer le point de vue de SCHWICKERATH ; se transformer d'une manière sensible celui de DUVIGNEAUD. Le découpage de l'association végétale amorcé par SCHWICKERATH (1940) est érigé en théorie par DUVIGNEAUD (1946). La valeur de l'unité sociologique de l'*Association végétale* (BRAUN-BLANQUET, 1915) s'est déplacée et s'est enrichie de considérations écologiques.

« Un groupe (de plantes) qui atteint un maximum de développement et de vitalité des espèces qui le composent pour un ensemble de conditions écologiques et géographiques bien déterminées, forme le noyau caractéristique d'une association, dont, dans la plupart des cas, il fixe aussi la physionomie... »

« L'association qui se manifeste sur le terrain par sa physionomie, nous apparaît donc comme la somme d'un certain nombre de groupes écologiques intriqués les uns dans les autres, dans des conditions de milieu déterminées ».

DUVIGNEAUD (1949) réalise un début de « jordanisation » de



la phytosociologie des tourbières dans son essai de prodrome des tourbières de la région euro-sibérienne.

L'alliance *Sphagnion europeum* SCHW. est maintenue (*Vaginato-sphagnion europeum* DUV. 1949) ; les sous-alliances géographiques, *Sphagnion atlantique* et *Sph. continental* sont transformées en sous-alliances écologiques :

Sous-alliance humide : *Sphagnion papilloso*,

Sous-alliance sèche : *Sphagnion medio-fusci*.

Les associations suivantes sont identifiées par DUVIGNEAUD, en Ardenne orientale :

SOUS-ALLIANCE HUMIDE : *Sphagnion papilloso*.

1. *Narthecietum ossifragi* OSVALD 1923, SCHW. 1940 : (BOUILLENNE, 1929, SCHWICKERATH, 1940, VANDEN BERGHEN, 1951).

2. *Sphagnetum papilloso boréatlantique*, CAJANDER, 1913, JONAS, 1935 : Dominance intégrale de *Sphagnum papillosum* (DUVIGNEAUD, 1943, VANDEN BERGHEN, 1951 partim).

3. *Cariceto pauciflorae Sphagnetum imbricati* OSVALD, 1923. Groupement très rare ayant peut-être la valeur d'une association. (SCHWICKERATH, 1937).

SOUS-ALLIANCE SÈCHE : *Sphagnion medio-fusci*.

4. *Vaginato-Sphagnetum recurvi-continentale* WEBER, 1902. C'est la sous-association *Eriophoreto vaginati sphagnetosum recurvi* VANDEN BERGHEN 1948 élevée au rang d'association par DUVIGNEAUD 1949. Association de tourbières en tapis ou bombées de l'Europe moyenne, avec quelques irradiations dans la province atlantique. Dominance d'*Eriophorum vaginatum* et *Sphagnum recurvum* ; *Sphagnum magellanicum*, *rubellum* et *fuscum* plus ou moins abondant.

« Elle est un constituant important des tourbières à bouleaux » de l'Ardenne, où elle est la principale station d'*Empetrum nigrum* » (DUVIGNEAUD 1949).

5. *Calluneto-sphagnetum medii* OSVALD 1923 : Bombements de *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum rubellum* et *S. fuscum* étayée par *Calluna vulgaris*.

« Dans l'Ardenne, qui est à la limite de la province atlantique » et de la province de l'Europe moyenne, le *Calluneto-sphagnetum* » est sporadique, souvent limité à des bombements naissants

» aux dépens des tourbières plates ou de pentes. Il existe plus » ou moins mêlé d'espèces atlantiques, dans les Hautes Fagnes (DUVIGNEAUD, 1949, p. 74).

Nous-même, tout récemment, nous avons rapproché les associations végétales d'une tourbière « intacte » près de Sourbrodt des deux associations décrites ci-dessus dans la sous-alliance sèche (DEUSE, RAMAUT & STREEL, 1957). Le *Vaginato-sphagnetum recurvi* domine la végétation de cette fagne.

Il nous paraît utile de résumer ce long préambule et de préciser ce qui suit :

1. Les étapes de la constitution de la végétation des tourbières des Hautes Fagnes sont peu claires : seuls deux ou trois profils ont été étudiés stratigraphiquement. L'extension spatiale de chacune des couches n'est pas encore esquissée. La découverte d'une couche à *Narthecium* individualise la Fagne wallonne.

2. L'association dominant la végétation des tourbières étudiées dans les Hautes Fagnes est le *Sphagnetum papillosum vaginetosum* pour SCHWICKERATH ; le *Sphagnetum papillosum eriophoretos vaginati-sphagnetosum recurvi* pour VANDEN BERGHEN. Or ces associations sont dissociées par DUVIGNEAUD, 1949.

3. La fagne de Clefay, à *Empetrum nigrum*, analysée pour la première fois en 1931 (R. et M. BOUILLENNE & PREVOT) occupe toujours une position très imprécise dans l'ensemble des associations décrites.

4. La répartition exacte et le rôle joué par *Empetrum nigrum* dans la végétation des Hautes Fagnes sont incertains.

Dans le but d'établir un schéma d'évolution de la végétation des Hautes Fagnes qui tienne compte des récentes données phytosociologiques et afin d'obtenir des résultats quantitatifs précis sur la répartition des différentes associations végétales, le professeur BOUILLENNE nous a proposé d'entreprendre l'étude comparée des deux grandes tourbières les plus fréquemment citées dans la littérature qui concerne les Hautes Fagnes : la fagne wallonne et la fagne de Clefay. Ces Fagnes sont peut-être les seules tourbières intactes existant encore et elles sont considérées comme appartenant à des associations distinctes bien

qu'elles sont séparées l'une de l'autre par 2 kilomètres à peine et qu'elles subissent, actuellement, les influences d'un même climat.

Le laboratoire de l'Université de Liège, au Mont Rigi (Sourbrodt) fut notre base de travail ; nous y avons séjourné de nombreux mois.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Monsieur le Professeur BOUILLENNE qui, par son enseignement nous a donné le goût de l'étude de la Phytosociologie.

Nous voulons lui témoigner, ainsi qu'à Madame BOUILLENNE-WALRAND, notre vive reconnaissance pour les nombreux conseils et encouragements qu'ils nous ont prodigués, de même que pour l'indulgence et la compréhension dont ils ont toujours fait preuve à notre égard.

---



## CHAPITRE I

### ÉTUDE DU MILIEU

#### A. LA TOPOGRAPHIE ET LES FACTEURS ÉDAPHIQUES.

La fagne wallonne et la fagne de Clefay appartiennent au territoire de la commune de SOURBRODT. Elles comportent environ 800 hectares de fagnes <sup>(1)</sup> presque entièrement tourbeuses : soit environ 665 hectares pour la fagne wallonne, 135 hectares pour la fagne de Clefay.

Elles sont adossées chacune à un point culminant du relief, le setchamps de Botrange 694 m, et celui du Pannensterz, 660 m. Un setchamps moins élevé les sépare : Clefay, 640 m. Les setchamps sont constitués de calottes de limon éolien, reposant sur le socle géologique.

Ces fagnes, particulièrement la fagne de Clefay, sont enserrées par des plantations d'épicéas dont certaines sont réalisées sur tourbière.

Le terrain que nous avons étudié (environ 1.400 hectares) débordé les limites artificielles de la fagne wallonne et s'appuie sur des éléments orographiques dont voici les éléments essentiels :

Au sud-ouest le setchamps de Botrange ; au nord-ouest les contreforts du setchamps Noirflohay-Geitzbusch (Voir BOUILLENNE, DEUSE & STREEL, 1956) ; au nord-est, le setchamps du Pannensterz. La limite sud-est, est constituée des contreforts du Rhurbusch (632 m) (voir LEMAITRE 1957) et du vaste setchamps secondaire de Grand Oneux (644 m) qui forme avec le setchamps de Botrange, un vaste amphithéâtre dont la concavité est orientée au Nord-est.

---

(1) Nous donnons au terme « fagne », son sens dialectologique : Étendue inculte, non boisée, soit sèche soit marécageuse, éventuellement tourbeuse.

Le mot dérive du Gothique « *Fani* » signifiant bourbe (d'après Jean HAUST).

Le réseau hydrographique est principalement constitué par trois rivières : la Helle, qui se jette dans la Vesdre à Eupen, la Roer, le Schwarzbach qui se jette dans la Roer à Kalterherberg. La région étudiée est donc à cheval sur les bassins hydrographiques de la Roer et de la Vesdre. La ligne de partage des eaux correspond sensiblement à une ligne droite tirée entre Botrange, Clefay et le Pannensterz. Elle passe par deux cols, l'un entre Botrange et Clefay, à l'altitude de 621 m, l'autre entre Clefay et le Pannensterz à l'altitude de 612 m.

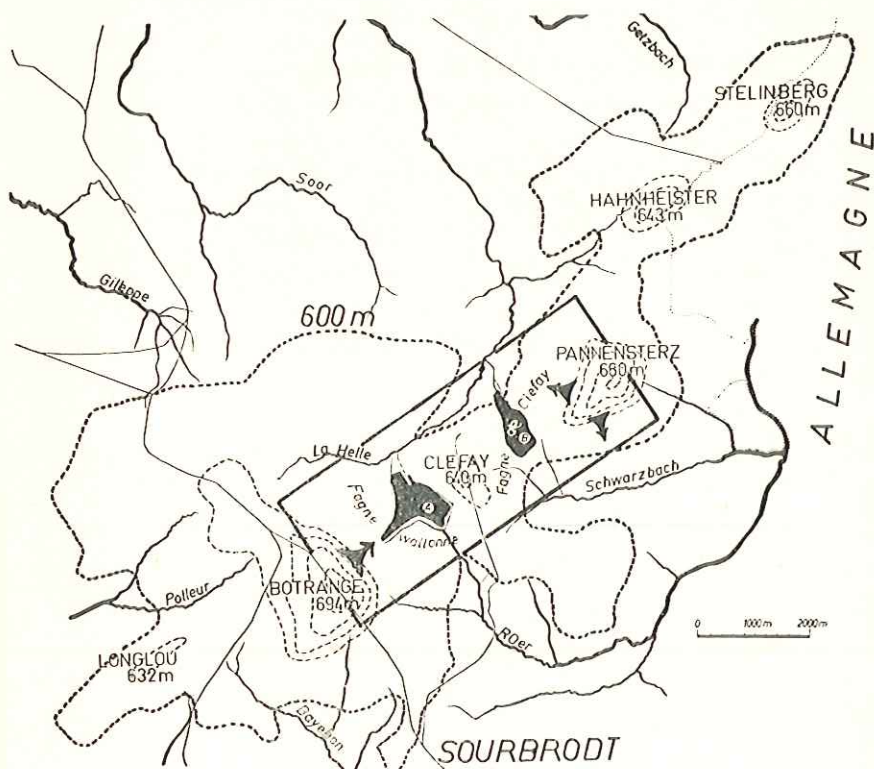


FIG. I. — Carte du Plateau des Hautes-Fagnes.

Le cadre délimite la région cartographiée (cf. Profil: Fig. XXII et Fig. XXIII).

Les taches noires, marquées A et B représentent la superficie des 2 tourbières intactes.

Les flèches indiquent la direction d'écoulement de l'eau suintant des setchamps.

Entre la calotte limoneuse de Botrange et celle du Pannensterz, de part et d'autre de Clefay, deux assises de tourbe se sont formées. Elles sont très vastes. A la suite de nombreux sondages

nous les avons circonscrites par l'isobathe externe de 50 cm (voir Fig. XXIII : carte phytosociologique). A l'extérieur de ces zones, le dépôt de tourbe lorsqu'il existe est peu épais, environ 30 cm et présente tous les intermédiaires entre tourbe et humus forestier.

Il n'apparaît aucun point de contact entre les deux assises tourbeuses. Ainsi délimitées, celle de la fagne wallonne occupe 450 hectares, celle de Clefay, 250 hectares.

Malgré leurs superficies respectives assez inégales, ces deux assises tourbeuses sont comparables. Elles ont, chacune, la forme d'une selle (sattlemoor).

Sur le flanc Nord, chacune des deux tourbières est érodée par un vallon profond où coule un ruisseau sinueux. Ce vallon s'amorce brusquement dans un mur de tourbe où l'on peut observer une érosion remontante. Cependant, en fagne wallonne, la tête de vallon se marque dans la tourbière par une dépression en forme d'hémicycle qui s'étale largement en un grand nombre de paliers résultant à la fois d'un affaiblissement de la tourbe et d'une érosion superficielle.

Le cirque ainsi formé semble correspondre à une action érosive plus récente que celle du ravin en aval du mur de tourbe. Il est parfaitement visible sur les photos aériennes.

A l'examen de la coupe (Fig. XXII), il apparaît que l'extension de chacune des deux assises tourbeuses est plus importante sur les pentes orientées au nord-est. L'assise tourbeuse de la fagne wallonne se distingue de celle de Clefay, par une extension très large sur le flanc du setchamps de Botrange. Sur ce flanc une étroite bande limoneuse (Drello) porte aujourd'hui une pessière. A la suite de l'incendie de 1911, les tourbières qui s'étendaient à l'Ouest de ce bois, ont presque entièrement disparu, faisant place à une étendue buissoneuse relevant du *Polytrichetum* (voir BOUILLENNE, 1926).

L'épaisseur du dépôt tourbeux varie selon le modelé du terrain. L'épaisseur la plus importante se trouve dans les deux cas, au creux du col, soit 5,60 m en fagne wallonne à l'altitude 621 m ; 4,40 m en fagne de Clefay à l'altitude 612 m.

Le profil de la partie centrale de la tourbière de fagne wallonne a été dessiné par TINBERGEN (1940). Le profil SO-NE (*b*, *b*) traverse la tourbière centrale dans la partie la plus évasée du col. Sa surface y est considérée comme plane.



Des visées au clisimètre, nous permettent cependant de considérer qu'en réalité cette surface n'est pas rigoureusement plane. Au moins à la périphérie NE il existe une zone surélevée de 50 cm à 1 m par rapport au niveau de la partie centrale. Il en est de même au flanc du setchamps de Clefay (voir carte générale).

De toute manière, ces profils (de même que celui de BOUILLENNE, 1938, en fagne de Clefay), montrent de vastes assises tourbeuses non mamelonnées.

En périphérie, par contre, on trouve de petites tourbières de pente établies dans des cuvettes peu profondes (BOUILLENNE 1933) et aisément repérables sur le terrain :

*En fagne wallonne :*

1. Non loin du sommet sur le setchamps de Botrange (alt. 685 m).
2. Sur le flanc nord-est de ce setchamps en Fagne Rasquin.
3. Sur le flanc nord-est du setchamps du grand Oneux.

*En fagne de Clefay :*

1. Non loin du sommet sur le setchamps de Clefay (alt. 620 m.) (alt. 625 m).
2. Sur le flanc sud-est de ce setchamps.
3. Sur le flanc sud-ouest du setchamps du Pannensterz, (alt. 625 m.)

Le sous-sol de ces tourbières est le socle révinien de la Haute Ardenne, recouvert d'une couche imperméable d'argile blanc-grisâtre (voir sondages de BOURGUIGNON en fagne wallonne, 1953, p. 48).

BOUILLENNE (1933) a montré que les setchamps limoneux ont le même sous-sol imperméable que les tourbières.

La nappe phréatique, dans le limon du setchamps, donne naissance à de nombreuses sources affleurant en lignes de suintement parallèles à certaines courbes de niveau et correspondant aux endroits où affleurent les argiles imperméables. Cette eau alimente les petites tourbières soligènes que nous venons d'énumérer.

Selon TINBERGEN, 1940, les parties centrales des tourbières dépendent surtout de l'eau de pluie, du fait que leur surface est plus grande que celle des setchamps qui alimentent les sources.

BOUILLENNE (1937) proposait de considérer dans les tourbières, deux nappes aquifères : l'une dans la couverture végétale, l'autre dans la tourbe sous-jacente. Les altérations provoquées par l'homme dans ces deux nappes entraînent des modifications dans la composition du tapis végétal, dans le régime des sources et des ruisselets d'érosion. Nous serons amené à en parler plus loin.

EN RÉSUMÉ, la fagne wallonne et la fagne de Clefay appartiennent à deux assises tourbeuses distinctes. Chacune de ces deux assises a la forme d'une très vaste selle. En périphérie, il existe des petites tourbières en lentilles biconvexes, dont la caractéristique est d'être alimentées par les sources qui suintent des crêtes (setchamps limoneux). Les deux massifs tourbeux sont sensiblement comparables. Seule l'extension beaucoup plus importante de la tourbière sur le versant NE de Botrange différencie la fagne wallonne, de la fagne de Clefay.

#### B. LE CLIMAT RÉGIONAL.

Les caractéristiques du climat de la Baraque Michel ont été étudiées par PONCELET (1938, 1947) à partir des observations faites à la Station météorologique de Botrange, des mesures plus anciennes prises à la Baraque Michel et des observations de P. POLIS, (1901-1902).

Au sein du climat de l'Ardenne qui est frais et pluvieux, celui des Hautes Fagnes se distingue par des précipitations accentuées : la lame d'eau annuelle (pluie et neige) y atteint une hauteur moyenne de 1.400 mm (avec des extrêmes de 1.000 et 1.800 mm, un maximum de pluies en juillet) et par une température moyenne relativement basse : elle oscille autour de 7° C.

Il peut s'écouler un mois entier sans que la température maximum dépasse 0° C (5/12/50 au 4/1/51). Des minima de l'ordre de — 20° C ne sont pas rares au sol. Des minima de — 34° C (février 1956) ont été relevés à la Station météorologique de Botrange, tandis qu'en plein été, la température peut encore souvent descendre sous 0° C. Les jours de brouillards sont très nombreux : 105 à 110 jours en 1955 et 1956. Ils sont plus fréquents d'octobre à janvier (plus de dix jours par mois) mais se présentent toute l'année.

Les vents dominants (S.O.) sont en général des vents de pluie.



Les chutes de neige s'étendent d'octobre à avril ; les gelées au sol de septembre à mai.

Le climat des Hautes Fagnes a donc des étés plus frais et des hivers plus rudes que le climat moyen ardennais. BOUILLENNE (1933 et 1938, p. 106) émet l'hypothèse que la présence de vastes tourbières serait, pour une part, responsable de cette rigueur plus grande que celle à laquelle on s'attend. D'après PONCELET, elle correspondrait à une altitude de 900 m.

Les tourbières des Hautes Fagnes portent un certain nombre d'espèces arctiques, alpines, ou arctiques-alpines, L. FRÉDÉRICQ (1904) : *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum nigrum*, *Viola palustris*, *Trientalis europea*, auxquels il convient d'ajouter *Sphagnum fuscum* et *Sphagnum fimbriatum*. La plupart de ces espèces y atteignent leur plus grande extension ardennaise et leur présence est liée aux conditions écologiques développées par les tourbières acides (BOUILLENNE, 1938). Ces tourbières sont plus vastes sur les Hautes Fagnes que partout ailleurs en Ardenne ; elles occupent environ 55 % de la surface du Plateau de la Baraque Michel.

La flore forestière présente « une tonalité montagnarde et » centro-européenne : *Calamagrostis arundinacea*, *Centaurea montana*, *Knautia silvatica*, *Ranunculus plataniifolius*, *Senecio Jacquinianus*, *Meum athamanticum*, *Geranium silvaticum* qui s'atténue ou manque ailleurs ». « Ce caractère orophile et continental va de pair avec un renforcement apparent de l'élément atlantique ainsi que le pense VANDEN BERGHEN (1951) : » *Erica Tetralix*, *Narthecium ossifragum*, *Gentiana pneumonanthe* et *Carex binervis*, propre aux tourbières et aux landes » tourbeuses » (NOIRFALISE, 1956).

Les microclimats de la Fagne wallonne et de la Fagne de Clefay ne doivent pas différer beaucoup les uns des autres, ni s'écarter de part et d'autre du climat régional ; toutefois, à la lumière des travaux de TINBERGEN (1940) effectués en Fagne wallonne, on sait que le microclimat à la surface de cette tourbière est différent principalement sous l'angle des échanges thermiques sol-air, de celui du Setchamps de Botrange qui la domine.

R. BOUILLENNE (1938) a envisagé l'éventualité de l'évolution du climat des Hautes Fagnes dans le sens d'un assèchement, à la suite de l'action de l'homme sur le tapis végétal.



## C. L'INTERVENTION HUMAINE.

Dans une publication récente, BOUILLENNE, DEUSE et STREEL (1956), ont analysé les événements qui se sont succédés sur le territoire d'une fagne située sur le versant NO du Setchamps Noir Flohay-Geitzbusch, Fagne des Deux Séries dont l'étendue, environ 800 hectares correspond approximativement à celle des deux tourbières que nous étudions. Les conclusions de ce travail sont, dans leur grande ligne, valables pour la fagne wallonne et la fagne de Clefay.

## 1. L'occupation humaine a existé à l'époque préhistorique.

Rappelons que le « vivier Fagnoul », situé en fagne wallonne, non loin de Drello, a été l'objet d'une étude palynologique destinée à dater celui-ci (FLORSCHUTZ & VAN OYE, 1938). Cette étude a confirmé les résultats précédents de BOUILLENNE et Coll. (1937).

## 2. La Via Mansuerisca passe sur le flanc de Botrange.

Cette voie romaine (Abbé J. BASTIN, 1934) a été abandonnée vers l'an 600 après J. C.

3. L'exploitation de la fagne est très ancienne et s'est poursuivie jusqu'à nos jours (Ab. J. BASTIN, 1924). Elle s'est développée sous plusieurs aspects : utilisation de la tourbe, fauchage du foin et de la bruyère, paturage sur les landes. L'exploitation de la tourbe a débuté au XVI<sup>e</sup> siècle (Ph. GÉRARD, 1951) et s'est étendue sur de vastes territoires ainsi que le montre la carte actuelle.

4. La double politique de captage d'eau et de plantation d'épicéas amorcée à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle s'est amplifiée considérablement. La carte de FERRARIS (1772) a été établie peu avant que se fassent sentir sur le terrain, les premiers effets de cette politique. Par la comparaison avec la carte actuelle, on peut se rendre compte par exemple, de l'évolution qui s'est produite dans le réseau hydrographique. Ainsi les cours supérieurs de la Roer et du Schwarzbach, représentés sur la carte de FERRARIS ne correspondent pas aux cours actuels. La Roer supérieure est devenue un fossé d'évacuation de l'eau suintant de la tranche d'exploitation de la tourbière de la Fagne wallonne. Ce fossé est artificiel. Il en est de même en fagne de Clefay quoi-

que la tranche d'exploitation de la tourbière qui dessert indirectement le Schwarzbach y soit moins impressionnante. Nous avons constaté le même fait à la naissance de la Soor. (BOUILLENNE, DEUSE et STREEL, 1956).

La vidange des fossés d'exploitation a nécessité le creusement progressif d'un intense réseau de drains dont les effets sur la végétation ont été dénoncés souvent par BOUILLENNE (1938 et 1954).

En périphérie des deux tourbières, des plantations d'épicéas ont été installées avec les travaux préalables d'assèchement qu'elles réclament. A la partie ouest de chacune des deux tourbières, ces plantations empiètent sur une épaisse couche de tourbe mais les épicéas y poussent très mal.

Le creusement de drains a modifié, partout, profondément le système naturel de l'eau en bordure de la calotte limoneuse épaisse des setchamps : soit que les sources aient été ouvertes, soit qu'elles aient été captées pour les besoins en eau des villages voisins, telles les sources qui jaillissent, au lieu dit « Han de Souc » dont le captage date au moins de 1615 et qui viennent d'être canalisées en avril 1957.

Nulle part, dans ces fagnes, il n'est possible de trouver un contact entre tourbière et setchamps qui ne soit pas interrompu par quelques drains. Nulle part il n'est possible d'y trouver un contact non altéré entre une tourbière intacte et un faciès forestier, en place.

5) A ces diverses actions de l'homme sur la fagne, il faut ajouter le rôle, non négligeable, des incendies. Sous leur forme aiguë, caractérisée par la combustion de la tourbe durant de nombreuses semaines, ils entraînent la disparition d'importantes assises de tourbe ; autour de Drello, en 1911 par exemple (voir BOUILLENNE, 1926).

Cependant de tels incendies sont rares. Les incendies superficiels sont fréquents. Il s'en produit chaque année et l'on peut estimer qu'à l'exception d'endroits très mouillés, toutes les fagnes ont brûlé. Ces incendies d'herbes favorisent, en fonction de leur intensité, une végétation pyrophytique : à base de *Molinia coerulea* en touradons, *Deschampsia flexuosa*, des coussins de *Polytrichum commune*, *Dicranella heteromalla*, etc... (DEUSE, RAMAUT & STREEL, 1957).



La carte publiée par BOUILLENNE (1926) montre l'importance de l'extension de *Polytrichum commune*, associé à *Salix cinerea* sur les parties incendiées en 1911. Il y eût aux mêmes endroits, immédiatement après le feu, une extraordinaire autant que temporaire végétation d'*Epilobium spicatum*.

Dans la fagne wallonne, l'incendie de 1911, qui se propageait depuis les « Trous Brouly » a diminué d'intensité, après avoir dépassé Drello, se transformant en un feu courant, sur la tourbière. Il fut arrêté par un fossé creusé en hâte sur le flanc du setchamps de Clefay. Les parties profondément atteintes se couvrirent de *Polytrichum commune*; la partie centrale de la tourbière a été préservée et sa végétation a repris normalement.

\* \* \*

La somme de toutes les altérations du milieu originel a contribué, au cours des siècles, à faire des Hautes Fagnes en général et des fagnes wallonnes et de Clefay, en particulier, un paysage sauvage certes, mais où l'œil exercé reconnaît presque à chaque pas l'influence humaine.

Dans chacune de ces fagnes, seules les zones centrales présentent des faciès végétaux « vierges » : 80 hectares au total, soit environ 10 % de la surface tourbeuse ;

Ces deux zones que nous appellerons « intactes », sont caractérisées par l'absence de *Molinia coerulea*. Partout ailleurs, cette plante est présente, le plus souvent abondante et exclusivement représentée si le sol a été préparé pour une plantation d'épicéas (drains tous les cinq mètres). Là où *Molinia* n'est pas dominant, la végétation à Sphaignes peut présenter des vestiges intéressants.

Dans les parties intactes des deux tourbières la tourbe est complètement imbibée d'eau météorique. Il n'y a pas de rupture de contact entre la nappe aquifère existant dans la végétation et la nappe aquifère de la tourbière. L'eau qui a pénétré s'élimine lentement hors de la tourbière à la périphérie de celle-ci par des suintements nombreux, parfois même, par de petits tunnels (BOUILLENNE, 1955).

EN RÉSUMÉ, l'influence humaine a sévi avec une intensité remarquable et sensiblement équivalente sur les deux fagnes. Elle a cependant laissé au centre de chacune des deux assises tourbeuses, un îlot réduit de végétation naturelle.



Ces parties centrales, imbibées d'eau météorique, sont symétriquement érodées au nord par un ruisseau qui creuse profondément la tourbe et qui se jette dans la Helle.

Les parties intactes sont cernées par un réseau complet de drains qui les isolent, entièrement, à notre avis, de toute influence des eaux provenant des sources des setchamps.

Ailleurs, des vestiges de végétation à Sphaignes, encombrés de *Molinia coerulea*, subsistent.

## CHAPITRE II

### ÉTUDE DE LA VÉGÉTATION DES PARTIES CENTRALES « INTACTES » DES DEUX TOURBIÈRES

La végétation de la fagne wallonne et celle de la fagne de Clefay sont insuffisamment et contradictoirement décrites.

Cependant, il apparaît dans la littérature *que les associations végétales qui en couvrent les parties intactes sont différentes d'une tourbière à l'autre.*

L'étude du milieu en fagne wallonne et en fagne de Clefay, montre apparemment une *similitude complète des zones centrales intactes, sous les aspects topographique, microclimatique et anthropique.*

En ce qui concerne le tapis végétal, nous appliquerons aux deux tourbières les mêmes techniques d'observations s'inspirant des considérations suivantes :

1) La conception de l'association végétale qui nous a paru la plus complète et la mieux adaptée à l'étude des tourbières, est celle de P. DUVIGNEAUD (1946).

2) Nous avons tenté l'identification des différents biotopes qui constituent le tapis végétal. Les carrés d'essai dont la surface de départ est 1 m<sup>2</sup>, ont été éventuellement élargis jusqu'à rencontrer la totalité des espèces présentes. L'importance des espèces est évaluée suivant le système classique de BRAUN-BLANQUET.

3) Les niches écologiques ne peuvent pas toujours être discernées facilement. Il est parfois nécessaire de recourir à la méthode des transects. Il s'agit de pratiquer à travers le tapis végétal et le substrat de tourbe, une tranchée plus ou moins profonde dont la paroi verticale met en évidence la nature des espèces ayant vécu à la même place précédemment, les ondulations du terrain et en rapport avec celles-ci, divers types de conditions écologiques. La répétition de ces ondulations, les fait apparaître comme des

maillons d'une chaîne appelée « Catena ». A chaque répétition, nous avons retrouvé les groupes écologiques homologues et nous avons ainsi pu nous assurer de la réalité de leur identification.

---

### 1. ASPECTS PHYSIONOMIQUES.

Dès le premier contact avec les parties centrales « intactes » des deux tourbières, on est tenté d'y distinguer deux aspects principaux de végétation : d'un côté dominant les touradons de Linaïgrettes, de l'autre, cette plante, moins abondante, est éclipsée par des plages polychromes de Sphaignes et de Narthécies.

Dans le premier cas uniquement, il est fréquent d'observer la présence de Bouleaux et de semis naturels d'Épicéa. Quoique les limites entre ces deux zones soient nettement perceptibles toute l'année, sur les deux tourbières, elles s'aperçoivent particulièrement bien lorsque les soies de la linaïgrette s'étalent. Nous appelons, la première zone, tourbière blanche ; la seconde, tourbière colorée.

L'analyse phytosociologique par relevés, réclame la délimitation préalable de surfaces écologiquement homologues. Au sein des tourbières blanches ou colorées, des subdivisions peuvent être faites. Mais il est nécessaire de les asseoir sur une base, statistiquement suffisante.

Dans ce but nous avons effectué un relevé sommaire dans un grand nombre de carrés de  $2 \times 2$  mètres, se succédant tous les 20 pas, en travers de chacune des tourbières « intactes ». Nous avons noté les différentes espèces de Sphagnum avec leur coefficient d'abondance-dominance respectif. En regard, nous avons tracé l'extension de chaque type de structure, ainsi que celle de quelques espèces, qui, au premier coup d'œil ont apparu localisées dans certaines parties des deux tourbières. (Voir tableaux des lignes d'inventorisation). (Fig. II *a* et *b*).



Ligne SO-NE (Voir aussi les résultats de Tinbergen) Lignes E-O-56 observations à intervalles de 20 mètres.

[illegible][illegible]

FIG. IIb. — *Tableau de la ligne d'inventorisation en Fagne de Clejaj.*  
Ligne SE-NO en travers de la tourbière. — 50 observations à intervalles : 20 mètres.

[illegible][illegible]

Nous distinguerons plusieurs aspects physionomiques.

Dans la tourbière blanche :

1) Les cespites d'*Eriophorum vaginatum* sont vigoureux (trait épaissi) et portent *Empetrum nigrum* (relevé 1 et transect 3) <sup>(1)</sup>.

2) Les cespites d'*Eriophorum vaginatum* quoique dominants, sont moins denses et entourent quelques coussins de *Sphagnum* (surtout *Sphagnum medium* et *Sphagnum rubellum*) marquant une transition avec la tourbière colorée (relevés 3 et 4, transects 2 et 4) *Empetrum* est moins abondant. *Aulacomnium palustre* y paraît localisé.

Dans ces deux zones, *Sphagnum recurvum* est très abondant.

3) Les cespites d'*Eriophorum vaginatum*, quoique dominants, sont moins denses et enserrent des tapis de *Sphagnum*, tribu *Cymbifolia*, surtout *Sphagnum papillosum*. Il n'y a pas d'*Empetrum nigrum*, mais quelques coussins de *Polytrichum strictum* (relevés 6 et 7 et transects 9 et 10).

4. Les cespites d'*Eriophorum vaginatum* sont vigoureux, en mosaïque avec des plages buissoneuses de *Vaccinium uliginosum*. Ces plages, assez dispersées n'ont pas été rencontrées par les lignes d'inventorisation (relevé 2 et transect 1).

Dans la tourbière colorée :

1. *Sphagnum medium* ou *Sphagnum papillosum* forme de très larges coussins (relevés 5 et 8, transects 5 et 6).

2. *Sphagnum* en tapis (surtout *Sphagnum papillosum*) enserre des « Schlenken ». Cette zone correspond à l'extension de *Scirpus caespitosus*. Les « Schlenken » sont plus étendus dans les zones, d'ailleurs assez restreintes, où *Rhynchospora alba* est représenté (relevé 10 et transect 7).

3. *Sphagnum* est dominé par les plages denses de *Narthecium ossifragum*. Dans ce cas, la tourbe dont la surface est en pente forte, est érodée. Les plages sont orientées dans le sens de la pente (relevé 9 et transect 8).

Les lignes d'inventorisation permettent de nous faire une première idée de la composition sociologique des deux tourbières.

(1) Pour les relevés correspondants, voir Tableau, fig. III. Pour les représentations des transects, voir Fig. VII, VIII et IX et légende, p. 59.



|                             | <i>Fagne wallonne</i> | <i>Fagne de Clefay</i> |
|-----------------------------|-----------------------|------------------------|
| <i>Sphagnum recurvum</i>    | 77 % des relevés      | 100 % des relevés      |
| <i>Sphagnum papillosum</i>  | 97 % » »              | 64 % » »               |
| <i>Sphagnum medium</i>      | 73 % » »              | 60 % » »               |
| <i>Sphagnum rubellum</i>    | 24 % » »              | 26 % » »               |
| <i>Sphagnum molluscum</i>   | 48 % » »              | 14 % » »               |
| <i>Sphagnum fuscum</i>      | — » »                 | 6 % » »                |
| <i>Sphagnum imbricatum</i>  | 34 % » »              | 4 % » »                |
| <i>Sphagnum palustre</i>    | 50 % » »              | 4 % » »                |
| <i>Sphagnum fimbriatum</i>  | 12 % » »              | 8 % » »                |
| <i>Sphagnum cuspidatum</i>  | 2 % » »               | 10 % » »               |
| <i>Sphagnum compactum</i>   | 3 % » »               | —                      |
| <i>Sphagnum subsecundum</i> | 2 % » »               | —                      |

Ces aspects de végétation ont entre eux des limites suffisamment précises pour être dessinés, à l'aide de photographies aériennes, à l'échelle du 1/10.000<sup>e</sup> (soit 1 mm = 10 mètres). Cependant, nous nous proposons de n'envisager leurs dispersions respectives sur les deux tourbières, qu'après avoir analysé leur structure.

## 2. ANALYSE DES ASPECTS PHYSIONOMIQUES PAR RELEVÉS PHYTOSOCIOLOGIQUES.

Tant en fagne wallonne qu'en fagne de Clefay, les surfaces que nous venons de délimiter ont fait l'objet de relevés phytosociologiques.

Au total, nous avons réuni 10 relevés dans le tableau Fig. III (rel. 1 à 10). Ils expriment chacun la composition phytosociologique de l'entière d'une surface physionomiquement précisée.

Dans chaque colonne des relevés, nous indiquons la surface qu'il a été nécessaire de parcourir pour obtenir la liste complète des espèces.

Voici la manière dont nous avons constitué les tableaux phytosociologiques. La liste des espèces est scindée en 3 parties :

1) Un certain nombre d'espèces sont présentes dans la majorité des relevés et sont affectées partout de faibles coefficients d'abondance-dominance. Étant donnés le large coefficient de présence de ces espèces et le faible coefficient d'abondance de chacune d'elles, on peut estimer qu'elles caractérisent un milieu tourbeux

stabilisé et ne permettent pas de distinguer des groupements très particuliers. Elles amènent ainsi à concevoir l'existence d'une unité phytosociologique supérieure à celle plus simple d'une association végétale.

2) Parmi les autres espèces, un certain nombre peuvent être *groupées* en considération du fait que leurs coefficients d'abondance-dominance, (forts ou faibles selon les espèces), sont localisés dans quelques relevés seulement. Nous avons mis en caractère gras, comme étant importants, les coefficients élevés d'abondance-dominance et de sociabilité parce qu'ils traduisent la vitalité de l'espèce considérée et qu'ils sont l'expression de conditions écologiques favorables. Nous avons rapproché l'une de l'autre les colonnes des relevés dans lesquelles les coefficients d'une même espèce sont importants. Nous avons rapproché également dans la liste des espèces celles qui, dans un même relevé, ont des coefficients d'abondance-dominance élevés ainsi que de sociabilité. Cette double disposition permet de constater que des espèces apparaissent dans le tableau avec des caractéristiques d'abondance-dominance et de sociabilité semblables. Ces coefficients sont encadrés. Un certain nombre d'associations végétales se détachent ainsi.

3) En ce qui concerne les autres espèces, elles sont représentées seulement dans quelques relevés et n'apportent guère quant à présent, d'indications suffisantes sur leur valeur phytosociologique.

\* \* \*

FIG. III. — *Tableau des relevés dans les tourbières « intactes ».*  
Fagne wallonne et Fagne de Clefay (Relevés 1 à 14).

| N°                                                            | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6     | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   |
|---------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Altitude                                                      | 610m | 610m | 612m | 622m | 612m | 610m  | 620m | 625m | 620m | 622m | 622m | 622m | 622m | 622m | 450m | 800m | 800m | 800m | 800m | 800m |
| Surface relevée (en m <sup>2</sup> )                          | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100   | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 1    | 3    | 1    | 5    | 5    | 10   | 100  | 10   | 10   |
| Recouvrement de la strate sous-arbustive (%)                  | 5    | 80   | 10   | 15   | 20   | 5     | —    | 5    | 10   | 15   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 80   | 30   | —    |
| Recouvrement de la strate herbacée (%)                        | 80   | 15   | 90   | 90   | 80   | 80    | 80   | 70   | 90   | 85   | 25   | 80   | 60   | 40   | 75   | 60   | 100  | 90   | 35   | 10   |
| Recouvrement de la strate muscinale (%)                       | 60   | 80   | 90   | 90   | 90   | 80    | 60   | 100  | 70   | 85   | 95   | 50   | 90   | 100  | 100  | 100  | 80   | 90   | 100  | 60   |
| Exposition :                                                  | N/3° | N/3° | N/2° | N/1° | —    | SE/3° | N/3° | —    | NO/8 | —    | —    | —    | —    | —    | S/12 | NO/5 | —    | N/2° | —    | —    |
| Épaisseur de la tourbe (en dm)                                | 25   | 15   | 35   | 25   | 40   | 20    | 25   | 25   | 30   | 55   | 55   | 55   | 55   | 55   | 4    | 4    | 80   | 15   | 60   | 60   |
| <i>Caractéristiques d'unités supérieures à l'association.</i> |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <i>Oxycoocus quadrifidus</i> (S.m.)                           | 12   | —    | 22   | 22   | 22   | 22    | 12   | 12   | +    | 12   | +    | +    | +    | +    | —    | 22   | 22   | 22   | +    | —    |
| <i>Andromeda polifolia</i>                                    | +    | —    | 21   | 11   | 11   | 21    | —    | 11   | 11   | 11   | 11   | 31   | 21   | 21   | 31   | 21   | +    | 21   | —    | 11   |
| <i>Eriophorum polystachium</i>                                | 11   | —    | 31   | 11   | 21   | 22    | 21   | 21   | 12   | 12   | 12   | 12   | —    | 22   | +    | 12   | +    | —    | 22   | —    |
| <i>Odontoschisma Sphagn.</i>                                  | 6    | —    | —    | —    | —    | +     | —    | 12   | 12   | +    | —    | —    | —    | +    | —    | —    | +    | —    | —    | —    |
| <i>Cephalozia connuens</i>                                    | 12   | +    | +    | +    | +    | +     | —    | +    | 12   | +    | —    | —    | —    | +    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| <i>Cephalozia bicuspidata</i>                                 | —    | 22   | —    | +    | +    | +     | 12   | +    | +    | +    | —    | —    | —    | +    | —    | —    | 22   | —    | —    | —    |
| <i>Cephalozia elachista</i>                                   | 12   | 12   | +    | 12   | +    | —     | —    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | +    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| <i>Calypogeia sphagnicola</i>                                 | —    | —    | —    | —    | +    | —     | —    | +    | +    | +    | —    | —    | —    | +    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| <i>Gymnocolla inflata</i>                                     | 12   | —    | —    | —    | +    | —     | 12   | +    | +    | 12   | +    | +    | +    | +    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| <i>Lepidoxia setacea</i>                                      | —    | —    | —    | —    | —    | 12    | —    | —    | 12   | +    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| <i>Lepidoxia ventricosa</i>                                   | —    | —    | —    | —    | +    | —     | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | +    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |



[illegible]

[illegible]

Les numéros entre parenthèses correspondent aux numéros d'enregistrement, dans la documentation du Centre de Cartographie phytosociologique des relevés faits par l'auteur à la Station scientifique du Mont Rigi.

Rel. 15 : *Quercus pedunculata* +, *Blechnum spicant* +, *Nardus stricta*.

Les 4 premiers relevés montrent la dominance incontestable d'*Eriophorum vaginatum* et *Sphagnum recurvum*. La sociabilité d'*Eriophorum vaginatum* y est parallèlement fort élevée. Nous pensons qu'il est permis d'établir le groupement de ces deux espèces comme pivot d'une association végétale unique : le *Vaginato-sphagnetum recurvi* dont le relevé 1 fixe la composition, et de ne pas élever chacune d'elles au niveau d'espèces caractéristiques d'unités phytosociologiques supérieures.

La forme typique de cette association est caractérisée par la dominance de la strate herbacée sur la strate muscinale. De plus, *Empetrum nigrum* y est le plus abondant. Nous confirmons donc le point de vue de DUVIGNEAUD (1949) suivant lequel le *Vaginato-sphagnetum recurvi* est la principale station d'*Empetrum nigrum* dans nos régions.

Le relevé 2 montre sensiblement la même composition floristique que le relevé 1, mais la strate herbacée y est étouffée sous une strate de buissons de *Vaccinium uliginosum*, c'est le *Vaginato-sphagnetum recurvi vaccinietosum uliginosi*.

Dans les relevés 3 et 4, la strate muscinale prend plus d'importance à mesure que la surface du sol devient horizontale. Elle est constituée de *Sphagnum medium* et *S. rubellum*. Nous y avons trouvé aussi *Sphagnum fuscum*. Ce sera le *Vaginato-sphagnetum recurvi sphagnetosum medio-rubelli*.

Le relevé 5 où la pente du terrain est nulle, montre une prédominance de la strate sphagnale (*Sphagnum medium* et *S. rubellum*) sur la strate herbacée : *Sphagnetum medio-rubelli vaginetosum*.

*Sphagnum papillosum*, *S. molluscum*, *Scirpus caespitosus* ssp. *germanicus* (localement *Sphagnum imbricatum* et *Drosera rotundifolia*) caractérisent les relevés 7 à 10. Ils constituent un *Sphagnetum papillosum*.

Cependant aucun des relevés n'apporte un exemple typique de cette association. Ces relevés doivent en fait être rattaché au *Sphagnetum papillosum vaginetosum*, sous-association dont la forme est fixée par les relevés 6 et 7.

Les relevés 8 et 10 précisent la composition d'une sous-association à *Sphagnum medium* : *Sphagnetum papillosum vaginetosum medii*.

Dans les relevés 9 et 10, l'abondance de *Narthecium ossifragum* doit être soulignée. Elle constitue une zone présentant une



mosaïque de tapis ou de coussins de Sphaignes, et de « Schlenken ». Les relevés 11 à 13 proviennent de l'analyse de ces « Schlenken » ; le relevé 14 donne l'analyse des coussins.

Les « Schlenken » sont colonisés par une association subaquatique à *Rhynchospora alba* et *Zygogonium Ericetorum*, dont le relevé 12 fixe la composition : celle du *Rhynchosporetum albae*.

La colonisation du plan d'eau par les tapis des Sphaignes se fait de deux manières : par *Sphagnum molluscum* : *Rhynchosporetum albae sphagnetosum mollusci* (rel. 11) ; par *Sphagnum recurvum* : *Rhynchosporetum albae sphagnetosum recurvi* (rel. 13).

Les coussins (rel. 14) sont formés d'un *Sphagnetum papillosum vagineto-sphagnetosum medii*, (analogue au rel. 8).

En plus de ces deux associations, le relevé 10 fait apparaître un *Sphagnetum papillosum vaginato-narthecietosum*. Cette association est isolée de la mosaïque (dans le relevé 9) qui représente la composition d'une plage de *Narthecium ossifragum*.

\* \* \*

EN RÉSUMÉ, les aspects physionomiques que nous avons analysés peuvent être caractérisés sociologiquement comme suit :

- F. Clefay. Cespites d'*Eriophorum vaginatum* couverts d'*Empetrum nigrum* = Rel. 1 : *Vaginato-sphagnetum recurvi*.
- F. Clefay. Cespites d'*Erioph. vag.* couverts de *Vaccinium uliginosum* = Rel. 2 : *Vaginato-Sphagnetum recurvi vaccinietosum uliginosi*.
- F. Clefay et F. wallonne. Cespites d'*Erioph. vag.* entourant de larges coussins de Sphaignes. = Rel. 3 et 4 : *Vaginato-sphagnetum recurvi sphagnetosum medio-rubelli*.
- F. Clefay. Larges coussins de Sphaignes. = Rel. 5 : *Sphagnetum medio-rubelli vaginetosum*.
- F. Clefay et F. wallonne. Cespites d'*Erioph. vag.* entourant des tapis de Sphaignes. = Rel. 6 et 7 : *Sphagnetum papillosum vaginetosum*.
- F. wallonne. Larges coussins de Sphaignes. = Rel. 8 : *Sphagnetum papillosum vagineto-sphagnetosum medii*.
- F. wallonne. Plages de *Narthecium ossifragum*, orientées dans le sens de la pente. = Rel. 9 : *Sphagnetum papillosum vaginato-narthecietosum ossifragi*.

F. wallonne. Tapis et coussins de Sphaignes, enserrant des « Schlenken » = Rel. 10 : Mosaïques de *Sphagnetum papilloso vagineto-sphagnetosum medii* ; de *Sphagnetum papilloso vagineto-narthocietosum* de *Rhynchosporium albae*.

Ainsi donc les divers aspects de végétation délimités par leur physionomie ont également une composition phytosociologique distincte.

Par contre, l'analyse phytosociologique nous oblige à scinder le type de végétation défini par des larges coussins de Sphaignes, en deux associations végétales : *Sphagnetum medio-rubelli vaginetosum*, en fagne de Clefay, *Sphagnetum papilloso vagineto-sphagnetosum medii*, en fagne wallonne.

### 3. RÉPARTITION DES ASSOCIATIONS DANS LES DEUX TOURBIÈRES.

Examinons la carte de la végétation des deux tourbières (voir carte phyto sociologique, Fig. XXIII).

*Physionomiquement*, la carte montre une différence très marquée entre les deux tourbières : tourbière blanche à Clefay, tourbière colorée en fagne wallonne.

*Floristiquement*, la distinction est moins tranchée ; mais cependant, on peut constater sur les listes de relevés du tableau phytosociologique, la localisation, uniquement en fagne wallonne de *Rhynchospora alba*, la localisation, uniquement en fagne de Clefay, de *Sphagnum fuscum*.

*Sociologiquement*, le *Sphagnetum papilloso* domine en fagne wallonne, le *Vaginato-sphagnetum recurvi* domine en fagne de Clefay.

*Cependant, toutes les associations que nous avons repérées existent à la fois sur les deux tourbières* : le *Sphagnetum papilloso vagineto-narthocietosum* et le *Rhynchosporium albae* présents dans la fagne wallonne sont présents aussi en fagne de Clefay (Le *Rhynchosporium* réduit au seul *Sphagnum cuspidatum*), mais leur très faible superficie n'est pas cartographiable ; de même le *Sphagnetum medio-rubelli vaginetosum* présent en fagne de Clefay est présent aussi en fagne wallonne mais sous la forme de petits îlots, non cartographiables, clairsemés dans le *Vaginato-sphagnetum recurvi sphagnetosum medio-rubelli*.



a) En ce qui concerne la tourbière de la fagne wallonne, on trouve dans la partie centrale un *Sphagnetum papilloso vagineto-narthecietosum*. Les limites de cette association ont une forme triangulaire : la pointe orientée vers le setchamps de Botrange, la base vers la zone élargie de la tourbière. Au creux de la selle formée par la tourbière la nappe d'eau affleure (formation de Schlenken) et permet la vie du *Rhynchosporetum albae*.

Dans le cirque d'érosion qui se devine dans la tourbière vers la rivière Helle, le *Sphagnetum papilloso vagineto narthecietosum* est plus riche en coulée de *Narthecium*.

La zone à *Narthecium* est encerclée par une végétation formant une sorte de double couronne (morcelée du côté Ouest).

La couronne extérieure est couverte par une végétation où se localise *Sphagnum medium* : *Vaginato-sphagnetum recurvi sphagnetosum medio-rubelli*. Elle est interrompue au Sud.

La couronne intérieure est constituée d'un *Sphagnetum papilloso vagineto-sphagnetosum medii*. Elle est établie (zone N-E) sur cette partie de la tourbière qui est surélevée d'un demi-mètre par rapport aux surfaces voisines.

Tout autour de cette double couronne, surtout à l'Ouest et au Sud-Est, s'étale une végétation entièrement formée par un *Sphagnetum papilloso vaginetosum*, avec quelques rares îlots de *Vaginato-sphagnetum recurvi*.

b) En ce qui concerne la tourbière de Clefay, la partie centrale est constituée d'un *Sphagnetum medio-rubelli vaginetosum*.

Elle a une forme circulaire ; elle est comparable comme superficie à la zone à « Schlenken » (*Rhynchosporetum*) qui occupe sur la fagne wallonne la même position (voir carte Fig. I : A) par rapport au relief que le *Sphagnetum medio-rubelli vaginetosum* sur la fagne de Clefay (Voir carte, Fig. I : B) ; mais en fagne de Clefay, la nappe d'eau n'affleure pas ; au contraire, c'est là qu'elle est la plus éloignée du tapis végétal.

Cette zone centrale est enserrée par un *Vaginato Sphagnetum recurvi sphagnetosum medio-rubelli* qui s'étend largement à la périphérie ouest, comme en fagne wallonne. Cette association porte un certain nombre de coussins étroits et hémisphériques de *Sphagnum fuscum* (cette espèce constitue la strate sphagnale des tourbières plus boréales et moins océaniques que les nôtres). *Empetrum nigrum* est représenté, sans y atteindre cependant son maximum d'extension. La surface du *Vaginato-sphagnetum recurvi*



*sphagnetosum medio-rubelli* est parsemée de larges coussins qui, isolément, peuvent être rattachés au *Sphagnetum medio-rubelli vaginetosum*; mais leurs surfaces (quelques mètres carrés) ne sont pas cartographiables, à l'échelle employée. A la périphérie Nord et Sud, ces coussins disparaissent complètement.

L'association est un *Vaginato-Sphagnetum recurvi*; elle forme près de la moitié de la « tourbière intacte »; elle est typique sur la pente Nord. *Empetrum nigrum* y est densément représenté. Sur la pente Sud, *Empetrum* est rare; nous y avons trouvé quelques pieds de *Narthecium ossifragum*.

Cette association englobe à sa périphérie des îlots de *Vaginato-recurvi vacciniotosum uliginosi*. Incontestablement ces îlots sont le résultat de l'installation d'une strate de buissons, sur l'association typique qui, de ce fait, subit une altération profonde et se détruit. Les causes de ce phénomène nous sont encore inconnues. Enfin, entre la partie centrale de la tourbière et sa périphérie Sud, s'étend une zone de *Sphagnetum papilloso vaginetosum*, riche en *Cladina*.

\* \* \*

La position écologique de chaque association, telle qu'elle peut être déduite de l'examen simultané des relevés et des aspects physionomiques apparaît dans un graphique (voir Fig. IV), où nous plaçons en ordonnées : le mode de structure de la végétation schématisé par la succession suivante : « Schlenken », Tapis, Cespites, Larges coussins, Buissons.

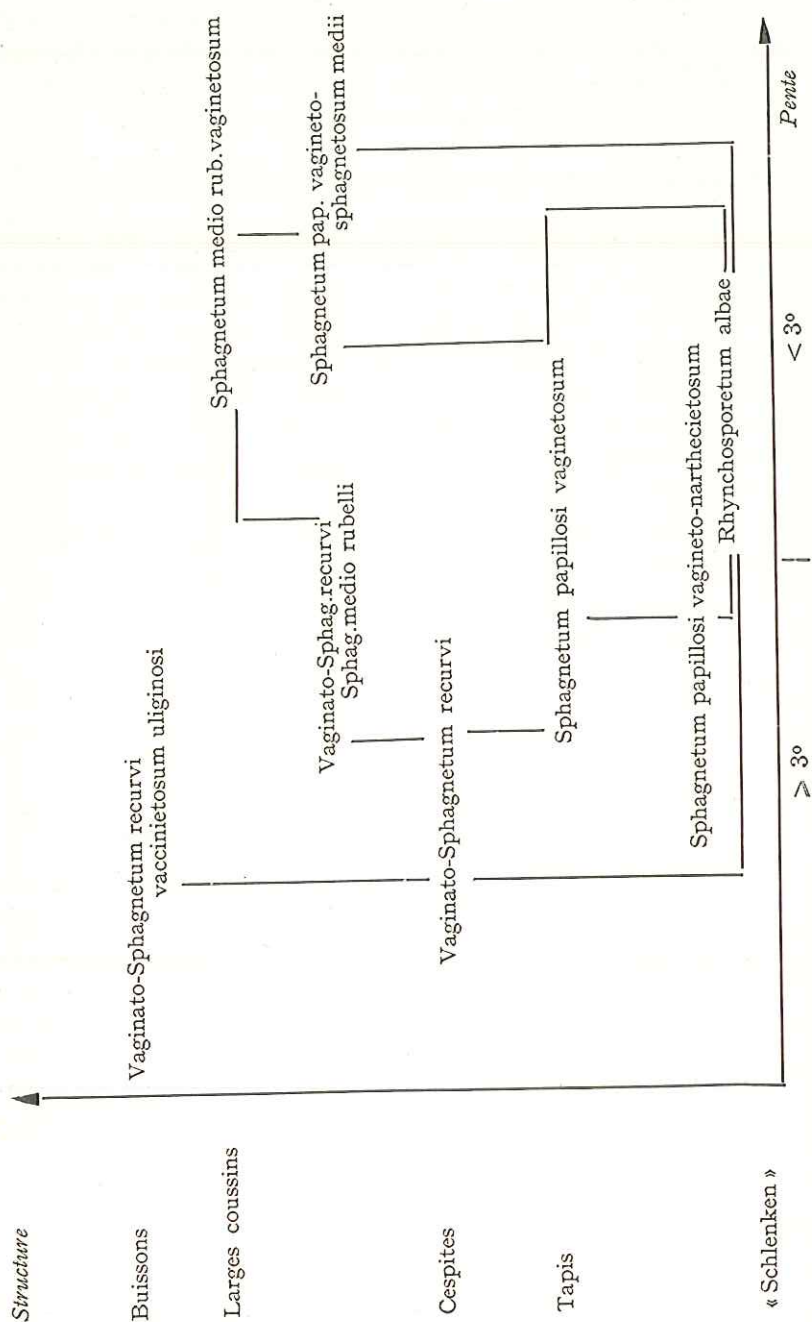
En abscisses, les valeurs de la pente du terrain.

On constate que ces groupements végétaux forment plusieurs chaînes continues qui permettent le passage par tous les types de structure de la végétation.

Le *Rhynchosporium albae* se trouve en eau libre stagnante.

Le *Sphagnetum papilloso vagineto-narthecietosum* se trouve sous forme de tapis, en bordure des « Schlenken », donc près de la nappe aquifère, quelle que soit la pente. Le fait que les plages de *Narthecium ossifragum* s'orientent dans le sens de la pente lorsque celle-ci s'accentue, nous permet de confirmer le point de vue de BOUILLENNE (1939) qui localise cette plante en eau courante, près de la surface du sol.

FIG. IV. — Position écologique sommaire des associations végétales dans les tourbières « intactes ».



Le *Vaginato-Sphagnetum recurvi* se localise sur une pente faible (de l'ordre de 3°) tandis que le *Sphagnetum medio-rubelli vaginetosum* et le *Sphagnetum papilloso vagineto sphagnetosum medii*, en larges coussins, sont établis sur les replats.

Cependant nous ignorons dans quel sens, il faut relier ces chaînes d'évolution qui permettent le passage d'un groupement à un autre. Compte tenu du rôle constructeur de tourbe réalisé par les Sphaignes, on peut supposer que l'évolution se fait du groupement le plus aqueux, vers le groupement le plus sec. Mais la croissance, en hauteur de larges surfaces de végétation provoquent l'exhaussement de la tourbe et de la nappe aquifère sur une hauteur relativement importante, sans déterminer, dans les conditions naturelles de circulation de l'eau, une rupture entre la nappe d'eau superficielle existant dans la végétation et celle se trouvant dans la tourbe.

Dès lors, on peut se demander s'il n'entre pas dans ces chaînes évolutives, un certain nombre d'alternances ?

Mais les listes statistiques des relevés phytosociologiques ne nous permettent pas de répondre à cette question.

Nous aborderons ce problème, par l'étude de transects.

#### 4. ANALYSE DES TYPES PHYSIONOMIQUES PAR TRANSECTS.

Chacune des surfaces, physionomiquement repérées, a fait l'objet d'observations en profondeur : une tranchée a été creusée afin d'y mettre en évidence sur les parois, le substrat organique qui existe sous la végétation analysée. La profondeur de la tranchée est conditionnée par le niveau de la nappe aquifère <sup>(1)</sup> de la tourbière. En dessous de la nappe, les observations directes sont plus délicates. Il faut avoir recours à l'observation microscopique des débris organiques. Nous appellerons ces tranchées des « transects ».

A l'examen, les profils apparaissent ondulés et révèlent un

(1) La variation saisonnière de cette nappe aquifère est aujourd'hui sous la stricte dépendance des précipitations atmosphériques, tel qu'il sera démontré plus loin. Les transects ont été creusés pendant une période de stabilité hydrologique.



enchevêtrement de nombreuses espèces, réparties essentiellement en trois strates :

1) Une strate muscinale que l'on peut décomposer :

en strate algale : algues et lèpres lichéniques.

en strate hépaticale,

en strate sphagnale, où nous rangerons sphaignes, mousses, lichens et le plus souvent, *Oxyccocos quadripetalus*.

2) Une strate herbacée composée de *Monocotylédones* et d'*Ericacées* de petites tailles ou d'*Ericacées* jeunes.

3) Une strate sous-arbustive formée par les buissons d'*Ericacées* de tailles plus grandes (*Nanophanérophytes* ou *Nanobuissons*).

Dans de nombreux travaux [OSVALD (1923), BOUILLENNE (1938), DUVIGNEAUD (1949),] l'accent a été mis sur l'importance de la strate muscinale dans l'écologie des groupements végétaux de tourbière.

Il est établi que cette strate conditionne le degré d'acidité du milieu (RAMAUT, 1955) et l'évapo-transpiration du tapis végétal (TINBERGEN, 1940). Ces facteurs varient, dans une mesure qui nous est inconnue, suivant l'espèce dominante de la strate muscinale.

Il y a sur les deux tourbières envisagées une trentaine d'espèces dans la strate muscinale mais en première approximation, les hépatiques, les lichens et les algues forment trois entités bien marquées tandis que les mousses et sphaignes, eu égard à leur taille plus grande et à leur formation en coussins et tapis homogènes, présentent des aspects plus complexes et doivent être étudiées séparément.

Un double mètre ruban métallique, déroulé au long de la tranchée d'un transect permet de reporter sur le profil la place et l'étendue occupées par chaque espèce de la strate muscinale. A partir de ce dessin, on peut caractériser la position de l'espèce sur les coussins et la distance qui la sépare de la nappe aquifère.

On note ainsi les limites, non pas seulement d'une espèce mais aussi d'une entité écologique. Un mélange indissociable de deux ou plusieurs espèces de la strate muscinale peut se manifester et est noté globalement.

Une dizaine d'espèces seulement, vivent dans les strates supérieures de la végétation de la tourbière.

EN GÉNÉRAL, elles sont réparties sur la strate muscinale et constituent diverses « entités écologiques » dans lesquelles elles interviennent plus ou moins et justifient leurs subdivisions : l'ombre apportée semblerait être un facteur déterminant ainsi qu'on peut conclure des travaux de FIRBAS (1932) et TINBERGEN (1940).

PLUS RAREMENT, la strate muscinale faisant défaut, les plantes supérieures recouvrent directement la surface tourbeuse ; les limites d'extension de chaque espèce fournissent alors les limites de « l'entité écologique » <sup>(1)</sup>.

Nous appellerons ces « entités », des *unités écologiques* afin de ne pas les confondre avec les « groupes écologiques » définis par DUVIGNEAUD (1949). La différence essentielle entre ces deux notions réside en ce que l'unité écologique exprime seulement un fait tandis que le groupe écologique est déjà le résultat d'une interprétation. L'unité écologique est approximativement équivalente à la « sociation » de l'école Uppsaliennne.

La délimitation de ces unités écologiques sur le terrain semblerait aboutir à une pulvérisation du tapis végétal où toute notion sociologique disparaît. Elles ont en effet des très petites surfaces. Leur diamètre moyen est de quelques décimètres.

Cependant nous verrons qu'il n'en est rien. Nous en avons délimité, au maximum une centaine, dont la moitié à peine, est susceptible de retenir l'attention.

Nous caractériserons l'unité écologique par le nom des deux ou trois espèces (rarement 1 ou 4) qui dominent : les limites étant donc fournies par les zones d'extension des ou de l'espèce(s) de la strate muscinale.

Nous prolongerons le transect au travers du tapis végétal jusqu'à ce que toutes les unités qui caractérisent la physionomie de celui-ci, aient été rencontrées, de sorte que la longueur des différents transects est assez variables. Grosso-modo, lorsqu'il est court, c'est un indice de l'homogénéité de l'aspect physionomique des végétations : lorsqu'il est long, il traduit une grande variété dans la végétation.

(1) Le niveau de la végétation dont il est, alors, tenu compte dans les transects est celui de la base des pousses de l'année. Ce point de vue est important, car les cespites de plusieurs espèces se transforment parfois en touradons par un accroissement vertical des rhizomes. (Cf. Scirpus : MONOYER 1931).



## a) ANALYSE DES UNITÉS ÉCOLOGIQUES.

Nous avons ouvert dans le tapis végétal des tourbières « intactes » de la fagne wallonne et de la fagne de Clefay 10 transects, totalisant environ une centaine de mètres de profils. (Voir Fig. VII, VIII et IX). Nous avons échantillonné une centaine d'unités rassemblées dans le tableau (Fig. V), où dix colonnes représentent les dix transects. Les unités écologiques qui chacune portent un numéro sont reprises dans ces colonnes, par les coefficients qui traduisent leur dominance dans chaque transect. Le premier nombre est le pourcentage occupé par l'unité considérée par rapport à la longueur du transect. (a).

Le second nombre indique combien de fois l'unité se répète dans le transect (Fréquence). (b),

Ces coefficients permettent un choix parmi ces unités. Nous distinguerons 5 classes :

1) L'unité occupe plus de 10 % de la longueur du transect, elle se présente plusieurs fois. Ce sera la *classe V*.

2) L'unité occupe plus de 10 % de la longueur du transect, mais n'est présente qu'une fois : *classe IV*.

3) L'unité occupe moins de 10 % de la longueur du transect. Elle s'y trouve plusieurs fois : *classe III*.

4) L'unité occupe moins de 10 % de la longueur du transect ; elle n'est présente qu'une fois. Ce sera la *classe II*.

5) L'unité, occupe moins de 10 % de la longueur du transect et n'est présente qu'une seule fois dans l'ensemble des transects. Ce sera la *classe I*.

Il est remarquable que si l'on néglige la classe I, la longue liste d'unités en est réduite à plus de la moitié mais les unités restantes occupent encore, à l'exception du cas du transect 5, 75 à 100 % de la longueur des transects.

Les unités écologiques peuvent être caractérisées d'une autre manière : nous avons reporté pour chaque unité des 4 premières classes, les distances extrêmes qui, dans les transects, les séparent de la nappe aquifère libre, ainsi que, parfois, la distance la plus fréquemment observée. (Tabl. Fig. V : 11<sup>e</sup> colonne). Nous avons également noté l'orientation moyenne de l'unité sur les coussins ou dans les creux, pour autant que cette moyenne repose sur un nombre suffisant d'observations.





| Classe III                                 |                                                 |     |    |     |    |    |    |    |             |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----|----|-----|----|----|----|----|-------------|
| 73                                         | Scirpus caespitosus.                            |     |    |     |    |    |    |    | 10 à 2      |
| 6                                          | Sphagnum cuspidatum.                            |     |    |     |    |    |    |    | — 8 à 2 (0) |
| 2                                          | Hépatiques.                                     |     |    |     |    |    |    |    | — 2 à 1     |
| 12                                         | Hépatiques, Narthecium.                         |     |    |     |    |    |    |    | — 0 à 10    |
| 5                                          | Sphagnum cuspidatum var. plumulosum.            |     |    |     |    |    |    |    | — 3 à — 2   |
| 7                                          | Sphagnum cuspidatum, Rhynchospora.              |     |    |     |    |    |    |    | 1 à 5       |
| 13                                         | Sphagnum mollescens.                            |     |    |     |    |    |    |    | 2 à 10      |
| 22                                         | Sphagnum papillosum, Narthecium.                |     |    |     |    |    |    |    | 2 à 10 (3)  |
| 41                                         | Sphagnum imbricatum.                            |     |    |     |    |    |    |    | 0 à 25 (10) |
| 64                                         | Sphagnum compactum, Calluna.                    |     |    |     |    |    |    |    | 5 à 18      |
| 65                                         | Polytrichum strictum.                           |     |    |     |    |    |    |    | 10 à 30     |
| 66                                         | Polytrichum strictum, Erica.                    |     |    |     |    |    |    |    | 0 à 10      |
| 78                                         | Eriophorum vaginatum, Hépatiques, Erica.        |     |    |     |    |    |    |    | 5           |
| 81                                         | Eriophorum vaginatum, Calluna.                  |     |    |     |    |    |    |    | 10 à 30     |
| 83                                         | Eriophorum vaginatum, Algues.                   |     |    |     |    |    |    |    | 15 à 30     |
| 92                                         | Calluna, Hépatiques.                            |     |    |     |    |    |    |    | 10 à 20     |
| 95                                         | Lichens.                                        |     |    |     |    |    |    |    | 4 à 30      |
| Classe II                                  |                                                 |     |    |     |    |    |    |    |             |
| 18                                         | Sphagnum palustre.                              |     |    |     |    |    |    |    | 0           |
| 30                                         | Sphagnum papillosum, Polytrichum strictum.      |     |    |     |    |    |    |    | 10 à 30     |
| 50                                         | Sphagnum medium, Polytrichum strictum, Calluna. |     |    |     |    |    |    |    | 10 à 30     |
| 53                                         | Sphagnum rubellum.                              |     |    |     |    |    |    |    | 5 à 20      |
| Pourcentage total des 4 premières classes. |                                                 | 100 | 77 | 100 | 92 | 65 | 98 | 82 | 82          |
|                                            |                                                 |     |    |     |    |    |    |    | 79          |

## Classe I.

3. Algues-Hépatiques — 8. Algues, Sphagnum cuspidatum, Rhynchospora — 9. Sphagnum cuspidatum, Eriophorum polystachium — 14. Rhynchospora, Sphagnum mollescens — 16. Hépatiques, Sph. mollescens, Erica — 19. Sphagnum papillosum, Sphagnum mollescens — 21. Sphagnum papillosum, Rhynchospora — 23. Sphagnum papillosum — Sphagnum palustre, Narthecium — 26. Sphagnum papillosum, Andromeda — 29. Sphagnum palustre, Erica, Calluna. — 31. Sphagnum papillosum, Polytrichum strictum, Oxycoccus quadripetalus — 38. Sphagnum recurvum, Eriophorum vaginatum, Erica Tetralix — 39. Sphagnum recurvum, Eriophorum vaginatum — Polytrichum strictum, Lichens — 40. Sphagnum recurvum, Calluna — 45. Sphagnum medium, Hépatiques — 47. Sphagnum medium, Andromeda. — 49. Sphagnum medium, Empetrum — 52. Sphagnum medium, Sphagnum rubellum — 55. Sphagnum rubellum) Polytrichum strictum. — 56. Sphagnum rubellum, Polytrichum strictum, Empetrum. — 57. Sphagnum fuscum — 63. Sphagnum compactum — 67. Polytrichum strictum, Erica, Calluna — 68. Polytrichum strictum, Calluna — 69. Polytrichum strictum, Hépatiques, Calluna — 70. Polytrichum strictum, Empetrum — 74. Scirpus, Polytrichum strictum — 75. Scirpus, Hépatiques, Erica — 77. Eriophorum vaginatum, Erica — 87. Erica, Lichens — 90. Calluna, Entodon Schreberi — 94. Entodon Schreberi, Hépatiques — 96. Lichens, Hépatiques — 97. Aulacomnium palustre — 98. Sphagnum rubellum, Eriophorum vaginatum (\*) — 99. Andromeda, Eriophorum polystachium — 100. Lichens, Andromeda.

Notre but est de transformer ces unités écologiques, en quelques groupes d'espèces, présentant des analogies dans leur comportement sur le terrain.

La méthode de dépistage de ces groupes est envisagée de la manière suivante : elle repose sur les données du tableau, Fig. V.

Nous avons d'abord tenu compte des distances extrêmes et de la distance la plus fréquente (distance optimale) qui séparent *chaque espèce* du niveau de la nappe aquifère. Dans ce but, nous avons réuni dans le graphique, Fig. VI, chacune des unités à laquelle l'espèce envisagée participe. Les unités y sont représentées par des vecteurs dont la longueur, parallèle à l'ordonnée indique les positions observées par rapport au niveau de la nappe aquifère, avec éventuellement, en hachuré, les positions les plus fréquentes. L'épaisseur du trait est fonction de l'importance de l'unité (classes I à V). On a ainsi à la fois l'importance de l'espèce dans l'ensemble des dix transects et ses positions extrêmes et optimales par rapport au plan d'eau.

Nous avons ensuite rapproché les formes géométriques semblables.

Onze groupes apparaissent. Voici leur constitution :

*Sphagnum recurvum* — *Eriophorum vaginatum* — *Empetrum nigrum*.

*Sphagnum papillosum* — *Sphagnum imbricatum* — *Erica Tetralix*.

*Sphagnum medium* — *Sphagnum rubellum*.

*Calluna vulgaris* — *Polytrichum strictum* — *Entodon Schreberi*.

Hépatiques.

Lichens.

Algues.

*Rhynchospora alba* — *Sphagnum cuspidatum*.

*Sphagnum molluscum* — *Sphagnum palustre*.

*Narthecium ossifragum*.

*Scirpus caespitosus*.

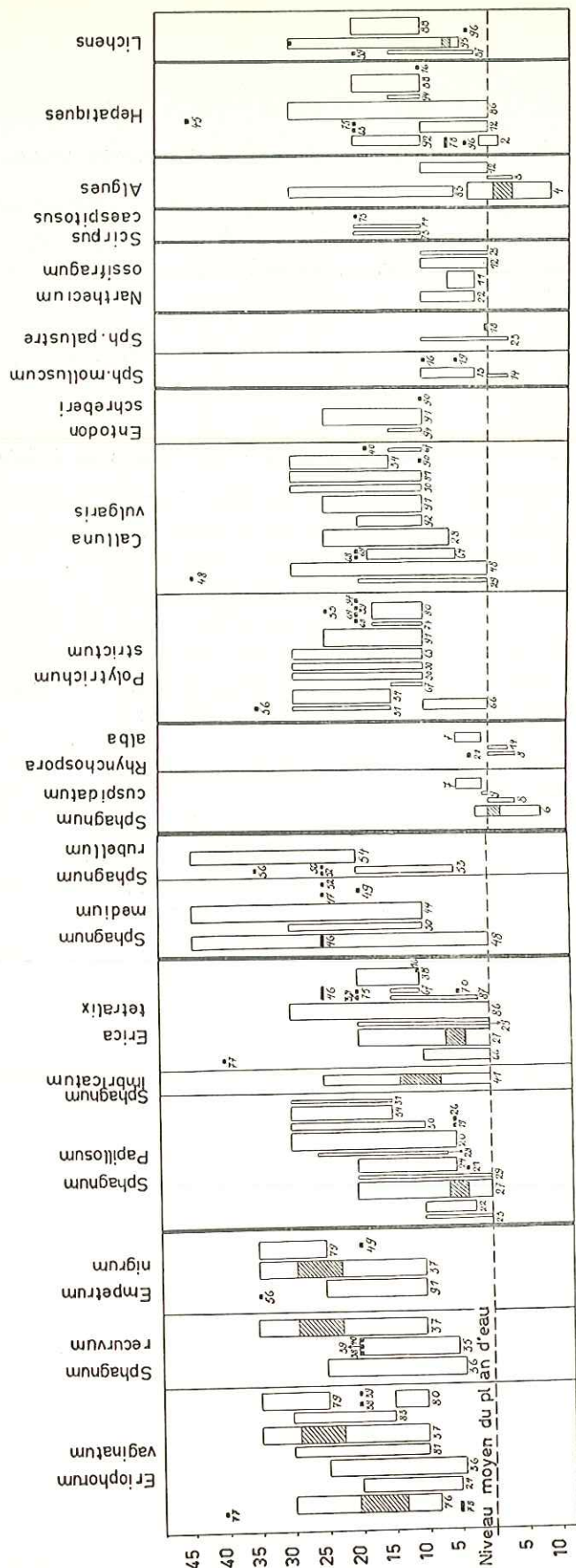
Les deux derniers groupes sont formés d'une seule espèce.

Les transects ont rencontré rarement certaines espèces peu nombreuses que nous n'avons pas reprises dans ces 11 groupes (*Drosera rotundifolia*). Il est évident que leur rôle dynamique est peu important.

Nous nous proposons de décrire chacun des 11 groupes et de dégager leur écologie propre. Nous nous sommes servi, en plus



FIG. VI. — Tableau de groupements des unités.



des transects, de quelques croquis de petites surfaces végétales qui ont été jalonnées en permanence, sur la tourbière (carrés permanents : voir Fig. X, XI et XII).

b) ANALYSE DES GROUPES ÉCOLOGIQUES (D'après la définition de DUVIGNEAUD, 1949).

1) Groupe *Rhynchospora alba*. — *Sphagnum cuspidatum*.

La proximité de la nappe aquifère joue de toute évidence, un rôle dans le développement de ce groupe : toujours entre 8 cm sous la nappe aquifère et 5 cm au dessus de celle-ci.

Au point de vue évolution, le groupe s'installe aux dépens des algues et des hépatiques, lorsque celles-ci sont immergées (voir dans le transect 7 : 705 à 745). Cette installation est mise en évidence dans le carré permanent C (Fig. X) : la strate muscinale y est partiellement immergée. On y constate :

que le *Sphagnum cuspidatum* s'est étendu de 25 cm<sup>2</sup>, en 13 mois. Les individus de cette espèce possèdent ici une tête globuleuse, plus fournie que celle de l'espèce type. Sa couleur est toujours beaucoup plus pâle. (Var. *plumulosum*).

que la colonisation, par cette variété *plumulosum* se fait sur un feutrage d'algues ;

que *Sphagnum cuspidatum* est installé par petites plages de quelques brins, tant sur algues que sur hépatiques, dans le peuplement de *Rhynchospora*.

Le groupe ne forme pas de coussins. Dans le carré permanent E (Fig. XI) de même que dans le transect 8, le groupe complet est représenté ; *Eriophorum polystachium* paraît atteindre un optimum de développement au niveau de la nappe.

Les espèces de ce groupe occupent 9 à 10 % des transects 7 et 8. Il est présent dans 5 des 10 transects.

2) Groupe *Sphagnum molliuscum* — *Sphagnum palustre*.

Ce groupe s'installe au raz de la nappe aquifère à quelques cm au-dessus du groupe 1) ; il envahit *S. cuspidatum* et l'étouffe. Il s'installe aussi sur les Hépatiques exondées (voir *Sphagnum palustre* dans le carré permanent D). Il ne forme des coussins que rarement.

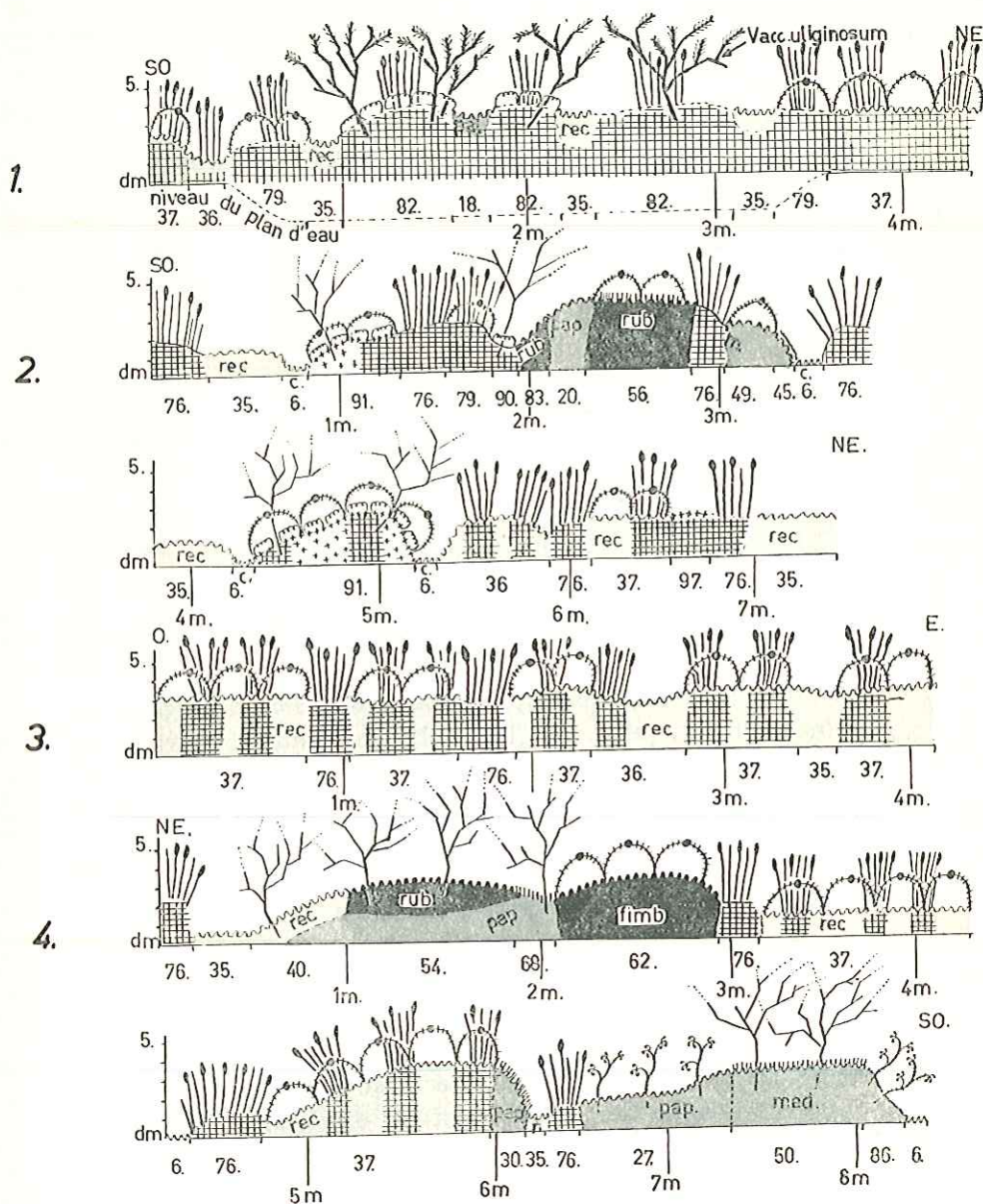


FIG. VII. — Transects 1 à 4.



Il semble que *Sphagnum molluscum* soit plus héliophile que *Sphagnum palustre*, que l'on ne trouve pas en plages nues, mais le plus souvent sur les bords abrités des « Schlenken » ou dans les creux entre les touradons d'*Er. vaginatum*. En fait, nous n'avons jamais trouvé ces deux *Sphagnum* en mélange. *Sphagnum molluscum* forme une plage étendue dans le carré permanent E (Fig. XI).

Les espèces de ce groupe occupent 7 % des transects 7 et 8. Il est présent dans 4 des dix transects.

3) Groupe *Sphagnum papillosum*, *Sphagnum imbricatum*, *Erica Tetralix*.

Ce groupe est installé à partir du niveau de la nappe aquifère à une trentaine de centimètres au-dessus de celle-ci mais la distance la plus fréquemment observée ne dépasse pas une vingtaine de cm. Il forme souvent des coussins.

L'installation se fait en plages qui s'agrandissent :

principalement au dépens du groupe *Sph. cuspidatum* (voir Carré permanent C), (Fig. X), quelques centimètres au-dessus de la nappe aquifère ;

aux dépens du groupe *Sphagnum molluscum*, *Sphagnum palustre* (voir car. perm. E) (Fig. XI). Les unités *Sphagnum molluscum* — *Sphagnum papillosum* (19) et *Sphagnum palustre* — *Sphagnum papillosum* (*Narthecium ossifragum*) (23), sont des étapes de transition entre la dominance de l'un et de l'autre groupe ;

*Sphagnum papillosum* et *Sph. imbricatum* surmontent fréquemment des petits touradons d'*Eriophorum vaginatum*, ceci est particulièrement visible sur le transect 6 (340 à 425) et sur le schéma 1 (Fig. XII).

L'unité transitoire *Sphagnum papillosum* — *Eriophorum vaginatum* (24) se trouve dans deux transects, et y occupe 4 et 12 % de la végétation (le dernier pourcentage, élevé, sera expliqué plus loin) ;

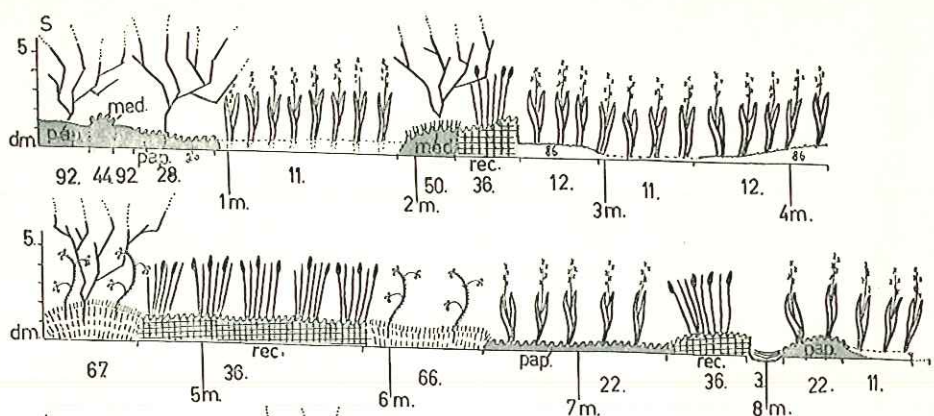
*Sphagnum papillosum* enserre, puis surmonte également les espites de *Scirpus caespitosus*.

*Andromeda polifolia* semble lié à ce groupe lorsqu'il est voisin du plan d'eau (voir transect 5, Fig. VIII et Carrés perm. A et B, Fig. X).

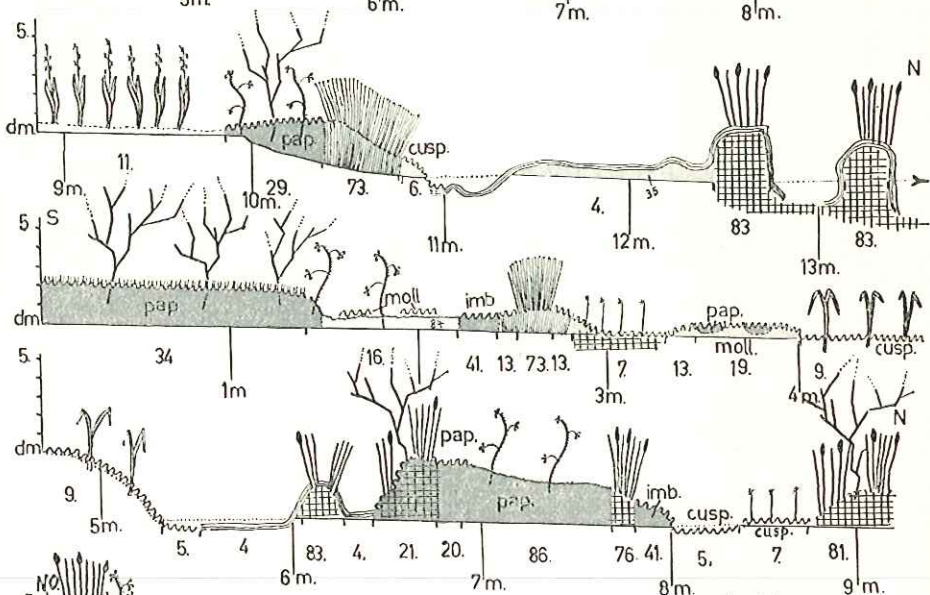




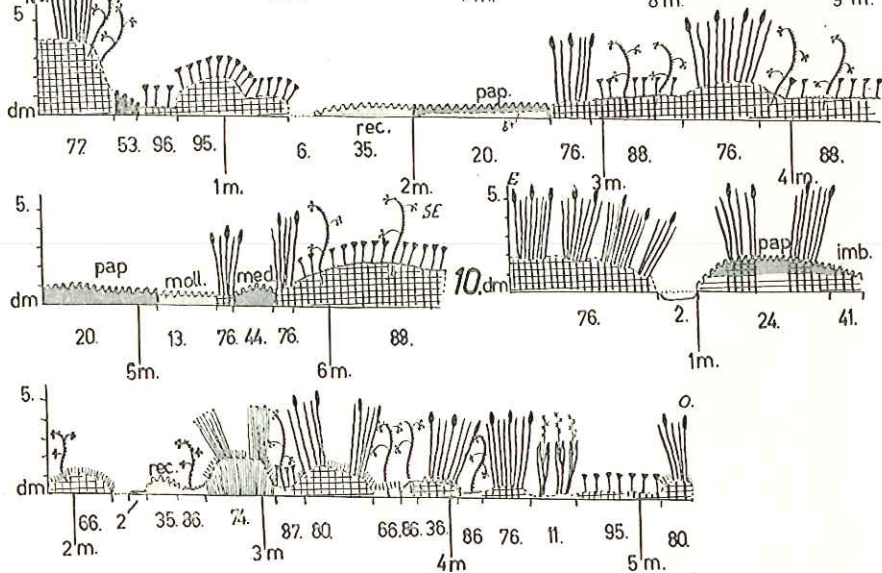
8A.



8B.



9.



10.

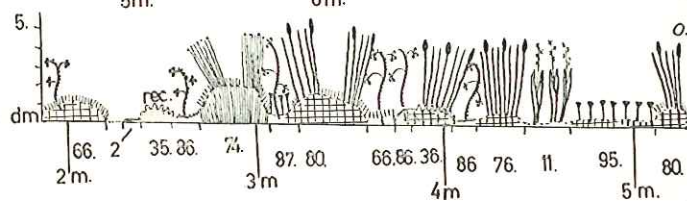


FIG. IX. — Transects 8 à 10.



*Erica Tetralix* est lié à ces Sphaignes : l'unité *Sphagnum papillosum* — *Erica Tetralix* occupe 16 % du transect 7 et 9 % du transect 4.

Ces bruyères s'étagent avec une égale densité entre le niveau de la nappe aquifère et le niveau maximum atteint par *Sph. papillosum* (voir transects 4 et 7).

Un accroissement de la densité d'*Erica Tetralix* stabilise le groupe et entraîne des répercussions sur la strate sphagnale. (voir plus loin). Le groupe occupe une zone allant du tiers à la moitié des transects 5 à 10. — 14 % du transect 4 — Il est présent dans 8 des 10 transects.

4) Le groupe *Sphagnum recurvum*, *Eriophorum vaginatum*, *Empetrum nigrum*.

*Sphagnum recurvum* apparaît dominant à partir de quelques centimètres au-dessus du niveau de la nappe aquifère jusqu'à une trentaine de centimètres plus haut où il semble atteindre son optimum. Son installation sur *Sphagnum cuspidatum* est délicate à mettre en évidence stratigraphiquement, les deux espèces appartenant à la même tribu des *cuspidata* et leurs feuilles possédant de ce fait les mêmes formes cellulaires. Cette évolution est apparente cependant dans les transects suivants : transect 2 (30 à 80 ; 380 à 430 ; 520 à 590) transect 4 (420 à 435) ; transect 9 (145 à 200), de même dans le schéma E (Fig. XI).

*Sphagnum recurvum* montre sur nos tourbières un polymorphisme que nous n'avons pu mettre en rapport avec l'existence de variétés, comme celles déterminées généralement par les phytosociologues scandinaves. Pourtant, nous avons pu reconnaître *Sphagnum recurvum*, var. *angustifolium* qui semble ici la variété la plus répandue.

Plus rarement, *Sphagnum recurvum* s'installe sur les Hépatiques et les Algues exondées (voir schéma E).

L'évolution inverse *Eriophorum vaginatum* → Hépatiques ou Algues s'amorce à une plus grande distance de la nappe aquifère ; nous en discuterons plus loin.

Le point de départ de l'installation d'*Eriophorum vaginatum* est difficile à mettre en évidence. Les cespites vivants de la Linai-grette sont presque toujours la tête d'une colonne de rhizomes enfouis dans la tourbe. C'est très rarement que nous avons observé des jeunes plantules sur les Hépatiques ou les Algues.

Le plus souvent il s'agit de fragments de rhizomes qui, dans le feutrage vert, émettent des bourgeons. Selon nous, ces fragments proviennent incontestablement du picorage de certains oiseaux comme les grouses qui vivent encore sur les deux tourbières.

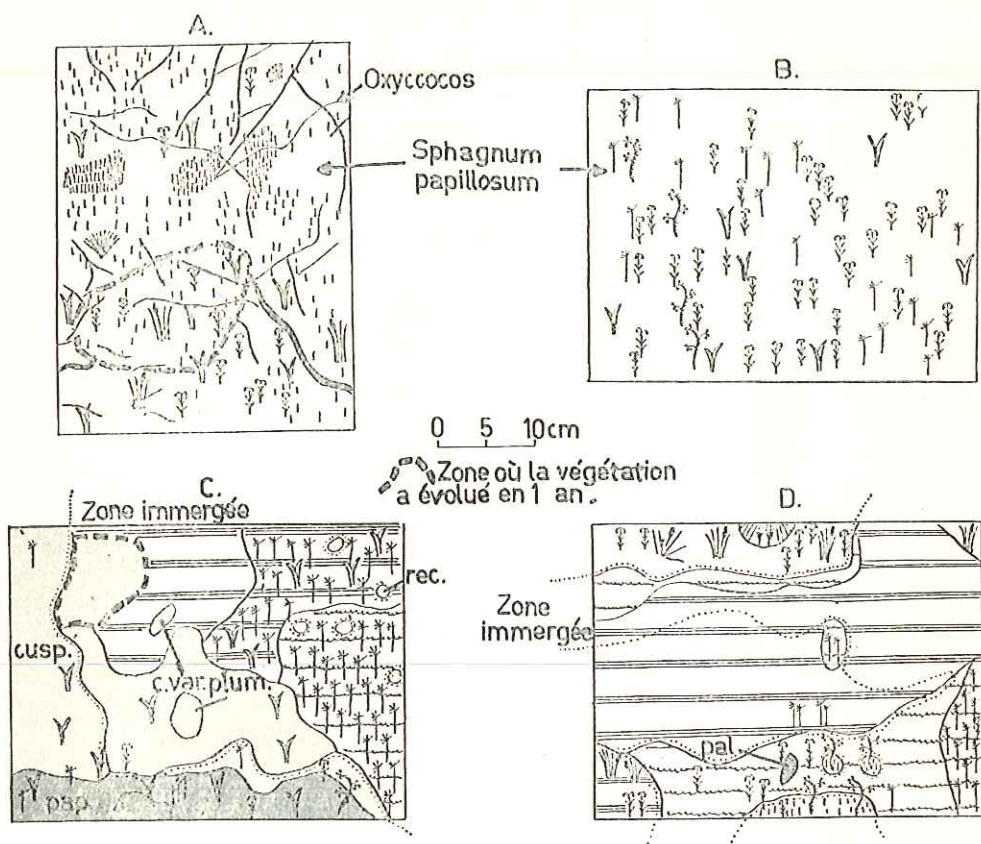


FIG. X. — Carrés permanents A à D.

*Sphagnum recurvum* et *Eriophorum vaginatum* forment une unité homogène (36) dans 8 des 10 transects, atteignant 21 % dans le transect 5.

*Empetrum nigrum* joue ici le même rôle qu'*Erica Tetralix* dans le groupe précédent ; en densité moyenne, il participe à l'activité turfigène du groupe ; très dense, il provoque l'arrêt de cette activité, comme il sera décrit plus loin.

Rappelons que selon PRÉVOT (1937), la croissance longitudinale d'*Empetrum nigrum* est en fagne de Clefay de 55 mm, en moyenne, par an. L'unité *Sphagnum recurvum* — *Eriophorum vag.* — *Empetrum nigrum* est localisée dans les quatre premiers transects avec, dans trois de ceux-ci, des pourcentages importants (24 % - 28 % et 73 %). Les espèces de ce groupe sont représentées dans tous les transects. Il occupe de 15 à 100 % de la longueur de ces transects.

5) Le groupe *Sphagnum medium* — *Sphagnum rubellum*.

Par rapport aux deux précédents, ce groupe paraît indépendant du niveau du plan d'eau puisque nous l'avons noté jusqu'à 45 cm au-dessus de ce niveau, sans que l'on puisse ici définir de niveau optimal. Il s'agit le plus souvent de formations en coussins.

a) Ces *Sphagnum* s'installent particulièrement sur *Eriophorum vaginatum* dont ils enveloppent les touradons même très élevés. Voir transect 2 (300 à 340) et transect 5 (235 à 320 et 600 à 700). C'est particulièrement évident sur le schéma 3 (Fig. XII) où l'on peut également constater que *Sphagnum rubellum* a formé un coussin sur un soubassement de 6 touradons de Linaigrettes.

b) L'installation sur *Sphagnum papillosum* est beaucoup plus rare. Une telle succession est visible cependant dans le transect 4 (100 à 200) : elle s'est effectuée par un noyautage progressif de *Sphagnum papillosum* par *Sphagnum rubellum*. Dans la très grande majorité des cas, il y a juxtaposition des deux groupes. Voir transect 4 (735) et éventuellement empiètement d'un coussin sur l'autre comme cela est remarquable dans le transect 7 (N. S. 250 à 270).

c) Dans le carré permanent F, *Sphagnum medium* s'installe sur les plages d'Hépatiques.

L'unité *Sphagnum medium*-*Sphagnum rubellum* se rencontre rarement. Voir transect 5 (335 à 360).

Souvent, cependant (voir même transect) une espèce est noyautée par l'autre espèce et inversement, ce qui est rare chez les autres Sphaignes.

Les espèces de ce groupe sont bien représentées dans les transects 2, 4, 5, 6, 7.



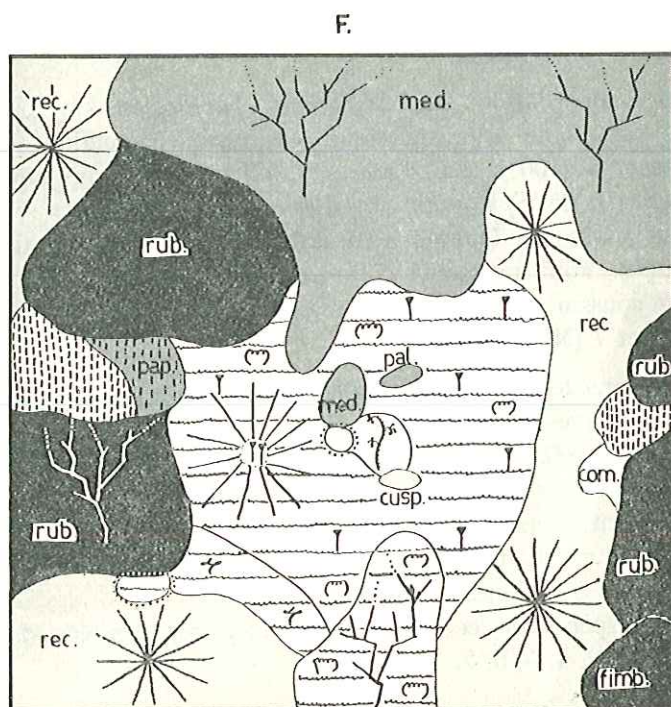
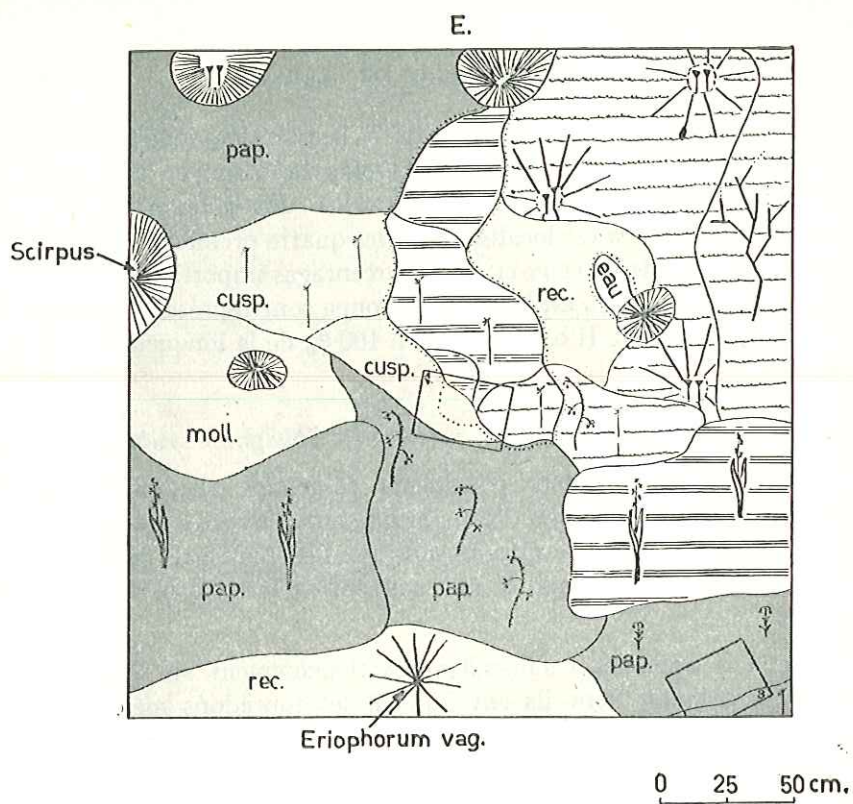


FIG. XI. — Carrés permanents E et F.

6) *Le groupe Calluna vulgaris, Polytrichum strictum, Entodon Schreberi.*

Ce groupe est le principal responsable de l'embruyèrment, phénomène général se présentant sur tous les types de tourbières (voir DUVIGNEAUD, 1949).

Quelle est la part de chacune des espèces du groupe 6) dans cette évolution qui aboutit à l'élimination des Sphaignes ? Nous verrons à la fin de ce paragraphe que *Calluna* est capable de diminuer la croissance des sphaignes par l'ombre qu'il projette. Les observations faites au moyen du carré permanent A (Fig. X) que nous avons placé sur le coussin de *Sphagnum papillosum* représenté par le schéma 1, (Fig. XII) sont intéressantes à ce sujet : Dans la moitié supérieure de cette surface on remarque l'abondance de *Polytrichum* et l'extension en longs filaments d'*Oxycoccus quadripetalus* ; la moitié inférieure, par contre, ne montre que des portions de filaments, ceux-ci étant, en majeure partie, enfouis par la croissance automnale des Sphaignes. On peut y observer, en 14 mois la sortie d'une trentaine de brins supplémentaires de *Polytrichum strictum*, sur le bas du coussin. Ces nouveaux brins témoignent d'une extension basipète de cette mousse au sein même des Sphaignes dont l'intensité de la croissance est mise en évidence par l'aspect des *Oxycoccus*. *Polytrichum strictum* contribue directement à l'élimination des Sphaignes.

Il apparaît aussi que *Oxycoccus quadripetalus* ne peut dominer (et par conséquent constituer une unité) que sur les parties stabilisées des coussins. A ce titre, il participe au groupe.

*Entodon Schreberi* ne s'installe que sous un couvert suffisamment dense quand, généralement, la strate sphagnale a déjà cessé toute activité.

Une unité formée exclusivement des trois espèces n'a pas été rencontrée. Les espèces du groupe *Calluna* atteignent leur optimum dans le transect 6 (56 %).

\* \* \*

Dans l'embruyèrment des tourbières, *Calluna* joue le rôle principal. Nous examinerons ici brièvement ce phénomène qui consiste dans l'envahissement des coussins de Sphaignes par des espèces ligneuses.

L'embruyère est généralement l'œuvre du groupe *Calluna* mais aussi d'*Erica Tétralix* ou de *Empetrum nigrum*.

L'embruyère de la strate sphagnale d'une tourbière est généralement considéré comme le résultat d'un assèchement de

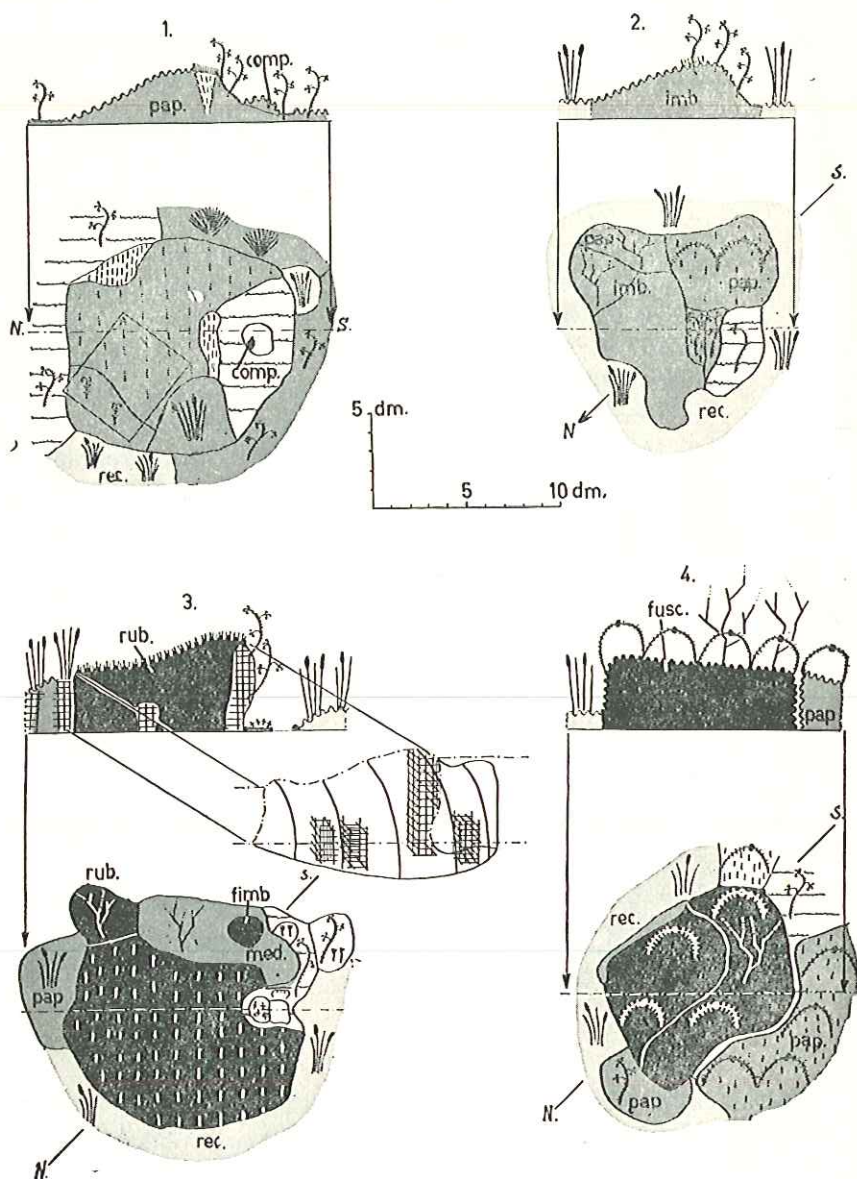


FIG. XII. — Embruyement des coussins.



la surface, qui s'est élevée suffisamment loin du plan d'eau. La littérature abonde d'exemples de ce fait. Cependant l'hypothèse selon laquelle l'embryèvement s'effectuerait en raison inverse de la distance à la nappe aquifère ne trouve pas d'arguments dans l'étude des transects.

Il se manifeste à tous les niveaux au-dessus de la nappe aquifère :

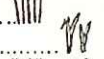
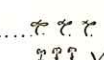
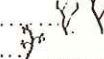
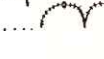
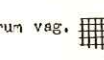
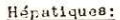
*Erica* a un optimum de développement entre 5 cms et 20 cms ; *Calluna*, entre 10 cms et 25 cms ; *Empetrum*, entre 10 cms et 35 cms.

Ces bruyères n'atteignent pas un développement important sur le sommet des hauts coussins mais bien sur les flancs.

Elles forment plutôt une couronne sur les coussins de Sphaignes : *Erica* se développant le plus près de la nappe, *Empetrum* le plus loin ; le premier le plus souvent comme il a été dit, sur *Sphagnum papillosum*, le second sur *Sphagnum recurvum*. *Calluna* semble être plus indépendant, recouvrant indifféremment les trois espèces de Sphaignes.

L'anneau de Bruyères ne se constitue pas de manière homogène sur le pourtour entier du coussin. On le trouve au mieux, de manière très marquée, sur le flanc S-O. Nous avons dessiné 4 aspects typiques. Ce sont les schémas 1, 2, 3 et 4 de la Fig. XII. Cette localisation préférentielle se présente pour n'importe quelle espèce de Sphaignes en coussins.

# LEGENDE DES SIGNES DES FIGURES VII à XII.

| Sphaignes:                                                                          |                                                                                     |                                                                                        | Plantes herbacées:                   | Signes:                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|   | tribu:                                                                              | espèces:                                                                               | <i>Scirpus caespitosus</i> .....     |  |
|                                                                                     | Cuspidata                                                                           | <i>S. cuspidatum</i><br><i>S. recurvum</i><br><i>S. molluscum</i>                      | <i>Eriophorum vaginatum</i> .....    |  |
|                                                                                     |  |                                                                                        | <i>Eriophorum polystachium</i> ..... |  |
|                                                                                     | Cymbifolia                                                                          | <i>S. palustre</i><br><i>S. papillosum</i><br><i>S. imbricatum</i><br><i>S. medium</i> | <i>Rhynchospora alba</i> .....       |  |
|  |                                                                                     |                                                                                        | <i>Narthecium ossifragum</i> .....   |  |
|                                                                                     | Acutifolia                                                                          | <i>S. rubellum</i><br><i>S. fimbriatum</i><br><i>S. fuscum</i>                         |                                      |                                                                                      |
|                                                                                     |  |                                                                                        |                                      |                                                                                      |
|  | Rigida                                                                              | <i>S. compactum</i>                                                                    |                                      |                                                                                      |
|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                        |                                      |                                                                                      |
| Mousses:                                                                            |                                                                                     |                                                                                        | Bruyères:                            |                                                                                      |
|   | Entodon Schreberi                                                                   |     | <i>Oxyecocos quadripetalus</i> ..... |  |
|                                                                                     | Polytrichum strictum                                                                |     | <i>Andromeda polyfolia</i> .....     |  |
|                                                                                     | Aulacomnium palustre                                                                |     | <i>Calluna vulgaris</i> .....        |  |
| Hépatiques:                                                                         |                                                                                     |                                                                                        | <i>Erica tétralix</i> .....          |  |
|   |                                                                                     |                                                                                        | <i>Empetrum nigrum</i> .....         |  |
|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                        |                                      |                                                                                      |
| Lichens:                                                                            |                                                                                     |                                                                                        | Rhizomes de                          |                                                                                      |
|   | Cladonia div. sp.:                                                                  |     | <i>Scirpus</i> :                     |   |
|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                        | <i>Eriophorum vag.</i>               |  |

JESSEN (1939) dans l'étude du Store Vildmose, la plus importante tourbière danoise, constate également un embryèment sur le flanc S-O du coussin.

Un arrêt de la croissance des Sphaignes y correspond. Cet auteur invoque l'action combinée du soleil et du *vent desséchant d'ouest* qui freine de ce côté la croissance des Sphaignes d'autant plus que les buttes sont hautes. Il remarque aussi que la neige s'entasse sur les flancs N et N-E des buttes et y reste plus longtemps qu'ailleurs.

Les « sociations » notées sur les flancs S-O par cet auteur sont :

|                                                                                              |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Calluna — Soc.                                                                               | 20 à 35 cm |
| Calluna — Cladonia Soc.                                                                      | 10 à 20 cm |
| Erica — Cladonia Soc.                                                                        | 10 à 20 cm |
| Calluna — Stereodon cupressiforme Soc.<br>(= Hypnum cupressiforme). Sud et sommet<br>jusqu'à | 30 cm      |
| Empetrum — Stéréodon cupressiforme Soc.<br>Sud et sommet jusqu'à                             | 30 cm      |

Dans les Hautes Fagnes, le vent d'O n'est pas un vent desséchant, bien au contraire et il en sera tenu compte plus loin. D'autre part, l'accumulation de la neige ne se fait pas systématiquement sur les flancs N et N-E. Nous avons pu le constater durant deux hivers.

Nous ne retiendrons donc que l'action desséchante du soleil sur le flanc S-O des coussins de Sphaignes. Nous rapprochons, de ce point de vue, les résultats de mesures de température dans un coussin de Sphaignes, publié par VANDEN BERGHEN (1951). Le graphique XIII « montre que la température est beaucoup plus élevée, pendant le jour sur le flanc S, exposé au soleil, que sur le flanc nord, particulièrement à une profondeur de 2 à 3 cm sous la surface du coussin. Dans cette zone sous-jacente à la surface S, la température dépasse de plusieurs degrés celle de l'air ambiant, tandis que sur l'autre flanc, la température de la couche sous-jacente correspondante reste beaucoup plus basse que celle de l'air ambiant.

Entre la zone de forte température diurne mise en évidence sur ce schéma et l'embryèment diagnostiqué sur les « transects »

que nous avons étudiés, une similitude de position est frappante. Or il est connu que c'est l'élévation de la température qui (chez les *Éricacées* : voir BEIJERINCK, 1940) réveille la croissance printanière des bourgeons.

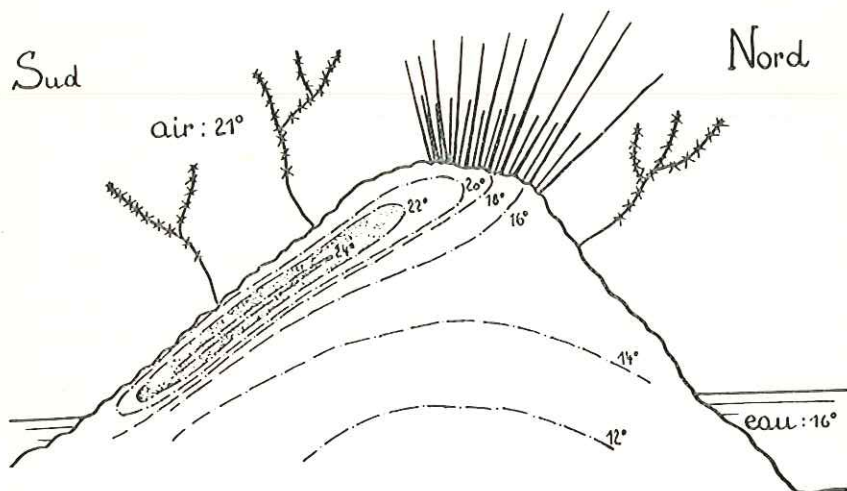


Fig. XIII a.

Par conséquent, on conçoit aisément que l'augmentation de la température sur les flancs exposés au soleil, particulièrement dans la zone profonde de 2-3 cm puisse y provoquer une croissance précoce des *Éricacées* et favoriser l'extension de celles-ci sur le flanc du coussin.

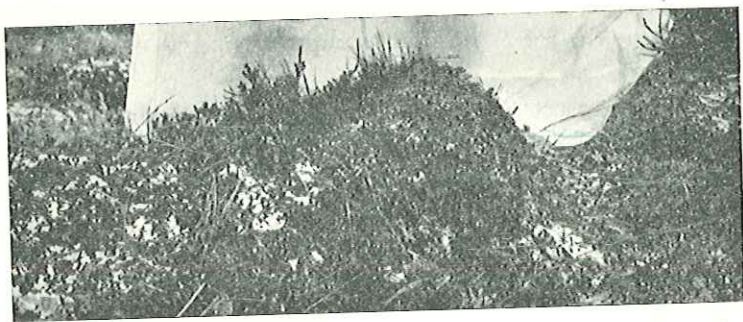


Fig. XIII b.

Isothermes (a) et embryement d'un coussin de Sphaignes.



Sous cet aspect, il nous apparaît que le phénomène d'embryèvement est relativement indépendant de la position de la nappe aquifère.

Réciproquement, l'extension des Bruyères entraîne quelques modifications à la surface des Sphaignes.

Nous en avons examiné deux aspects :

1) L'embryèvement réduit légèrement l'évaporation d'un tapis de Sphaignes : de 6,5 % en fagne wallonne (TINBERGEN, 1940) de 40 % lorsque ce tapis de Sphaignes a disparu.

2) *Calluna* absorbe de 40 à 85 % de la lumière atteignant un coussin nu de Sphaignes (TINBERGEN 1940).

Or les Sphaignes, les plus dynamiques, *Sphagnum papillosum*, *S. medium*, *S. rubellum* et *S. recurvum* sont photophiles (BEIJERINCK, 1934). Le ralentissement de leur croissance est donc plus marqué sur les flancs ombragés des coussins.

En conclusion, nous considérons que l'embryèvement joue un rôle *stabilisateur* dans le dynamisme de croissance de la végétation sphagnale.

#### 7) Groupe *Narthecium ossifragum*.

L'extension des rhizomes de *Narthecium ossifragum* en un réseau compact et la densité du feuillage, soit vivant, soit en litière après l'hiver, ne laisse guère de place au développement normal des Sphaignes.

Dans le transect 7, (Fig. VIII), nous voyons quelques stades de la régression de la strate sphagnale : *Narthecium* — *Sphagnum imbricatum* — (Coupe N. S. : 470). *Narthecium* — *Sphagnum papillosum* — (Coupe N. S. : 100), en contact avec *Sphagnum papillosum* — *Erica Tetralix* — (Coupe N. S. : 140, et carré perm. E, Fig. XI).

Dans le transect 8, (Fig. IX) *Narthecium* domine seul avec quelques pieds mourant d'*Erica Tetralix* sur une tourbe à *Erica*. Donc *Narthecium* se développe aux dépens du groupe *Sphagnum papillosum*, au dessus de la nappe aquifère dont il ne se sépare jamais de plus de 10 cm.

La comparaison des transects 7 et 8 met en évidence la préférence, depuis longtemps signalée par BOUILLENNE — 1934 — de *Narthecium* pour une eau courante. Il y atteint 23 % de la longueur du transect.

8) Groupe *Scirpus caespitosus*.

*Scirpus* se développe aussi au sein du groupe *Sphagnum papillosum*. Mais, par rapport au groupe précédent, son rôle dynamique est moins évident. Ses rhizomes croissent verticalement (MONOYER, 1931) et prennent un développement important dix centimètres au dessus de la nappe aquifère donnant naissance à une brosse drue dont la floraison est précoce. *Eriophorum vaginatum* présente de nombreuses analogies avec ce mode de croissance mais son écologie n'est pas aussi limitée que celle de *Scirpus*. Il apparaît, en effet que *Scirpus* n'étale ses touradons que sur les surfaces stabilisées. Si le niveau de la nappe aquifère s'élève quelque peu, la croissance des Sphaignes reprend et *Scirpus caespitosus* est éliminé (voir carré perm. E., Fig. XI).

## 9) Groupe des Hépatiques.

Le groupe des Hépatiques est formé des espèces suivantes : *Odontoschisma Sphagni*; *Gymnocolea inflata*; *Cephalozia bicuspidata*; *C. connivens*; *C. macrostachya*; *Cephaloziella elachista*; *Calypogeia sphagnicola*; *Lophozia ventricosa*; *Lepidozia setacea*. Seuls, *Odontoschisma Sphagni*, *Gymnocolea inflata*, et parfois *Cephaloziella elachista* ont un rôle dynamique dans la succession des autres groupes, qui existent à la surface des deux tourbières. Il en existe sous la nappe aquifère jusqu'à 2 cm ; au-dessus de la nappe aquifère jusqu'à 30 cm. En général *Gymnocolea* et *Cephaloziella* descendent seuls sous la nappe aquifère. *Odontoschisma* est le plus abondant, dans les zones largement émergées.

Les hépatiques s'étendent en un feutrage continu sur les surfaces stabilisées de la majorité des groupes déjà décrits. Elles croissent à l'abri des groupes qui ont contribué à cette stabilisation (*Calluna* ou *Narthecium*) et s'étalent ensuite dès que la stabilisation a eu lieu :

sous *Calluna vulgaris*; dans le transect 6 (Fig. VIII) où le groupe *Calluna* atteint son optimum de développement. On peut constater une couche uniforme d'Hépatiques qui a complètement recouvert *Sphagnum papillosum* (270) et *Sphagnum medium* (140) (voir également carrés perm. E et F (Fig XI) et transect 8 : 30, Fig. IX) ;



sous *Erica Tetralix*, (forme stabilisée du groupe *Sphagnum papillosum*, voir nombreux exemples dans le transect 7 et schémas 1, 2, 3, 4 (Fig. XII) ;

sous *Eriophorum vaginatum* en touradons (voir transect 7, Fig. VIII et carrés perm. E et F ; Fig. XI).

sur *Eriophorum vaginatum* en touradons tels que le montre particulièrement la stratigraphie des schémas 1 et 3 (Fig. XII) et des transects 7 (Fig. VIII) et 9, (Fig. IX) ;

sous (et sur) *Scirpus caespitosus* (voir transect 7, Fig. VIII et carré perm. E, Fig. XI).

sur *Narthecium ossifragum* : les hépatiques qui photosynthétisent toute l'année assument ici un rôle destructeur, facilité par la proximité de la nappe aquifère et la courte période végétative de *Narthecium* (voir transects 7 et 8).

Enfin, au niveau de la nappe aquifère, la succession Algues-Hépatiques est évidente, particulièrement sur les carrés permanents D et E ainsi que dans le transect 8 A : 800.

Dans ces différents biotopes, les Hépatiques sont, le plus souvent, distantes de la nappe aquifère d'une dizaine à une vingtaine de centimètres. Elles sont abondantes partout (voir tableau XV) ; elles marquent une préférence pour les surfaces stabilisées exposées au S-O.

Or, dans les « sociations » étudiées par JESSEN (1939) sur la tourbière dannoise « Store Vildmose », les Hépatiques apparaissent peu ou alors elles sont localisées sur des surfaces horizontales, au raz de la nappe aquifère <sup>(1)</sup>. Nous avons pu d'ailleurs confirmer cette observation en 1956 lors de notre passage au Danemark. Le vent d'O qui souffle sur le Jutland, est qualifié de desséchant par JESSEN : « ...starken westlichen Winde missen in Sommer austrocknend ». Mais le vent qui souffle, au même moment sur nos tourbières, amène la période pluvieuse à son maximum. Sur le « Store Wildemose » les précipitations sont de 564 mm par an. Elles sont du double au triple dans nos régions.

Nous pensons que l'extension de la strate hépaticale à une certaine distance de la nappe aquifère est caractéristique d'un

(1) JESSEN (1939) dit qu'à d'autres endroits de la tourbière où on trouve une végétation à Bruyère et *Jungermaniées*, on voit très aisément que la couverture végétale vient d'être brûlée depuis peu de temps.



climat très humide, et que sa localisation sur les flancs exposés au vent est en rapport avec l'humidité de celui-ci. D'ailleurs, nous pouvons observer, sur les transects 5 : 540 et 7 SO-NE: 60, sur les flancs exposés au vent, l'installation de petits coussins hémisphériques de *Sphagnum compactum*, une des principales caractéristiques des landes tourbeuses atlantiques.

#### 10) Groupe des Lichens.

Par opposition aux Hépatiques, les Lichens ont un rôle assez effacé, dans l'évolution de la tourbière (voir leur fréquence dans le tableau XV). Cependant leurs formes sont intéressantes à étudier, car ils dépassent rarement le stade de « lèpres », c'est-à-dire que le thalle primaire n'émet que rarement des podétions.

DUVIGNEAUD, 1939, a déterminé dans la zone de la fagne wallonne qui fait l'objet du transect 10, les Lichens suivants : *Cladonia macilenda* ; *Cl. Floerkeana* ; *Cl. bacillaris* ; *Cl. digitata* ; *Cl. glauca* ; *Cl. cornutoradiata* ; *Cl. degenerans* ; *Cl. chlorophaea*. Il constate que toutes ces espèces présentent une forme spéciale qu'il appelle *f. prolifera* : « Les podétions sont déformés, recourbés vers le bas ou très élargis à leur partie supérieure ; sur les parties anormales, se produit une prolifération très dense de nouveaux podétions courts, plus ou moins ramifiés. Tout se passe comme si la plante, incapable de s'adapter à des conditions nouvelles, émettait à la surface de son thalle des proliférations, qui, à cause de leur jeune âge, auraient des possibilités très grandes d'adaptation et pourraient se développer normalement en podétions dans le milieu modifié ». Pour DUVIGNEAUD, il s'agit d'une modification du milieu par l'homme : le drainage.

Les *Cladina* (thalle primaire nul) : *Cl. impexa*, *Cl. silvatica* et *Cl. mitis* sont rares sauf dans le transect 9 où le premier prend un développement luxuriant dont nous parlerons dans le chapitre suivant.

Que sait-on sur les causes d'installation des *Cladonia* ?

OSVALD (1923) insiste sur le rôle dynamique joué par les Lichens dans le cycle de régénération des tourbières nordiques. Il attribue l'arrêt de la croissance des Sphaignes au sommet des coussins à l'influence de gelées prolongées. A la fin de l'hiver, le sommet des coussins est dégagé de la neige par le vent et est soumis au gel alors que les parties inférieures sont encore protégées. Une plage de Lichens s'installe qui bientôt est déportée du

côté S-O, par la croissance en hauteur de la partie opposée (N-E) du coussin de Sphaignes.

Le phénomène tel qu'il est décrit par OSVALD ne se présente pas dans nos tourbières. Les coussins dont parle OSVALD ont des diamètres de 2 à 3 mètres, et une hauteur de 60 à 80 cm. Ces hauteurs permettent un dégagement du sommet même sous une forte couche de neige. Sur nos tourbières, où des dénivellations entre le sommet des coussins et les « Schlenken » atteignent rarement 50 cm et oscillent le plus souvent, autour de 30 cm le dégagement des sommets des coussins de *Sphagnum* est moins typique ; de plus, le gel est moins rigoureux.

L'étude des transects 7 et 9 montre cependant que les Lichens, souvent eux-mêmes envahis d'Hépatiques recouvrent uniquement des vestiges de touradons de Linaigrettes. Une étape intermédiaire est visible sur les carrés permanents D, E et F. (Fig. X et XI). L'action éventuelle du gel ne semble pouvoir vraisemblablement s'appliquer qu'au sommet des touradons de Linaigrettes (parfois de *Scirpus caespitosus* : voir carrés permanents D et E) ; dans tous les cas, elle est beaucoup moins fréquente sur nos tourbières que sur les tourbières nordiques et là où les Lichens apparaissent, ils sont presque toujours envahis d'Hépatiques.

#### 11. Groupe des Algues.

A priori, étant donné leur caractère hydrophile, on pourrait croire, qu'exception faite de la flore desmidiennne portée par les Sphaignes (que nous n'envisagerons pas ici), la strate algale se cantonne au niveau et au-dessous de la nappe aquifère. En réalité, elle déborde de cette localisation. Le tableau (Fig. V) révèle que les Algues accompagnent les Hépatiques et les Lichens à tous les niveaux. Il n'est d'ailleurs pas douteux que l'on trouverait des symbioses étroites, peut-être des analogies écologiques, entre les Algues et les lèpres lichéniques qui recouvrent les touradons de Linaigrettes. Cette « strate algale aérienne » est présente partout, mais elle est si mince et localisée, qu'il n'est pas possible d'en tenir compte dans tous les transects.

Le groupe des Algues est développé dans les transects 7 et 8. Il est principalement constitué de *Zygogonium Ericetorum*, forme écologique de plusieurs *Zygnema*, caractérisés par l'abondance d'un pigment violet et la forme en plaque des chromato-



phores. Des formes terrestres extrêmes de cette algue ont été étudiées par FRITSCH (1916), qui a confirmé la formation de courts rhizoïdes uni- ou multicellulaires uniquement dans la forme terrestre. Dans une série de 10 prélèvements de cette algue (5 immergés, 5 émergés), nous avons reconnu de nombreux rhizoïdes. Les rhizoïdes multicellulaires ont été vus uniquement dans les formes émergées ; les rhizoïdes unicellulaires, partout). Ceci peut s'expliquer par la variation du niveau de l'eau des « Schenken », qui périodiquement fait émerger les Algues.

FIG. XIV. — Tableau des variations du plan d'eau sur la tourbière de Fagne wallonne.

|                   |          | I      | II       | III      | IV       | V        |
|-------------------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|
| Date des          | 28/11/55 | 0 cm   | 0 cm     | 0 cm     | 0 cm     | 0 cm     |
| mesures           | 4/12/55  | ↑ 2 cm | 0 cm     | ↑ 1 cm   | ↓ 1,5 cm | ↓ 0,5 cm |
|                   | 30/ 4/56 | ↓ 2 cm | ↓ 1 cm   | ↓ 1 cm   | 0 cm     | ↓ 1,5 cm |
|                   | 6/ 5/56  | ↓ 5 cm | ↓ 0,5 cm | ↓ 3 cm   | ↓ 2 cm   | 0 cm     |
|                   | 22/11/56 | ↑ 6 cm | ↑ 2 cm   | ↑ 2,5 cm | ↑ 1 cm   | ↑ 2 cm   |
|                   | 25/ 4/57 | ↓ 4 cm | ↓ 3 cm   | ↓ 3,5 cm | ↓ 4 cm   | ↓ 4 cm   |
| Amplitude maximum |          | 7 cm   | 3,5 cm   | 5 cm     | 5 cm     | 4 cm     |

Nous avons mis cette variation en évidence, en enfonçant dans la profondeur de quelques « Schlenken » des longues tiges métalliques minces, portant un repère fixe placé au niveau de l'eau. A chaque mesure, le repère est ramené au niveau de l'eau et le déplacement des tiges métalliques est noté. Des observations ont été réalisées en 5 endroits différents (I, II etc., du tableau, Fig. XIV) pendant 2 ans aux dates indiquées.

Ce tableau montre que l'amplitude de variation est de l'ordre de quelques centimètres (5 cm en moyenne) : la baisse de niveaux correspondent aux mois du printemps, les moins pluvieux. Ces variations, par ailleurs assez rapides entraînent le plissement du tapis d'algues filamenteuses (voir carré perm. D et transect 8). Dans ces deux dessins, on peut également observer plusieurs stades d'extension sur *Sphagnum recurvum* et *Eriophorum vaginatum*.

#### c) SCHÉMAS D'ÉVOLUTION DES GROUPES ÉCOLOGIQUES.

On est amené à placer les différents groupes que nous venons de décrire, en trois classes distinctes par leur rôle dans l'évolution du tapis végétal.



Les groupes à Sphaignes sont *des groupes constructeurs*, c'est-à-dire constitués de Sphaignes à croissance plus ou moins rapide. Nous en avons délimité cinq qui élèvent la surface de la végétation par rapport au plan d'eau à des niveaux correspondant à leurs caractéristiques ; ils accumulent des sédiments organiques dont la décomposition est ralentie ou même arrêtée par les sécrétions antibiotiques particulières que les Sphaignes réalisent au cours de leurs fonctions métaboliques (RAMAUT 1955).

Les groupes à *Calluna* et à *Narthecium* peuvent être appelés *groupes stabilisateurs*, en ce sens qu'à partir de leur installation aux dépens d'un groupe constructeur, ils arrêtent la croissance de celui-ci ; par conséquent aussi le dépôt et la non-putréfaction des matières organiques dont il était responsable.

Les autres groupes sont *indifférents* aux niveaux de la nappe aquifère de la tourbe. Ils s'installent à l'abri d'un groupe stabilisateur. Ils profitent également d'un accident (gel, par exemple) survenu à un groupe constructeur. Ils sont constitués en général d'une strate muscinale, ne comportant pas de Sphaignes et ne participant pas à la formation de tourbe. Ils ne sont pas destructeurs des végétations sur lesquelles ils s'installent. Les évolutions de ces groupes conduisent au graphique XVI, dans lequel, à gauche sont placés arbitrairement les groupes constructeurs ; à droite les groupes indifférents et entre les deux, les groupes stabilisateurs. Deux cycles principaux sont discernables :

- un cycle où les groupes successifs se cantonnent près de la nappe aquifère ;
- un cycle où, au contraire, les groupes sont distants de la nappe aquifère et indifférents à celle-ci.

#### d) RÉPARTITION DES GROUPES ÉCOLOGIQUES DANS LES DIFFÉRENTS TRANSECTS.

Après avoir délimité les groupes écologiques divers que nous avons rencontrés dans l'analyse des transects, il est à présent nécessaire d'évaluer la fréquence de ceux-ci dans les différents aspects physionomiques des transects (voir tableau Fig. XV).

Les colonnes 1 et 3 se distinguent au premier coup d'œil. Elles représentent la dominance d'un seul groupe impliquant une végétation très homogène, ce qui est confirmé par la faible longueur des transects (440 et 410 cm).

FIG. XV. — *Tableau de répartition des groupes écologiques dans chaque transect.*  
 Chaque groupe est affecté du pourcentage qu'il occupe par rapport à la longueur de chaque transect.

| Localisation des transects                                                                                                                                     | Cespites de linaigrettes couv. buissons (F. Clefay) | Cespites de linaigrettes couv. d'Empetrum (F. Clefay) | Cespites de linaigrettes et coussins sphaignes (F. Clefay) | Cespites de linaigrettes et coussins sphaig. (F. wallonne.) | Larges coussins de sphaignes. (F. Clefay) | Large coussins de sphaignes. (F. wallonne) | Cespites de linaigrettes et tapis de sphaignes (F. Clefay) | Cespites de linaigrettes et tapis de sphaignes. (F. Wallonne) | Tapis de sphaignes et « Schlenken » (F. Wallonne) | Plages orientées à Narthecium. (F. Wallonne). |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Numéro des transects                                                                                                                                           | 1                                                   | 3                                                     | 2                                                          | 4                                                           | 5                                         | 6                                          | 9                                                          | 10                                                            | 7                                                 | 8                                             |
| Longueur des transects en cms :                                                                                                                                | 440                                                 | 410                                                   | 740                                                        | 834                                                         | 830                                       | 844                                        | 630                                                        | 525                                                           | 1256                                              | 2286                                          |
| <i>Groupes constructeurs.</i>                                                                                                                                  |                                                     |                                                       |                                                            |                                                             |                                           |                                            |                                                            |                                                               |                                                   |                                               |
| Sphagnum recurvum<br>Eriophorum vaginatum<br>Empetrum nigrum                                                                                                   | 96                                                  | 100                                                   | 81                                                         | 82                                                          | 33                                        | 19                                         | 23                                                         | 50                                                            | 15                                                | 16                                            |
| Sphagnum papillosum<br>Sphagnum imbricatum<br>Erica tetralix                                                                                                   |                                                     |                                                       | 1                                                          | 14                                                          | 41                                        | 42                                         | 58                                                         | 33                                                            | 48                                                | 32                                            |
| Sphagnum medium<br>Sphagnum rubellum                                                                                                                           |                                                     |                                                       | 13                                                         | 19                                                          | 38                                        | 31                                         | 5                                                          |                                                               | 11                                                | 2                                             |
| Sphagnum cuspidatum<br>var. plumosum<br>Rhynchospora alba                                                                                                      |                                                     |                                                       | 5                                                          | 3                                                           |                                           |                                            | 2                                                          |                                                               | 9                                                 | 12                                            |
| Sphagnum molluscum<br>Sphagnum palustre                                                                                                                        | 4                                                   |                                                       |                                                            |                                                             |                                           |                                            | 4                                                          |                                                               | 7                                                 | 7                                             |
| <i>Groupes stabilisateurs</i>                                                                                                                                  |                                                     |                                                       |                                                            |                                                             |                                           |                                            |                                                            |                                                               |                                                   |                                               |
| Calluna vulgaris<br>Polytrichum strictum<br>Entodon Schreberi                                                                                                  |                                                     |                                                       | 35                                                         | 30                                                          | 29                                        | 56                                         |                                                            | 25                                                            | 17                                                | 22                                            |
| Narthecium ossifragum                                                                                                                                          |                                                     |                                                       |                                                            |                                                             |                                           |                                            |                                                            | 4                                                             | 12                                                | 23                                            |
| <i>Groupes indifférents.</i>                                                                                                                                   |                                                     |                                                       |                                                            |                                                             |                                           |                                            |                                                            |                                                               |                                                   |                                               |
| Scirpus caespitosus<br>Hépatiques<br>Lichens<br>Algues                                                                                                         |                                                     |                                                       | 1                                                          | 2                                                           | 18<br>4                                   | 13                                         | 35<br>35                                                   | 7<br>13<br>2                                                  | 5<br>20<br>4<br>3                                 | 3<br>14<br>14                                 |
| <i>Espèces non groupées</i>                                                                                                                                    |                                                     |                                                       |                                                            |                                                             |                                           |                                            |                                                            |                                                               |                                                   |                                               |
| Vaccinium uliginosum<br>Aulacomnium palustre<br>Sphagnum fimbriatum<br>Sphagnum compactum<br>Sphagnum fuscum<br>Andromeda polifolia<br>Oxyccocos quadripetalus | 41                                                  |                                                       | 22                                                         | 11                                                          | 1<br>2<br>4<br>4                          |                                            |                                                            |                                                               | 6<br>3                                            |                                               |

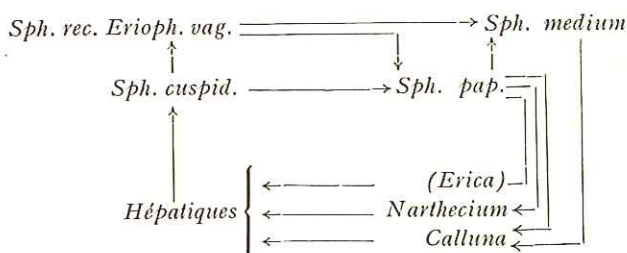
Ce groupe est formé de *Sphagnum recurvum*, *Eriophorum*. Il est donc essentiellement du type constructeur et manifeste une intense activité turfigène. Aucun signe d'évolution vers d'autres groupes n'est reconnaissable.

Les colonnes 7 et 8 rencontrent la majorité des groupes décrits plus haut et correspondent donc à une végétation très hétérogène, comme le confirme la longueur de ces transects (1256, 2286 cms).

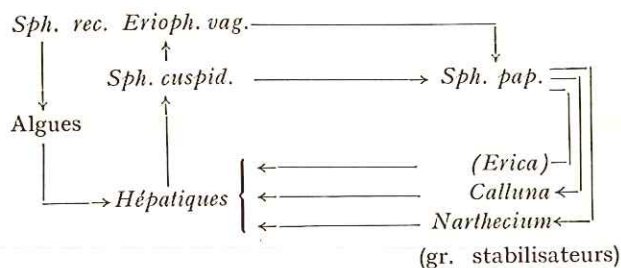
Cette végétation montre toutes les formes de passage d'un groupe à un autre et se trouve à tous les niveaux par rapport au niveau du plan d'eau qui affleure en plusieurs endroits.

Elle comporte des groupes stabilisateurs. Ceux-ci sont moins bien représentés dans le transect 7 que dans le transect 8. L'évolution principale est la suivante :

## TRANSECT 7.



## TRANSECT 8.



Si on remplace les Lichens par les Hépatiques, le cycle d'évolution de la végétation possède beaucoup d'analogies avec le cycle de régénération décrit par OSVALD (1923) comme étant lié à la formation des assises de tourbe du Nord de l'Europe.

Les colonnes 2 et 4 se font remarquer par l'absence presque totale des groupes indifférents.

Il apparaît ainsi que la végétation y est en plein dynamisme puisque la lutte que se livrent les groupes constructeurs et les



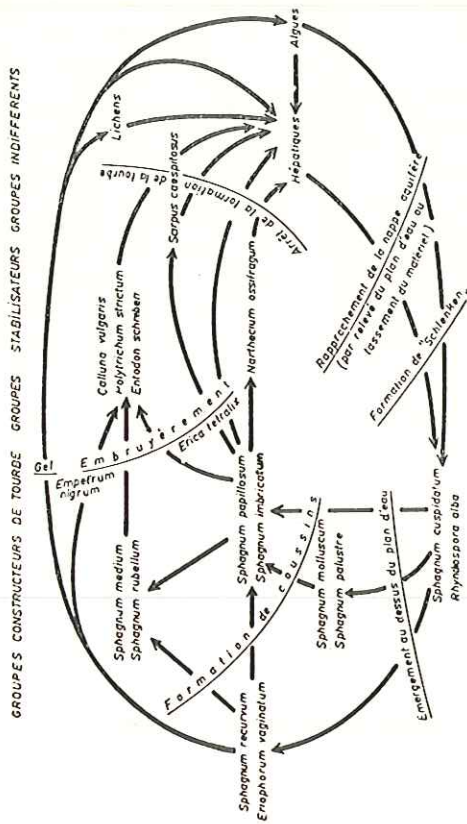


FIG. XVI. — Cycles d'évolution des groupes écologiques.



EN CONCLUSION de ce chapitre consacré à l'étude de la végétation par l'intermédiaire de transects, un certain nombre de constatations doivent être retenues :

1) La méthode inédite de transcription du tapis végétal, par découpage de celui-ci en unités écologiques, permet de montrer la préférence de certaines de ces unités pour certaines niches écologiques.

Cette méthode est utile car elle est plus rapide que la transcription fidèle de toutes les espèces sur le transect, ou que le relevé en « sociations » dans des tableaux phytosociologiques.

La méthode est conçue en fonction de l'étude de végétations à strate muscinale importante. Comme telle, elle n'est pas nécessairement applicable à d'autres types de végétation. Elle permet la mise en évidence des faciès botaniques dominants, avec une précision analogue à celle du relevé phytosociologique.

2) Le dépistage, à partir des dessins de transect, de groupes d'espèces qu'on rencontre dans des conditions similaires de milieu est aisé. Chaque transect se comporte comme une catena.

Nous avons basé ce dépistage sur l'étude des deux principaux facteurs de ce milieu : la distance qui sépare chaque espèce du plan d'eau, et la position de celle-ci par rapport aux facteurs météoriques.

Il est évident qu'il serait possible, par emploi de la même méthode de noter sur le terrain, une foule d'autres facteurs, tels que Ph, capacité en eau, degrés d'imbibition et d'humification de la tourbe etc...

L'écologie de chaque espèce en serait heureusement précisée.

3) La description de chacun des groupes et les limites de leur vitalité a permis d'établir des schémas d'évolution de la végétation. Il n'y est laissé aucune place à l'interprétation, d'autant plus que le sens attribué aux successions entre les groupes est rigoureusement basé sur l'étude stratigraphique de la couche actuelle de la végétation et des zones de tourbe proches de la surface.

4) Les groupes écologiques peuvent être rangés en trois catégories.

Deux de ces catégories concernent des groupes qui ont un rôle dynamique certain : ce sont les groupes constructeurs



d'une part, les groupes stabilisateurs d'autre part. Leurs effets tendent à se neutraliser ; les groupes constructeurs sont principalement sous la dépendance de la nappe aquifère tandis que les groupes stabilisateurs se placent en fonction surtout des agents météoriques.

La 3<sup>e</sup> catégorie comporte des groupes dont le rôle est statique ; il s'agit des groupes *indifférents* à la hauteur du plan d'eau ; mais ils répondent nettement à divers facteurs comme par exemple à des vents de pluie dominants, ainsi que le prouvent l'abondance des Hépatiques et la présence d'Algues (pourvues de caractéristiques morphologiques terrestres) sur les flancs S-W des touradons des *Cypéracées*.

Les Lichens, caractéristiques de surfaces gelées ne se présentent que très localement et surmontent les touradons de *Cypéracées*.

5) Les divers schémas d'évolution débutent par le groupe *Sphagnum recurvum* — *Eriophorum vaginatum*. Dans l'ensemble des transects il est de loin le plus répandu. Il domine intégralement certaines zones de végétation sans y montrer d'évolution vers d'autres groupes. Dans certains transects, il semble avoir été plus répandu qu'actuellement tout au moins par l'un de ses éléments (*Eriophorum vaginatum*).

Pour s'en convaincre, il suffit de jeter un coup d'œil sur la constitution de la tourbe superficielle des transects 7, 8, 9 et 10. C'est à juste titre que nous considérons que cet horizon constitue le point de départ des schémas d'évolution de la végétation actuelle. Ce fait sera discuté ultérieurement.

## 5. DYNAMISME DES ASSOCIATIONS VÉGÉTALES.

Le tableau (Fig. IV), qui a été obtenu par la réunion des différentes associations et sous-associations définies par nos relevés phytosociologiques nous a donné des résultats statiques ; il ne nous a pas permis d'entrevoir les directions éventuelles de l'évolution de la végétation ; mais l'étude des transects qui a défini les groupes écologiques nous a donné les moyens de mettre en évidence les rapports qui unissent ces différents groupes entre eux (graphique Fig. XVI).

Il est dès lors possible de confronter les données phytosociologiques décrivant les associations et sous-associations, avec les données écologiques établissant des groupes et leur évolution.

FIG. XVII. — *Tableau de comparaison entre groupements phytosociologiques et groupes écologiques.*

| GROUPEMENTS PHYTOSOCIOLOGIQUES<br>ÉTABLIS PAR NOS RELEVÉS | GROUPES ÉCOLOGIQUES<br>ÉTABLIS PAR<br>L'EXAMEN DES TRANSECTS.                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sphagnetum medio rubelli vaginetosum                      | {<br>Sphagnum medium<br>Sphagnum rubellum<br>Eriophorum vaginatum<br>Sphagnum recurvum<br>Empetrum nigrum                                                                                           |
| Vaginato-Sphagnetum recurvi sphagnetosum<br>medio-rubelli | {<br>Eriophorum vaginatum<br>Sphagnum recurvum<br>Empetrum nigrum<br>Sphagnum medium<br>Sphagnum rubellum                                                                                           |
| Vaginato-Sphagnetum recurvi                               | {<br>Eriophorum vaginatum<br>Sphagnum recurvum<br>Empetrum nigrum                                                                                                                                   |
| GROUPEMENTS PHYTOSOCIOLOGIQUES<br>ÉTABLIS PAR NOS RELEVÉS | GROUPES ÉCOLOGIQUES<br>ÉTABLIS PAR<br>L'EXAMEN DES TRANSECTS.                                                                                                                                       |
| Sphagnetum papilloso-vaginetosum                          | {<br>Sphagnum papillosum<br>Sphagnum imbricatum<br>Erica Tetralix<br>Scirpus caespitosus<br>Sphagnum molluscum<br>Sphagnum palustre<br>Eriophorum vaginatum<br>Sphagnum recurvum<br>Empetrum nigrum |
| Sphagnetum papilloso vagineto-sphagnetosum<br>medii       | {<br>Sphagnum papillosum<br>Sphagnum imbricatum<br>Erica Tetralix<br>Eriophorum vaginatum<br>Sphagnum recurvum<br>Empetrum nigrum<br>Sphagnum medium<br>Sphagnum rubellum                           |

|                                              |   |                       |
|----------------------------------------------|---|-----------------------|
| Sphagnetum papilloso vagineto narthecietosum | { | Sphagnum papilloso    |
|                                              |   | Sphagnum imbricatum   |
|                                              |   | Erica Tetralix        |
|                                              |   | Scirpus caespitosus   |
|                                              |   | Sphagnum mollicum     |
|                                              |   | Sphagnum palustre     |
| Rhynchosporium albae                         | { | Eriophorum vaginatum  |
|                                              |   | Sphagnum recurvum     |
|                                              |   | Narthecium ossifragum |
|                                              |   | Rhynchospora alba     |
|                                              |   | Sphagnum cuspidatum   |
|                                              |   | Algues                |

Chaque groupement (associations ou sous-associations) est constitué d'un certain nombre de groupes écologiques se comportant et évoluant chacun pour leur propre compte dans le sens que nous avons décrit plus haut.

C'est ce que montre le tableau (Fig. XVII).

On conçoit que, suivant la dominance de tel ou tel groupe écologique dans une association, celle-ci peut évoluer dans une voie ou dans une autre (DUVIGNEAUD, 1949).

Le tableau (Fig. XVIII) rend compte de ces diverses voies. Nos observations écologiques nous permettent de remplacer en ordonnée de ce tableau, les aspects de végétations, par les distances moyennes qui les séparent de la nappe aquifère (de 0 à 50 cm). En abscisse, nous plaçons comme dans le tableau (Fig. IV), la pente du terrain.

La végétation évolue donc de deux manières, se rapprochant ou s'éloignant de la nappe aquifère. Dans le premier cas, les voies d'évolution forment des cycles de régénération, passant toujours par le *Rhynchosporium albae*. Étant donné que nous n'avons relevé cette association que sur de petites surfaces (environ 1/100 de la surface des tourbières intactes) on peut conclure que les cycles complets de régénération ne jouent qu'un faible rôle dans le dynamisme de la tourbière. Par contre, l'évolution ascendante intéresse les associations qui composent la grande majorité du tapis végétal. C'est donc cette partie du tableau qui doit retenir notre attention.

Avec quelle intensité, l'évolution ascendante se manifeste-t-elle actuellement ?

Nous le mettrons en évidence dans les deux fagnes.



### A) EN FAGNE WALLONNE.

Les associations qui forment une double couronne autour de la zone à *Narthecium* comportent le *Sphagnetum papillosum* *vagineto-sphagnetosum medii* et le *Vaginato-Sphagnetum recurvi*

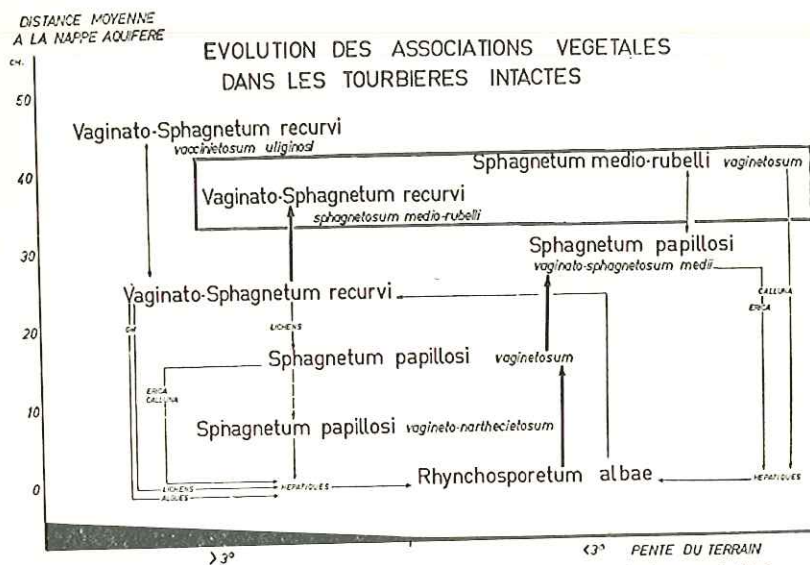


FIG. XVIII. — Tableau de l'évolution actuelle des associations végétales dans les tourbières intactes.

*sphagnetosum medio-rubelli*. Elles témoignent d'une forte activité turfigène tel qu'il ressort des caractéristiques écologiques des groupes qui les constituent.

Nous rejoignons ainsi les observations de TINBERGEN (1940) qui constate que les zones d'intense activité formatrice de tourbe sont localisées en trois îlots situés en lisière des endroits où l'épaisseur de la tourbe est maximale. La comparaison de la carte dessinée par TINBERGEN (1940) et de notre carte phytosociologique, est démonstrative à ce point de vue.

Cependant, la forme de ces îlots et leur étendue ne correspondent pas exactement ; particulièrement dans la zone située entre le cirque d'érosion et la zone à « Schlenken ». Sur notre carte, se distingue un goulot plus étroit que sur la carte de TINBERGEN.

TINBERGEN, en 1940, décrit la végétation comme formée en totalité par *Sphagnum papillosum*. « L'identité de cette espèce,

dit-il, a souvent été contrôlée. Sur 96 échantillons reconnus sur le terrain comme appartenant à la tribu des *Cymbifolia*, 95 ont été déterminé, après examen microscopique, comme étant *Sphagnum papillosum*. Par conséquent, les déterminations de TINBERGEN sont exactes. Mais l'existence de *Sphagnum papillosum* couvrant la totalité de la surface de cette partie de la fagne wallonne est en contradiction avec notre relevé 8, fait dans cette même zone. Une étude très fouillée a été faite sur le terrain en comparant les carrés délimités par TINBERGEN dont le Prof. R. Bouillenne avait conservé les indications d'emplacement et les relevés, avec ceux que nous avons délimités nous-même 20 ans plus tard dans les mêmes emplacements (à 10 mètres près). Elle a montré nettement que les associations ont évolué ou si l'on veut ont changé de place :

1) Les limites du *Sphagnetum papilloso vagineto-narthecietosum* ont peu changé, mais, dans cette association, la zone à « Schlenken » s'est rétrécie très sensiblement, au profit de *Sphagnum papillosum*, ce qui enrichit l'association.

2) Le *Sphagnetum papilloso vaginetosum* que l'on peut déduire des carrés de TINBERGEN, a fait place au *Sphagnetum papilloso vagineto-sphagnetosum medii* : Diminution de *Scirpus caespitosus* et disparition de *Sphagnum molluscum*; développement de *Sphagnum medium*.

Les résultats de cette comparaison ont fait l'objet d'une publication récente (R. BOUILLENNE et M. STREEL 1957) à laquelle nous renvoyons. La conclusion est formulée comme suit :

« En Fagne wallonne, sur une période de 20 ans, la zone centrale à « Schlenken » s'est rétrécie. Parallèlement les îlots marginaux riches en *Sphagnum papillosum* se sont déplacés vers le centre de la tourbière, cédant la place à des coussins de *Sphagnum medium* ».

#### B) EN FAGNE DE CLEFAY.

Dans les relevés que nous avons faits le long de la ligne d'inventorisation, l'abondance d'*Empetrum nigrum* nous a paru plus importante que ne l'avaient signalée en 1931 R. BOUILLENNE, M. BOUILLENNE-WALRAND et P. PREVOT.

Afin de ne laisser aucun doute subsister, nous avons relevé cette plante sur deux lignes, traversant la fagne sur sa plus grande longueur, parallèlement au tracé suivi par BOUILLENNE et Coll.

Une ligne passe par les parties où *Empetrum* est le plus abondant, l'autre passe par les parties où *Empetrum* est aujourd'hui le moins abondant.

En septembre 1930 : *Empetrum* avait une présence de 16 % ; en mars 1957, de 32 % à 69 %.

D'autre part, la fréquence du genre *Sphagnum* div. sp. était, en 1930, de 69 % ; aujourd'hui la fréquence de *Sphagnum recurvum* seul, atteint le maximum de 100 %.

Nous constatons donc, sur une période de 27 ans, un enrichissement non négligeable, du *Vaginato-Sphagnetum recurvi*. Soulignons aussi l'envahissement progressif de l'association par de nombreux épiciés, dont les semis sont incontestablement naturels, et qui accentuent la différence physionomique entre les tourbières de la fagne wallonne et celles de la Fagne de Clefay.

\* \* \*

L'évolution se manifeste donc actuellement d'une manière ascendante, c'est-à-dire que le tapis végétal tend à s'éloigner de la nappe aquifère. Dans le tableau (Fig. XVIII) nous avons accentué les flèches indiquant l'évolution là où elle s'accuse le plus.

Il n'en a cependant pas toujours été ainsi :

Lors de l'étude de la répartition de chaque groupe écologique, nous avons insisté sur la présence dans l'horizon inférieur de plusieurs transects, d'une couche dense à *Eriophorum vaginetum*. Elle apparaît, sous le *Sphagnetum papillosum vaginetosum* dont l'installation paraît avoir été assez brutale. A ce moment, le tapis végétal évolua donc vers des associations plus proches de la nappe aquifère.

Cette installation laisse supposer l'entrée en jeu de facteurs climatiques <sup>(1)</sup> qui auraient « stabilisé » la végétation à *Eriophorum vaginatum* avant de permettre l'installation de *Sphagnum papillosum*. La présence à cet endroit, encore aujourd'hui, de nombreux lichens suggère l'hypothèse suivante : la végétation à *Eriophorum vaginatum* aurait subi les effets d'un climat rigou-

(1) Un incendie superficiel ne peut être tenu responsable de la disparition de nombreuses linaigrettes puisque cette espèce se révèle au contraire, un pyrophyte très résistant (Voir DEUSE, RAMAUT, STREEL, 1957).



reux, à longues périodes de gel dont les résultats seraient la disparition des sphaignes et la « stabilisation » des linaigrettes par les lichens.

GODWIN et CONWAY (1939) ont insisté sur l'abaissement du plan d'eau des tourbières sous un climat sec. Cet abaissement permet d'expliquer la disparition des sphaignes et l'humification plus poussée de la couche de tourbe émergée.

L'avènement d'une phase climatique humide autorisant un nouvel affleurement du plan d'eau aurait ensuite permis l'installation sur cette surface stabilisée d'un nouveau tapis de sphaignes, encore en croissance actuellement.

## CONCLUSIONS DU CHAPITRE II : L'ÉTUDE DES ASSOCIATIONS VÉGÉTALES DES PARTIES CENTRALES DES TOURBIÈRES.

La confrontation du tableau d'évolution de la végétation, avec l'extension topographique des différents groupements se révèle fructueuse.

Elle nous permet, en effet d'établir ce qui suit :

1) Le *Rhynchosporium albae*, qui fait partie « des éléments de réparation », n'existe qu'au centre de la fagne wallonne, sur une superficie qui n'atteint pas un hectare, soit le 1/100<sup>e</sup> de la superficie des tourbières « intactes » et il n'est pas absolument typique. Par déduction, 99 % des tourbières « intactes » évoluent actuellement d'une manière ascendante et correspondent à ce qu'on peut appeler, avec DUVIGNEAUD (1949), un *complexe de croissance* ;

2) Au sein de ce complexe de croissance l'évolution de la végétation est nettement perceptible à l'échelle d'une vie humaine, pour autant qu'on s'intéresse au développement des sous-associations. En effet au niveau des associations, nous n'avons pu constater qu'un enrichissement du *Sphagnetum papillosum* en fagne wallonne, du *Vaginato-Sphagnetum recurvi* en fagne de Clefay.

Au niveau des sous-associations, nous pouvons constater les évolutions suivantes :

a) *Vaginato Sphagnetum recurvi* → *Vaginato Sphagnetum recurvi sphagnetosum medio-rubelli*.

b) *Sphagnetum papilloi vaginetosum* → *Sphagnetum papilloi vagineto-sphagnetosum medii*.

3) L'enrichissement simultané de ces associations met en évidence les divergences qui opposent la végétation des deux tourbières et les liaisons sociologiques qui apparaissent dans leur évolution. On peut prévoir que les types de végétation de la Fagne wallonne s'orientent vers ceux de la fagne de Clefay.

4) L'association végétale *climacique actuelle* doit être recherchée parmi les associations stables de la fagne de Clefay. La succession suivante : *Vaginato-Sphagnetum recurvi* → *Vaginato-Sphagnetum recurvi sphagnetosum medio-rubelli* → *Sphagnetum medio-rubelli vaginetosum* est proposée. Lequel de ces trois groupements est le plus stable ?

Le dernier est étroitement localisé aux terrains horizontaux, qui représentent dans les tourbières étudiées une étendue de faible importance. Le premier n'atteint son optimum que sur la pente (d'environ 30°) exposée au Nord.

L'association intermédiaire occupe une surface très étendue et sa localisation plus large nous paraît correspondre à la définition d'une association climacique (Climax édaphique).

5) En fonction de cette opinion, on peut admettre que les associations végétales à Sphaignes de la fagne wallonne accusent un *retard* par rapport aux associations de la fagne de Clefay.

6) La structure actuelle du *Sphagnetum papilloi vaginetosum*, montre une installation brutale de ce groupement sur un *Vaginato-Sphagnetum recurvi*. Cette installation ne peut être attribuée à un facteur humain récent.

Écologiquement, nous avons relevé l'influence néfaste du gel sur les touradons de Linaigrettes, entraînant l'étiollement des feuilles cylindriques et l'envahissement par des Lichens. L'abondance actuelle des Lichens dans la zone critique pourrait être interprétée, provisoirement, comme le résultat d'anciennes longues périodes de gel qui auraient « stabilisé » la végétation à Linaigrettes.

Étant donné que le développement d'une association à *Sphagnum papillosum* au dépens d'une surface stabilisée indique

un rapprochement entre la nappe aquifère et la surface de la végétation, il faut supposer qu'un climat humide a succédé au climat à longues périodes de gel. Rien ne nous permet de distinguer ce climat humide du climat actuel.

7) Le retard sociologique des associations de la fagne wallonne sur celles de la fagne de Clefay étant clairement aperçu, il nous faut maintenant l'expliquer.

Le retard consiste essentiellement dans le maintien, en fagne wallonne, du *Sphagnetum papillosum vaginato-nartheccetosum*, dont on ne trouve en fagne de Clefay que des fragments sans la moindre importance dynamique.

Nous avons supposé dans la première partie de ce travail que les microclimats sont sensiblement identiques sur les deux tourbières et l'on peut admettre qu'il en a été toujours ainsi, étant donné leur position géographique proche l'une de l'autre sur le versant N-O des Ardennes. Les influences humaines ne peuvent être invoquées puisqu'aussi bien, nous n'avons examiné que les associations végétales des zones de tourbières intactes. Par contre les conditions topographiques et les facteurs édaphiques diffèrent dans les deux tourbières en ce que l'extension de l'assise tourbeuse sur le flanc du setchamps de Botrange est plus importante que celles existant sur les flancs homologues des Setchamps de Clefay et du Pannensterz. L'étude de ces assises tourbeuses peut nous ouvrir de nouveaux horizons sur les causes qui occasionnent un tel retard de la végétation de la fagne wallonne.

Dans les paragraphes suivants, nous nous proposons d'élargir notre analyse à l'ensemble des formations tourbeuses occupant les pentes des setchamps et alimentées par les sources qui suintent à partir des nappes aquifères de ceux-ci. Ces formations tourbeuses soligènes ne sont pas intactes ; elles ont subi plus particulièrement l'action humaine.

---



## CHAPITRE III

### ÉTUDES DES PARTIES EXPLOITÉES DES DEUX TOURBIÈRES

#### 1. ÉTUDE DE LA VÉGÉTATION.

La plus grande partie des deux formations tourbeuses que nous avons parcourues a été drainée. BOUILLENNE (1939, etc...), DEUSE, 1948, ont mis en évidence l'envahissement de ces surfaces par *Molinia coerulea*. Il semble que ce phénomène soit le résultat de l'assèchement progressif de la tourbe jusqu'à un certain niveau d'imbibition favorable à cette espèce et peut-être aussi serait-il dû aux modifications qui se sont produites dans la stabilité du plan d'eau (P. DEUSE, 1957).

Ça et là subsistent de petits îlots de végétation à Sphaignes où se reconnaissent des associations végétales physionomiquement proches de celles que nous avons étudiées dans la partie intacte de ces formations tourbeuses.

Nous avons fait 20 relevés. Ils font l'objet du tableau Fig. XIX. Dans ce tableau, les différentes espèces sont classées dans l'ordre que nous avons défini dès le premier tableau de relevés (Fig. III). Les colonnes sont groupées suivant la méthode déjà décrite.

Nous avons isolé les groupements végétaux suivants :

Une Ass. à *Scirpus caespitosus* et *Sphagnum papillosum* variante à *Molinia coerulea* (Rel. 1 et 2) couvre les surfaces actuellement fauchées. Cette association est établie sur un horizon compact de débris organiques, résultant surtout du passage de la faulx, et surmontant une faible épaisseur de tourbe.

Une Ass. à *Narthecium ossifragum*, *Sphagnum imbricatum* et *S. papillosum* est installée en plages allongées orientées dans le sens de la pente. C'est l'association qui a permis à BOUILLENNE (1933) de localiser les points de source en lisière des setchamps. L'association est voisine du *Sphagnetum papilloso vaginetonarthecietosum* mais s'en distingue par l'abondance de *Narthecium ossifragum*, de *Sphagnum imbricatum*, de *Viola palustris*, etc.

Signalons que cette association était plus répandue, il y a une vingtaine d'années : notamment, en fagne wallonne, sur les flancs du setchamps de Clefay. (Communication orale du Prof. BOUILLENNE).

Si l'alimentation en eau n'est pas régulière, *Molinia coerulea* est abondant dans l'association : (Rel. 3 et 4).

Par contre, si la nappe aquifère est en permanence en surface, l'association s'enrichit en *Carex* et *Sphagnum recurvum* : sous-association à *Carex Goodenoughii* et *Sphagnum recurvum* (Rel. 7 et 8), qui prend un développement considérable aux endroits où l'écoulement de l'eau est ralenti. Nous pensons que l'association contribue elle-même en s'édifiant, à l'arrêt du ruissellement superficiel de l'eau et par conséquent, à l'élimination de *Narthecium ossifragum* (Rel. 5 et 6). D'autre part, le captage artificiel des sources accélère ce processus et l'oriente vers la dominance d'un peuplement de *Molinia coerulea*.

Ces deux associations sont étroitement localisées à la périphérie des formations tourbeuses. Elles caractérisent la végétation de petites tourbières soligènes, sous la stricte dépendance de l'eau qui suinte des setchamps. Elles apparaissent actuellement en voie d'élimination et sont dans tous les cas clairsemées car de nombreuses sources ont tari à la suite du drainage des setchamps eux-mêmes.

\* \* \*

Les fosses d'exploitations de tourbe remplies d'eau ont stabilisé localement le plan d'eau et réalisent ainsi des conditions écologiques propres à la réinstallation d'associations turfigènes. Après FOUARGE (1936) nous avons décrit (DEUSE, RAMAUT et STREEL, 1957) différentes possibilités de recolonisation d'une surface où la tourbe a été exploitée. Nous constatons le développement centrifuge de plages de *Sphagnum recurvum*, qui tend à donner au tapis végétal, l'aspect d'une mosaïque de *Vaginato-Sphagnetum recurvi* et de peuplements purs à *Molinia coerulea*. Le groupement initial est un *Vaginato-Sphagnetum recurvi caricetosum* (Rel. 12 et 17).

Parfois se développe au centre de cette association un large coussin de *Sphagnum papillosum* : (Rel. 9 et 10).

Cependant, en quelques endroits, se rencontrent encore des aspects de végétation, floristiquement plus riches ; *Sphagnum recurvum* y domine toujours, qu'il s'agisse d'une cariçaie près d'un ruisseau d'érosion ou d'un bois clair de bouleaux sur un ressaut du sol. Nous avons caractérisé les groupements végétaux suivants :

a) Un *Vaginato-Sphagnetum recurvi sphagnetosum medio-rubelli*. (Fragment). Le relevé 14 est fait sur une butte de tourbe non exploitée. *Sphagnum rubellum* y est en voie de disparition. Ailleurs, l'envahissement par la Molinie est important et les Sphaignes sont éliminées. Nous avons ouvert un transect dans un aspect moyen de cette association altérée. Les caractéristiques écologiques des associations de tourbières ne s'y retrouvent que partiellement (les Bruyères et Hépatiques sont orientées au S-O, mais la nappe aquifère est beaucoup plus profonde que dans la tourbière intacte ; à 20 cm au moment du relevé), la tourbe émergée au-dessus du plan d'eau est à ce point pourrissante et humifiée que l'identification des débris organiques est difficile et sujette à caution. On peut parler ici d'une disjonction entre la nappe aquifère de la végétation (tapis de sphaignes) et la nappe aquifère de la tourbe (saturation des colloïdes) (BOUILLENNE, 1954).

b) Un *Vaginato-Sphagnetum recurvi cariceto-vaccinietosum uliginosi* (Rel. 11) riche en *Carex* div sp. (*Carex rostrata*, *C. Goode-noughii* etc...). On peut constater de nombreux faciès de transition, entre cette association et un *Vaginato-Sphagnetum recurvi betuleto-vaccinietosum uliginosi* (Rel. 15 et 16).

Dans cette dernière association, *Trientalis europea*, espèce boréale, est abondante.

Ces faciès de transition nous permettent de relier les deux groupements. Il apparaît très clairement, que l'association forestière est détruite par l'envahissement du groupement subaquatique. On pourrait expliquer cette évolution par un tassement de la tourbière sous le poids des arbres ; tassement qui provoque un rapprochement du plan d'eau et par suite la réinstallation des groupements turfigènes comme l'a décrit R. CHODAT dans les tourbières suisses.

c) La dernière association à *Carex rostrata* et *Sphagnum recurvum* est surtout développée au voisinage des tourbières



FIG. XIX. — Tableau des relevés dans les tourbières altérées.

| N°                                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    |
|----------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Altitude                                                 | 670 m | 670 m | 650 m | 650 m | 650 m | 625 m | 650 m | 665 m | 600 m | 665 m | 630 m | 615 m | 650 m | 650 m | 630 m | 630 m | 650 m | 650 m | 625 m | 625 m |
| Surface relevée (en m <sup>2</sup> )                     | 100   | 25    | 40    | 40    | 100   | 10    | 5     | 10    | 100   | 25    | 100   | 50    | 5     | 10    | 200   | 25    | 5     | 10    | 10    | 100   |
| Recouvrement de la strate sous arbus-<br>tive (%)        | —     | —     | —     | 60    | 10    | 10    | —     | —     | 10    | —     | 20    | 5     | 100   | 5     | 5     | 10    | —     | —     | —     | —     |
| Recouvrement de la strate herbacée (%)                   | 100   | 80    | 60    | 50    | 90    | 60    | 80    | 90    | 60    | 100   | 80    | 80    | 20    | 100   | 100   | 80    | 90    | 100   | 89    | 70    |
| Recouvrement de la strate muscinale (%)                  | 20    | 80    | 90    | 60    | 70    | 100   | 100   | 80    | 100   | 25    | 80    | 80    | 40    | 60    | 20    | 60    | 50    | 100   | 100   | 90    |
| Exposition                                               | NE/2° | NE/3° | NE/3° | NE/4° | NE/4° | N/3°  | SE/1° | NE/3° | N/3°  | N/1°  | NE/2° | N/2°  | NE/4° | —     | N/2°  | NE/4° | E/2°  | —     | S/1°  | —     |
| Épaisseur de la tourbe (dm)                              | 5     | 4     | 10    | 7     | 7     | 12    | 14    | 10    | 15    | 11    | 14    | 22    | 7     | 18    | 15    | 10    | 6     | 5     | 10    | 11    |
| Caractéristiques d'unités supérieures à<br>l'association |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Oxyccocos quadripetalus (S.m.)                           | 1.2   | +     | +     | 2.2   | 2.2   | 2.2   | 2.2   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | —     | 2.2   | +     | 1.2   | —     | +     | 1.2   | 2.2   |
| Andromeda polifolia                                      | +     | +     | —     | +     | —     | 1.1   | 2.1   | +     | 1.1   | +     | 1.1   | +     | —     | +     | +     | +     | —     | —     | 2.1   | +     |
| Eriophorum polystachium                                  | 1.1   | 2.1   | 2.1   | 2.1   | 2.1   | 1.1   | 1.1   | 2.1   | 2.1   | 2.1   | +     | 1.1   | +     | 1.1   | +     | +     | —     | 1.1   | 1.1   | 2.1   |
| Odontochisma Sphagni.                                    | +     | +     | —     | +     | +     | —     | +     | —     | —     | +     | —     | +     | 2.4   | 2.4   | +     | —     | —     | —     | —     | —     |
| Cephalozia connivens                                     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | +     | —     | —     | —     | —     | +     | +     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| Cephalozia bicuspidata                                   | —     | —     | —     | +     | +     | —     | —     | +     | —     | —     | —     | +     | +     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| Cephalozia elachista                                     | —     | —     | —     | +     | +     | —     | —     | +     | —     | —     | —     | +     | +     | —     | —     | +     | —     | —     | —     | —     |
| Calypogeia spignicola                                    | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | +     | —     | —     | —     | —     | +     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| Gymnocoka indata                                         | —     | —     | +     | —     | —     | —     | —     | +     | —     | —     | —     | —     | +     | 1.2   | —     | —     | —     | —     | —     | —     |

## Caractéristiques des associations et sous-associations

[illegible]

FIG. XIX. — Tableau des relevés dans les tourbières altérées (suite).

| N°                                                         | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  |
|------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Differentielles d'autres associations et compagnes.</i> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Calluna vulgaris</i> (S.s.a.)                           | —   | —   | —   | 1.3 | 1.3 | 1.3 | —   | —   | 1.3 | —   | 2.3 | 1.3 | 2.2 | 1.3 | +   | +   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Calluna vulgaris</i> (S.h.)                             | 3.2 | +   | 2.2 | 3.2 | —   | +   | 2.2 | 1.2 | —   | 2.2 | 2.2 | 2.2 | —   | 2.2 | +   | +   | +   | —   | —   | —   |
| <i>Entodon Schreberi</i>                                   | —   | —   | —   | +   | —   | —   | +   | —   | —   | +   | 2.2 | 2.2 | 3.4 | 2.2 | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Atl. Erica Tetralix</i>                                 | 2.2 | —   | 3.2 | 3.2 | 1.2 | 1.2 | 2.2 | 1.2 | 2.2 | +   | 1.2 | +   | —   | 1.2 | 1.2 | 1.2 | +   | 2.2 | —   | —   |
| <i>Polytrichum strictum</i>                                | 1.2 | +   | —   | 1.2 | —   | 2.2 | —   | +   | +   | +   | +   | 2.3 | —   | 1.2 | +   | +   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Polytrichum commune</i>                                 | —   | +   | 1.3 | —   | —   | +   | 2.2 | —   | 1.2 | —   | +   | —   | —   | +   | —   | +   | 2.2 | 2.2 | +   | 1.2 |
| <i>Dryopteris spinuosa</i> Var. <i>austriaca</i>           | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Vaccinium Vitis Idaea</i>                               | —   | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | +   | +   | 2.2 | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Luzula pilosa</i>                                       | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 1.2 | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Galium boreale</i>                                      | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Melampyrum pratense</i>                                 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Polygala serpyllifolia</i>                              | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Succisa pratensis</i>                                   | —   | —   | 1.1 | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Carex panicea</i>                                       | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Orchis maculata</i>                                     | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 1.1 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 1.1 | —   |
| <i>Calligonum stramineum</i>                               | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Dicranum scoparium</i>                                  | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 1.2 | —   | —   | —   |
| <i>Thuidium tamariscinum</i>                               | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Plagiothecium denticulatum</i>                          | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Mnium hornum</i>                                        | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Dicranella heteromalla</i>                              | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Aulacomnium palustre</i>                                | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | +   | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Leucobryum glaucum</i>                                  | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | +   | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Sphagnum acutifolium</i>                                | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Sphagnum compactum</i>                                  | —   | —   | —   | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>bor. Sphagnum fimbriatum</i>                            | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| <i>Sphagnum palustre</i>                                   | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 1.2 | —   | —   | —   |
| <i>Cladonia impeka</i>                                     | —   | 1.2 | —   | +   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |

| LOCALISATION DES RELEVÉS. |                                       |         |
|---------------------------|---------------------------------------|---------|
| N°                        | Lieu dit et localisation              | Date    |
| 1. (10.029)               | Fagne Rasquin                         | 23/7/54 |
| 2. (10.043)               | Setchamps de Botrange                 | 24/7/54 |
| 3. (10.038)               | Fagne Rasquin                         | 23/7/54 |
| 4.                        | Fagne Rasquin                         | 1/6/56  |
| 5.                        | Fagne Rasquin                         | 1/6/56  |
| 6.                        | Partie sud-est du setchamps de Cléray | 2/5/57  |
| 7. (10.034)               | Drelo                                 | 27/7/54 |
| 8. (10.035)               | Drelo                                 | 24/7/54 |
| 9.                        | Fagne de Cléray                       | 2/5/57  |

|              |                 |         |
|--------------|-----------------|---------|
| 10. (10.045) | Fagne Rasquin   | 24/7/54 |
| 11.          | Fagne de Cléray | 2/5/57  |
| 12. (10.063) | Helle           | 5/8/54  |
| 13.          | Fagne Rasquin   | 1/6/56  |
| 14. (10.026) | Drelo           | 27/7/54 |
| 15. (S.S.48) | Drelo           | 4/8/53  |
| 16. (10.030) | Drelo           | 4/8/54  |
| 17. (10.047) | Drelo           | 27/7/54 |
| 18. (10.046) | Drelo           | 27/7/54 |
| 19. (10.052) | Fagne wallonne  | 28/7/54 |
| 20. (10.027) | Fagne wallonne  | 3/9/54  |

|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| En outre : Festuca     | En outre : Anemone nemorosa + |
| ovina var. capillata + | En outre : Sorbus aucuparia + |



« intactes ». Elle colonise les bords des ruisselets d'érosion qui serpentent à la surface de ces tourbières.

Actuellement, les plus importants de ces ruisselets sortent *du creux même de la tourbière*. Il n'en a pas toujours été ainsi. Jadis, probablement avant l'épuisement des sources des set-champs, les ruisselets les mieux marqués *entouraient* la partie de la tourbière, actuellement encore intacte. C'est visible, sur la carte de FERRARIS (1772) et sur une carte du Cadastre prussien (1827). Aujourd'hui ces cariçaies ne constituent plus que des tronçons espacés, mais leur alignement nous permet de les identifier avec les ruisselets des cartes anciennes. Du point de vue phytosociologique, ces tronçons de cariçaies sont intéressants car ils sont les vestiges d'une formation aquatique qui possède des analogies de flore et de localisation avec un « Lagg ».

La terminologie des phytosociologues scandinaves donne au mot « Lagg » la signification d'un affleurement de la nappe d'eau entourant les parties bombées, uniquement ombrogènes, des tourbières nordiques (Eigentlichen Hochmoor, OSVALD, 1925). Selon VON POST et SERNANDER (1910), le « Lagg » subit au cours de la croissance en hauteur de la tourbière bombée, un mouvement de translation, qui le fait progresser sur les flancs de la cuvette où la tourbière se développe. Sa végétation est considérée comme une relique de la végétation qui a précédé, au creux de la cuvette, l'installation des groupements ombrogènes.

Sans aller ici, jusqu'à identifier les ruisselets dont nous parlons, à un véritable « Lagg », leur présence nous permet de penser que les parties centrales des deux formations tourbeuses, plus ou moins horizontales, ont toujours pu être distinguées et même séparées des tourbières de pentes périphériques installées sur les flancs des setchamps.

EN CONCLUSION de l'étude des zones exploitées des deux tourbières, plusieurs faits apparaissent :

1) Les associations décrites sont caractérisées par la présence de *Molinia coerulea*.

2) L'association climacique est très rare ; l'ensemble des associations qui se trouvent dans cette zone évoluent vers le *Vaginato-Sphagnetum recurvi*, association que nous avons définie antérieurement comme étant précurseur de l'association clima-

cique. On peut y constater la localisation de la grande majorité des stations d'*Empetrum nigrum* sur le versant nord des tourbières.

3) Si on fait abstraction des groupements à caractères anthropiques récents, une zonation des associations apparaît à l'examen de la carte ; de la périphérie aux parties centrales intactes, on trouve successivement :

- Ass. à *Narthecium ossifragum*, *Sphagnum imbricatum* et *S. papillosum*.
- *Vaginato-Sphagnetum recurvi betuleto* ou *cariceto-vaccinietosum uliginosi*.
- *Vaginato-Sphagnetum recurvi sphagnetosum medio-rubelli* avec des coulées d'une association sub-aquatique à *Carex rostrata* et *Sphagnum recurvum*.

4) Il apparaît en fagne wallonne une solution de continuité entre le *Sphagnetum papilloso-vaginetto-narthecietosum* du centre de la tourbière et l'Ass. à *Narthecium*, *Sphagnum imbricatum* et *S. papillosum* de la périphérie. Sociologiquement, les deux associations, bien que de physionomies voisines, sont nettement distinctes.

Les tourbières attenantes aux setchamps de Botrange sont actuellement beaucoup plus riches en *Narthecium ossifragum* que celles attenantes aux setchamps de Clefay et du Pannensterz. De plus, l'association à *Narthecium*, *Sphagnum imbricatum* et *Sph. papillosum* n'existe pas en fagne de Clefay de manière notable.

5) Les plages buissonneuses de *Vaccinium uliginosum* sont une étape dans la succession, association à Linaigrettes — bois des bouleaux pubescents.

## 2. ANALYSE STRATIGRAPHIQUE DE LA TOURBE.

L'analyse stratigraphique a été menée suivant trois techniques :

- 1) L'étude macroscopique de profils de la tourbière.
- 2) L'étude microscopique d'échantillons prélevés sur ce profil (structures de végétaux fossiles et analyse pollinique).
- 3) L'analyse colorimétrique du degré d'humification de la tourbe. (Méthode d'OVERBECK et SCHNEIDER, 1938).

Partout où c'était possible, nous avons utilisé les tranches d'exploitation de la tourbière dont nous avons rajeuni les parois en de nombreux endroits. Ailleurs (parties centrales surtout), nous avons prélevé les échantillons à la sonde. (Voir Profil, Fig. XXII).

Les profils étudiés sont situés approximativement sur une ligne allant de Botrange au Pannensterz. Nous les avons réunis pour constituer une coupe schématique de chaque assise tourbeuse.

Macroscopiquement le profil de la tourbière de Clefay montre que celle-ci a la même forme mais est moins épaisse que la tourbière de la fagne wallonne et, comme nous l'avons dit, que chacune des assises tourbeuses est plus développée sur les pentes orientées au nord-est.

a) *Analyse des structures fossiles conservées.*

Les flancs de ces deux tourbières reposent sur un lit de bou-leaux parmi lesquels on rencontre parfois des souches de chênes et d'aulnes (voir BOUILLENNE, 1939). Nous ignorons si ces arbres fossiles tapissent également le fond de la tourbière au creux du col. La tourbe que nous y avons prélevée à la sonde ne nous a montré aucune structure végétale identifiable.

La masse tourbeuse est formée essentiellement par *Eriophorum vaginatum*, soit *en mélange* avec des restes fossiles de bou-leaux sur les flancs, soit *en mélange* avec des débris denses de sphaignes bien caractérisées sur les replats correspondants aux cols.

Cependant, sur le flanc de Botrange orienté au N-E, une tourbe à *Narthecium ossifragum* s'intercale entre le lit de bou-leaux et la tourbe à linaigrettes (STREEL, 1957).

Nous n'avons pas trouvé ailleurs trace de cette tourbe spéciale dans les nombreux profils étudiés, en dehors de cette partie de la coupe <sup>(1)</sup>. Cette couche à *Narthecium ossifragum* remonte très haut vers Botrange, comme le montrent quelques îlots non exploités. Rien ne nous permet cependant de raccorder cette couche aux petites coulées actuelles de cette plante.

(<sup>1</sup>) Une tourbe analogue a été analysée, du point de vue chimique, dans la tourbière de Weiwertz (DEUSE, RAMAUT et STREEL 1957.)



La tourbe à *Eriophorum vaginatum* est plus dense sur les flancs qu'au creux des deux tourbières. Sur les flancs, elle alterne avec des restes fossiles de *Betula* et de *Vaccinium uliginosum* se trouvant à un mètre environ sous la surface actuelle. En périphérie de la tourbière, la tourbe à bouleaux s'est accumulée jusqu'aujourd'hui, sans discontinuité.

L'analyse microscopique de ces profils nous apprend que la couche à chênes et bouleaux qui repose sur l'argile est surmontée d'une tourbe amorphe (probablement une tourbe à *Carex*). Au dessus de cette couche, des restes de sphaignes apparaissent : *Sphagnum* de la tribu *acutifolia* surtout (*Sphagnum rubellum*, *acutifolium*, etc...). On les trouve aussi bien dans la tourbe à *Narthecium* que dans la tourbe à *Eriophorum vaginatum*. Plus haut, uniquement dans la couche à linaigrettes, il y a quelques *Sphagnum medium* et *Sph. trib. cuspidata* ; au sommet du profil, uniquement, quelques *Sph. trib. cuspidata*.

Au niveau du col de chacune des deux tourbières, la tourbe à sphaignes est beaucoup plus développée que sur les pentes. On observe par sondage que dans le fond, il y a une tourbe amorphe surmontée comme sur les pentes d'une couche à *Sphagnum trib. acutifolia*. La tourbe à *Eriophorum vaginatum* est ici, par contre, mêlée à d'abondants débris de *Sphagnum imbricatum*, sur une épaisseur de plusieurs mètres. Symétriquement dans les deux fagnes ce *Sphagnum* disparaît à quelques décimètres sous la surface actuelle de la tourbière, immédiatement sous la couche dense à *Eriophorum vaginatum* que nous avons signalée dans les transects ouverts dans les parties intactes. En fagne wallonne, nous avons identifié, dans la couche à *Sphagnum «acutifolia»* quelques rhizomes de *Narthecium*. Dans la tourbe à *Sphagnum imbricatum*, nous avons rencontré, une fois seulement, des débris fossiles analogues, sans pouvoir les identifier avec certitude.

La couche de *Sphagnum papillosum* n'apparaît qu'à la surface. Très répandue en fagne wallonne, il est remarquable qu'elle y repose sur la tourbe à linaigrettes, plus ou moins mêlée à celles-ci, aussi bien sur la pente que sur le replat.

#### b) Analyse pollinique.

La majorité des tourbières du plateau des Hautes-Fagnes s'est installée dans la seconde partie de la période boréale. Les diagrammes polliniques établis jusqu'à ce jour sont presque una-

nimes sur ce point. (Voir R. et M. BOUILLENNE-WALRAND et coll. 1937 et STREEL 1958). Il est certain que ces tourbières se sont formées, au moment de la période boréale où le *Quercetum Mixtum* montre pour la première fois une progression (Pourcentage supérieur à 20 %) qui en s'accroissant, marquera la fin de cette période.

Les analyses polliniques sommaires que nous avons réalisées dans 4 profils (Voir emplacements et diagrammes sur la Fig. XXII) confirment une fois de plus l'installation des tourbières vers la fin de la période boréale. On peut supposer en examinant nos diagrammes que la tourbe accumulée au fond des tourbières de col, est un peu plus ancienne (maximum de *Betula* plus élevé), que la tourbe accumulée au fond des tourbières de pentes.

Il est visible qu'à cette époque, les sphaignes sont beaucoup plus développées dans les tourbières de col, que dans les tourbières de pentes. Le nombre de spores y dépasse souvent dix fois le nombre total du pollen forestier (moins le noisetier), soit plus de 1.000 % ; alors que sur les pentes, on compte à peu près autant de pollen que de spores. Le faible pouvoir de dispersion de ces spores, permet seulement selon nous, des comparaisons locales.

Le diagramme établi dans la tourbière de pente en Fagne wallonne nous permet également de dater la couche de tourbe à *Narthecium*, au début de la période atlantique (Phase VIIIa de PERSCH 1950). On y constate en effet la présence de maxima de *Corylus*, atteignant environ 100 % (C<sup>2</sup> pour PERSCH 1950).

L'« embrouyement » de ces tourbières et leur boisement partiel en bouleaux semblent dater de la fin de cette période atlantique.

La moitié de l'épaisseur totale des tourbières de pentes étudiées a été édifiée pendant la période atlantique ce qui confirme la conclusion tirée de l'examen comparatif de plusieurs diagrammes polliniques (STREEL 1958) : la tourbe s'est édifiée pendant la période atlantique beaucoup plus rapidement (environ 55 cms par millénaires contre 38 cm au subatlantique et 17 cms au subboréal) que sous les autres climats.

L'apparition de pollen de *Fagus* marque dans nos diagrammes la fin de cette période atlantique.

#### c) Analyse colorimétrique du degré d'humification.

Depuis GRANDLUND (1932), chacune de ces périodes climatiques a été divisée car dans les couches de tourbe correspondantes, on peut distinguer des alternances de constituants végétaux :



particulièrement, en Suède aux dates suivantes : 2.300 avant J. C. (R. Y. V) ; 1.200 avant J. C. (R. Y. IV) ; 500 avant J. C. (R. Y. III) ; 400 après J. C. (R. Y. II) ; 1.200 après J. C. (R. Y. I).

GRANDLUND a appelé les surfaces de séparation de ces couches : surfaces de récurrence. Elles correspondent à la superposition d'une tourbe faiblement humifiée à une tourbe plus fortement humifiée.

Le degré d'humification d'une tourbe, étant en rapport avec le degré d'humidité du climat sous lequel elle s'est formée, GRANDLUND a été conduit à admettre 5 oscillations climatiques qu'il a datées à partir de découvertes archéologiques.

Une de ces surfaces de récurrence (R. Y. III) semblait correspondre au « Grenz horizon » décrit par WEBER, et qui est très visible dans les tourbières du Flachland allemand.

Les auteurs ont longtemps cru voir dans ces surfaces de récurrence, un phénomène synchrone en Europe occidentale.

Or, à la suite des travaux de VAN ZEIST (1955) et OVERBECK (1957), il devient nécessaire de revoir cette opinion, car ces auteurs ont démontré l'existence de surfaces de récurrence qui ne sont pas synchrones d'un endroit à l'autre d'une même tourbière. Il semblerait donc plus exact de dire que les surfaces de récurrence sont seulement « contemporaines ».

\* \* \*

Une technique de mise en évidence des surfaces de récurrence a été proposée par OVERBECK et SCHNEIDER (1938). Ces auteurs évaluent par colorimétrie l'importance de l'humification des différents horizons de tourbe.

Les produits d'extraction par NaOH (5 %) (1 gr de tourbe / litre) qui sont les « matières humiques » et hémicelluloses, présentent au colorimètre un certain coefficient d'extinction, dont la valeur est une mesure relative du taux d'humification.

Nous avons analysé par cette technique la partie supérieure d'un profil dans la tourbière de pente en fagne wallonne.

Les résultats sont l'objet de la première partie de la figure XX. Une surface de récurrence est visible à 40 cms de profondeur ; elle est superposable aux surfaces de récurrence que montrent des analyses colorimétriques faites par OVERBECK et par PERSCH, à la tourbière royale.



## Stratigraphie du Subatlantique supérieur

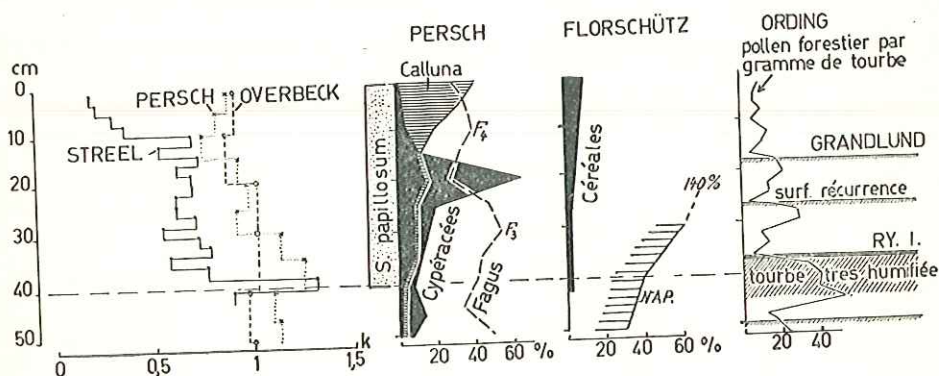


FIG. XX. — Stratigraphie comparée du Subatlantique supérieur.

Cette surface de récurrence correspond, étant donné son niveau dans la tourbière, à l'horizon de tourbe à *Eriophorum* que l'on distingue sous le tapis végétal actuel. Elle témoigne d'un climat plus sec tel que nous l'avons supposé lors des conclusions du chap. III. Elle pourrait donc délimiter, au sein de la couche subatlantique, l'arrêt de croissance de *Sphagnum imbricatum*. Or ce phénomène a été signalé par FLORSCHÜTZ (1932) en Hollande ; JONAS (1935) en Allemagne du nord-ouest ; SCHWICKERATH (1937) et PERSCH (1950) dans les Hautes Fagnes (tourbière royale), GODWIN et CONWAY (1939) au pays de Galles. JONAS (1935) situe cet arrêt de croissance vers 1.200-1.300 après J. C. (R. Y. I. DE GRANDLUND) et l'attribue à une continentalisation brusque, c'est-à-dire un assèchement du climat. GODWIN et CONWAY (1939) étayent cette hypothèse en observant sur une tourbière du Cardiganshire, un horizon noirâtre de tourbe amorphe, situé immédiatement au dessus de la tourbe à *Sphagnum imbricatum*. Cet horizon contient de nombreux fragments de *Calluna* et correspondrait selon ces auteurs, à un embryonnement brusque de la surface tourbeuse. Au dessus de cet horizon, la végétation est constituée là-bas d'un *Sphagnetum papillosum*, qui correspond à la réinstallation du climat typique subatlantique : le climat actuel.

GODWIN (1954) écrit à ce sujet : « The humification of the old » *Sphagnum-Calluna* peat is now generally taken to be primary » and not secondary, the product of raised — bogs growing » very slowly and with surfaces (at least seasonally) very dry. » It is to be noted that we are still ignorant of the plant-communi- » ties which formed the old *Sphagnum-Calluna* peat, for macros- » copic remains in it are extremely decayed, and no systematic » work has been directed to characterising them by detailed » analysis of the local component of pollen and spores. It is » apparent that *Calluna* and often *Eriophorum vaginatum*, » played an important role in such communities ».

Remarquons encore que c'est aussi à 40 cms de profondeur dans la tourbière royale que débute *Sphagnum papillosum* c'est-à-dire entre les maxima  $F_2$  et  $F_3$  de la courbe de fréquence des pollens de *Fagus* (voir Fig. XX) et que ce niveau est daté par PERSCH, aux environs de 1.000 après J. C.

Ce niveau du subatlantique marque de plus le départ de l'extension des pollens non arborescents (N. A. P.). On peut constater sur la Fig. XX, cette extension, reprise du diagramme de FLORSCHUTZ 1939. C'est également, sur ce diagramme, le point de départ de la courbe des pollens de céréales.

Sur le diagramme de PERSCH, ce niveau marque le départ d'une forte extension des pollens de *Calluna* et des *Cypéracées*. Il est généralement considéré comme transitoire entre les phases XI et XII du subatlantique suivant la terminologie d'OVERBECK.

En parallèle avec ces observations, nous avons placé dans la figure XX une partie du tableau de ORDING (Suède) cité par VON POST (1946). ORDING caractérise les tourbes très humifiées par de fortes concentrations de pollen. Cette relation devra être vérifiée dans nos régions.

\* \* \*

L'ensemble de nos observations nous invite donc à dater la surface de récurrence étudiée en Fagne wallonne, vers 1200-1300 après J. C.

Nous connaissons ainsi la date et la nature des événements climatiques qui ont introduit une discordance entre les végétations de la tourbière de la Fagne wallonne, et celles de la Fagne de Clefay.

Comment dès lors expliquer cette discordance ? Pourquoi la réhumidification du climat qui a immédiatement suivi la période sèche que nous venons de dater, a-t-elle provoqué l'installation d'associations plus hygrophiles en Fagne wallonne qu'en Fagne de Clefay ?

Nous pensons que cette localisation s'explique par le fait que c'est en Fagne wallonne seulement qu'existe un setchamps assez important pour tenir un réservoir d'eau capable d'alimenter une tourbière d'un type soligène.

Nous avons dit, en effet, que la tourbière de la fagne wallonne s'inscrivait en amphithéâtre dans le setchamps de Botrange. Le setchamps du Pannensterz, lui, est orienté de telle manière que l'alimentation en eau vers le col de la tourbière de Clefay (Voir carte Fig. I : B) est détournée soit vers la Helle, soit vers le Schwarzbach (Voir les flèches sur la carte, fig. I). Il ne présente, face au col, qu'une épine dorsale étroite : le Grand Haard. Des coulées à *Narthecium* ont peut-être existé sur les pentes vers la Helle, mais elles ne pouvaient influencer la végétation du col.

Quant au setchamps de Clefay, sa superficie est restreinte et de plus la dénivellation entre son sommet et les formations tourbeuses est faible. Il ne peut donc à notre avis jouer qu'un rôle secondaire dans la création d'une tourbière soligène.

Cependant plus récemment, l'exploitation de la tourbe (à partir du XVI<sup>e</sup> siècle) sur les flancs de Botrange, a enlevé à la Fagne wallonne, son caractère de tourbière soligène.

Nous avons mis en évidence les différences qui existaient avant l'exploitation de la tourbe, dans le tapis végétal des deux tourbières. Maintenant, les conditions étant devenues, à la suite des exploitations, semblables sur ces deux tourbières, un rapprochement de leurs types de végétation se manifeste.

Notre hypothèse s'en trouve renforcée.

### CONCLUSIONS DU CHAPITRE III : ÉTUDE DES PARTIES EXPLOITÉES DES DEUX TOURBIÈRES

Nous apportons de nos observations phytosociologiques et des études des profils, les conclusions suivantes :

- 1) Les deux tourbières se sont installées simultanément pendant la période transitoire boréale-atlantique.



2) La tourbification a été très intense durant la période atlantique ; plus marquée dès le début dans les tourbières de col que dans les tourbières de pente.

3) La tourbe s'est formée à l'intervention d'une association à *Eriophorum vaginatum* et *Sph.* « *tr. acutifolia* » qui a évolué :

a) sur les pentes, en ass. à *Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum medium* et *S.* « *tr. acutifolia* », en alternance avec une sous-association, *betulo-vaccinietosum uliginosi*.

b) au creux du col, en ass. à *Sphagnum imbricatum* et *Eriophorum vaginatum*, apparemment sans lit de bouleaux.

4) Sur les flancs de Botrange, une association à *Narthecium* et *Sphagnum* « *tr. acutifolia* » souligne à la période atlantique le régime spécial en eau de cette partie de la tourbière.

5) Il apparaît également que la tourbe à *Eriophorum* est plus développée sur les pentes tandis que la tourbe à Sphaignes se localise sur les replats.

6) Au XIII<sup>e</sup> et XIV<sup>e</sup> siècle, une variation climatique dans le sens d'une continentalisation entraîne l'élimination de *Sphagnum imbricatum*. Dans la tourbe les touradons de linaigrettes forment un horizon compact sur l'ensemble des formations tourbeuses.

Sur cet horizon stabilisé se réinstalle bientôt une tourbière à sphaignes, dont l'élément colonisateur est un nouveau venu : *Sphagnum papillosum*.

En effet, le vaste setchamps de Botrange alimente en eau de manière particulièrement abondante la surface centrale de la Fagne wallonne <sup>(1)</sup> ; d'où l'installation de *Narthecium ossifragum* sur la pente et de *Rhynchospora alba* sur le replat. Le setchamps de Clefay par suite de sa position défavorable vers la Fagne de Clefay voit ses nappes phréatiques détournées. Celles-ci n'interviennent guère dans l'évolution de cette tourbière qui s'oriente vers une croissance surtout ombrogène. C'est à ce moment, que naît la profonde différence entre les couvertures végétales des deux tourbières.

(1) L'amorçage de conditions écologiques différentes en fagne wallonne et en fagne de Clefay trouve un écho dans les phénomènes d'érosion que nous avons décrits au début de ce travail. On peut concevoir l'érosion en cirque, localisée uniquement en fagne wallonne, comme contemporaine de la réhumidification récente du climat qui a provoqué l'installation des peuplements à *Narthecium*.

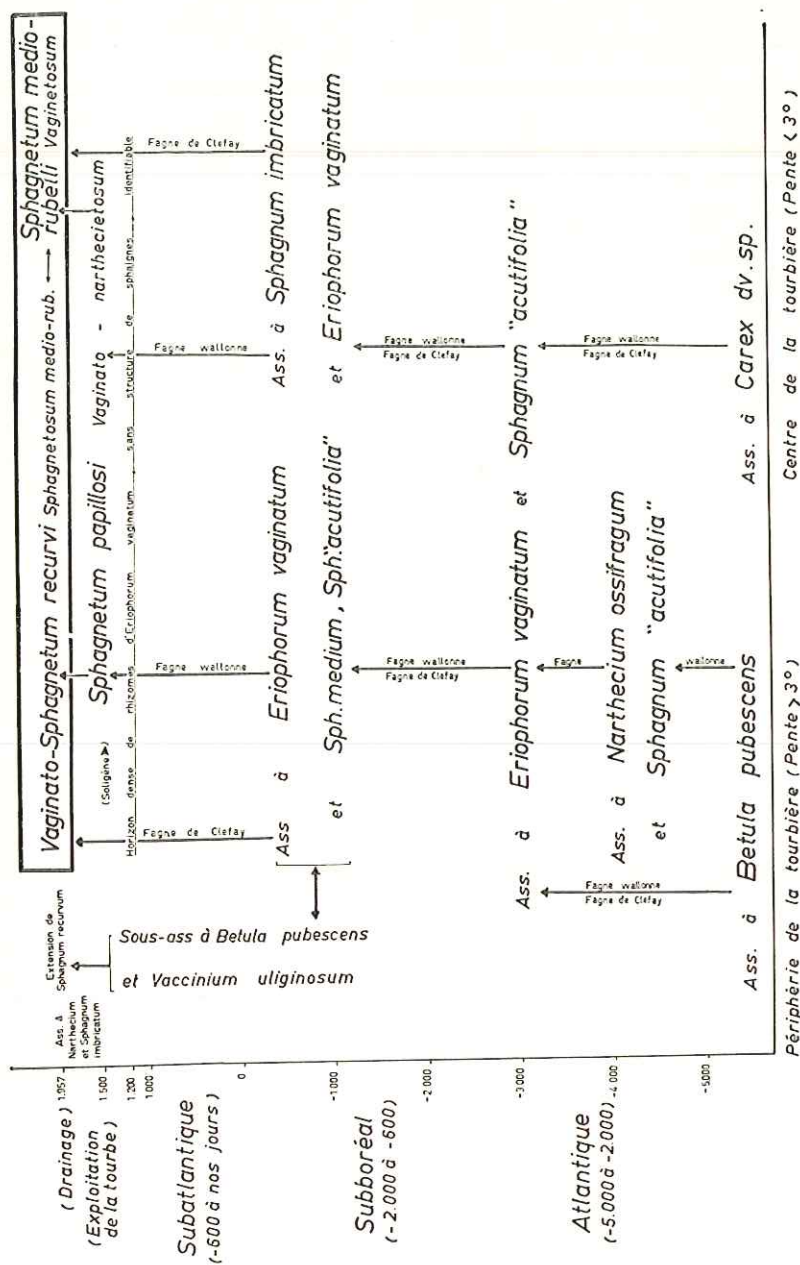


Fig. XXI. — Tableau d'évolution du tapis végétal des deux tourbières, de la période atlantique à nos jours.

Actuellement, les exploitations de tourbe ont rompu tout contact entre la partie centrale de la Fagne wallonne et les sources ; elles provoquent ou précipitent l'évolution du *Sphagnetum papilloso vagineto-narthecietosum* vers l'association climacique.

Dans cette association climacique, l'invasion récente de *Sphagnum recurvum*, dont la vitalité est très grande, peut caractériser la phase actuelle de la période subatlantique.

Au cours des trois dernières périodes climatiques, on a donc eu schématiquement l'évolution indiquée au tableau, fig. XXI.



## CHAPITRE IV

### DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS

La fagne wallonne et la fagne de Clefay font partie du complexe de tourbières à Sphaignes du plateau des Hautes-Fagnes.

Dans l'ensemble, ces deux tourbières sont localisées en des endroits bien déterminés entre deux crêtes et à cheval sur deux amphithéâtres, points de départ de rivières. Elles se présentent comme des Sattelmoor ou tourbières de col, entourées de petites tourbières de section lenticulaire, inscrites dans les pentes.

Elles reposent sur un sous-sol imperméable. L'influence humaine qui a sévi avec une intensité remarquable et sensiblement équivalente sur les deux fagnes, a cependant laissé, au centre des formations tourbeuses, des associations végétales « intactes » dont les caractéristiques mettent en évidence de profondes divergences floristiques et sociologiques entre elles.

Étudiées toutes deux, à la fois par les techniques phytosociologiques et par les techniques écologiques, ces parties intactes révèlent qu'elles sont en évolution : le dynamisme des groupements végétaux de la fagne wallonne où domine le *Sphagnetum papillosum*, oriente ceux-ci vers les groupements végétaux de la fagne de Clefay, qui sont constitués essentiellement par le *Vaginato-Sphagnetum recurvi sphagnetosum medio-rubelli*.

Sur le territoire étudié, le *Vaginato-Sphagnetum recurvi* est le plus répandu, ce qui infirme les conclusions de nombreux auteurs attribuant au *Sphagnetum papillosum*, une place prépondérante.

Il ressort de l'analyse des deux formations tourbeuses, ainsi que de l'étude stratigraphique de la tourbe, que les associations à *Narthecium ossifragum* et à *Sphagnum imbricatum* et *S. papillosum* sont tributaires avant tout autre facteur, d'une nappe phréatique soligène qui était surtout bien représentée dans la fagne wallonne où l'eau, non météorique, provenait du débit des sources nombreuses du vaste setchamps de Botrange. L'éli-

mination récente de cette nappe par drainage met visiblement en péril l'existence de ces associations.

La fagne de Clefay ne dispose pas, à ce point de vue, des mêmes caractéristiques topographiques et de la même venue d'eau des sources, de telle sorte que sa végétation a évolué vers la constitution d'un *Vaginato-Sphagnetum recurvi sphagnetosum medio-rubelli*.

Ce travail précise certains aspects phytosociologiques de l'association climacique actuelle des Hautes-Fagnes :

1) Elle paraît bien définie et n'est pas seulement localisée dans les deux tourbières étudiées ; la tourbière de la fange aux Mochettes, au plateau des Tailles et la tourbière du Rouge Ponceau au plateau de Nassogne présente la même association dominante.

2) Elle est caractérisée par une abondance considérable de *Eriophorum vaginatum*. Dans les tourbières nordiques, établies dans des cuvettes horizontales, les linaigrettes ne sont aussi abondantes qu'en périphérie du bombement de la tourbière, là où la pente s'accroît au voisinage du « lagg ». C'est le « Rand komplex » en terminologie des phytosociologues scandinaves. Alors qu'il n'occupe dans les régions continentales qu'une faible superficie des tourbières, il représente chez nous 90 % de leur surface.

3) *Sphagnum recurvum* s'est développé récemment et montre actuellement le plus de vitalité parmi les autres végétations de sphaignes. Selon nous, il caractérise à juste titre l'association végétale climacique.

Ce n'est pas une objection, à notre point de vue, si ce *Sphagnum* se rencontre également dans des cariçaies : ces cariçaies constituent un stade d'installation de la tourbière sur un plan d'eau stagnant et ne sont que transitoires. Une étude d'ensemble (non encore publiée) de tous les types de cariçaies du haut plateau nous a montré que l'extension de *Sphagnum recurvum* au-dessus de ce plan d'eau implique, sans alternance possible, une vocation de tourbière haute.

4) *Sphagnum medium* et *Sphagnum rubellum* existent sous forme de bosses dans le tapis végétal cespiteux. Le rôle de ces sphaignes a été très important dans la construction de la tourbière



comme en témoigne l'analyse stratigraphique. Actuellement, elles sont plus rares mais elles ne sont pas des reliques en voie de disparition : au contraire, la vitalité dans nos régions en est excellente, même dans des conditions défavorables. Deux relevés (relevés 15 et 16 du tableau, Fig. III) pris dans des tourbières à *Narthecium* près de Francorchamps sur les contreforts des Hautes Fagnes permettent de le voir clairement.

Elles prennent une forme différente et atteignent un développement beaucoup plus grand dans les régions plus continentales que la nôtre. Les relevés 17 à 20 du même tableau proviennent d'une tourbière de col à 800 m d'altitude dans le Rhön. Ils y montrent que *Sphagnum medium* et *Sph. rubellum* forment de larges tapis au niveau de la nappe aquifère (rel. 19) tandis que les coussins sont formés par le *Sphagnum fuscum* (rel. 17). Ces larges tapis occupent le centre de la tourbière et entourent d'énormes « Schlenken » (rel. 20) tandis qu'en périphérie, on peut observer un *Vaginato-Sphagnetum recurvi betuleto vaccinietosum uliginosi* typique (rel. 18). Cet aspect n'est jamais rencontré dans les Hautes-Fagnes.

L'étude stratigraphique que nous avons réalisée nous a permis de décrire à partir d'une association *Nartheieto-Sphagnetum acutifoliae* établie à la période atlantique sur une pente alimentée en eau de source, toute une série d'étapes successives jusqu'à l'association climacique actuelle et c'est au sein de cette association climacique que nous avons trouvé plusieurs bosses de *Sphagnum fuscum*, la meilleure caractéristique des tourbières exclusivement ombrogènes.

Ainsi, nous avons observé sur des profils de tourbières voisines, des maillons très éloignés l'un de l'autre le long d'une chaîne qui unit les associations les plus océaniques aux associations les plus continentales. Car on sait qu'il existe aujourd'hui, d'une part en Bretagne des tourbières soligènes, oligotrophes édifiées actuellement par un *Nartheieto-Sphagnetum acutifolii* DUVIGNEAUD 1949 ; d'autre part, dans les régions continentales de la Scandinavie et de l'U. R. S. S., des tourbières vivant dans un milieu très sec et constituées par un *Empetro-Sphagnetum fuscum* OSVALD, 1923, mêlé de nombreux coussins de *Sphagnum medium*.

C'est pourquoi nous pensons que :

— l'étude phytosociologique du tapis végétal d'une tourbière



doit tenir compte de la composition stratigraphique de la tourbe sous-jacente si l'on veut localiser les associations végétales qui le composent dans le cadre des grandes unités géographiques ; et que,

— les associations végétales à sphaignes sont beaucoup plus sensibles aux facteurs édaphiques qu'on ne l'admet généralement ; et que, par conséquent, les nombreux systèmes de classification à base climatiques ne tiennent pas suffisamment compte de ces facteurs édaphiques.

UNIVERSITÉ DE LIÈGE,  
*Laboratoire d'Écologie*  
*de l'Institut de Botanique, et*  
*Station scientifique des Hautes-Fagnes.*  
(Direct. Prof. R. BOUILLENNE).

---

## LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

1. BASTIN, J. (Abbé), (1924), La fagne wallonne. Topographie et histoire d'un canton des Hautes Fagnes. (*Terre wallonne*, Charleroi).
2. — (1934), La via Mansuerisca. Antiquité classique. Liège.
3. BEIJERINCK, W. (1934), Sphagnum en sphagnetum. Nederlandsch Biologisch station (n° 6), Amsterdam.
4. — (1940), Calluna, a monograph on the Scotch heather. *Acad. des Sciences néerlandaises. Sc. nat.* Section II, partie XXXVIII, n° 4. Amsterdam.
5. BOUILLENNE, R. (1926), Évolution récente de la végétation des Hautes Fagnes du plateau de la Baraque Michel. *Bull. Soc. Royale Bot. Belg.* T. LVIII, fasc. 2.
6. — (1934), Cours d'éléments de Botanique — Partim Phytogéographie.
7. — (1934), Les eaux des tourbières du plateau de la Baraque Michel. *Ann. Soc. géol. Belg.* T. LVII, n° 5.
8. — (1938), Le futur parc national des Hautes Fagnes. Édition « Les Amis de la Fagne », Verviers.
9. — (1954), Facteurs climatiques et tourbières. *Ann. de l'Ecole nationale d'Agr. de Montpellier.* T. 29, fasc. 3 et 4.
10. BOUILLENNE, R. et M. (1937), Les Viviers du plateau de la Baraque Michel. *Bull. Soc. Roy. Sc. Liège*, n° 12, 6<sup>e</sup> année.
11. BOUILLENNE, R. et M. et PRÉVOT, P. (1931), Une association végétale à Empetrum dans les fagnes de Clefay. *Bull. Cl. Sc. Ac. Roy. Belg.* 5<sup>e</sup> série, T. XVII.
12. BOUILLENNE, R., DEUSE, P. et STREEL, M. (1956), Introduction historique à l'étude des tourbières de la fagne des Deux séries. *Bull. Soc. Roy. Sc. Liège*, n° 5.
13. BOUILLENNE, R. et STREEL, M. (1957), Évolution de la végétation dans une tourbière haute du plateau des Hautes-Fagnes (Fagne wallonne). Vol. jub. W. Robyns. *Bull. Jard. Bot. État.*
14. BOURGUIGNON, P. (1953), Associations minéralogiques des limons et argiles des hautes fagnes. *Ann. Soc. Géol. Belg.* T. 77.
15. BRAUN-BLANQUET, J. (1947), Les groupements végétaux supérieurs de la France, in BRAUN-BLANQUET, EMBERGER et MOLINIER, Instructions pour l'établissement de la carte des groupements végétaux. Castelnau, Montpellier.
16. — (1948), La végétation alpine des Pyrénées orientales, SIGMA 98, BARCELONE.
17. BRAUN-BLANQUET, J. et PAVILLARD, J. (1928), Vocabulaire de Sociologie végétale. Montpellier.

18. DEUSE, P. (1947 et 1948), Sur les caractères écologiques de *Molinia coerulea*. *Lejeunia*. Liège.
19. — (1957), Thèse annexe. *Doctorat en Sciences Botaniques*.
20. DEUSE, P., RAMAUT, J. et STREEL, M. (1957), Étude phytosociologique et biochimique de la tourbière de Weiwertz. *Bull. Soc. Roy. Sc. Liège* Nos 5 et 6.
21. DUVIGNEAUD, P. (1943a), Aperçu phytosociologique et phytogéographique des tourbières de l'Ardenne luxembourgeoise. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* T. LXXXVI.
22. — (1943b), Les associations à *Empetrum* de Belgique. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* T. LXXV.
23. — (1939), La végétation lichénique des Hautes Fagnes. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* T. LXXI.
24. — (1946), La variabilité des associations végétales. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* T. LXXVIII.
25. — (1949), Classification phytosociologique des tourbières européennes. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* T. LXXXI.
26. FLORSCHUTZ, F. (1932), Resultate von Untersuchungen an einigen Niederländischen Mooren. *Rec. Trav. Bot. Neerl.* T. XXIX.
27. FLORSCHUTZ, F. et VAN OYE, E. L., (1937) Over de oudersdombepaling van de Vijvers op het plateau van het Belgisch Hoogveen. *Tijdschr. v. h. Kon. Nederl. Arrdrijsk. Genootsch.* T. 55.
28. FOUARGE, M. (1936), La recolonisation des tourbières exploitées de la Baraque Michel. *Bull. Soc. Roy. Sci. de Liège*, Nos 2, 3 et 4.
29. FREDERICQ, L. (1904), La faune et la flore glaciaires du plateau de la Baraque Michel. *Bull. Acad. Roy. Belgique (Classe des sciences)*, n° 12.
30. FRITSCH, F. E. (1916), The Morphology and ecology of an Extreme Terrestrial Form of *Zygnema-Zygogonium Ericetorum*. *Annals of Botany*, Vol. XXX, N° 117.
31. GÉRARD, Ph. (1951), Étude de l'évolution forestière dans la principauté de Stavelot et dans le Comté de Salm. *Bull. Soc. Roy. Forestière. Belgique*, n° 4.
32. GODWIN, H. (1954), Recurrence-surfaces, *Danmarks Geologiske Undersøgelse* II, n° 80, Copenhagen.
33. GODWIN, H. et CONWAY, V. (1939), The ecology of a raised bog near Tregaron, Cardiganshire. *Journal of Ecology*, T. XXVII.
34. GRANDLUND, E. (1932), De svenska hogmossarnas geologi. *Sverig. Geol. Undersokn.* N. 373, Stockholm.
35. JESSEN, K. (1939), Vegetationstudien im Hochmoor Store Vildmose. *Botaniska Notiser*. Lund.
36. JONAS, F. (1935), Die Vegetation der Hochmoore im Nordhummling. *Fedde repert. Beih.* LXXVIII.
37. LIÉGEOIS-LEMAITRE, Th. (1957), Le Ruhrbusch. *Bull. Soc. Roy. Sc. Liège*, n° 6.
38. MONOYER, A. (1931), Contribution à l'anatomie du genre *Scirpus*. *Mémoire Soc. Roy. Sc. Liège*. T. XVIII.



39. NOIRFALISE, A. (1956), La Hetraïe ardennaise. *Bull. Inst. Agr. Gembloux*. T. XXIV.
40. OSVALD, H. (1923), Die Vegetation der Hochmoores Komosse. *Svensk. Vaxt. Sallsk. Handl.* Uppsala.
41. — (1925), Die Hochmoortypen Europas. *Ver. Geob. Inst. Rubel*, Zurich.
42. — (1949), Notes on the vegetation of British and Irish Mosses. *Svensk. Vaxt; Sallsk. Handl.* Uppsala.
43. OVERBECK, F. et SCHNEIDER, S. (1938), Mooruntersuchungen bei Luneburg und bei Bremen und die Reliktnatur von *Betula nana* L. in N-W Deutsch. *Zeitsch. F. Bot.* 33.
44. OVERBECK, F., K. O. Munich, L. Aletsee und F. R. Averdick. 1957. Das Alter des « Grenzhorizons » norddeutscher Hochmoore nach Radiocarbon-Datierungen, *Flora*, 145, 1.2.
45. OVERBECK, F. (1952), Das Grosseemoor bei Gifhorn. *Niedersächsischen amt für landesplanung und statistik*, Reihe A L Band 41.
46. PERSCH, F. (1950), Zur postglazialen Wald und Moorentwicklung im Hohen Venn, *Decheniana*, Band. 104. BONN.
47. PRÉVOT, P. (1937), Contribution à l'étude des phénomènes d'absorption des ions minéraux par les plantes. Xérophytisme et absorption du brome chez *Empetrum nigrum* et *Vacc. uliginosum* *Bull. Soc. Roy. Sc. Liège*.
48. PONCELET, L. (1947), Esquisse climatologique de la Belgique. *Mém.*; Vol. 27. *Inst. Roy. Met. de Belgique*.
49. — (1938), Note sur le climat hivernal à la Baraque Michel. *Bull. Soc. Roy. Sc. de Liège*, 7.A.
50. POLIS, P. (1901 et 1902), Contribution à la climatologie des Hautes Fagnes et de l'Eifel. *Ciel et terre*, Vol. 22
51. RAMAUT, J. (1955 a), Étude de l'origine de l'acidité naturelle des tourbières acides de la Baraque Michel. *Bull. Cl. Sc. Acad. Roy. Belgique*, 5<sup>e</sup> Série, Tome XLI.
52. — (1955 b), Extraction et purification de l'un des produits responsables de l'acidité des eaux des hautes tourbières et secrété par *Sphagnum*. *Bull. Cl. Sc. Acad. Roy. Belgique*. 5<sup>e</sup> série, T. XLI.
53. SCHWICKERATH, M. (1937), Die nacheitzeitliche Waldgeschichte des Hohen Venns und ihre Beziehungen zur heutigen Venn vegetation. *Abh. d. Preuss. Geol. Landesanstalt. N. F. H.* 184.
54. — (1940), Aufbau und gliederung des europäischen Hochmoorgesellschaften. *Deutsche botanischer Jahrbucher*. B. 71 Heft 2.
55. — (1941), Die Sphagneta des fennoskandinavischen, Forscher, etc. *Archiv. für Hydrobiol.* Bd. XXXVII.
56. — (1944), Das Hohe Venn und seine Randgebiete, *Pflanzensociologie* VI.
57. STREEL, M. (1957), Note sur l'existence d'une tourbe à *Narthecium ossifragum* dans les couches anciennes d'une tourbière du plateau des Hautes Fagnes. *Bull. Soc. Roy. Sc. Liège*. N° 4.
58. — (1958), Les Rapports « Climat-vegetation » discernables dans

l'épaisseur des tourbières du plateau des Hautes-Fagnes belges.

Communication présentée au VI<sup>e</sup> Congrès International pour l'étude de Moor (des tourbes). Spa.

59. TINBERGEN, L. (1940), Observations sur l'évaporation de la végétation d'une tourbière dans les hautes fagnes de Belgique. *Mém. Soc. Roy. Sc. Liège*, 4<sup>e</sup> série, T. IV, fasc. 1.
60. VANDEN BERGHE, C. (1951), Landes tourbeuses et tourbières bombées à Sphaignes de Belgique. Comm. 17 du Centre de Cartographie phytosociologique. Gembloux.
61. VAN ZEIST (1955), Pollen analytical investigations in the northern netherlands. *Acta botanica neerlandica*, Vol. 4 (I).
62. VON POST et SERNANDER (1910), Pflanzenphysiologische Studien auf Torfmooren in Norde. *Livret guide des excursions en Suède du 11<sup>e</sup> congrès géol. intern.* Stockholm
63. VON POST (1946), The prospect for pollen analysis in the study of the Earth's climatic history. *The new phytologist*. Vol. 45, n<sup>o</sup> 2.

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| INTRODUCTION : Généralités sur la structure, la localisation et la position phytosociologique européenne des associations végétales des tourbières du plateau des Hautes-Fagnes ..... | 3   |
| CHAPITRE I : <i>Étude du milieu</i> .....                                                                                                                                             | 14  |
| A. La topographie et les facteurs édaphiques .....                                                                                                                                    | 14  |
| B. Le climat régional .....                                                                                                                                                           | 18  |
| C. L'intervention humaine .....                                                                                                                                                       | 20  |
| CHAPITRE II : <i>Étude de la végétation des parties centrales « intactes » des deux tourbières</i> .....                                                                              | 24  |
| 1. Aspects physiologiques par relevés phytosociologiques ..                                                                                                                           | 25  |
| 2. Analyse des aspects physiologiques par relevés phytosociologiques .....                                                                                                            | 29  |
| 3. Répartition des Associations dans les deux tourbières ....                                                                                                                         | 36  |
| 4. Analyse des types physiologiques par transects. ....                                                                                                                               | 40  |
| a) Analyse des unités écologiques .....                                                                                                                                               | 43  |
| b) Analyse des groupes écologiques .....                                                                                                                                              | 48  |
| c) Schémas d'évolution des groupes écologiques .....                                                                                                                                  | 67  |
| d) Répartition des groupes écologiques dans les différents transects .....                                                                                                            | 68  |
| 5. Dynamisme des Associations végétales .....                                                                                                                                         | 74  |
| A) En Fagne wallonne .....                                                                                                                                                            | 77  |
| B) En Fagne de Clefay .....                                                                                                                                                           | 78  |
| Conclusions du chapitre II :<br>L'Étude des Associations végétales des parties centrales des tourbières .....                                                                         | 80  |
| CHAPITRE III : <i>Études des parties exploitées des deux tourbières</i> ..                                                                                                            | 83  |
| 1. Étude de la végétation .....                                                                                                                                                       | 83  |
| 2. Analyse stratigraphique de la tourbe .....                                                                                                                                         | 90  |
| Conclusions du Chapitre III :<br>Étude des parties exploitées des deux tourbières ..                                                                                                  | 97  |
| CHAPITRE IV : <i>Discussions et conclusions</i> .....                                                                                                                                 | 101 |
| LISTE BIBLIOGRAPHIQUE .....                                                                                                                                                           | 105 |



