

LES TYPES BIOLOGIQUES DANS QUELQUES FORMATIONS VÉGÉTALES DE LA SCANDINAVIE

PAR

MARTIN VAHL

La géographie des plantes a conquis dans ces dernières années une place éminente parmi les disciplines géographiques. Le but principal de la géographie étant d'éclaircir la relation d'influence réciproque entre la nature et la vie humaine, la végétation apparaît comme le trait d'union et l'intermédiaire par lequel le climat et le sol agissent d'une manière sensible sur la vie de l'homme et sur ses conditions d'existence.

Se plaçant au point de vue de la climatologie, KÖPPEN¹ a fait valoir avec beaucoup de force que la végétation était le seul principe rationnel de classification des types de climats. Du côté de l'anthropogéographie, MERRIAM² a présenté la géographie des plantes comme fournissant la base indispensable à cette discipline géographique. En considérant non pas la diffusion des plantes cultivées, laquelle subit l'influence de la civilisation et du commerce, mais celle des plantes à l'état sauvage, on partage le globe en provinces dans lesquelles se retrouvent les mêmes conditions pour l'utilisation de la terre par l'homme. Mais les formations de végétation donnent des critères beaucoup plus délicats et plus précis pour la nature du sol et du climat que la diffusion d'espèces végétales choisies

¹ Versuch einer Klassifikation der Klimate (Geogr. Zeitschr. 1901).

² Life Zones and Crop Zones (Washington 1898).

arbitrairement: c'est là une vérité actuellement reconnue par toute la géographie végétale moderne. Je prends le terme de „formation végétale“ dans le sens que lui a donné WARMING¹, savoir: une société de plantes appartenant à un type biologique déterminé et réunies ensemble par certaines particularités du lieu de croissance auxquelles ces plantes sont adaptées. Les „formations“ se divisent à leur tour en „associations“, caractérisées par certaines espèces déterminées, et les „associations“ se partagent encore en „facies“, caractérisées par les espèces dominantes parmi les plantes associées.

Les types biologiques servent donc de base à la distinction entre les formations végétales; mais celles-ci sont caractérisées également par la nature du lieu de croissance. On peut dès lors se demander si ce dualisme ne conduit pas à une contradiction, et si les mêmes conditions correspondent vraiment à une société présentant les mêmes types biologiques déterminés. C'est ce qui a été nié par Moss²: il pense que l'on doit négliger entièrement les types biologiques et caractériser seulement les formations par le lieu de croissance. A cette thèse s'en oppose une autre d'après laquelle le type biologique est la chose essentielle et c'est seulement en cas de besoin que l'on se sert du lieu de croissance comme d'une marque distinctive des formations; du reste ce secours n'est utile que dans la mesure où nous connaissons encore très imparfaitement les types biologiques des formations. Une fois que ces types auront été bien éclaircis, il conviendra de rechercher quelles sont les conditions d'existence qui leur correspondent.

On ne peut caractériser une formation par les types biologiques végétaux qu'avec l'aide de la statistique. Dans mon ouvrage sur la végétation de l'île de Madère, où j'ai tenté une étude statistique des types biologiques des formations, j'ai adopté une méthode qui consiste à répartir d'après la

¹ Oecology of Plants, p. 139 et suiv.

² The fundamental Units of Vegetation (The new phytologist, 1910).

flore les diverses espèces en les attribuant à la formation ou aux formations auxquelles elles appartiennent normalement; puis j'ai traité ces matériaux par la statistique. De la sorte j'ai rejeté des espèces rares et des hôtes accidentels provenant d'autres formations, et les diverses formations se sont clairement révélées, différant les unes des autres par la proportion numérique des types biologiques.

En écartant ainsi de la statistique toutes les espèces que l'on juge ne pas appartenir à la formation et provenir de formations différentes, soit que leur lieu de croissance n'ait pas un caractère très net, soit que l'on doive voir en elles des hôtes accidentels qui végètent misérablement et sont destinés à succomber bientôt dans la lutte pour la vie, on obtient le plus souvent un rapport numérique entre les types biologiques d'où ressort clairement l'influence favorable ou défavorable du lieu de croissance sur les divers types. Mais cette méthode a le défaut d'être approximative et incertaine.

Beaucoup plus sûre est la méthode proposée par RAUNKJÆR¹: elle consiste à dénombrer les espèces à l'intérieur d'un certain nombre de champs égaux, puis à attribuer des points d'après la fréquence. Raunkiær note à l'intérieur de chaque champ les espèces qui se rencontrent dans ses limites. On détermine la fréquence des diverses espèces en attribuant à telle ou telle espèce un nombre de points correspondant au nombre des champs où on l'a trouvée. Si par exemple on a examiné 50 champs, une espèce trouvée dans tous reçoit 50 points, une espèce trouvée dans 6 champs reçoit 6 points, et ainsi de suite. Si l'on dresse enfin un tableau de toutes les espèces trouvées, on possède les matériaux nécessaires pour étudier la fréquence de tous les phénomènes œcologiques dans la société de plantes examinée.

J'avais du reste commencé à employer cette méthode dès

¹ Formationsundersøgelse og Formationsstatistik (Botanisk Tidsskrift 1909).

1908, indépendamment de Raunkiær. Je me servais de champs de 1 mètre carré au nombre de 10 à 20 et j'arrivais ainsi à donner un tableau provisoire des formations et sous-formations qui se trouvaient dans les domaines étudiés. Mais en utilisant mes matériaux j'aperçus nettement que les champs choisis étaient trop grands et que les espèces dominantes n'apparaissaient pas assez clairement. Je tirai donc un grand bénéfice de la publication du travail de Raunkiær, qui résolvait d'une façon si remarquable le problème des dimensions qu'il convenait de donner aux champs. Nous reparlerons plus en détail de cette question.

On doit se demander tout d'abord quel est le système de types biologiques qui doit être le plus propre à représenter les rapports d'adaptation des plantes aux diverses conditions d'existence. On admet que les plantes qui sont communes dans le même lieu de croissance sont adaptées aux mêmes conditions de vie, si différentes que puissent être leurs particularités morphologiques. Mais si nous voyons chez des plantes vivant ensemble un fait morphologique se répéter dans la grande majorité des espèces alors qu'il fait défaut chez des espèces vivant dans d'autres conditions, nous devons considérer cette particularité morphologique comme très importante et pouvant servir de base à un groupe principal de types biologiques.

J'ai trouvé le système de Raunkiær excellent comme premier fondement d'une répartition. RAUNKIÆR¹ partage les plantes d'après la position des bourgeons hivernants par rapport à la surface du sol. Les bourgeons hivernants des phanérophytes se trouvent à 30 cm. au moins au-dessus de la surface du sol. On les divise en mégaphanérophytes, au-dessus de 30 m., mésophanérophytes, de 8

¹ Types biologiques pour la géographie botanique (Bulletin de l'Académie des Sciences du Danemark, 1905). Planteriget Livsformer (Copenhague 1907).

à 30 m, microphanérophytes, de 2 à 8 m, nanophanérophites, de 0,3 à 2 m. Viennent ensuite les chamæphytes, dont les bourgeons hivernants se trouvent immédiatement au-dessus de la surface du sol, les hémicryptophytes, dont les bourgeons hivernants se trouvent dans l'écorce terrestre, et les géophytes, dont les bourgeons sont sous le sol, les hélrophytes et les hydrophytes, dont les bourgeons sont recouverts par l'eau, et les thérophytes ou plantes annuelles. J'adopte cette division dans ses grandes lignes.

Comme principe de sous-division, je considère d'abord la possibilité ou la non possibilité pour les plantes de pousser leurs rejetons à travers le sol. Les plantes pérennelles se partagent ainsi en deux sections, que je propose d'appeler diagéïques et épigéïques. Les plantes diagéïques comprennent toutes les géophytes, plus des plantes qui, appartenant aux autres types biologiques, ont la faculté de cheminer sous terre. Aux plantes épigéïques appartiennent les phanérophites, les chamæphytes et les hémicryptophytes dépourvues de cette faculté.

J'adopte comme second principe de répartition la chute des feuilles, et je distingue les plantes à effeuillaison estivale, les plantes à effeuillaison hivernale, et les plantes toujours vertes. Le premier groupe est spécialement caractéristique des plantes qui se trouvent sur le sol de forêts très épaisses d'arbres à feuilles. La frontière entre les deux derniers groupes est en général très nette dans nos climats à l'intérieur des phanérophites. Il en va autrement chez les hémicryptophytes et chez les géophytes. Dans beaucoup d'espèces, la plupart des feuilles se fanent et tombent en automne ou au cours de l'hiver, tandis qu'un certain nombre de feuilles restent, — notamment de jeunes feuilles que protègent des feuilles fanées plus anciennes. Je rangerai ces espèces parmi les plantes toujours vertes. Chez un petit

nombre de chamæphytes et phanérophytes: les feuilles tombent en hiver, mais la tige reste verte, assimilante, par exemple *Vaccinium myrtillus* et *Sarothamnus scoparius*. Je compte aussi ces espèces parmi les plantes toujours vertes.

Comme troisième principe de répartition, je considère la protection des plantes contre l'évaporation, et je distingue des plantes mésomorphes et des plantes xéromorphes. Ces expressions doivent être prises dans un sens purement morphologique, comme désignant des moyens de protection externes, reconnaissables, contre l'évaporation. On sait qu'il existe au fond des forêts d'arbres à feuilles certaines espèces munies d'un abondant système pileux, et l'on sait aussi qu'il existe dans des lieux secs des plantes dépourvues de tous moyens de protection externes, reconnaissables, contre la sécheresse. Nous devons admettre que ces anomalies extérieures sont compensées par des propriétés internes, non visibles, existant dans le contenu des cellules; mais les espèces de ce genre sont peu nombreuses et on ne les remarquera guère dans les rapports numériques.

Du reste la répartition en mésophytes et xérophytes échappe difficilement à l'arbitraire, car toutes les plantes aériennes ont quelque protection contre l'évaporation.

Dans les sociétés végétales que j'ai étudiées jusqu'à présent, ces principes de classification des formes biologiques ont été suffisants pour caractériser les formations; mais si l'on a affaire à plusieurs sociétés végétales, il faut adopter un plus grand nombre de divisions quand elles sont nécessaires. La science des types biologiques doit progresser en même temps que la science des formations.

Les formations se divisent en trois catégories: formations à un étage, à deux étages et à plusieurs étages. Par formation à deux étages on entend une formation où chaque champ, outre les pousses qui y sont enracinées, contient des pousses de plantes plus hautes qui couvrent de leur

ombre les plantes plus basses. Quant à savoir si une combinaison d'arbres dispersés et d'arbustes doit être comptée comme un mélange de deux formations ou comme une formation unique, cela dépend de la question de savoir si la végétation qui se trouve sous les arbres ou arbustes et dans les intervalles libres présente ou ne présente pas une combinaison différente de types biologiques.

Si les types biologiques dans divers champs d'une végétation offrent essentiellement la même combinaison numérique, on considère ces champs comme appartenant à la même formation. Dans des formations à deux et à plusieurs étages on ne tient compte que de l'étage supérieur. Lorsque cet étage est le même, nous avons la même formation. Mais d'autre part les différences dans l'étage inférieur donnent lieu à établir diverses subformations.

De cette théorie des formations il suit que dans chaque étage déterminé les types biologiques doivent être étudiés à part. J'ai inscrit dans mes tableaux chaque espèce avec son chiffre de fréquence, et ensuite, en additionnant les chiffres de fréquence des espèces, j'ai donné le chiffre de fréquence de chacun des groupes principaux de types biologiques: mesophanérophytes, microphanérophytes, etc... Viennent ensuite les résultats de l'enquête relative à la fréquence des plantes épigéiques et diagéiques, sur la chute des feuilles, la xéromorphie, etc... En ce qui concerne l'étage supérieur et l'étage intermédiaire, je n'ai eu besoin que de deux subdivisions de types biologiques, savoir les plantes mésomorphes à feuilles caduques en hiver, et les plantes xéromorphes toujours vertes. Comme on ne trouve à ces étages qu'un petit nombre d'espèces bien connues, je n'ai pas jugé nécessaire de donner dans les tableaux la statistique de fréquence des deux subdivisions.

Dans l'étage inférieur des forêts et dans des formations à un étage de nanophanérophytes, de chamæphytes et d'herbes on rencontre souvent des exemplaires disséminés de mi-

crophanérophytes ou des pousses de méso- et de microphanérophytes. Bien que ces plantes appartiennent à l'étage inférieur, je ne les ai pas fait entrer en ligne de compte, car d'une part on peut y voir le premier début de la constitution d'un étage supérieur ou moyen, et d'autre part la faculté de cheminer joue dans ces grandes espèces un rôle subordonné en comparaison de l'importance qu'elle a pour des plantes de taille plus petite, dont les pousses sont plus étroitement enracinées. A d'autres points de vue ces plantes hautes sont soumises à d'autres conditions que les plantes dont les organes végétatifs se trouvent plus rapprochés du sol. En les faisant entrer en ligne de compte, on s'exposerait donc plutôt à des erreurs. Un coup d'œil jeté sur le tableau II éclaircira ce que nous venons de dire. On y voit que l'étage supérieur est formé par *Fagus sylvatica*. On trouve à l'étage inférieur des pousses de divers autres phanérophytes. Chaque espèce est classée dans le type biologique auquel appartenaient ses exemplaires les plus élevés. Si *Fraxinus excelsior* est inscrit comme nanophanérophyte, cela veut dire qu'aucun exemplaire ne dépassait une hauteur de 2 m. Au-dessous du tableau est donné le chiffre de fréquence des plantes diagéïques et épigéïques appartenant aux chaméphytes, aux hœmicryptophytes et aux géophytes de l'étage inférieur. La plupart d'entre elles sont toujours vertes et mésomorphes.

La question qui se pose ensuite est celle de choisir les dimensions et le nombre des champs. Cette question a été résolue par Raunkiær pour obtenir de bons chiffres de fréquence. Raunkiær a démontré qu'en se servant de 50 champs de 1 décimètre carré chacun on arrive à des chiffres de fréquence qui diffèrent de bien peu de ceux que l'on obtient en comptant les pousses.

Pour mon objet particulier il importe également que chaque champ, dans des limites d'oscillation convenables, donne une image de la formation. Plus les champs sont grands, plus

petite est la différence de flore et de types biologiques dans les différents champs d'une même formation. Plus les champs diminuent, plus la variation devient grande, jusqu'au moment où, en prenant les champs si petits que chacun d'eux contient seulement une seule pousse enracinée, on arrive à ce résultat que la formation semble se résoudre en une mosaïque de formations diverses.

A ce point de vue aussi, les champs de 0,1 mc. sont particulièrement bien choisis. Lorsque les recherches ne concernent que deux groupes, par exemple les plantes diagéiques et les plantes épigéiques, j'ai considéré comme dominant le type biologique auquel appartenaient plus de 60 % des chiffres de fréquence. Si les chiffres des deux types biologiques se trouvent entre 40 % et 60 %, je considère le champ ou la formation comme mixtes. Si le chiffre de fréquence d'un des types descend au-dessous de 40 %, c'est l'autre type qui est dominant. Lorsqu'on examine une série de trois ou plusieurs types biologiques, il arrive en général qu'aucun type n'ait la majorité absolue. En ce cas j'ai compté comme dominant le type dont la fréquence est 1,5 fois plus grande que celle de chacun des autres. Seulement quand un autre type dans tel ou tel autre champ est plus de 1,5 fois supérieur à celui qui est dominant dans les autres champs, je le compte comme dominant.

Il n'est pas rare que le type dominant descende dans certains champs entre 40 % et 60 %, et ce fait est dû souvent à la présence dans ce champ de l'une des espèces moins fréquentes. Cela vient seulement de ce que ces espèces peuvent se trouver aussi dans la formation soit comme compagnons de lutte inférieurs, soit comme des types dont l'adaptation médiocre en un certain sens est compensée par une meilleure adaptation à un autre point de vue. Mais si le type par ailleurs dominant devient inférieur dans un champ, la chose mérite qu'on l'étudie. Il peut alors se produire deux cas: ou

bien les conditions d'existence dans ce champ sont différentes de ce qu'elles sont dans les autres champs, ou bien il n'y a aucune différence dans les conditions que l'on examine.

Si par exemple l'enquête porte sur le type humus et sur les types biologiques adaptés aux différents types d'humus, on constate qu'à chaque type d'humus correspondent des types biologiques déterminés. Or si l'on rencontre un champ ou un groupe de champs présentant une combinaison divergente de types biologiques, il arrive très souvent que l'on ait affaire ici à l'autre type d'humus qui correspond ordinairement à cet assemblage de types biologiques. Ici il n'est pas douteux que l'on est entré dans une autre sous-formation, et qu'il faut écarter les champs de ce genre quand on veut avoir les chiffres de fréquence d'une sous-formation déterminée.

Enfin il y a le cas où l'on ne peut constater aucune différence entre les conditions d'existence dans les champs divergents. Ce cas est fréquent lorsqu'un processus violent, par exemple le déboisement, a brusquement modifié les conditions de vie. Alors les champs présentent une très grande variété dans les combinaisons de types biologiques. La lutte pour la place ne s'est pas encore calmée. Les espèces bien adaptées et celles qui le sont mal se disputent encore la place, jusqu'au moment où les espèces adaptées aux conditions nouvellement créées auront définitivement gagné la prééminence.

Dans des formations qui sont déjà anciennes sur les lieux et dans lesquelles la lutte pour la vie a produit un certain équilibre, deux cas peuvent se présenter. Ou bien les champs divergents sont extrêmement rares, ou bien ils sont relativement nombreux. Si les champs divergents ne se présentent que dans la proportion de un sur plusieurs centaines, le fait ne peut être attribué qu'à cette circonstance que des espèces du type le moins fréquent, par suite d'une compensation dans d'autres sens, sont aussi bien adaptées que les espèces appar-

tenant au type biologique dominant. Mais si les champs divergents se présentent en nombre plus considérable, par exemple dans la proportion de plusieurs pour cent des champs examinés, cela signifie que la distinction qui a servi de base à la répartition des types biologiques ne porte pas précisément sur le phénomène morphologique qui est l'adaptation la plus importante aux conditions de vie existantes. Il faut alors modifier la délimitation des types biologiques. De la sorte on a remarqué par exemple que la division en plantes diagéiques et épigéiques correspond à la différence entre un sol plus léger et un sol plus ferme, mais que tel n'est pas le cas pour la division en plantes errantes et plantes attachées au sol.

J'ai considéré autant que possible des ensembles de champs; examinant par exemple un espace large de 5 champs et long de 10 ou mesurant d'autres dimensions. En employant la méthode de Raunkiær qui choisit des champs dispersés, on obtient des chiffres de fréquence qui valent pour une plus grande surface de même „facies“, tandis que mes chiffres de fréquence s'appliquent seulement à la petite surface examinée et en montrent les particularités. Je tenais précisément à étudier l'importance de ces particularités. Lorsque j'ai examiné une surface, j'ai donc compté des surfaces voisines. Souvent un petit nombre de champs pris en divers endroits a été suffisant pour me convaincre qu'il existait partout des rapports très analogues entre les types biologiques; là où d'autres rapports se manifestaient, les surfaces en question ont été soumises ensuite à un examen spécial.

Enfin on remarquera que je n'ai considéré que les plantes vasculaires. Les plantes sans chlorophylle vivent dans d'autres conditions que les plantes vertes et peuvent se ranger dans un tout autre groupe principal de types biologiques. La même remarque concerne les mousses et lichens, qui n'ont pas de racines. Les plantes aquatiques qui nagent à la surface de l'eau sont restées jusqu'ici en dehors de mes recherches. L'ex-

clusion de toutes les espèces qui appartiennent à certains types biologiques ne peut influencer le rapport numérique mutuel entre les autres types et ne saurait donc infirmer les conclusions basées sur ce rapport numérique.

On verra par ce qui suit qu'il est possible de distinguer les formations et les sous-formations à l'aide de la statistique. Toutes les localités ont été examinées pendant l'été de 1910, à raison de 50 champs de 1 décimètre carré. Quand par exception nous avons utilisé un autre nombre de champs, ce nombre a été réduit à 50 champs.

Les formations étudiées sont les suivantes:

Formation A. Forêt d'arbres à feuilles (Étage supérieur de mésophanérophites mésomorphes, à feuilles caduques).

Sous-formation I. Étage intermédiaire de microphanérophites mésomorphes à feuilles caduques. Étage inférieur d'herbes mésomorphes, diagéiques, à feuilles caduques en été (Tableau I A).

Sous-formation II. Étage inférieur d'herbes mésomorphes diagéiques, à feuilles caduques en été (Tableau I B et C).

Sous-formation III. Étage inférieur d'herbes mésomorphes épigéiques, à feuilles caduques en été.

Sous-formation IV. Étage inférieur d'herbes mésomorphes, diagéiques, toujours verts (Tableaux II, III, IV).

Sous-formations V. Étage inférieur d'herbes mésomorphes, épigéiques, toujours verts (Tableaux V, VI, VII, VIII).

Sous-formation VI. Étage inférieur, ne contient qu'un très petit nombre de plantes vasculaires (Tableau IX).

Sous-formation VII. Étage inférieur de chaméphytes xéromorphes, diagéiques, toujours verts (Tableaux X, XI A et B, XXVIII).

Sous-formation VIII. Étage inférieur de chaméphytes mésomorphes, diagéiques, toujours verts (Tableaux XI C et D, XXIX B).

Sous-formation IX. Étage inférieur de chamæphytes xéromorphes, épigéiques, toujours verts (Tableau XII).

Sous-formation X. Etage inférieur de nanophanérophytes xéromorphes, diagéiques, à feuilles caduques (Tableau XIX A).

Formation B. Forêt de conifères (Étage supérieur de mésophanérophytes xéromorphes, toujours verts).

Sous-formation I. Étage inférieur de chamæphytes xéromorphes diagéiques (Tableaux XIV, XIX).

Sous-formation II. Étage inférieur avec peu de plantes vasculaires (Tableaux XV, XVI).

Sous-formation III. Étage inférieur d'herbes mésomorphes diagéiques (Tableau XVII).

Sous-formation IV. Étage inférieur de chamæphytes xéromorphes épigéiques (Tableau XVIII).

Formation C. Bruyère. Un étage de chamæphytes xéromorphes épigéiques (Tableaux XX A—C, XXV D, XXVI).

Formation D. Herbage xérophile. Un étage d'herbes xéromorphes épigéiques (Tableau XX E).

Formation E. Un étage de chamæphytes xéromorphes diagéiques (Tableau XX D, XXI, XXVII).

Formation F. Prairie marécageuse, marécage xérophile. Un étage d'herbes xéromorphes diagéiques à feuilles caduques en hiver (Tableau XXIII).

Formation G. Un étage d'herbes xéromorphes diagéiques, toujours vertes (Tableaux XXIV, XXV A et B).

Formation H. Un étage d'herbes xéromorphes épigéiques, toujours vertes (Tableau XXII A).

Formation J. Un étage de nanophanérophytes xéromorphes diagéiques, à feuilles caduques en hiver.

Forêt d'arbres à feuilles.

Tableau I.

	A	B	C		A	B	C
Mésophanérophytes	50	50	50	<i>Veronica hederæfolia</i>	1	—	—
<i>Quercus pedunculata</i>	50	—	—	Géophytes	63	52	53
<i>Fagus silvatica</i>	—	50	50	<i>Anemone nemorosa</i>	50	50	50
Microphanérophytes	72	—	—	<i>Polygonatum multifo-</i>			
<i>Corylus avellana</i>	47	—	—	<i>rum</i>	6	—	—
<i>Pyrus Malus</i>	14	—	—	<i>Gagea lutea</i>	3	2	2
<i>Cerasus Padus</i>	9	—	—	<i>Asperula odorata</i>	3	—	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	2	—	—	<i>Corydalis cava</i>	1	—	—
Hémieryptophytes	94	34	42	Points	279	136	145
<i>Mercurialis perennis</i>	49	—	—	Diagéiques	113	50	51
<i>Ficaria verna</i>	39	34	41	Epigéiques	44	36	44
<i>Adoxa moschatellina</i>	3	—	—	Herbes à feuilles cadu-			
<i>Ranunculus auricomus</i>	—	—	1	<i>ques en été</i>	96	86	93
<i>Stachys silvatica</i>	1	—	—	Herbes sans feuillaison			
<i>Urtica dioica</i>	1	—	—	<i>estivale</i>	61	—	2

Sous-formation I (Tableau I A). Forêt d'arbres à feuilles avec étage intermédiaire de microphanérophytes mésomorphes à feuilles caduques, et étage inférieur d'herbes mésomorphes diagéiques, à feuilles caduques en été. La société végétale en question est une portion de forêt de chênes située à l'extrémité ouest de la forêt de Gribskov (île de Séeland). Audessous des chênes croissent le noisetier et d'autres arbustes, de sorte que le sol est plongé dans l'obscurité en été. Ce sol est formé de terreau léger.¹ Dès le mois de juin l'*anemone* et la *ficaria* étaient prêtes à se faner.

Sous-formation II. Forêt d'arbres à feuilles avec étage inférieur d'herbes mésomorphes diagéiques, à feuilles caduques en été. Cette sous-formation à été traitée d'une façon si approfondie par Raunkiær² que je m'en suis peu occupé. Raunkiær a montré qu'elle

¹ Pour l'emploi des mots „terreau“ (humus neutre) et „tourbe“ (tourbe sèche, humus acide), nous renvoyons à: MÜLLER, Recherches sur les formes naturelles de l'humus (Annales de la science agronomique française et étrangère, Nancy 1889).

² Botanisk Tidsskrift 1909.

présente deux „facies“ principaux: facies d'Anemone et facies d'*Allium ursinum*.

Sous-formation III (Tableau I B et C). Forêt d'arbres à feuilles avec étage inférieur d'herbes mésomorphes épigéiques à feuilles caduques en été. Comme exemple d'un „facies“ de transition entre les sous-formations II et III nous pouvons signaler une portion de jeune forêt de hêtres fort épaisse dans le bois de Gribskov. Le sol est recouvert de feuilles fanées; sous les feuilles la terre est argileuse et raboteuse. Quelques vieux chênes indiquent qu'il y avait là autrefois une forêt de chênes. En B toutes les herbes perennes perdent leurs feuilles en été; en C elles sont dans le même cas, à l'exception de deux. Aux deux endroits le nombre des plantes diagéiques varie entre 50 et 60 %/o. Les plantes diagéiques ont donc une fréquence beaucoup moindre que dans la sous-formation proprement dite n° II. Il n'est pas douteux que la chute des feuilles en été est due à l'obscurité dans laquelle est plongé le sol de la forêt. Aux points mieux éclairés, *Anemona nemorosa* se maintient verte fort avant dans l'été. Quant à la présence abondante de *Ficaria verna*, je suis certain qu'elle est due au sol argileux, très dur. La *Ficaria* se rencontre souvent dans les sentiers de forêts, aux alentours des bancs, et en d'autres endroits où la terre est foulée, tandis que des deux côtés domine dans le terreau mou le pur „facies“ d'anémones. Il est vraisemblable que la *Ficaria* est réduite à habiter un sol assez dur. C'est seulement dans un espace environnant un belvédère que j'ai vu une sous-formation typique n° III, où l'étage inférieur était constitué exclusivement de *Ficaria*. On peut admettre que cette sous-formation est toujours due à l'intervention de l'homme.

Sous-formation IV. Forêt d'arbres à feuilles avec étage inférieur d'herbes diagéiques, mésomorphes, toujours vertes.

Tableau II.

	A	B	C	D	E	F	G
Mésophanérophytes	50	50	50	50	50	50	50
<i>Fagus silvatica</i>	50	50	50	50	50	50	50
Nanophanérophytes	5	6	5	17	—	—	14
<i>Fraxinus excelsior</i>	4	4	5	17	—	—	14
<i>Euonymus europæus</i>	1	—	—	—	—	—	—
<i>Lonicera periclymenum</i>	—	1	—	—	—	—	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	—	1	—	—	—	—	—
Chamæphytes	1	9	50	—	3	2	4
<i>Stellaria holostea</i>	1	1	50	—	3	1	4
<i>Aira flexuosa</i>	—	8	—	—	—	1	—
Hémicryptophytes	73	82	150	102	52	69	142
<i>Oxalis acetosella</i>	—	7	44	49	14	37	48
<i>Milium effusum</i>	—	3	22	—	36	—	30
<i>Melica uniflora</i>	—	—	19	41	—	14	19
<i>Mercurialis perennis</i>	39	—	1	8	—	—	38
<i>Trientalis europæa</i>	—	29	—	—	—	—	—
<i>Geranium robertianum</i>	13	—	—	—	—	—	—
<i>Viola silvatica</i>	13	—	21	—	—	1	4
<i>Vicia sepium</i>	5	—	10	—	—	—	—
<i>Rumex acetosella</i>	3	—	—	—	—	—	—
<i>Poa nemoralis</i>	—	22	3	—	—	—	—
<i>Luzula pilosa</i>	—	15	1	—	—	17	—
<i>Dactylis glomerata</i>	—	3	9	—	—	—	—
<i>Ficaria verna</i>	—	2	—	3	—	—	1
<i>Lactuca muralis</i>	—	1	—	—	—	—	1
<i>Ranunculus auricomus</i>	—	—	11	—	—	—	—
<i>Hepatica triloba</i>	—	—	8	—	—	—	—
<i>Pulmonaria officinalis</i>	—	—	1	—	—	—	—
<i>Sanicula europæa</i>	—	—	—	1	—	—	—
<i>Rubus idæus</i>	—	—	—	—	2	—	—
<i>Scrophularia nodosa</i>	—	—	—	—	—	—	1
Géophytes	144	133	103	105	53	82	93
<i>Anemone nemorosa</i>	50	49	49	50	4	49	49
<i>Asperula odorata</i>	37	—	50	50	49	32	37
<i>Equisetum silvaticum</i>	50	—	—	—	—	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i>	—	49	—	—	—	1	5
<i>Carex panicea</i>	5	—	—	—	—	—	—
<i>Circæa alpina</i>	2	—	—	—	—	—	—
<i>Convallaria majalis</i>	—	34	—	—	—	—	—
<i>Pteridium aquilinum</i>	—	1	—	—	—	—	—
<i>Polygonatum multiflorum</i>	—	—	3	—	—	—	—

	A	B	C	D	E	F	G
<i>Gagea lutea</i>	—	—	1	—	—	—	—
<i>Corydalis cava</i>	—	—	—	5	—	—	1
<i>Paris quadrifolia</i>	—	—	—	—	—	—	1
Thérophytes	17	—	—	—	—	—	1
<i>Galium aparine</i>	17	—	—	—	—	—	1
Points	290	280	358	274	158	203	304
Diagéïques	191	172	199	203	105	133	228
Épigéïques	27	52	104	4	3	20	11

Le tableau II montre la proportion numérique des types biologiques dans un certain nombre de „facies“ de cette catégorie faisant partie de la forêt de hêtres. Les emplacements A—D et G se trouvent dans le bois de Gribskov, E dans l'enclos de Tokkekøb, F dans le parc aux cerfs de Frédérikborg. Les deux premiers emplacements offrent une majorité bien caractérisée de géophytes. En A le sol était de la tourbe humide réduite en terreau; cet emplacement est situé à la lisière de la forêt, qui est limitée à l'est par une tourbière drainée, devenue aujourd'hui une prairie. Avec leur haute taille, *Equisetum silvaticum* et *Mercurialis perennis* apparaissent au premier coup d'œil comme de beaucoup prédominants. B se trouve sur un penchant nord qui descend vers une prairie. En certains endroits il y a un peu de mousse; mais aucune formation de tourbe sèche n'apparaît nettement. Ce qui frappe surtout les yeux, c'est le grand nombre de muguets. Aux points suivants (C—F) les géophytes et les hémicryptophytes ont à peu près la même importance numérique (chaque groupe représente de 40 à 60 % des herbes perennes). C fait partie d'une vieille forêt très claire avec terreau profond et très riche végétation sur le sol. D fait partie d'un espace analogue mais moins éclairé et moins luxuriant. En E la forêt était bien ouverte et claire, mais la végétation inférieure était malgré cela pauvre à la fois en espèces et en individus. Il faut noter en particulier le petit nombre des représentants d'*Anemone nemorosa*. Les espèces dominantes

étaient: *Asperula odorata* et *Milium effusum*. Ce facies pauvre d'asperula—miliun n'est pas rare dans les forêts de hêtres médiocres. F provient d'un sol de terreau à végétation inférieure moyennement riche. L'emplacement G diffère des autres par la forte majorité d'hémicryptophytes, lesquels représentent 60,4 % des herbes perennes. L'emplacement C est le seul qui se rapproche de celui-là. Le sol consistait en terreau humide. Non loin de cet endroit se trouvait une pièce de terre plantée de frênes. Les hêtres étaient anciens, élancés et élevés, la végétation du sol très riche. *Mercurialis*, avec sa haute taille, faisait l'impression d'être l'espèce dominante.

Dans tous ces exemples de forêts de hêtres pas trop sombres, deux traits caractéristiques se présentent régulièrement: dans la végétation du sol les herbes diagéiques mésomorphes sont en grande majorité, et de plus la grande majorité de ces plantes sont vertes tout l'été. Il en va autrement de la distinction entre géophytes et hémicryptophytes. Dans quelques cas les géophytes prédominent, dans d'autres cas ce sont les hémicryptophytes, et enfin il existe des cas où ils sont à peu près égaux en nombre. Tel est également l'état de choses dans les localités 3, 4 et 5 de Raunkjær. On doit donc se demander si l'on est fondé à distinguer deux sous-formations d'après la position des boutons hivernants sous l'écorce du sol ou dans cette écorce. Comme on ne peut observer de différence dans la nature du terreau ou dans d'autres conditions aux endroits où les géophytes toujours verts sont dominants et aux endroits où dominent les hémicryptophytes diagéiques toujours verts, nous devons résoudre cette question par la négative. Il en va autrement de la distinction entre les espèces diagéiques et les espèces épigéiques. Lorsque les conditions d'existence sont particulièrement bonnes, notamment aux points les mieux éclairés, on trouve une sous-végétation très riche en espèces et en individus, et dans ce nombre beaucoup d'espèces épigéiques. C'est un fait

connu que dans une végétation d'herbes très riche en individus les racines forment un tapis ferme où les espèces diagéiques ont peine à prospérer. La localité C nous offre un état de choses qui approche de celui-là.

Dans les autres formations que j'ai examinées la distinction entre géophytes et hémicryptophytes s'est également trouvée inutile, et je les réunis par conséquent sous la désignation commune d'herbes. Pourtant dans certaines sous-formations presque toutes les plantes diagéiques étaient des géophytes, et il faut donc admettre que la position protégée des boutons a de l'importance pour eux. Ainsi la grande majorité des herbes à feuilles caduques en été sont des géophytes. Je suppose que ces plantes précoces de printemps ont avantage à pouvoir commencer les processus physiologiques qui précèdent la germination dans une couche de terre profonde qui ne gèle pas en hiver. Il se peut que le fait ait d'autres causes.

La sous-formation IV caractérise un sol de terreau pas trop recouvert d'ombre. Lorsque la forêt devient plus claire, un nombre plus ou moins grand d'espèces superterrestres vient s'ajouter aux espèces souterraines. Sur un bon terreau mêlé d'argile la végétation du sol devient ainsi très riche à la fois en espèces et en individus. La localité C en fournit un exemple. La localité 6 de Raunkiær appartient incontestablement à la même catégorie. Sur les limites de la forêt apparaît souvent, comme on le sait, un sol dur, pauvre en humus, où *Poa nemoralis*, *Dactylis glomerata* et d'autres hémicryptophytes épigéiques se trouvent représentées par un grand nombre d'individus. Mais dans la localité de Raunkiær (p. 66) les herbes diagéiques et épigéiques sont à peu près en nombre égal et la végétation du sol s'est comportée de la même manière aux points où je l'ai étudiée dans la forêt de hêtres.

Nous approchons par conséquent de la sous-formation V : forêt d'arbres à feuilles avec végétation du sol

composée d'herbes épigéiques; mais je n'ai pas rencontré dans la forêt de hêtres cette sous-formation avec son aspect caractéristique.

Dans les endroits fortement ombragés disparaissent peu à peu les espèces toujours vertes, et les sous-formations II et III apparaissent, pour faire place, dans les endroits encore plus sombres, à la sous-formation VI: forêt d'arbres à feuilles avec végétation clairsemée sur le sol. Mais il n'en est ainsi que sur un sol de terreau, et la sous-formation VI ne se trouve guère que dans une forêt très jeune. Cependant on voit souvent une forêt ancienne, et même très claire, avec un sol recouvert de feuilles mortes, mais entièrement dépourvu de végétation depuis le commencement du printemps jusqu'à l'automne. Les hêtres ont souvent ici une croissance noueuse, et sous les feuilles mortes j'ai toujours trouvé en ces endroits une couche de terre noire, ferme, qui était visiblement de la tourbe ancienne. Assez souvent quelques exemplaires d'*Aira flexuosa* témoignent encore de l'époque où le sol était de la tourbe typique.

J'ai étudié dans la Suède méridionale de nombreuses localités avec forêts à feuilles: j'ai fait cet examen dans les provinces de Småland et de Bleking. En Småland, une forêt de *Betula pubescens* ou une forêt composée de bouleaux, de pins et de sapins, sont très fréquentes sur un sol marécageux et riche en tourbe. Sur un sol frais, bien drainé, et notamment sur les bords de lacs et de cours d'eau, où le dépôt aqueux s'abaisse en été sensiblement au-dessous de la surface, on voit apparaître l'aune, et il y a une forêt à feuilles formée d'un mélange d'aune et de bouleau. Si le sol est encore mieux drainé, on voit croître le tremble, le frêne, le chêne et d'autres espèces d'arbres. La forêt à feuilles la plus belle et la plus drue se trouve sur les pentes des vallées. En ces endroits on peut rencontrer souvent un grand nombre d'arbres à feuilles, et des exemplaires beaux et robustes. Sur la

frontière entre le Småland et le Bleking les bois uniquement composés de conifères sont déjà rares. Sur les terrains unis on trouve une forêt composite comprenant le sapin, le pin et *Betula verrucosa*. Dans ces bois poussent çà et là un plus ou moins grand nombre d'exemplaires de *Quercus pedunculata*, de charme et de hêtre. Un peu plus au sud, la forêt d'arbres à feuilles devient dominante. Outre *Quercus pedunculata*, qui est l'espèce de chêne la plus abondante, on trouve aussi *Quercus sessiliflora*, qui est peu fréquent en Småland.

Des forêts à feuilles comme les forêts cultivées du Danemark, se composant d'une seule espèce d'arbres, ne sont pas fréquentes en Suède. On peut cependant rencontrer de temps à autre dans ces forêts composites des espaces plus ou moins grands où pousse une seule espèce. La végétation du sol est très variable dans ces forêts que l'homme n'a pas semées. Tantôt les arbres sont dispersés et tantôt très serrés; tantôt l'étage supérieur est formé d'une espèce d'arbre donnant peu d'ombre, et tantôt, — à peu de distance de là, — il se compose d'une espèce dont l'ombrage est épais. En beaucoup d'endroits le sol rocheux apparaît et cause de grandes lacunes dans la forêt.

Tableau III.

	A	B		A	B
Mésophanérophytes	50	50	Orobus tuberosus.....	4	—
Fagus silvatica.....	50	50	Adoxa moschatellina...	—	21
Microphanérophytes	6	—	Primula officinalis.....	7	—
Corylus avellana.....	6	—	Hepatica triloba.....	27	—
Nanophanérophytes	—	1	Fragaria vesca.....	4	—
Ribes grossularia.....	—	1	Viola silvatica.....	3	—
Chamæphytes	5	—	Poa nemoralis.....	2	—
Veronica chamædrydys...	1	—	Géophytes	55	
Aira flexuosa.....	4	—	Majanthemum bifolium..	40	—
Hémicryptophytes	168	71	Convallaria majalis.....	—	38
Milium effusum.....	35	—	Anemone nemorosa.....	10	2
Vicia sepium.....	40	—	Phegopteris dryopteris..	5	—
Trientalis europæa.....	18	—	Points	284	162
Oxalis acetosella.....	15	50	diagéiques.....	180	111
Mercurialis perennis....	13	—	épigéiques.....	48	—

Le tableau III donne un exemple de deux espaces de hêtres. A provient d'une forêt composite d'arbres à feuilles située à 1 km. environ à l'ouest de la station de Djupadal en Bleking. Le sol se composait de blocs de moraine plus ou moins gros sur lesquels s'était généralement constituée une couche plus ou moins épaisse de terreau recouvert de feuilles mortes. Comme on le voit par le tableau, la végétation du sol se composait principalement d'herbes diagéiques appartenant à des espèces qui sont également fréquentes dans les forêts de hêtres du Danemark. Les quelques touffes d'*Aira* croissaient sur un sol de pierres. La localité B provient de Djupadal. On trouve ici une assez grande portion de terrain plantée de hêtres non mélangés d'autres espèces d'arbres. Le terrain est formé de graviers de moraine. Çà et là quelques rochers moutonnés perçaient à travers le gravier. Les hêtres poussent sur ce gravier de moraine et couvrent complètement de leur ombre les rochers dont la surface ne dépasse pas pour chacun quelques mètres carrés; aussi cette surface est-elle tapissée partout de feuilles mortes. Le tapis de feuilles est très épais sur le gravier de moraine, et audessous de lui se trouve une couche de tourbe sèche. Il n'existe au ras du sol aucune végétation. Les surfaces en pente égale des rochers moutonnés sont recouvertes d'une couche de terreau épaisse de 5 à 10 cm. et l'on trouve ici une riche végétation, une facies d'Oxalis, comme on peut le voir par le tableau. Comme les conditions de lumière sont les mêmes sur les rochers et sur le gravier de moraine, l'absence de végétation sur ce dernier terrain ne saurait être due au défaut de rayons lumineux. Nous voyons dans le voisinage un bois bien ouvert composé de chênes auxquels se mêlent quelques hêtres. Le sol est formé d'une tourbe sèche pas très ferme où croît le *Vaccinium myrtillus*. Ici les rochers n'ont pas d'arbres, et les lichens constituent leur seule végétation. Je suppose que dans la forêt de hêtres le hêtre

a supplanté le chêne, ou que peut-être on l'y a planté. Le revêtement de tourbe du gravier de moraine a empêché les herbes diagéiques d'y trouver des conditions de vie favorables après que l'ombre eut tué les chamæphytes de la forêt plus claire. Mais sur les dalles des roches primitivement nues, où les feuilles tombées ont formé peu à peu un bon terreau, les conditions se sont trouvées favorables à des plantes vivant sur un sol de terreau.

Tableau IV.

	A	B	C	D	E	F	G
Mésophanérophytes	100	61	57	65	77	50	50
<i>Quercus pedunculata</i>	50	35	—	—	—	—	—
<i>Alnus glutinosa</i>	—	—	50	38	5	—	—
<i>Betula pubescens</i>	—	—	7	17	50	50	50
<i>Carpinus betulus</i>	50	—	—	—	—	—	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	—	—	—	10	20	—	—
<i>Fraxinus excelsior</i>	—	26	—	—	2	—	—
Microphanérophytes	10	15	2	—	5	—	2
<i>Euonymus europæus</i>	—	12	—	—	—	—	—
<i>Rhamnus Frangula</i>	—	1	2	—	5	—	2
<i>Corylus avellana</i>	8	—	—	—	—	—	—
<i>Cerasus Padus</i>	—	2	—	—	—	—	—
<i>Pyrus Malus</i>	2	—	—	—	—	—	—
Nanophanérophytes	—	—	2	1	—	—	5
<i>Sorbus aucuparia</i>	—	—	—	—	—	—	4
<i>Sorbus suecica</i>	—	—	—	1	—	—	—
<i>Myrica gale</i>	—	—	2	—	—	—	—
<i>Vaccinium uliginosum</i>	—	—	—	—	—	—	1
Chamæphytes	10	—	6	45	6	2	18
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	—	—	—	20	—	—	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	—	—	1	10	—	—	3
<i>Calluna vulgaris</i>	—	—	—	—	—	2	—
<i>Aira flexuosa</i>	—	—	2	15	6	—	15
<i>Veronica chamædryis</i>	6	—	3	—	—	—	—
<i>Galium saxatile</i>	4	—	—	—	—	—	—
Hémicryptophytes	58	149	169	103	48	63	132
<i>Vicia sepium</i>	10	1	—	—	—	—	—
<i>Galium boreale</i>	—	6	—	—	—	—	—
<i>Galium palustre</i>	—	1	1	—	—	—	—
<i>Orobus tuberosus</i>	24	2	—	—	—	—	—
<i>Cirsium heterophyllum</i>	—	24	—	—	—	—	—
<i>Geranium silvaticum</i>	—	12	—	—	—	—	—

	A	B	C	D	E	F	G
<i>Rubus idæus</i>	—	11	23	37	11	—	50
<i>Campanula persicæfolia</i>	—	1	—	—	—	—	—
<i>Lysimachia vulgaris</i>	—	—	—	—	5	—	—
<i>Trientalis europæa</i>	—	—	—	1	—	50	50
<i>Urtica dioica</i>	—	—	—	—	—	—	1
<i>Oxalis acetosella</i>	—	—	40	49	—	—	—
<i>Spiræa ulmaria</i>	—	5	5	—	4	—	—
<i>Mollinia caerulea</i>	—	—	—	—	—	—	25
<i>Ajuga pyramidalis</i>	—	—	1	—	—	—	—
<i>Viola palustris</i>	—	—	40	—	—	—	—
<i>Viola silvatica</i>	6	3	1	—	2	—	—
<i>Poa nemoralis</i>	14	—	—	—	11	13	—
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	—	—	1	—	1	—	—
<i>Agrostis vulgaris</i>	—	—	—	2	—	—	—
<i>Agrostis canina</i>	—	—	—	5	—	—	—
<i>Agrostis alba</i>	—	—	26	—	3	—	—
<i>Dactylis glomerata</i>	2	—	—	—	—	—	—
<i>Luzula pilosa</i>	—	—	9	4	—	—	—
<i>Lactuca muralis</i>	—	—	—	—	5	—	—
<i>Rubus cæsius</i>	—	3	2	—	—	—	—
<i>Fragaria vesca</i>	—	2	7	—	5	—	—
<i>Ranunculus repens</i>	—	—	4	—	—	—	—
<i>Hieracium vulgatum</i>	—	—	—	—	1	—	—
<i>Potentilla tormentilla</i>	—	—	9	—	—	—	—
<i>Geum rivale</i>	—	21	—	—	—	—	—
<i>Succisa pratensis</i>	—	2	—	—	—	—	—
<i>Angelica silvestris</i>	—	7	—	—	—	—	—
<i>Puecedanum palustre</i>	—	6	—	—	—	—	—
<i>Hieracium pilosella</i>	2	—	—	—	—	—	—
<i>Moehringia trinervia</i>	—	—	—	—	—	—	6
<i>Lastræa spinulosa</i>	—	—	—	5	—	—	—
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	—	42	—	—	—	—	—
Géophytes	60	54	30	65	76	—	6
<i>Anemone nemorosa</i>	38	1	22	20	5	—	—
<i>Convallaria majalis</i>	22	44	—	—	—	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i>	—	—	6	5	—	—	6
<i>Melica nutans</i>	—	9	—	—	23	—	—
<i>Paris quadrifolia</i>	—	—	2	—	—	—	—
<i>Phegopteris dryopteris</i>	—	—	—	34	48	—	—
<i>Pteridium aquilinum</i>	—	—	—	6	—	—	—
Thérophytes	8	—	—	—	—	—	4
<i>Galium aparine</i>	—	—	—	—	—	—	4
<i>Melampyrum pratense</i>	8	—	—	—	—	—	—
Points	246	279	266	279	212	115	217
Diagéiques	98	112	135	182	92	50	111
Épigéiques	30	91	64	31	38	15	46

Le tableau IV A et B donne des exemples de forêt d'arbres à feuilles de caractère mixte sur des terrains relativement secs. A est emprunté à une position de forêt au sud-ouest de Bredåkra en Bleking (Suède). La forêt est bien ouverte. La végétation du sol se compose en majorité d'herbes épigéiques. Seulement dans les endroits les plus ombragés et les mieux protégés contre le vent, la terre est couverte d'une épaisse couche de feuilles, et on y trouve des herbes diagéiques comme végétation du sol. Comme l'espace examiné était petit, nous n'avons pris que 25 carrés. C'est pourquoi les points obtenus sont multipliés par 2 sur le tableau. En cet endroit la végétation du sol peut être désignée comme un facies d'anémones avec quelque mélange d'éléments provenant du facies environnant de *Poa nemoralis*.

B provient de Hanefors, paroisse de Torsås, en Småland (Suède). On trouve en ce point, le long de la rivière de Skye Å, une forêt à feuilles de caractère mixte, interrompue par des prairies. La forêt diffère selon l'humidité du sol. Le chêne domine aux endroits les plus élevés et les plus secs. Le sol est très pierreux. En certains points les pierres nues apparaissent; en d'autres points elles sont recouvertes de feuilles mortes et de terreau. La *Calamagrostis arundinacea* est par sa taille la plante la plus en vue dans la végétation du sol. En quelques endroits la *Melica nutans* prend sa place, notamment quand il y a entre les pierres un terreau plus abondant. Certaines espèces qui appartiennent à un niveau plus humide, comme *Spiræa ulmaria*, *Geum rivale*, *Peucedanum palustre*, croissent dans des trous plus profonds entre les pierres.

Sur le tableau IV, C et D fournissent des exemples d'un sol un peu plus humide avec forêt ombreuse où domine l'aune. C provient de Sunnansjö, paroisse de Torsås, en Småland (Suède); c'est un terreau bien drainé situé dans le voisinage de la rivière de Skye Å, laquelle est ici canalisée, ce qui a

très sensiblement abaissé le niveau de sa surface. A quelque distance du canal, la forêt d'aunes fait place à une forêt de bouleaux avec sous-végétation de vacciniacées sur un sol de tourbe fort marécageux. D provient des bords du lac de Torsjö, qui est traversé par la rivière de Skye. Le terrain est en pente et par suite bien drainé. En terrain plat domine *Betula pubescens* avec des vacciniacées comme sous-végétation sur sol de tourbe sèche.

Les colonnes E—G du tableau IV donnent des exemples de forêts de bouleaux avec sous-végétation d'herbes diagéiques. E provient de Sunnansjö; sol très pierreux dans le voisinage du canal. La végétation du sol est en partie semblable à celle de la forêt d'aunes de C et D, tableau IV. Les espèces dominantes sont *Phegopteris dryopteris* et *Melica nutans*. Par contre les exemples F et G proviennent d'un sol de tourbière et correspondent au plus haut développement de la forêt de bouleaux sur de la tourbe en décomposition. F provient de la tourbière de Djurle Myr, paroisse d'Uråsa, en Småland (Suède). *Trientalis* était l'espèce dominante dans la végétation du sol. En d'autres endroits, le *Majanthemum* était également abondant à côté de *Trientalis*. G provient de la tourbière de Bøllemosen près de Skodsborg en Danemark (île de Séeland). Ici la forêt est moins sombre qu'à Djurle Myr, et le nombre des espèces est aussi plus grand. *Rubus idæus* domine à côté de *Trientalis* de même que dans une partie des exemples cités ci-dessus de forêts d'aunes et de bouleaux.

Tableau V.

	A	B	C	D	E	F
Mésophanérophytes	100	75	100	50	50	88
<i>Quercus pedunculata</i>	50	8	50	50	50	18
<i>Fagus silvatica</i>	50	9	—	—	—	—
<i>Carpinus betulus</i>	—	28	50	—	—	—
<i>Tilia intermedia</i>	—	25	—	—	—	—
<i>Acer platanoides</i>	—	5	—	—	—	—
<i>Alnus glutinosa</i>	—	—	—	—	—	25
<i>Populus tremula</i>	—	—	—	—	—	23

	A	B	C	D	E	F
<i>Betula pubescens</i>	—	—	—	—	—	22
Microphanérophytes	27	3	24	—	—	10
<i>Corylus avellana</i>	23	3	21	—	—	—
<i>Cerasus padus</i>	—	—	—	—	—	3
<i>Fraxinus excelsior</i>	—	—	—	—	—	3
<i>Euonymus europæus</i>	—	—	—	—	—	4
<i>Rosa canina</i>	3	—	—	—	—	—
<i>Prunus spinosa</i>	1	—	3	—	—	—
Chamæphytes	6	16	73	90	86	9
<i>Calluna vulgaris</i>	—	—	—	—	1	—
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	—	—	—	—	12	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	—	2	—	—	6	—
<i>Aira flexuosa</i>	—	14	38	49	50	—
<i>Veronica chamædrys</i>	6	—	35	36	17	9
<i>Veronica officinalis</i>	—	—	—	5	—	—
Hémicryptophytes	106	61	175	239	182	198
<i>Vicia sepium</i>	11	—	7	—	—	—
<i>Mercurialis perennis</i>	6	—	—	—	—	—
<i>Hypericum perforatum</i>	—	—	4	2	—	2
<i>Campanula persicæfolia</i>	—	—	3	3	9	—
<i>Orobus tuberosus</i>	—	3	29	34	9	—
<i>Ajuga pyramidalis</i>	—	—	—	2	—	—
<i>Galium silvestre</i>	—	—	—	1	—	—
<i>Achillea millefolium</i>	—	—	—	8	—	—
<i>Campanula rotundifolia</i>	—	—	—	3	—	—
<i>Geranium silvaticum</i>	—	—	—	—	—	16
<i>Oxalis acetosella</i>	—	6	—	—	—	10
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	—	44	—	—	—	—
<i>Briza media</i>	—	—	—	2	—	—
<i>Poa nemoralis</i>	48	1	27	4	—	44
<i>Poa trivialis</i>	—	—	—	—	4	—
<i>Festuca ovina</i>	—	—	—	9	15	—
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	—	—	3	45	50	—
<i>Dactylis glomerata</i>	—	—	4	—	—	4
<i>Sieglingia decumbens</i>	—	—	—	1	—	—
<i>Agrostis alba</i>	—	—	3	—	10	—
<i>Agrostis vulgaris</i>	—	—	—	—	4	—
<i>Aira cæspitosa</i>	—	—	—	—	—	8
<i>Carex sylvatica</i>	—	1	—	1	—	3
<i>Luzula pilosa</i>	—	5	16	7	26	1
<i>Luzula campestris</i>	—	—	—	—	8	—
<i>Spiræa ulmaria</i>	—	—	—	—	—	9
<i>Hepatica triloba</i>	10	—	—	—	—	—
<i>Fragaria vesca</i>	14	—	27	8	—	21
<i>Geranium robertianum</i>	1	—	—	—	—	—

	A	B	C	D	E	F
<i>Viola silvatica</i>	1	—	7	12	—	9
<i>Potentilla tormentilla</i>	—	—	23	40	23	1
<i>Hieracium vulgatum</i>	—	—	14	20	15	4
<i>Hieracium umbellatum</i>	—	—	5	1	—	—
<i>Hieracium pilosella</i>	—	—	—	3	—	—
<i>Rumex acetosa</i>	—	—	3	11	9	—
<i>Alchimilla vulgaris</i>	—	—	—	1	—	3
<i>Trifolium pratense</i>	—	—	—	3	—	—
<i>Trifolium repens</i>	—	—	—	2	—	—
<i>Arnica montana</i>	—	—	—	16	—	—
<i>Geum rivale</i>	—	—	—	—	—	30
<i>Peucedanum palustre</i>	—	—	—	—	—	1
<i>Succisa pratensis</i>	—	—	—	—	—	2
<i>Ranunculus repens</i>	—	—	—	—	—	9
<i>Taraxacum vulgare</i>	—	—	—	—	—	1
<i>Anthriscus silvestris</i>	—	—	—	—	—	15
<i>Angelica silvestris</i>	—	—	—	—	—	3
<i>Rubus cæsius</i>	—	—	—	—	—	2
<i>Polypodium vulgare</i>	13	—	—	—	—	—
<i>Lastræa filix mas</i>	2	1	—	—	—	—
Géophytes	17	18	55	2	33	5
<i>Anemone nemorosa</i>	3	—	5	2	1	—
<i>Convallaria majalis</i>	—	14	50	—	32	—
<i>Polygonatum multiflorum</i>	—	—	—	—	—	3
<i>Majanthemum bifolium</i>	—	1	—	—	—	—
<i>Melica nutans</i>	6	3	—	—	—	2
<i>Phegopteris dryopteris</i>	3	—	—	—	—	—
<i>Agropyrum repens</i>	5	—	—	—	—	—
Thérophytes	—	1	14	36	24	—
<i>Melampyrum pratense</i>	—	1	2	33	24	—
<i>Melampyrum nemorosum</i>	—	—	12	3	—	—
Points	256	174	441	417	375	310
Diagéiques.....	34	29	98	55	69	33
Épigéiques.....	95	66	205	276	232	179

Sous-formation V. Forêt d'arbres à feuilles avec sous-végétation d'herbes mésomorphes épi-géiques. Cette sous-formation se trouve dans deux „facies“ principaux très différents et sur des sols très divers. Le premier facies principal appartient à un sol de gros graviers de moraine avec très peu de détritns. L'ombre est le plus souvent assez forte et la sous-végétation est formé par les

espèces attachées au sol qui sont ailleurs la minorité dans la végétation de terreau recouverte d'ombre. Le second facies principal appartient à une forêt ouverte, claire, à sol pauvre en terreau. Les localités A et B sont des exemples du premier facies. A provient de la même forêt que III A, à l'ouest de Djupadal en Bleking (Suède), mais cet exemple nous montre la végétation en un point un peu plus éclairé où la forêt, au lieu d'être un pur bois de hêtre, est mélangée de chênes. Les dalles du gravier de moraine ne sont ici recouvertes que d'une mince couche de terreau et présentent le facies de *Poa nemoralis* que l'on voit sur le tableau. Les petites pierres sont recouvertes de touffes d'*Aira*, tandis que le terreau épais accumulé dans les cavités qui séparent les grandes pierres nourrit une végétation d'herbes diagéiques comme *Melica nutans*, *Mercurialis perennis*, *Phegopteris dryopteris*, *Vicia sepium*, etc. . . . La cause pour laquelle on trouve en cet endroit un facies de *Poa*, c'est donc la très mince couche de terreau qui n'est pas suffisamment profonde pour les rhizomes souterrains. Là où la couche de terreau est plus épaisse, la végétation consiste en herbes diagéiques. B est un exemple de la forêt mixte, très riche en espèces, qui est générale le long des pentes des vallées du Bleking sur du gros gravier de moraine fortement incliné. La localité examinée se trouve à Hofmansbygd entre la ville de Karlshamn et Vislanda. Le coteau est formé de blocs de rochers assez grands. La plupart sont nus; seulement les intervalles entre ces blocs et les dalles les plus plates sont recouverts de feuilles mortes, et là s'est formée une maigre couche de terreau. La forêt est sombre et la sous-végétation pauvre. L'espèce dominante est la *Calamagrostis arundinacea*. Dans les petites cavités de terreau situées entre les pierres, là où le terreau est plus profond et les cavités plus grandes, l'espèce indiquée fait place à la *Melica nutans*. En ces endroits l'*Anemone nemorosa* peut aussi être abondante. La sous-formation V ne se trouve que

sur la pente même de la vallée. Au-dessus de cette pente, lorsque le terrain devient plus uni, la variété des espèces d'arbres disparaît. Le chêne reste seul et la sous-végétation est formée, comme c'est la règle dans les forêts de chênes du Bleking, par *Vaccinium myrtillus*, *Aira flexuosa* et *Convallaria maialis*. La terre y est aigre et couverte de tourbe sèche. L'*Aira* aime particulièrement le sol pierreux plat.

Les autres exemples du tableau V proviennent de forêts claires, ouvertes, avec terreau pauvre en humus. La forêt ouverte est très fréquente en Suède. Après qu'on a abattu des arbres, on laisse en général à la forêt elle-même le soin de se reconstituer. Les nouvelles pousses sont d'ordinaire très irrégulièrement réparties. En certains points plusieurs arbres poussent dans le voisinage immédiat les uns des autres, de façon qu'ils gênent mutuellement leur croissance. En d'autres points il y a de grands intervalles découverts. Comme les forêts sont utilisées pour le pâturage, ces intervalles peuvent difficilement se peupler d'arbres, surtout dans le voisinage des chemins et des barrières. L'abattage ultérieur des arbres les plus précieux rend la forêt encore plus ouverte. Dans la province suédoise de Bleking les forêts ouvertes ont ordinairement une sous-végétation d'hémicryptophytes épigéiques. Le cas est le même en Småland pour les forêts, — notamment celles de chênes, — qui se trouvent sur des pentes de collines où les eaux ont un écoulement facile. Sur terrain plat se trouvent la bruyère, l'*Aira* et autres chamæphytes, de sorte que nous avons un facies de transition, ou bien encore une sous-végétation de chamæphytes épigéiques en majorité, la formation de la tourbe sèche faisant disparaître peu à peu la plupart des hémicryptophytes. Mais le piétinement du bétail peut empêcher longtemps la formation de la tourbe et favoriser la végétation des hémicryptophytes aux alentours des chemins et particulièrement dans le voisinage

des barrières par lesquelles on fait passer le bétail dans les parcelles de forêt entourées de clôtures.

C est un exemple de forêt mixte de chênes et de charmes. Cet exemple est pris en Bleking, dans la même forêt que IV A. Sur les espaces découverts, la sous-formation V dominait; et c'était la sous-formation IV dans les endroits les mieux ombragés et les mieux protégés contre le vent. D provient d'une forêt de chênes ouverte située près de Hallabro dans le nord du Bleking. E provient d'une forêt de chênes près de Torsås en Småland. Comme il arrive ordinairement en Småland et en Bleking, la sous-formation V ne se trouve que dans la forêt de chênes très ouverte. Dès qu'il y a un peu d'ombre, on voit sur le sol une végétation de vacciniées sur tourbe légère formée de mousse. F provient d'une forêt de *Populus tremula* mélangé à diverses autres espèces d'arbres. Cette forêt est située à Hanefors, paroisse de Torsås, en Småland, sur le bord de Skye Å. Elle est peu ombreuse. Le sol est pierreux, avec un terreau très riche en humus et une épaisse couverture de feuilles mortes. Mais les nombreuses racines et rhizomes de l'abondante végétation rendent le terreau fort dur. Cette localité présente donc par son sol une grande ressemblance avec les localités A et B, mais l'ombre y est beaucoup plus faible.

Tableau VI.

Mésophanérophytes	50	<i>Viola silvatica</i>	8
<i>Fraxinus excelsior</i>	50	<i>Fragaria vesca</i>	8
Microphanérophytes	46	<i>Ficaria verna</i>	6
<i>Ulmus montana</i>	37	<i>Primula elatior</i>	3
<i>Acer pseudoplatanus</i>	9	<i>Rubus idæus</i>	3
Nanophanérophytes	1	<i>Lactuca muralis</i>	1
<i>Fagus silvatica</i>	1	<i>Ranunculus bulbosus</i>	1
Hémicryptophytes	163	Géophytes	17
<i>Spiræa ulmaria</i>	7	<i>Circæa lutetiana</i>	15
<i>Mollinia caerulea</i>	41	<i>Asperula odorata</i>	2
<i>Taraxacum vulgare</i>	30		
<i>Carex silvatica</i>	24	Points	277
<i>Geum rivale</i>	16	Diagéïques	20
<i>Geranium robertianum</i>	15	Épigéïques	160

Je n'ai rencontré que rarement cette sous-formation dans les forêts d'arbres à feuilles du Danemark. A la lisière des forêts de chênes et dans des espaces plantés de frênes j'ai trouvé en général une forme intermédiaire entre les sous-formations IV et V. Cependant le tableau VI nous montre un exemple de la sous-formation V dans un bois de frênes danois. Ce bois se trouve dans la forêt de Trørød Hegn (île de Séeland), sur un sol humide drainé par un fossé. Le sol est un terreau très faible en substances constitutives de l'humus. La forêt est peu ombreuse. Bien que la *Molinia cærulea* se trouve en grande abondance, il n'y a pas trace de formation de tourbe.

Tableau VII.

Mésophanérophytes	82	<i>Campanula persicæfolia</i>	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	43	<i>Spiræa ulmaria</i>	47
<i>Alnus gentinosa</i>	39	<i>Geum rivale</i>	11
Microphanérophytes	7	<i>Peucedanum palustre</i>	20
<i>Rosa canina</i>	6	<i>Caltha palustris</i>	8
<i>Rhamnus frangula</i>	1	<i>Circium palustre</i>	4
Hémicryptophytes	149	<i>Ranunculus repens</i>	4
<i>Geranium silvaticum</i>	15	<i>Alchimilla vulgaris</i>	3
<i>Lysimachia vulgaris</i>	6	<i>Angelica silvestris</i>	2
<i>Talictum flavum</i>	4	<i>Rubus cæsius</i>	1
<i>Eupatorium cannabinum</i>	4	Géophytes	18
<i>Lycopus europæus</i>	4	<i>Anemone nemorosa</i>	6
<i>Epilobium hirsutum</i>	4	<i>Melica nutans</i>	6
<i>Galium boreale</i>	3	<i>Phegopteris polypodioides</i>	6
<i>Viola palustris</i>	3	Points	256
<i>Galium palustre</i>	1	Diagétiques	67
<i>Circium heterophyllum</i>	4	Épigéiques	100

Le tableau VII donne la statistique des chiffres de fréquence pour une forêt d'arbres à feuilles située sur du gravier humide mais bien drainé. La localité est Hanefors, immédiatement sur le bord de Skye Å. Le sous-sol consiste en gros graviers où les pierres percent de tous côtés: entre les pierres croissent beaucoup d'espèces qui appartiennent aux rives marécageuses des rivières. Les pierres elles-mêmes sont en général recouvertes

d'une mince couche de terreau. L'espèce dominante est la *Spiraea ulmaria*, qui a généralement un court rhizome à direction oblique, mais qui, dans les endroits où le sol est plus léger, a quelque chose qui se rapproche d'un rhizome souterrain errant. Un certain nombre d'autres espèces, par exemple *Geum rivale* et *Alchimilla vulgaris*, qui de même ont normalement un court rhizome oblique, présentaient ici un rhizome atteignant jusqu'à 10—20 cm., mais rampant sur le sol. Dans tous les cas les rhizomes ne descendaient pas plus profondément que dans le tapis de feuilles mortes. Ce facies forme donc une transition entre les sous-formations IV et V.

Tableau VIII.

	A	B		A	B
Mésophanérophytes	50	50	<i>Trifolium repens</i>	13	—
<i>Betula verrucosa</i>	50	50	<i>Trifolium pratense</i>	1	—
Microphanérophytes	—	2	<i>Prunella vulgaris</i>	2	—
<i>Juniperus communis</i>	—	2	<i>Viola silvatica</i>	11	—
Nanophanérophytes	—	6	<i>Potentilla tormentilla</i>	—	19
<i>Vaccinium uliginosum</i>	—	6	<i>Trientalis europæa</i>	—	47
Chamæphytes	84	114	<i>Galium saxatile</i>	1	—
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	—	35	<i>Oxalis acetosella</i>	7	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	—	19	<i>Orobus tuberosus</i>	29	—
<i>Calluna vulgaris</i>	—	10	<i>Achillea millefolium</i>	4	—
<i>Aira flexuosa</i>	43	49	<i>Campanula rotundifolia</i>	1	—
<i>Empetrum nigrum</i>	—	1	<i>Rumex acetosella</i>	2	—
<i>Veronica chamædryd</i>	37	—	<i>Ajuga pyramidalis</i>	8	—
<i>Veronica officinalis</i>	4	—	Géophytes	—	65
Hémicryptophytes	223	156	<i>Anemone nemorosa</i>	—	24
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	45	—	<i>Majanthemum bifolium</i>	—	30
<i>Agrostis alba</i>	50	47	<i>Equisetum silvaticum</i>	—	11
<i>Poa nemoralis</i>	—	1	Thérophytes	9	4
<i>Sieglingia decumbens</i>	7	—	<i>Melampyrum pratense</i>	9	4
<i>Carex silvatica</i>	9	—	Points	366	395
<i>Luzula pilosa</i>	1	42	Diagéiques	52	172
<i>Fragaria vesca</i>	25	—	Épigéiques	255	169
<i>Hieracium pilosella</i>	7	—			

Le tableau VIII présente deux types de forêts de boulevaux très répandus en Suède. A est pris à environ 2 km. à l'ouest de Djupadal en Bleking. Le sol est pierreux et

recouvert de terreau. Il y a beaucoup de mousse. La forêt est ouverte et claire, et nourrit beaucoup d'herbes. Une forêt de ce genre, composée de *Betula verrucosa*, couvre de grands espaces, notamment sur la frontière entre les provinces toujours, elle doit son existence à ce fait que les provinces suédoises de Bleking et de Småland. Très souvent, sapin et le chêne ont été abattus dans une forêt primitivement mixte, de sorte qu'il n'est resté que le bouleau, arbre de moindre valeur. En remontant vers la province de Småland les vaccinées deviennent plus fréquentes dans ces sortes de forêts. La végétation du sol marque souvent une transition entre le facies de *Vaccinium* et la sous-formation V, ou entre ces deux facies et les chamæphytes attachés au sol de la bruyère. Mais, comme nous l'avons déjà dit, la sous-formation V est dominante le long des chemins et près des barrières, où le piétinement du bétail produit une sorte de labourage du sol. Par contre, dans les endroits où la forêt de bouleaux peut pousser vigoureusement, les vaccinées prennent le dessus conjointement avec une végétation de mousses, et l'on a une sous-végétation de chamæphytes diagéiques.

B dans le tableau VIII est un exemple tiré d'une forêt de bouleaux de Småland située à Sunnansjö, paroisse de Torsås. Le sol est pierreux; les pierres et les vieilles souches sont tapissées de mousse, qui forme une tourbe légère où les Vaccinées dominent presque sans concurrence. Dans les intervalles entre les mottes se trouve la végétation indiquée sur le tableau: c'est un type intermédiaire entre la sous-végétation d'herbes épigéiques, celle d'herbes diagéiques et celle de chamæphytes diagéiques. L'abattage des arbres donnerait la prédominance aux herbes épigéiques et à la bruyère; le creusement de fossés favoriserait les herbes diagéiques. Abandonnées à elles-mêmes, les Vaccinées prendraient peu à peu la prédominance.

Le facies qui est représenté en A dans le tableau VIII ne se trouve donc en Småland que sur de petits espaces le long

des chemins et autour des barrières, tandis qu'il couvre de grandes surfaces continues en Bleking et particulièrement sur la frontière des deux provinces. Il apparaît ici comme un signe caractéristique important de la zone où dominent les forêts à feuilles par opposition à la zone plus septentrionale où prédominent les forêts de conifères et où la formation de la tourbe est beaucoup plus active.

Tableau IX.

Microphanérophytes	53	Hémicryptophytes	5
<i>Betula pubescens</i>	50	<i>Rumex acetosella</i>	1
<i>Picea excelsa</i>	3	<i>Holcus mollis</i>	3
		<i>Luzula multiflora</i>	1
Chamæphytes	7	Thérophytes	50
<i>Vaccinium vitis idææ</i>	5	<i>Melampyrum pratense</i>	37
<i>Calluna vulgaris</i>	1	<i>Poa annua</i>	13
<i>Oxycoccus palustris</i>	1	Champs sans plantes vasculaires.	5

Sous-formation VI. Forêt d'arbres à feuilles avec sous-végétation très clairsemée. Comme nous l'avons déjà indiqué, cette sous-formation se trouve dans des forêts plantées, de date récente, ainsi que dans des forêts plus âgées avec tourbe sèche ancienne, où l'ombre n'est pas toujours assez forte pour pouvoir exclure des plantes poussant sur le terreau. En outre j'ai assez souvent rencontré la même sous-formation dans des bois de bouleaux sur des tourbières. Le tableau IX en donne un exemple pris dans la tourbière suédoise de Djurle Myr, paroisse de Jät en Småland. Il se trouve aussi dans la tourbière danoise de Bøllelose près Skodsborg (île de Séeland). Les plantes clairsemées qu'on y rencontre sont visiblement accidentelles. Il n'y a pas encore entre les espèces de lutte active susceptible de donner la prédominance aux espèces les mieux adaptées.

Tableau X.

	A	B	C	D	E
Mésophanérophytes	50	89	50	50	50
<i>Picea excelsa</i>	—	20	—	—	—

	A	B	C	D	E
<i>Quercus pedunculata</i>	50	—	—	—	—
<i>Betula pubescens</i>	—	16	—	—	35
<i>Betula verrucosa</i>	—	40	—	50	15
<i>Populus tremula</i>	—	—	50	—	—
<i>Alnus glutinosa</i>	—	13	—	—	—
Microphanérophytes	4	6	21	8	—
<i>Juniperus communis</i>	—	6	21	8	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	4	—	—	—	—
Nanophanérophytes	3	—	—	—	3
<i>Vaccinium uliginosum</i>	3	—	—	—	3
Chamæphytes	100	147	131	94	160
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	12	50	36	10	47
<i>Vaccinium myrtillus</i>	48	49	50	50	50
<i>Calluna vulgaris</i>	—	—	—	2	5
<i>Aira flexuosa</i>	38	48	45	32	42
<i>Veronica chamædryis</i>	2	—	—	—	—
<i>Empetrum nigrum</i>	—	—	—	—	16
Hémicryptophytes	19	78	37	37	22
<i>Calamagrostis arundinacea</i> ...	—	—	5	—	—
<i>Festuca ovina</i>	1	—	—	—	2
<i>Poa nemoralis</i>	1	2	1	—	—
<i>Luzula pilosa</i>	13	5	21	15	2
<i>Potentilla tormentilla</i>	1	8	1	—	5
<i>Hieracium vulgatum</i>	1	—	—	—	2
<i>Fragaria vesca</i>	—	3	—	—	—
<i>Agrostis alba</i>	—	—	—	22	3
<i>Mollinia caerulea</i>	—	—	—	—	5
<i>Lastræa spinulosa</i>	—	1	—	—	—
<i>Rubus idæus</i>	—	2	—	—	—
<i>Trientalis europæa</i>	2	7	5	—	3
<i>Orobis tuberosus</i>	—	—	3	—	—
<i>Oxalis acetosella</i>	—	50	—	—	—
<i>Campanula persicæfolia</i>	—	—	1	—	—
Géophytes	48	23	27	17	7
<i>Convallaria majalis</i>	47	—	—	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i>	—	12	19	—	4
<i>Anemone nemorosa</i>	1	—	6	—	1
<i>Phegopteris dryopteris</i>	—	11	—	—	—
<i>Pteridium aquilinum</i>	—	—	2	17	2
Thérophytes	15	—	2	—	12
<i>Melampyrum pratense</i>	15	—	2	—	12
Points	239	343	268	206	254
Diagéiques.....	113	181	122	77	110
Épigéiques.....	57	67	73	71	82

Sous-formation VII. Forêt d'arbres à feuilles avec sous-végétation de chamæphytes xéromorphes diagéiques. Nous ne mentionnerons ici que des forêts situées sur un sol qui ne provient pas de tourbières. Cette sous-formation est très ordinaire sur des tourbières; mais il est préférable d'examiner les cas de ce genre avec les autres formations végétales des tourbières.

Le tableau X fournit des exemples de types de transition entre les sous-formations mentionnées précédemment et la sous-formation VII. A provient de la paroisse de Torsås en Småland. La forêt est sur une pente. La sous-végétation d'herbes épigéiques est dominante là où les arbres sont éloignés les uns des autres, tandis que le facies indiqué ici domine là où les arbres sont serrés et où l'ombre est plus forte. L'ombre maintient la terre humide et favorise la croissance des mousses. La mousse constitue une tourbe légère, et cette tourbe de mousse nourrit ici, comme presque partout, de nombreuses Vaccinées; les herbes et les chamæphytes sont à peu près dans le rapport de 2 à 3; parmi les chamæphytes comme parmi les herbes les espèces diagéiques sont prédominantes. Ce facies doit donc être considéré comme un type intermédiaire entre les sous-formations IV et VII (herbes diagéiques et chamæphytes diagéiques). B est un exemple de facies tout à fait semblable, provenant de Hermanstorp, paroisse de Nöbbele, en Småland. La forêt se trouve sur une pente unie qui descend vers le lac de Rotnen. *Betula verrucosa* domine, mais il s'y mêle un certain nombre d'autres arbres, par exemple *Betula pubescens*, *Picea excelsa*, *Alnus glutinosa* et *Pyrus malus*. Le sol est formé de tourbe légère de mousse, se rapprochant du terreau. Le lieu est riche en sources et par suite humide, mais le terrain incliné empêche l'eau de rester stagnante. La flore du sol contient des éléments de la flore ordinaire du sol de tourbe et du sol de terreau. A côté des Vaccinées, *Oxalis* apparaît dans tous les champs examinés.

La xéromorphie est peu caractérisée. C est une portion de forêt de trembles située dans le voisinage de Hanefors, paroisse de Torsås en Småland. Le facies est voisin de celui que l'on constate dans les deux exemples précédents, mais les chamæphytes sont en grande majorité.

Tandis que F du tableau V nous montre la sous-végétation dans une forêt de trembles sur un terrain bien drainé à proximité d'une rivière, nous avons ici un exemple de ce qui se passe à une distance assez grande de la rivière, en un point où l'écoulement des eaux est difficile et la terre aigre. Les chamæphytes sont ici plus nombreux, tandis que les herbes de terreau passent au second plan.

Les exemples suivants montrent la transition entre les sous-formations V et VII (herbes épigéiques et chamæphytes diagéiques). D est un bois de bouleaux de Hofmansbygd en Bleking, près de la frontière du Småland; il est intermédiaire entre la sous-formation VII dominante dans la forêt de bouleaux de Småland et la sous-formation V si fréquente dans la forêt de bouleaux du Bleking. E est un forêt de bouleaux des bords du lac de Torsjö en Småland; elle est beaucoup plus rapprochée de la sous-formation typique VII. Les herbes y sont peu nombreuses, mais les chamæphytes sont en grande majorité, ce qui rapproche ce facies de la sous-formation IX. La sous-formation VII est la plus typique là où il y a de l'ombre, tandis que les chamæphytes épigéiques apparaissent en plus grand nombre sur les espaces découverts à sol pierreaux. On peut trouver ici une sous-végétation analogue à celle des bruyères et comprenant *Aira*, *Empetrum* et *Calluna*.

Tableau XI.

	A	B	C	D
Mésophanérophytes	55	63	65	50
<i>Quercus pedunculata</i>	—	—	15	—
<i>Quercus sessiliflora</i>	—	—	50	—
<i>Carpinus betulus</i>	—	—	—	50
<i>Betula pubescens</i>	50	18	—	—

	A	B	C	D
<i>Betula verrucosa</i>	—	31	—	—
<i>Picea excelsa</i>	5	6	—	—
<i>Pinus silvestris</i>	—	8	—	—
Microphanérophytes	4	3	—	—
<i>Juniperus communis</i>	4	—	—	—
<i>Salix aurita</i>	—	3	—	—
Nanophanérophytes	15	44	—	—
<i>Vaccinium uliginosum</i>	15	44	—	—
Chamæphytes	100	106	79	56
<i>Vaccinium vitis idææ</i>	50	50	10	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	41	23	50	50
<i>Calluna vulgaris</i>	—	4	—	—
<i>Aira flexuosa</i>	9	—	19	6
<i>Empetrum nigrum</i>	—	29	—	—
Hémicryptophytes	1	—	—	10
<i>Luzula pilosa</i>	—	—	—	4
<i>Trientalis europæa</i>	1	—	—	—
<i>Orobanchus tuberosus</i>	—	—	—	2
<i>Oxalis acetosella</i>	—	—	—	4
Géophytes	1	—	3	1
<i>Pteridium aquilinum</i>	—	—	3	1
<i>Equisetum silvaticum</i>	1	—	—	—
Thérophytes	—	—	7	—
<i>Melampyrum pratense</i>	—	—	7	—
Points	176	216	154	117
Diagéiques.....	108	117	63	57
Épigéiques.....	9	33	19	10

A et B du tableau XI donnent des exemples de forêts de bouleaux. A provient de Sunnansjö, paroisse de Torsås en Småland. Il représente la végétation développée sur les mottes recouvertes de mousses qui sont formées de pierres et de vieilles souches à l'ombre des bouleaux. La végétation entre les mottes était un mélange de facies de Vaccinées avec des herbes épigéiques et diagéiques, comme on le voit en B sur le tableau VIII. Comme l'indique ce tableau, les Vaccinées ont presque entièrement supplanté dans la tourbe légère de mousse l'*Aira* et les herbes. Le cas est le même dans l'exemple B, qui provient d'Ingelstad, paroisse de Torsås en

Småland. La végétation développée entre les mottes est de même espèce que dans l'exemple précédent; parfois cependant il y a tendance à une prédominance des herbes épigéiques. La seule particularité, c'est qu'ici *Betula verrucosa* est en majorité par rapport à *Betula pubescens*.

Sous-formation VIII. Forêt d'arbres à feuilles avec sous-végétation de chamæphytes mésomorphes diagéiques toujours verts. (Tableau XI, C et D). Cette sous-formation est caractéristique des bois de chênes du Bleking ou plus exactement des forêts mixtes avec prédominance du chêne. Quelques exemplaires de charme et de hêtre n'amènent en général aucun changement dans la végétation de l'étage inférieur. Presque partout le sol se compose d'une tourbe de mousse de consistance légère; en quelques endroits seulement on trouve du terreau, et alors la sous-végétation se compose d'herbes diagéiques. Sur les espaces découverts, on rencontre en général des herbes épigéiques, plus rarement une bruyère de *Calluna*. Cependant sous de petits groupes de hêtres s'observent de temps à autre des tendances vers la tourbe dure des hêtraies avec son facies d'*Aira*. Comme nous l'avons vu plus haut, je considère qu'il est plus juste de ranger *Vaccinium myrtillus* parmi les chamæphytes toujours verts, bien que cette plante perde ses feuilles en hiver; mais elle a une tige verte assimilante.

C du tableau XI provient de Djupadal en Bleking. D est un exemple de la même sous-formation dans un bois de charmes très ombrés situé sur un gravier de moraine très en pente au sud de Hofmansbygd en Bleking. La végétation inférieure était pauvre en individus, et en beaucoup d'endroits le sol était nu ou recouvert seulement d'une très mince couche de feuilles mortes.

La sous-formation VIII ne se distingue de la sous-formation VII que par son caractère mésomorphe. Dans toutes les deux le sol est formé de la même tourbe sèche, légère, mais

l'ombre est plus forte dans VIII que dans VII et par suite l'évaporation plus faible. La sous-formation VIII est donc la plus fréquente dans des forêts d'arbres plus ombrés tels que le chêne et le charme, et la sous-formation VII est la plus ordinaire dans des bois de bouleaux et de frênes.

Tableau XII.

	A	B	C	D	E
Mésophanérophytes	50	50	50	50	57
<i>Fagus silvatica</i>	50	50	50	50	—
<i>Populus tremula</i>	—	—	—	—	41
<i>Alnus glutinosa</i>	—	—	—	—	13
<i>Betula pubescens</i>	—	—	—	—	3
Nanophanérophytes	1	47	22	47	62
<i>Fraxinus excelsior</i>	—	—	21 ¹	—	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	1	—	1	—	—
Chamæphytes	50	89	62	97	87
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	—	—	—	—	12
<i>Vaccinium myrtillus</i>	—	47	—	6	—
<i>Calluna vulgaris</i>	—	—	—	41	50
<i>Aira flexuosa</i>	50	42	50	50	25
<i>Stellaria holostea</i>	—	—	12	—	—
Hémicryptophytes	31	28	15	26	6
<i>Poa nemoralis</i>	—	1	—	—	—
<i>Luzula pilosa</i>	16	12	11	17	—
<i>Carex pallescens</i>	—	—	—	7	—
<i>Carex pillulifera</i>	—	—	—	—	2
<i>Hieracium vulgatum</i>	—	—	—	2	—
<i>Viola silvatica</i>	—	2	—	—	—
<i>Oxalis acetosella</i>	—	12	4	—	—
<i>Trientalis europæa</i>	15	1	—	—	—
<i>Potentilla tormentilla</i>	—	—	—	—	4
Géophytes	53	—	25	—	—
<i>Orchis maculata</i>	—	—	4	—	—
<i>Asperula odorata</i>	—	—	3	—	—
<i>Anemone nemorosa</i>	10	—	2	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i>	43	—	16	—	—
Thérophytes	18	—	17	21	—
<i>Melampyrum pratense</i>	18	—	17	21	—
Points	203	167	191	194	150
Diagéiques	68	60	29	6	12
Épigéiques	66	57	73	117	81

¹ Nanophanérophytes et plantules.

Sous-formation IX. Forêt d'arbres à feuilles avec sous-végétation de chamæphytes xérophytes épigéiques. Cette sous-formation est très commune sur le sol de tourbe sèche le plus ferme dans les forêts de hêtres du Danemark. Il arrive souvent qu'en ces endroits l'*Aira flexuosa* soit presque la seule phanérogame. On peut trouver çà et là un exemplaire isolé de *Luzula pilosa*, de *Maianthemum bifolium* ou de tel ou tel autre hôte accidentel qui n'appartient pas à ces parages. La *Calluna vulgaris* apparaît rarement. Les exemples cités proviennent tous de localités fertiles et qui par suite ne sont pas absolument typiques. A provient de la forêt de Frederiksborg Dyrehave; c'est un exemple de la forme intermédiaire fréquente entre la sous-végétation du terreau et de la tourbe sèche, forme qui est beaucoup plus commune que la sous-formation typique de chamæphytes. B provient d'une localité à l'ouest de Djupadal en Bleking. Ici encore *Vaccinium myrtillus* est un peu plus abondant qu'*Aira flexuosa*. En C il y a encore un certain nombre d'herbes diagéiques, bien qu'elles soient réduites à une faible minorité. La localité est le bois de Gribskov dans l'île de Séeland. D provient du même bois, sur tourbe sèche très dure, avec peu d'ombrage. On a trouvé ici la *Calluna*. Dans cette localité comme ailleurs, j'ai compté *Aira flexuosa* parmi les chamæphytes. Il n'est pas douteux qu'il faille ranger dans cette catégorie le type d'*Aira* qui croît à l'ombre et dont les longues pousses se couchent sur le sol. Le type d'*Aira* qui croît dans la lumière a en général des pousses obliques et forme ainsi des touffes dans lesquelles j'ai souvent vu les pointes des pousses se tenir à 2 ou 3 cm. au-dessus du sol. Ces plantes rappellent donc par leur croissance les plantes en touffes des régions arctiques et alpestres, et ont peu de ressemblance avec des herbes cespitueuses telles que *Festuca ovina* et *Molinia cærulea*, où l'intérieur des touffes est formée par des restes morts de plantes.

Je n'ai pas encore rencontré cette sous-formation dans les forêts d'arbres à feuilles de la Suède.

Ce type est peu fréquent dans les parties de la Suède que j'ai examinées, et il ne se trouve que dans des espaces découverts, éclairés, à sol pierreux dont le tapis de terre légère est très mince. S'il y a par-dessus les pierres une couche tant soit peu épaisse de terre légère d'origine inorganique les chamæphytes seront mélangées d'herbes épigéiques, ou ces dernières prendront nettement la prédominance. A l'ombre seulement il peut se former au-dessus des pierres un tapis assez épais d'origine organique, et alors des chamæphytes diagéiques occuperont la place.

E du tableau XII représente la végétation d'un petit bois de trembles situé sur un îlot pierreux dans une tourbière près d'Ingelstad en Småland. Il existe dans l'île des espaces découverts où croît une bruyère de *Calluna*. Là où le tremble est très clairsemé, la *Calluna* prédomine également dans la sous-végétation du bois; mais quand les arbres sont plus serrés, et notamment quand il existe plusieurs aunes, la végétation de mousses est très abondante et la mousse forme une tourbe sèche, légère, de forte épaisseur, et les Vaccinées y dominant sans conteste.

La sous-formation X ne se trouve que sur les tourbières et nous en parlerons plus loin.

Le résultat principal de ces recherches, c'est qu'il faut renoncer à cette théorie qu'à une certaine espèce d'arbres prédominante correspondraient certains types biologiques déterminés dans la sous-végétation. En considérant les forêts danoises où la culture a donné au hêtre une prédominance encore supérieure à celle qu'il aurait obtenue par ses moyens propres, et où les autres espèces ont été reléguées dans des lieux défavorables à leur croissance, on s'est souvent figuré que par exemple les herbes diagéiques appartiennent à la forêt de hêtres, et les herbes épigéiques à la forêt de chênes

ou à celle de frênes. Nous avons reconnu l'inexactitude de cette conception. Les diverses sous-formations ont été constatées dans des forêts dont l'étage supérieur était très différent, et qui plus est, elles se trouvaient souvent avec une composition floristique tout à fait analogue de la sous-végétation. L'élément essentiel, déterminant pour les types biologiques de la sous-végétation, c'est le terrain; et c'est seulement alors qu'intervient la différence entre les diverses espèces d'arbres, en ce sens que dans des conditions par ailleurs semblables, l'opacité différente de leur ombrage favorise à des degrés variables la formation du terreau ou de la tourbe; mais sur des sols différents, on peut rencontrer la plupart des espèces d'arbres avec des caractères identiques dans la sous-végétation.

Les nombreuses sous-formations se divisent en deux groupes principaux selon que la sous-végétation est formée d'herbes mésomorphes ou de chamæphytes xéromorphes. Cette division coïncide à peu près avec la division en forêts d'arbres à feuilles sur terreau et forêts d'arbres à feuilles sur tourbe sèche. Cependant les herbes diagétiques mésomorphes sont encore dominantes là où la formation de la tourbe est tout au début, ou bien quand la tourbe est en train de se dissoudre. On trouve alors plusieurs espèces caractéristiques qui manquent ou sont moins fréquentes sur la tourbe ou sur le terreau typiques, par exemple *Trientalis* et *Majanthemum*.

Naturellement on ne peut pas s'attendre non plus à ce que la sous-formation, fondée sur les types biologiques, corresponde exactement aux différences quant à une particularité déterminée du sol. Il existe dans la nature des facteurs multiples qui agissent en même temps. Ce sont la lumière et l'ombre, la richesse du sol en eau, les substances nutritives, l'oxygène, etc. ... L'insuffisance à un certain point de vue peut, dans certaines limites, être balancée par l'abondance à un autre point de vue. La particularité principale de la

tourbe sèche est sa pauvreté en oxygène. Ainsi se trouvent réduites la respiration des racines et les autres fonctions vitales des plantes, en particulier l'absorption de l'eau; et c'est pourquoi les plantes de la tourbe sont des xérophytes plus ou moins caractérisées. Il est à peine besoin de noter que la xéromorphie est naturellement plus caractéristique chez les plantes situées sur de la tourbe sans ombrage que chez les plantes de tourbe qui croissent à l'ombre. D'autre part l'ombre à souvent une action favorable sur la formation de la tourbe sèche, de même que l'abondance d'eau, en diminuant la teneur du sol en oxygène. Ainsi on constate très souvent que la végétation développée sur les pentes, et notamment sur des pentes très raides et pierreuses, est mésomorphe, tandis que le terrain plat a une végétation xéromorphe: c'est même là une règle qui n'a guère d'exceptions dans la zone des conifères sur terrain ombragé.

Ce n'est pas par hasard que les divers types biologiques recherchent chacun son terrain. Si on veut les classer par ordre décroissant d'après leurs exigences, on place au premier rang les herbes: ce sont elles qui réclament les conditions de terrain les plus favorables; viennent ensuite les chamæphytes. J'ai démontré¹ qu'à Madère les herbes perennes recherchent les lieux les plus favorables de cette île, tandis que les chamæphytes et les nanophanérophytes bas sont presque seuls maîtres du sol là où le manque d'eau est extrême.

Raunkiær² a montré que le nombre relatif des chamæphytes augmente à mesure que les conditions vitales deviennent défavorables dans les régions arctiques et dans les régions alpestres. Il a donné comme cause de ce fait cette circonstance que dans les domaines à climat très froid les plantes n'ont pas seulement à lutter contre le froid de l'hiver mais aussi contre un sol très froid pendant une grande portion de

¹ Madeiras Vegetation, Copenhague 1904.

² Livsformernes Statistik (Botanisk Tidsskrift 1908).

la période de végétation. En se tenant un peu élevées au-dessus du sol, les plantes arrivent à s'échauffer jusqu'à une température sensiblement plus haute que le sol.

En ce qui concerne l'île de Madère, j'ai signalé que le sol très fortement échauffé en été avait une action défavorable sur les organes végétatifs des plantes. La distance assez grande au-dessus du sol donne aux pointes de tiges des chamæphytes et des nanophanérophytes un avantage sur celles des herbes. Il semble donc qu'il n'y ait pas de raison générale pour que les chamæphytes et les nanophanérophytes soient en certaines régions du globe supérieurs aux herbes dans la lutte pour l'existence sur les lieux les plus défavorables au point de vue climatérique ou édaphique.

Si les chamæphytes sont plus aptes à la lutte pour la vie sur un sol de tourbe sèche, cela doit tenir aux particularités de la tourbe. Celle-ci est avant tout aigre et par suite physiologiquement sèche. Le manque d'oxygène dans la tourbe entrave fortement l'absorption de l'eau par les plantes; c'est pourquoi les plantes des terrains de tourbe doivent être particulièrement bien protégées contre l'évaporation. Or tout moyen de défense contre la sécheresse, par exemple la réduction de la surface, la protection des stomates, etc. . . . signifie en même temps diminution du pouvoir assimilateur. En été, dans la période sèche, les conditions d'existence sont encore plus difficiles. Ces conditions défavorables à l'activité vitale ne peuvent être contrebalancées que si la période de végétation se prolonge le plus possible.

Or la tourbe, par suite de sa grande capacité d'eau, est un sol froide qui s'échauffe très lentement au printemps. Ce fait vient encore rendre difficile l'utilisation de la période de végétation. Je suppose que les chamæphytes possèdent, dans les mêmes lieux de croissance, cet avantage sur les herbes qu'ils sont en état au printemps de commencer plus tôt leur activité vitale. Les boutons hivernants, étant un peu surélevés

au-dessus de la terre ou reposant sur elle, ont incontestablement cet avantage de pouvoir s'échauffer jusqu'à une température relativement élevée tandis que le sol est encore gelé ou tout au moins très froid. Il existe donc une corrélation entre la protection contre l'hiver et la faculté de prolonger la période de végétation. Un avantage d'un côté produit un défaut de l'autre, et les conditions climatiques peuvent décider quel est le type biologique qui doit emporter le prix comme étant le plus favorable. Il me paraît que dans les parties de la Scandinavie que j'ai étudiées les chamæphytes sont les plus avantageusement situées. Lorsque commence la formation de la tourbe les chamæphytes apparaissent, notamment l'*Aira*, et à mesure que cette formation progresse on voit surgir un plus grand nombre de chamæphytes. Dans la forêt de hêtres l'*Aira* prédomine en terrain de tourbe, mais quand la forêt devient plus ouverte et que l'évaporation devient par suite plus forte, l'*Aira* est peu à peu remplacée par la bruyère.

Les mésophytes et les xérophytes se divisent respectivement en deux groupes principaux: plantes diagéiques et plantes épigéiques. Les espèces diagéiques appartiennent à un sol léger, et les espèces épigéiques à un sol ferme. Le terreau léger, peu consistant, se forme dans la forêt bien ombragée, avec tapis de feuilles abondant. Le type plus ferme de terreau provient en général du manque d'humus et, comme conséquence, d'une activité moins grande des vers de terre. Cependant ce type peut se rencontrer aussi dans un terrain très riche en humus, avec végétation abondante. On peut supposer que quand la végétation est très riche le grand nombre des racines forme un feutre tellement serré que les voyageurs souterrains se trouvent écartés. Enfin un type particulier de terreau peut se former sur un sol de grosses pierres avec petites cavités remplies de terreau, ou bien sur dalles plates recouvertes d'une très mince couche de terreau.

Ici aussi les herbes épigéïques sont dominantes. La tourbe légère est constituée par de la mousse. Elle se forme surtout dans une ombre suffisante, pas trop épaisse. La tourbe dure ne se forme que dans la forêt de hêtres. Mais dans d'autres forêts un sol pierreux peut donner lieu à un sol ferme qui convient à des chamæphytes épigéïques.

A l'exception des trois premières sous-formations, l'ombre plus ou moins forte agit sur les types de plantes par l'intermédiaire de l'influence de l'ombre sur le type d'humus.

Forêts de conifères.

La sous-végétation de la forêt de conifères a une évolution très différente suivant que la forêt a été plantée par les hommes ou qu'elle est naturelle. Lorsque les arbres plantés ont atteint un certain âge, les branchages supérieurs se rejoignent et l'ombre devient si forte que toutes les plantes vertes se trouvent dans l'impossibilité de vivre. C'est seulement lorsque les arbres sont devenus plus vieux et qu'on en a coupé une partie qu'une sous-végétation commence à émigrer dans cette forêt.

Tableau XIII.

Microphanérophytes	3	<i>Luzula pilosa</i>	12
<i>Betula pubescens</i>	2	<i>Carex pillulifera</i>	6
<i>Juniperus communis</i>	1	<i>Plantago lanceolata</i>	3
Chamæphytes	156	<i>Luzula multiflora</i>	3
<i>Calluna vulgaris</i>	50	<i>Viola silvestris</i>	1
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	46	<i>Lotus corniculatus</i>	1
<i>Aira flexuosa</i>	44	<i>Hieracium pilosella</i>	7
<i>Lycopodium clavatum</i>	14	<i>Nardus stricta</i>	4
<i>Veronica officinalis</i>	1	<i>Trientalis europæa</i>	1
<i>Antennaria dioica</i>	1	Points	296
Hémicryptophytes	137	Diagéïques	47
<i>Potentilla tormentilla</i>	50	Épigéïques	246
<i>Agrostis alba</i>	49		

Il en va tout autrement lorsqu'une portion de forêt a été exploitée puis abandonnée à elle-même. C'est ce qui se passe ordinairement en Småland. Sur le sol déboisé croissent

diverses plantes, et il se forme bientôt un tapis qui ressemble à une bruyère. Mais si l'on y regarde de près on découvre bientôt qu'il existe entre les touffes de bruyère un grand nombre de graminées et d'autres plantes herbacées. Le dénombrement nous apprend que les chamæphytes épigéiques et les hémicryptophytes sont en nombre à peu près égal. Par endroits la végétation peut prendre davantage le caractère d'une bruyère de *Calluna*, et à d'autres endroits se rapprocher davantage d'un herbage. Il n'y a pas de formation de tourbe accentuée. Le tableau XIII fournit un exemple de ce type de végétation; il est emprunté à la paroisse de Torsås en Småland.

Parmi les plantes immigrées se trouvent aussi des arbres, surtout des bouleaux et des pins communs, plus rarement des sapins. Les arbres sont clairsemés; mais à mesure qu'ils se développent ils produisent de l'ombre, qui favorise la végétation de la mousse; et dans la tourbe légère formée par la mousse les Vaccinées trouvent leur place, d'où elles se répandent de côté et d'autre. Dans le voisinage des arbres la *Calluna* est évincée par *Vaccinium vitis idæa*, laquelle doit, aux endroits les plus sombres, céder la place à *Vaccinium myrtillus*; mais dans les intervalles découverts entre les arbres la *Calluna* fleurit encore et les Vaccinées ne sont représentées que par un petit nombre d'exemplaires. Enfin les intervalles se ferment, et la *Calluna* disparaît. On a maintenant la sous-formation I de la forêt de conifères: forêt de conifères avec sous-végétation de chamæphytes xéromorphes diagéiques. Il s'est produit peu à peu une modification dans la composition des arbres. A l'ombre modéré des bouleaux et des pins plusieurs sapins ont germé et poussé. Ils évincent par la suite les espèces qui supportent moins bien l'ombre. La forêt se compose maintenant de sapins, mêlés à beaucoup d'autres espèces, parmi lesquelles les bouleaux sont en petit nombre. La forêt devient de plus

en plus sombre et les chamæophytes du sol commencent à disparaître; seule la mousse se maintient. Nous avons alors la sous-formation II de la forêt de conifères: forêt de conifères à sous-végétation de mousse avec peu de plantes vasculaires. L'évolution s'arrête là, jusqu'à ce que les coups de vents ou la hache du bûcheron fassent de nouveau de la lumière. Nous allons maintenant considérer des exemples de ces deux sous-formations.

Tableau XIV.

	A	B	C	D	E
Mésophanérophytes	40	55	69	67	50
<i>Picea excelsa</i>	25	40	30	17	—
<i>Pinus silvestris</i>	15	15	39	50	50
Microphanérophytes	—	—	1	7	—
<i>Juniperus communis</i>	—	—	1	7	—
Nanophanérophytes	—	1	6	—	47
<i>Vaccinium uliginosum</i>	—	1	6	—	47
Chamæphytes	126	102	132	107	81
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	50	49	50	44	50
<i>Vaccinium myrtillus</i>	50	50	50	50	11
<i>Calluna vulgaris</i>	9	—	—	—	5
<i>Empetrum nigrum</i>	—	—	—	—	15
<i>Aira flexuosa</i>	17	3	32	13	—
Hémicryptophytes	2	—	8	12	4
<i>Trientalis europæa</i>	1	—	1	6	—
<i>Luzula pilosa</i>	1	—	7	5	—
<i>Molinia caerulea</i>	—	—	—	—	3
<i>Eriophorum vaginatum</i>	—	—	—	—	1
<i>Lastrea spinulosa</i>	—	—	—	1	—
Géophytes	1	—	24	15	—
<i>Majanthemum bifolium</i>	1	—	24	5	—
<i>Phegopteris dryopteris</i>	—	—	—	1	—
<i>Pteridium aquilinum</i>	—	—	—	9	—
Thérophytes	2	—	—	5	—
<i>Melampyrum pratense</i>	2	—	—	5	—
Points	171	158	240	213	182
Diagéiques	102	100	131	115	108
Épigéiques	27	3	39	19	24

Le tableau XIV donne des exemples de la première sous-formation. A provient de Hörda, paroisse de Torsås en Små-

land. Forêt ouverte composée d'arbres de bonne taille mais dont les branches n'arrivent pas à se toucher. Comme dans toutes les localités qui vont suivre, il y avait beaucoup de mousse entre les plantes plus hautes. La portion dénombrée mesurait 5 champs de largeur et 10 champs de longueur; elle allait d'un sapin à un pin. Entre ces deux arbres on comptait 10 champs qui n'étaient ombragés par aucun de ces deux arbres. Des 9 champs où apparaissait la *Calluna*, 4 se trouvaient dans l'intervalle sans arbre, 3 dans la rangée extrême de champs situés sur la limite entre l'intervalle sans arbre et la partie ombragée par le sapin, 1 dans la rangée correspondante de champs sous le pin. On trouvait l'*Aira* au-dessous du sapin et dans l'intervalle sans arbre. En général il est facile de constater dans une forêt ouverte que *Calluna* recherche les intervalles sans ombrage.

B provient d'une portion de vieille forêt dans le voisinage de la localité précédente, et il en est de même de C. D provient de Torsås. La forêt se composait essentiellement de pins mêlés à de nombreuses pousses de sapins, qui n'avaient pas encore atteint la hauteur des pins. Cette localité est un peu plus claire que les deux précédentes, ce qui se manifeste par la présence de l'espèce *Pteridium* dont il y a des exemplaires vigoureux et fort nombreux. E provient d'Ingelstad, paroisse de Torsås en Småland. Le sol est formé de tourbe. Il existe de grandes mottes avec de très minces intervalles. Le tableau représente la végétation développée sur les mottes. La présence abondante de *Vaccinium uliginosum* témoigne du terrain marécageux; mais pour le reste la proportion numérique des types biologiques dans la végétation de cette localité correspond tout à fait à ce qu'elle était dans les localités précédentes. Cet endroit est très caractéristique de la forêt de conifères sur sol de tourbière. Les intervalles entre les mottes étaient, comme nous l'avons dit, très petits, et les mottes n'étaient pas loin de s'unir. On trouvait dans les

intervalles *Carex Goodenoughii*, *Eriophorum vaginatum* et *Agrostis canina* comme espèces dominantes.

Tableau XV.

	A	B	C	D	E
Mésophanérophytes	50	50	55	62	78
<i>Picea excelsa</i>	50	50	35	12	40
<i>Pinus silvestris</i>	—	—	20	50	38
Chaméphytes	5	15	24	7	8
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	2	—	—	—	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	2	3	21	7	—
<i>Aira flexuosa</i>	1	12	3	—	7
<i>Veronica officinalis</i>	—	—	—	—	1
Hémicryptophytes	—	—	—	3	3
<i>Luzula pilosa</i>	—	—	—	2	—
<i>Luzula campestris</i>	—	—	—	1	—
<i>Goodyera repens</i>	—	—	—	—	3
Géophytes	1	2	—	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i>	1	2	—	—	—
Thérophytes	—	—	—	—	1
<i>Poa annua</i>	—	—	—	—	1
Points	56	67	79	72	90
Champs sans plantes vasculaires dans la sous-végétation	44	30	29	41	38

Le tableau XV donne des exemples de la forêt de conifères riche en mousse mais par ailleurs pauvre de plantes. Le sol est recouvert d'un tapis de mousse vert qui en quelques endroits seulement est interrompu par un petit espace nu, généralement lorsque deux ou trois sapins sont très rapprochés les uns des autres. On trouve çà et là dans la mousse une plante vasculaire. Les plus communes dans cette dernière catégorie sont *Vaccinium myrtillus* (qui fructifie assez souvent), *Aira flexuosa* et *Luzula pilosa* (qui a rarement des fleurs). *Goodyera repens* est fort répandue, mais n'est pas représentée par de nombreux exemplaires; elle fleurit bien dans l'ombre épaisse. Du reste on peut rencontrer les espèces de plantes les plus diverses, représentées par des individus qui se sont glissés là accidentellement ou qui peut-être survivent à une période de clarté plus grande. Il arrive de

trouver quelques exemplaires de plantes qui recherchent la lumière, telles que *Pteridium aquilinum*, *Veronica chamædrys* et *officinalis*, etc. . . .

Tableau XVI.

	A	B	C	D
Mésophanérophytes	50	50	50	50
<i>Picea excelsa</i>	50	50	50	50
Chamæphytes	4	4	11	1
<i>Betula verrucosa</i>	—	—	1	—
<i>Aira flexuosa</i>	4	4	2	1
<i>Veronica officinalis</i>	—	—	8	—
Hémicryptophytes	1	3	17	4
<i>Luzula pilosa</i>	1	2	2	—
<i>Lactuca muralis</i>	—	1	14	—
<i>Hieracium pilosella</i>	—	—	1	—
<i>Rubus idæus</i>	—	—	—	3
<i>Galium saxatile</i>	—	—	—	1
Champs sans plantes vasculai- res dans la sous-végétation	45	43	35	45

Dans la forêt de conifères plantée par les hommes il peut faire si sombre pendant de nombreuses années qu'aucune plante verte ne peut y prospérer. Survient un abattage rapide et brutal, ou bien la plantation de conifères reçoit de la lumière de côté parce qu'on a fait des coupes dans la forêt de hêtres voisine. On voit immigrer alors un certain nombre de plantes appartenant à des espèces qui portent tous les caractères du hasard. Il n'y a pas toujours le temps suffisant pour qu'une végétation de mousse correspondant à la sous-formation II puisse se former avant que les plantes vasculaires, s'étant multipliées, se soient rassemblées en société. Le tableau XVI donne des exemples des premiers immigrants dans une forêt de sapins du Danemark. A, provenant de la forêt de Gribskov, et B, provenant de Tokkekøb Hegn, avaient tous deux un épais tapis de mousse. Les plantes vasculaires étaient les mêmes que les plus fréquentes dans les forêts suédoises. Dans le bois de Gribskov, *Vaccinium myrtillus* était, dans le voisinage de A, l'espèce de plante qui s'avavançait le plus loin sous

l'ombrage. Les localités C et D, provenant de Tokkeløb Hegn, étaient peu riches en mousse. C était assez clair, D sombre, et tous deux avaient un sol de tourbe sèche.

Raunkiær a démontré que dans les forêts de sapins du Danemark la première plante qui forme une sous-végétation continue est *Oxalis acetosella*. Un peu plus proche du côté de la lumière on trouve une sous-végétation d'*Aira flexuosa*. Nous avons donc ici deux nouvelles sous-formations, savoir : III: Forêt de conifères avec sous-végétation d'herbes mésomorphes diagéiques (à cette catégorie appartient aussi le facies d'*Urtica dioica* mentionné par Raunkiær);

Tableau XVII.

	A	B		A	B
Mésophanérophytes	50	67	Agrostis canina	—	4
Picea excelsa	50	17	Lactuca muralis	3	—
Pinus silvestris	—	50	Lastræa spinulosa	2	—
Microphanérophytes	—	10	Luzula pilosa	—	3
Juniperus communis	—	10	Hieracium pilosella	—	1
Nanophanérophytes	2	—	Stellaria media	1	—
Fraxinus excelsior	2	—	Rumex acetosa	1	—
Hémicryptophytes	68	65	Thérophytes	1	—
Oxalis acetosella	50	50	Galium aparine	1	—
Rubus idæus	4	1	Points	121	142
Urtica dioica	2	—	Diagéiques	56	51
Poa nemoralis.....	5	6	Épigéiques.....	12	14

et IV: Forêt de conifères avec sous-végétation de chamæphytes xéromorphes épigéiques.

A du tableau XVII donne un exemple de la sous-formation III dans la forêt danoise de Gribskov. C'était une portion d'ancienne forêt de sapins sur sol de terreau léger avec végétation de mousse très clairsemée. Dans les forêts mixtes du Bleking j'ai assez souvent rencontré l'*Oxalis* sous des sapins; ainsi dans le voisinage du ferme de Kjeltorp près de Bredåkra il y avait sous les sapins une végétation peu abondante d'*Oxalis* et de *Phegopteris dryopteris*, pas de mousse, un terreau léger. A l'ouest de Djupadal on constate sous les sapins: *Oxalis* en

majorité, puis *Vaccinium myrtillus*, *Luzula pilosa*, *Trientalis* et *Aira*; de la mousse. En Småland l'*Oxalis* se rencontre souvent le long des chemins qui traversent les forêts de conifères. Cette plante croît de préférence sur la terre que l'on a rejetée en creusant les fossés. Mais elle ne s'avance pas parmi les arbres comme l'*Aira*. En un seul endroit j'ai vu en Småland une forêt de conifères avec facies d'*Oxalis*. C'était dans une portion de jeune forêt de pins près de Djurla Nöbbele, paroisse de Jät (tableau XVII B). Cette forêt était sombre et dépourvue de sous-végétation. Près de la clôture qui séparait le bois de la route le sol était assez abondamment tapissé d'*Oxalis*. Il n'y avait que peu de mousse. Le sol se composait de terreau. La forêt paraissait avoir été semée ou plantée. Vraisemblablement elle avait été précédée d'un herbage sur terreau pauvre en humus, avec de l'*Agrostis* et d'autres herbes, plus quelques arbres disséminés: telle était la végétation de l'autre côté de la route. Par contre, dans la paroisse de Torsås en Småland j'ai trouvé un facies d'*Oxalis* dans une ancienne forêt mixte de chênes et de sapins. Le sol était très pierreux, avec du terreau léger entre les pierres. En Danemark non plus il n'arrive pas partout qu'un facies d'*Oxalis* fasse la transition entre le sol maigrement tapissé et le facies d'*Aira*. Souvent le facies de mousse passe directement au facies d'*Aira* dans les bois de sapins danois, ou au facies de *Vaccinium* en Suède ainsi que dans les grandes forêts de sapins du Danemark.

Tableau XVIII.

	A	B	C	D	E
Mésophanérophytes	50	50	50	50	50
<i>Picea excelsa</i>	40	—	50	50	50
<i>Pinus silvestris</i>	10	50	—	—	—
Microphanérophytes	11	—	—	—	—
<i>Juniperus communis</i>	11	—	—	—	—
Chaméphytes	195	63	50	100	50
<i>Calluna vulgaris</i>	32	7	—	—	—

	A	B	C	D	E
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	7	6	—	—	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	6	—	—	50	6
<i>Galium saxatile</i>	—	—	—	—	4
<i>Aira flexuosa</i>	50	50	50	50	40
<i>Lycopodium clavatum</i>	30	—	—	—	—
Hémicryptophytes	43	17	3	2	63
<i>Luzula pilosa</i>	12	9	3	2	15
<i>Carex pallescens</i>	3	5	—	—	—
<i>Trientalis europæa</i>	28	3	—	—	25
<i>Oxalis acetosella</i>	—	—	—	—	20
<i>Rubus idæus</i>	—	—	—	—	3
Géophytes	1	—	—	—	—
<i>Convallaria majalis</i>	1	—	—	—	—
Thérophytes	1	—	7	4	—
<i>Melampyrum pratense</i>	1	—	7	4	—
Points	231	130	110	156	163
Diagéiques.....	42	9	0	50	58
Épigéiques.....	127	71	53	52	55

Tableau XIX.

	A	B		A	B
Mésophanérophytes	51	50	<i>Vaccinium myrtillus</i>	50	50
<i>Picea excelsa</i>	30	50	<i>Aira flexuosa</i>	22	50
<i>Pinus silvestris</i>	21	—	Hémicryptophytes	1	40
Microphanérophytes	6	—	<i>Luzula pilosa</i>	1	—
<i>Juniperus communis</i>	6	—	<i>Trientalis europæa</i>	—	40
Nanophanérophytes	—	11	Points	152	209
<i>Vaccinium uliginosum</i> ...	—	11	Diagéiques.....	72	109
Chaméphytes	94	108	Épigéiques.....	23	50
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	22	8			

Le tableau XVIII montre quelques exemples de la sous-formation IV ou d'une transition entre cette sous-formation et d'autres. A provient d'Ingelstad, paroisse de Torsås en Småland. Par suite de l'exploitation, le facies de mousse de la forêt de sapins a cédé la place à une facies d'*Aira-Calluna*. B représente un facies d'*Aira* ultérieur au même endroit. De ces facies, celui d'*Aira-Calluna* supporte le moins bien l'ombre; le facies d'*Aira* la supporte mieux, tandis que le facies de *Vaccinium* (sous-formation I) est susceptible de beaucoup d'ombre.

Cependant les sous-formation IV et I alternent souvent dans des endroits très éclairés de la forêt où la hache a pratiqué des trouées. Parfois la tourbe sèche est visiblement plus dure aux endroits où poussent l'*Aira* et la *Calluna*, tandis qu'elle est toujours légère là où *Vaccinium* prédomine. Mais souvent on ne peut apercevoir aucune différence dans le sol et les sous-formations paraissent encore lutter pour la place. C représente un facies d'*Aira* dans la forêt danoise de Gribskov, D une transition entre ce facies et celui de *Vaccinium* (également dans le bois de Gribskov). E montre une transition entre le facies d'*Aira* et celui d'*Oxalis* dans la forêt de Tokkekøb Hegn. Enfin A du tableau XIX donne un exemple de facies de *Vaccinium* dans un bois clair, taillé, riche en mousse, situé près d'Ingelstad en Småland, et B fournit un exemple du même facies à Gribskov. Dans les localités du bois de Gribskov le sol était formé de tourbe sèche plus ou moins dure. Il n'y avait pas de facies d'*Oxalis*. Le facies d'*Aira* ou celui de *Vaccinium* était immédiatement limitrophes du bois sombre, dépourvu de sous-végétation. Cependant à un autre endroit de la forêt de Gribskov j'ai trouvé tout à la lisière un facies d'*Aira-Oxalis*, plus avant dans le bois un facies d'*Aira* avec *Trientalis*, puis un sol entièrement dépourvu de végétation avec quelques petits espaces où se rencontraient l'*Aira* et le *Vaccinium myrtillus*.

Le facies d'*Oxalis* paraît donc étroitement lié à un sol de terreau; il fait défaut lorsque le bois de sapins pousse sur de la tourbe sèche. L'*Aira* peut prospérer dans une ombre épaisse. Je l'ai même vue une seule fois fleurir dans une forêt de sapins avec facies de mousse. Mais sur sol de terreau il semble qu'elle ne puisse soutenir la concurrence avec *Oxalis*. Celle-ci s'accommode fort bien d'une abondante lumière, mais elle est très sensible à la formation de la tourbe. Sur de la tourbe légère elle est remplacée par *Trientalis*. Lorsque le sol, comme en Småland et dans des parties du bois de

Gribskov, a porté plusieurs générations de sapins, il est toujours aigre. Les lacs et les rivières ont de l'eau brune et aigre. Ici le facies d'*Oxalis* fait défaut ou est rare, et dans la forêt éclaircie par la hache le facies d'*Aira* et celui de *Vaccinium* alternent souvent au hasard et luttent entre eux. La victoire est certainement déterminée par la fermeté plus ou moins grande de la tourbe sèche.

Tableau XX.

	A	B	C	D	E
Microphanérophytes	4	35	1	15	17
<i>Pinus silvestris</i>	4	35	—	5	17
<i>Betula pubescens</i>	—	—	—	4	—
<i>Juniperus communis</i>	—	—	1	6	—
Nanophanérophites	1	—	5	30	—
<i>Vaccinium uliginosum</i>	1	—	5	30	—
Chaméphytes	73	86	118	98	113
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	19	17	28	43	24
<i>Calluna vulgaris</i>	50	50	43	50	50
<i>Aira flexuosa</i>	4	13	47	5	3
<i>Antennaria dioica</i>	—	6	—	—	23
<i>Veronica officinalis</i>	—	—	—	—	13
Hémicryptophytes	3	4	—	12	183
<i>Festuca ovina</i>	2	1	—	5	50
<i>Carex pillulifera</i>	1	—	—	—	26
<i>Luzula pilosa</i>	—	2	—	—	—
<i>Luzula campestris</i>	—	—	—	1	—
<i>Agrostis vulgaris</i>	—	—	—	—	10
<i>Viola silvatica</i>	—	—	—	1	20
<i>Potentilla tormentilla</i>	—	—	—	—	50
<i>Orobis tuberosus</i>	—	1	—	5	27
Géophytes	—	—	—	4	—
<i>Convallaria majalis</i>	—	—	—	4	—
Thérophytes	—	—	—	1	10
<i>Melampyrum pratense</i>	—	—	—	1	10
Points	81	125	124	160	323
Diagéiques	20	18	33	82	51
Épigéiques	57	72	90	62	245

Tableau XXI.

Microphanérophytes	7	<i>Juniperus communis</i>	1
<i>Sorbus aucuparia</i>	1	Nanophanérophites	53
<i>Alnus glutinosa</i>	2	<i>Myrica gale</i>	50
<i>Rhamnus frangula</i>	3	<i>Vaccinium uliginosum</i>	3

Chamaephytes	104	<i>Spiræa ulmaria</i>	1
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	39	<i>Rubus idæus</i>	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>	35	Géophytes	1
<i>Calluna vulgaris</i>	5	<i>Pteridium aquilinum</i>	1
<i>Aira flexuosa</i>	18	Thérophytes	3
<i>Empetrum nigrum</i>	7	<i>Melampyrum pratense</i>	3
Hémicryptophytes	23	Points	191
<i>Molinia caerulea</i>	18	Diagéiques.....	129
<i>Luzula pilosa</i>	1	Épigéiques.....	52
<i>Potentilla tormentilla</i>	2		

Bruyère naturelle et herbage.

On trouve fréquemment dans les forêts de Småland de petits rochers moutonnés qui percent à travers le revêtement de la moraine. Ces rochers sont encore plus abondants en Bleking. La végétation qui les recouvre est basée sur des lichens. Dans les crevasses des rochers *Festuca ovina* est commune. Dans les crevasses plus grandes on voit en Småland des exemplaires plus ou moins grands de pins, çà et là aussi de bouleaux. En Bleking le pin est remplacé par des chênes plus ou moins rabougris. Sur les dalles plus plates, *Grimmia* se trouve parmi les lichens et tapisse souvent la roche sur de grandes étendues, formant une mince couche de tourbe sèche. Dans cette tourbe germe la *Calluna vulgaris*. La roche est alors recouverte d'une bruyère de *Calluna*, avec des arbres disséminés. La couche de tourbe peut à la longue augmenter d'épaisseur. Cela a lieu particulièrement au pied des dalles de rochers, où des particules de tourbe viennent se déposer et s'amonceler après la pluie. Alors les Vaccinées se rencontrent parmi la calluna.

A—D du tableau XX fournissent des exemples de bruyères smålandaises. Toutes les localités font partie de la paroisse de Torsås. A provient d'une roche moutonnée, environnée d'un bois de conifères. Dans les crevasses de la roche nue, recouverte seulement de lichen, croissaient quelques petits bouleaux, qui se flétrirent jusqu'à la racine pendant l'été sec de 1910. Ils étaient encore debout avec leurs feuilles mortes.

La pente plate du côté nord de la roche était recouverte d'une bruyère abondante qui était à la partie supérieure une vraie bruyère de *Calluna*, mais qui un peu plus bas, lorsque la couche d'humus devenait plus épaisse, passait à un type intermédiaire entre la bruyère de chamæphytes épigéiques et une formation de chamæphytes diagéiques (localité D). Je n'ai rencontré de formation de ce genre que sur des espaces très petits situés sur la limite entre la bruyère et le bois et dans la pénombre du bois.

La localité B provient également d'une roche moutonnée. Elle est plus plate que A et plus riche en arbres. Une partie du terrain est recouverte d'une mince couche de gravier de moraine sur laquelle se trouve un herbage xérophile (localité E). C provient d'une élévation de terrain pierreuse au milieu d'une tourbière. Sur le bord de cette île pierreuse se trouve une ceinture d'arbres à feuilles comprenant le tremble, l'aune et le bouleau. La partie la plus élevée et la plus pierreuse de l'île est occupée par de la bruyère. Du côté des arbres, à l'endroit où le sol est ombragé pendant une grande partie du jour, on trouve une abondante végétation de mousse; la bruyère y est riche en Vaccinées et devient par places une société de chamæphytes diagéiques. Dans la bruyère rocheuse le sol faiblement creusé doit être considéré comme la cause du manque de faculté migratrice. Il n'est pas question de formation de tourbe dure d'une grande épaisseur. La calluna, le plus souvent enracinée dans de petites fissures de la roche, passe de là sur les touffes de *Grimmia* et plante ses racines dans la tourbe formée par cette plante. Si la calluna croît plus rarement dans les fissures où la roche n'est pas couverte de mousses, ce fait peut être dû à l'échauffement trop grand de la roche pendant les jours où le soleil est chaud.

L'herbage d'herbes xéromorphes épigéiques n'est pas rare sur les roches revêtues d'une couche mince de moraine. On trouve le plus souvent parmi les herbes un certain nombre

de chamæphytes. Le tableau XX E donne le chiffre de fréquence des types biologiques dans une telle formation.

Formation de chamæphytes diagéiques. Les bords des lacs smålandais sont souvent constitués par un petit coteau de pierres lavées par les eaux. On peut y trouver des pousses de *Myrica gale*. Le tableau XXI représente la végétation sur une de ces pentes le long du lac de Torsjö. La *Myrica* n'était pas assez fournie pour former un couvercle donnant de l'ombre aux autres plantes; elle est en partie enracinée dans des cavités profondes entre les pierres, en partie aussi dans la couche de terreau qui est formée de feuilles mortes et de branches en pourriture et qui remplit en partie beaucoup de ces intervalles ou recouvre des portions plates des pierres. On trouve encore dans les intervalles des pierres certaines plantes de tourbières, de prairies et de marécages. La plus commune est *Molinia cærulea*. On trouve isolément: *Spiræa ulmaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Equisetum limosum*. Sur les pierres recouvertes d'humus se trouve un tapis épais de Vaccinées. Le coteau pierreux assez abrupt est bien drainé et par suite la terre n'y est pas aigre. Sur l'espace plat situé à l'intérieur du coteau croissent des bois d'aunes et de bouleaux. En certains endroits où manquent les bois, règne une bruyère de *Calluna* et d'*Empetrum*. A l'ombre du bois croissent sur les espaces plats des chamæphytes diagéiques, tandis que le sol en pente a souvent une sous-végétation d'herbes diagéiques (*Dryopteris—Oxalis*).

Sur un sol plus humide les chamæphytes font défaut dans les buissons de *Myrica*, et il existe une formation d'herbes diagéiques dont les organes végétatifs se montrent partout entre les branches de *Myrica*.

Tableau XXII.

	A	B		A	B
Microphanérophytes	—	39	Chamæphytes	2	61
Pinus silvestris	—	26	Calluna vulgaris	2	50
Betula pubescens	—	13	Andromeda polifolia	—	11

	A	B		A	B
Hémicryptophytes.....	51	50	Points	53	150
Eriophorum vaginatum....	50	50	Diagéïques	1	11
Eriophorum polystachyum .	1	—	Épigéïques	52	100

Tourbières.

L'étude des forêts et notamment des forêts sur sol de tourbe conduit naturellement à examiner le développement de la végétation dans les tourbières. Or il existe dans les tourbières une grande multiplicité de types, déterminés en partie par des conditions climatiques, par la teneur de l'eau en substances nutritives, en partie sans doute par des conditions floristiques accidentelles, de sorte qu'une comparaison entre les tourbières de régions différentes est très difficile. L'évolution paraît être très diverse. Aussi le présent chapitre se bornera-t-il surtout à fournir une contribution à la connaissance des principales formations de tourbières à Torsås et dans les régions voisines, sans prétendre aucunement à être complet.

Nous citerons comme paradigme une petite tourbière située dans la partie orientale de la paroisse de Torsås. Elle est formée dans un bas-fond plat entouré de bois de sapins. Le bord est très humide, et il existe également un petit espace humide au milieu de la tourbière. Ce petit bas-fond est vert par suite de la présence de *Sphagna*. La seule plante phanérogame qui se trouve parmi ces *Sphagna* est la *Glyceria fluitans*. Au bord du bas-fond, à l'endroit où le sol s'élève un peu, croît la *Carex panicea*. Un peu plus haut se trouvent les intervalles entre les mottes de la tourbe, dont la végétation est représentée au tableau XXII A. La zone marginale appartient à la même ceinture de végétation. Enfin la végétation des mottes est représentée au tableau XXII B. Ces zones se retrouvent plus ou moins nettement dans les autres tourbières de cette région. La première, représentée ici par *Glyceria*, appartient au marécage de roseaux recouvert d'eau

même en été. Vient ensuite une zone de *Carices* diagéiques. Cette zone elle aussi est en général recouverte d'eau en été, mais elle se dessèche s'il survient des périodes assez longues de sécheresse. Je désignerai provisoirement cette zone sous le nom de prairie marécageuse, sans vouloir prétendre par là qu'il faut la distinguer comme formation du marécage à roseaux proprement dit, lequel n'est pas encore étudié. Elle me paraît être un facies de marécage à roseaux sur sol très aigre et différer du marécage à roseaux ordinaire par une plus grande protection des plantes contre l'évaporation, par exemple par des stomates enfoncés dans les espèces *Carex rostrata*, *C. panicea* et *C. Goodenoughii* et par un tissu hydraulique très développé: l'importance pratique de ce dernier trait se comprend facilement parce que ces plantes croissent sur un sol aigre où leur approvisionnement en eau est difficile. Le sol de cette zone est de la vase et non de la tourbe. Les plantes de la prairie marécageuse perdent leurs feuilles en hiver. Peut-être y a-t-il là une adaptation à la couche de glace qui recouvre la prairie en hiver.

Après la prairie marécageuse nous trouvons une zone d'herbes diagéiques toujours vertes; puis vient une zone d'herbes à touffes épigéiques, et ensuite une zone de chamæphytes épigéiques (bruyère). Dans le tableau général de la p. 331 ces formations sont désignées par des lettres, qui nous serviront aussi à les désigner dans ce qui va suivre.

Tableau XXIII.

<i>Carex rostrata</i>	50
<i>Eriophorum polystachyum</i>	35
<i>Menyanthes trifoliata</i>	5
<i>Carex panicea</i>	1
Points	91
Diagéiques	86
Épigéiques	5

Tableau XXIV.

<i>Carex panicea</i>	50
<i>Eriophorum vaginatum</i>	3
<i>Comarum palustre</i>	11
<i>Menyanthes trifolia</i>	11
<i>Galium palustre</i>	1
<i>Viola palustris</i>	1
Points	77
Diagéiques	55
Épigéiques	22

Formation F, prairie marécageuse. Cette formation couvre souvent de larges étendues le long des rivières de Småland et de même on la trouve comme premier stade dans des cavités sans écoulement d'eau, tapissées de plantes. Dans la prairie marécageuse *Carex rostrata* est l'espèce dominante. Le tableau XXIII donne le chiffre de fréquence des espèces dans une de ces prairies de *Carex* située près d'un affluent du côté est du lac de Torsjö. Sur un emplacement encore plus humide la végétation se composait de *Carex rostrata*, *Equisetum limosum*, *Mentha arvensis*, *Menyanthes trifoliata* et *Juncus supinus*, et à un autre endroit on trouvait dans la compagnie de *Carex rostrata*: *Eriophorum polystachyum*, *Glyceria fluitans* et *Ceratophyllum demersum*.

L'eau des rivières suédoises est très pauvre en calcaire, et l'on peut par suite rencontrer l'espèce *Sphagnum* dans le domaine de leurs inondations. Mais la plus grande partie de la prairie de *Carex rostrata* est exempte de *Sphagna*; on trouve seulement çà et là un petit coussin de *Sphagna*, surtout quand une pierre forme une petite élévation naturelle. Dans les touffes de *Sphagnum* se trouvent souvent des buissons de *Myrica gale*. Dans les trous d'eau, l'espèce *Sphagnum* se trouve presque toujours dans la prairie de *Carex rostrata*, et par la suite cette prairie devient une tourbière de *Sphagnum*, où cependant, à cette première étape, *Carex rostrata* est toujours prédominante. On peut citer comme exemple un trou marécageux dans la paroisse de Tegnaby, entouré de pentes très hautes et abruptes. Le bord du marais est marqué par une petite bordure de *Carex panicea*. Le fond plat était abondamment tapissé de *Sphagna*, *Carex rostrata*, *Eriophorum polystachyum* et *Menyanthes trifoliata*. Au milieu du marais s'élevaient deux mottes portant *Eriophorum vaginatum*, *Empetrum nigrum*, *Calluna vulgaris*, et deux petits bouleaux.

Tableau XXV.

	A	B	C	D
Nanophanéophytes	—	16	6	49
Betula pubescens	—	5	3	—
Rhamnus frangula	—	—	1	—
Myrica gale	—	11	—	49
Vaccinium uliginosum	—	—	2	—
Chamaephytes	54	117	100	83
Andromeda polifolia	—	42	—	7
Calluna vulgaris	—	—	50	50
Erica tetralix	—	—	—	26
Oxycoccus palustris	—	50	50	—
Comarum palustre	50	25	—	—
Aira flexuosa	4	—	—	—
Hémicryptophytes	10	47	101	46
Viola palustris	6	12	—	—
Trientalis europæa	2	6	—	—
Molinia cœrulea	—	—	3	42
Eriophorum vaginatum	—	17	48	2
Drosera rotundifolia	—	—	50	—
Potentilla tormentilla	—	2	—	2
Menyanthes trifoliata	—	3	—	—
Nardus stricta	—	2	—	—
Agrostis canina	2	1	—	—
Peucedanum palustre	—	4	—	—
Géophytes	139	91	—	—
Carex teretiuscula	50	42	—	—
Carex panicea	32	49	—	—
Carex Goodenoughii	35	—	—	—
Eriophorum polystachyum	19	—	—	—
Majanthemum bifolium	3	—	—	—
Thérophytes	—	—	—	1
Melampyrum pratense	—	—	—	1
Points	203	271	207	179
Diagéïques	147	162	2	56
Épigéïques	56	104	201	122

Formation G. Prairie d'herbes xéromorphes diagéïques toujours vertes. Cette prairie, qui remplace à un niveau un peu plus élevé la prairie de *Carex rostrata*, est caractérisée par *Carex panicea*, *Carex Goodenoughii* et *Carex teretiuscula*. Le tableau XXIV donne la végétation de cette zone au même lieu que le tableau précédent. Comme il arrive le

plus souvent le long des cours d'eau, on ne trouva encore que peu de *Sphagna* dans cette zone. Dans les trous sans écoulement d'eau la tourbière règne depuis longtemps avant que cette zone apparaisse. Le tableau XXV A représente la même zone près d'Ingelstad (Småland). B du tableau XXV représente une transition entre formation G et la bruyère, en passant par dessus la formation H. Parmi les chamæphytes, on remarqua l'*Andromeda* diagéique. Cette espèce atteint son maximum de diffusion dans la formation G, tandis que l'*Oxycoccus* épigéique ne devient commun que dans la formation H et dans la bruyère.

Formation H. Formation d'herbes xéromorphes épigéiques.

Cette formation se divise en deux facies. Sur un sol plat en pente douce, au-dessus de la zone d'inondation d'un cours d'eau, et aussi sur des clairières marécageuses de forêts où la formation de la tourbe est faible, ou bien la formation G est immédiatement remplacée par la bruyère, ou bien il s'intercale entre les deux une zone de formation H, dans laquelle prédomine en règle générale *Juncus squarrosus*. Dans cette zone se trouvent beaucoup de mousses, *Sphagna* et autres mousses.

Mais dans les trous d'eau tapissés de végétation la formation G est remplacée par une zone contenant l'*Eriophorum vaginatum*. Dans les deux facies les chamæphytes jouent un rôle plus ou moins important comme élément secondaire. L'*Oxycoccus palustris* atteint dans cette formation son maximum de diffusion.

Au sujet des herbes de la tourbière, il faut remarquer qu'un grand nombre d'entre elles peuvent se distinguer des autres herbes xérophiles comme un type biologique spécial, adapté à un sol pauvre en oxygène. La plupart des espèces les plus caractéristiques de la tourbière sont en effet pourvues d'un tissu aérien. Il serait très intéressant d'examiner de plus près quelles sont les plantes de tourbière qui présentent

cette particularité et comment le même caractère est représenté dans d'autres sociétés de plantes.

Formation C. Formation de Chamæphytes xéromorphes épigéiques (bruyère). La formation des herbes de tourbière épigéiques est un stade qui est en général parcouru très rapidement, de sorte qu'on la rencontre rarement avec son type pur. Les herbes et chamæphytes épigéiques sont rapidement suivies des chamæphytes de la bruyère. Comme nous l'avons dit, des nanophanérophytes diagéiques, savoir *Myrica gale*, peuvent déjà se rencontrer dans la prairie de *Carex rostrata* quand un *Sphagnum* abondant rend le terrain un peu plus élevé. Dans une prairie de ce genre nous avons noté sur une motte de *Sphagnum*: *Carex rostrata*, *Viola palustris*, *Myrica gale* en grande abondance, *Peucedanum palustre*, *Agrostis canina* et *Andromeda polifolia* assez rarement. La formation était encore celle d'une prairie d'herbes diagéiques.

Dans la zone de *Carex panicea* les nanophanérophytes diagéiques (*Myrica gale*) et les chamæphytes (*Andromeda polifolia*) sont souvent un élément secondaire important.

Avec les Cypéracées épigéiques commencent aussi à apparaître les chamæphytes épigéiques, notamment l'*Oxycoccus*, souvent aussi l'*Empetrum*, et plusieurs autres espèces. La *Calluna vulgaris* est très abondante en Småland, mais l'*Erica tetralix* est extrêmement rare dans la région orientale de cette province. C'est là le point de départ d'une évolution, en ce sens que les herbes constituantes cèdent peu à peu une large place aux chamæphytes, et nous avons alors la bruyère. Dans celle-ci apparaissent aussi ordinairement les premiers arbres. Mais en général ces arbres sont petits et clairsemés.

Le tableau XXV C donne un exemple de la formation des herbes de tourbière épigéiques avec passage à la bruyère. (L'exemple est emprunté à la tourbière de Büllemose). Ce facies est extrêmement abondant. La bruyère était encore très basse. XXII B montre un facies de transition analogue

mais beaucoup près du type de la bruyère. Bien que le lieu fût très humide, la calluna était vigoureuse. Aux deux endroits on trouvait le *Sphagnum* en abondance. XXV D provient de la tourbière de Djurle Myr, paroisse de Jät en Småland. Nous avons ici une bruyère de tourbière plus avancée; les touffes se sont peu à peu rapprochées et les intervalles ont disparu. Le *Sphagnum* est très en décadence. Les herbes formant touffes sont en voie de disparition et la bruyère typique a dépassé l'étape de transition. Voici des remarques faites sur une tourbière de la paroisse de Tegnaby: les touffes sont presque réunies, les intervalles sont étroits et presque dépourvus de plantes. Sur les touffes croissent en grand nombre *Eriophorum vaginatum*, *Calluna vulgaris* et *Sphagna*; moins nombreux sont: *Andromeda polifolia*, *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum* et *Vaccinium vitis idæa*, plus des exemplaires dispersés de sapin et de bouleau. Cette tourbière paraît parcourir très rapidement le stade de bruyère et passer à la formation suivante, où dominent les nanophanérophytes et les chamæphytes diagéiques.

Formation I. Formation de nanophanérophytes xéromorphes diagéiques.

Tableau XXVI.

	A	B	C	D	E
Microphanérophytes	11	28	43	—	1
<i>Pinus silvestris</i>	—	3	—	—	—
<i>Betula pubescens</i>	10	25	10	—	1
<i>Salix caprea</i>	1	—	—	—	—
<i>Juniperus communis</i>	—	—	33	—	—
Nanophanérophytes	77	78	79	—	50
<i>Myrica gale</i>	27	31	50	—	50
<i>Vaccinium uliginosum</i>	50	47	29	—	—
Chamæphytes	26	91	71	155	47
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	15	48	44	50	22
<i>Vaccinium myrtillus</i>	—	28	8	3	7
<i>Andromeda polifolia</i>	—	—	—	1	—
<i>Calluna vulgaris</i>	—	—	—	50	—
<i>Lycopodium annotinum</i>	—	—	—	—	3
<i>Empetrum nigrum</i>	6	11	17	—	—

	A	B	C	D	E
Oxycoccus palustris	—	—	—	50	13
Aira flexuosa	5	2	2	1	2
Comarum palustre	—	2	—	—	—
Hémicryptophytes	13	20	5	62	34
Trientalis europæa	5	1	—	3	8
Viola palustris	—	—	—	—	5
Eriophorum vaginatum	2	3	3	—	2
Mollinia caerulea	6	16	2	—	—
Juncus squarrosus	—	—	—	50	—
Agrostis alba	—	—	—	—	9
Potentilla tormentilla	—	—	—	9	10
Géophytes	6	—	3	27	104
Carex teretiuscula	—	—	—	—	49
Carex panicea	1	—	—	—	46
Majanthemum bifolium	4	—	3	27	—
Pteridium aquilinum	1	—	—	—	—
Eriophorum polystachyum	—	—	—	—	9
Points	143	217	201	244	236
Diagéiques	103	155	134	84	196
Épigeïques	19	34	24	160	39

A mesure que la tourbière s'élève elle devient aussi moins humide. Les *Sphagna* diminuent et disparaissent, et d'autres mousses les remplacent. Il se forme alors sur la tourbe une tourbe sèche de consistance légère qui s'accroît des feuilles tombées et des branches mortes. En même temps pénètrent les Vaccinées, qui finissent par évincer les chamæphytes épigeïques de la bruyère. La première des Vaccinées est *V. uliginosum*; vient ensuite *V. vitis idæa*; *V. myrtillus* n'est jamais abondant dans les tourbières, à moins que celles-ci ne soient peuplées d'arbres. Au cours de ce stade la tourbière peut devenir forêt, car les arbres peuvent maintenant prospérer et ombrager complètement le sol.

Souvent *Myrica gale* a déjà pénétré dans un des stades de prairie et a mené dans la bruyère une existence précaire. Maintenant elle prend des forces et atteint dans cette zone son maximum de diffusion. Il arrive très fréquemment que *Myrica* et *Vaccinium uliginosum* forment d'abord des buissons

de nanophanérophytes qui peuvent évoluer vers la forêt ou vers une formation de chamæphytes diagéiques, lesquels sont à leur tour remplacés par la forêt. Assez souvent l'évolution se fait si rapidement que le stade des nanophanérophytes est laissé de côté.

La xéromorphie est dans la formation J moins caractérisée que dans les formations précédentes.

A—C du tableau XXVI donnent des exemples de la formation J. Toutes les localités sont situées dans la paroisse de Torsås. A et B proviennent d'une tourbière haute présentant des mottes ou touffes. Entre les touffes régnait le stade de bruyère. C provient du bord d'un marais de *Carices* diagéiques. En dehors de ceux-ci on trouvait une zone large d'environ 20 cm. présentant un facies d'*Eriophorum-Oxycoccus*, puis le facies ici indiqué de *Myrica-Vaccinium*. Dans le stade *Vaccinium* les mottes sont ordinairement hautes et larges, de sorte que les intervalles sont minces et ne logent que peu de plantes. D et E donnent la végétation des intervalles en deux points où ils étaient plus larges. En D les mottes portaient un facies de *Vaccinium* avec son aspect habituel. On constate que les intervalles appartiennent à la bruyère. On a trouvé de la mousse en abondance, et parmi cette mousse des *Sphagna*. Les mottes de l'exemple E portaient en partie un facies de *Vaccinium*, en partie un facies de *Myrica-Vaccinium*.

Les intervalles sont un type de transition entre la prairie marécageuse et la formation des nanophanérophytes diagéiques, l'étape de la bruyère étant laissée de côté. Il y avait des *Sphagna* en abondance, mais pas très vigoureux. L'omission du stade de la bruyère semble fréquent sur un sol pierreux recouvert d'une mince couche de *Sphagnum*. De même le facies de *Myrica* ou celui de *Vaccinium* se forme souvent sans bruyère antérieure sur des pierres qui émergent de la tourbière et finissent par se couvrir de végétation.

En revanche le stade de la bruyère paraît constant sur une tourbe profonde.

Dans l'île de Séeland la formation de *Vaccinium* apparaît constituée exclusivement par le *Vaccinium uliginosum*, par exemple dans la tourbière de Bøllemose.

Tableau XXVII.

	A	B	C	D
Microphanérophytes	—	12	20	63
<i>Pinus silvestris</i>	—	7	15	25
<i>Picea excelsa</i>	—	—	—	4
<i>Betula pubescens</i>	—	5	5	30
<i>Juniperus communis</i>	—	—	—	4
Nanophanérophytes	53	56	53	33
<i>Myrica gale</i>	31	6	13	—
<i>Vaccinium uliginosum</i>	22	50	40	33
Chaméphytes	97	145	162	111
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	25	33	44	46
<i>Vaccinium myrtillus</i>	—	4	—	—
<i>Andromeda polifolia</i>	8	5	12	—
<i>Calluna vulgaris</i>	38	34	16	50
<i>Empetrum nigrum</i>	27	43	45	—
<i>Oxycoccus palustris</i>	—	1	45	—
<i>Aira flexuosa</i>	9	5	—	15
Hémicryptophytes	31	45	50	50
<i>Molinia caerulea</i>	29	7	—	50
<i>Eriophorum vaginatum</i>	—	38	50	—
<i>Peucedanum palustre</i>	2	—	—	—
Géophytes	5	2	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i>	5	2	—	—
Points	196	240	285	257
Diagéiques.....	91	100	109	79
Épigéiques.....	105	128	156	115

Formation E. Formation de chaméphytes xéromorphes diagéiques. Le tableau XXVII donne des exemples de passage direct de la bruyère à la formation E. Toutes les localités proviennent de la paroisse de Torsås en Småland. A provient d'une seule motte haute de 50 cm. Entre les mottes on trouvait des *Sphagna* et des *Carices* diagéiques. Sur quelques-unes des mottes croissaient de petits exemplaires d'aune et de bouleau. B provient des mottes d'une tourbière.

Entre les mottes se trouvaient des *Sphagna* avec *Calluna*, *Oxycoccus* et *Eriophorum*, autrement dit la bruyère. C provient d'une île de tourbière située dans une prairie marécageuse. On trouvait sur cette île des mousses, parmi lesquelles l'espèce *Sphagnum*. Tout autour de l'île croissaient: *Carex rostrata*, *Glyceria fluitans*, *Eriophorum polystachyum* et *Ceratophyllum demersum*. D est déjà une forêt ouverte. Dans tous ces cas l'évolution s'est faite si rapidement qu'il n'y a pas eu de stade avec formation J. La bruyère se transforme en forêt en passant par une forme intermédiaire entre la bruyère et la formation E.

Tableau XXVIII.

	A	B		A	B
Microphanérophytes	50	59	Hémicryptophytes	26	50
<i>Betula pubescens</i>	50	50	<i>Trientalis europæa</i>	—	33
<i>Rhamnus frangula</i>	—	6	<i>Molinia caerulea</i>	26	10
<i>Sorbus aucuparia</i>	—	3	<i>Moehringia trinervia</i>	—	1
Nanophanérophytes	50	13	<i>Lastræa spinulosa</i>	—	6
<i>Vaccinium uliginosum</i>	50	13	Points	128	221
Chaméphytes	2	99	Diagéïques	50	96
<i>Vaccinium myrtillus</i>	—	50	Épigéïques	28	66
<i>Aira flexuosa</i>	2	49			

Sous-formation X de forêt d'arbres à feuilles. Si la formation I passe directement à la forêt, il peut arriver qu'il se produise une forêt d'arbres à feuilles dont l'étage inférieur est presque exclusivement composé de nanophanérophytes diagéïques (*Vaccinium uliginosum*). J'ai souvent rencontré cette formation dans des tourbières danoises sur la lisière de forêts de bouleaux. Le tableau XXVIII A en fournit un exemple tiré de la tourbière de Bøllemose près de Skodsborg (île de Séeland).

Sous-formation VII de forêt d'arbres à feuilles (Étage inférieur de chaméphytes xéromorphes diagéïques). En règle générale dans la province de Småland, avant que la forêt ait eu le temps de devenir épaisse, le *Vaccinium vitis*

idæa prend une place si importante parmi les plantes de la tourbière qu'il se produit une forme intermédiaire entre la formation de nanophanérophytes diagéiques et celle de chamæphytes diagéiques. Lorsque l'ombre augmente on trouve aussi *Vaccinium myrtillus*. La sous-formation VII, forêt d'arbres à feuilles ou mélange de pins et de bouleaux avec même étage inférieur, est l'aboutissement ordinaire de l'évolution des tourbières smålandaises. La forêt d'arbres à feuilles est composée de bouleaux, parmi lesquels on trouve toujours beaucoup de pins et quelques sapins. La forêt de tourbière se distingue de la forêt de bouleaux ou de la forêt mixte situées, sur un autre sol par l'abondance de ses nanophanérophytes, parmi lesquels *Vaccinium uliginosum* est particulièrement commun; vient ensuite *Myrica gale*. Exceptionnellement la forêt peut être si épaisse dans les tourbières smålandaises que la sous-végétation devient très pauvre en individus (tableau IX).

Tableau XXIX.

	A	B	C	D
Mésophanérophytes	52	50	61	55
<i>Pinus silvestris</i>	—	—	4	27
<i>Picea excelsa</i>	2	—	7	7
<i>Betula pubescens</i>	50	50	50	21
Microphanérophytes	—	1	22	8
<i>Juniperus communis</i>	—	—	7	8
<i>Salix aurita</i>	—	1	15	—
Nanophanérophytes	61	44	53	37
<i>Salix repens</i>	—	—	2	—
<i>Myrica gale</i>	49	7	2	—
<i>Vaccinium uliginosum</i>	12	37	49	37
Chamæphytes	92	101	103	133
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	50	50	50	49
<i>Vaccinium myrtillus</i>	42	50	49	41
<i>Calluna vulgaris</i>	—	—	2	25
<i>Empetrum nigrum</i>	—	—	—	8
<i>Aira flexuosa</i>	—	1	2	10
Hémicryptophytes	—	—	2	17
<i>Trientalis europæa</i>	—	—	1	6
<i>Luzula pilosa</i>	—	—	1	1
<i>Luzula multiflora</i>	—	—	—	1

	A	B	C	D
Agrostis alba	—	—	—	2
Potentilla tormentilla	—	—	—	7
Géophytes	—	—	—	7
Majanthemmm bifolium	—	—	—	7
Thérophytes	—	—	1	—
Melampyrum pratense	—	—	1	—
Points	205	196	242	257
Diagéiques	153	144	153	140
Épigéiques	—	1	5	54

Le tableau XXIX donne des exemples de ces forêts dans la paroisse de Torsås. A et B proviennent de la même localité près des bords de la rivière de Djurlé Å qui forme ici la limite entre les paroisses de Torsås et de Täfvelsås. Quelques mottes étaient particulièrement riches en *Myrica*; sur d'autres, *Vaccinium uliginosum* était le plus abondant parmi les nanophanérophytes. Les intervalles entre les mottes appartenaient au stade *Carex panicea*. C provient d'une forêt de bouleaux sur sol pierreux et marécageux. Sur les pierres tapissées de mousses croissent les Vaccinées. Entre les pierres se trouvent des *Sphagna* et des *Carices*. D provient également d'un sol pierreux avec faible formation de tourbe.

Le tableau XXVIII B présente un exemple provenant de la tourbière de Bøllemose près de Skodsborg. Cet exemple appartient à un type intermédiaire entre la sous-formation VIII (étage inférieur de chamæphytes mésomorphes), la sous-formation IV (herbes diagéiques) et la sous-formation IX (chamæphytes épigéiques). Ces deux dernières sous-formations se trouvent à Bøllemose sur un sol sec, la première où la forêt est ouverte et claire, la seconde où elle est plus dense et ombreuse. Enfin la forêt de bouleaux se présente avec une sous-végétation rare au point où l'ombre est très épaisse.

Un résultat essentiel de ces recherches, c'est que la végétation de la tourbière de *Sphagnum* consiste en espèces épigéiques, tandis qu'avant la formation de cette tourbière nous

avons une prairie de Cypéracées diagéiques et qu'après la tourbière se présente une société de nanophanérophytes et de chamæphytes diagéiques. Il est très intéressant de noter que *Myrica gale* commence à se trouver dans les sociétés de Cypéracées diagéiques pour disparaître ensuite ou mener une existence précaire dans la tourbière de Sphagnum, et pour prendre une place très importante dans le stade terminal.
