

THÈSE DE BOTANIQUE

PRÉSENTÉE

A la Faculté des Sciences de Caen

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

PAR

M. l'Abbé N. BOULAY

LICENCIÉ ÈS-SCIENCES NATURELLES, MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ BOTANIQUE DE FRANCE,
DE LA SOCIÉTÉ D'ÉMULATION DU DOUBS, ETC.

Soutenue le 28 Novembre 1876.

LILLE

IMPRIMERIE DE LEFEBVRE-DUCROCQ

Rue Esquermoise, 57

1876

Principes généraux de la distribution géographique des mousses. Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876. Imp. Lefebvre-Ducrocq, Lille, « 1876 » : 1-54. (Bibliothèque du naturaliste vosgien Dominique PIERRAT)

ACADÉMIE DE CAEN

FACULTÉ DES SCIENCES DE CAEN

Doyen : M. PIERRE.

Professeurs honoraires :

MM. BONNAIRE, professeur de Mathématiques.

LEBOUCHER, id. Physique.

Professeurs :

GIRAULT. — Mathématiques pures.

DE SAINT-GERMAIN. — Mécanique rationnelle et appliquée.

DITTE. — Physique.

PIERRE. — Chimie.

MORIÈRE. — Botanique, Géologie et Minéralogie.

EUDES-DESLONGCHAMPS. — Zoologie et Physiologie animale.

CARLET, *Secrétaire*.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

THÈSE DE BOTANIQUE.

PRINCIPES GÉNÉRAUX

DE LA

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

DES MOUSSES.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.
Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade
de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

Les traités de Géographie botanique, même les plus récents, ne parlent presque jamais des Mousses, comme si l'exiguité de leur taille rendait ces végétaux moins dignes d'attention ou comme s'ils ne ressortissaient pas, au moins dans une certaine mesure, des lois qui déterminent la dispersion des Phanérogames.

Quand on s'occupe avec quelque soin de la distribution des Mousses à la surface du globe, on arrive cependant à se convaincre de bonne heure que cette étude aurait pu fournir un contrôle utile et faire éviter à certains auteurs des assertions trop absolues, en désaccord avec les faits.

Dans l'*Introduction* du *Synopsis Muscorum europæorum*, M. Schimper a esquissé magistralement les grands traits de la distribution des Mousses en Europe; toutefois ce travail, malgré sa haute valeur, semble provoquer, en raison du but particulier de l'auteur, une discussion plus approfondie; il appelle surtout de nouveaux développements.

Les préfaces ou les préliminaires de la plupart des flores et des catalogues bryologiques contiennent également quelques indications sur le même sujet, mais ces notions sont toujours écourtées, insuffisantes.

J'ai pensé qu'il ne serait pas inutile de reprendre cette question au point de vue des principes et de lui consacrer les développements qu'elle comporte. Avant d'étudier la distribution des Mousses dans une région plus ou moins étendue, il faut, sous peine de réussir incomplètement dans ses recherches, avoir d'abord observé attentivement la vie *de famille* de ces petites plantes, avoir saisi les relations multiples de leur existence avec le support qu'elles préfèrent et avec le milieu atmosphérique qui les entoure.

Je suis loin de croire le sujet épuisé dès ce moment, car, dans les

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

études d'histoire naturelle, à mesure qu'on avance, l'horizon s'élargit de plus en plus et laisse entrevoir comme une image de l'Infini. Mon ambition se borne à proposer quelques notions plus précises, par exemple, sur les *stations* des Mousses, question qui n'avait pas encore été traitée sous une forme systématique; peut-être aurai-je réussi à jeter aussi quelque lumière sur la question si controversée de l'influence chimique du terrain, qui prend, quand il s'agit des Mousses, un aspect tout particulier; dans tous les cas, j'ai cherché à mettre en œuvre des observations consciencieuses recueillies pendant de nombreuses années d'étude dans une foule de localités du territoire français, souvent très éloignées les unes des autres.

La distribution des Mousses à la surface du globe, ou seulement dans une région limitée comme la France, est un effet complexe, dû à l'action de causes multiples. Parmi ces causes, les unes soit géologiques, soit de l'ordre de création, ont cessé d'agir sans laisser d'exposé historique de leurs travaux. D'autres, encore très compliquées, continuent, sous nos yeux, une œuvre lente dont les progrès ne deviennent sensibles qu'à la longue : ce sont les causes actuelles.

On peut les subdiviser en causes internes et en causes externes. Les premières se confondent avec la nature particulière de chaque espèce; elles donnent à la plante ses moyens de propagation. Ce sont des causes positives auxquelles s'opposent, comme causes limitantes, les conditions extérieures ou causes externes.

De l'action combinée de ces causes internes et externes résulte une sorte d'équilibre mobile dont il importe de saisir les moindres modifications.

Les causes de la dispersion primitive des Mousses étant fort obscures, je ne m'occuperai que des causes actuelles.

CAUSES INTERNES

DE LA DISTRIBUTION DES MOUSSES.

La nature intime de chaque espèce est un principe d'activité en vertu duquel chaque individu naît, se développe et se multiplie sous un mode déterminé.

La continuité d'action de ce principe durant des siècles a dû concourir, pour une large mesure, au fait actuel de la distribution de l'espèce.

Le développement des Mousses et leurs moyens variés de reproduction fournissent de la sorte une base physiologique à nos recherches

Les spores des Mousses produisent, en germant, un prothalle ou proembryon filamenteux diversement ramifié. C'est sur ce prothalle que l'on voit paraître ensuite des bourgeons qui constituent le point de départ immédiat de la plante définitive.

Le prothalle issu d'une spore unique n'émet-il qu'un seul bourgeon, par conséquent se termine-t-il à une seule plante adulte ou bien produit-il des bourgeons multiples? Cette question ne semble pas avoir encore trouvé de réponse fondée sur l'observation directe des faits, toutefois la ramification compliquée du prothalle rend la seconde hypothèse très probable.

Quoi qu'il en soit, les Mousses, une fois sorties de cette première phase de leur développement, se partagent en deux grandes séries : les *Acrocarpes* dont la tige souvent dressée se termine chaque année par une fleur, et les *Pleurocarpes* dont la tige ordinairement déprimée ou même radicante ne se termine jamais par une fleur.

A peine les fleurs mâles ou femelles des *Acrocarpes* viennent-elles de naître au sommet de la tige, que deux ou trois branches, également dressées et semblables à la portion de tige qui les porte, se développent immédiatement au-dessous de ce point. Ces branches aboutissent de même, pour l'année suivante, à une floraison terminale.

Bientôt la tige se détruit par la base et sa disparition met en liberté les

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

rameaux nés vers la partie supérieure, chacun d'eux constitue dès lors une tige indépendante, mais qui, dans l'intervalle, s'est chargée, à son tour, de branches étagées pour lesquelles se prépare aussi une émancipation à courte échéance. Ces branches d'un développement uniforme, si remarquable dans beaucoup d'espèces, ont reçu des bryologues le nom d'*Innovations*, parce que par elles la plante se renouvelle et se rajeunit d'année en année. Toutefois ce terme n'exprime qu'une partie du phénomène. Les innovations, naissant presque toujours au nombre de deux ou trois au sommet des tiges, multiplient la plante et constituent un moyen normal de propagation.

Les amples coussinets des *Leucobryum glaucum*, et *Bartramia Ederi*, les gazons de *Bartramia fontana*, de *Bryum turbinatum*, etc., où jusqu'à des milliers de plantules se pressent à côté les unes des autres peuvent très bien ne provenir que d'un seul individu.

Remarquons encore, dans une touffe développée de la sorte, les innombrables racicules adventives qui relient et ramènent à une vie commune les individus sortis de la même plante, mais devenus distincts par la destruction de la base primitive. D'autres racicules, analogues aux racines des Phanérogames, vont puiser les substances nécessaires à l'alimentation de ces familles végétales, dans les détritiques qui résultent de la décomposition des innovations plus anciennes ; quand on soulève ces plaques de Mousses, on découvre, en effet, une couche de terreau noir et très fin dont l'origine est celle qui vient d'être indiquée.

Dans les tribus des *Orthotrichées* et des *Grimmiées*, les choses se passent d'une manière très différente en réalité, quoique les apparences soient de même genre. La tige s'allonge d'abord par des innovations étagées, mais sa base persiste et quand celle-ci est devenue trop dure pour conduire les sucres nutritifs ou quand les pousses de formation récente se trouvent élevées trop en dehors des conditions de vie propres à l'espèce, la plante se rajeunit par des innovations qui naissent d'un rhizome exactement appliqué sur ce support, mais très court. Ces tiges, partant de points rapprochés, et successivement bifurquées, forment un ensemble plus ou moins nettement hémisphérique que les bryologues descripteurs nomment *Coussinet (pulvinulus)*. Ces groupes végétants caractérisent les espèces acrocarpes qui vivent sur les troncs d'arbres

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

ou les rochers secs, tandis que ceux dont il a été question d'abord préfèrent un sol désagrégé, humide.

Le système végétatif de ces coussinets manque habituellement d'ampleur, il n'offre pas non plus ce luxe de racines adventives que l'on admire dans les espèces gazonnantes des genres *Bartramia*, *Dicranum*, etc.; il subit d'ailleurs des modifications selon les genres et les espèces. La forme de coussinets hémisphériques et très denses caractérise le *Grimmia orbicularis*, elle perd de sa netteté dans le *Grimmia pulvinata*; le *Grimmia trichophylla* développe plutôt des gazons déprimés et interrompus; les *Orthotrichum Lyellii* et *leiocarpum* présentent des touffes médiocres et lâches; plusieurs grandes espèces du genre *Rhacomitrium* forment des plaques déprimées et pendantes, retenues par le bord supérieur; les tiges vieilles sont alors souvent dénudées de leurs feuilles sur une portion plus ou moins étendue.

Ce mode de propagation est moins efficace de sa nature que le précédent; aussi, comme s'il ne pouvait suffire à sa tâche, il est complété dans un grand nombre d'espèces par une abondante production de corpuscules cloisonnés qui, développés d'abord sur les tiges et les feuilles, se détachent ensuite et, au contact d'un support convenable, peuvent germer comme des spores et reproduisent la plante. L'*Orthotrichum Lyellii* et le *Zygodon viridissimus* fournissent de ce fait des exemples remarquables qu'il serait facile de multiplier.

Il n'est pas sans intérêt d'observer que les Mousses, innovant comme il vient d'être dit, sont presque les seules à se charger de corpuscules reproducteurs, particularité qui confirme singulièrement les observations qui précèdent.

Les *Polytrichées* se rattachent encore à ce mode végétatif; elles ont une souche allongée souterraine qui émet de distance en distance des tiges aériennes dont les plus vigoureuses fructifient et périssent ensuite; leurs tiges mâles innovent dans l'intervalle par une vraie prolifération. J'ai compté jusqu'à 15 proliférations successives sur une tige mâle de *Pogonatum alpinum*. Ces mousses arrivent dans les forêts humides des montagnes et surtout dans les tourbières des régions boréales à couvrir de vastes espaces de leurs gazons d'un vert sombre ou brun, semblables de loin à des semis d'*Abies excelsa*.

Il faut ajouter que, d'après M. Schimper, un très petit nombre de

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

Mousses seraient strictement annuelles, la plupart de celles que l'on range dans cette catégorie, pouvant renaître de leur prothalle qui serait persistant. Des observations nouvelles sont encore à faire pour vérifier cette opinion dans tous les cas. Il existe d'ailleurs des transitions au point de vue de la durée, entre les espèces strictement annuelles et celles qui végètent certainement pendant plusieurs années. C'est ainsi que j'ai recueilli, près de Strasbourg, dans la vase sur les bords du Rhin, un pied de *Physcomitrium sphæricum* qui retenait, à sa base, les débris d'une tige et de la fructification de l'année précédente, bien que cette espèce soit généralement considérée comme annuelle. Parmi les Phanérogames, plusieurs espèces, et en particulier des formes de *Viola tricolor* sont annuelles dans certaines conditions et vivaces ou pluriannuelles dans d'autres.

Les Mousses pleurocarpes ont aussi plusieurs modes de propagation plus efficaces de fait que la germination de leurs spores.

Les *Hypnum Tommasinii*, *myosuroides*, *Climacium dendroides*, *Pterogonium gracile*, etc., émettent des stolons souterrains abondants qui se fixent par des touffes de racines quand les conditions du support sont à leur convenance et émettent de ce point des tiges aériennes.

D'autres, *Hypnum striatum*, *prælongum*, *Leskea sericea*, produisent des pousses épigées qui, au contact d'un support humide, s'enracinent par leur extrémité si elles sont retombantes, ou sur toute leur longueur, si elles sont couchées.

Ces dispositions répètent ce que nous voyons se produire parmi les Phanérogames, chez les *Agropyrum* d'une part, les *Rubus*, le *Veronica officinalis* ou le *Thymus Serpillum*, de l'autre.

La faculté d'émettre des innovations retombantes et s'enracinant par l'extrémité n'est pas exclusive chez les Mousses pleurocarpes; elle se montre parfaitement caractérisée dans plusieurs Acrocarpes du genre *Mnium*, en particulier, telles que les *M. affine*, *undulatum*, *rostratum*.

Quand ces divers moyens de multiplication rencontrent un concours de circonstances favorables, leur activité s'exalte et conduit à des résultats qui semblent prodigieux. C'est ainsi que, dans les forêts de sapins, sur les terrains siliceux, les *Hypnum loreum*, *splendens*, *Schreberi*, couvrent d'immenses espaces d'un tapis serré, tissu de leurs tiges entrelacées.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

On savait que les mousses sont des plantes sociales, mais on n'avait pas assez fait voir que leur vie commune est une conséquence immédiate des moyens variés de propagation dont jouissent ces petits végétaux. Toutes choses égales d'ailleurs, on peut dire, *a priori*, que, dans une même localité, les espèces les plus abondantes sont celles qui possèdent les moyens de multiplication les plus puissants, celles, par exemple, qui émettent des innovations plus vigoureuses et en plus grand nombre, celles qui sont capables de produire avec une plus grande vigueur des stolons et des racicules. Par contre, les espèces plus ou moins complètement privées de ces ressources seront toujours rares à moins que leurs spores, par une faculté germinative spéciale, ne viennent établir une compensation à cette infériorité. Je citerais volontiers comme étant dans ce cas, *Pterygophyllum lucens* et *Hypnum Crista-Castrensis*. Ces Mousses, très mal servies sous le rapport des moyens de multiplication dont il vient d'être question, sont loin, même dans les contrées qui leur semblent favorables, d'occuper toutes les stations où elles pourraient se développer. Leur diffusion présente un caractère sporadique et accidentel très remarquable, tandis que les espèces radicantes ou pourvues de rhizomes se rencontrent partout. Si les conditions extérieures du support ou du climat deviennent, à partir d'un centre de végétation bryologique, de moins en moins favorables, ce seront encore ces mêmes espèces d'une propagation facile et active qui résisteront avec le plus de succès à ces influences adverses, et les espèces telles que *Pterygophyllum lucens* et *Hypnum Crista-Castrensis* non-seulement sont rares dans les régions qui leur conviennent, mais sont incapables de se maintenir pour peu que les conditions extérieures ne leur soient pas très favorables.

Le même ordre de considérations permet donc d'expliquer à la fois les causes et la vraie nature de la vie sociale des Mousses, le mode et la quantité de leur dispersion.

La reproduction des Mousses par les spores possède une efficacité propre dont il ne faut pas méconnaître l'importance, au point de vue de la dispersion des espèces.

Ce mode est très actif surtout chez les Mousses dont la tige est annuelle ou de courte durée telles que plusieurs petits *Dicranum*, les

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

D. cerviculatum, *varium*, *rufescens*, la plupart des Phascacées, le *Phascum bryoides*, en particulier, dont le prothalle semble peu développé, les *Pottia*.

Ces espèces apparaissent souvent en immense quantité dans des lieux où on ne les avait pas encore vues jusque là. Le *Dicranum cerviculatum* développe avec une rapidité extrême ses tapis soyeux sur les parois verticales des fosses dans les tourbières en exploitation. Le peu de temps que le *Ceratodon purpureus* met à couvrir de ses gazons d'un brun sale les champs des terrains siliceux dont la culture a été abandonnée doit être attribué de même à la fécondité de ses spores. Le *Phascum cuspidatum* pullule dès la première année dans les champs mis en jachère ou ensemencés de trèfle ou de luzerne.

Les observations qui précèdent font ressortir la part d'influence qu'il faut réserver aux spores sur la quantité de dispersion ou la dissémination en petit. Mais si on tient compte de l'extrême ténuité de ces organes reproducteurs qui n'atteignent qu'un diamètre de 1-2 centièmes de millimètre, et ensuite de leur nombre prodigieux (20-50 mille) dans une seule capsule, on ne pourra s'empêcher de regarder comme hors de doute que le vent ne puisse transporter et ne transporte en effet ces innombrables séminules à toutes les distances.

Cette proposition servira dès lors à expliquer plusieurs autres faits des plus remarquables.

Lorsqu'on étudie la végétation bryologique d'une localité restreinte ou d'un ensemble de montagnes bien défini, on est frappé du grand nombre d'espèces constamment stériles qui s'y trouvent.

A la Sainte-Baume (Var), sur 74 espèces de Mousses recueillies dans cette localité célèbre, 32 demeurent stériles, et les 42 autres ne fructifient que très rarement et avec une extrême parcimonie; le rapport des espèces habituellement stériles dépasse donc la moitié. Cette proportion énorme est assez généralement applicable à la plupart des localités de la région méditerranéenne sèche et peu favorable aux Mousses.

Sur 187 espèces que j'ai constatées, à la suite de recherches prolongées et très assidues, dans les environs immédiats de Saint-Dié (Vosges), 44 sont toujours stériles; le rapport est ici de près d'un quart.

Pour la France entière, sur environ 600 espèces, 44 ne fructifient pas, soit un rapport qui atteint presque 7 pour cent.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

Parmi ces 41 Mousses, plusieurs n'ont été trouvées munies de leurs capsules que dans le nord de l'Europe ou en Amérique, 21 n'ont été trouvées fertiles nulle part.

Si plusieurs de ces espèces stériles sont rares, d'autres sont très répandues ; par exemple, les *Hypnum rugosum* et *abietinum* qui n'ont pas encore été rencontrés munis de capsules en France, sont des Mousses communes dans presque tous nos départements. Ces deux espèces n'émettent pas de stolons ni de granulations qui puissent favoriser leur propagation. Faut-il rattacher leur présence, dans ces localités sans nombre où nous les rencontrons, à une période géologique antérieure plus favorable à leur complet développement ? Je ne le pense pas. Il est plus naturel d'admettre qu'elles proviennent de la germination des spores emportées par le vent dans toutes les directions. Ce qui le prouve, c'est leur présence très fréquente et leur abondance dans les ruines des châteaux abandonnés depuis moins d'un siècle ; c'est aussi la vigueur de leur végétation, qui éloigne l'idée d'espèces en souffrance tendant à disparaître.

Il serait facile d'accumuler des faits en faveur de cette manière de voir. Aux environs de Saint-Dié, on rencontre 7 ou 8 espèces calcicoles parquées sur des îlots de dolomie au milieu du grès rouge et d'autres terrains entièrement siliceux. Ces Mousses sont là à 10 lieues ou même 20 lieues ou plus encore de leurs circonscriptions normales.

Le *Trichostomum flexicaule* et le *Barbula inclinata* qui s'y trouvent, se rencontrent fertiles à leurs stations les plus rapprochées dans la vallée du Rhin, mais le *Barbula recurvifolia* n'est fertile que dans les Alpes de la Bavière ou dans le midi de la France. Si on admet le transport des séminules des Mousses à ces distances, le fait qui nous occupe devient très simple, tandis qu'il serait d'une explication très difficile dans toute autre hypothèse.

Il y a plus encore, des 600 espèces de Mousses qui sont en France, 220 au moins se retrouvent dans l'Amérique du Nord. D'après Asa Gray, 45 % parmi les Phanérogames d'Europe se retrouvent en Amérique ; quand il s'agit des Mousses et des Mousses de France seulement, la proportion s'élève à près de 37 %.

Sans donner pour le moment plus de précision à ces données, il est vrai de dire, d'une manière générale, que nos Mousses des régions tem-

pérées tendent à occuper toutes les stations qui leur conviennent dans la même zone terrestre tout entière. De même nos Mousses de la région méditerranéenne se rencontrent en Afrique jusque vers le cap de Bonne-Espérance. Enfin il est un certain nombre de Mousses, surtout : *Phascum cuspidatum*, *Funaria hygrometrica*, *Mnium cuspidatum*, *Bryum nutans*, *capillare*, *argenteum*, *Ceratodon purpureus*, *Grimmia apocarpa*, *Hypnum cupressiforme*, qui, vulgaires en Europe, ont été retrouvées sur une foule de points dans les deux hémisphères et semblent présenter des faits d'un cosmopolitisme inconnu parmi les Phanérogames.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer en passant la grande diffusion des Mousses par rapport à celle des Phanérogames. En admettant que l'on connaisse à la surface du globe entier, 120,000 Phanérogames et 6,000 Mousses, le rapport des Mousses pour 100 Phanérogames égale 5 %. En Europe, on peut compter 10,000 Phanérogames et 800 Mousses, ou 8 %.

En France, il y a environ 4,200 Phanérogames et 600 Mousses, le rapport devient 14,3 %.

Dans chaque département, on compte en moyenne 1,300 Phanérogames et 260 Mousses, ou 19,2 %.

La proportion des Mousses est plus faible dans la région méridionale, mais beaucoup plus élevée dans les pays montagneux et humides. C'est ainsi qu'aux environs immédiats de Saint-Dié, on compte 187 Mousses pour 580 Phanérogames ou 32 % ; les sommités vosgiennes possèdent environ 500 Phanérogames en y comprenant les espèces cultivées ou 454 espèces spontanées, et 200 Mousses, ce qui donne un rapport au moins de 40 %.

Ces chiffres, malgré ce qu'ils peuvent avoir d'approximatif et d'indéterminé, montrent avec quelle rapidité le nombre des Mousses croît par rapport à celui des Phanérogames, à mesure que la région considérée perd en étendue.

Il résulte de ces diverses considérations que les Mousses se propagent à toutes les distances avec une facilité extrême. Les spores germent et quand les conditions extérieures favorisent à un degré suffisant le développement des jeunes plantes, elles s'établissent et persèverent plus ou moins longtemps.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

La dissémination des Mousses à de grandes distances étant admise, permet d'expliquer une autre particularité déjà citée, la stérilité habituelle d'un grand nombre d'espèces. La plupart des Mousses stériles sont dioïques. Des 44 Mousses toujours stériles à Saint-Dié, 38 sont dioïques; toutes les espèces stériles de la Sainte-Baume sont dans le même cas; toutes les espèces françaises qui n'ont pas encore été trouvées munies de capsules sont dioïques, à l'exception d'un petit nombre dont le mode de floraison n'est même pas connu. La stérilité des Mousses est liée d'une manière évidente à l'isolement des sexes; car ces mêmes espèces deviennent fertiles quand on rencontre pêle-mêle ou du moins rapprochés des individus mâles et des individus femelles. Mais cet isolement n'est-il pas une conséquence de la dispersion des spores à de grandes distances? Vers les limites de l'aire de dispersion des spores, à cause du développement des surfaces, la réunion des deux sexes devient très accidentelle et incertaine. De là ces localités privilégiées, on ne sait trop pourquoi, où certaines espèces, telles que *Hypnum stramineum*, *trifarium*, *rugosum*, *Leskea attenuata*, etc., fructifient, tandis que ces espèces demeurent stériles sur une foule d'autres points qui ne semblent pas moins favorables.

Il faut ajouter cependant que, dans certains cas, surtout dans des localités de peu d'étendue, plusieurs espèces prennent un certain développement végétatif sans pouvoir fructifier. On peut le vérifier d'une manière rigoureuse pour les espèces monoïques ou synoïques, toujours fertiles quand les conditions extérieures sont favorables. Je citerai comme exemple le *Hedwigidium imberbe*, espèce des Pyrénées égarée, mais stérile sur un rocher dans les montagnes des Vosges.

La fertilité relative est donc un excellent caractère pour juger si une espèce de Mousse est dans ses conditions normales d'existence, toutes les fois qu'il s'agit de mousses monoïques ou synoïques, mais il perd beaucoup de sa valeur, quand on veut l'appliquer aux espèces dioïques. La plupart des espèces déjà citées, de plus *Neckera Menziesii*, *Campylopus polytrichoides*, *Fissidens grandifrons*, *Grimmia torquata*, *Hartmani* présentent souvent en France un développement végétatif aussi beau que possible, sans fructifier jamais.

La théorie que je propose est sans doute fort difficile à vérifier expérimentalement, mais elle est simple et naturelle et permet de se rendre compte de faits curieux qui étaient restés jusqu'ici sans explication.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

CAUSES EXTERNES DE LA DISTRIBUTION DES MOUSSES.

Ces causes sont de deux sortes, le support et le climat.

DU SUPPORT.

Ce terme général et vague de support répond bien à la diversité extrême du substratum que réclament ou dont s'accommodent les Mousses : on évite par là de heurter l'idée que l'on se fait habituellement du sol sur lequel croissent les Phanérogames. On se représente assez difficilement un bloc de granite ou un tronc d'arbre comme un sol destiné à l'entretien d'une végétation spéciale. C'est pourtant l'exacte vérité.

Quand on a examiné le merveilleux réseau des racicules dont chaque brin de mousse entoure les moindres aspérités du rocher où elle s'est fixée, si de plus on tient compte des innombrables suçoirs que présentent ces mêmes racicules, il devient difficile de n'y voir que de simples crampons. La nécessité pour les Mousses de se maintenir en contact avec leur support par ces racicules conduit à la même conclusion. Si, en effet, par suite d'un obstacle, un jet de mousse pleurocarpe ne peut arriver à temps au contact du sol, il périt ou s'effile afin de gagner en vitesse et d'atteindre au plus tôt des conditions meilleures. Le support des Mousses est donc un sol ou un sous-sol au même titre que la terre désagrégée dans laquelle les Phanérogames implantent leurs racines. Remarquons encore que les Mousses non moins que les Phanérogames reposent immédiatement sur une couche d'humus ou de terre végétale. Cela est évident pour les espèces qui croissent sur la terre nue à côté des Phanérogames; celles qui ne se trouvent que sur les rochers, choisissent pour s'y établir soit des fissures, soit des cavités où peuvent s'accumuler des particules organiques apportées par les vents, les eaux

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

pluviales, etc.; les Mousses qui croissent sur les troncs d'arbres ne se fixent jamais sur les écorces lisses et en pleine végétation, mais uniquement sur les écorces vieilles, à moitié décomposées; elles y vivent donc comme sur un véritable terreau plongeant leurs racines dans des fissures où le travail de décomposition est sans cesse activé par l'humidité atmosphérique.

Dans le support, il faut distinguer la nature chimique et les propriétés physiques.

De la nature chimique du support.

Si on explore successivement, au point de vue bryologique, deux localités voisines et placées dans les mêmes conditions météorologiques, mais dont le sol soit d'une composition chimique bien tranchée et spéciale à chacune; par exemple, les escarpements du calcaire jurassique à la Vabre, près de Mende, et les escarpements granitiques non moins abruptes du Mont-Lozère et de l'Aigoual, à la même altitude; ou les sommités qui se correspondent du Jura et des Vosges; ou encore les collines néocomiennes des environs de Marseille ou de Nîmes, et les collines arénacées ou porphyriques situées entre Fréjus et Cannes, on ne saurait s'empêcher d'être vivement frappé du contraste de la végétation.

Ce contraste devient plus remarquable encore, si on n'oublie pas que la plupart des Mousses et surtout les espèces communes ont une diffusion très large et se rencontrent dans presque toutes les localités qui peuvent leur convenir. Cependant ne nous hâtons pas de conclure et malgré l'universalité du fait qui vient d'être indiqué, analysons-le plutôt et discutons chacune des particularités dont il se compose.

Parmi les espèces *silicicoles*, c'est-à-dire qui ne se rencontrent que sur les terrains siliceux (granites, gneiss, porphyres, grès), plusieurs sont des espèces très répandues, telles que : *Hypnum myosuroides*, *plumosum*, *heteropterum*, *Bryum elongatum*, *Zygodon Mougeotii*, *Bartramia pomiformis*, *ithyphylla*, *Trichostomum homomallum*, *Pogonatum alpinum*, *Orthotrichum Hutchinsiae*, *rupestre*, *Dicranum*

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

polycarpum, *Weisia Bruntoni*, *fugax*, *crispula*, *Blindia acuta*, *Grimmia Schultzii*, *leucophæa*, *trichophylla*, *commutata*, *Racomitrium aciculare*, *protensum*, *lanuginosum*, *Hedwigia ciliata*, etc. Presque toutes se rencontrent dans toutes les montagnes de France dont la nature est celle qui vient d'être indiquée ; elles y sont généralement abondantes, c'est-à-dire qu'elles se trouvent en grande quantité dans presque toutes les stations où on les rencontre exclusivement d'ailleurs.

On ne peut donc pas dire que la présence de ces Mousses sur les terrains siliceux est un fait fortuit, accidentel, comme on pourrait l'objecter au sujet d'espèces très rares qui n'existent que dans un petit nombre de localités ou même n'y sont que faiblement représentées.

Ce sont encore des espèces d'assez grande taille, qui n'ont pu échapper aux recherches des botanistes par leur extrême petitesse, comme ce serait le cas pour le *Campylostelium saxicola*, le *Brachyodus trichodes*. Leur absence sur les terrains calcaires devient dès lors un fait qui sollicite plus vivement la solution déjà entrevue.

La manière dont les Mousses se fixent à leur support les rend plus aptes que les Phanérogames à subir l'influence de la nature chimique de ce support non moins que de ses propriétés physiques. Les Mousses *rupestres* croissent dans un contact immédiat avec les rochers soit compactes, soit désagrégés dont elles enlacent étroitement les éléments par d'innombrables radicules. Les espèces *terrestres* sont aussi la plupart dans le même cas ; leurs gazons se trouvent fréquemment enfoncés dans des sables siliceux ou calcaires presque purs. Les espèces *aquatiques* subissent encore plus complètement l'influence du milieu dans lequel elles sont plus ou moins complètement plongées. Comment dès lors expliquer le défaut si complet des Mousses silicicoles sur les terrains calcaires, sinon par une influence chimique.

« On peut, sans doute avec M. A. De Candolle, toujours soupçonner *a priori* que la différence résulte des propriétés physiques de ces deux substances ¹. » Mais, *de fait*, il faut démontrer que les propriétés physiques ou mécaniques du sol rendent inutile l'explication tirée de la nature chimique. M. A. De Candolle, avouant qu'il n'a pas eu l'occasion de

¹ *Géographie botanique raisonnée*, p. 424.

faire des observations personnelles sur ce point ¹, et se référant presque toujours à la théorie de Thurmann, je laisserai pour le moment de côté sa manière de voir et ce sera le système de Thurmann que je discuterai.

Les propriétés des roches que cet auteur prend en considération se ramènent à la facilité plus ou moins grande avec laquelle ces roches, supposées d'abord compactes, se désagrègent et à l'état mécanique de leurs détritits.

Leur désagrégation plus ou moins facile permet une distinction générale des roches, en

Roches eugéogènes, fournissant au sol des détritits abondants, et en *Roches dysgéogènes*, ne donnant que peu et souvent presque point de détritits.

L'état mécanique des détritits donne lieu à une triple distinction des roches.

1^o Les roches *pélogènes*, dont la décomposition indéfinie produit des substances terreuses ou pulvérulentes.

D'après la facilité de leur décomposition, elles sont, à leur tour :

- a. *Perpéliques*, par exemple, les marnes oxfordiennes, les argiles du keuper.
- b. *Hémipéliques*, par exemple, les calcaires marno-compactes conchyliens, kelloviens, liasiques.
- c. *Oligopéliques*, les calcaires compactes portlandiens, certains basaltes, certains porphyres.

2^o Les roches *psammogènes*, si la désagrégation est limitée à des sables plus ou moins fins, plus ou moins grossiers. Ces roches, comme les premières, se subdivisent en roches

- a. *Perpsammiques*, les sables quartzeux, certains grès vosgiens, certaines dolomies sableuses.
- b. *Hémipsammiques*, les molasses, certaines grauwackes, certains calcaires saccharoïdes.
- c. *Oligopsammiques*, certains granites, certaines grauwackes, certains flysch, certaines dolomies.

¹ *Géographie botanique raisonnée*, p. 426.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

3^o Les roches *pélopsammogènes*, dont la désagrégation participe des deux modes précédents, terreux et sableux, par exemple, les limons graveleux, les porphyres quartzifères hémipéliques, les granites kaoliniques¹.

En regard de ces distinctions établies entre les diverses espèces de sols, les plantes se répartissaient pour Thurmann en deux grandes catégories. Les plantes

1^o *Hygrophiles* qui aiment l'humidité ; et les plantes

2^o *Xérophiles* qui recherchent les stations sèches.

Les plantes hygrophiles se subdivisent en *psammophiles* et *pélophiles* d'après les terrains qu'elles affectionnent².

La conclusion de Thurmann est que « nous voyons rigoureusement correspondre les *xérophiles* aux terrains *dysgéogènes* et les *hygrophiles* aux terrains *eugéogènes* » et encore « parmi les facteurs principaux de l'état du sol (à latitudes et altitudes égales), son degré de division, sa profondeur et sa quantité d'humidité décident principalement de la ressemblance et de la dissemblance du tapis végétal, tandis que l'identité de composition chimique n'entraîne aucune identité à cet égard. »

« Des faits de détail, tout comme des faits généraux, il résulte évidemment que la dispersion des espèces contrastantes ne se montre en aucun rapport direct avec la composition chimique des roches sousjacentes³. »

M. Le Jolis a résumé d'une manière très complète les objections auxquelles la théorie de Thurmann donne prise ainsi que les observations beaucoup plus concluantes de MM. Planchon, Dunal, Bogenhard, Parizot, Gubler, Stur, de Caumont et les siennes propres en faveur de l'action chimique du sol sur la dispersion des plantes⁴. Quelques années auparavant, M. Morière avait fait remarquer en particulier, combien la théorie de Thurmann était peu d'accord avec les faits de Géographie botanique constatés par lui en Normandie ; l'éminent professeur attirait,

1 Thurmann, *Essai de Phytostatique*, appliqué à la chaîne du Jura et aux contrées voisines. Berne, 1849, t. I, pp. 93-96.

2 Thurmann, *Opere cit.*, t. 1, p. 268.

3 Id. id. p. 274.

4 De l'influence chimique des terrains sur la dispersion des plantes par Aug. Le Jolis, 2^e éd., 1861.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

d'autre part, l'attention sur l'influence évidente des engrais, du chaulage, en agriculture, il citait ses propres expériences établissant l'impossibilité de maintenir la digitale pourpre sur les sols calcaires ¹. M. Godron, dans son *Essai sur la Géographie botanique de la Lorraine* (1862), et dans une brochure sur la *Végétation du Kaiserstuhl* (1863), a fourni de nouveaux arguments dans le même sens.

Plus récemment encore, lorsque cette partie de mon travail était déjà rédigée, un article substantiel de M. Contejean sur la même question m'est parvenu. Longtemps partisan des idées de Thurmann, M. Contejean s'est vu contraint, par un examen plus attentif des faits, de renoncer à ses premières convictions. « Ayant peu vu, dit M. Contejean, je croyais à l'influence physique du terrain ; ayant observé davantage, je suis devenu partisan de l'opinion contraire ². » La notice de M. Contejean est d'autant plus intéressante que l'auteur y démontre, par des observations faites dans les mêmes localités, l'insuffisance et l'inexactitude des quelques faits de détail sur lesquels Thurmann avait cru pouvoir élever sa théorie.

Du reste, au point de vue de la question spéciale dont je m'occupe ici, peu importe la solution que l'on adopte tant qu'il s'agit des Phanérogames ; mon but est seulement de faire voir que la théorie exclusive des propriétés physiques ou mécaniques ne permet pas d'expliquer tous les faits que présente la dispersion des Mousses.

La distinction des plantes en hygrophiles et xérophiles, posée par Thurmann est parfaitement applicable aux Mousses, bien qu'elle ne soit pas plus rigoureuse que toute autre déduite, par exemple, de l'énumération complète des stations ; elle ne répond qu'à la distinction des localités sèches et des localités humides.

Quoi qu'il en soit, si nous prenons un certain ensemble de Mousses xérophiles, telles que *Grimmia leucophæa*, *commutata*, *ovata*, *trichophylla*, *crinita*, *orbicularis*, *Seligeria pusilla*, nous les voyons se partager aussitôt en deux séries. La première comprenant *Grimmia commutata*, *ovata*, *trichophylla*, *Hedwigia ciliata*, *Rhacomitrium heterostichum*, réunit des Mousses communes exclusivement sur les

¹ *Considérations générales sur l'espèce*, par M. E. Morière. Paris, 1859, p. 43.

² De l'influence du terrain sur la végétation, extrait des *Annales des sciences naturelles*. — *Botanique*, 5^e série, t. XX.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

rochers siliceux, tandis que la seconde, *Grimmia crinita, orbicularis, Seligeria pusilla*, est composée d'espèces dont la seule présence suffirait à prouver l'existence du carbonate de chaux dans leur support.

Tout botaniste ayant eu l'occasion de voir sur place et de suivre les *Grimmia leucophæa, commutata, trichophylla*, reconnaîtra, je pense, que ces Mousses ne sont pas moins xérophiles que leurs congénères les *Grimmia crinita et orbicularis*. Il faut donc chercher ailleurs l'explication de ces divergences qui viennent d'être signalées. Sera-ce le mode de désagrégation des roches qui nous donnera le mot de l'énigme? Nullement. J'ai trouvé le *Grimmia leucophæa*, sur le grès rouge argileux *pélopsammique*, à Mutzig (Alsace), sur le granite désagrégé, *psammogène*, à Dambach (Alsace), sur le gneiss altéré également *psammogène*, à Wissembach (Vosges), sur les schistes talqueux *pélopsammiques* des Cévennes, sur des granites très détritiques, *perpsammiques* de la même chaîne, sur des quartzites *oligopsammiques*, à Six-Fours (Var), sur des blocs de grès houiller *perpsammique* à Alais (Gard), sur le grès rouge *perpsammique* près de Fréjus (Var), sur les porphyres quartzifères *oligopsammiques* ou *oligopéliques* de l'Estérel; M. Lamy a recueilli la même plante sur les basaltes *oligopéliques* de l'Auvergne; Wilson l'indique en Angleterre, sur le trapp et le basalte.

Cette Mousse s'accommode par conséquent de toutes les catégories de roches imaginées par Thurmann, des roches *eugéogènes*, telles que le granite détritique et les grès, des roches *dysgéogènes* comme le porphyre quartzifère, les trapps et le basalte; elle admet, en outre, toutes les variations de roches *péliques, psammiques et pélopsammiques*.

Elle ne montre qu'une seule exigence, celle dont Thurmann nie la portée; il lui faut des rochers siliceux. Aucun botaniste ne l'a jamais rencontrée sur des calcaires purs. D'ailleurs cette Mousse vit en contact immédiat avec la roche; elle est très répandue, elle supporte également bien le soleil de l'Afrique australe et les froids de la Suède, car elle occupe toujours sans abri les parois de rochers découvertes et exposées au midi.

Examinons la dispersion d'une autre espèce non moins remarquable sous ce rapport, celle du *Grimmia trichophylla*.

J'ai recueilli cette Mousse sur le grès vosgien, le granite et le gneiss, dans les Vosges, sur le granite dans les Cévennes, sur les grès siliceux

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

du terrain crétacé (étage cénomancien), à Cassis (Bouches-du-Rhône), sur le grès rouge et le porphyre quartzifère, sur les schistes anciens et les quartzites, dans le Var. Cette espèce néglige plus encore que le *Grimmia leucophæa*, les propriétés mécaniques des roches pourvu qu'elle y trouve de la silice. On la rencontre sur des rochers dysgéogènes tels que le porphyre quartzifère de l'Estérel, les poudingues très durs du grès vosgien pendant qu'ailleurs elle laisse envahir ses touffes par les sables désagrégés du grès rouge de manière à prendre un aspect très différent (*Grimmia trichophylla* v. *meridionalis* Sch., *Gr. Lisa* De Not. *Epilogo Bryol.*) Il y a plus, dans une excursion bryologique, je fus très surpris de rencontrer près de Digne (Basses-Alpes) une petite plaque de cette Mousse couvrant un espace de quelques centimètres carrés sur la paroi d'un rocher calcaire. Le fait me parut si étrange que je voulus détacher un fragment de la roche qui portait cette Mousse, mais au premier coup de marteau, des étincelles jaillirent, et, sur le revers du morceau emporté, on remarque des grains de quartz au-dessous des points occupés par le *Grimmia*.

La présence, à Digne, du *Grimmia trichophylla*, dans les conditions que je viens de rapporter, fournit, si je ne me trompe, un argument des plus remarquables en faveur de la théorie chimique; elle prouve la nécessité de la silice pour cette espèce; elle annihile ou du moins relègue au second plan les propriétés physiques du support qui sont ici celles des rochers calcaires compactes dysgéogènes.

Dans la seconde série, prenons le *Grimmia orbicularis*, et suivons-le dans ses diverses conditions d'existence.

C'est une espèce méridionale, très commune dans le midi de la France, successivement plus rare à mesure que l'on avance vers le nord. Elle croît sur les rochers calcaires et aussi sur les pierres des murs quand elles sont calcaires ou à défaut sur le mortier calcaire quand les moellons sont de nature siliceuse. C'est dans ces dernières conditions que M. Le Jolis l'indique à Cherbourg¹. Dans les départements du Gard, de l'Hérault, des Bouches-du-Rhône, du Var, de Vaucluse et des Basses-Alpes, j'ai vu pulluler cette Mousse sur les rochers calcaires et les murs bâtis de pierres cal-

¹ « Sur les enduits de chaux des vieilles murailles » Mousse des environs de Cherbourg, p. 22.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

caires, mais disparaître brusquement lorsque je passais sur des terrains siliceux tels que les granites et les schistes des Cévennes ou le grès rouge, les quartzites et les porphyres du Var. Wilson ne l'indique en Angleterre que sur les rochers calcaires; M. Husnot (*Flore bryol. de l'Ouest*, p. 91), l'indique également sur les murs et les rochers calcaires; M. C. Muller en dit également « in muris et rupibus calcareis »; les indications données par Milde pour l'Allemagne sont concordantes. M. Schimper (*Syn. musc.* p. 205), ne cite qu'une seule exception : « semel in muro e saxo variegato-arenaceo exstructo pulcherrime legi. »

Mais M. Schimper ne dit pas qu'il ait vérifié si les pierres de ce mur étaient d'un grès siliceux pur, ou compénétré de calcaire, comme c'est le cas du grès bigarré au contact du Muschelkalk; nous ne savons pas non plus si le mur était en pierres sèches ou reliées par un mortier à chaux, ni enfin si le mur n'était pas dominé par une colline calcaire de laquelle les eaux de pluie auraient pu entraîner les terres sur le mur. Cette exception unique n'est donc pas motivée d'une manière suffisante pour devoir être prise en considération. Le *Grimmia orbicularis* est pour moi une espèce franchement calcicole qui contredit par ses allures la théorie de Thurmann. Elle est xérophile et cependant elle abonde sur les mortiers désagrégés des vieux murs, sur les rochers de mollasse eugéogènes perpsammiques non moins que sur les calcaires néocomiens dysgéogènes oligopéliques. Les conditions physiques de son support peuvent donc varier largement pourvu que l'élément chimique recherché par elle soit maintenu.

Le *Grimmia crinita* et le *Seligeria pusilla* sont aussi des Mousses exclusivement calcicoles, mais les conditions physiques du sol qu'elles réclament étant moins variées, je n'entrerai dans aucun détail à leur sujet.

Si maintenant nous passons à l'examen des Mousses hygrophiles infiniment plus nombreuses que les xérophiles, les faits qui témoignent en faveur de la théorie chimique sont tellement nombreux qu'il serait impossible de les exposer tous. D'ailleurs il ne s'agit pas de discuter ici la liste complète des espèces silicicoles et calcicoles, mais bien de prouver qu'il y a des Mousses exclusives de la silice et du carbonate de chaux.

Continuons à appliquer les distinctions de Thurmann. Nous aurons

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

parmi les Mousses hygrophiles des espèces pélophiles et des espèces psammophiles.

S'il est deux terrains péliques qui se ressemblent pour les propriétés physiques, ce sont bien les argiles et les marnes, leur végétation devrait donc être identique ou du moins très semblable ; or il n'en est rien.

Sur les argiles pures (silicate terreux d'alumine) sans addition de terre calcaire, comme le grès bigarré en présente, on rencontre plusieurs Mousses exclusivement silicicoles : *Phascum subulatum*, *nitidum*, *Dicranum rufescens* et *heteromallum*, *Trichostomum pallidum*, *tortile*. Si les argiles sont mélangées de terres calcaires, les espèces précédentes auront disparu et pourront être remplacées par : *Pottia Starckeana*, *minutula*, *Physcomitrium sphæricum*, *Funaria calcarea*, *hibernica*, *Phascum rectum*, *Trichostomum flexicaule*, *tophaceum*, *Didymodon rubellus*, *Hypnum chrysophyllum* qui sont des Mousses calcicoles. D'une part, en effet, elles ne se rencontrent jamais sur les terrains siliceux purs quelles qu'en soient les propriétés physiques ; de l'autre, elles sont communes sur les terrains calcaires purs ou presque purs. Plusieurs de celles qui viennent d'être citées sont certainement liées d'une manière plus étroite à la présence de l'élément calcique qu'à l'état terreux du sol. Le *Trichostomum flexicaule*, en particulier, se rencontre fréquemment sur les pentes marneuses humides des collines calcaires, mais jamais sur les argiles pures ; il se rencontre, en outre, sur des roches dont l'état d'aggrégation est tout différent, à la seule condition qu'elles soient calcaires. Cette Mousse est répandue, comme variété *densum*, sur les collines jurassiques sèches, caillouteuses de la Lorraine et de l'Alsace ; elle s'élève très haut dans les Alpes et le Jura fixée dans les fissures des rochers compactes ou développant à leur surface de larges touffes ; c'est là qu'elle prend son plus beau développement et qu'elle fructifie. Je l'ai retrouvée commune, mais stérile, sur les îlots de dolomie perpsammique du grès rouge près de Saint-Dié. La même plante existe à Brest sur des terrains qui semblent exclusivement siliceux ; cependant M. Le Dantec, à ma prière, ayant essayé chimiquement les sables sur lesquels se développe ce *Trichostomum*, a pu y constater sans effort la présence de l'élément calcaire. Cette espèce préfère les terrains calcaires purs ou presque purs, mais on peut dire qu'elle poursuit jusqu'à épuisement complet son élément de prédilection.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

Le *Hypnum chrysophyllum* végète dans les stations les plus variées au point de vue mécanique, pourvu qu'il y rencontre du carbonate de chaux. Il existe dans les marécages ou sur les sables désagrégés de la dolomie du grès rouge à Saint-Dié, sur les pierres sèches dans les forêts en plaine et dans les montagnes, sur la terre au milieu des herbes des collines découvertes.

Deux espèces psammophiles achèveront de montrer que la théorie de Thurmann est inacceptable : le *Hypnum albicans* propre aux sables siliceux et le *Barbula inclinata* caractéristique des sables calcaires ou du moins compénétrés de calcaire. Ces deux Mousses, dont les préférences au point de vue de la nature chimique du sol sont très connues des botanistes descripteurs, vivent cependant sur des terrains identiques sous le rapport de l'état mécanique. Ce sont encore des espèces répandues, s'élevant des plaines très haut dans les montagnes. Toutes les deux, peu sensibles aux influences de la latitude et de l'altitude, réclament en commun comme support un sol désagrégé, sableux, mais elles divergent aussitôt : la première, exigeant des sables siliceux, la seconde, des sables calcaires ou mélangés de calcaire. Aucun autre exemple ne ferait mieux sentir à la fois l'influence des propriétés physiques du sol et la subordination de cette influence à celle de la nature chimique.

La question me semble épuisée au point de vue des distinctions proposées par Thurmann ; mais l'état physique ou mécanique du sol ne constitue pas à lui seul ce que l'on est convenu d'appeler les stations naturelles des plantes : l'air, le degré d'ombre ou de lumière, l'humidité, la température ont aussi une part d'influence qu'il ne faut pas méconnaître ; voyons si l'action chimique du support prime également celle des agents atmosphériques et celle des autres conditions négligées jusqu'ici. Afin de ne pas prolonger indéfiniment cette discussion, il suffira d'examiner trois stations générales : les eaux courantes, les forêts, les anfractuosités ombragées des rochers.

1^o Rien de plus semblable à un cours d'eau coulant sur un terrain calcaire que le cours d'eau de même débit sur un terrain siliceux. L'eau apporte ici un élément d'uniformité qui semble devoir, au premier abord, jouer un rôle prépondérant. C'est cependant le contraire qui arrive. Les Mousses qui croissent sur les bords ou plongées dans les eaux de ces deux affluents sont presque toutes d'espèces différentes. Rien de plus

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

instructif à cet égard que l'étude comparée de deux cascades, l'une vosgienne, sur le granite, l'autre jurassique sur le calcaire, à une altitude commune de 600-800 mètres.

Aux abords de la cascade vosgienne, on rencontre : *Zygodon Mougeotii*, *Bartramia Halleriana*, *pomiformis*, *Dicranum pellucidum*, *Hypnum undulatum*, *Mnium punctatum*, *affine*, *hornum*, *Blindia acuta*, *Rhacomitrium protensum*; sur les pierres du torrent qui coule au-dessous de la cascade : *Hypnum dilatatum*, *plumosum*, *ochraceum*, *irriguum*, *Fontinalis squamosa*, *Rhacomitrium aciculare*, *Pterygophyllum lucens*.

Aux abords de la cascade jurassique, sur les rochers humides, ce sont, au contraire : *Leskea rufescens*, *intricata*, *Seligeria tristicha*, *Weisia verticillata*, *Hypnum commutatum*, *Mnium rostratum*, *orthorhynchum*, *serratum*, *Gymnostomum rupestre*, *curvirostrum*, *Bartramia Ederi*, *Trichostomum rigidulum*; sur les pierres submergées du torrent : *Cinclidotus aquaticus*, *fontinaloides*, *riparius*. Les espèces communes aux deux stations ne sont guère que les suivantes : *Hypnum alopecurum*, *palustre*, *rivulare*, *rusciforme*. Si on veut des localités précises où il soit possible de vérifier ces données, je citerai, pour les Vosges, les cascades du Bouchot, près de Vagney, de Retourner, au-dessus du lac dans la forêt, du Rupt-de-Lin, au Valtin; pour le Jura, les cascades de Flumen près de Saint-Claude, celle de Brama-Bioou dans le Gard, celle de Gavarnie dans les Pyrénées.

La même diversité se maintient le long de tous les ruisseaux tranquilles des montagnes; elle s'explique aisément quand on se rappelle que l'eau, en vertu de son pouvoir dissolvant, met les sols terreux en contact avec les organes des plantes dans les conditions les plus favorables pour l'absorption.

2^o Sur les terrains siliceux, comme sur les calcaires, on trouve des forêts d'essences identiques qui constituent pour les Mousses une station commune; cependant leurs espèces diffèrent dans une proportion étonnante quand on passe d'un terrain à un autre.

Sur les pierres éparses dans les forêts d'*Abies pectinata* du Jura, on trouve : *Hypnum Halleri*, *confervoides*, *Sommerfeltii*, *chrysophyllum*, *catenulatum*, *plicatum*, *Leskea Philippeana*, dans les fissures des

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

rochers : *Encalypta streptocarpa*, *Leskea intricata*, *Myurella julacea*, *Bartramia Ederi*.

Dans les Vosges, ces Mousses sont toutes remplacées par d'autres : *Grimmia Hartmani*, *Hypnum loreum*, *Bartramia Halleriana*, *ithyphylla*, *Rhacomitrium protensum*, *Leskea attenuata*, *Hypnum Stokesii*, *Campylopus flexuosus*, *Dicranum longifolium*.

3° Les parois surplombantes des rochers tournés au nord dans les forêts demandent à être explorées avec soin par les bryologues, c'est là que se cachent de très petites espèces fort intéressantes. Or ici divergence complète entre les Mousses des rochers siliceux et celles des rochers calcaires. Pour ces derniers, ce sont : *Timmia megapolitana* et *austriaca*, *Leskea intricata*, *Seligeria pusilla* et *tristicha*, *Gymnostomum calcareum*; pour les premiers : *Tetrodontium Brownianum* et *repandum*, *Campylostelium saxicola*, *Brachyodus trichodes*, *Weisia fugax*, *denticulata*, *Bruntoni*, *Dicranum polycarpum*, *Schistostega osmundacea*, *Hypnum heteropterum*, *Diphyscium foliosum*.

Les modifications apportées par l'altitude dans les conditions météorologiques sont également subordonnées à la nature chimique du support pour un nombre considérable d'espèces.

Ce qui précède s'applique principalement aux régions inférieure et moyenne des montagnes, il n'y a pas lieu d'y revenir. Quant aux régions supérieures, j'ai déjà fait remarquer (*Muscinées de l'Est*, p. 97-98), que les Mousses de la région subalpine des Vosges, diffèrent presque toutes de celles de la même région dans le Jura. J'ai retrouvé exactement les mêmes différences pour les sommets granitiques ou schisteux des Cévennes et la région correspondante du Ventoux et des Alpes. Les mêmes contrastes se poursuivent jusqu'aux dernières limites de la végétation bryologique à la lisière des neiges éternelles. Pour s'en convaincre il suffit de comparer les listes de Mousses alpines dressées par M. Schimper pour plusieurs sommets des Alpes. Les mousses du Grimsel (montagne granitique) appartiennent surtout au genre *Andreaea* dont aucune espèce ne vit sur le calcaire, aux genres *Grimmia*, *Rhacomitrium*, *Dicranum*, *Bryum*, avec leurs espèces caractéristiques : *Grimmia ovata*, *Donniana*, *unicolor*, *alpestris*, *patens*, *Rhacomitrium sudeticum*, *Dicranum subulatum*, *Starckeii*, *falcatum*, *albicans*, *Bryum cucullatum*, *Ludwigii*, *albicans*, *Muehlenbeckii*, dont plusieurs qui descendent plus bas, s'y

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

maintiennent fidèles à leurs préférences. Ce sont ces espèces encore qui se retrouvent au Mont-Blanc (sur les granites et les micaschistes), sur les gneiss du Pelvoux et les hauts sommets des Pyrénées.

Les espèces indiquées par M. Schimper, au Faulhorn, montagne calcaire, sont tout à fait contrastantes : plus d'*Andreaea*, de *Grimmia*, ni de *Racomitrium*, à peine un *Dicranum*, d'autres espèces de *Bryum*, mais en revanche des *Encalypta*, des Splachnées, des Pottiées des genres *Pottia*, *Desmatodon*, *Didymodon*, *Barbula* qui n'ont que peu ou pas de représentants sur les Alpes granitiques. Les espèces caractéristiques sont : *Weisia Wimmeriana*, *Desmatodon latifolius*, *Pottia latifolia*, *Barbula aciphylla*, *Trichostomum glaucescens*, *Didymodon rubellus*, *capillaceus*, *inclinatus*, *Encalypta commutata*, *rhabdocarpa*, *Bryum arcticum*, *Bartramia Ederi*, *Timmia megapolitana*, *Myurella julacea*, *Hypnum glaciale*, *commutatum*. Ce sont aussi les espèces que l'on retrouve sur nos hauts sommets des Alpes et des Pyrénées quand le sol est formé par le carbonate de chaux.

Il est donc impossible de refuser à la nature chimique du support des Mousses une part d'influence très importante sur la distribution des espèces. Ces rapports sont universels et non locaux. Je les ai retrouvés dans le midi de la France, dans les Cévennes et les Alpes identiques à ce que j'avais d'abord observé dans le Jura et les Vosges ; il suffit, dans le Nord, qu'une simple butte tertiaire de sables siliceux émerge au-dessus des plaines marneuses du voisinage pour qu'on y voie apparaître aussitôt des *Polytrics*, le *Ceratodon purpureus*, le *Hypnum Stokesii*, etc. Les indications très précises sur les stations des Mousses en Silésie que Milde a consignées dans son *Bryologia silesiaca* sont également vraies pour la France.

Il en est de même des renseignements fournis par Wilson dans le *Bryologia britannica*.

Il est à regretter que ce genre d'observations ait été totalement négligé par M. De Notaris dans l'*Epilogo della Briologia italiana* ; j'ai vainement cherché dans cet ouvrage, important d'ailleurs, un contrôle à mes recherches sur les Mousses de la région méditerranéenne.

Cependant tout n'est pas fini ; la même question présente d'autres aspects qui n'ont pas encore été examinés.

Les espèces dont il a été question jusqu'ici sont des Mousses exclusi-

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

vement silicoles ou exclusivement calcicoles, c'est-à-dire des espèces dont les allures très décidées aidaient tout particulièrement à éclaircir le fond même du débat. Toutefois les exclusions brusques et absolues étant rares dans la nature, je ne voudrais pas soutenir que dans certains cas les spores d'espèces calcicoles ne puissent germer sur un sol siliceux et se développer jusqu'à un certain point pour disparaître ensuite. Un naturaliste très perspicace, M. Pierrat, a su découvrir dans les hautes Vosges quelques petites touffes de *Bartramia Ederi* et de *Gymnostomum rupestre* sur des rochers granitiques sans mélange, quoique ces deux espèces soient éminemment calcicoles, mais ce sont des exceptions si rares qu'elles confirment la règle.

D'autres espèces forment une transition plus marquée entre les Mousses exclusives des deux catégories, ce sont les espèces *préférantes*. On entend par là des plantes qui se rencontrent plus généralement ou dans un plus bel état de développement végétatif ou de fructification sur un terrain déterminé et cependant se retrouvent sur des sols de nature opposée avec une fréquence telle qu'on ne puisse pas y voir un fait purement accidentel.

Parmi les Mousses on peut très bien reconnaître des espèces qui préfèrent les terrains siliceux et d'autres qui préfèrent les terrains calcaires sans être exclusives. Selon les espèces encore les préférences sont plus ou moins accusées de telle sorte qu'il en résulte une double série commençant de part et d'autre aux espèces exclusives et marchant vers un centre commun occupé par une dernière catégorie d'espèces : les *indifférentes*.

Le *Barbula tortuosa* me semble un exemple, bien caractérisé d'espèce préférant les calcaires. Cette Mousse est d'une abondance extrême et dans un magnifique état de fructification dans le haut Jura; elle est également commune et bien fructifère dans les Alpes calcaires; on en rencontre cependant quelques touffes stériles çà et là dans les fissures des rochers granitiques des hautes Vosges. Milde, dont j'ai déjà cité des observations pleines de sagacité, dit de même que cette espèce montre des préférences très marquées pour les rochers calcaires, mais se retrouve cependant sur le granite, les grès et les schistes micacés des montagnes ¹.

¹ Bryolog. Siles. p. 123.

L'espèce voisine *Barbula squarrosa* est également calcicole ; elle prend un magnifique développement végétatif et une abondance extrême sur toutes les collines néocomiennes basses de la région méditerranéenne, à l'abri des Cistes et des *Quercus Ilex* et *coccifera* ; elle y fructifie çà et là ; mais en même temps je l'ai vue remonter sur les pentes siliceuses des Cévennes au-dessus du Vigan, sur les grès cénomaniens dans le Gard et Vaucluse, sur le granite à Tournon, sur les rochers porphyriques de l'Estérel. Dans ces terrains siliceux les individus sont maigres, plus disséminés ; l'espèce y est en souffrance et bientôt elle disparaît.

Parmi les espèces qui préfèrent les terrains siliceux, je citerai *Rhacomitrium canescens* et *Pterogonium gracile*.

Le premier se montre sur les collines jurassiques de la Lorraine et sur le haut Jura ; cependant elle reste rare, peu développée et stérile dans ces conditions, tandis qu'elle abonde et fructifie souvent sur les sables du grès vosgien et sur les granites. Il serait possible encore que cette espèce exigeât de la silice sans redouter le mélange de carbonate de chaux ; car même sur les terrains calcaires, particulièrement dans le haut Jura et à la montagne de Lure (Basses-Alpes), je l'ai toujours remarquée seulement le long de certains affleurements, plus ou moins siliceux en société, à la montagne de Lure, d'*Oxalis acetosella* et du *Lecidea geographica*, espèces également silicicoles. Le *Pterogonium gracile* abonde sur les rochers siliceux du versant méridional des Cévennes, à l'Estérel et, on peut le dire, sur presque tous les rochers exposés au midi à une altitude basse ou moyenne ; mais il est beaucoup plus rare sur les rochers calcaires ; il semble même ne s'y rencontrer qu'autant qu'ils contiennent de la silice au moins à l'état d'argile ; cependant il ne paraît pas rigoureusement lié à une substance terreuse quelconque, car sur les terrains calcaires, comme à la Sainte-Baume (Var), il vit d'ordinaire sur les troncs d'arbres. C'est donc simplement une préférence qu'il manifeste. Il me semble même qu'il y a lieu de distinguer une autre catégorie de Mousses, celles qui se plaisent sur des terrains mixtes.

En effet, sur certaines alluvions sablonneuses, caillouteuses ou marneuses, on trouve une végétation bryologique des plus curieuses. Quand on l'analyse on trouve côte à côte des espèces silicicoles et calcicoles dans l'ordre relatif d'abondance du carbonate de chaux et de la silice dans ces

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

alluvions ; de plus, sans parler des indifférentes, il y en a d'autres qui ne se voient guère que dans ces conditions de mélange dans la nature chimique du support. Je citerai en particulier comme spéciales aux terrains mixtes : *Hypnum glareosum*, *Trichostomum flavovirens*, *crispulum*, *Hypnum Illecebrum*, *Bryum carneum*, *atropurpureum*, peut-être *Trichostomum tophaceum*.

Les adversaires de l'influence chimique du sol ont souvent exagéré la valeur des arguments favorables à leur cause, qu'ils tiraient de la végétation de ces terrains mixtes. Il n'est d'abord pas exact de dire avec M. A. De Candolle que « la terre végétale se trouve partout mélangée et les roches elles-mêmes contiennent des substances variées ¹. »

Le grès vosgien est souvent, sur de vastes espaces, complètement privé de carbonate de chaux, et cependant il supporte une belle végétation bryologique ; le granite ancien ne contient pas de chaux à l'état de carbonate ou de silicate et les sommités vosgiennes ne paraissent pas avoir été jamais baignées par des eaux chargées de calcaire ; le Plateau central est dans le même cas ; il y a également des calcaires à peine argileux. La question qui nous occupe n'est donc pas sans objet comme certains auteurs l'enseignent, puisqu'il existe des terrains chimiquement purs au point de vue des distinctions établies ici ; leur végétation pourra donc être considérée comme caractéristique et servir de terme de comparaison. Dès lors quand des espèces reconnues comme silicicoles viendront à se rencontrer dans un mélange de silice et de calcaire, elles ne devront pas être considérées comme déchues de leur titre ; souvent même les circonstances seront telles qu'on pourra y trouver une preuve nouvelle de leur exclusivisme. C'est ce que j'ai cru devoir faire observer au sujet des *Grimmia trichophylla*.

Je rappellerai encore un cas particulier déjà signalé dans les *Muscinées de l'Est*, p. 122. Le *Weisia verticillata*, mousse essentiellement calcaicole, caractéristique des tufs calcaires, se trouve à Saint-Baslemont (Vosges) sur des rochers de grès bigarré, où il forme des coussinets dans lesquels les tiges sont tout à fait libres et nullement incrustées, cependant il reçoit là une quantité de carbonate de chaux suffisant à son développement par les eaux pluviales qui viennent l'atteindre après avoir glissé sur les pentes d'une colline calcaire.

¹ *Géographie bot.*, p. 445.

Plus récemment dans une excursion au Pelvoux et dans les environs de Briançon, j'ai eu l'occasion de constater presque à chaque pas des faits de ce genre. Au Pelvoux, dans les hautes vallées au-dessus et à l'est de Vallouise, l'ossature de ce géant des Alpes est gneissique ou granitique, aussi les Mousses que l'on trouve sur les portions saillantes et élevées des rochers sont des espèces silicicoles : *Weisia crispula*, *Dicranum polycarpum*, *Blindia acuta*, *Zygodon Mougeotii*, *Rhacomitrium sudeticum*, *Grimmia unicolor*, *elatior*, *Andreæa alpestris*, tandis que dans les bas-fonds, le long des torrents on est surpris de rencontrer sur le même terrain des espèces calcicoles : *Hypnum falcatum*, *Encalypta commutata*, etc. ; mais cet étonnement cesse quand on s'aperçoit que les eaux sortant des glaciers et provenant des plateaux supérieurs contiennent du carbonate de chaux et que les sables glaciaires font effervescence avec les acides. A la montagne de Grandvillars, près de Briançon, le contraste est plus frappant encore. Dès l'entrée dans la forêt de mélèzes on rencontre des grès houillers avec *Grimmia elatior*, *trichophylla*, *Hedwigia ciliata*, c'est-à-dire garnis d'espèces silicicoles, tandis qu'à côté coulent des sources entourées de *Hypnum commutatum*, *Meesea uliginosa*, *Catoscopium nigritum*, *Didymodon inclinatus*, etc., espèces calcicoles. Ces sources en réalité ne naissent pas des couches de grès, mais leurs eaux proviennent des régions supérieures de la montagne formées de puissantes assises calcaires.

Des faits analogues ont été observés par M. Renauld, sur l'oxfordien à chailles de la Haute-Saône ¹ :

Les terrains mélangés peuvent donc servir de support simultanément à des mousses exclusivement silicicoles et exclusivement calcicoles, puis, à plus forte raison, à des préférentes des deux séries, et enfin à des espèces spéciales à ces mêmes terrains. On conçoit dès lors que si les conditions physiques ou les stations présentent une certaine variété sur des terrains de ce genre, la végétation sera des plus remarquables et surtout présentera une complication extrême. C'est ce qui a lieu dans le fond des bassins des grands fleuves dont les affluents ont lavé toutes sortes de terrains, dans la plupart des bassins tertiaires dont les couches

¹ Notice sur quelques faits de dispersion des Mousses dans la Haute-Saône, dans la Revue bryologique de M. Nusnot, n° 1, 1874, p. 12.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

présentent un mélange complexe de calcaires, de grès, de marnes, d'argiles et de sables, comme les vallées du Rhin, du Rhône, de la Seine, de la Gironde, les bassins tertiaires de Paris, des Pyrénées, des environs de Marseille, d'Aix, etc. Aussi, faute de n'avoir pas su démêler les causes du phénomène complexe qu'ils ont journallement sous les yeux, les botanistes sédentaires dans des localités de cette sorte sont naturellement portés à nier l'influence chimique du sol sur la végétation.

Les espèces indifférentes sont parmi les Mousses beaucoup moins nombreuses que parmi les Phanérogames. Cette considération doit justifier les développements que je donne ici à cette question. Dans les *Muscinées de l'Est*, j'avais reconnu seulement 122 espèces indifférentes dont plusieurs à bon droit restées douteuses et 226 espèces spéciales ou affectant des préférences.

Les espèces indifférentes se trahissent par leur présence, dans les mêmes conditions d'abondance et de fertilité, sur des terrains siliceux et sur des terrains calcaires purs. Les *Hypnum alopecurum*, *rusciforme*, *Barbula ruralis*, etc., peuvent servir d'exemples à cet égard. L'espèce la plus indifférente est le *Hypnum cupressiforme*; mais il convient d'observer qu'elle se joue également des stations ou des conditions physiques du support; elle croît sur des terres argileuses et des terres sablonneuses, sèches ou humides, sur les rochers de toute nature, à l'ombre et au soleil, à la base des troncs d'arbres et vers leur sommet; quoique plus commune dans les montagnes moyennes, elle se rencontre dans les plaines et à la limite des neiges éternelles.

Encore une fois, malgré l'assertion, en sens contraire, de M. A. De Candolle, « les grands faits » de la dispersion des plantes en raison des influences de l'ordre physique n'ont pas l'universalité de ceux que détermine l'action chimique.

Toutes les déductions qui précèdent me semblent justifiées lorsqu'on les prend dans leur généralité; mais il serait à désirer qu'on pût faire un nouveau pas en avant et voir si les espèces calcicoles recherchent bien le carbonate de chaux ou seulement l'un ou l'autre de ses éléments, c'est-à-dire si c'est l'acide carbonique ou la chaux qu'elles vont puiser dans cette substance.

M. Contejean a tenté, dans l'article déjà cité, de préciser la question au sujet des espèces silicicoles qu'il appelle *calcifuges*. Dans cette nouvelle

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

manière d'apprécier les faits, les plantes exclusives des terrains siliceux chercheraient plutôt à se mettre à l'abri de l'influence du carbonate de chaux qu'elles n'éprouveraient une affinité positive pour la silice.

A cet égard, quand il s'agit des Mousses dont M. Contejean ne parle pas, il est bien certain que le carbonate de chaux est plus attractif que la silice pour les espèces qui lui sont propres ; il n'en est pas moins vrai que certaines mousses exigent un support privé de tout calcaire, par exemple plusieurs *Grimmia*, *Rhacomitrium*, *Andreaea*, etc., ce seraient de vraies *calcifuges* ; mais, en revanche, il faut se garder de vouloir trop généraliser cette répulsion. Comme je l'ai déjà fait voir, plusieurs espèces vraiment silicicoles qui se rencontrent sur des terrains siliceux purs et jamais sur des calcaires purs, peuvent s'accommoder d'un support où il y ait mélange ; tel est le cas des *Grimmia trichophylla*, des *Hypnum Illecebrum*, *megapolitanum*, du *Fontinalis squamosa*, qui dans le Gardon est fixé à des rochers calcaires, mais flotte dans des eaux qui charrient les sables et les cailloux siliceux des Cévennes ; les *Rhacomitrium canescens*, *Pterogonium gracile*, déjà cités, le *Bryum alpinum* dans le Nord, et le *Bryum gemmiparum* dans le Midi, sont encore des Mousses vraiment silicicoles qui ne redoutent pas absolument le contact du calcaire. Il me semble donc qu'il vaut mieux conserver le terme général de *silicicoles*, qui reste vrai pour toute la série.

En dehors de la silice et du carbonate de chaux dont les influences opposées sur la végétation bryologique occupent le premier rang, y a-t-il d'autres substances qui agissent chimiquement sur la dispersion des espèces ?

On peut l'affirmer du sel commun (chlorure de sodium). Son influence retient par une action positive, sur les côtes de France, de 150 à 200 espèces de Phanérogames, tandis qu'elle éloigne la végétation continentale ordinaire ; mais cette influence est beaucoup moindre quand il s'agit de Mousses. Elle semble même négative ou nuisible sur les côtes de la Méditerranée. Entre Aigues-Mortes et le Grau-du-Roi (Gard), je n'ai pu trouver le 5 mai 1874, qu'un très petit nombre de mousses sur les talus et le revers des fossés des salines au milieu d'une splendide végétation littorale de Phanérogames. Les espèces recueillies, *Barbula unguiculata*, *rigida*, *Trichostomum tophaceum*, *Pottia cavifolia*, *Phascum cuspidatum v. elatum*, *Bryum atropurpureum*, sont des mousses indifférentes

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

ou calcicoles qui répondent bien au sol marneux sur lequel on les trouve ; elles n'ont rien de spécial. D'ailleurs, sur aucun point du littoral compris entre Cannes et Cette, je n'ai vu des mousses que l'eau salée puisse atteindre et mouiller directement. Près de Marseille, les *Trichostomum tophaceum*, *Bryum carneum*, *Weisia verticillata* peuvent être à la rigueur atteints par un peu de bruine salée au moment des tempêtes ; mais encore ces Mousses sont lavées incessamment par des eaux douces qui les débarrasseraient aussitôt de la présence du sel. Les rochers secs du littoral ne présentent aucun brin de mousse jusqu'à de grandes distances. Il n'en est pas de même sur le littoral français de l'Océan et de la Manche.

M. Le Dantec, qui explore avec une perspicacité rare la végétation bryologique des environs de Brest, m'a fourni sur ce point des détails circonstanciés. Les *Grimmia maritima* et *Pottia Heimii* vivent de préférence sur les points atteints par le flot et la bruine salée. D'autres espèces supportent très bien le contact de l'eau salée : *Barbula fallax* v. *brevifolia*, *canescens*, *ruralis*, *Trichostomum tophaceum*, *convolutum*, *flavovirens*, *Dicranella varia* et *rufescens*, *Entosthodon Templetoni*, *Bryum Tozeri*, *carneum*, *Pottia truncata*. Selon M. Le Dantec ces Mousses ne seraient pas les seules à pouvoir subir impunément l'action de l'eau salée. Il faut observer de plus que les *Orthotrichum phyllanthum* et *Dicranum Scottianum* ne s'éloignent jamais beaucoup du littoral. Je viens de voir à Boulogne (Pas-de-Calais), plusieurs Mousses également à portée de la bruine salée.

Les pluies fréquentes et les brumes tempèrent sans doute sur les côtes de la Manche l'action corrosive du sel activée sur les bords de la Méditerranée par un climat sec et les rayons d'un soleil toujours ardent.

L'acide ulmique et ses composés exercent dans les tourbières et les marécages tourbeux une action positive beaucoup mieux déterminée.

Parmi les espèces qui recherchent les lieux très humides, inondés, on doit reconnaître deux séries bien tranchées ; les espèces de la première croissent le long des eaux courantes et pures ; celles de la seconde ne quittent pas cette vase noire dissoute dans des eaux d'une saveur amère, styptique où les autres ne pénètrent pas. Cette exclusion de part et d'autre indique qu'il y a plus ici que l'influence des conditions physiques

du milieu ; la nature des eaux tourbeuses semble jouer un rôle nécessaire par rapport à ces espèces dont nous parlons.

L'*Aulacomnium palustre* est l'espèce la plus curieuse à suivre sous ce rapport, parce qu'elle est très répandue et se montre à toutes les altitudes aussitôt que les conditions deviennent conformes à ses exigences. On pourrait citer comme appartenant à cette catégorie des Mousses *turficoles* : *Aulacomnium palustre*, *Meesea longiseta*, *tristicha*, *Paludella squarrosa*, *Splachnum ampullaceum*, *Bryum cyclophyllum*, *bimum*, *Trematodon ambiguus*, *Atrichum tenellum*, *Dicranum Bergeri*, *cerviculatum*, *Polytrichum strictum*, *gracile*, *Hypnum fluitans*, *vernicosum*, *exannulatum*, *aduncum*, *polygamum*, *stellatum*, *revolvens*, *giganteum*, *cordifolium*, *nitens*, *stramineum*, *trifarium*, *scorpioides*, *lycopodioides*.

La même question se représente pour les espèces qui croissent exclusivement sur les troncs d'arbres. J'ai déjà signalé ce fait que les Mousses *truncicoles* ou *corticicoles* ne se fixent jamais sur les écorces vives mais sur les écorces altérées et subissant un travail de décomposition ; ces mousses trouvent là plus qu'un support, mais un véritable magasin de matières alimentaires dont la composition uniforme doit correspondre à une nature spéciale.

L'absence de mousses sur les troncs d'arbres dans le Midi confirme cette opinion. Pour le botaniste du Nord, habitué à voir les troncs d'arbres isolés couverts d'un tapis de mousse souvent continu, le tronc complètement dénudé des peupliers, des saules et des ormes, même le long des rivières, est un spectacle affligeant auquel il ne s'habitue pas. Ce n'est que dans les vallons étroits où l'eau abonde et où les vapeurs qui s'en dégagent peuvent stationner, sans être aussitôt dispersées au loin, que l'on voit reparaître des touffes de *Barbula laevipila* et surtout de *Leucodon sciuroides*, ainsi que des *Orthotrichum*. Si le tronc des arbres servait uniquement de support sans fournir de matières nutritives d'un certain genre, on comprendrait avec peine une exclusion aussi absolue. Rien de plus simple au contraire dans la théorie qui me semble vraie. Sans une fraîcheur suffisante, le travail de la décomposition chimique dans les écorces mortes s'arrête ou s'accomplit sous une autre forme et avec lui cessent les ressources alimentaires pour les mousses qui en bénéficiaient.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

Si ces plantes ne vivaient que de l'humidité et des substances contenues dans l'atmosphère, elles devraient pouvoir vivre au même titre que celles qui, placées dans les mêmes conditions météorologiques, se développent sur les rochers ou les murs du voisinage.

Ce qui précède doit s'entendre des Mousses qui croissent sur les troncs d'arbres à une certaine hauteur au-dessus du sol ; parmi celles que l'on rencontre tout à fait à la base, plusieurs ne s'y trouvent qu'accidentellement et en raison des terres de nature diverse apportées là par les eaux courantes ou pluviales ou encore par le vent ¹.

Des propriétés physiques du support.

La part de la nature chimique du support étant faite, il sera plus facile de bien voir ce qui revient à ses propriétés physiques.

Ces propriétés se ramènent à la facilité plus ou moins grande qu'il offre aux racines des Mousses de se fixer et de se maintenir à sa surface. C'est donc l'état des surfaces et la consistance que nous avons surtout à examiner. L'importance du sujet ressort des considérations qui vont suivre.

Le nombre des Mousses qui se fixent directement aux parois inclinées ou même surplombantes des rochers ou des blocs rocheux est très considérable ; ces Mousses sont de plus à peu près toutes vivaces.

Quand la roche est formée d'éléments solidement agrégés, les spores des Mousses ont le temps de se développer ; elles donnent des plantules qui se propagent rapidement et se multiplient d'année en année par des innovations répétées, des stolons ou des jets rampants, de manière à former des coussinets, d'amples touffes ou des gazons qui garnissent les fissures et les anfractuosités du rocher ou même tapissent d'une manière continue de vastes espaces. La végétation bryologique atteint, dans ces conditions, son plein développement ; mais il lui faut, comme on le voit, des années.

Si, au contraire, la roche, malgré des conditions météorologiques

¹ La liste des Mousses corticinales se trouve, *Muscinées de l'Est*, p. 113.

favorables, se désagrège peu à peu à la surface, les spores des Mousses ont à peine le temps de germer et de produire de faibles brins, que déjà les éléments minéralogiques sur lesquels ces petites plantes étaient fixées, se soulèvent et se détachent par l'action de la gelée, de la pluie ou du vent. Cette végétation est détruite. Une seconde qui tenterait de s'établir dans de semblables conditions ne serait pas plus heureuse.

La décomposition sur place des rochers modifie, même à la longue, la physionomie d'une contrée ; quand elle est rapide, les arêtes rocheuses s'émeussent, les parois fortement inclinées, fissurées et humides si favorables aux Mousses, ne peuvent se maintenir ; elles s'émiettent et disparaissent sous des éboulis de sables ; les montagnes prennent des formes arrondies où tous les accidents rocheux, abruptes, anfractuosités, grottes ont disparu. C'est en général la tendance du granite dans le massif du Plateau central ; aussi malgré le développement de ces montagnes et leur altitude supérieure, la végétation bryologique qu'elles nourrissent est moins riche que celle des hautes Vosges, parce que dans cette dernière chaîne, le granite commun et le granite porphyroïde forment à chaque pas de grandes saillies rocheuses escarpées, découpées par des fissures nombreuses et humides. Les grands escarpements hémicycloïdes du Hohneck, divisés en couloirs étroits par d'innombrables contreforts rocheux, offrent un ensemble de conditions des plus propices ; aussi nulle part les Mousses ne se développent avec plus de vigueur et d'abondance.

Le grès vosgien qui forme de puissantes assises tabulaires sur les deux versants de la même chaîne présente des conditions très favorables encore ; ses couches supérieures sont très compactes et très accidentées, aussi les Mousses s'y installent en grand nombre malgré la sécheresse naturelle de cette roche, tandis que le grès bigarré, souvent plus frais, est moins riche à cause de la désagrégation superficielle qu'il subit.

De même, dans les Vosges encore, un chaînon de granite syénitique séparant les vallées de Senones et de Saint-Dié, mais qui subit la décomposition sur place, rend tout à fait évidente, par l'insignifiance de sa végétation bryologique opposée à la richesse du granite commun et du granite porphyroïde, l'importance des propriétés physiques des roches, surtout de leur consistance.

Parmi les terrains calcaires, le calcaire jurassique est souvent très favorable aux Mousses. Les couches oolithiques des collines lorraines et

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

du Jura, les grandes assises coralliennes dans le Jura sont souvent très compactes et donnent lieu, dans cette dernière chaîne, à des escarpements, à des cirques et des murailles de l'effet le plus pittoresque ; pour peu que les parois de ces grands rochers soient humides, les Mousses y prennent un développement très remarquable contrastant avec la pauvreté absolue en Mousses des terrains calcaires de la région moyenne des Basses et des Hautes-Alpes, parce que trop marneux, ils s'émiettent sans cesse en petits fragments rectangulaires.

Si dans le Midi les rochers du néocomien inférieur qui se présentent parfois, comme dans les Bouches-du-Rhône et Vaucluse, avec un relief imposant, sont d'une pauvreté exceptionnelle, la cause doit en être reportée au compte du climat ; le versant méridional de ces rochers est brûlé par le soleil, tandis que le versant nord est desséché par le souffle du mistral ; si par exception, un cours d'eau comme le Gardon, au-dessous de Saint-Nicolas (Gard) ou une forêt comme à la Sainte-Baume (Var), apportent et maintiennent de la fraîcheur, les mousses s'accumulent aussitôt en quantité prodigieuse dans ces lieux privilégiés.

Il faut donc aux Mousses de la part des roches qui doivent leur servir de support un certain degré de cohésion qui, sans exclure les rugosités de la surface, les fissures et les anfractuosités des parois, maintienne solidement en place les éléments minéralogiques. Si les roches absolument compactes, un filon de quartz, par exemple, excluent généralement les Mousses, en ne leur fournissant aucun détrit, celles qui se désagrègent rapidement à la surface leur sont encore infiniment plus défavorables.

Ce qui précède est applicable, dans une certaine mesure, aux éboulis que l'on rencontre à la base des grands massifs rocheux. Si les fragments qui les composent sont compactes, s'ils ont occupé d'abord une place qu'ils conservent d'une façon stable, ils pourront se couvrir d'une belle végétation bryologique, comme on le voit dans les hautes Vosges, particulièrement dans les vallées de Granges, de Clefcy, du Valtin où de splendides gazons de *Rhacomitrium lanuginosum*, de *Grimmia Hartmani* passent d'un bloc à l'autre.

Le docteur Mougeot a très bien exposé, dans ses *Considérations générales sur la végétation spontanée du département des Vosges*, comment dans des conditions semblables, les Cryptogames préparent la place au

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

développement des plantes supérieures et même des essences forestières.

Si les éboulis sont formés de blocs mouvants ou qui se subdivisent de plus en plus, les Mousses ne peuvent se fixer et ces stations demeurent totalement stériles ; quand l'humidité de l'air supplée à la sécheresse du sol, des arbrisseaux ou d'autres végétaux à souche profonde peuvent se fixer dans ces rocailles, tandis que les Mousses qui se tiennent à la surface ne peuvent se maintenir. Les grandes vallées des Basses-Alpes sont de ce genre.

Les mêmes faits se reproduisent d'après des lois analogues pour les terres et les sables, mais avec des particularités qu'il n'est pas inutile de faire remarquer.

Quand il s'agit de pentes sablonneuses ou désagrégées jusqu'à l'état pulvérulent, ou bien, en premier lieu, la pente est tellement raide que les éléments roulent d'une manière continue vers la base du talus, dans ce cas les Mousses ne peuvent s'y fixer ; ou bien la pente est modérée. La colline est alors sèche ou conserve quelque fraîcheur. Dans la première alternative à côté de touffes de graminées et de quelques autres végétaux supérieurs, on ne trouvera que des brins épars d'un petit nombre de Mousses telles que *Hypnum lutescens*, *abietinum*, *Rhacomitrium canescens*, *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum piliferum*. Dans l'hypothèse d'un sol humide, s'il y a surtout des sources ou de petits filets d'eau, des légions de Mousses acrocarpes et pleurocarpes viendront s'y établir, particulièrement dans les hautes montagnes. C'est dans des conditions de ce genre que se plaisent : *Bryum Ludwigi*, *nutans*, *cucullatum*, *Oligotrichum hercynicum*, *Pogonatum alpinum*, *nanum*, *aloides*, *urnigerum*, *Polytrichum formosum*, *juniperinum*, *Dicranum varium*, *heteromallum*, *Ceratodon purpureus*, quelques Hépatiques particulièrement *Alicularia scalaris* ; parmi les pleurocarpes si le terrain est de plus ombragé, on trouvera : *Hypnum loreum*, *striatum*, *splendens*, *triquetrum*, *Schreberi*, *purum*, ou s'il est très humide, *Hypnum rivulare*, *rutabulum*, *crassinervium* ; sur les pentes moins riches des terrains marneux on pourra trouver : *Dicranum varium*, *Barbula unguiculata*, *gracilis*, *inclinata*, *fallax*, *Hypnum chrysophyllum*, *Trichostomum flexicaule*, *Pottia lanceolata*, *Bryum atropurpureum*, *Hypnum abietinum*.

Sur les terrains meubles d'une pente modérée, les Mousses jouent un

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

rôle utile en fixant à la surface les terres et les sables par d'innombrables racines, des pousses radicantes ; plusieurs espèces des genres *Bryum*, *Pogonatum*, *Dicranum*, *Barbula* semblent avoir reçu la fonction de soumettre de nouveau à l'empire de la végétation les surfaces désolées par des éboulements. Je ne reviendrai pas d'ailleurs sur l'utilité des Mousses dans les forêts ¹.

Comme on vient de l'entrevoir, l'eau modifie profondément l'état des surfaces sur lesquelles s'établissent les Mousses. Les stations dont je viens de m'occuper sont des stations sèches ou simplement fraîches ; il me reste à décrire les conditions nouvelles que l'humidité du support détermine quand elle devient prédominante.

L'eau joue un rôle énorme dans la dispersion des Mousses. C'est ainsi qu'à l'état d'eau courante elle forme la station naturelle et exclusive des *Fontinalis*, des *Cinclidotus*, de plusieurs *Hypnum*. Ces espèces sont alors fixées à des pierres plus rarement aux bois submergés.

Pour que l'eau courante soit favorable au développement des Mousses, il faut que son niveau ne varie pas dans une trop grande mesure, et surtout que son cours ne tarisse pas pendant de longs mois. Il faut encore que sa vitesse soit modérée et qu'elle ne charrie pas une trop grande masse de sables ou de cailloux dont les chocs multipliés blesseraient nos plantes si délicates. Le défaut de ces conditions fait que l'on cherche en vain dans les torrents des Alpes, surtout du revers méridional, des Mousses abondantes ailleurs dans des conditions semblables au premier abord. Il n'y a de même que peu de Mousses à chercher sur le bord des grandes fleuves ; au moment des crues, ils ensevelissent ces petites plantes sous des amas de sables et de cailloux ; pendant la saison sèche ils se retirent de leurs bords et le soleil achève de faire périr les Mousses qui s'y trouvent.

C'est plutôt dans le voisinage des sources, des petits cours d'eau permanents et tranquilles que l'on voit apparaître les espèces les plus nombreuses. Les cascades encadrées de rochers compactes et ombragées leur sont particulièrement favorables à cause de la pluie fine et continue qui résulte du choc de l'eau sur le fond de la cuvette et baigne tous les alentours ².

¹ J'ai traité complètement cette question dans les *Musciniées de l'Est*, p. 133.

² Les principales espèces que l'on rencontre aux abords des cascades ont été énumérées précédemment, p. 22.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

Les Mousses abondent, pour des raisons analogues, dans les marécages permanents et les tourbières des montagnes parce que leur développement se poursuit là sans interruption. Les espèces qui recherchent des stations sèches sont relativement peu nombreuses, si donc les Mousses font souvent défaut dans des localités humides ou même inondées, c'est qu'elles n'y rencontrent pas la régularité et la non-interruption d'ailleurs indispensables aux stations de ce genre.

Afin de compléter ce qui tient aux conditions physiques du support, je dois dire quelque chose de l'influence des plantes plus élevées. Ces plantes, fougères, herbes, buissons, arbres, modifient d'abord l'action de la lumière en couvrant de leur ombre à divers degrés les Mousses qu'elles abritent, elles modifient aussi l'humidité atmosphérique, mais ces influences rentrant dans l'ordre météorologique, je ne fais que les indiquer en ce moment. Ce qui se rattache mieux à l'ordre de considération que je tiens à développer, ce sont les changements que ces végétaux produisent à la surface du sol.

Le *Pinus Abies*, qui forme de vastes forêts dans plusieurs de nos montagnes, émet de longues racines horizontales qui labourent le sol et le sous-sol à une faible profondeur mais sur un pourtour considérable ; ces racines rendent la surface très perméable, la dessèchent par conséquent, d'autre part les aiguilles de cet arbre tombant en grand nombre sur le sol et résistant longtemps à la décomposition empêchent les Mousses de s'étendre ; enfin le tronc de l'arbre s'exfolie sans cesse ; aussi les forêts d'épicéas sont, en somme, défavorables aux Mousses.

Le *Pinus picea*, non moins important par l'étendue des forêts qu'il constitue, donne d'abord une ombre épaisse qui manque aux forêts d'épicéas ; ensuite son écorce bientôt rugueuse mais durable fournit un support à de nombreuses espèces de mousses surtout des genres *Orthotrichum*, *Neckera*, *Hypnum*. Les racines de cette essence ameublissent moins le sol qui, moins chargé d'aiguilles, et devenu plus frais, se couvre d'un tapis continu et dense de grands *Hypnum* ; *H. triquetrum*, *loreum*, *splendens*, *striatum*, *Schreberi*, *Crista-Castrensis*, *uncinatum*, *umbratum*, etc. Dans les forêts de sapins, de petits marécages, de petits dépôts tourbeux se produisent fréquemment même sur les terrains en pente ; c'est là qu'outre les *Sphagnum capillifolium*, *fimbriatum*, *cymbifolium*, *squarrosum* et *cuspidatum*, on rencontre plusieurs espèces

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

intéressantes : *Campylopus flexuosus*, *Hypnum undulatum*, *tamariscinum* ; les bois tombés et pourrissants se couvrent de Mousses spéciales : *Hypnum silesiacum*, *Dicranodontium longirostre*, *Buxbaumia indusiata*.

Les forêts de pins, quelle qu'en soit l'espèce (*P. sylvestris* dans le Nord et dans les montagnes, *P. halepensis* et *pinea* dans la région méditerranéenne, *P. Salzmanni* en Corse et au pied des Cévennes) sont généralement sèches et donnent peu d'ombre ; elles sont dès lors peu favorables aux Mousses qui n'y sont représentées que par les espèces vulgaires de chaque région : *Hypnum splendens*, *Schreberi*, *purum*, *Dicranum heteromallum*, *scoparium* ; parfois cependant *D. spurium* et *undulatum*, *Diphyscium foliosum* et *Buxbaumia aphylla*, dans le Nord, sur les terrains siliceux et *Hypnum aureum*, *megapolitanum*, *meridionale*, *Barbula squarrosa* et *cæspitosa*, *Trichostomum flavovirens*, dans le Midi. Ces dernières espèces se retrouvent d'ailleurs sous les broussailles de *Quercus coccifera*, *Cistus monspeliensis*, *albidus*, *Pistacia Lentiscus* et *Terebinthum* que les méridionaux décorent pompeusement du nom de *Bois*.

Le mélèze occupe à lui seul presque toutes les hautes vallées du Pelvoux et des Alpes de Briançon ; ses aiguilles caduques qui jonchent le sol en hiver, l'ombrage inégal qui en résulte ne sont pas favorables au développement des Mousses ; cependant son écorce qui s'exfolie moins que celle des pins peut se charger de quelques *Orthotrichum*.

Parmi les arbres à larges feuilles, chaque espèce a ses allures particulières. Le hêtre est l'essence qui constitue les plus grandes forêts et favorise au plus haut point la végétation bryologique. Son écorce très durable se couvre d'une grande variété de Mousses ; le tronc noueux des individus rabougris de la région subalpine est tapissé d'espèces particulièrement remarquables : *Hypnum atrovirens*, *reflexum*, *Leskea mutabilis*, *subtilis*, *Dicranum longifolium*, *Orthotrichum alpestre*, *stramineum*, *Pterogonium*, *filiforme*, etc. ; le rare *Anacamptodon splachnoides* ne vit que dans les cavités qui se forment par la carie à la suite de l'amputation de ses branches.

Les troncs de vieux chênes sont plus favorables aux Lichens crustacés et caliciés qu'aux Mousses.

L'*Acer pseudoplatanus* disséminé dans les forêts de sapins et de

hêtres se revêt de Mousses nombreuses; il en est de même du *Populus nigra* le long des cours d'eau dans la région de l'Est. Dans les forêts d'arbres feuillus, les Mousses ne peuvent guère végéter sur le sol où elles sont étouffées par la chute des feuilles; le *Hypnum Stokesii* est l'espèce qui résiste le mieux à cet obstacle.

L'action de l'homme à la surface du sol a moins d'influence sur la distribution des Mousses que sur celle des Phanérogames. Il n'y a pas de Mousses qui correspondent bien aux plantes rudérales. Celles qui s'en rapprochent le plus : *Funaria hygrometrica*, *Bryum argenteum*, *erythrocarpum*, *piriforme* (rar^t) *Barbula convoluta*, *unguiculata*, *Ceratodon purpureus* vont occuper dans les forêts les anciennes places à charbon, la plupart se retrouvent sur le mortier et à la base des vieux murs avec *Barbula revoluta*, *Hypnum Sommerfeltii*, *prælongum*, *Didymodon rubellus*, *Encalypta streptocarpa*, *Anomodon viticulosus*, *Bryum atropurpureum*, *Funaria calcarea*. Toutefois ces espèces ne sont pas liées à ces conditions, car elles se rencontrent ailleurs loin de toute habitation et de toute trace de l'action de l'homme. D'autres Mousses, *Phascum cuspidatum*, *muticum*, *serratum*, *bryoides*, etc., *Barbula unguiculata*, *Fissidens bryoides*, *incurvus*, *taxifolius*, *Hypnum prælongum* aiment la terre remuée des champs, des jardins, des fossés nouvellement creusés.

DU CLIMAT.

Ce terme résume, comme on le sait, toutes les influences météorologiques, celles de la lumière, de la chaleur, de l'air, de l'eau, à l'état de vapeur et de pluie.

De la lumière. — La structure des Mousses suppose en général l'action d'une lumière tempérée. La chlorophylle abondante qui remplit les cellules de leurs feuilles suffit sans doute à démontrer pour ces plantes la nécessité de la lumière; aussi les Mousses ne pénètrent pas plus avant que les Phanérogames ou les Fougères à l'intérieur des cavernes; un petit nombre comme le *Weisia verticillata*, suivent l'*Adiantum Capillus-Veneris* jusqu'au fond des grottes où il s'abrite. Mais une

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

lumière peu intense suffit aux Mousses ; leurs feuilles n'ont pas d'épiderme ; une simple membrane cellulaire, parfaitement transparente, emprisonne les grains de chlorophylle ; aussi voyons-nous la plupart des espèces rechercher les lieux ombragés, couverts.

Il est difficile de prouver, il est vrai, que ce soit l'intensité d'une lumière trop vive qu'elles redoutent plutôt que l'action desséchante des rayons directs du soleil. Dans tous les cas, la structure des Mousses qui s'exposent directement à l'influence de la lumière et à la chaleur du soleil n'est pas la même que celles des espèces qui s'abritent à l'ombre des rochers ou des arbres. Les Grimmiées, les Orthotrichées, le *Pterogonium gracile*, quelques *Hypnum* et des Polytrics représentent à peu près l'ensemble des Mousses qui vivent en plein soleil. Or, ces Mousses ont généralement des feuilles plissées, rapprochées, dilatées et imbriquées au moins par la base de manière à couvrir et à protéger la tige ; par les temps secs, les feuilles s'imbriquent ou se roulent étroitement autour de l'axe et empêchent ainsi toute évaporation ultérieure. Les Grimmiées et les Orthotrichées forment des coussinets très denses qui retiennent toujours un peu de fraîcheur à l'intérieur. Leur mode d'innovation est spécial, elles se renouvellent fréquemment de la base afin de se maintenir au contact du support. Beaucoup d'espèces ont encore leurs feuilles terminées par un poil blanc, destiné à réfléchir la lumière et la chaleur ; le revers des feuilles qui pendant l'imbrication est seul exposé au dehors porte des papilles ou des saillies qui rendent les rayons solaires obliques et augmentent la résistance des tissus. Les feuilles des Polytrics sont également susceptibles de s'imbriquer, aussi le revers est formé d'une couche épaisse de cellules très résistantes, tandis que la face supérieure porte des lamelles très délicates dont les cellules sont remplies de chlorophylle.

Les Mousses qui croissent à l'ombre ont ordinairement une texture moins ferme ; souvent leurs feuilles sont espacées comme dans les *Mnium*, le *Tetraphis pellucida* et ne sont pas organisées pour supporter une sécheresse prolongée ; elles se crispent irrégulièrement dans ce cas et jaunissent par une altération de la chlorophylle. On se rend facilement compte de cette nécessité de l'ombre pour un grand nombre de Mousses. Si une coupe de bois, dans une forêt, vient à exposer à l'action du soleil un espace auparavant couvert par des arbres touffus

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

et occupé par des espèces comme *Hypnum loreum*, *piliferum*, *undulatum*, *Mnium punctatum*, *affine*, *undulatum*, *Dicranum pellucidum*, ces Mousses jaunissent aussitôt et dès l'année suivante, elles ont plus ou moins complètement disparu.

Dans un effet de ce genre, la lumière intervient d'une manière évidente quoiqu'il soit difficile de faire la part de la chaleur et de la sécheresse qui en est la conséquence. Il est à peine nécessaire de dire que les Mousses se disposent à l'égard de la lumière en série continue dont les principaux termes seront :

- 1^o Espèces vivant en pleine lumière directe: *Grimmia leucophæa*, *commutata*, etc.
- 2^o — à demi ombragées, sur les lisières des bois, des haies : *Hypnum squarrosus*, *purum*; ou dans les clairières : *Trichost. pallidum*.
- 3^o — à l'ombre ordinaire des bois touffus et des rochers tournés au nord, sans lumière directe: *Hypnum loreum*, *Bartramia pomiformis*.
- 4^o — dans les lieux sombres, les excavations profondes: *Tetradontium*, *Seligeria pusilla*, *Schistostega osmundacea*.

De la chaleur.— La distribution des Mousses se coordonne aux variations de la température avec plus de précision peut-être encore que celle des Phanérogames; aussi, par suite de la grande diffusion des Mousses, les zones de végétation se dessinent avec une netteté parfaite.

La chaleur, comme toutes les autres conditions qui nous occupent, produit, en raison de l'intensité de son action, un effet utile ou un effet nuisible sur la végétation des Mousses. Essayons de dégager les faits les mieux constatés à cet égard.

Il suffit aux Mousses, en général, que la température se maintienne à quelques degrés au-dessus de zéro. C'est ainsi qu'à la limite supérieure des forêts, les troncs rabougris du hêtre se chargent d'une végétation bryologique luxuriante; un nombre de Mousses très considérable relativement à celui des Phanérogames continuent à végéter et fructifient parfaitement à de grandes hauteurs dans la région alpine quand elles y trouvent des stations appropriées d'ailleurs à leur genre de vie, quoique la température moyenne des jours d'été ne soit plus que de 5-6°, comme

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

au Grand-Saint-Bernard, vers 2500^m d'altitude. De même, dans les régions basses, et surtout dans la région méditerranéenne, c'est de l'automne au printemps que les Mousses accomplissent toutes les phases de leur végétation, à une époque, où, de même que dans les montagnes, la température s'abaisse à une moyenne de 6-7°.

Ce dernier fait est des plus dignes d'attention ; il prouve bien que les Mousses se contentent dans l'accomplissement de leurs fonctions physiologiques, d'une température élevée de quelques degrés seulement au-dessus de zéro et ensuite que la région subalpine et la région alpine inférieure sont les plus favorables aux Mousses ; car elles y trouvent du printemps à l'automne la température modérée dont nous parlons, tandis qu'elles sont protégées en hiver par un manteau de neige contre les rigueurs excessives du froid. J'ai compté 200 Mousses, en y comprenant les *Sphagnum*, pour la région supérieure des forêts (rég. subalpine), et la petite portion dénudée (rég. alpine) qui la dépasse dans les Vosges, et 494 Phanérogames. Ce nombre se réduit même à 454 si on retranche un certain nombre d'espèces qui ne se trouvent que dans les cultures ou le voisinage des habitations. Il en résulte que le rapport des Mousses aux Phanérogames est de 40 ou 44 % ou qu'il approche de la moitié. Si on tient compte de la quantité de dispersion ou de l'abondance relative, l'avantage augmente encore pour les Mousses qui, dans les localités dont il est question, envahissent tout de leurs amples touffes ou de leurs gazons enlacés, le sol, les rochers, les cours d'eau, les troncs d'arbres. On remarque le même phénomène dans les Alpes, les Pyrénées, le Jura, les montagnes du Centre.

Cependant, si on s'élève plus haut, à la limite des neiges perpétuelles, la végétation bryologique disparaît brusquement ou n'est plus représentée que par un petit nombre d'espèces stériles, rabougries, noircies, dans un état de malaise évident : *Hypnum atrovirens*, *glaciale*, *Didymodon rubellus*, *capillaceus*, *inclinatus*, *Encalypta commutata*, etc. La délicatesse de leur tissu ne leur permet pas de se maintenir à ces grandes hauteurs ; si elles restent à découvert, le froid les fait périr ; si la neige les recouvre, elle les écrase en se tassant ou les entraîne en glissant sur les pentes rapides des escarpements. L'action funeste du froid sur les Mousses est généralement facile à constater ; elle se trahit par la chute des capsules encore vertes, et la mortification des pousses en train de

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

se développer. Il en résulte le long des tiges de Hypnacées des nodosités qui terminent l'axe, le développement ultérieur se faisant par des pousses latérales, phénomène qui est facilement reconnaissable à cause de son opposition avec le mode habituel du développement de ces plantes. A la suite de froids prolongés pendant lesquels le thermomètre était descendu à -15° , j'ai constaté à Saint-Dié, en 1869, la destruction de toutes les capsules d'une ample touffe de *Hypnum tamariscinum* dont le bel état de fructification m'avait frappé au commencement de l'hiver. Le même phénomène se produit fréquemment sur le *Hypnum loreum*, le *Mnium affine*, etc. Les capsules vertes seules gèlent et tombent, tandis que le pédicule d'un tissu déjà plus ferme persiste et sert à prouver le désastre pendant le reste de la saison. Ceci nous explique pourquoi dans les régions où les froids sont fréquemment intenses pendant l'hiver sans qu'il tombe assez de neige pour les couvrir, les Mousses sont en petit nombre et généralement stériles, tandis qu'elles prospèrent et fructifient abondamment dans des régions plus élevées, moins favorables en apparence, mais où elles trouvent, de fait, un abri protecteur sous les grandes quantités de neige qui les recouvrent pendant la saison froide. Pendant l'été la chaleur modérée, comme il vient d'être dit, est d'ailleurs toujours accompagnée dans les hautes montagnes, d'une humidité convenable, tandis que dans la région méditerranéenne les chaleurs estivales sont extrêmement nuisibles aux Mousses à cause de la sécheresse qu'elles déterminent dans l'air et à la surface des corps qui servent habituellement de support à ces petites plantes ; les terres et les sables deviennent brûlants, les fissures de rochers, où se produisent des suintements d'eau pendant l'hiver, se dessèchent, les petites sources tarissent, des changements de niveau non moins nuisibles ont lieu dans les cours d'eau permanents. Ces effets sont d'autant plus intenses que du printemps à l'automne les pluies sont rares ou orageuses, en sorte que la sécheresse du climat méditerranéen devient continue. Aussi les mousses desséchées, comme grillées, semblent disparaître ; ce sont d'ailleurs des espèces annuelles dont l'époque de végétation est adaptée au climat qui forment le fond de la Flore bryologique ; il faut y ajouter quelques Hypnées, des Grimmiées très résistantes, ou des Mousses qui, enfoncées dans les terres et le sable par la base, conservent un peu de vie dans la portion enterrée, en attendant que les conditions soient devenues meilleures à la surface.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

Humidité de l'air. — Comme on vient de le voir, la chaleur est indispensable au développement des Mousses, leur végétation comme toute autre restant suspendue quand la température s'abaisse au-dessous de zéro; mais une chaleur très modérée leur suffit. C'est surtout en modifiant l'humidité de l'air et du sol que la chaleur exerce une influence considérable quoique indirecte sur nos humbles végétaux.

L'action de l'humidité sur les Mousses paraît se trouver dans une relation étroite avec le mode d'évaporation. En général, les causes actives d'évaporation sont des causes limitantes ou négatives de la végétation des mousses. Le tissu entièrement cellulaire et très délicat de ces végétaux absorbe l'eau à l'état liquide ou de vapeur avec une rapidité extrême, mais il la perd avec une facilité non moins grande. L'action directe du soleil, les vents secs, comme la bise dans l'Est, le mistral dans le Midi, une atmosphère chaude et sèche exercent de leur nature une influence nuisible sur la plupart des Mousses; même celles dont l'organisation plus ferme correspond à des localités sans abri n'offrent qu'une résistance très limitée. Ces diverses causes de sécheresse agissant dans le Midi, successivement ou même simultanément avec une intensité très grande, produisent un effet total dont les éléments ont été signalés déjà à plusieurs reprises. Les Mousses ne peuvent s'établir sur les troncs d'arbres ni sur les rochers découverts; le mistral les chasse même du versant nord et ombragé des collines; elles sont contraintes de se réfugier au pied des murs et des rochers dans les bois, dans les lieux couverts et abrités; ce sont des espèces en grande partie annuelles; les espèces vivaces ne traversent la saison sèche qu'au moyen de leurs portions de tiges enterrées et couvertes par un abri quelconque.

Si le nombre des espèces est encore assez considérable, la quantité de dispersion est très faible, en sorte que la végétation bryologique n'a pas d'apparence et ne joue qu'un rôle insignifiant par rapport à ce qu'on voit dans d'autres régions.

L'influence utile de l'humidité se révèle encore dans des circonstances spéciales que je tiens à mettre en évidence. Si dans la région méditerranéenne, les pluies d'automne sont fréquentes et modérées comme elles le furent dès le mois d'octobre, en 1872, les Mousses qui ont réussi à traverser la saison sèche se raniment et végètent avec une vigueur extrême; l'hiver, malgré ses quelques jours de gelée qui d'ailleurs n'arrivent

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

qu'assez tard, et ses jours de mistral, aura toujours assez de temps pour permettre à la végétation de continuer le cours de son développement ; si enfin les mois de mars et d'avril, jusqu'aux premiers jours de mai, offrent encore un nombre suffisant de jours de pluie pour activer la maturation des capsules, la végétation bryologique reprendra, dans une seule saison, par suite de ce concours de circonstances favorables, une richesse tout à fait extraordinaire. C'est ainsi que de l'automne 1872 au printemps 1873, le climat méditerranéen s'étant conformé à ce programme, on vit fructifier abondamment des espèces ordinairement stériles, et on rencontrait partout en grande quantité des espèces qui ne se montrent habituellement qu'avec une extrême parcimonie. L'automne de 1873 et le printemps de 1874 ayant été, au contraire relativement secs, je ne pus retrouver, autour de Nîmes, une foule d'espèces que j'y avais recueillies en grande quantité pendant la saison précédente. Il faut convenir du reste que les conditions météorologiques furent très différentes pendant ces deux années, comme on peut le remarquer sur le tableau suivant extrait de l'*Atlas météorologique de l'Observatoire* pour les années 1872 et 1873.

MILLIMÈTRES D'EAU TOMBÉE DANS LES LOCALITÉS SUIVANTES :

	AUTOMNE	
	1872	1873
Villefort.	1373	552
Toulon	416	294
Gréasque	497	326
Nîmes.	"	248
Montpellier	272	214
Cette	206	496

J'ai observé des faits semblables dans les Vosges ; mais, dans ces contrées, c'est l'humidité du printemps et de l'été qui favorise surtout le développement des Mousses, tandis que la sécheresse arrête la matu-

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

ration des capsules et la floraison pour l'année suivante, fonctions, qui ont lieu pour un grand nombre d'espèces durant les mois de mai, juin, et juillet. De nombreux *Bryum*, les *Buxbaumia* sont particulièrement sensibles à cette influence. Le *Buxbaumia indusiata* est d'ailleurs péniblement affecté des gelées sans neige pendant les hivers rigoureux.

Cette sensibilité des Mousses à l'égard des conditions hygrométriques fait voir jusqu'à quel point la distribution actuelle des Mousses est sous l'empire du climat et toute l'importance qu'il faut donner à la météorologie dans l'étude que nous poursuivons. Malheureusement les données générales recueillies dans les bureaux météorologiques ne suffisent pas, il faudrait arriver à une précision beaucoup plus grande. Il faudrait prendre la température et l'état hygrométrique de l'air au contact des plantes elles-mêmes dans les localités où elles sont en pleine prospérité et dans celles qui, leur étant moins favorables, marquent la limite des espèces. L'indication des jours sereins ou couverts à divers degrés serait aussi d'une grande importance; mais, faute d'un instrument qui enregistre l'état du ciel, les observateurs ne s'entendent pas sur ce point. Il n'est pas douteux cependant que, pour les Mousses qui croissent sur les rochers ou les troncs d'arbres, un ciel nuageux ou simplement couvert prolonge l'effet utile d'une pluie même légère, tandis que le soleil, agissant d'une manière directe et continue, aurait déterminé rapidement l'évaporation de l'eau recueillie à la suite d'une averse.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

STATIONS BRYOLOGIQUES.

On peut concevoir la distribution des plantes et des Mousses en particulier, comme une association naturelle et spontanée des espèces végétales en regard d'un ensemble, plus ou moins nettement défini, dans le milieu où elles sont fixées, de conditions des divers ordres chimique, physique et climatérique.

Les conditions de l'ordre physique et de l'ordre chimique affectent le support et sont le plus souvent très localisées : elles déterminent les *Stations* ; celles de l'ordre climatérique sont susceptibles d'exercer une influence plus large dans l'espace, elles servent à caractériser les *Régions*.

L'état actuel de la Bryologie ne permet pas encore d'établir la distribution des Mousses en *Régions naturelles* embrassant la surface du globe entier ; on est encore obligé de restreindre ce travail à des contrées limitées, comme la France ; c'est une étude d'application qui exige la connaissance d'une multitude de faits particuliers, tandis que la détermination des *Stations* est une étude plus générale qui précède logiquement celle des *Régions* et rentre mieux dans le cadre des principes que je me suis fixé.

Les stations des Mousses se déduisent immédiatement de l'état et des propriétés physiques du support, mais elles peuvent subir des modifications profondes par suite de changements dans la nature chimique de ce même support ou dans l'action de certaines influences atmosphériques, telles que la lumière, le vent, ces dernières causes n'étant pas prises au point de vue climatérique, mais uniquement en raison des modifications locales qu'elles déterminent ; c'est ainsi que le revêtement bryologique d'un rocher n'est pas le même sur ses faces exposées, en pleine lumière, aux rayons du soleil, et sur les faces tournées au nord habituellement à l'ombre. De même, les conditions physiques et chimiques du support restant les mêmes, si les conditions climatériques viennent à changer, les espèces végétales changeront également ; les rochers calcaires des Hautes-Alpes, dans la région alpine, n'ont que peu de Mousses

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

communes avec ceux de la région méditerranéenne en plaine, toutes les circonstances étant les mêmes, à l'exception du climat. Il ne saurait donc être question d'énumérer pour le moment, au sujet de chaque station, toutes les espèces qui s'y rencontrent; il suffira de bien déterminer les stations elles-mêmes, afin de pouvoir comparer ensuite leurs florules respectives dans l'étude des *Régions* bryologiques.

M. A. De Candolle ¹ a donné une liste des principales stations des plantes; il serait difficile pourtant de l'appliquer aux Mousses sans lui faire subir des remaniements qui rendraient méconnaissables son origine et sa portée. On doit à M. Schimper une exposition très élégante des conditions variées que choisissent les Mousses pour y établir leurs humbles colonies; il m'a semblé toutefois que cette question gagnerait à être traitée sous une forme systématique. Je n'ai fait d'ailleurs que maintenir, en la développant, l'énumération proposée dans les *Muscinées de l'Est* ².

On peut reconnaître quatre stations générales : les *Rochers*, la *Terre*, les *Eaux*, les *Troncs d'arbres*.

A. LES ROCHERS.

Les rochers sont siliceux ou calcaires, secs ou humides, exposés au soleil ou ombragés; ils peuvent être de plus compactes et d'une masse continue, ou fissurés, ou désagrégés à la surface. Il faut comprendre sous le titre général de rochers, les blocs détachés plus ou moins volumineux, libres ou formant des murs en pierres sèches ou même des murs avec ciment, pourvu que l'on tienne compte des matériaux solides (moellons) qui portent des Mousses *rupestres* et du ciment qui, à un certain degré de désagrégation, peut recevoir des Mousses propres aux terrains sableux ou terreux. Les stations secondaires qui se rattachent à la dénomination générale des *Rochers*, peuvent être ordonnées de la manière suivante :

¹ *Géographie botanique*, t. I, p. 420-421.

² Boulay : *Muscinées de l'Est*, p. 208.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

A. Rochers siliceux.

- | | | |
|---------|---|--|
| SECS | } | <ol style="list-style-type: none">1. Parois exposées en pleine lumière (<i>rochers apriques</i>): <i>Grimmia commutata</i>, <i>leucophæa</i>, <i>Andreæa petrophila</i>;2. Parois tournées au nord ou couvertes (<i>rochers ombragés</i>): <i>Grimmia torquata</i>, <i>Hartmani</i>;3. Leurs fissures: <i>Bryum elongatum</i>, <i>Weisia fugax</i>, <i>Zygodon lapponicus</i>;4. Leurs excavations et anfractuosités profondes: <i>Tetradontium Brownianum</i>;5. Leurs surfaces désagrégées: <i>Brachyodus trichodes</i>; |
| HUMIDES | } | <ol style="list-style-type: none">6. Parois découvertes: <i>Blindia acuta</i>, <i>Rhacomitrium protensum</i>;7. Parois ombragées: <i>Zygodon Mougeotii</i>. |

B. Rochers calcaires.

- | | | |
|---------|---|---|
| SECS | } | <ol style="list-style-type: none">8. Parois exposées en pleine lumière: <i>Grimmia orbicularis</i>;9. Parois tournées au nord et rochers couverts: <i>Bartramia OEderi</i>, <i>Hypnum Halleri</i>;10. Leurs fissures: <i>Didymodon capillaceus</i>;11. Leurs excavations et parois surplombantes: <i>Hypnum tenellum</i>, <i>Seligeria pusilla</i>, <i>Timmia</i>; |
| HUMIDES | } | <ol style="list-style-type: none">12. Parois et fissures: <i>Weisia verticillata</i>, <i>Seligeria tristicha</i>. |

B. LA TERRE.

Cette station générale assez bien définie par l'état de division plus ou moins complète des éléments rocheux qui la composent, comprend, à son tour, un grand nombre de stations subordonnées très distinctes. On peut distinguer les terres de nature minérale et les terres formées principalement d'humus; les premières se subdivisent en sables, argiles et marnes; l'exposition au soleil ou à l'ombre, l'état de sécheresse ou d'humidité doivent de nouveau être pris en considération. Nous aurons par conséquent :

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

A. Sables et terres de nature siliceuse (argiles).

- | | | |
|-------------------------------------|---|--|
| LIEUX SECS,
EXPOSÉS
AU SOLEIL | { | 13. Sables: <i>Hypnum albicans</i> , <i>Rhacomitrium canescens</i> , <i>Bartramia stricta</i> ; |
| | | 14. Argiles: <i>Ceratodon purpureus</i> . |
| LIEUX COUVERTS | { | 15. Sables fins, argiles: <i>Hypnum Stokesii</i> , <i>Trichostomum pallidum</i> ; |
| | | 16. Sables avec humus dans les bois: <i>Hypnum loreum</i> , <i>purum</i> , <i>Schreberi</i> ; |
| LIEUX FRAIS,
HUMIDES | { | 17. Sables: <i>Bartramia fontana</i> ; |
| | | 18. Argiles: <i>Dicranum varium</i> , <i>rufescens</i> , <i>Hypnum arcuatum</i> , <i>Fissidens taxifolius</i> ; |
| | | 19. Revers des fossés, terre des prairies: <i>Hypnum prælongum</i> , <i>Physcomitrium piriforme</i> , <i>Phascum nitidum</i> ; |
| | | 20. Terre des jardins (humus): <i>Ephemerum serratum</i> , <i>Phascum cuspidatum</i> , <i>muticum</i> . |

B. Sables et terres de nature calcaire (marnes).

- | | | |
|---------------------------------|---|--|
| LIEUX SECS
ET
DÉCOUVERTS | { | 21. Sables et marnes des collines: <i>Hypnum chrysophyllum</i> , <i>Trichostomum flexicaule</i> , <i>Gymnostomum crispatum</i> , <i>Barbula chloronotos</i> , <i>gracilis</i> , <i>inclinata</i> ; |
| | | 22. Mortier calcaire désagrégé sur les murs: <i>Barbula revoluta</i> , <i>aloïdes</i> , <i>ambigua</i> , <i>rigida</i> , <i>vinealis</i> , <i>Bryum murale</i> , <i>atropurpureum</i> . |
| LIEUX COUVERTS,
UN PEU FRAIS | { | 23. Bois humides, haies, pied des murs: <i>Barbula unguiculata</i> , <i>fallax</i> , <i>Phascum rectum</i> , <i>Trichostomum crispulum</i> (lieux frais), <i>Tr. strictum</i> (lieux plus secs). |
| LIEUX HUMIDES | | 24. Terre marneuse des champs et des prairies: <i>Hypnum prælongum</i> , <i>crassinervium</i> , <i>Pottia Starckeana</i> , <i>Phascum triquetrum</i> , <i>Ephemerum recurvifolium</i> . |

C. Humus et matières organiques.

25. Emplacements des meules à charbons dans les bois: *Funaria hygrometrica*, *Barbula convoluta*, *Bryum argenteum*.
26. Matières organiques en décomposition: *Splachnum gracile*, *Tayloria serrata*. — V. nos 16 et 20.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

C. LES EAUX.

Il n'y a pas de Mousse qui flotte librement à la surface de l'eau comme les *Lemna* ou le *Riccia natans*, elles sont toujours fixées soit à des rochers, des pierres ou des bois submergés. Cependant la station aquatique existe quand les Mousses sont habituellement plongées dans l'eau ou en grande partie inondées; l'eau semble dès ce moment jouer le rôle principal. Les eaux sont courantes ou stagnantes : les premières coulent sur des terrains siliceux ou des terrains calcaires ou encore entraînent soit de la silice, soit du carbonate de chaux. Les eaux stagnantes ne sont distinguées ici qu'en tant qu'il s'y développe des composés ulmiques.

A. Eaux courantes.

27. Chargées de silice : *Hypnum dilatatum*, *plumosum*, *Rhacomitrium aciculare*;
28. Chargées de carbonate de chaux : *Hypnum commutatum*, *Cinclidotus*;
29. Chargées de sel marin : *Pottia Heimii*, *Grimmia maritima*.

B. Eaux stagnantes.

30. Marécages : *Hypnum stellatum*, *nitens*, *elodes*;
31. Tourbières : *Polytrichum strictum*, *gracile*, *Dicranum cerviculatum*, *Bergeri*;
32. Vase noire des étangs en voie de dessèchement : *Trematodon ambiguus*, *Atrichum tenellum*, *Phascum palustre*.

N. B.— L'influence de l'élément calcaire n'est pas nulle dans les marécages tourbeux et les tourbières; les *Hypnum scorpioides*, et *lycopodioides* en relèvent.

D. LES TRONCS D'ARBRES.

Cette station est exclusive pour un grand nombre de Mousses; les troncs pourris ont aussi leurs espèces qui à l'exception du *Dicranodontium longirostre* n'ont rien de commun avec celles des tourbières.

33. Ecorces des arbres vivants : *Orthotrichum* (un grand nombre d'espèces), *Leucodon sciuroides*, *Habrodon*;
34. Bois pourrissants à l'ombre dans les forêts : *Hypnum silesiacum*, *Buxbaumia indusiata*.

Principes généraux de la distribution géographique des mousses.

Thèse de Botanique présentée à la Faculté des Sciences de Caen pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles par M. l'Abbé N. BOULAY, soutenue le 28 décembre 1876.

Dans le tableau qui précède, les espèces citées comme exemples, sont pour la plupart caractéristiques et exclusives ne vivant que dans une station unique. D'autres sont moins délicates, plusieurs savent même se plier à toutes les exigences ; elles croissent à l'ombre et au soleil, dans les lieux secs et les lieux humides, sur la terre, les rochers, les troncs d'arbres. Elles correspondent aux espèces indifférentes pour la nature chimique du support, ce ne sont pourtant pas toujours les mêmes espèces. Les plus remarquables de celles qui peuvent occuper de la sorte un grand nombre de stations, sont :

Hypnum molluscum, *Barbula unguiculata*,
— *cupressiforme*, — *ruralis*,
— *rutabulum*, *Dicranum scoparium*,
— *velutinum*, *Ceratodon purpureus*,
— *serpens*, *Bryum argenteum*.

D'autres vivent sur les rochers calcaires, les rochers siliceux, les troncs d'arbres, pourvu que leur support présente certaines conditions climatériques :

Hypnum atrovirens, *Leskea nervosa*, *Leptodon Smithii*.

Le *Pterogonium filiforme* se trouve sur les troncs d'arbres et les rochers siliceux, jamais sur les rochers calcaires (*esp. calcifuge*).

Le *Pterog. gracile* a des préférences marquées en sens inverse.

Plusieurs Mousses sont indifférentes à la nature chimique du support, pourvu qu'elles trouvent une station aquatique convenable : *Hypnum rusciforme*, *alopecurum*, *Fontinalis antipyretica*.

Les séries exclusives sont donc reliées par des termes de transitions.

Vu :

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

Is. PIERRE.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie,

J. M. SEGUIN.

Lille, Lefebvre-Ducrocq.