

L'hygrothermie du climat

facteur déterminant la répartition des espèces atlantiques

par J. AMANN, Lausanne

L'un des problèmes les plus intéressants de la géographie botanique concerne la répartition, dans l'Europe centrale, d'un certain nombre de plantes phanérogames et cryptogames appartenant au groupe dit «atlantique». Celui-ci, on le sait, comprend des espèces dont le centre de répansion se trouve sur les côtes de l'Atlantique ; parmi ces espèces, on peut distinguer, avec les phytogéographes modernes, trois groupes principaux : 1. les *euatlantiques* qui ne dépassent guère les limites du domaine atlantique européen et deviennent fort rares au delà ; 2. les *subatlantiques* dont l'aire de dispersion est plus étendue et s'étend dans le domaine méditerranéen ; 3. les *euryatlantiques* qui se retrouvent à la fois dans les domaines atlantiques européen et nordaméricain.

Dans ma Bryogéographie de la Suisse ¹, j'ai examiné sommairement la répartition des Mousses du groupe atlantique dans notre pays. Pour ces cryptogames aussi, on constate le fait remarquable, et au premier abord assez inexplicable, que certaines espèces répandues dans les contrées avoisinantes : France orientale, Vosges, Forêt-Noire, etc., semblent s'arrêter à la frontière suisse, qu'elles ne franchissent pas ou en deça de laquelle elles deviennent rares ou très rares.

On a dit de ces plantes qu'elles fuient les Alpes, ce qui n'est pas une explication, et n'est d'ailleurs pas exact, puisque certaines d'entr'elles, assez nombreuses, remontent, au Tessin par exemple, dans les vallées alpines.

¹ 1 vol. in 8° 453 pp, cartes géographiques et 32 pl. (Matériaux pour la Flore cryptogamique suisse vol. 6 fasc. 2), Zurich 1928, chez Frézy frères S. A., éditeurs.

Le représentant le plus remarquable du groupe euatlantique en Suisse est le *Breutelia arcuata* (Dickson), belle mousse qui ne s'y trouve que dans un territoire relativement très réduit et bien délimité, sur les rives du Lac des Quatre Cantons et celles du Lowerzersee, dans les prairies humides, entre 500 et 700 m. d'altitude. L'aire de dispersion de cette mousse comprend la Corse, les Pyrénées, la Grande-Bretagne, les Faeröer, la Norvège, jusqu'au 60° 44 lat. ; elle s'avance à l'Est jusqu'en Westphalie.

D'autres espèces, assez nombreuses, rentrant pour la plupart dans le groupe subatlantique, n'ont été observées, dans notre pays, que dans des districts de peu d'étendue, soit au N des Alpes, soit au Tessin. Ces espèces à dispersion sporadique, rares en Suisse, sont principalement :

<i>Andreaea Huntii</i>	<i>Grimmia montana</i>
<i>Rothii</i>	<i>Muehlenbeckii</i>
<i>crassinervia</i>	<i>Tetrodontium</i>
<i>Hymenostomum squarrosum</i>	<i>Mnium hornum</i>
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	<i>Philonotis laxa</i>
<i>Oreoweisia Bruntoni</i>	<i>Breutelia</i>
<i>Rhabdoweisia serrulata</i>	<i>Aulacomnium androgynum</i>
<i>Campylopus subulatus</i>	<i>Catharina tenella</i>
<i>Dicranodontium aristatum</i>	<i>Hausknechtii</i>
<i>Ditrichum vaginans</i>	<i>Fontinalis squamosa</i>
<i>Pottia Heimii</i>	<i>Pterygophyllum</i>
<i>Trichostomum caespitosum</i>	<i>Pterogonium</i>
<i>litorale</i>	<i>Platygyrium</i>
<i>Seligeria calcarea</i>	<i>Heterocladium heteropterum</i>
<i>acutifolia</i>	<i>Isothecium myosuroides</i>
<i>Schistostega</i>	<i>Brachythecium laetum</i>
<i>Barbula sinuosa</i>	<i>Enrynchium speciosum</i>
<i>Tortula canescens</i>	<i>Stokesii</i>
<i>Dialytrichia</i>	<i>Rhynchostegiella pallidirostra</i>
<i>Zygodon rupestris</i>	<i>Teesdalei</i>
<i>gracilis</i>	<i>curvirostra</i>
<i>Forsteri</i>	<i>Plagiothecium latebricola</i>
<i>Funaria dentata</i>	<i>Drepanium imponens</i>
	<i>resupinatum</i>

Les espèces suivantes, très rares ou nulles au N des Alpes, sont plus fréquentes dans la région insubrienne (Tessin) :

<i>Dicranum spurium</i>	<i>Brachysteleum polyphyllum</i>
<i>Campylopus brevipilus</i>	<i>incurvum</i>
<i>polytrichoides</i>	<i>Anomobryum juliforme</i>
<i>Leucobryum albidum</i>	<i>Epipterygium Tozeri</i>
<i>Fissidens rivularis</i>	<i>Philonotis rigida</i>

<i>Octodiceras</i>	<i>Cryphaea</i>
<i>Leptodontium flexifolium</i>	<i>Sematophyllum demissum</i>
<i>Tortula cuneifolia</i>	<i>Hygrohypnum eugyrium</i>
<i>latifolia</i>	<i>Hypnum Haldanianum</i>

Non encore observées en Suisse sont, à ce jour, les atlantiques :

<i>Bruchia vogesiaca</i>	<i>Ulota calvescens</i>
<i>Rhabdoweisia crenulata</i>	<i>Discelium</i>
<i>Dicranum scottianum</i>	<i>Stableria</i>
<i>Fissidens polyphyllus</i>	<i>Catharinea crispa</i>
<i>Hedwigidium</i>	<i>Myrinia</i>
<i>Orthotrichum Sprucei</i>	<i>Hyocomium</i>
<i>rivulare</i>	<i>Hygrohypnum micans</i>
<i>pulchellum</i>	<i>Sphagnum Pylaiei</i>
<i>gymnostomum</i>	<i>Gravetii</i>

Quels sont les facteurs biologiques du climat et du terrain qui déterminent la répartition de ces espèces atlantiques ?

Nous savons que ce sont des hygrothermiques et que leur présence est liée au climat océanique, caractérisé par des précipitations abondantes, une température hivernale relativement élevée, une température estivale modérée, avec des variations réduites. Quant aux conditions du terrain, je puis me dispenser de les examiner ici, le groupe atlantique comprenant des espèces à exigences très diverses : calcifuges, calcicoles, oxyphiles, basiphiles, indifférentes, etc. La question que j'ai cherché à résoudre et qui fait l'objet de ce travail est celle-ci : *est-il possible, au moyen des données météorologiques, d'obtenir une expression numérique de l'« hygrothermicité » du climat d'une contrée ou d'une localité, qui corresponde, en général, à la présence ou à l'absence constatée des espèces atlantiques et qui permette, d'autre part, de prévoir cette présence ou cette absence ?*

Le problème revient en somme à trouver un évaluation de l'« océanité » du climat. Cette évaluation a été tentée déjà par plusieurs auteurs ; c'est ainsi que H. Gams¹, a proposé, comme mesure de l'océanité, le rapport entre la quantité moyenne annuelle des précipitations (en mm.) et l'altitude du lieu considéré (en m.), ce rapport représentant, selon lui, la « tangente de l'angle d'océanité ». Ce mode d'évaluation me paraît critiquable a priori en ceci que, pour tous les lieux situés à des altitudes très faibles, voi-

¹ « Christfestschrift » et « Von den Follatères zur Dent de Morcles », p. 82.

sines de 0 (au niveau de la mer p. exemple), l'angle d'océanité est maximum quelle que soit, d'ailleurs, la quantité des précipitations (qui peut être très différente d'un lieu à l'autre) et quelles que soient, d'autre part, les conditions thermiques.

L'existence des espèces atlantiques étant liée à un certain degré d'hygrothermicité du climat, c'est celle-ci qu'il convient d'évaluer : ce que je propose de faire par le calcul de ce que j'appelle l'*hygrothermie*.

Pour ce faire, je considère que l'hygrothermie est, par définition, directement proportionnelle à la quantité de précipitations et à la température, inversément proportionnelle, par contre, à l'étendue des variations de cette dernière.

La quantité des précipitations peut être représentée par la moyenne annuelle d'eau tombée P exprimée en cm. ; la température par la moyenne annuelle T ; l'étendue des variations par la différence $t_{VII} - t_I$ entre les températures moyennes du mois le plus chaud (juillet) et le plus froid (janvier). La formule très simple par laquelle nous calculerons l'hygrothermie H pour une localité ou contrée sera ainsi :

$$H = \frac{PT}{t_{VII} - t_I}$$

Il serait peut-être préférable de représenter l'étendue des variations par l'écart des températures extrêmes moyennes, et de calculer l'hygrothermie par la formule

$$H = \frac{PT}{\text{max. moyen} - \text{minim. moyen}}$$

Mais ces données météorologiques sont moins facilement accessibles que les températures moyennes mensuelles. Dans la plupart des cas, les résultats relatifs ne seraient d'ailleurs pas changés.

Il conviendrait, d'autre part, de tenir compte des données relatives à l'évaporation, mais ces mesures n'ont, jusqu'ici, pas été faites d'une façon générale dans notre pays.

¹ Afin d'éviter d'obtenir des valeurs négatives de H, provenant de températures inférieures à 0°, qui n'auraient pas de signification, on pourrait exprimer T en valeur absolue. Ceci n'est pas nécessaire si nous considérons que le climat pour qui T est négatif est un climat froid et non un climat tempéré hygrothermique, ce qui nous permet d'exprimer T en degré C.

Concernant les variations des différents facteurs de la formule en Suisse, nous avons pour P des valeurs comprises entre un minimum de 52,8 cm. pour Grächen (Valais), la localité la plus sèche de notre pays, et un maximum de 198 cm. au Monte Generoso (Tessin) ¹. Les sommités des Hautes Alpes, pour lesquelles les précipitations annuelles atteignent et dépassent 200 cm., n'en trent pas en ligne de compte pour notre but.

La température moyenne annuelle varie de 1,2° à Bevers (Grisons), à 11,8° à Locarno. La différence $t_{VII} - t_I$ va de 13,9° au Saentis (Appenzell) à 21,7° à Bevers. Comme valeurs extrêmes de H, nous trouvons un minimum de 5 pour Pontresina (Haute Engadine) et un maximum de 110 pour Locarno ¹.

Généralement parlant, on peut dire qu'au climat océanique tempéré correspond une hygrothermie supérieure à 30 ; les climats moyens présentent des valeurs intermédiaires.

Si, au moyen des données météorologiques, tirées de l'ouvrage classique « Das Klima der Schweiz » (de Maurer, Billwiller et Hess, 1909-1910), nous établissons la liste des localités pour lesquelles l'hygrothermie est égale ou supérieure à 50, nous voyons que les parties de la Suisse à climat océanique ainsi caractérisé sont principalement :

1. La région insubrienne où l'hygrothermie va en augmentant de la Lévantine supérieure jusqu'au Lac Majeur (Airolo 47,2 ; Faido 65 ; Biasca 83 ; Bellinzona 101 ; Locarno 110) et Ceresio (Castasegna 76 ; Lugano 97 ; Generoso 74,5).

2. Quelques districts d'étendue réduite, au N des Alpes :

a) Vallée de la Reuss (Gurtellen 59,2 ; Göschenen 55,5 ; Wassen 55,1) ;

b) les rives du Lac des Quatre Cantons et des lacs de Zug et de Lowerz (Lucerne 50 ; Altdorf 66 ; Gersau 84,6 ; Schwytz 82,1 ; Zug 53,5), jusqu'au Brünig (57,7) ;

c) la vallée de la Linth et les rives du lac de Zurich (Linthal 63 ; Glaris 56 ; Waedenswil 62,5) ;

¹ L'hygrothermie minimum, correspondant à une continentalité maximale du climat, s'abaisse par exemple à $H = 1$ pour Barnaul sur l'Ob, en Sibérie méridionale (latitude à peu près celle de Hamburg) ($P = 19, T = 2, t_{VII} - t_I = 37, 8$).

Pour le climat hygrothermique des côtes européennes de l'Atlantique, H a des valeurs comprises entre 60 et 100. Au climat tropical de Dar ès Salam (Afrique orientale), hygrothermique à l'extrême, correspond une valeur de $H = 858$ ($P = 107, T = 24, t_{VII} - t_I = 3$).

- d) quelques localités de l'Oberland St-Gallois (Sargans 62 ; Altstaetten 55,3) et des cantons de St-Gall et Appenzell (Trogen 52 ; St-Gall 52,2) ;
- e) la vallée de l'Aar dans l'Oberland bernois (Beatenberg 53 ; Brienz 55,5 ; Meiringen 53,6 ; Guttannen 59,2) ;
- f) quelques localités des rives du Léman (Clarens 54,5 ; Montreux 59,5 ; Les Avants 57,2 ; Villeneuve 55,2).

En examinant, d'autre part, la répartition, en Suisse, des mousses du groupe atlantique, telle qu'elle résulte des données fournies par la Flore des Mousses de la Suisse vol. II^a, il est aisé de se rendre compte que cette répartition correspond exactement au climat océanique représenté par une hygrothermie égale ou supérieure à 50.

Les nombreux types atlantiques de la région insubrienne (*Campylopus polytrichoides*, *Fissidens rivularis* de Lugano. *Sematomyllum demissum* de Locarno, etc.), le *Breutelia* du Lac des Quatre Cantons, les florules muscinales riches en espèces atlantiques de la Hohe Rohne (*Tetrodontium*, *Pterygophyllum*), le *Pterygophyllum* à Trogen, le *Cryphaea* à Rheineck, les atlantiques calcifuges de la vallée de Gadmen et du Hasli (*Andreaea Huntii*, *A. crassinervis*, *Rhabdoweisia denticulata*, *Oreoweisia Bruntoni*, *Brachysteleum polyphyllum*, *Pterygophyllum*, *Plagiothecium undulatum*, etc., etc., ainsi que les calcicoles des Gorges du Chaudron sur Montreux, (*Trichostomum mutabile*), sont des exemples, qu'il serait facile de multiplier, de cette coïncidence remarquable de la richesse de la flore en espèces atlantiques et subatlantiques avec les valeurs relativement élevées de l'hygrothermie.

Cette notion, que j'ai lieu de croire nouvelle, de l'hygrothermie calculée en fonction des données météorologiques, peut, on le voit, être utile au phytogéographe et au botaniste, en les rendant p. ex. attentifs au fait qu'il y a lieu de s'attendre à trouver certaines espèces du groupe atlantique, non encore signalées, dans les régions ou les localités où l'hygrothermie présente des valeurs suffisamment élevées². C'est le cas p. ex. pour la florule des mousses,

¹ Amann J., en collaboration avec C. Meylan et P. Culmann. Edité par l'Herbier Boissier 1912, Genève, Institut botanique de l'Université. Ainsi que les Additions et rectifications à cette Flore que j'ai publiées jusqu'ici : Ire série 1918, 2me 1920, 3me 1921, 4me 1923, 5me 1928.

² En tenant compte, il va sans dire, des autres exigences biologiques de ces mousses (calcifugie, calciphilie, oxyphilie, basiphilie, etc., etc.).

très peu ou non encore étudiée, de la vallée de la Linth, de la Léventine supérieure, etc.

Il importe cependant de remarquer ici que, pour les espèces atlantiques aussi, c'est le *climat local*, c'est-à-dire celui de la station qu'elles habitent, et qui peut être d'étendue très restreinte, qui importe. Or ce climat local peut, dans certains cas, différer notablement du climat général tel qu'il ressort des données météorologiques. Ceci explique beaucoup d'anomalies apparentes et de découvertes inattendues. Même dans une contrée où l'hygrothermie du climat général est moyenne ou faible, il peut se trouver certaines stations locales où elle est suffisamment élevée pour permettre l'existence d'espèces très exigeantes sous ce rapport. Ceci est tout particulièrement le cas pour les Muscinées, qui, du fait de leur taille exiguë et de leur contact avec le sol, sont sous la dépendance étroite du climat local. C'est sans doute à un climat local suffisamment hygrothermique qu'il faut attribuer la présence inattendue de certaines espèces dans des stations très abritées, telles p. ex. le *Schistostega* de la vallée d'Entremont, les *Pterogonium*, *Isothecium myosuroides*, *Heterocladium heteropterum*, *Aulacomnium androgynum* de la vallée du Trient, ainsi que les stations isolées sur le Plateau suisse du *Mnium hornum* et du *Dicranoweisia cirrata*, si rares chez nous, alors qu'ils sont répandus et abondants dans les hêtraies de l'Europe centrale.

A la faveur des conditions spéciales qu'elles trouvent réalisées dans certaines stations très abritées, les mousses atlantiques peuvent parfois monter à des altitudes exceptionnellement élevées : c'est ainsi p. ex. que j'ai observé le *Dryptodon atratus* à 2000 m. (Culmann, au Rottal à 2600 m.), *Isothecium myosuroides* au Diabley, à 2400 m., *Ceratodon conicus* à 2000 m. à l'Alpe de Fully, et que le *Schistostega* d'Entremont monte jusqu'à l'Alpe de la Pierre, à 2070 m. (Chanoine Bender), etc.

Je veux encore noter le fait que certaines espèces du groupe atlantique ne se trouvent, en Suisse, que dans les Alpes (zones sub-alpine et alpine); ces mousses, que l'on pourrait appeler *oréoatlantiques*, sont p. ex. *Rhabdoweisia denticulata*, *Ditrichum zonatum*¹, *Bryum Muehlenbeckii*, *Isopterygium Muelleri*, *Plagiothecium neckeroideum*, *Andreaea frigida*.

¹ On a souvent confondu cette espèce avec la var. **condensatum** du **Ditrichum flexicaule** bien différent.

Pour certaines vallées cisalpines, à direction N-S, il paraît que l'hygrothermie est due à l'action de causes spéciales, telles p. ex. que le fœhn, ce pourquoi, dans ma Bryogéographie, j'ai fait mention des « mousses du fœhn » ; ce n'est pas le lieu, ici, d'examiner cette question.

Conclusions : Les Mousses du groupe atlantique se trouvent, en Suisse, dans les localités et les districts pour lesquelles l'hygrothermie du climat, calculée au moyen de la formule indiquée plus haut, présente des valeurs suffisamment élevées (supérieures p. ex. à 50).

C'est à la combinaison de ce facteur climatiqué avec les autres facteurs écologiques du sol, qu'il faut attribuer la présence de celles de ces espèces qui, en outre du climat, ont des exigences spéciales (espèces calcifuges, neutrophiles ou oxyphiles p. ex.). La richesse remarquable en espèces atlantiques calcifuges, de la florule de certains districts (comme le Tessin p. ex.) s'explique de la même manière.

Le climat local, dans une station d'étendue réduite, peut rendre possible l'existence de certaines espèces atlantiques lorsque son hygrothermie est suffisante, alors même que le climat général de la contrée, tel qu'il ressort des données météorologiques, semblerait exclure cette présence. Toutes choses égales d'ailleurs, les stations à climat hygrothermique favorable seront d'autant plus fréquentes que l'hygrothermie du climat général sera plus élevée.

Lausanne (2, Av. Rambert), juillet 1929.
