

ANNALES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE LYON

FONDÉE EN 1822

ET DES

SOCIÉTÉ BOTANIQUE DE LYON
SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE ET DE BIOLOGIE DE LYON

RÉUNIES

ANNÉE 1929

NOUVELLE SÉRIE. — TOME SOIXANTE-QUINZIÈME



α βοτάναι σιγηλῶς τὸ ὠφελοῦν
προΐσονται.

LYON

JOANNÈS DESVIGNE & FILS, LIBRAIRES-ÉDITEURS

36 A 42, PASSAGE DE L'HOTEL-DIEU

1930

L'ORIGINE
ET
LE DÉVELOPPEMENT DES FLORES
DANS LE MASSIF CENTRAL DE FRANCE
avec aperçu sur les migrations des Flores
dans l'Europe sud-occidentale
(Suite)

PAR
JOSIAS BRAUN-BLANQUET

Présenté à la Société Linnéenne de Lyon, en la Séance du 25 Avril 1921.

C. Élément eurosibérien-boréoaméricain.

1° CARACTÉRISTIQUE ET SUBDIVISION.

Caractéristique phytosociologique et floristique, p. 98, importance de l'élément dans le Massif Central, p. 100, limites méridionales en France, p. 101, ancienneté de l'élément, p. 102, colonies eurosibériennes dans l'Afrique du Nord, p. 102, subdivision de la région, p. 103.

La région eurosibérienne-boréoaméricaine, la plus vaste du globe, embrasse une grande partie de l'hémisphère boréal, des côtes atlantiques de l'Europe à travers l'Eurasie et l'Amérique boréale jusqu'aux rivages atlantiques du Canada et des Etats-Unis. Elle est limitée vers le Sud par les régions méditerranéenne, aralo-caspienne, sino-japonaise, californienne et par les steppes désertiques et les forêts subtropicales toujours vertes des Etats-Unis.

La végétation, remarquablement homogène sous la même latitude, se déploie en ceintures (zones plus ou moins nettes) de largeur variable. Venant du Sud, on traverse d'abord les forêts d'arbres à feuilles caduques, puis les futaies sombres de Conifères, sur leurs limites des groupements arbustifs, des landes à arbrisseaux nains, des prairies à Graminées et Cypéracées et enfin des tapis de Mousses et Lichens. La ceinture d'arbres à feuilles caduques manque cependant à l'intérieur des grands continents.

Cette zonation se retrouve comme condensée dans les hautes montagnes des parties méridionales de la région.

A côté des groupements climatiques, les landes à bruyères dans l'Ouest (domaine atlantique), les prairies humides (bas marais) et les marais à sphaignes (tourbières bombées) occupent une surface considérable.

La flore de cet immense territoire offre de nombreux traits communs. Parmi les familles qui ont leur centre de développement et d'extension actuel dans la région eurosibérienne-boréoaméricaine, nous citerons les Cypéracées-Caricoidées, Joncacées, Salicacées, Juglandacées, Bétulacées, Renonculacées, Saxifragacées, Rosacées, Acéracées, Pyrolacées, Diapensiacées. De nombreux genres spéciaux et beaucoup d'espèces sont confinés presque exclusivement dans l'Eurosibérie, y compris les hautes montagnes de l'Asie centrale et dans la partie septentrionale de l'Amérique du Nord. Tels sont par exemple les genres: *Veratrum*, *Streptopus*, *Convallaria*, *Cæloglossum*, *Corallorhiza*, *Listera*, *Epipactis*, *Betula*, *Asarum*, *Caltha* sect. *Eucaltha*, *Trollius*, *Isopyrum*, *Actæa*, *Dentaria*, *Pyrola*, *Ledum*, *Oxycoccus*, *Aleciorolophus*, *Melampyrum*, *Adoxa*, *Arnica*, *Petasites*, etc., ainsi que de nombreuses espèces très répandues, appartenant à d'autres genres comme *Alnus incana*, *Rubus Idæus*, *Oxalis Acetosella*, *Vaccinium spec.*, *Lonicera cœrulea*, etc., etc.

Dans les classes des végétaux inférieurs, les rapports entre les différentes parties de la région sont évidemment encore plus étroits. Parmi 11 genres holarctiques d'Hépatiques, 139 espèces, soit 85,5 % des espèces européennes sont également nord-américaines ; 85 % des espèces européennes du genre *Lophozia* et 76 % des *Cephalozia* se retrouvent dans l'Amérique boréale (K. Müller, 1916). Ces faits et de nombreuses constatations concordantes témoignent non seulement de conditions climatiques relativement uniformes, mais encore ils confirment l'ancienne connexion des continents eurasiatique et nord-américain, pressentie dès 1798 par Willdenow (p. 497), qui en a donné l'explication aujourd'hui généralement admise.

Maints genres, d'une répartition moins étendue, restent cantonnés dans l'Eurasie boréale et ne franchissent pas le détroit de Behring ; ainsi par exemple : *Paris*, *Chamorchis*,

Herminium, *Gymnadenia*, *Epipogium*, *Neottia*, *Alliaria*, *Anthriscus*, *Ægopodium*, *Ligularia*, *Arctium*, etc. Parmi les arbres et arbustes de la même catégorie, il faut citer : *Pinus silvestris*, *Picea excelsa* (manque à l'état spontané dans le Massif Central), *Ulmus scabra*, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *S. cinerea*, *S. aurita*, *Sorbus Aucuparia*, *Tilia cordata*, *Viburnum Opulus* (excl. *V. americanum*), *Lonicera Xylosteum*, etc. Plusieurs espèces de ce groupe, introduites de l'Europe, se sont d'ailleurs très bien acclimatées aux Etats-Unis.

A l'élément eurosibérien-boréoaméricain appartient le gros de la végétation prairiale et silvatique eux étages moyen et supérieur du Massif Central. Il se révèle par ses landes touffues de bruyères et de genêts, ses taillis et forêts d'arbres à feuilles caduques et par la fraîche verdure des prairies plantureuses. L'importance de cet élément diminue d'ailleurs progressivement du Nord au Sud et du Sud-Ouest au Sud-Est. Dans les contreforts sud-occidentaux des Cévennes par exemple : (Montagne Noire, Monts de Lacaune), soumis au régime atlantique, toute cette végétation descend jusqu'au bas des vallées (400-600 m. d'alt.) où les précipitations annuelles sont inférieures à 800 millimètres, tandis qu'elle reste confinée à l'étage du hêtre (au-dessus de 900 à 1.000 m.), étage des pluies abondantes (au-dessus de 1.500 m/m par an) dans les Cévennes sud-orientales: Mont Lozère, massif de l'Aigoual. A l'approche de la plaine méditerranéenne, les plantes eurosibériennes-boréo-américaines se raréfient de plus en plus, et beaucoup disparaissent définitivement sur la lisière méridionale du Massif Central. Les espèces suivantes ont dans les Cévennes méridionales leur limite extrême vers le littoral :

<i>Dryopteris Phegopteris</i> (L.) C. Christensen	<i>Nardus stricta</i> L.
— <i>Linnaeana</i> C. Christensen	<i>Eriophorum latifolium</i> Hoppe
— <i>spinulosa</i> (Müll.) O. Ktze.	<i>Carex pulicaris</i> L.
<i>Blechnum spicant</i> (L.) Sm.	— <i>paniculata</i> L.
<i>Equisetum hiemale</i> L.	— <i>leporina</i> L.
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	— <i>pilulifera</i> L.
<i>Calamagrostis arundinacea</i> Roth	— <i>alba</i> Scop.
<i>Agrostis canina</i> L.	— <i>pallescens</i> L.
<i>Milium effusum</i> L.	— <i>digitata</i> L.
<i>Sieglingia decumbens</i> (L.) Bernh.	— <i>inflata</i> Huds.
<i>Melica nutans</i> L.	<i>Juncus acutiflorus</i> Ehrh.
<i>Festuca silvatica</i> (Poll.) Vill.	<i>Luzula nivea</i> (L.) Lam. et DC.
	<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker-Gawler

- Lilium Martagon* L.
Scilla bifolia L.
Paris quadrifolia L.
Majanthemum bifolium L.
Convallaria majalis L.
Polygonatum multiflorum (L.) All.
Orchis latifolius L.
— *Traunsteineri* Saut.
Goodyera repens (L.) R. Br.
Corallorhiza trifida Châtel.
Neottia Nidus avis (L.) Rich.
Epipactis (Helleborine) atropurpurea
Raf.
Salix aurita L.
Populus tremula L.
Betula pendula Ehrh.
Fagus silvatica L.
Ulmus scabra Mill.
Thesium pyrenaicum Pourr.
Chenopodium Bonus Henricus L.
Silene nutans L.
Melandrium dioicum (L.) Sch. et Th.
Dianthus superbus L.
— *deltoides* L.
Stellaria nemorum L.
Scleranthus perennis L.
Caltha palustris L.
Actæa spicata L.
Corydalis solida (Mill.) Sw.
— *cava* (Mill.) Schw. et Kœrte
Cardamine amara L.
— *hirsuta* L. ssp. *silvatica* (Lk.)
Rouy et Fouc.
Dentaria digitata Lamk.
Lunaria rediviva L.
Sedum villosum L.
Parnassia palustris L.
Ribes alpinum L.
Filipendula Ulmaria (L.) Max.
Geum rivale L.
Alchemilla spec. div.
Potentilla rupestris L.
— *erecta* (L.) Hampe
— *heptaphylla* L.
Rosa tomentosa Sm.
Rubus spec. div.
Prunus Padus L.
Sorbus aucuparia L.
Trifolium agrarium L.
— *montanum* L.
— *medium* Huds.
Lathyrus vernus Bernh.
- Geranium pratense* L.
— *silvaticum* L.
Oxalis Acetosella L.
Euphorbia dulcis Jacq.
Acer platanoides L.
Rhamnus Frangula L.
Daphne Mezereum L.
Peplis Portula L.
Epilobium angustifolium L.
— *montanum* L.
— *collinum* Gmel.
Laserpitium latifolium L.
Pimpinella magna L.
Conium maculatum L.
Pyrola secunda L.
— *chlorantha* Sw.
— *minor* L.
Vaccinium Myrtillus L.
Primula elatior (L.) Schreb.
— *officinalis* Jacq.
Gentiana cruciata L.
— *ciliata* L.
— *Pneumonanthe* L.
Verbascum nigrum L.
Veronica montana L.
— *serpyllifolia* L.
— *longifolia* L. (Aubrac) isolé.
Euphrasia Rostkoviana Haync
— *tatarica* Fisch.
— *picta* Wimm.
— *gracilis* Pers.
Pedicularis silvatica L.
Melampyrum pratense L.
Galium vernum Scop.
— *rotundifolium* L.
— *uliginosum* L.
Asperula odorata L.
Sambucus racemosa L.
Adoxa moschatellina L.
Gnaphalium uliginosum L.
— *silvaticum* L.
Antennaria dioica L.
Senecio silvaticus L.
— *spathulifolius* (Gmel.) DC.
— *nemorensis* L.
Doronicum Pardalianches L. em.
Scop.
Arctium (Lappa) nemorosum Lej. et
Court.
Scorzonera humilis L.
Prenanthes purpurea L.
Hieracium spec. div.
De nombreuses Mousses et Lichens.

D'autres espèces s'éteignent à l'ubac des derniers plis de la bordure cévenole: Pic Saint-Loup, Séranne, Rocher d'Anduze, etc. Un certain nombre d'espèces eurosibériennes s'insinuent même dans les plaines du Languedoc, suivant les cours d'eau, les prairies humides, les bois riverains, les marais, en général les stations où les eaux phréatiques se maintiennent pendant toute l'année à un niveau élevé. Ces circonstances édaphiques spéciales permettent l'établissement de colonies eurosibériennes en pleine région méditerranéenne, par exemple dans le delta du Rhône, en Camargue et dans la plaine alluviale du Lez, près de Montpellier, contrées sèches, qui ne reçoivent que 500 à 650 millimètres de pluie par an (v. carte des pluies).

Les espèces eurosibériennes comptent parmi les plus anciennes de notre flore. Dès l'Oligocène, les genres *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Salix*, etc., font souche. Les gisements miocènes du Cantal, attribués au Pontien, renferment le hêtre (*Fagus sylvatica*), des saules (*Salix alba*, *S. cinerea*), les *Betula pendula*, *Carpinus Betulus*, *Corylus Avellana* et d'autres essences ligneuses de cet élément (v. chap. I). Des circonstances particulières ont dû empêcher la fossilisation des satellites herbacées, mais il y a lieu de penser qu'elles y étaient également représentées. Une preuve vivante en est le curieux endémique paléogène tertiaire, *Arabis cebennensis*, d'affinités médio-européennes (voir chapitre endémisme).

Il existe en outre comme survivants par disjonction de nombreuses espèces eurosibériennes dans les îles méditerranéennes et les montagnes de la Mauritanie, contrées qu'elles ont dû gagner pour la plupart avant la fin du Tertiaire, c'est-à-dire avant les effondrements méditerranéens qui ont définitivement séparé le continent africain de l'Europe. Le massif des Babors au Nord de Sétif, s'élevant à 2.004 mètres, a conservé une intéressante colonie d'espèces eurosibériennes, dont quelques-unes ne se retrouvent pas ailleurs en Afrique, (*Orchis maculatus*, *Mercurialis perennis*, *Asperula odorata*). *Viburnum lantana* est ici et dans les bois et les gorges du Moyen Atlas marocain. Dans les hautes montagnes du Djurdjura, de l'Aurès et de l'Atlas marocain se rencontrent par exemple: *Taxus baccata*, *Juniperus nana*, *Elymus europæus*, *Alopecurus pratensis*, *Brachypodium pinnatum*, *Platanthera bifolia*, *Alnus glutinosa*,

Populus tremula, *Stellaria holostea*, *Ranunculus repens*, *Thalictrum minus*, *Alliaria officinalis*, *Ribes uva-crispa*, *R. petraeum*, *Agrimonia eupatoria*, *Geum urbanum*, *Filipendula hexapetala*, *Rosa canina*, *Sorbus Aria*, *Rhamnus cathartica*, *Hypericum montanum*, *Viola silvestris*, *Epilobium parviflorum*, *Veronica Beccabunga*, *V. montana*, *V. serpyllifolia*, *Viburnum Opulus*, *Eupatorium cannabinum*, *Tussilago farfara*, *Solidago virga aurea*, *Arctium minus*, etc. Avec une foule d'autres, ces espèces de souche eurosibérienne affectent en Mauritanie une préférence marquée pour l'étagé des brouillards d'hiver. Rarement elles descendent dans les plaines. Leur nombre est trop considérable et elles manifestent des adaptations trop diverses à l'égard de la dissémination pour avoir immigré à l'époque actuelle, par exemple à l'aide des oiseaux migrateurs. Leur présence en Afrique exige au contraire une ancienne communication étroite entre la Mauritanie d'une part, l'Italie et l'Espagne méridionale d'autre part. D'après les géologues, cette communication aurait en effet existé encore avant la fin du Pliocène.

La répartition actuelle d'une série d'espèces eurosibériennes autour du bassin méditerranéen occidental est donc une autre preuve (à côté des preuves fossiles, v. chap. I) de l'existence de cet élément dès le Tertiaire dans l'Europe moyenne et méridionale, y compris le Massif Central de France.

Au cours de la période quaternaire, la distribution locale de ces végétaux a subi des modifications profondes; certaines espèces ont dû disparaître complètement; des micro-endémiques se sont développés. Pourtant l'élément eurosibérien-boréo-américain paraît avoir conservé depuis la fin du Tertiaire son rôle prépondérant dans le Massif Central.

*
**

A l'intérieur de l'immense région eurosibérienne-boréoaméricaine, étonnante par son uniformité, des circonscriptions, plus ou moins nettement définies par leur flore et par leur végétation se dessinent. Trois d'entre elles nous intéressent plus particulièrement ici : les domaines médio-européen, euro-péo-atlantique et circumboréal.

Les limites définitives entre les trois domaines n'ont pas

encore été tracées. C'est là tout un programme à remplir, tâche dont la réalisation est rendue difficile par les transformations profondes qu'ont subies en Europe les groupements climatiques primitifs de végétaux. Des travaux préliminaires existent cependant. Pour la France, nous possédons la carte géobotanique de M. Flahault (1901), pour la Belgique les travaux de M. Massart (1910, 1916), pour l'Allemagne entre autres, ceux de M. Drude (1902, etc.), pour la Grande Bretagne l'aperçu instructif de M. Tansley (1911), sans compter les Mémoires de MM. Adamovic (Balkans), Beck (Illyrie), Páx (Roumanie, Carpathes), Szafer (Pologne), Warming (Danemark), Willkomm (péninsule ibérique), etc. Mais les principes de subdivision varient tellement d'un auteur à l'autre qu'une synthèse générale rencontre encore les plus sérieuses difficultés.

2° SOUS-ÉLÉMENT MÉDIO-EUROPÉEN.

Caractéristique, p. 104, genres et espèces endémiques, p. 104, influence des périodes glaciaires sur la répartition actuelle des espèces, p. 105.

Le domaine de l'Europe moyenne au sens large est compris entre la région méditerranéenne au Sud, les domaines sarmatique et balkanique au Sud-Est, le domaine sibérien-occidental à l'Est, le domaine circumboréal au Nord et le domaine atlantique à l'Ouest. Nous nous sommes déjà occupés de la limite des territoires méditerranéen et sarmatique. Pour pouvoir tracer la limite orientale du domaine médio-européen, il faudrait avant tout se familiariser avec les travaux russes, condition qu'il nous est impossible de remplir en ce moment. Vers le Nord, la limite boréale naturelle des forêts d'arbres mésothermiques à feuilles caduques, qui traverse la Suède méridionale, la Finlande sudoccidentale et la Russie centrale, s'impose tout d'abord pour la délimitation vers le domaine circumboréal, domaine des Conifères, du bouleau, des tourbières étendues, etc. Nous reviendrons plus tard sur la délimitation occidentale du domaine médio-européen.

Ce domaine est caractérisé par les forêts de *Fagus silvatica*, *Quercus sessiliflora* et *pedunculata*, *Abies alba* et leur cortège floristique. Sans y être strictement localisés, ces arbres et les groupements végétaux qui en dépendent y ont leur meilleur

développement et leur plus grande extension actuelle. Il en est de même des *Carpinus Betulus*, *Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *Acer platanoides*, des *Larix decidua* et *Pinus montana prostrata*, essences forestières, qui ne jouent qu'un rôle très subordonné dans les domaines limitrophes. Certains genres comme par exemple : *Alchemilla*, *Rosa*, *Rubus*, *Hieracium*, s'imposent par un polymorphisme et une richesse de formes néogènes extraordinaires.

L'endémisme générique est réduit à des sippes orophiles de souches diverses, telles que *Paradisica*, *Heliosperma*, *Hacquetia*, *Soldanella*, *Tozzia*, *Bellidiastrum*, *Homogyne*, *Berardia*, etc., puis *Astrantia*, *Phyteuma*, *Adenostyles*, ces trois *pro maxima parte*.

Résistants à l'égard des changements climatiques, les représentants de ces genres devaient se maintenir dans l'Europe moyenne à l'intérieur ou sur le pourtour des Alpes, même pendant les grandes glaciations. Cela ressort du très grand nombre d'endémiques paléogènes, confinées aux montagnes, tandis que la flore planitiaire médio-européenne en est franchement pauvre. A peine pourrait-on citer comme telles :

<i>Luzula nemorosa</i> (Poll.) E. Mey.	<i>Armeria purpurea</i> Koch
<i>Allium suaveolens</i> Jacq.	<i>Pulmonaria montana</i> Lej.
<i>Leucoium vernalis</i> L.	<i>Pedicularis silvatica</i> L.
<i>Gladiolus paluster</i> Gaud.	<i>Orobanche Teucrii</i> Hol.
<i>Helleborus viridis</i> L.	— <i>Salviæ</i> F.-W. Schultz.
<i>Arabis Halleri</i> L.	— <i>lucorum</i> A.-Br.
<i>Sedum mite</i> Gil.	<i>Phyteuma nigrum</i> Schmidt
<i>Trifolium rubens</i> L.	<i>Bupthalmum salicifolium</i> L.

Ces espèces sont rares ou en partie même complètement absentes dans le Massif Central de France ; une seule, *Bupthalmum salicifolium*, a atteint les Cévennes méridionales.

Le sous-élément médio-européen empiète à la fois sur les domaines atlantique et balkanique et sur la région méditerranéenne, conséquence des déplacements quaternaires sous l'influence des glaciations. Les péninsules balkanique et italique, ainsi que la France sudoccidentale étaient les lieux de refuge les plus importants, où cet élément a pu subsister pendant les périodes froides, et d'où il pouvait ensuite regagner au moins une partie de son territoire primitif. De fortes colonies médio-européennes se sont conservées d'ailleurs jusqu'à nos jours

dans les montagnes des deux péninsules et dans le Massif Central de France ; mais il y a dans ce massif un mélange intime avec les espèces atlantiques et eurosibériennes, au sens large, qui forment le fond de la végétation.

3° SOUS-ÉLÉMENT EUROPÉO-ATLANTIQUE.

Caractéristique, p. 106 ; subdivision du domaine atlantique, p. 109 ; secteur ibéro-atlantique, p. 109 ; secteur armorico-aquitainien, p. 111 ; secteur boréo-atlantique, p. 115 ; limite du domaine vers l'intérieur du continent, p. 117 ; l'élément atlantique dans le Massif Central, p. 118 ; espèces eu-atlantiques, p. 118 ; espèces subatlantiques, p. 123 ; espèces pseudo-atlantiques, p. 126 ; origine de l'élément atlantique, p. 127 ; espèces atlantiques de souche diverse, p. 128 ; immigration de l'élément dans le Massif Central, p. 129 ; disparition d'espèces atlantiques sur les limites orientales de leur aire, p. 130 ; morcellement, p. 132 ; endémisme, p. 134 ; irradiations atlantiques, p. 134 ; irradiation scandinave, p. 135 ; irradiation baltique, p. 135 ; irradiation hercynienne, p. 136 ; irradiation méditerranéenne, p. 136 ; le hiatus alpin, p. 142 ; influence des périodes glaciaires et interglaciaires sur la distribution actuelle des espèces atlantiques, p. 144.

Le domaine atlantique de l'Europe s'étend du Portugal moyen à la Norvège méridionale et aux Faër-Oer. C'est le domaine classique de la lande à bruyères, immense et monotone « die Heide », et, dans le Sud-Ouest, du « Tojal », broussaille à *Ulex*, à *Sarothamnus*, à *Genista*. Ces groupements, en grande partie substitués à la forêt primitive, occupent aujourd'hui une si vaste superficie qu'un des départements français les plus étendus en a tiré son nom.

La forêt climatique du domaine formée presque exclusivement d'arbres mésophiles à feuilles caduques : *Quercus pedunculata*, *Qu. sessiliflora*, *Qu. Tozza*, *Fraxinus excelsior*, *Fagus silvatica*, *Carpinus Betulus*, *Acer*-, *Ulmus*-, *Tilia*-species, etc. ; *Juniperus communis* et *Taxus* sont les seules Conifères assez répandues à travers le territoire tout entier. Le hêtre (*Fagus silvatica*), exclusivement montagnard en Cantabrie, aux Asturies, aux Basses-Pyrénées, atteint sa limite sud-occidentale en Galice (1).

(1) Willkomm (1896, p. 287) signale, certainement à tort, sur les pentes de la Serra de Monchique en Portugal une forêt de hêtres. Il y existe des peuplements assez étendus de *Castanea vesca*, mais pas de hêtres. Peut-être aussi s'agit-il d'une fausse interprétation du vocable « Faja » comme le croit M. Daveau (1903, p. 7). Le *Myrica Faja* est aujourd'hui en effet, assez fréquent à Monchique, mais après l'avoir vu sur place, nous pensons avec M. Chevalier (1920) qu'il n'y est pas spontané.

Il est subordonné aux chênes dans tout le Sud-Ouest et l'Ouest de la France et dans une grande partie du secteur boréo-atlantique. En Danemark, par exemple, *Quercus pedunculata* est l'essence forestière la plus importante de la Yutlande occidentale, tandis que le hêtre prédomine dans sa partie orientale et aux îles. Sur la lisière du continent, il remonte jusqu'à la latitude de Bergen. Le sous-bois des forêts touffues est assez riche en arbustes à feuilles lauriformes, toujours verts. *Ilex Aquifolium*, le houx, en particulier, souvent arborescent, traverse le domaine entier, du Portugal, où il s'associe au *Rhododendron*

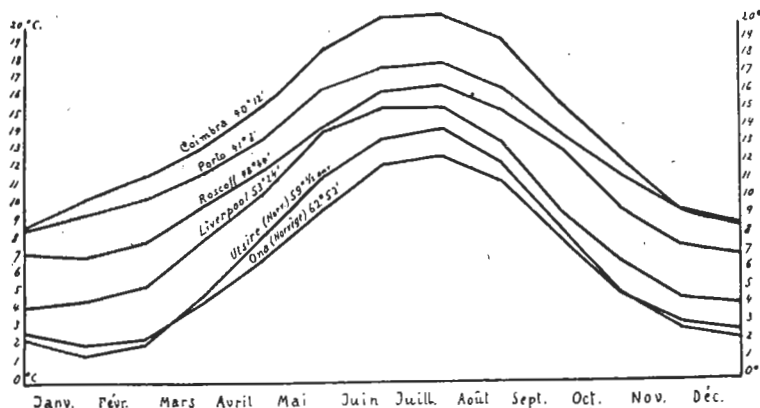


FIG. 5. — Températures moyennes mensuelles des quelques stations atlantiques.

poniticum (à Monchique !) jusqu'à Christianssund (63°7' lat. bor.) sur la côte norvégienne.

Le climat atlantique se distingue surtout par sa clémence : variations thermiques atténuées, humidité atmosphérique très élevée et constante, intensité lumineuse relativement faible.

La régularité surprenante dans la marche de la température, les écarts faibles et le parallélisme étroit entre les courbes annuelles de différentes stations situées entre le 40° et le 63° de latitude boréale ressortent clairement du tableau ci-dessus (1).

Les précipitations, généralement abondantes, varient cependant énormément selon le lieu : Paris ne reçoit que 527 millimètres de pluie par an, Saint-Nazaire 668 millimètres, Ely Strelham (Ouse) 555 millimètres, tandis qu'à Bilbao on enre-

(1) Températures annuelles : Coimbra 14,7°, Porto 14,1°, Roscoff 11,4°, Liverpool 9,3°, Utsire 7,2°, Ona 6,6°.

gistre 1.247 millimètres et à Seathwaite (Cumberland) 3.530 millimètres. La saison pluvieuse, qui accuse un fort maximum de pluies, est l'automne ; l'été constitue la saison sèche. Elle est d'autant plus marquée que l'on avance vers le S.-W. Notre tableau montre les courbes annuelles des principales stations de l'Ouest de la France auxquelles nous avons joint une courbe du régime médio-européen (à saison pluvieuse d'été) et une autre représentant le régime méditerranéen avec sa saison de sécheresse d'été prolongée (1).

L'humidité atmosphérique élevée favorise les Cryptogames ; les fougères notamment abondent dans le domaine atlantique.

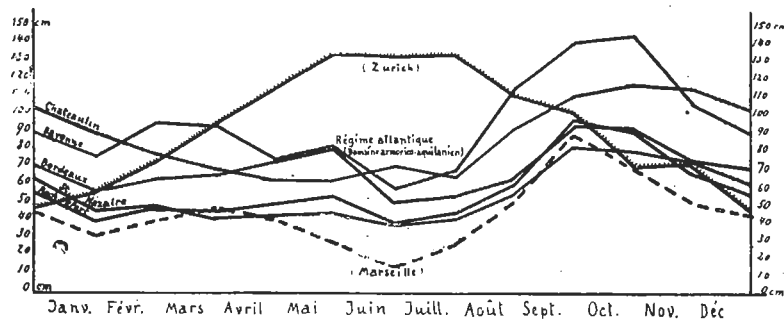


FIG. 6. — Régime des pluies à Chateaulin, Bayonne, Bordeaux, Saint-Nazaire, Rochefort, Marseille (régime méditerranéen) Zurich (régime médio-européen).

Aux Asturies, en Cantabrie et dans la Galice espagnole, elles entrent en proportion notable dans la constitution du tapis végétal, ce qui a conduit M. Willkomm à distinguer une « formation » spéciale de fougères (1896, p. 125 ; voir aussi Christ, 1904). Les Hépatiques, si rares dans l'Est de la France, au point qu'en Champagne, par exemple, on ne trouve même dans les bois qu'un très petit nombre d'espèces vulgaires, sont au contraire très bien représentées et largement répandues dans le Nord-Ouest et l'Ouest atlantiques (Boulay, 1904, p. LXXII). Il en est de même pour les Mousses et les Lichens. En Bretagne, de nombreux Lichens corticoles atteignent des dimensions exceptionnelles et quelques espèces réputées stériles ailleurs y fructifient abondamment (Picquenard, 1900).

(1) Précipitations annuelles : Chateaulin 1.044 m/m, Saint-Nazaire 668 m/m, Rochefort 702 m/m, Bordeaux 848 m/m, Bayonne 1.150 m/m. — Zurich 1.147 m/m, Marseille 546 m/m.

Peu influencée par les perturbations des périodes glaciaires, la population végétale du domaine atlantique a conservé une grande partie du terrain qu'elle occupait depuis le Tertiaire. Les organismes autochtones ayant eu la possibilité d'évoluer sur place, produisirent toute une série de formes spéciales. Ainsi ce domaine d'étendue relativement peu considérable, est au moins aussi bien caractérisé floristiquement que le domaine médio-européen. Non seulement de nombreux groupements végétaux y sont nettement limités ; mais encore l'endémisme spécifique et générique y revêt un caractère ancien, géographiquement bien circonscrit. On ne sera pas surpris d'autre part d'y rencontrer un nombre élevé d'espèces médio-européennes.

L'individualisation floristique du domaine atlantique se manifeste avant tout dans l'endémisme spécifique très prononcé des genres *Erica*, *Ulex*, *Sarothamnus*, *Genista*, *Scilla*, *Omphalodes*, *Linaria*. Sur 16 espèces européennes du genre *Erica*, 8 appartiennent au domaine atlantique en propre. Des 10 espèces françaises 6 sont atlantiques (*Erica ciliaris*, *E. lusitanica*, *E. Tetralix*, *E. vagans*, *E. mediterranea*, *E. cinerea*), 3 méditerranéennes (*E. arborea*, *E. scoparia*, *E. multiflora*) et une est alpigène (*E. carnea*). Toutes sont des espèces sociales, très importantes au point de vue écologique et sociologique. Il en est de même des genres *Ulex*, *Genista sect. Phyllobotrys*, *Sarothamnus*. Parmi les 24 à 26 espèces d'*Ulex* la moitié à peu près est atlantique, 3 (*U. europæus*, *U. nanus*, *U. Gallii*) appartiennent aux endémiques sociaux les plus caractéristiques du domaine, allant de la péninsule ibérique aux îles britanniques ; *Ulex europæus* s'étend jusqu'au Danemark.

Les genres monotypes *Dabœcia* et *Thorella* représentent l'endémisme générique du domaine.

Une subdivision du domaine atlantique de l'Europe qui tiendra compte des idées directrices développées dans le deuxième chapitre aboutira à l'établissement d'au moins trois secteurs d'extension inégale : les secteurs ibéro-atlantique, armorico-aquitainien et boréo-atlantique. Chacun de ces secteurs offre des particularités floristiques et phytosociologiques nettes que nous tâcherons de résumer brièvement.

1° Le secteur ibéro-atlantique embrasse l'Espagne atlantique

et le Portugal septentrional et moyen, comprenant le territoire montagneux au Nord du Tage « domaine des chênes à feuilles

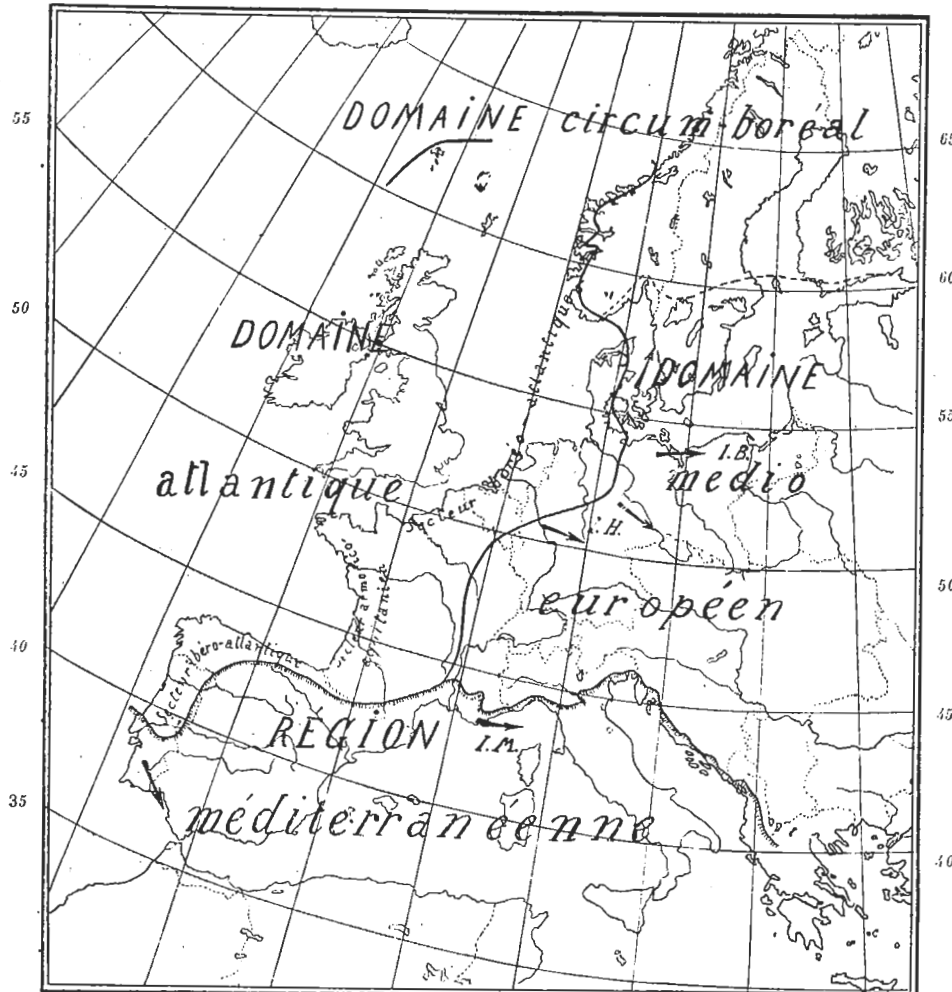


FIG. 7. — Les secteurs du domaine atlantique.
Les flèches indiquent la direction des principales irradiations atlantiques
(v. p. 135).

caduques » (d'après Barros Gomez, 1878), qui jouit de l'humidité la plus grande et la plus constante du pays. Ce secteur, caractérisé avant tout par les *Quercus Tozza*, *Qu. pedunculata* et *Qu. lusitanica* dépasse même le Tage : Dans la Serra de

S. Mamede granitique, et les contrées voisines *Quercus Tozza*, réduit aujourd'hui à l'état de buisson et brouté par les ovidés, a dû constituer la forêt climatique primitive ! *Quercus pedunculata* atteint sa limite sud-occidentale à Cintra et, au delà du Tage, à l'Est de Portalegre. *Prunus lusitanica*, à feuilles lauriformes, toujours vertes, traverse tout le secteur jusqu'aux Basses-Pyrénées françaises. *Quercus lusitanica* et *Qu. humilis* forment des peuplements dans la partie sud-occidentale du secteur, entre les vallées du Tage et du Mondego. Cette contrée, limite septentrionale pour beaucoup d'espèces méditerranéennes, apparaît comme un territoire de transition entre le domaine atlantique et la région méditerranéenne. M. Daveau (1905) énumère pour les plaines et les collines de ce territoire 1.282 espèces dont 487 européennes, 540 méditerranéennes, 87 ibéro-mauritaniennes, 108 ibériques et 60 endémiques.

Au Sud du Tage inférieur, les landes à cistes, le maquis à *Arbutus Unedo*, à *Phillyrea*, à *Myrtus*, à *Pistacia Lentiscus*, etc., types de dégradation de la forêt toujours verte, prédominent nettement, et la prépondérance numérique et territoriale de l'élément méditerranéen indique qu'il faut rattacher tout le Sud du Portugal à la région méditerranéenne.

L'aspect de la végétation ibéro-atlantique rappelle bien moins l'Europe méridionale que la France centrale et même le Plateau suisse. Le contraste est surtout frappant si — venant de l'intérieur — on traverse en chemin de fer la chaîne cantabrieenne. Aux environs de San Sebastian, les prairies fauchables, sans être irriguées, montrent une composition floristique parfaitement analogue à celles de l'Europe moyenne ; dans les bois de *Quercus pedunculata* et *Castanea* pullulent des espèces sylvatiques médio-européennes !

2° Le secteur armorico-aquitain comprend la France occidentale, des Basses-Pyrénées à la Bretagne. Les précipitations y sont bien moins abondantes et la saison sèche d'été est plus accusée que dans le secteur ibéro-atlantique, ce qui favorise, de concert avec le climat hivernal doux, l'extension vers le Nord de nombreuses espèces subméditerranéennes. La clémence de la mauvaise saison permet la culture d'arbres et arbustes subtropicaux jusqu'aux Côtes-du-Nord où l'*Arbutus Unedo* devient arborescent et le figuier se couvre de fruits qui mûrissent

(Gagnepain, 1920). Parmi les arbres indigènes *Quercus pedunculata* et *Qu. Tozza* prennent encore la première place. Ce dernier, commun au S. de la Loire, s'avance jusqu'en Bretagne. Les sols pauvres, sablonneux ou marécageux, sont envahis par la lande à *Ulex* (*U. europæus*, *U. nanus*), à *Sarothamnus*, à *Calluna* et *Erica*, arbustes qui se développent avec vigueur et atteignent parfois des dimensions extraordinaires. Dans les bois de la Dordogne, on rencontre des *Ulex europæus* géants de 3 m. 40 de hauteur ; *Ulex nanus* dépasse souvent 2 mètres et peut atteindre 2 m. 50, *Calluna* 1 m. 40 à 1 m. 50 (Maranne, 1920). Les bois de pins (surtout *Pinus Pinaster* Sol.) du département des Landes, proviennent d'anciennes plantations (1).

Le nombre des espèces eu-atlantiques, spéciales au domaine, va décroissant du Sud au Nord ; il en est de même des endémiques confinés dans chaque secteur. Le secteur armorico-aquitainien en possède donc bien moins que le secteur ibéro-atlantique ; dans la liste suivante, les endémiques armorico-aquitainiens sont précédés d'un astérisque (*).

Cette énumération comprend les espèces eu-atlantiques de la France, à l'exception de celles qui s'avancent jusque dans le Massif Central et que nous examinerons plus loin.

Aspidium æmulum (Ait.) Sw. — Açores, Madère, Bretagne et Normandie, îles Britanniques.

* *Isoetes variabilis* (Le Grand) Rouy ssp. *Boryanum* Dur. pro spec. et ssp. *tenuissimum* Bor. pro spec. — Ouest de la France jusqu'au Limousin, le Berry, la Sologne.

* *Potamogeton variifolius* Thore — Landes et Gironde.

Avena sulcata J. Gay — Portugal, Espagne boréale et montagnes du centre, Ouest de la France jusqu'en Touraine.

Avena albinervis Boiss. — Maroc, Portugal, Espagne, Basses-Pyrénées.

Arrhenatherum Thorei (Duby) Desm. — Secteurs ibéro-atlantique et armorico-aquitainien, du Portugal moyen à la Normandie.

Deschampsia discolor R. et Sch. — De l'Espagne atlantique à la Norvège méridionale ; Rügen ; Suède : Smaland (détroit de Maghelhæs sec. Hackel).

Antinoria agrostidea (DC.) Parl. — Portugal, Espagne boréale et centrale, Ouest de la France jusqu'à Fontainebleau.

* *Agrostis ericetorum* Præaub. et Bouv. — Ouest de la France, de la Bretagne et la Loire-Inférieure jusqu'au Cher.

(1) Le Mémoire important sur les associations végétales du Vexin français, par M. P. Allorge (1922) présente un tableau fidèle des groupements végétaux de la partie nord-orientale du secteur armorico-aquitainien. (Note ajoutée pendant l'impression.)

- Agrostis setacea* Curtis — Landes du Portugal moyen, de l'Espagne et de la France atlantiques (des Basses-Pyrénées à la Manche), de l'Angleterre occidentale. Isolé dans l'Espagne méridionale.
- Koeleria albescens* DC. — Espagne boréale, Ouest et Nord de la France, îles anglaises de la Manche, Belgique, Hollande, Côte atlantique de l'Allemagne.
- Festuca dumetorum* L. — Espagne atlantique (Galice, Asturies), France atlantique, Belgique, Angleterre.
- * *Poa Feratiana* Boiss. Reut. — Basses-Pyrénées.
- * *Glyceria Foucaudi* Coste — Charente.
- Bromus hordeaceus* L. ssp. *Thominii* (Hardouin) — De l'Espagne atlantique au Danemark et jusqu'à la Scandinavie méridionale et à l'île de Rügen.
- Carex ligERICA* J. Gay — De la Charente à la Suède méridionale; Courlande.
- *binervis* Sm. — Du Portugal septentrional aux Faër-Oer et en Norvège; Allemagne occidentale.
- *trinervis* Degl. — Du Portugal septentrional au Danemark; Wasa en Finlande.
- Scilla verna* Huds. — Du Portugal septentrional aux Faër-Oer et à la Norvège sud-occidentale.
- * *Muscari Lelievrei* Bor. — Ouest de la France et ça et là dans le Centre.
- Allium suaveolens* Jacq. ssp. *ericetorum* Thore — Du Portugal septentrional (Minho) à la France occidentale, jusqu'au Tarn et à l'embouchure de la Vilaine.
- Narcissus reflexus* Brot. — Secteur ibéro-atlantique et îles Glénans.
- *Bulbocodium* L. — Afrique boréo-occidentale, Portugal, Espagne, surtout boréo-occidentale et jusqu'à l'embouchure de la Gironde.
- Atriplex glabriuscula* Edm. (*A. Babingtonii* Woods). — Littoral, de la Manche aux Faër-Oer et en Norvège; rare sur le littoral de la Baltique jusqu'en Courlande.
- A. arenarium* Woods. — De la France occidentale à la Suède sud-occidentale.
- Rumex rupestris* Le Gall. — Portugal (Alemtejo), Espagne atlantique, Vendée, Bretagne, Normandie, Grande-Bretagne sud-occidentale.
- Quercus Tozza* Bosc. — Du Portugal moyen au Finistère.
- Silene Thorei* Duf. — Espagne atlantique, Ouest de la France jusqu'en Vendée.
- Ranunculus tripartitus* DC. — Portugal, Espagne (Serrania de Cuenca et Sierra S. Roque); Maroc septentrional (Cap Spartel); Ouest de la France jusqu'aux environs de Paris; isolé dans l'étang d'Aude (?) Nord; Belgique, Angleterre (Cork, Cornouailles).
- Saxifraga Geum* L. et *S. hirsuta* L. — Espagne atlantique, Pyrénées occidentales et centrales, Irlande sud-occidentale.
- S. umbrosa* L. — Portugal septentrional, Espagne atlantique, Pyrénées occidentales et centrales, Irlande.
- Potentilla montana* Brot. (*P. splendens* Ram.). — Du Portugal septentrional à l'Ouest de la France et jusqu'aux environs de Paris (Melun, forêt de Valence, etc.).
- Ulex Gallii* Planch. — De la Galice aux îles de la Manche; Irlande.
- * — *Richterii* Rouy et *U. Lagrezii* Rouy. — Ouest et Sud-Ouest de la France, etc. ?
- Astragalus bayonnensis* Lois. — De l'Espagne atlantique à la Manche.

- Ornithopus perpusillus* L. ssp. *roseus* (Duf.) R. et F. — Du Portugal à la Bretagne; isolé dans l'Aude.
- Erodium bipinnatum* (Cav.) Willd. ssp. *sabulicolum* (Jord.). — Du Portugal à la Belgique.
- * *Elatine Bronchoni* Clav. — Gironde.
- Callitriche truncata* Guss. ssp. *occidentalis* (Rouy) — Ouest de la France, Grande-Bretagne, Belgique, etc. ?
- Euphorbia portlandica* L. — Secteur ibéro-atlantique et littoral français jusqu'à la Manche; Grande-Bretagne.
- Cistus hirsutus* Lamk. — Secteur ibéro-atlantique, du Portugal méridional aux Asturies; Bretagne, près de Landerneau (de Candolle, 1808, p. 24), y est toujours (Ménager).
- Viola lusitânica* Brot. — Secteur ibéro-atlantique, Ouest de la France et jusqu'en Angleterre et en Hollande.
- Eryngium viviparum* J. Gay — Secteur ibéro-atlantique et Bretagne où il est rare dans les pâturages stériles à terre compacte très mouillée en hiver.
- * *Angelica heterocarpa* Lloyd — De la Gironde à la Loire-Inférieure.
- Peucedanum lancifolium* Lange — Portugal septentrional; Espagne atlantique; réapparaît en Bretagne, vers l'intérieur jusqu'à Nozay; Loire-Inférieure.
- * *Oenanthe Foucaudi* Tesser. — Charente, Gironde, Dordogne.
- Thorella verticillato-inundata* (Thore) Briq. — Littoral portugais et des Basses-Pyrénées à la Gironde; Indre; près Ciron.
- Seseli Libanotis* (L.) Koch ssp. *bayonnensis* (Gris.). — Espagne atlantique; Basses-Pyrénées.
- Laserpitium prutenicum* L. ssp. *Dufourianum* Rouy et Camus — Espagne atlantique et jusqu'aux Landes.
- Erica ciliaris* L. — Du Portugal moyen à l'Ouest de la France et en Angleterre (Cornwall, Dorset). Isolé au Maroc boréo-occidental (Pitard).
— *lusitânica* Rud. — Du Portugal méridional (Algarve!) à la Gironde.
— *mediterranea* L. — Du Portugal moyen aux Asturies; Gironde; Irlande (Galway; Mayo: var. *hybernica* Sime).
- Dabœcia polifolia* Don — Açores, secteur ibéro-atlantique, Ouest de la France jusqu'à la Vendée et à l'Anjou (forêt de Brissac), Irlande: Galway, Mayo.
- Anagallis crassifolia* Thore — Mauritanie, Espagne méridionale, Portugal, Gironde, Landes.
- * *Statice DUBYÆI* Gr. G. — Basses-Pyrénées, Landes, Gironde.
— *ovalifolia* Poir. — Maroc, Canaries, Madère; secteur ibéro-atlantique et littoral français jusqu'à la Manche.
— *binervosa* Sm. — Du Portugal moyen à la Manche et en Angleterre. Indiqué aussi dans l'Hérault. Isolé sur la côte marocaine.
- Erythraea chloodes* (Brot.) G. G. (*E. conferta* Pers.), *E. scilloides* (L. f.) Chaub. (*E. major* Hoffm. et Link.), *E. capitata* Willd. — Côtes de l'Océan et de la Manche, aussi en Angleterre; les deux derniers avec avant-postes, l'une en Corse, l'autre en Suède.
- * — *ramosissima* (Vill.) Pers. ssp. *Morierei* (Corb.) Rouy — Dunes de la Manche.
- Lithospermum diffusum* Lag. (*L. prostratum* Lois.). — Rif marocain! Espagne sud-occidentale, centrale et boréale, Portugal, Ouest de la France des Basses-Pyrénées à la presqu'île de Crozon.

- * — *Gastonis* Benth. — Montagnes du département des Basses-Pyrénées.
 * *Omphalodes littorale* Lehm. — Des Landes à la Bretagne.
Scrophularia Scorodonia L. — Madère, Açores, Canaries, Maroc (?), Portugal, Espagne boréale et occidentale, Ouest de la France, Grande-Bretagne.
Sibthorpia europæa L. — Secteur ibéro-atlantique; France sud-occidentale; Bretagne, Normandie; isolé dans l'Aveyron; Grande-Bretagne (1).
Linaria spartea (L.) Hoffm. et Lk. — Maroc, Canaries, Portugal, Espagne surtout atlantique, Ouest de la France des Basses-Pyrénées à la Charente.
 * — *arenaria* DC. — De la Gironde à la Manche.
 * — *thymifolia* DC. — Des Basses-Pyrénées à la Charente.
Pinguicula lusitanica L. — Du Portugal moyen à l'Ouest de la France, jusqu'à l'Eure et au Loiret; Irlande. Isolé dans le Maroc boréo-occidental (Rif).
 * *Galium arenarium* Lois. — De Saint-Sébastien aux Côtes-du-Nord.
 * — *Mollugo* L. ssp. *neglectum* (Le Gall.) Rouy — Côtes de l'Océan et de la Manche.
Senecio bayonnensis Boiss. — Galice, Asturies, Basses-Pyrénées.
Cirsium tuberosum All. ssp. *filipendulum* (Lge.) Rouy — Secteur ibéro-atlantique, Basses-Pyrénées et Landes.
 * *Hieracium eriophorum* Saint Amans — Des Basses-Pyrénées à la Gironde (2).

3° Le secteur *boréo-atlantique* s'étend de la Normandie aux îles britanniques, aux Faër-Oer et, le long de la côte atlantique, jusqu'à la Norvège sud-occidentale (Trondhjem-Fjord). Très pauvre en espèces endémiques phanérogames, il possède par

(1) L'indication de la Grèce (Engler, 1882) se rapporte au *S. africana* L.

(2) Parmi les *Cryptogames* eu-atlantiques de la France, nous citerons :

LICHENS :

* *Dufourea floccosa* Del. (Bretagne), *Physcia tribacoides* Nyl. (Ouest de la France, Angleterre méridionale), * *Stereocaulon acaulon* Nyl. (Ouest de la France, jusqu'à la Haute-Vienne), *Parmelia xanthomyela* Nyl. (Ouest de la France, Vosges, îles britanniques), *Sticta aurata* (Pers.) Ach. (N.-W. de la France, Portugal, Angleterre, Norvège méridionale), et quelques variétés comme * *Ramalina armorica* Nyl. pro spec. (cf. Harmand, 1909, p. 418), *R. scapulorum* Ach. v. *Curnowii* (Nyl.), *Parmelia conspersa* Ach. v. * *loxodes* (Nyl.) et var. * *verrucigera* (Nyl.).

HÉPATIQUES :

Drepanolejeunea hamatifolia (Hook.) (Bretagne, Normandie, îles Britanniques, Madère); *Colura calyptrifolia* (Hook.) Dum. (Bretagne et Manche, Angleterre et Irlande, sur les branches d'*Ulex*, de *Calluna*, etc.); *Lepidozia pinnata* Dum. (N.-W. de la France et Haute-Vienne, Grande-Bretagne; pénètre jusqu'à Baden-Bade, Norvège occidentale), *Plagiochila tridenticulata*, *P. punctata*.

MOUSSES :

Fissidens algarvicus Solms (Portugal, France atlantique; isolé en Provence [Dismier] et dans les Pyrénées); *Pottia asperula*, *P. crinita*, *P. viridi-*

contre un nombre respectable de Cryptogames spéciaux (surtout paléoendémiques) qui, pour la plupart, ont dû se maintenir pendant le Quaternaire en Irlande et dans la partie sud-occidentale de l'Angleterre.

Tels sont par exemple :

LICHENS : *Cladonia subdigitata* Nyl. (Ecosse), *Pilophorus strumaticus* (Angleterre, Ecosse).

HÉPATIQUES : *Anastrophyllum Jörgenseni* (Norvège), *A. Donianum* (Ecosse, Norvège occidentale, Faër-Oer), *Cololejeunea microscopica* (Faër-Oer, Ecosse, Irlande), *Jamesoniella Carringtoni* (Faër-Oer, Ecosse), *Radula Carringtoni* (Ecosse, Irlande), *R. voluta* (îles britanniques), *R. Holtii* (îles britanniques), *Scapania nimboza* (îles britanniques), *Lejeunea Macvicari* (Ecosse), *L. Holtii* (Irlande), *Microlejeunea diversiloba* (Irlande), *Mastigophora Woodsii* (îles britanniques, Faër-Oer), *Acerolobus Wilsoni* (îles britanniques), *Lepidozia Pearsoni* (îles britanniques, Norvège occidentale), *Plagiochila killarniensis* (Belgique, îles britanniques), *P. Owenii*, *P. Ambagiosa*, *Cephalozia hibernica* (tous trois en Irlande).

Mousses : *Astomum* [*Systegium*] *multicapsulare*, *A. Milleni* (les deux en Angleterre), *Campylopus setifolius* (Irlande, Ecosse), *C. paradoxus* (Belgique, Angleterre, Allemagne du Nord), *C. Shawii* (Hébrides), *Leptodontium recurvifolium* (îles britanniques), *L. gemmascens* (Normandie, Angleterre), *Glyphomitrium Daviesii* (îles britanniques, Norvège occidentale), *Cyclodictyon* [*Hookeria*] *laete-virens* (îles britanniques).

La forêt climatique dans ce secteur est formée soit de chênes (*Quercus pedunculata*, *Qu. sessiliflora*), soit de hêtres, soit enfin d'essences diverses à feuilles caduques (souvent en mélange). Les bruyères : *Calluna vulgaris*, *Erica Tetralix*, *E. cinerea* couvrent d'un tapis uniforme de vastes étendues dans les terrains très pauvres ou humides et tourbeux. Ces landes sont cependant pour une bonne partie consécutives aux forêts détruites.

En Scandinavie, la limite du secteur correspond assez exactement au territoire « d'*Ilex Aquifolium* » et à celui de la « floré des côtes de l'Europe occidentale » mis surtout en relief par M. Wille (1915). Au point de vue phytosociologique, les Cryptogames interviennent peut-être d'une façon plus efficace encore que dans les secteurs armorico-aquitain et ibéro-

folia (France atlantique, Grande-Bretagne) ; * *Hyophila Crozalsi* (Phil.) (Gironde); *Campylopus elongatus* (S.-W. de la France); *Orthotrichum Sprucei* Mont. (Ouest de la France, Angleterre, Belgique); *O. puchellum* Brid. (de la Bretagne à la Suède méridionale); * *Bryum Corbieri* Phil. (Normandie); *Bryum torquescens* Br. eur. ssp. * *fuscescens* (Spruce) (Landes); *Hygrohypnum lusitanicum* (Schimp.) (Bretagne, Portugal); *Hyocomium flagellare* (Dicks.) (domaine atlantique du Portugal aux Faër-Oer, avant-postes dans les Vosges et la Forêt-Noire).

atlantique. Des groupements végétaux spéciaux, caractérisés par la prédominance d'espèces atlantiques, paraissent s'avancer jusqu'au terme ultime du domaine, aux Faër-Oer et sur la côte norvégienne. Des associations ou sous-associations telles que : *Nartheцийum succisоsum*, *Microplantaginetum maritimæ*, *Vicietum Orobi*, décrites par M. Nordhagen (1921) d'Utsire (Stavanger) sont nettement atlantiques.

La délimitation du domaine atlantique vers l'intérieur du continent n'est pas chose facile. Les espèces atlantiques s'égrènent peu à peu ; les groupements de plantes, notamment les landes à bruyères, à *Genista*, à *Ulex*, perdent peu à peu leur cortège caractéristique. Certaines Ericacées et Génistées dominantes et sociales pénètrent pourtant assez loin en avant, s'attachant surtout aux basses montagnes ; elles y trouvent un climat local modéré, subocéanique, qui assure leur maintien à l'intérieur du domaine médio-européen. Tel est par exemple le cas des Vosges avec leurs hautes-chaumes, landes à *Calluna* et à *Genista pilosa* qui donnent asile à maintes espèces atlantiques (v. Issler, 1909). Des colonies semblables d'avant-postes existent même dans les montagnes hercyniennes de l'Allemagne et jusqu'aux Sudètes sur les confins de la Bohême. Faisant abstraction de ces esclaves, nous pouvons placer la limite du domaine atlantique en France sur le rebord oriental du Massif Central. La vallée du Rhône et celle de la Saône, largement ouvertes aux irradiations méditerranéennes, s'avancent en coin entre les montagnes du Centre d'un côté, les Préalpes, le Jura et les Vosges de l'autre. Les groupements caractéristiques et bon nombre d'espèces atlantiques très communes dans le Massif Central manquent au delà de cette ligne, séparatrice aussi au point de vue climatique.

La prospérité florissante des landes à *Ulex europæus*, *U. nanus*, *Erica cinerea*, *E. Tetralix*, *Genista anglica*, *G. purgans*, des nardaies à *Juncus squarrosus*, etc., si répandues dans le Massif Central, est un indice certain du régime atlantique qui vient s'éteindre sur ses croupes. Les groupements climatiques finaux cependant se distinguent peu de ceux du domaine médio-européen : ce sont également les forêts à *Fagus silvatica*, à *Quercus pedunculata*, *Qu. sessiliflora*, etc., les forêts à *Abies* à l'étage subalpin et les pineraies à *Pinus silvestris*, confinées

surtout aux oasis de sécheresse locale, en particulier aux vallées supérieures de l'Allier et de la Loire et aussi dans les Causses (v. p. 61).

Les plaines sèches de la Limagne et de Montbrison sont peu favorables aux espèces et aux groupements atlantiques qui remontent d'ailleurs de plus en plus aux étages montagnards-subalpins à mesure que l'on progresse vers le Sud et l'Est. Dans les Cévennes méridionales, les espèces atlantiques se tiennent presque exclusivement en deçà de l'isohyète de 1.500 millimètres qui circonscrit les principaux condensateurs de pluie (voir carte des pluies) (1). Elles s'y mêlent aux végétaux euro-sibériens ou dominent parfois des groupements assez vastes, de préférence sur le versant atlantique où elles bénéficient des pluies moins abondantes mais fines et persistantes, apportées par la « traverse ».

Les espèces eu-atlantiques proprement dites, dépassant rarement les limites du domaine atlantique, sont dans le Massif Central au nombre de 25 dont voici la liste, accompagnée d'indications complémentaires sur leur répartition géographique.

Scilla Lilio-hyacinthus L. — Etages du chêne blanc et du hêtre, jusqu'à 1.550 mètres en Auvergne. Domaine ibéro-atlantique et Sud-Ouest de la France. S'avance jusqu'aux bois de la Madelaine, à l'Ouest de Roanne.

Arenaria montana L. — Landes à *Calluna* et à *Sarothamnus* dans les Cévennes méridionales, entre 400 et 1.300 mètres, calcifuge. Portugal (jusqu'à l'Algarve!), Espagne surtout boréo-occidentale ; Ouest de la France jusqu'en Lozère.

Ranunculus hederaceus L. — Disséminé dans tout le Massif Central, entre 200 et 1.000 mètres environ. Vers l'Est, jusqu'au pied occidental du Jura et à Saint-Vallier (Drôme). Du Portugal moyen à la Norvège sud-occidentale et la Suède méridionale. Dans la Méditerranée occidentale et centrale la ssp. *homeophyllus* (Ten.) ; c'est peut-être une espèce néogène de souche atlantique.

(1) *Erica cinerea*, indiqué naguère à Béziers, est la seule espèce eu-atlantique qui descende dans la plaine languedocienne, où elle est très rare. *Helleborus foetidus*, *Genista pilosa*, *Anagallis tenella*, *Digitalis lutea*, subatlantiques, se hasardent parfois dans la plaine littorale; ils y recherchent des stations plutôt fraîches ou même un peu humides; *Salix atrocinerea* y est abondant le long des rivières.

Ranunculus Lenormandi F. Schultz — Ouest de la France jusqu'en Auvergne, manque ailleurs sur le Plateau Central ; du Portugal septentrional à l'Angleterre et à la Belgique.

Meconopsis cambrica (L.) Vig. — Espinouse, rare ; Vivarais, 1.000-1.300 mètres ; Loire ; Forez ; Auvergne, assez répandu ! Beaujolais ; manque plus à l'Est. — Espagne boréale, Ouest de la France, Pyrénées, Grande-Bretagne, Irlande.

Corydalis claviculata (L.) DC. — Cévennes méridionales jusqu'à 1.480 mètres à l'Aigoual ! Vivarais, 1.000-1.300 mètres, rare ; Margeride, Forez, Auvergne. Un avant-poste dans les Pyrénées-Orientales à 1.700 mètres (Rodié, 1921) ; indiqué aussi à Crémieu (Isère) et dans deux localités des Alpes sud-occidentales (à rechercher). — Domaine atlantique, du Portugal septentrional à la Norvège sud-occidentale.

Lepidium heterophyllum Benth. — Cévennes méridionales : Montagne Noire, Espinouse, Aigoual très rare, 860 mètres ! Rare en Auvergne. — Du Portugal moyen à la France occidentale et jusqu'à la Saône. Angleterre, Irlande. Adventice dans l'Europe moyenne (Thellung 1906).

Sedum anglicum L. — Cévennes sud-occidentales : Montagne Noire, Espinouse, Monts de Lacaune. Manque ailleurs dans le Massif Central. — Du Portugal moyen à la France occidentale (jusqu'à la Creuse et à l'Aveyron). Iles britanniques, Scandinavie sud-occidentale.

Saxifraga hypnoides L. ssp. *continentalis* Engl. et Irm. — Tout le Massif Central, des Cévennes méridionales à l'Auvergne et au Forez, entre 200 mètres et 1.800 mètres (Sancy !) ; silicicole. — Secteur ibéro-atlantique et montagnes de l'Espagne centrale. Un avant-poste dans le Var près de Toulon.

Genista anglica L. — Fait partie des landes à *Calluna* et *Genista pilosa*. Cévennes méridionales à l'étage du hêtre entre 1.000 et 1.530 mètres environ, répandu dans tout le Massif Central et à l'Est jusqu'aux Dombes et au Bugey. — Du Portugal septentrional au Danemark et à la Suède méridionale. Un avant-poste tout à fait isolé à Larache, sur la côte atlantique du Maroc espagnol.

Ulex europæus L. — Cévennes méridionales, dans la partie sud-occidentale ; Vivarais 400-900 mètres ; forme des peuplements en Auvergne, dans le Forez et ailleurs dans le Massif

Central. A l'Est jusqu'au pied du Jura (Dombes, Bresse). — Secteur ibéro-atlantique et jusqu'aux îles britanniques et au Danemark. Introduit (?) dans l'Italie septentrionale et le Tessin ; en France parfois planté en hallier bordant la voie ferrée.

Ulex nanus Sm. — Montagne Noire dans le Tarn, manque ailleurs dans les Cévennes méridionales. Très commun en Auvergne, dans le Forez ; assez rare dans le Lyonnais. Limite orientale : Alix, Ecully, Dardilly, Frontenas (Rhône). — Du Portugal méridional à la Belgique occidentale et aux îles britanniques (Ecosse 57° lat. bor.).

Vicia Orobus L. — Cévennes méridionales, Vivarais, Forez, Margeride, Aubrac, Auvergne jusqu'à 1.550 mètres ! ; atteint sa limite orientale en France au massif du Pilat. — Domaine atlantique, de la Galice à la Norvège sud-occidentale. La limite orientale traverse le Danemark, l'Allemagne moyenne (Spessart) et le Jura neuchâtelois.

Euphorbia hiberna L. — Montagne Noire, Lacaune, Espinouse très rare ; Velay ; répandu en Auvergne, parfois en peuplements, s'élève à 1.800 mètres au Sancy ! — Du Portugal moyen à l'Ouest de la France (jusqu'à la Sarthe) ; Angleterre, Irlande. Une localité isolée en Piémont (var. *Gibelliana* Peola).

Hypericum linariifolium Vahl — Cévennes méridionales jusqu'à 1.300 mètres, Vivarais, Aubrac, Lozère, Auvergne rare. — Madère, Portugal, Espagne boréale et centrale, France occidentale jusqu'au Calvados et au Vivarais, Angleterre.

Helianthemum alyssoides (Lamk.) Vent. — Isolé dans les Cévennes méridionales de la Lozère (Sainte-Etienne-Valfrancesque, Sainte-Croix) et du Gard, à côté de la route d'Aujac, près de Bourdezac. Portugal moyen et septentrional, Espagne atlantique, France occidentale, des Basses-Pyrénées à la Sarthe et au Loiret.

Carum verticillatum (L.) Koch — Tout le Massif Central jusqu'au Lyonnais et au Beaujolais ; atteint sa limite orientale dans les Dombes et en Bresse. — Portugal, Espagne boréale et montagnes du Centre et du Sud. Domaine atlantique jusqu'aux Pays-Bas et au Palatinat.

Peucedanum gallicum Latour. — Très répandu dans toute la partie septentrionale du Plateau Central, manque dans les

Cévennes méridionales et dans le Vivarais. Du Portugal septentrionale (Minho) au Lyonnais et à la Champagne.

Erica vagans L. — Très rare et isolé dans le Massif Central : versant Nord de la Montagne Noire (Clos 1863, p. 20) ; massif de l'Aigoual près de Sauclières, environ 700 mètres (Ivolas) ; La Loubière, au-dessus de Pascals, Aveyron (Coste) ; Auvergne : Lezoux. — Espagne atlantique (manque en Portugal), France occidentale jusqu'aux environs de Paris ; isolé dans le Lyonnais, la Haute-Savoie, le Jura central et près de Jussy, à l'Est de Genève ; Cornuailles (51° lat. bor.).

Erica cinerea L. — Espèce sociale envahissante, très répandue dans les Cévennes méridionales entre 200 et 1.520 mètres ! Tout le Massif Central jusqu'au Pilat. — Du Portugal central aux Faër-Oer et à la Norvège sud-occidentale ; isolé à Bonn (Allemagne), dans le Lyonnais, Montfalcon, près la Balme (Isère), à Nyons (Drôme) et en Ligurie.

Erica Tetralix L. — Montagne Noire à Sorèze, Dourgne (Clos, Bel) ; Auvergne : assez répandu dans le Cantal, plus rare dans le Puy-de-Dôme (Héribaud), manque ailleurs sur le Plateau Central. — Du Portugal moyen à la Suède méridionale. Avant-postes en Courlande et à l'île d'Aland.

Anchusa sempervirens L. — Plusieurs localités dans le massif de l'Aigoual (vallées de l'Hérault et de l'Arre) entre 240 et 500 mètres. Aveyron : Saint-Sulpice (Puech). — Du Portugal moyen à la Bretagne et à l'Angleterre (Jersey). Adventice en Italie et en Belgique.

Wahlenbergia hederacea (L.) Rchb. — Montagne Noire, Espinouse, Lacaune ; jadis à l'Aigoual (Espérou). Aubrac, Auvergne, Forez, haut Beaujolais, Morvan. — Portugal, Espagne boréale et Sierras du centre, France occidentale, centrale et septentrionale, Belgique, Hollande, îles britanniques, Allemagne occidentale jusqu'à l'Oldenbourg.

Lobelia urens L. — Cévennes sud-occidentales : Brassac, Sorézois ; Bourdezac, dans le Gard ; Auvergne occidentale. — Maroc occidental, Açores, Madère ; du Portugal à la France occidentale et jusqu'aux environs de Paris ; Angleterre (Cornuailles, Devonshire).

Cirsium tuberosum All. ssp. *anglicum* (Lamk.) Rouy — Montagne Noire (Clos ; à vérifier) ; rare dans l'Aubrac, l'Auver-

gne, le Forez, le Beaujolais granitique ; manque ailleurs sur le Plateau Central. Domaine atlantique du Portugal à l'Angle-Plateau Central. — Domaine atlantique du Portugal à l'Angleterre, à la Hollande et à l'Allemagne occidentale (1).

Quatre espèces de notre liste (*Arenaria montana*, *Sedum anglicum*, *Helianthemum alyssoides*, *Anchusa sempervirens*) restent cantonnées, sur le Plateau Central, dans les Cévennes méridionales et manquent plus au Nord ; en revanche, trois autres (*Ranunculus Lenormandi*, *Peucedanum gallicum*, *Cirsium anglicum*), présentes en Auvergne et dans les contrées voisines, n'ont pas été signalées dans les parties méridionales du Massif Central.

Des différences bien plus accusées existent à cet égard, entre l'Ouest et l'Est, et pas à pas, on constate l'appauvrissement de la flore atlantique vers l'intérieur du continent. Deux des vingt-deux espèces atlantiques signalées dans les Cévennes méridionales (*Ulex nanus*, *Erica Tetralix*) s'arrêtent au seuil même de la Montagne Noire, deux à l'Espinouse (*Sedum anglicum*, *Euphorbia hiberna*), cinq ne dépassent pas vers l'Est le massif de l'Aigoual (*Scilla Lilio-hyacinthus*, *Lepidium heterophyllum*, *Erica vagans*, *Anchusa sempervirens*, *Wahlenbergia hederacea*), trois disparaissent aux abords du Mont Lozère (*Arenaria montana*, *Helianthemum alyssoides*, *Lobelia urens*), et dix seulement se rencontrent encore, quoique rarement, dans les montagnes du Vivarais, limite orientale de la plupart d'entre elles.

A l'Ouest des Cévennes, au contraire, l'importance de l'élément atlantique s'accroît successivement. Dans le centre et l'Ouest du département de l'Aveyron apparaissent : *Avena sulcata*, *Carex binervis*, *Ranunculus hololeucus*, *Cicendia pusilla*, *Sibthorpia europæa*. La flore du Périgord présente en outre : *Arrhenatherum Thorei*, *Deschampsia discolor*, *Scilla verna*.

(1) Parmi les Cryptogames eu-atlantiques du Massif Central, nous citerons : LICHENS : *Ramalina intermedia* (France occidentale jusqu'en Auvergne, îles britanniques), *R. geniculata*. Mousses : *Zygodon conoideus* (Ouest de la France jusqu'à Autun et dans le Lyonnais ; îles britanniques, Norvège occidentale), *Orthotrichum rivulare* (Ouest et Centre : Auvergne ; près de Mende, etc. ? S'avance jusqu'en Savoie. — Grande-Bretagne, Allemagne occidentale). *Scleropodium caespitosum* (Ouest, Nord et Centre : Auvergne. — Angleterre, etc.), les deux derniers se retrouvent dans l'Amérique boréale.

Quercus Tozza, *Oenanthe Foucaudi*, *Erica ciliaris*, *Linaria spartea*, *Pinguicula lusitanica*. Parallèlement à l'accroissement du nombre des espèces, l'importance des *groupements végétaux* atlantiques augmente ; mais nous sommes encore trop peu renseignés à ce sujet pour en tirer profit. Il est intéressant de noter qu'à l'augmentation successive des végétaux atlantiques vers l'Ouest correspond une *diminution* des précipitations annuelles (voir carte des pluies). Les pluies augmentent de nouveau dans les Landes et les Basses-Pyrénées.

À côté des végétaux eu-atlantiques proprement dits, cantonnés dans le domaine atlantique, il en existe d'autres, moins strictement liés à ce domaine, mais y trouvant leur optimum de développement et leur plus grande fréquence. Ces végétaux, *subatlantiques*, d'appétences semblables aux précédents, sont pour la plupart des mésophytes et des hygrophytes des étages du chêne-blanc et du hêtre qui se mêlent rarement aux végétaux méditerranéens. Beaucoup d'entre eux abondent dans l'Ouest et le Sud-Ouest de la France ; ils se raréfient de plus en plus vers l'Est, ne dépassant guère l'Italie septentrionale et la Bohême. Les plus importantes des espèces *subatlantiques* du Massif Central, mentionnées ci-dessous avec leurs limites *orientales* en Europe, sont :

Alisma natans L. — Jusqu'à la Pologne méridionale. Du Nord-Ouest jusqu'à la Yutlande.

Aira præcox L. — Jusqu'en Bohême et en Courlande (Polangen).

Mibora minima (L.) Desv. — Du Portugal aux Pays-Bas et à l'Allemagne occidentale, Angleterre ; isolé en Italie, au Maroc, en Algérie et en Grèce !

Carex lævigata Sm. — Isolé en Corse ; du Nord-Ouest jusqu'au Pays rhénan.

Carex Mairii Coss. et Germ. — Jusqu'à la Ligurie.

Anthericum planifolium (L.) Vand. — Jusqu'en Corse et en Toscane ; Afrique du Nord jusqu'en Tunisie.

Narthecium ossifragum (L.) Huds. — Jusqu'aux basses montagnes rhénanes ; Osnabrück, Mölln, etc. Sa présence en Pologne, en Hongrie et en Russie est très douteuse. [Indiqué au Caucase par Sommier et Levier.]. En Corse, *N. Reverchoni* Cel., espèce affine.

Salix atrocineria Brot. — Midi de la France et jusqu'en Corse ; Maroc !

Cerastium tetrandrum Curt. — Du Portugal à la Scandinavie occidentale, Suède : Bohuslän ; Midi de la France et jusqu'aux îles tyrrhéniennes.

Barbarea præcox R. Br. — Jusqu'en Italie ; adventice au Nord des Alpes.

Ranunculus hololeucus Lloyd — Du Portugal à la Suède méridionale ; Pays rhénan ; Valais, douteux ! ; Tyrol méridional (?) ; Sicile.

Helleborus fœtidus L. — Domaine atlantique ; pénètre dans la région méditerranéenne, dans le Jura suisse, l'Allemagne centrale (Iéna), le Tyrol méridional.

Sedum Forsterianum Sm. — Du Portugal (et du Maroc septentrional) à l'Allemagne occidentale.

Sedum hirsutum L. — Jusqu'aux environs de Paris et dans le Lyonnais (Tarare) ; Chasse, près de Givors. Piémont.

Chrysosplenium oppositifolium L. — Jusqu'en Suisse, en Bohême, en Moravie ; isolé en Pologne et en Styrie (?).

Sarothamnus scoparius (L.) Wimm. — Jusqu'en Italie, en Pologne, en Galicie. (Hongrie et Balkans : indigénat douteux.)

Genista pilosa L. — Pénètre jusqu'aux Balkans et à la Russie méridionale ; Suède ; Pologne ; Italie.

Polygala calcareum F. Schultz — Jusqu'au Jura suisse et à l'Allemagne moyenne (Taunus, Hanau) ; Belgique.

Polygala serpyllacea Weihe — Jusqu'en Suède, en Bohême (Teplitz), en Bavière, en Suisse ; Italie septentrionale ; Frioul (?).

Hypericum pulchrum L. — Jusqu'en Suède, en Bohême, en Moravie ; Styrie, Carniole, Illyrie.

Hypericum helodes L. — Jusqu'à l'Allemagne occidentale ; isolé dans le Spessart, en Lusace et dans l'Italie occidentale.

Conopodium denudatum (DC.) Koch — Du Portugal moyen à la Norvège sud-occidentale et la Suède méridionale ; Corse et Ligurie.

Oenanthe peucedanifolia Poll. — Jusqu'à l'Allemagne méridionale et centrale (Hesse) ; Corse ; Italie septentrionale et centrale et Suisse insubrienne.

Apium inundatum (L.) Rchb. — Jusqu'à la Suède méridio-

nale ; isolé en Lusace ; (Russie ?) ; Afrique du Nord, Sicile, Italie.

Apium repens (Jacq.) Rchb. — Jusqu'à la Pologne sud-occidentale.

Cicendia pusilla (Lam.) Gris. — Jusqu'aux Ardennes ; Corse ; Sardaigne ; Italie centrale ; Algérie, Maroc.

Pulmonaria tuberosa Schrk. — Jusqu'en Bavière ; Italie ; Istrie (?).

Pulmonaria affinis Jord. — Jusqu'aux Alpes occidentales ; Belgique ; Italie (?).

Pulmonaria longifolia Bast. — Du Portugal aux Pays-Bas ; Lorraine.

Teucrium Scorodonia L. — Jusqu'à la Suède méridionale et en Moravie ; Styrie, Carniole ; Croatie ; Italie septentrionale et centrale.

Galeopsis dubia Leers — Jusqu'à l'Allemagne occidentale peu au delà de l'Elbe ; Bohême ; Autriche rare.

Scutellaria minor L. — Jusqu'à l'Allemagne méridionale et moyenne ; Italie septentrionale.

Anarrhinum bellidifolium (L.) Desf. — Jusqu'en Bavière : Spalt ; près de Nuremberg (Toepfer, 1919) ; Italie septentrionale.

Scrophularia aquatica (L.) Huds. — Jusqu'au Palatinat, à Karlsruhe ; canton de Fribourg en Suisse ; Italie septentrionale.

Digitalis purpurea L. — Jusqu'à la Suède méridionale, aux Sudètes, à la Bohême ; Corse et Sardaigne. Sur la côte norvégienne jusqu'au 64°5 latitude boréale.

Digitalis lutea L. — Jusqu'à l'Allemagne occidentale et le Tyrol ; Italie septentrionale.

Euphrasia nemorosa Pers. — Jusqu'en Bohême.

Orobanche Rapum Genistæ Thuill. — Jusqu'aux montagnes hercyniennes ; en Suisse, au Sud des Alpes seulement. Italie ; Tyrol méridional.

Galium hercynicum Weig. (*G. saxatile* L.). — Jusqu'à la Suède méridionale et à travers l'Allemagne centrale jusqu'en Lusace et au Riesengebirge. Douteux pour la Pologne sud-occidentale.

Jasione perennis L. — Domaine atlantique, surtout à l'étage montagnard ; s'avance jusqu'à la Forêt-Noire, à la Rauhe Alb, aux Provinces rhénanes. Jadis à Halle. Corse (?).

Centaurea nigra L. — Jusqu'à l'Allemagne centrale et méridionale (Bayerischer Wald), les Pays-Bas, la Norvège sud-occidentale. Rare en Italie : Piémont, Apennin, Sardaigne (1).

Doronicum plantagineum Lamk. — Portugal central et septentrional ; Espagne atlantique et montagnes du centre et du Sud-Est ; France occidentale et centrale jusqu'en Lorraine ; Gard, Provence.

Nous n'avons pas mentionné dans cette liste certaines espèces subatlantiques au sens le plus large qui traversent l'Europe occidentale et centrale jusqu'aux Balkans, se retrouvant même, en partie, en Asie Mineure. Tels sont par exemple : *Pilularia globulifera*, *Echinodurus ranunculoides*, *Tillæa muscosa*, *Potentilla sterilis*, *Genista sagittalis*, *Epilobium lanceolatum*, *Oenanthe Lachenali*, *Meum athamanticum*, *Anagallis tenella*, *Lysimachia nemorum*, *Cicendia filiformis*, *Verbascum pulverulentum*, etc.

D'autres végétaux d'une distribution géographique plus vaste, mais qui paraissent particulièrement bien adaptés aux conditions climatiques du domaine atlantique, y abondent et se développent avec une exubérance qui contraste singulièrement avec leur vitalité réduite et leur rareté dans les territoires voisins plus continentaux. C'est peut-être la raison pour laquelle bien des auteurs les ont qualifiés d'atlantiques proprement dites. Quelques exemples empruntés à la liste des « représentants de la flore atlantique » de Bavière, donnée par M. Hegi (1905) illustreront ces faits : *Asplenium lanceolatum* (Europe atlantique ; se retrouve à Sainte-Hélène, en Grèce, en Italie, etc.), *Isnardia palustris* (pays méditerranéens, Amérique, Afrique du Sud), *Primula acaulis* (Grèce, Caucase, Arménie), *Ilex Aquifolium* (du Maroc à la Perse, Chine), *Tamus communis* (des Canaries à la Perse). On peut y ajouter : *Hymenophyllum tunbrigense*, *H. pellatum*, *Myrica Gale* (récemment signalé aussi dans l'Afrique tropicale), *Heleocharis multicaulis*, *Carex punctata*, *Scirpus fluitans*, *Lobelia Dortmanna*, *Luzula Forsteri*,

(1) Parmi les Hépatiques et les Mousses subatlantiques du Massif Central nous citerons : *Frullania germana* [s'avance jusqu'en Italie], *Saccogyna viticulosa* [jusqu'en Italie], *Scapania gracilis*, *Campylopus brevopilus* [jusqu'en Suisse], *C. brevifolius*, *Pottia Heimii* [jusqu'en Suisse], *Zygodon Forsteri* [jusqu'en Sardaigne].

Orobanche Hederæ, *Ceterach officinarum*, *Buxus sempervirens*, les quatre derniers signalés comme atlantiques par MM. Eichler, Gradmann et Meigen (1912), plusieurs espèces citées par MM. Nordhagen (1917, p. 123-27), Wangerin (1919, p. 68) et d'autres.

Ilex Aquifolium est le type représentatif classique de ce groupe pseudo-atlantique. Il est étroitement lié aux contrées littorales et subocéaniques dans l'Europe boréale et moyenne ; sa limite en Norvège correspond à l'isotherme de 0 degré du mois de janvier (Holmboe, 1913). Dans les Alpes, on le rencontre sur les lisières méridionale, septentrionale et occidentale et dans les vallées extérieures à climat subatlantique. Il manque par contre presque complètement aux vallées longitudinales de l'intérieur, district du pin sylvestre (Br.-Bl., 1917), redoutant bien plus les gelées de l'hiver que la chaleur et la sécheresse de l'été. Dans les Pyrénées-Orientales (où il atteint 1.780 m. d'alt. !), et dans les Cévennes, le houx descend parfois au milieu des taillis de *Quercus Ilex*, exposés à la sécheresse estivale qui peut durer plusieurs mois (cf. Br.-Bl., 1915). C'est encore un élément important du sous-bois des forêts de *Quercus Ilex* du Moyen Atlas marocain où il se tient à l'étagé des brouillards d'hiver (entre 1.500 et 1.800 m. !).

L'élément atlantique appartient-il à la population primitive, autochtone, des montagnes du Centre de la France, comme l'affirment certains auteurs ? « Il est impossible », écrit M. Meyran (1894) « de se refuser à admettre que ces espèces (*Ranunculus hederaceus*, *Saxifraga hypnoides*, *Genista purgans*, *Erica cinerea*, *E. vagans*, *E. Tetralix*, *Digitalis purpurea*, etc.), sont nées d'abord dans l'île centrale de la France d'où elles ont rayonné à l'Ouest, au Nord, au Sud et jusqu'en Espagne et en Portugal » (l. c., p. 88). Et plus loin il admet que les *Scilla Lilio-hyacinthus*, *Ulex europæus*, *Vicia Orobus*, *Hypericum helodes*, *Wahlenbergia hederacea*, etc., ont fait leur première apparition dans « l'île centrale » et ont ensuite pénétré dans la chaîne pyrénéenne dont la surrection est postérieure à celle du Massif Central.

Ce dernier argument a peu de poids ; nous savons aujourd'hui qu'au commencement du Tertiaire encore la flore du Massif Central avait un caractère nettement subtropical. A

l'époque du soulèvement des Pyrénées (Oligocène), les espèces citées ne pouvaient guère être déjà formées, si on en juge d'après les transformations que l'on a pu étudier de près dans des groupes systématiques ayant de nombreux représentants fossiles.

Mais d'autres raisons, d'ordre génétique, infirment l'hypothèse de M. Meyran. Dans le Massif Central l'élément atlantique n'a donné naissance à aucune forme endémique spéciale, excepté quelques variétés insignifiantes et quelques races de *Rubus* évidemment de date très récente. Il se comporte à ce sujet comme l'élément circumboréal, le plus jeune de notre flore, dont l'immigration quaternaire est démontrée par des preuves fossiles. De plus, les souches primitives de nos espèces atlantiques indiquent nettement une origine étrangère. Les *Erica* par exemple ont leur principal foyer de développement au Cap de Bonne-Espérance où le genre compte plus de 400 espèces, très diverses au point de vue morphologique et écologique. Il semble qu'il nous soit parvenu pendant le Tertiaire à travers l'Afrique centrale et les montagnes de l'Abyssinie. Un centre de développement secondaire du genre embrasse le Sud du domaine atlantique. *Digitalis purpurea* a ses parents les plus proches au Sud-Ouest de la péninsule ibérique, où il a produit aussi une race spéciale, remarquable, à feuilles blanches-tomenteuses. La section à fleurs rouges y compte une demi-douzaine d'espèces. *Saxifraga hypnoides* ssp. *continentalis* fait partie d'un groupe (grex *Gemmiferæ*) exclusivement atlantique et méditerranéo-occidental. Des 7 espèces du groupe deux sont atlantiques (*S. conifera* aux Asturies et *S. hypnoides*), deux se trouvent dans les montagnes bétiques, une est à la fois ibérique et mauritanique et deux se rencontrent dans les montagnes de l'Algérie et du Maroc. Les *Ulex* rayonnent du Portugal et des chaînes bétiques, où on en connaît près de 30 espèces en deux sous-genres, jusqu'en Irlande et au Danemark vers le Nord et au Maroc moyen (Rabat !) vers le Sud. *Scilla* sect. *Euscilla*, représenté par de nombreuses espèces sur la péninsule ibérique est une section méditerranéenne d'environ 40 espèces à laquelle appartient *Scilla hyacinthoides* voisin du *Scilla Lilio-hyacinthus* et *Sc. verna*, toutes deux atlantiques. Deux espèces seules de *Wahlenbergia* appartiennent à la flore

européenne, notre *W. hederacea* du domaine atlantique, et *W. nutabunda* de la Méditerranée occidentale et du Maroc. Cette dernière diffère d'ailleurs complètement du *W. hederacea*, au point de vue morphologique et écologique. Le genre *Wahlenbergia* a son foyer de développement dans l'Afrique occidentale et méridionale. *W. hederacea* représenterait le dernier rameau boréal, dérivé d'un groupe systématique tropical et subtropical de l'hémisphère austral. *Lobelia* sect. *Hemipogon* réunit une centaine d'espèces subtropicales et même tropicales dont beaucoup dans l'Afrique australe. *Lobelia urens*, nettement atlantique, et *L. Dortmanna* (pseudo-atlantique, se retrouve dans l'Amérique nord-orientale), représentent seuls le genre en Europe.

Il serait facile de multiplier les exemples prouvant que les espèces atlantiques du Massif Central ne pouvaient en général naître sur place ; isolées dans la flore de l'Europe moyenne, elles suggèrent au contraire ici l'impression d'hôtes étrangers. Nous avons vu que la théorie de l'évolution appuie et accentue cette explication. Les souches primitives d'ailleurs très diverses : ouest- et sud-africaine, mauritanique, ibérique, méditerranéenne, eurasiatique pour certaines Graminées, Cyperacées, Ombellifères, etc., remontent certainement en partie au début du Tertiaire.

Si l'élément atlantique ne peut être autochtone dans les montagnes du Centre de la France, par quelles voies et quand y a-t-il pénétré ?

La direction générale de l'immigration est nettement indiquée par la progression constante du nombre des espèces atlantiques et de leur fréquence vers l'Ouest et le Sud-Ouest ; peu de représentants, contournant le Massif Central par le Nord, y ont pénétré de ce côté et manquent ou sont très rares dans les ramifications du Sud-Ouest et du Sud (par exemple : *Ranunculus Lenormandi*, *Ulex nanus*, *Erica Tetralix*, *E. vagans*, *Peucedanum gallicum*, *Cirsium anglicum*).

La solution de la seconde question est plus compliquée. L'immigration atlantique dans le Massif Central est-elle récente ? Se poursuit-elle encore ? Sinon, dans quelle époque devons-nous la placer ?

Le problème, d'une portée bien plus générale que l'on pour-

rait le supposer tout d'abord, mérite d'être examiné de plus près. Mais il est nécessaire d'étendre nos investigations aux territoires plus septentrionaux, également caractérisés par de fortes irradiations atlantiques et mieux connus au point de vue phytogéographique. Disposant alors d'un ensemble de documents provenant de différentes contrées, on saisira mieux les déplacements locaux qui se sont passés dans le cercle restreint du Massif Central ; on se gardera aussi plus facilement de généralisations trop hâtives.

L'herbier de l'infatigable explorateur des Cévennes du Gard, de Pouzolz, conservé à l'Institut botanique de Montpellier, renferme un bon échantillon du *Wahlenbergia hederacea* provenant de l'Espérou, seule localité citée dans la flore du Gard. De nombreux et zélés botanistes y ont recherché la jolie Campanulacée depuis 1850 ; mais en vain ! Elle semble avoir complètement disparu. *Lepidium heterophyllum*, observé par de Pouzolz autour de 1830, n'a été retrouvé récemment qu'en un seul endroit où il était représenté par quelques individus ! *Hypericum helodes* paraît avoir perdu deux localités sur trois ; il est devenu introuvable au Lingas et à l'Espérou. *Sedum Forsterianum* (= *S. elegans*) n'a été trouvé qu'une seule fois à l'Aigoual par Diomède Tieskiewicz.

Le recul des espèces atlantiques sur les limites de leur aire semble d'ailleurs un fait assez général. Rappelons seulement quelques-uns des exemples qu'on a signalés récemment. D'après M. Rouy (Fl. Fr. XIII, p. 38) les Narcisses du groupe du *Narcissus reflexus* des îles Glénans y sont rares et tendraient à disparaître. Parmi les plantes atlantiques indiquées jadis dans l'Aveyron, certaines ne se retrouvent plus dans les localités citées (Coste). M. Olivier (1910, p. 10, 11) signale la disparition aux environs de Moulins (Bourbonnais) de plusieurs espèces atlantiques (*Wahlenbergia*, *Scilla Lilio-hyacinthus*, etc.).

Comment les espèces atlantiques se comportent-elles à cet égard sur leur limite orientale dans l'Europe moyenne ?

Un des représentants atlantiques les plus rares en Suisse, *Anarrhinum bellidifolium*, fut récolté il y a cent cinquante ans à Vernier, près de Genève, par H.-B. de Saussure (1779, I, p. 42) et plus tard à Satigny, par Schleicher, et entre Peney et le bois de Bay, par Reuter et d'autres. La plante a disparu de Vernier

et de Satigny ; elle croissait encore en 1913 près de Peney, mais y paraît être devenue très rare (G. Beauverd, comm. verb.). *Pilularia globulifera* n'existe plus dans son unique localité suisse près de Bonfol. Le dernier buisson du *Sarothamnus scoparius* dans le Vorarlberg près de Möggers a été détruit il y a cinquante ans (Murr, 1909, p. 21). *Digitalis purpurea* avait sa localité la plus orientale en Saxe, au Grosse Zschirnstein (Drude et Schorler, 1916, p. 13). D'après M. Gräbner (1901, p. 37, 38) *Genista anglica* possédait jadis un poste avancé à Nauen, *G. pilosa* à Osterode (Prusse orientale), *Ranunculus hololeucus* près de Neumünster (Holstein). Ils paraissent être éteints dans ces localités. *Genista anglica* n'a pas été retrouvé non plus à Falkenberg près de Ukro-Luckau et à Luppah-Dahlen où on l'avait rencontré jadis (Ascherson, 1890, p. LVI).

Narthecium ossifragum, autrefois à Slatinan en Bohême, paraît y avoir disparu depuis longtemps (v. Celakovsky, Sitzber. Böhm. Ges. Wiss., 1887, p. 622) ; ses localités les plus orientales s'échelonnent aujourd'hui à travers l'Allemagne nord-occidentale, Tatra (?). *Carex binervis* avait son point limite à Paderborn, *Jasione perennis* à Halle, *Ranunculus hederaceus* (1) à Rostock (Niedenzu-Garcke, 1908) ; cette dernière espèce était également à Neckarsau et à Brühl (Bade) (Hegi, Mitteleurop. Fl., t. III), ainsi qu'à Regensburg, Speyer, Zweibrücken, Kirel et Kusel dans le Palatinat (Vollmann, Fl. v. Bayern, p. 274). Tous ces postes avancés n'existent plus aujourd'hui. M. Preuss (1911, p. 106) signale, avec l'extinction de la seule localité du *Myrica Gale* sur la « Frische Nehrung », la disparition récente, naturelle, de l'*Erica Tetralix* à Pasewark, point le plus oriental de cette bruyère en Allemagne.

En Scandinavie, quelques végétaux atlantiques par rapport à leurs exigences climatiques (= pseudo-atlantiques) se comporteraient de façon semblable. D'après Gunnar Andersson (1897, p. 475) les *Hymenophyllum peltatum* et *Asplenium marinum* de la Norvège sud-occidentale seraient nettement en voie de régression, *Ilex* aurait perdu sa dernière localité suédoise près de Sotenäs en Bohuslän autour de 1840 ; il est encore à

(1) Cette Renoncule fut indiquée par Heer (1866), dans les dépôts néolithiques lacustres de Robenhansen, près de Zurich. M. Neuweiler (1905), qui a contrôlé la détermination, croit à une confusion avec le *R. aquatilis*.

l'état sporadique aux îles Läsö, Fünen, Sejerö, Lolland, Falster et Bornholm. *Hypericum pulchrum* n'est plus en Halland.

Les faits de disparition récente d'espèces atlantiques sur leur limite orientale sont donc nombreux. Gardons-nous cependant d'en exagérer la portée. L'homme a certainement influencé et même directement provoqué, dans quelques cas, l'extinction d'espèces atlantiques. Mais il convient néanmoins d'insister sur le fait que ces végétaux si résistants et bien souvent envahissants au centre de leur aire, deviennent très sensibles et succombent facilement aux moindres changements des conditions de milieu vers la périphérie. Sans l'intervention directe de l'homme, ils paraissent de nos jours incapables de se répandre plus à l'Est.

Un autre argument contraire à une immigration récente de l'élément atlantique est la présence d'aires très disloquées et même de colonies atlantiques isolées, sans contact avec le domaine. Quelques-uns des exemples se rapportant au Massif Central méritent d'être signalés.

Lobelia urens et *Helianthemum alyssoides*, découverts tous deux par de Pouzolx à Bourdezac dans les Cévennes du Gard, se retrouvent, le premier à 130 kilomètres environ à l'Ouest dans l'Aveyron (à Cassagnes-Begognes) et à 150 kilomètres au Sud-Ouest dans la Montagne Noire, le second dans quelques vallées au Sud du Mont Lozère, puis à 350 kilomètres environ au Sud-Ouest dans les Basses-Pyrénées et à plus de 300 kilomètres au Nord-Ouest dans le Cher. *Anchusa sempervirens*, connu depuis longtemps dans plusieurs localités des Cévennes de l'Aigoual, a été indiqué dans une seule localité de l'Aveyron, à Saint-Sulpice (Puech), mais son aire plus ou moins continue commence beaucoup plus à l'Ouest et ne s'étend guère au delà de la partie occidentale du Périgord. Ces espèces croissent dans des stations plutôt couvertes ; les graines ne possèdent pas d'adaptations spéciales à la dissémination ; celles de l'*Anchusa sempervirens* sont assez lourdes. La discontinuité de leurs localités limites ne peut donc guère être le résultat du transport des graines par le vent. Leur dissémination par les oiseaux est également plus qu'invraisemblable.

Une disjonction non moins significative se manifeste dans l'Allemagne centrale et septentrionale ainsi qu'en Scandinavie.

La colonie atlantique de la Lusace en est l'exemple classique. Certaines espèces de cette importante colonie avancée ne se retrouvent qu'à 200-250 kilomètres plus à l'Ouest. Sur la côte suédoise *Sedum anglicum* s'est maintenu en peu de localités du Bohuslän ; *Hypericum pulchrum* possède en Suède une localité en Skane et une dans l'Ouest du Westergötland. *Digitalis purpurea*, *Polygala serpyllacea*, *Genista anglica* (Halland), etc., montrent une répartition semblable.

Sur le versant Sud des Alpes l'aire des espèces atlantiques présente un démembrement encore plus accusé :

Saxifraga hypnoides ssp. *continentalis* et *Doronicum plantagineum* se rencontrent isolés dans les basses montagnes de la Provence.

Sedum hirsutum, qui possède une colonie disjointe dans les Alpes piémontaises (nous avons vu des échantillons de la Vallée Clusone, leg. Rostan ; M. Gola [1909, p. 209] l'indique près de Pinerolo et sur Giaveno), n'est pas dans les Alpes françaises ni dans la plaine du Rhône. Son aire atlantique continue est limitée vers l'Est par les Cévennes, à 200 kilomètres de l'exclave du Piémont.

Euphorbia hiberna, très répandu dans le Massif Central jusqu'à l'Espinouse et au Velay, réapparaît sous une variété (var. *Gibelliana* Peola) dans les Alpes piémontaises (Givoletto, val di Lanzo sopra Pessinetto, Gola 1909, p. 205) et dans l'Apennin septentrional, de 300 à 400 kilomètres plus à l'Est.

Erica cinerea, indiqué avec doute en Ligurie par Fiori et Paoletti (1908), peuple un espace paraissant assez restreint dans les montagnes aux environs de Gênes. Nous avons vu des échantillons provenant des Colli di Multido « abondante nella Pineta », leg. Cannero. Les localités les plus proches sont celles du Gard à 360 kilomètres plus à l'Ouest, séparées par les Alpes et la plaine du Rhône.

Hypericum helodes croît dans la Ligurie occidentale et dans la « Selva Pisana » à Palazzetto (leg. Beccari in hb. Turin sec. Negri) ; il paraît d'ailleurs peu répandu. On ne le rencontre en France qu'au delà du Rhône dans les Monts du Vivarais à plus de 300 kilomètres à l'Ouest de la Ligurie et à plus de 500 kilomètres à l'Ouest de Pise.

Oenanthe crocata est en Ligurie (sopra Sestri et Pegli), en

Corse et en Sardaigne, puis dans l'Ouest de la France et l'Espagne centrale, méridionale et septentrionale, en Portugal, au Rif marocain et aux îles britanniques. La distance entre la Ligurie et la France occidentale est d'environ 600 kilomètres.

Hibiscus roseus Thore des marais landais, que nous pouvons également mentionner ici, réapparaît près de 1.000 kilomètres à l'Est dans l'Italie septentrionale (Lucca, basse vallée du Pô, littoral vénétien).

Les exemples cités suffiront. On constate, chez l'élément atlantique dans toute l'étendue du territoire, de la Scandinavie à la péninsule italique, une tendance au recul très prononcée et si générale que le contester serait nier l'évidence. Dès lors il est impossible d'expliquer les faits de disjonction extraordinaire sur les limites orientales par l'hypothèse si commode de la dissémination récente par bonds à grandes distances. Ce mode de transport intervient, sans doute, dans une certaine mesure, notamment chez les plantes aquatiques. Mais il est inadmissible de généraliser dans notre cas en l'admettant pour de véritables colonies d'espèces *d'ailleurs très différentes à l'égard de leurs moyens de dissémination et de leurs exigences écologiques*. Ces colonies nous apparaissent donc non pas comme avant-postes mais comme arrière-gardes d'un élément en voie de recul.

Toutefois, la progression de l'élément atlantique ne peut dater non plus d'une époque bien ancienne. Les voies des migrations dans l'Europe moyenne (1) sont encore faciles à retracer à l'aide des jalons intermédiaires entre les postes avancés et le domaine atlantique. En outre, l'élément caractérisé par un endémisme progressif très accentué dans l'Ouest et le Sud-Ouest de la France, n'a produit, dans le Massif Central de la France, ou plus à l'intérieur du continent, *aucune espèce spéciale, aucun endémique bien tranché*. Tout ce que nous en connaissons se réduit à quelques variétés peu importantes, de formation néogène (voir chap. Endémisme). La présence de cet élément dans notre massif ne peut donc pas remonter au delà du Quaternaire.

Pour mieux fonder cette assertion et préparer quelques

(1) Le raccord des localités méditerranéennes, moins aisé, indique une migration plus ancienne.

conclusions plus générales touchant le problème des irradiations atlantiques dans l'Europe centrale et méridionale, il est indispensable d'envisager de nouveau les extensions atlantiques dans leur ensemble. Nous verrons alors la complexité des faits se réduire d'une façon satisfaisante.

Sur notre continent se dessinent nettement quatre territoires différents de progression ou d'irradiation atlantique :

1. *Irradiation scandinave*. Elle touche la Scanie sud-occidentale (Halland, Bohuslän, etc.) et longe la côte norvégienne jusqu'au Christianssund, 63°7 latitude boréale. Parmi les végétaux représentatifs de cette irradiation nous citerons : *Aira præcox*, *A. setacea* (*Deschampsia discolor*), *Carex binervis*, *C. ligerica*, *Narthecium ossifragum*, *Scilla verna*, *Corydalis claviculata*, *Sedum anglicum*, *Chrysosplenium oppositifolium*, *Rubus Radula*, *Sarothamnus scoparius*, *Vicia Orobus*, *Polygala serpyllacea*, *Hypericum pulchrum*, *Conopodium denudatum*, *Lysimachia nemorum*, *Erica cinerea*, *E. Tetralix*, *Digitalis purpurea*, *Teucrium Scorodonia*, *Galium hercynicum*, *Centaurea nigra*. Elles s'écartent, en général, peu de la côte et font partie de « la flore à *Digitalis* et *Erica cinerea* » des régions de l'Illex et des côtes de l'Europe sud-occidentale (cf. Wille 1915, p. 68, 101-103 ; Nordhagen 1917, p. 125), caractérisées, en outre, par la présence des *Asplenium marinum*, *Hymenophyllum peltatum*, *Teesdalia nudicaulis*, *Primula acaulis* et d'autres espèces pseudo-atlantiques.

2. *Irradiation baltique*. Elle s'étend du cours inférieur de l'Elbe le long de la côte méridionale de la Baltique jusqu'en Courlande. Les espèces mentionnées ci-dessous ont suivi cette voie, s'éloignant rarement à une grande distance de la côte : *Alisma natans* (jusqu'à Kolberg), *Aira præcox* (jusqu'à Königsberg), *A. setacea* (isolé à Rügen), *Carex strigosa* (jusqu'à Stettin), *Atriplex glabriuscula* (jusqu'en Courlande), *Ranunculus hederaceus* (jusqu'à Lübeck, jadis à Rostock), *Cochlearia anglica* (jusqu'à Stralsund), *Chrysosplenium oppositifolium* (Polzin en Poméranie), *Polygala serpyllacea* (jusqu'à Greifswald), *Genista pilosa* (jusqu'à Rügenwalde), *G. anglica* (Mecklembourg : Priwall et près de Güstrow), *Apium inundatum* (jusqu'à Kolberg), *A. repens* (jusqu'à Pyritz), *Lysimachia nemorum* (jusqu'au district de Holland, Prusse orientale),

Galium hercynicum (jusqu'à Rügenwalde). — *Cochlearia danica* (en Allemagne jusqu'à Rügen) et les espèces pseudo-atlantiques *Myriophyllum alterniflorum*, *Lobelia Dortmanna*, *Myrica Gale* (jusqu'à la baie de Dantzig) réapparaissent dans la Baltique orientale et en Finlande. *Erica Tetralix*, fréquent jusqu'à la baie de Dantzig où elle s'arrête, forme des landes étendues à 200 kilomètres au Nord-Est entre Windau et Libau en Courlande.

3. *Irradiation hercynienne*. Du Nord-Ouest et de l'Ouest de l'Allemagne elle rayonne jusqu'aux montagnes hercyniennes, en Lusace et aux Sudètes. Les espèces subatlantiques les plus expressives de cette irradiation sont énumérées dans notre liste p. 142. On pourrait y joindre *Myrica Gale* et *Hymenophyllum tunbrigense*, pseudo-atlantiques.

4. *Irradiation méditerranéenne* (1). Partant du Midi de la France, elle se dirige vers la Ligurie, le Piémont, la Vénétie et s'éteint aux Balkans. Cette voie a été suivie par de nombreuses espèces subatlantiques dont les principales figurent sur notre liste p. 142.

L'époque de l'extension maximum de l'élément atlantique en Scandinavie et dans la Baltique orientale, peu ancienne, est relativement facile à préciser grâce aux documents nombreux réunis par les paléobotanistes. Après le retrait définitif du glacier mecklembourgien une végétation boréo-arctique à *Dryas* bordait la mer à *Yoldia*. Peu à peu le bouleau (*Betula pubescens*, *B. pendula*) et le tremble (*Populus tremula*) s'installaient et bientôt *Pinus silvestris* s'associait à eux pour former des forêts étendues (Geinitz et Weber 1904, et autres). Vers la fin de la période à *Ancylus* et pendant la période à Littorines, caractérisée par l'affaissement considérable de la côte, *Quercus pedunculata* fut, au moins temporairement, l'arbre forestier le plus important de la Baltique méridionale. Le profil de la côte abrupte entre Sarkau et Kranz (Prusse orientale) dressé par M. Preuss (1911, p. 76), découvre la couche à *Quercus* à une profondeur de 5 mètres environ. Les recher-

(1) Une cinquième irradiation, mauritanienne, suit les pays côtiers de l'Afrique boréale du Maroc septentrional (Rif) à la Kroumirie; nous n'avons pas à nous en occuper ici, le territoire le plus directement influencé par cette irradiation est le Nord-Ouest du Maroc espagnol.

ches de MM. C.-A. Weber, G. Andersson, R. Sernander, L. von Post, J. Holmboe ont prouvé l'existence de grandes forêts de chênes pendant la période à Littorines sur tout le pourtour de la Baltique et en Norvège. Au chêne pédonculé se mêlaient en abondance *Tilia cordata* et *intermedia*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, puis le lierre (*Hedera Helix*), l'if (*Taxus baccata*), etc.

Le caractère relativement océanique de ces forêts d'arbres à feuilles caduques était dû à l'influence d'un bras du Gulfstream, qui baignait alors la côte méridionale de la Suède et y apportait même des graines de plantes tropicales (cf. Andersson, 1897, p. 474-475 ; 1910, p. 293 ; Wahnschaffe, 1910, p. 21, etc.). Pendant cette période tiède et humide tous les facteurs climatiques concouraient pour faciliter l'avance de l'élément atlantique. On a trouvé dans les dépôts à Littorines près de Sarkau (Kurische Nehrung) *Myrica Gale*, également constaté plusieurs fois dans les dépôts à *Quercus* du Götaland en Suède. Il manque aujourd'hui à la « Kurische Nehrung ». *Erica Tetralix* occupait jusqu'au commencement de ce siècle une localité sur la « Danziger Binnennehrung » dans une dépression des dunes, vestige d'une ancienne tourbière submergée. M. Preuss (1910, p. 110) arrive à la conclusion que l'aire jadis continue de cette bruyère a été envahie par la mer au courant de la période à Littorines.

Tous ces faits tendent à prouver qu'une forte invasion atlantique dans les pays scandinaves et baltiques s'est produite pendant la période à Littorines. Les résultats paléobotaniques et phytogéographiques nous font croire que depuis lors et jusqu'à nos jours l'élément atlantique y a subi un affaiblissement constant, soit par des raisons épirogéniques (affaissement des côtes), soit par des raisons climatiques (1). En effet, depuis la période à Littorines le climat a pris un caractère continental plus accusé (v. aussi von Post, 1909).

(1) Sur la côte atlantique française, cet élément s'est maintenu sans changements notables, au moins depuis le temps néolithique. Dans la tourbière submergée de Ster-Vras à Belle-Île-en-Mer. M. Gadeceau a constaté entre autres : *Quercus spec.*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus campestris*, *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Myrica Gale*, *Oenanthe peucedanifolia*, *Anagallis tenella*, *Teucrium Scorodonia*, *Taxus baccata* (la seule Conifère), la Mousse eu-atlantique très caractéristique, *Hyocomium flagellare*, et un grand nombre d'espèces moins significatives.

Une opinion différente est soutenue par M. N. Wille (1914, p. 94, 101). Il croit que la « west European coast flora » de la Norvège est de date plus récente et qu'elle a immigré par grands bonds soit du Danemark, soit même de l'Angleterre (par exemple : *Erica cinerea*, *Scilla verna*, *Vicia Orobus*). Il se fonde avant tout sur les possibilités de transport par les oiseaux migrateurs. D'après Palmén, deux lignes suivies par les oiseaux passeraient de l'Ouest de la Norvège en Angleterre. M. Wille donne à ce sujet plusieurs exemples d'introductions récentes de plantes dues probablement au transport par les oiseaux; mais ces exemples n'ont pas trait à des espèces atlantiques (*Elymus arenarius*, *Coleanthus*, *Hydrocotyle*).

Nous avons eu l'occasion de constater par des observations semblables la possibilité de migrations par grands bonds, se rapportant à des plantes aquatiques transportées par les oiseaux. Il est possible que certaines espèces soient venues directement de la Yutlande en Scandinavie. Par contre, il nous paraît peu vraisemblable et nullement démontré que les colonies d'espèces atlantiques citées plus haut aient franchi de la sorte la mer séparant l'Angleterre de la Norvège. Une immigration récente de l'élément atlantique en Scandinavie serait d'ailleurs en contradiction avec les faits de recul constatés partout ailleurs (1).

Les riches colonies de la Lusace sont également postérieures à la grande glaciation baltique. Le territoire au Nord-Est des Sudètes fut entièrement couvert par la calotte continue de « l'Inlandsis » qui atteignait 407 mètres au-dessus du niveau de la mer en Lusace et 370 mètres dans la Suisse saxonne, si on en juge d'après les galets de provenance scandinave qui y ont été observés. La moraine frontale du glacier passait au Sud de Dresde et de Zittau et près de Landshut et de Glatz en Silésie (Neumeyer, II, 720). Il est donc possible et même probable que les colonies atlantiques de la Lusace datent à peu près de la même époque que l'irradiation dans la Baltique. Le climat, prenant un caractère maritime, aurait, de part et d'autre, par son humidité plus élevée, ses hivers moins rigoureux, facilité la pénétration.

L'irradiation atlantique dans la région méditerranéenne cen-

(1) M. Nordhagen (1917) considère les espèces atlantiques du Fjord de Trondhjem comme survivants de la période « atlantique ».

trale, au contraire, doit remonter beaucoup plus loin dans le passé que celles au Nord de la chaîne des Alpes. Cela ressort d'abord de la disjonction énorme des espèces subatlantiques dans la péninsule italique et plus à l'Est. Certaines espèces se sont avancées jusqu'aux Balkans, quelques-unes ont atteint la Grèce (par exemple : *Genista sagittalis*, *Tillæa muscosa*, *Epilobium lanceolatum*, *Chlora serotina*, *Anagallis tenella*, etc.) et même l'Asie Mineure.

Une autre preuve, plus concluante, de l'âge quaternaire de cette pénétration est fournie par les dépôts de travertin considérables, accumulés dans des contrées actuellement arides ou semi-arides. Attestant d'abondantes précipitations, on les relève dans le Quaternaire de France, aussi bien qu'en Italie, aux îles grecques et même sur sol nord-africain, riches en empreintes d'une flore de caractère subocéanique. Leur examen nous apprend que le hêtre était descendu au seuil des Cévennes. Des arbres cantonnés aujourd'hui dans l'étage montagnard, plus humide, envahissaient les plaines du Languedoc et de la Provence. Le laurier (*Laurus nobilis*) formait alors de véritables peuplements, tandis qu'aujourd'hui il souffre du froid et ne s'y trouve plus à l'état spontané. Les chênes xérophiles par contre (*Quercus coccifera*, *Qu. ilex*), essences sociales et dominantes de nos jours, semblent avoir joué un rôle subordonné lors de la formation de ces tufs, qui paraît dater de la deuxième période interglaciaire (v. chap. I).

Les dépôts interglaciaires du versant Sud des Alpes renferment également une végétation de caractère submeridionale. La forêt à feuilles caduques, composée d'*Acer*, de *Tilia*, de *Quercus sessiliflora*, d'*Ulmus*, prédominait ; dans le sous-bois s'entrelaçaient des arbustes pseudo-atlantiques lauriformes (*Buxus sempervirens*, *Rhododendron ponticum*, *Ilex aquifolium*, etc.).

Le bassin oriental de la Méditerranée a connu plusieurs périodes pluviales au cours de l'époque quaternaire. On n'est renseigné sur leur végétation que par des recherches occasionnelles.

Les tufs décrits par M. Holmboe de l'île de Chypre montrent dans leurs parties inférieures une abondance prodigieuse de feuilles de *Laurus nobilis* ; les moyennes sont moins riches et les supérieures en sont à peu près dépourvues. *Ficus Carica* et

Platanus orientalis se trouvaient associés au laurier. M. Holmboe (1914, p. 335) déduit de la présence de véritables peuplements de cet arbre, aujourd'hui toujours isolé dans cette île, que le climat au moment de la formation des tufs devait être plus humide : « The pluvial epoch must, in any case, have been very favourable to the spreading of numerous moisture-loving plants within the Mediterranean region ; the fact that Cyprus seems to have been separated from the continent already before the commencement of the Pluvial epoch, may explain the absence in the flora of the island of so many otherwise common hydrophile and mesophile species ».

Avec les observations ci-dessus cadre parfaitement la découverte du *Rhododendron ponticum* dans les tufs quaternaires de l'île de Skyros (Sporades). Cet arbuste à feuilles de laurier, également présent dans la fameuse brèche interglaciaire de Hötting près d'Innsbruck Tyrol, à 1.200 m. d'altitude et dans les couches du même âge au seuil méridional des Alpes, manque aujourd'hui presque entièrement en Europe. Exigeant un climat océanique, humide et égal et ne supportant ni la sécheresse prolongée de l'été méditerranéen, ni des températures hivernales basses, il trouve son optimum de développement en Colchide, dans le district de Batoum, à l'Est de la Mer Noire (1). Un second centre actuel comprend le Portugal moyen et méridional (étage montagnard) et le Sud de la chaîne bétique. Récemment, une variété *Scorpilii* du *R. ponticum*, découverte dans les montagnes de la péninsule balkanique orientale, fut décrite par M. Domin (1914). La présence de cette espèce à Skyros est la preuve indiscutable d'une période pluviale quaternaire dans la Méditerranée orientale. Nous sommes parfaitement d'accord là-dessus avec M. Gunnar Andersson (1910).

En Egypte, en Palestine et en Syrie, plusieurs périodes pluviales ont pu être discernées. M. Blankenhorn (1910), ayant étudié à fond ces phénomènes au point de vue géo-morphologique, synchronise les périodes pluviales avec les trois grandes glaciations des Alpes : günzienne, mindélienne et rissienne. La dernière période pluviale, moins accusée que les précédentes

(1) La moyenne des pluies annuelles à Batoum est de 2.356 m/m ; la température du mois de janvier est de + 5,9°C. (minimum — 7,8°), le maximum d'été atteint 35,1°C. (d'après Radde, 1899).

et séparée d'elles par une période sèche, correspondrait au Pré-Chelléen ou Strépyien de l'Europe occidentale, contemporain de la glaciation rissienne. Dès lors, le régime actuel, sec et chaud, se serait définitivement établi dans la Méditerranée orientale.

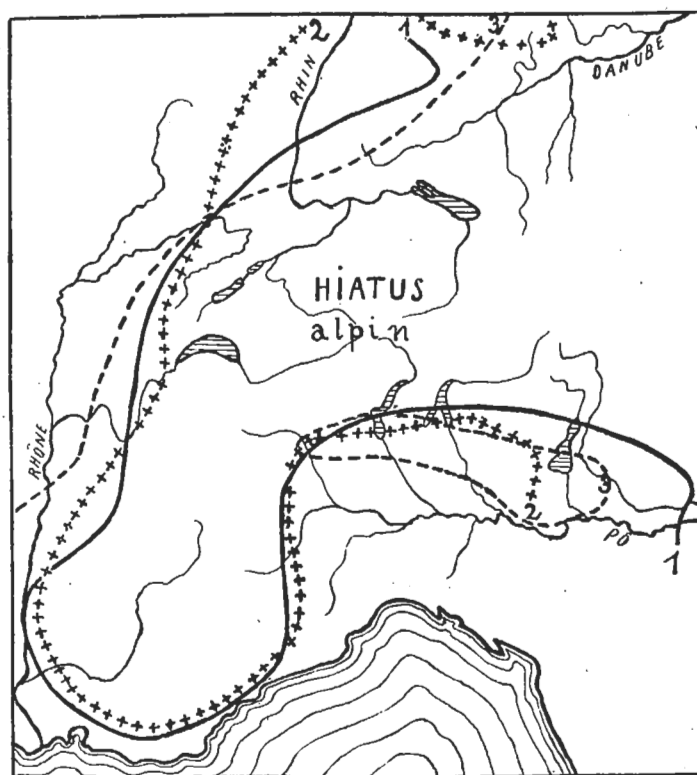


FIG. 8. — Limites orientales de quelques espèces atlantiques.

1. *Oenanthe peucedanifolia*. — 2. *Anarrhium bellidifolium*. — 3. *Scutellaria minor*.

A cet égard, la découverte du *Quercus Ilex* dans les tufs de la haute Égypte (dépression de Charga) (Zittel 1883), prend une signification spéciale. On sait que ce chêne manque aujourd'hui avec la plupart des sclérophylles méditerranéens (par exemple : *Laurus*, *Phillyrea*, *Ruscus*, *Lonicera implexa*, etc.) non seulement en Égypte, mais aussi en Tripolitaine et dans la majeure partie du bassin méditerranéen sud-oriental, très sec. Leur présence pendant le Quaternaire ancien indique

un régime climatique plus humide. Les mêmes causes qui ont permis la pénétration de la flore méditerranéenne dans les pays arides du Nord-Est de l'Afrique auraient eu pour conséquence l'extension d'espèces atlantiques jusqu'au cœur de la région méditerranéenne.

L'irradiation atlantique de la Méditerranée et celle de l'Allemagne centrale sont séparées par un *hiatus comprenant les Alpes et les plateaux suisse et souabe*. Ce hiatus est parfaitement mis en évidence par la distribution de quelques espèces typiques, figurée sur notre croquis (p. 41). De nombreuses espèces ont progressé vers l'Est, soit au Sud des Alpes, soit à travers l'Allemagne centrale, évitant strictement ce territoire qui s'avance en coin jusqu'au seuil oriental du Jura et de la Forêt-Noire. Les principales espèces subatlantiques qui ont contourné ce territoire sont :

- H (1) *Alisma natans* L. — Lusace, Harz et jusqu'en Pologne.
 H. M. *Mibora minima* (L.) Desv. — Allemagne occidentale, jusqu'à Stuttgart et Wurzburg. Piémont, Lombardie.
 H. M. *Aira præcox* L. — Allemagne centrale, Hercynie et jusqu'en Bohême; manque en Suisse [indiqué à tort à Sion], au Wurtemberg, dans la Bavière méridionale. Italie septentrionale : Piémont.
 H. *Deschampsia discolor* R. et S. (= *Aira setacea* Huds.) — Lusace : Hoyerswerda, Hohenbocka, Senftenberg ; puis, à plus de 250 kilomètres au Nord-Ouest près de Gifhorn.
 M. *Carex Mairii* Coss. et Germ. — Ligurie : Bordighera.
 M. *Anthericum planifolium* (L.) Vand. — Toscane, Corse, Sardaigne.
 H. *Narthecium ossifragum* (L.) Huds. — Jadis en Bohême ; Tatra (?).
 M. *Barbarea præcox* R. Br. — Italie septentrionale et centrale.
 H. M. *Helleborus foetidus* L. — Allemagne centrale jusqu'en Thuringe (Iéna), Jura suisse et Allemagne sud-orientale jusqu'au Härtfeld au Nord du Danube; manque sur le Plateau suisse et bavarois. Au Sud des Alpes dans l'Italie septentrionale et le Tyrol méridional [Styrie?].
 H. *Ranunculus hederaceus* L. — Indiqué en Lusace : Luckau ; Thuringe. Ligurie [?].
 M. *Sedum hirsutum* All. — Piémont! Alpes bergamasques [?].
 H. M. *Genista pilosa* L. — Allemagne méridionale au Nord du Danube; Lusace ; Autriche ; Italie ; Illyrie.
 H. *Vicia Orobus* L. — Allemagne centrale jusqu'à Lohr (Spessart), Jura suisse.
 H. *Polygala calcarea* F. Schultz — Allemagne centrale : Ziegenhain, au Nord du Vogelsberg, Hesse; Jura suisse.

(1) H désigne les espèces de l'irradiation dans le centre de l'Allemagne (Hercynie), M. = les espèces de l'irradiation atlantique dans la région méditerranéenne.

- H. M. *Hypericum helodes* L. — Lusace à Hoyerswerda ; puis à plus de 300 kilomètres à l'Ouest dans le Hanovre. Italie : Ligurie et Selva Pisana.
- H. M. *Hypericum pulchrum* L. — Très rare sur le Plateau helveto-souabe, manque aux vallées alpines et préalpines. Allemagne, jusqu'en Lusace et à la Silésie occidentale. Bohême ; Moravie, très rare. Italie, Styrie, Carniole, Illyrie.
- M. *Conopodium denudatum* (DC.) Koch — Ligurie.
- M. *Oenanthe crocata* L. — Corse, Sardaigne et « sopra Sestri et Pegli » en Ligurie.
- H. M. *Oenanthe peucedanifolia* Poll. — Jusqu'au delà du Rhin moyen : Heiss ; près de Weil (Wurtemberg) ; en Italie jusqu'à la Vénétie ; Suisse italienne (v. fig. 8).
- H. M. *Apium inundatum* (L.) Rehb. — Lusace : Hoyerswerda, Ruhland, etc., puis à plus de 200 kilomètres au Nord-Ouest au Mecklembourg. Italie : Piémont, Apennin, etc., très rare.
- H. *Erica Tetralix* L. — Forme des landes en Lusace. Bavière (introduit).
— *cinera* L. — Apennin piémontais, près de Gènes ; Colli di Multido, Sestri Ponente.
- M. *Cicendia pusilla* (Lam.) Gris. — Toscane.
- H. M. *Scutellaria minor* L. — Allemagne méridionale, très rare au Nord du Danube ; Lusace, Saxe, Anhalt : Oranienbaum, puis à plus de 200 kilomètres au Nord-Ouest. Italie septentrionale, très rare, y paraît en voie de disparition (v. fig. 8).
- H. M. *Anarrhium bellidifolium* (L.) Desf. — Bavière centrale, Apennin piémontais, Italie septentrionale jusqu'à la province de Brescia.
- H. *Euphrasia nemorosa* Pers. — Bohême nord-occidentale., Suisse nord-occidentale.
- H. *Digitalis purpurea* L. — Allemagne centrale jusqu'en Lusace et aux Sudètes. Manque à l'état spontané au Sud du Danube, en Suisse et en Italie.
- H. M. *Orobanche Rapum Genistæ* Thuill. — Harz, Thuringe ; manque en Suisse, au Nord des Alpes et dans l'Allemagne sud-orientale. Italie, Tyrol méridional.
- H. *Galium hercynicum* Weig. — Allemagne méridionale et centrale jusqu'en Lusace et aux Sudètes. Pologne sud-occidentale (?).
- H. *Wahlenbergia hederacea* (L.) Rehb. — Hesse près de Darmstadt.
- H. *Jasione perennis* L. — Allemagne méridionale ; autrefois à Halle.

Le plateau suisse et les vallées préalpines, jouissant d'un régime subocéanique, favorisent particulièrement les végétaux d'appétences atlantiques. *Ilex*, *Tamus*, *Calluna*, *Potentilla sterilis*, *Primula acaulis*, *Lysimachia nemorum*, les fougères et les arbres feuillus s'y développent vigoureusement et semblent y trouver des conditions de vie optimales. Dès lors la lacune esquissée par les espèces susmentionnées ne peut être attribuée aux conditions climatiques actuelles. Le sol, surtout calcaire, et les eaux riches en CO³ Ca constitue un facteur limitatif pour certaines espèces calcifuges, mais, quelle que soit l'importance

qu'on lui attribue, il ne saurait être déterminant. L'absence si frappante d'espèces atlantiques dans les Alpes et leur rareté sur le Plateau helvético-souabe est avant tout une conséquence du passé.

On sait que la dernière grande glaciation (würmienne) comblait jusqu'à 2.000 mètres d'altitude les grandes vallées alpines. La calotte de glace débordait le Plateau suisse et couvrait encore en grande partie le Plateau bavarois. Sur les îlots, émergeant de la glace, aucune espèce atlantique n'aurait pu pénétrer ni se maintenir. Après le retrait des glaciers et pendant longtemps encore, les conditions climatiques et édaphiques restaient peu favorables à l'immigration de végétaux craignant les grands écarts de température et d'humidité atmosphérique.

Mais ces végétaux délicats, auxquels appartient la presque totalité des espèces atlantiques, ont pu persister non seulement au Sud des Alpes, mais aussi dans les pays côtiers de la Manche et gagner depuis là plus facilement du terrain lors de la période à Littorines ou période « atlantique ».

Sur le Plateau Central de la France, l'élément atlantique paraît avoir pris une extension considérable pendant les périodes interglaciaires ; il a dû s'y maintenir en partie au moins dans les basses vallées même pendant l'extension maximum des glaciers quaternaires.

Pendant le Quaternaire inférieur ou moyen eut lieu la pénétration de nombreuses espèces atlantiques dans le bassin méditerranéen et jusqu'en Grèce. Mais avec l'établissement des conditions climatiques actuelles, c'est-à-dire après le Monastirien (Würmien), l'existence des végétaux atlantiques sur le pourtour méditerranéen, plus sec, devenait de plus en plus précaire. Beaucoup de localités s'éteignirent, l'aire de maintes espèces se morcela à tel point que leurs localités extrêmes en Italie, en Provence et même dans la partie méridionale du Massif Central de France (Cévennes !), n'ont plus aujourd'hui de contact avec le foyer primitif de l'élément atlantique.

4° SOUS-ÉLÉMENT CIRCUMBORÉAL.

Caractéristique du domaine circumboréal, p. 145; uniformité de la flore et de la végétation, p. 146; origine primitive de la flore circumboréale, p. 146; importance des tourbières pour la conservation des colonies circumboréales, p. 148; tourbières et colonies circumboréales de l'Espinoise, p. 148; du massif de l'Aigoual, p. 149; du Mont Lozère, p. 149; de l'Aubrac et de la Margeride, p. 151; de l'Auvergne, p. 152; du Forez, p. 154; du Morvan, p. 155; immigration glaciaire, p. 156; voies d'immigration, p. 159; la barrière des Pyrénées, p. 162; mode d'immigration, p. 162; recul et disparition récente d'espèces boréo-arctiques, p. 164.

Le domaine circumboréal embrasse les vastes étendues situées au Nord des domaines sylvatiques d'arbres à feuilles caduques. Par l'uniformité de sa flore et de sa végétation le territoire boréo-arctique présente une homogénéité telle qu'il paraît impossible d'y distinguer plusieurs domaines différents. La ceinture méridionale du domaine circumboréal est occupée par des forêts de Conifères, des groupements buissonnants à saules et à bouleaux, des basses tourbières (Flachmoore) à Cyperacées, des tourbières bombées à Sphaignes (Hochmoore); plus au Nord, dominant les landes à arbrisseaux nains, les toundras à Mousses, à Lichens et finalement des groupements ouverts. Cyperacées, Graminées, Crucifères, Caryophyllacées et Composées sont dans ce domaine les familles les plus importantes; la plupart des espèces appartiennent aux Hémicryptophytes et aux Chaméphytes.

On a l'habitude de désigner sous le nom d'« arctiques », les contrées au Nord de la limite des forêts. Mais, au point de vue floristique, leur individualité n'est pas plus accentuée que, par exemple, celle de l'étage nival des hautes montagnes de la zone tempérée: ce sont les confins les plus appauvris de notre planète. Les terres arctiques se distinguent donc surtout par des caractères négatifs: absence de groupements d'organisation supérieure (forêts, associations de hauts buissons, etc.), absence de genres spéciaux, rareté d'espèces endémiques paléogènes. En revanche des groupements végétaux déjà présents en deçà de la limite des forêts y prennent une extension énorme et couvrent d'immenses espaces.

Plus on s'approche du pôle moins les différences de longitude influent sur la population végétale. Ainsi les cinq sixièmes des 128 espèces phanérogames du Spitzberg habitent également le Groënland ; 63 pour 100 des plantes supérieures de l'Ellesmere-Land, au Nord du continent américain, ont une distribution circumboréale, et 80 pour 100 se retrouvent dans l'Europe boréo-arctique. Il paraît donc tout à fait logique de considérer le territoire arctique, malgré son étendue, comme un simple secteur du domaine circumboréal (1).

Un passé récent commun a groupé dans ce domaine des « sippes » d'origine évidemment très diverse. La souche probable de nombreuses espèces se retrouve dans l'Amérique tempérée et même subtropicale. Le genre *Arctostaphylos* a son foyer de développement dans les contrées sud-occidentales de l'Amérique du Nord (Californie, Mexique, etc.), où se trouve réunie la totalité des espèces. Deux représentants seulement de cette sippe ont progressé vers le Nord et ont aussi atteint l'Europe : *A. Uva-ursi* à la fin du Tertiaire ou au commencement du Quaternaire, *A. alpina* probablement pendant les grandes glaciations. Le genre *Ledum* compte 3 espèces (4 avec le *L. latifolium* Ait. sous-espèce du *L. palustre*), dont 2 cantonnées dans l'Amérique pacifique (*L. columbinum* Piper, *L. glandulosum* Nutt.) et une (*L. palustre* ssp. *eupalustre*) circumpolaire, ayant étendu son aire jusqu'au centre de l'Europe. *Lyonia* [*Chamædaphne*] *calyculata* et *Oxycoccus quadripetalus*, circumpolaires toutes deux, la première en Europe jusqu'au Samland (Baltique), la seconde bien plus répandue, jusqu'à l'Aubrac dans le Massif Central, ont aussi leurs plus proches parents dans l'Amérique tempérée : *Lyonia ferruginea* Walt., *L. rhomboidalis* Veill., *L. ligustrina* [L.] Muhl., etc. dans les états méridionaux atlantiques, *Oxycoccus macrocarpus* [Ait.] Pursh de Terre-Neuve au Wisconsin. *Phyllodoce* compte une demi-douzaine d'espèces réparties dans l'Amérique boréale surtout pacifique, d'où elles rayonnent dans les contrées arctiques. L'une d'elles, *Ph. cœrulea*, a gagné

(1) M. A. Engler (Syllabus, etc.) et d'autres auteurs attribuent au territoire arctique le rang d'une région équivalente à la région méditerranéenne. Nous ne pouvons partager cette conception.

une extension énorme dans l'Amérique arctique, le Groënland, l'Asie nord-orientale. En Europe, elle est en Scandinavie, en Ecosse et dans les Pyrénées.

Les montagnes de l'Asie centrale et orientale sont le berceau des genres *Saxifraga* sect. *Hirculus*, *Diapensiä*, *Polemonium* subgen. *Eu-Polemonium*, *Pedicularis*, *Ligularia*, etc. De ce centre de développement certaines unités expansives se sont détachées, s'irradient vers le Nord et acquérant au cours des périodes glaciaires une distribution circumboréale très étendue. La section *Hirculus* du genre *Saxifraga*, cantonnée presque exclusivement dans les hautes montagnes de l'Asie centrale : Himalaya, Yunnan, etc., y compte plus de 80 espèces (cf. Engler et Irmscher, 1916). Un représentant de cette section est propre aux Montagnes Rocheuses (*S. chrysantha* A. Gray), plusieurs ont franchi le cercle polaire : *S. Eschscholtzii* Sternb., *S. flagellaris* Willd., *S. serpyllifolia* Pursh, etc., mais une seule a pénétré jusqu'en Europe : *S. Hirculus* L., qui s'est conservée en France dans quelques tourbières du Jura. — *Ligularia*, genre réduit en Europe à deux espèces (*L. sibirica* Cass., et *L. glauca* [L.] = *Senecio Senecillis* Maxim. de la Podolie et la Transylvanie), compte, d'après Franchet (1892), près de 70 espèces confinées dans l'Asie centrale et orientale. *Ligularia sibirica*, peu variable en Europe, devient extrêmement polymorphe en Asie, et y atteint la plénitude de son développement spécifique. Des Pyrénées orientales et du Massif Central de France, où il est rare, il s'étend jusqu'en Laponie, dans la Russie arctique et l'Asie orientale (Japon).

Un troisième centre d'origine, pour certaines sippes boréo-arctiques, est le système montagneux de l'Europe centrale, foyer de développement des genres *Alchemilla*, *Saxifraga* sect. *Aizoon*, sect. *Porphyranthes*, *Hieracium*, etc. La section « *Alpinæ* » du genre *Alchemilla*, d'un polymorphisme déconcertant dans les Alpes et les montagnes voisines où elle a produit, en outre, un certain nombre d'entités systématiques nettement tranchées, n'a qu'un représentant dans les pays boréo-arctiques : *Alchemilla alpina* L. *vera*, très peu variable (M. Buser, comm. verb.).

Enfin, bon nombre de sippes boréales, appartenant surtout aux familles des Graminées, Cyperacées, Joncacées, Salicacées,

Betulacées et aux Mousses, paraissent provenir de l'intérieur du domaine circumboréal, dont ils auraient formé naguère le fond de la végétation.

Dans le Massif Central de la France, la végétation atlantique est caractérisée par les landes à bruyères et à *Genista*, le domaine médio-européen par les forêts de sapins et de hêtres, la région méditerranéenne par certaines associations et fragments d'associations ligneuses sclérophylles et de Thérophytes. Le domaine circumboréal a fourni à cet ensemble polygène les tourbières bombées à *Sphagnum*, les basses tourbières à *Carex*, à *Eriophorum*, etc., et des peuplements de saules et de bouleaux (*Betula pubescens*, *Salix lapponum*, etc.).

Le nombre, la densité et le bon développement (la vitalité) des espèces boréales sont en rapport avec l'étendue et la conservation des tourbières. Aussi l'élément circumboréal, faiblement représenté dans quelques fragments de tourbières des Cévennes méridionales, acquiert plus d'ampleur dans l'Aubrac, la Margeride et surtout en Auvergne, puis — en dehors de notre territoire — dans le Jura. Les tourbières froides, gorgées d'eau, couvertes de neige pendant plusieurs mois, constituent, en effet, un milieu très spécial sous nos latitudes, le seul, dont le sol se maintient gelé à une certaine profondeur bien après la fonte des neiges, le seul qui emmagasine une somme de chaleur tellement réduite qu'elle est jusqu'à six fois inférieure à celle dépensée par l'évaporation (cf. Homén, 1897).

Les avant-postes les plus méridionaux des tourbières du Massif Central remplissent quelques cuvettes des plateaux élevés de l'Aigoual (1.100-1.400 m. d'altitude), sous le 44 degré de latitude, et, d'après Martins (1871, p. 426), celles de l'Espinouse (environ 1.000 mètres d'altitude), sous le 43° 30' de latitude boréale. Elles sont confinées ici dans la zone des pluies abondantes (plus de 1.500 millimètres). Mais ces vestiges, en contact presque immédiat avec la région méditerranéenne, n'offrent que très peu de végétaux dont l'origine boréale soit hors de doute.

Dans les tourbières de l'Espinouse, qui se dessèchent parfois en été au point de pouvoir être traversées à pied sec dans tous les sens, Martins (1871) indique comme boréales 41 espèces phanérogames parmi lesquelles nous signalerons :

<i>Deschampsia cæspitosa</i> (L.) Pal.	<i>Viola palustris</i> L.
<i>Agrostis canina</i> L.	<i>Epilobium palustre</i> L.
<i>Carex echinata</i> Murr.	<i>Menyanthes trifoliata</i> L.
— <i>inflata</i> Huds.	<i>Veronica scutellata</i> L.
<i>Rhynchospora alba</i> (L.) Wahl.	<i>Galium palustre</i> L.
<i>Caltha palustris</i> L.	

toutes répandues jusqu'en Laponie ; la plupart aussi au Groënland.

Dans les *Cévennes sud-occidentales* (Espinouse, Lacaune, Montagne Noire) s'observent, en outre, comme raretés : *Lycopodium inundatum* (Europe, surtout boréale), *Alopecurus geniculatus* (jusqu'en Laponie, Groënland sous le 70° latitude boréale, etc.), *Eriophorum angustifolium* (jusqu'au Spitzberg et au Grantland sous le 82° de latitude boréale), *Trichophorum cæspitosum* (jusqu'au Groënland), *Carex disticha* (Europe, surtout boréale, Sibérie), *C. diæca* (Europe arctique, Islande, Sibérie, etc.), *Juncus squarrosus* (jusqu'au Groënland, Sibérie, etc.), *Salix aurita* (jusqu'en Laponie), *Cardamine pratensis* (jusqu'au 81° 43' au Grinnelland, Spitzberg), *Viola epipsila*, *Pedicularis palustris* (jusqu'en Laponie).

Le *Massif de l'Aigoual*, plus élevé de 200 à 300 mètres en moyenne, possède presque toutes les espèces boréales des Cévennes sud-occidentales (exceptés : *Trichophorum cæspitosum*, *Rhynchospora alba*, *Carex diæca*) et de plus : *Lycopodium Selago* (circumboréal, jusqu'au 81° 43' au Grinnelland), *Dryopteris Lonchitis* (jusqu'au Groënland), *Eriophorum vaginatum* (Eurasie boréo-arctique, Groënland [?], Amérique boréo-arctique jusqu'au 71° 75' latitude boréale), *Juncus filiformis* (circumboréal), *Luzula sudetica*, *Rumex longifolius*, *Salix repens* (Eurasie, surtout boréale). On pourrait ajouter ici une série de plantes moins franchement boréales comme *Carex fusca*, *C. canescens*, *Streptopus amplexifolius*, *Ranunculus flammula*, *Sedum villosum*, *Geum rivale*, *Viola montana*, *Crepis paludosa*, etc.

Au *Mont Lozère*, pilier oriental des Cévennes méridionales, apparaissent en plus : *Carex limosa*, *C. pauciflora*, *Salix pentandra*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Comarum palustre*, dans le Haut-Vivarais : *Botrychium matricariæfolium* R. Br., *Empetrum nigrum*, *Gnaphalium norvegicum*. Toutes ces espè-

ces, également présentes dans les Alpes, ont leur plus grande extension dans les contrées boréales.

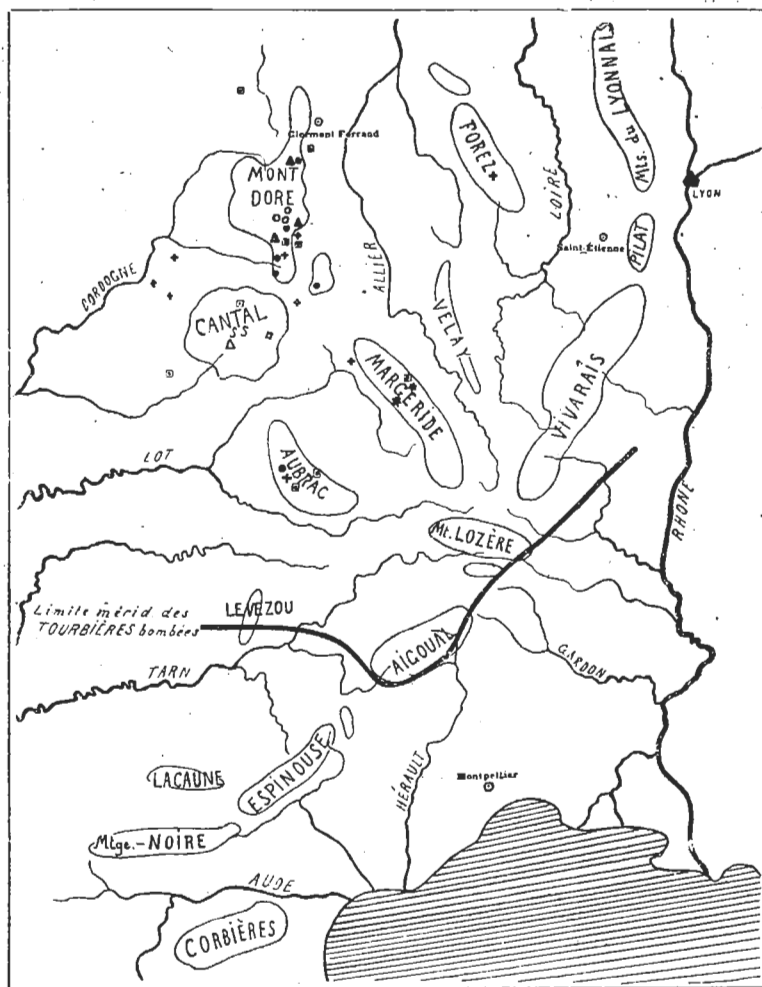


FIG. 9. — Espèces boréales à aires très disjointes.

* *Betula nana*, □ *Ligularia sibirica*, ● *Carex chordorrhiza*, + *Andromeda polifolia*, § *Saxifraga hieraciifolia*, ▲ *Polamogeton prælongus*, ○ *Carex vaginata*, Δ *Andræa Blyttii*, ■ *Marsupella nevicensis*.

Les vestiges des tourbières bombées du Massif de l'Aigoual et du Mont Lozère, édifiés en grande partie par les *Sphagnum acutifolium* et *cymbifolium*, se sont réfugiés dans les « molières »,

marais spongieux de la pénéplaine entre 1.200 et 1.450 mètres. *Sphagnum recurvum* et *Sph. papillosum* (Mont Lozère !), *Sph. molluscum* et *Sph. auriculatum* (Massif de l'Aigoual !) n'y jouent qu'un rôle subordonné.

L'Aubrac, moins élevé que les Cévennes méridionales, doit à sa situation plus septentrionale et plus occidentale une importante colonie d'espèces boréales comprenant entre autres :

<i>Isoetes lacustris</i> L.	<i>Malaxis paludosa</i> (L.) Sw.
<i>Scheuchzeria palustris</i> L.	<i>Salix phylicifolia</i> L.
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	— <i>pentandra</i> L.
<i>Calamagrostis lanceolata</i> Roth	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.
<i>Carex pauciflora</i> L.	<i>Comarum palustre</i> L.
— <i>chordorrhiza</i> L.	<i>Andromeda polifolia</i> L.
— <i>limosa</i> L.	<i>Oxycoccus quadripetalus</i> Gil.
— <i>lasiocarpa</i> Ehrh.	<i>Ligularia sibirica</i> L.

toutes absentes des Cévennes à l'Ouest du Mont Lozère. Une Mousse boréo-arctique, intéressante, *Andræa alpina*, très rare dans les Alpes (Mont-Blanc, manque aux Pyrénées) a été trouvée au sommet de l'Aubrac par Prost. Elle fut retrouvée plus tard, au Puy de Sancy. Peu au S.-O. de l'Aubrac, aux *Monts Levezou* (1.099 mètres), *Malaxis paludosa*, curieuse Orchidée à fleurs minuscules, vert-jaunâtres, atteint sa limite méridionale.

Les tourbières étendues de la *Margeride* ont seules conservé dans le Massif Central : *Lysimachia thyrsiflora* et le bouleau nain (*Betula nana*), découvert, il y a peu d'années, près Grèzes et Chanaleilles (Haute-Loire) et au Malzieu (Lozère) entre 1.200 et 1.400 mètres d'altitude (Coste). Il devient plus fréquent dans le Jura et atteint son extension maximum dans la zone arctique et subarctique. *Ligularia sibirica* et *Salix lapponum* ne dépassent pas la Margeride vers le Sud-Est ; mais ils réapparaissent au S.-O. dans les Pyrénées.

Le principal foyer de survivants boréo-arctiques sont les *Monts d'Auvergne*, favorisés par leur position, leur altitude et, dans une certaine mesure aussi, par la topographie glaciaire de leur relief. Sous l'influence des courants atlantiques, les hauts plateaux et les sommets sont souvent enveloppés d'un épais brouillard, qui persiste parfois des mois entiers. La neige, très abondante, déposée par le vent, s'accumule en névés gigantesques dans les creux et sur les versants exposés à l'Est. Au

commencement du mois de juin encore, ces névés atteignent facilement 4 à 5 mètres d'épaisseur. Dans cet étage, des brouillards persistants, entre 1.200 et 1.700 mètres, naissent de nombreuses sources qui favorisent, sur les plateaux peu ou pas inclinés, la formation de tourbières, lieux de refuge préférés par les plantes boréo-arctiques. Des tourbières étendues, parfois exploitées, occupent surtout le territoire des lacs glaciaires du Cantal et des Monts Dore (étage du hêtre) où les précipitations annuelles atteignent et dépassent 1.500 millimètres.

Les tourbières bombées sont étroitement liées à la présence des *Sphagnum acutifolium* et *Sph. cymbifolium*, espèces constitutives de premier ordre, très fréquentes en Auvergne, auxquelles succèdent les Cyperacées *Eriophorum vaginatum* et *Trichophorum cæspitosum* et enfin la lande à *Calluna*. La presque totalité des espèces françaises de Sphaignes (23) sont réunies en Auvergne ; mais à part *Sphagnum rigidum* et les deux espèces mentionnées ci-dessus, toutes sont rares ou assez rares (Héribaud, 1899).

Dans la constitution des basses tourbières rentrent surtout des laiches (*Carex fusca* [Goodenowii], *C. inflata*, *C. canescens*, *C. echinata*, etc.), des *Eriophorum* (*E. angustifolium*, *E. latifolium*, *E. gracile* [rare] et des Hypnacées. Leur évolution engendre non pas la callunaie, mais une saulaie très caractéristique à *Salix lapponum*, *S. phyllicifolia*, *S. pentandra*, *S. repens*, *S. aurita*, *S. cinerea*, et plus rarement *Betula pubescens*. La teinte gris-argentée des saulaies arbustives où domine le saule de Laponie imprime à certains coins de l'étage supérieur un cachet très spécial qui rappelle les marais du Nord de la Finlande ou de la Scandinavie. Pour donner une idée du cortège phanérogamique de ces saulaies, nous résumons ici un relevé pris sur le versant est du Puy Paillaret (Monts Dore), à 1.450 mètres. Il comprend :

<i>Salix lapponum</i> L. (dom.).	<i>Carex echinata</i> Murr.
— <i>pentandra</i> L.	— <i>diandra</i> Schrank
— <i>aurita</i> L.	<i>Eriophorum angustifolium</i> Roth
— <i>phyllicifolia</i> L.	<i>Juncus squarrosus</i> L.
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	— <i>effusus</i> L.
<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	<i>Caltha palustris</i> L.
<i>Carex fusca</i> All.	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Hampe
— <i>chordorrhiza</i> L.	<i>Cardamine pratensis</i> L.

<i>Geum rivale</i> L.	<i>Crepis paludosa</i> L.
<i>Galium palustre</i> L.	<i>Viola palustris</i> L.
<i>Selinum pyrenæum</i> (L.) Gouan	<i>Cirsium palustre</i> L.
<i>Valeriana diœca</i> L.	<i>Pedicularis silvatica</i> L.
<i>Comarum palustre</i> L.	<i>Epilobium palustre</i> L.
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	<i>Sanguisorba officinalis</i> L., etc.
<i>Saxifraga stellaris</i> L.	

C'est un ensemble franchement boréal.

Plusieurs Phanérogames boréo-arctiques ont, en Auvergne seulement, réussi à se maintenir jusqu'à nos jours. Sans compter les espèces également répandues dans les Alpes et les Pyrénées (*Salix herbacea*, *Saxifraga oppositifolia*, *Dryas octopetala*, etc.), nous en citerons :

Potamogeton prælongus Wulf. — Monts Dore : lacs Pavin !, Guéry et Moncineyre, Jura, Alpes ; rares dans l'Europe moyenne. Europe boréale, Sibérie, etc.

Trichophorum alpinum (L.) Pers. — Cantal : Prat-de-Bouc, Malbo, etc. Manque aux Pyrénées ; Alpes, Jura, Europe boréale, Sibérie, Amérique boréale.

Carex vaginata Tausch. — Monts Dore, au-dessus de 1.750 mètres : Puy Ferrand, 1.750-1.850 mètres ! ; Col de Sancy, Cacadogne ! ; Alpes ; très rare ; montagnes hercyniennes ; Europe boréale et arctique ; Amérique arctique jusqu'au 71° 75' latitude boréale ; Sibérie.

Rumex aquaticus L. — Monts Dore et Cantal en plusieurs localités ; Jura, Lorraine ; manque aux Alpes. Répandu dans les contrées boréales et arctiques de l'Europe, de la Sibérie et de l'Amérique.

Nuphar pumilum Sm. — Monts Dore et Cantal en plusieurs localités, mais peu abondant. Europe centrale rare, Europe boréale jusqu'à Tromsøe ; Sibérie ; Mandchourie.

Cochlearia officinalis L. ssp. *pyrenaica* (DC.) Rouy et Fouc. — Monts Dore : vallée de Rentières, près d'Ardes ; Cantal : nombreuses localités, par exemple au Pas-de-Roland, base du Puy-Marie, Mandailles, Roc des Ombres, près du Lioran, près de Brezons, vallée du Goul en amont de la Roussière, etc., bords de la Truyère très rare (M. Coste, in Jitt.). — Pyrénées, Alpes, Carpathes, etc., pays boréaux ; le type jusqu'au Spitzberg (cf. Thellung A., dans *Hegi, Ill. Fl. v. Mitteleuropa*, 36° fasc., p. 136).

Saxifraga hieraciifolia W. et K. — Cantal : Pas-de-Roland, en petit nombre sur les rochers humides (auct. plur.) ; Roche-Taillade (Brevière) ; rochers près de Peyre-Arse (abbé Soulié). Un hiatus énorme de 1.800 kilomètres environ sépare ces localités des avant-postes les plus proches de l'aire boréo-arctique dans les montagnes de la Norvège (Vaagesfielde, Dovre, etc.). *S. hieraciifolia* possède ou possédait encore quelques rares localités disjointes dans les Alpes de la Styrie et de la Carinthie, à 1.000 kilomètres environ à l'Est du Cantal ; il est aussi dans les Carpathes. Mais son aire continue s'étend de la Norvège à la Sibérie, à l'Amérique boréale et au Groënland. Il atteint le 80 degré de latitude boréale au Spitzberg (1).

Au delà de l'Auvergne l'élément circumboréal perd subitement de son importance, et le Forez, à 70 kilomètres au Nord-Est, malgré son altitude respectable, n'a plus guère que : *Eriophorum vaginatum*, *Carex pauciflora*, *Andromeda polifolia* et *Oxycoccus quadripetalus* ; puis quelques espèces de moindre intérêt. Parmi les Cryptogames, *Lophozia Michauxii*, *Sphagnum teres* et *Calliergon sarmentosum* méritent d'être signalés. Ce *Calliergon*, très rare dans les Pyrénées, plus fréquent dans les Alpes (entre 1.100 et 2.800 mètres en Suisse), a toujours été

(1) Dans la même catégorie d'espèces boréo-arctiques rentrent plusieurs Cryptogames, telles que : *Alectoria Fremontii* (Cantal : dans la forêt du Lioran ; les stations les plus proches se trouvent dans la Norvège méridionale, d'où elle s'étend jusqu'en Laponie), *Lophozia Kunzeana* (tourbière au-dessus du lac d'En-Bas à la Godivelle, unique localité française ; se retrouve dans les Alpes orientales à partir de la Suisse, dans la Forêt-Noire, les montagnes hercyniennes et surtout dans les pays boréo-arctiques, jusqu'au Groënland), *Lophozia obtusa* (Monts Dore et Cantal ; Jura, Vosges, Alpes, surtout orientales, etc., pays boréaux, jusqu'à l'Ellesmereland), *Lophozia Michauxii* (Monts Dore : bois du Capucin ; Forez : bois de la Richarde ; manque ailleurs dans l'Europe occidentale ; Alpes orientales de l'Autriche et domaine boréo-arctique ; circumboréal), *Marsupella nevicensis* (Monts Dore et Cantal ; très rare dans les Alpes ; Europe, surtout boréale), *Anthelia julacea* et *A. Juratzkana* (Sancy ; rare dans les Pyrénées ; Alpes, etc. ; jusqu'au 78°50' l. b. à l'Ellesmereland), *Andræa Blyttii* (Cantal : Puy de Bataillouze ; Scandinavie, Ecosse ; manque aux Alpes), *Dicranum fragilifolium* (Cantal : au ravin de la Goulière ; n'a pas encore été constaté dans les Alpes et les Pyrénées ; Scandinavie, Laponie, Sibérie, Amérique boréo-arctique), *Barbula icmadophila* (Monts Dore : Sancy, Val-d'Enfer ; Alpes, très rare ; Caucase, pays boréaux), *Bryum arcticum* (Cantal : Puy de Bataillouze ; rare dans les Alpes et le Jura, manque aux Pyrénées ; très répandu dans les pays boréaux).

rencontré stérile en France, tandis qu'il fructifie normalement en Scandinavie.

Au *Mont Pilat* et à *Marlhes* (Loire), on a indiqué le rare *Botrychium matricariæfolium* (Retz.) A. Br. ; mais il semble en avoir disparu (v. Rouy, *Fl. Fr.*, XIV, p. 463). Un autre *Botrychium* boréal (*B. Matricariæ* [Schrank] Spreng.) a été également trouvé à *Marlhes*.

Le *Morvan* (900 mètres), dernier rameau septentrional du système montagneux de la France centrale, n'offre plus que les *Juncus squarrosus*, *Salix pentandra*, *Sedum villosum*, *Comarum palustre*, *Oxycoccus quadripetalus* et quelques espèces boréales plus répandues.

Un grand essor de la phytogéographie date du moment où on a compris que les colonies actuelles d'espèces boréo-arctiques dans l'Europe moyenne ne sont que les derniers restes d'une flore ancienne, conservée, en partie, dans les dépôts fossiles d'âge glaciaire. Au Suédois Nathorst revient le mérite d'avoir, le premier, reconnu et interprété judicieusement ces dépôts et d'avoir démontré leur existence en de nombreux points des pays baltiques, de l'Allemagne moyenne, de la Suisse. Dès lors, de nombreux paléobotanistes se sont mis à l'œuvre pour étudier les limons glaciaires et compléter la liste des témoins fossiles.

Parmi les preuves fossiles les plus concluantes de l'origine boréale de la flore des limons glaciaires, connus aussi sous le nom de « limons à *Dryas* », nous citerons pour l'Europe moyenne (France orient., Suisse, Allemagne) (1) :

Cryptogames :

<i>Nitella flexilis</i> Ag.	<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) var.
<i>Sphagnum acutifolium</i> (Ehrh.)	<i>groenlandicum</i> .
<i>Aulacomium palustre</i> (L.)	<i>Chrysohypnum stellatum</i> Schreb.
<i>Drepanocladus fluitans</i> (Hedw.)	<i>Calliergon sarmentosum</i> (Wahl.)
— <i>exanulatus</i> (Gümb.)	— <i>trifarium</i> (Web. et Mohr)
	— <i>turgescens</i> (Lindb.)

(1) Pour la Pologne, v. surtout J. LILPOP et W. SZAFER, Contrib. à la connaissance de la flore et du climat de l'époque diluvienne en Pologne (*Bull. Serv. géol. de Pologne*, I, p. 445-479, 1922).

Phanérogames :

<i>Potamogeton filiformis</i> Pers.	<i>Polygonum viviparum</i> L.
<i>Salix herbacea</i> L.	* <i>Minuartia stricta</i> (Sw.) Hiern
* — <i>polaris</i> L.	* <i>Ranunculus hyperboreus</i> Rottb.
* — <i>reticulata</i> L.	* <i>Saxifraga Hirculus</i> L.
* — <i>myrtilloides</i> L.	<i>Dryas octopetala</i> L.
— <i>phylicifolia</i> L.	<i>Oryzococcus quadripetalus</i> Gilib.
* — <i>vagans</i> And.	<i>Loiseleuria procumbens</i> (L.) Desv.
* <i>Betula nana</i> L.	* <i>Armeria arctica</i> Wallr., etc.

Les Phanérogames boréo-arctiques marquées d'un astérisque (*) manquent ou sont très rares dans les Alpes.

En Grande-Bretagne et au Danemark, on a constaté, en outre, dans les limons glaciaires correspondants (cf. Reid, 1899 ; Hartz, 1902 ; Lewis, 1907 ; Samuelsson, 1910) :

<i>Potamogeton prælongus</i> Wulf.	<i>Empetrum nigrum</i> L.
<i>Carex inflata</i> Huds.	<i>Andromeda polifolia</i> L.
<i>Salix repens</i> L.	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.
<i>Caltha palustris</i> L.	<i>Menyanthes trifoliata</i> L.
<i>Comarum palustre</i> L.	<i>Isoetes lacustris</i> L., etc.
<i>Viola palustris</i> L.	

Les dépôts d'Ecosse d'âge mecklembourgien, décrits par M. Lewis, sont particulièrement riches. Ils ont fourni entre autres : *Salix arbuscula*, *S. herbacea*, *S. reticulata*, *Viscaria alpina*, *Sedum roseum*, *Arctostaphylos alpina*, *Veronica alpina*, etc. M. Lewis les considère contemporains d'une végétation de toundra arctique immigrée après la dernière grande glaciation.

Cette flore à *Dryas* paraît avoir existé surtout au voisinage des grands glaciers quaternaires ; elle repose presque exclusivement à quelques mètres de profondeur dans des tourbières actuelles, entourées parfois, comme à Schwerzenbach près de Zurich, d'un cordon de collines morainiques glaciaires.

Tandis que les dépôts glaciaires de la Suisse et de l'Allemagne méridionale appartiennent incontestablement à la dernière grande glaciation (würmienne), les gisements de Bois-l'Abbé, près d'Epinal, et de Jarville près de Nancy, datent d'une période plus ancienne que nous avons cru pouvoir synchroniser avec la glaciation rissienne (v. p. 14). L'échange réciproque des flores orophile et boréo-arctique est donc en partie antérieur à la dernière grande glaciation. Nous comprenons mieux ainsi la

distribution très disjointe de certaines espèces boréales comme *Saxifraga hieraciifolia*, *Phyllodoce caerulea*, etc. Elles auraient immigré durant la période rissienne (ou mindélienne ?) et leur aire aurait commencé à se morceler dès la dernière période interglaciaire (rissienne-würmiennne).

Nous avons donné ailleurs la liste complète de la flore rissienne de Bois-l'Abbé et de Jarville (v. p. 14), qui comprend des Conifères subarctiques et subalpines, des végétaux de tourbières et quelques espèces franchement alpines et arctiques. Parmi elles, *Elyna myosuroides* (Vill.) Fritsch, Cyperacée orophile et arctique, manque aujourd'hui à l'Europe moyenne en dehors des Pyrénées, des Carpathes et des Alpes, où elle va de (1.500) 2.000 à 3.300 mètres d'altitude. Elle est également en Sibérie, au Groënland, à l'Ellesmereland (Discovery Harbour à 81 degrés de latitude boréale), etc. *Loiseleuria procumbens* (L.) Desv. pénètre jusqu'au delà du 74 degré de latitude boréale au Groënland ; son aire circumpolaire s'étend de la Laponie à travers la Sibérie et l'Amérique arctique jusqu'au Labrador. Absente des montagnes du Massif Central de France, on la rencontre dans les Pyrénées et les Alpes au-dessus de la limite des forêts (descend exceptionnellement à 1.250 mètres) ; elle s'élève à 3.000 mètres au Ridnaun dans le Tyrol.

Un dépôt qui paraît dater à peu près de la même époque, mais qui a été formé au voisinage immédiat du glacier, est connu à Deuben (Saxe). Son âge serait contemporain, d'après M. Nathorst (1894), de l'extension maximum de la calotte glaciaire scandinave prenant fin au Sud de Dresde. Nathorst y a constaté, entre autres espèces : *Salix myrtilloides*, *S. retusa*, *S. herbacea*, *Polygonum viviparum*, *Saxifraga Hirculus*, *S. oppositifolia*, *Calliergon sarmentosum*, etc., plantes boréo-arctiques et alpines ; mais il n'y a pas trouvé de traces d'arbres.

Tandis que, sur le pourtour des grands glaciers, une végétation arctique et alpine, composée en partie d'arbustes et arbrisseaux nains, colonisait les moraines et les alluvions, des forêts de Conifères (*Pinus*, *Picea*, *Larix*) et des peuplements de bouleaux (*Betula pubescens*) devaient occuper de grands espaces en dehors de l'influence directe des glaces et des inondations temporaires.

La végétation herbacée et arbustive croissait sur les graviers, dans les tourbières et à l'intérieur même des forêts clairiérées, comme on la rencontre aujourd'hui aux limites polaires et alpines des forêts. Telles sont les conclusions suggérées par les découvertes paléobotaniques.

Le retrait des glaciers rissiens fut suivi d'un changement complet de la végétation. Sous l'influence d'un climat doux, égal et humide, des forêts exubérantes de feuillus s'étendaient dans les basses montagnes et les plaines de la France centrale et orientale et les contrées voisines. A peine certains végétaux boréaux des stations froides pouvaient-ils se maintenir durant cette période interglaciaire (rissienne-würmienne), en dehors des montagnes, dans les tourbières et les marais.

Mais un autre refroidissement ramène les glaciers dans les plaines ; de nouveau les Conifères s'installent et avec eux une flore de caractère plus ou moins boréal. Le pin sylvestre abonde non seulement dans la basse terrasse à Saint-Jakob-s.-Birs près de Bâle (en compagnie des *Carpinus Betulus*, *Vaccinium uliginosum*, *V. Vitis-idæa*, etc., Gutzwiller, l. c.), mais aussi à Polada et à Puegnago au Sud du Lac de Gardé (Andersson 1910, p. 86, 88), à Clérey (Aube), où les fouilles de Fliche (1900) ont révélé une forme à très petits cônes avec des restes d'*Elephas primigenius*, et aussi ailleurs dans le Nord-Est de la France.

En Allemagne, M. Weber (1914) a reconnu le pollen du pin sylvestre et un fragment d'écorce roulé dans le limon würmien de Borna au Sud de Leipzig accompagné du mammoth, du renne et de débris fossiles de *Potamogeton filiformis*, *P. pusillus*, *Eriophorum Scheuchzeri*, *E. angustifolium*, *Carex inflata*, *C. lasiocarpa*, *Salix polaris*, *S. herbacea*, *S. Myrsinites*, *Urtica dioica*, *Silene vulgaris*, *Lychnis flos cuculi*, *Ranunculus hyperboreus*, *R. acer*, *Arabis nova* (! ?), *Comarum palustre*, *Potentilla aurea*, *Armeria arctica* et de Mousses diverses. Cette découverte très importante confirme la présence d'une végétation boréo-arctique à une distance assez éloignée des glaciers würmiens. Borna est situé à 100 kilomètres au Sud de la limite extrême de l'« Inlandsis » de la dernière grande glaciation (Werth, 1914).

Les tufs de Lasnez, près de Nancy, datant de la même époque, nous ont transmis deux espèces moins significatives que celles

des limons à *Dryas* de la Suisse et de l'Allemagne, mais néanmoins assez caractéristiques : *Salix nigricans*, aujourd'hui inconnu dans la contrée, et *Salix vagans* And. (= *S. livida*, Wahl.), qui a complètement disparu du territoire français. Il a survécu en quelques points de l'Allemagne méridionale, mais son aire continue s'étend de la Scandinavie et de la Laponie en Sibérie, au Kamtschatka et à l'Amérique boréale (var. *americana*).

La pénétration de l'élément circumboréal dans les montagnes du Massif Central a pu s'accomplir soit de l'Est par l'intermédiaire des Alpes occidentales, soit du Nord-Est le long du Jura, soit enfin directement du Nord à travers les hauteurs et les plaines du Nord de la France. La Grande-Bretagne, faisant partie du continent jusqu'au Quaternaire récent, c'est-à-dire jusqu'après la période würmienne, devait établir un contact avec les contrées boréales.

Par cette voie, la plus directe, nous semblent parvenus : *Rumex longifolius* DC. (*R. domesticus* Hartm.), existe en France dans les Cévennes méridionales à l'étage du hêtre et dans les Pyrénées. Manque aux Alpes, mais se retrouve dans la Grande-Bretagne et l'Allemagne septentrionales. Pays boréo-arctiques de la Scandinavie à l'Asie boréale ; Amérique boréo-arctique, Groënland. *Salix lapponum* L. a de nombreuses localités dans les tourbières de l'Auvergne (entre 1.200 et 1.550 mètres environ) et de la Margeride ; se retrouve aussi dans les Pyrénées orientales. Remplacé dans la chaîne des Alpes par le *S. helvetica* Vill., il réapparaît aux Sudètes, dans la Prusse orientale, en Ecosse. Son aire continue va de la Scandinavie et la Laponie jusqu'en Sibérie. *Saxifraga hieracifolia* (v. p. 154). Les localités de l'Auvergne paraissent dues à une progression Nord-Sud dont les étapes intermédiaires ont disparu. Les seules localités européennes du *Phyllodoce caerulea*, en dehors du domaine circumboréal, se trouvent dans les Pyrénées centrales (jusqu'à 2.600 mètres d'altitude au Pic de Crabère dans l'Ariège) à 42°40' latitude boréale. Les points les plus rapprochés de son aire touchent le district de Kristiansand en Norvège (58°40') et les montagnes d'Ecosse (environ 56°30'). *Subularia aquatica* est dans quelques étangs des Pyrénées orientales et centrales, dans les Vosges, les Ardennes,

et, très rare, en Allemagne. Il est, au contraire, répandu dans les contrées boréo-arctiques de l'Eurasie et de l'Amérique. *Trisetum agrostideum* se trouve dans les Hautes-Pyrénées (var. *baregense*), puis dans la Scandinavie boréale et la Laponie ; il manque ailleurs en Europe (plante de valeur systématique litigieuse).

Les espèces énumérées ci-dessus manquent aux Alpes (*Saxifraga hieraciifolia* excepté, qui est en Styrie [très rare]) ; elles font également défaut au Jura, à la Forêt-Noire et (*Subularia* excepté) aux Vosges. Il paraît donc que cet essaim migrateur, boréo-occidental, n'ait pas pénétré dans le Jura et les Alpes occidentales. Cela est d'autant plus vraisemblable que leurs exigences écologiques et leur comportement sociologique, semblables à ceux de nombreux végétaux boréaux et alpins, n'expliquent nullement leur extinction dans les Alpes, si jamais elles y avaient existé.

Un autre essaim migrateur, sans doute bien plus considérable, a dû gagner le Massif Central par l'intermédiaire du Jura, longeant la lisière extérieure des glaciers alpins et jurassiques. Non seulement les espèces boréo-arctiques du Massif Central sont pour la plupart bien plus largement répandues dans le Jura, mais les tourbières jurassiques présentent encore un accroissement notable de l'élément circumboréal comprenant les Phanérogames suivantes :

<i>Potamogeton nitens</i> Weber	<i>Sagina nodosa</i> (L.) Fenzl
<i>Calamagrostis neglecta</i> (Ehrh.) Fl. W.	<i>Saxifraga Hirculus</i> L.
<i>Carex Heleonastes</i> Ehrh.	<i>Bidens radiatus</i> Thuill. (1).
<i>Minuartia stricta</i> (Sw.) Hiern	

(1) Ainsi que les HéPATIQUES : *Blepharostoma seliforme* (Vosges ; Jura [très douteux d'après M. Meylan] ; domaine circumboréal, jusqu'au 80°40' l. b.), *Lophozia marchica* (tourbières du Jura, plus rare dans celles des Alpes ; domaine boréo-arctique, jusqu'au 79° l. b.), et la MOUSSE : *Paludella squarrosa* (tourbières du Jura, rare ; manque aux Pyrénées et aux Alpes occidentales ; très rare dans les Alpes orientales, Allemagne centrale et surtout septentrionale ; très répandue dans les pays boréaux où elle fructifie bien plus souvent). On pourrait y ajouter *Calliergon trifarium*, espèce boréo-arctique, si caractéristique pour la végétation marécageuse des terrains glaciaires de la plaine suisse. D'après M. Ammann (1912), c'est un des principaux composants (souvent presque exclusif) des couches inférieures de la tourbe, immédiatement au-dessus du limon glaciaire. Dans des conditions pareilles, nous l'avons observé dans les marais de Diesse, Jura (840 m.), formant une couche très homogène de 1 m. d'épaisseur ! Actuellement, il ne joue en

Le bouleau nain est assez abondant dans les hautes tourbières peu altérées.

Les représentants boréo-arctiques du Jura, manquant pour la plupart aux Alpes centrales et occidentales, se retrouvent, sans exception, dans les marais de la Forêt-Noire ou du Plateau souabe, territoires situés en aval des moraines frontales du grand glacier würmien. Cette contrée est d'ailleurs enrichie d'une nouvelle série d'espèces boréales qui atteignent ici leur limite sud-occidentale extrême :

Najas flexilis (Lac de Constance), *Hierochloe borealis* (isolé dans les Basses-Alpes : vallée de l'Ubaye, etc.), *Carex capitata*, *Juncus stygius*, *Salix myrtilloides*, *S. vagans* And. (= *S. livida* Wahl., à Pfohren [Bade] et près de Munich), *Betula humilis*, *Stellaria crassifolia* (Buchauer et Wurzacher Ried), *Stellaria longifolia* (Lengenwang), *Ledum palustre* (jusqu'en 1901 au Hornsee), *Trientalis europæa* (une localité isolée en Savoie au Grand Bornand), *Pedicularis Sceptrum carolinum*, *Utricularia ochroleuca* (Vosges ; Forêt-Noire ; Oberamt Ravensburg ; près de Munich ; dans les Vosges à l'état stérile seulement, d'après M. Issler) ; puis quelques Mousses : *Meesia Albertini*, *Timmia megapolitana*, etc.

Quelques-unes de ces espèces ont atteint les Alpes où elles sont d'ailleurs fort rares.

La direction N.E.-S.O., suivie par cette migration importante paraît s'orienter de la Baltique orientale aux Sudètes et de là au Plateau souabe et au Jura. On constate une progression assez régulière et constante de l'élément circumboréal en sens inverse. C'est dans le territoire de Samland-Courlande que les plantes boréales et boréo-alpines prendraient nettement le dessus (Preuss, 1911, p. 112).

Vers le Sud et le Sud-Ouest, la migration boréo-arctique n'a pas dépassé la chaîne pyrénéenne. Aux Pyrénées orientales et centrales, sous la latitude de 42°30', c'est-à-dire à la hauteur de la Corse et de l'Albanie septentrionale, vient s'éteindre la

Suisse qu'un rôle très secondaire dans la formation de la tourbe et se trouve rarement en quantité notable. On le rencontre aussi dans les Alpes, où il s'élève à 2.300 mètres (sec. Pfeffer) ; en dehors des Alpes et du Jura, il n'est en France qu'aux environs de Paris et dans le Nord-Est.

poussée des populations végétales descendues aux temps glaciaires des hautes latitudes de l'Eurasie.

L'étude détaillée de la flore boréo-arctique dans les Pyrénées présenterait un intérêt spécial ; les découvertes récentes de MM. Coste et Soulié, dans le Val d'Aran, promettent encore d'autres surprises. Voici à titre de renseignement provisoire une courte liste de végétaux boréo-arctiques ayant pénétré jusqu'aux Pyrénées sans les dépasser :

<i>Isoetes lacustris</i> L.	* <i>Kobresia bipartita</i> (Bell.) D.T.
<i>Scheuchzeria palustris</i> L.	* <i>Juncus arcticus</i> Willd.
* <i>Trisetum agrostideum</i> Fries var.	<i>Rumex longifolius</i> DC.
* <i>Hierochloa borealis</i> R. et Sch.	<i>Salix phylicifolia</i> L.
<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	— <i>lapponum</i> L. s. str.
* — <i>Scheuchzeri</i> L.	* <i>Subularia aquatica</i> L.
<i>Carex diandra</i> Schrank	* <i>Draba incana</i> L.
* — <i>bicolor</i> Bell.	* <i>Phyllodoce cærulea</i> (L.) Salisb.
* — <i>atrijusca</i> Schkuhr	* <i>Utricularia intermedia</i> Hayne
— <i>vaginata</i> Tausch	<i>Ligularia sibirica</i> L.
— <i>lasiocarpa</i> Ehrh.	

Ils comptent parmi les plus grandes raretés de la flore pyrénéenne ; plusieurs d'entre eux n'ont été trouvés que dans une seule localité.

En comparant les listes des représentants boréo-arctiques du Massif Central et des Pyrénées on constate des différences notables. De nombreuses espèces paraissent ne pas avoir atteint les Pyrénées, tandis que d'autres (marquées d'un *) font défaut aux montagnes du Massif Central.

L'invasion de l'élément circumboréal dans les montagnes de l'Europe tempérée a dû s'accomplir dans un ordre déterminé, comparable en quelque sorte à l'avance méthodique d'une armée organisée. Les éclaireurs (Cryptogames, surtout Mousses, et des plantes hygrophiles), favorisés à la fois par le changement climatique, par leur pouvoir d'adaptation et la facilité de leur dissémination à grande distance, devaient, en général, s'installer les premiers, préparant la station nouvelle aux immigrants plus exigeants au point de vue édaphique : *Ericacées* des tourbières, certaines *Cypéracées* et *Graminées*, *Saxifraga Hirculus*, *Betula nana*, etc.

A l'approche du Midi les conditions climatiques leur deve-

nant défavorables, ces immigrants du Nord se groupaient de plus en plus étroitement dans certaines associations ; il en est ainsi d'ailleurs encore de nos jours. La lutte contre la végétation indigène toujours puissante ne pouvait être soutenue avec succès que par groupements ; les associations les plus fortes décident en fin de compte de la victoire des individus. Or, trois types de groupements boréaux — hygrophiles tous les trois — paraissent avoir réussi à traverser toute la France jusqu'aux Pyrénées : les groupements aquatiques, les basses tourbières à *Carex* et les tourbières bombées à Sphaignes.

La surabondance d'eau dans les cuvettes, les bas-fonds, sur les plateaux un peu élevés, mettait la végétation préexistante en état d'infériorité vis-à-vis des hygrophytes du Nord en voie d'expansion. Les étangs, les tourbières à *Sphagnum* et à Mousses et les marais à Cypéracées auraient donc permis, avec les alluvions des glaciers et des fleuves, la migration de toute une population de végétaux boréaux à travers des contrées comme la France sud-occidentale, occupées, même pendant l'apogée de la grande glaciation, par une végétation en grande partie mésothermique. Cette migration ne pouvait se faire que par bonds, au moins dans les contrées méridionales.

La dépendance frappante des espèces vis-à-vis de certaines associations végétales fait comprendre aussi la réunion singulière de nombreux représentants boréaux dans peu de localités très éloignées les unes des autres. Le hasard seul n'aurait pu réunir la population végétale que nous avons signalé sur les pentes du Paillaret (v. p. 152), les *Scheuchzeria*, *Comarum palustre*, *Andromeda*, *Vaccinium uliginosum*, *Carex spec. div.*, *Pedicularis*, etc., dans les tourbières de Lagniole (Aubrac), ou les *Carex diandra*, *C. limosa*, *C. lasiocarpa* à Salardu aux sources de la Garonne, leur unique localité dans la chaîne pyrénéenne. Ces colonies, ainsi que les sphagnaies (1) et les marais tourbeux qui les hébergent, apparaissent comme vestiges isolés d'un enchaînement plus continu de stations ana-

(1) Remarquons encore que les tourbières bombées étaient certainement plus étendues et mieux développées au commencement et à la fin des glaciations que pendant leur extension maximum. Les hautes tourbières alpines actuelles, au voisinage des glaciers, sont toutes situées en deçà de la limite des forêts (v. aussi Früh et Schröter, 1905).

logues, servant aux temps glaciaires, de relais entre le Nord, le Jura, le Massif Central et les Pyrénées.

Plus encore que certaines espèces alpines les végétaux boréo-arctiques se comportent dans le Massif Central de France comme des survivants par disjonction. La disparition de la plupart d'entre eux n'est qu'une question de temps et ne saurait être empêchée par des mesures préventives (mis à ban, création de réserves, etc.). L'existence, sous nos latitudes, de toute une série devient d'ailleurs de plus en plus précaire à cause du dessèchement ininterrompu, naturel et artificiel des tourbières.

Nous n'avons, à cet égard, que le choix des exemples. Dès 1878, Lamotte constate l'extinction du *Ligularia sibirica* dans les marais de Saint-Paul-des-Landes, près d'Aurillac. Le *Saxifraga Hirculus*, autrefois à Malbrande près de Nantua, y a disparu (Cariot et Saint-Lager, 1897, p. 326). Caruel (1866, p. 464 ; et 1871, p. 369) signale la disparition des *Oxycoccus quadripetalus*, *Calltha palustris*, *Liparis Læselii*, *Rhynchospora fusca*, *R. alba*, *Eriophorum angustifolium*, par le dessèchement des tourbières près du lac de Bientina en Toscane. L'*Oxycoccus* est ainsi perdu pour l'Italie moyenne et ne se retrouve plus que sur le versant Sud des Alpes. *Rhynchospora alba* et *Liparis* ont été refoulés jusqu'à la vallée du Pô. M. Stark (1912, p. 108) relève dans l'Allemagne sud-occidentale des faits intéressants d'extinction récente se rapportant à des espèces boréales d'origine glaciaire : *Scheuchzeria palustris*, *Trichophorum cæspitosum*, *Oxycoccus quadripetalus*, *Andromeda polifolia*, et d'autres encore y ont perdu maintes localités sans l'intervention de l'homme et avant même qu'on ait songé à l'exploitation de la tourbe. *Rubus Chamæmorus*, trouvé jadis, d'après cet auteur, à Kniebis et dans la tourbière de Schwenningen (Forêt-Noire) a aujourd'hui sa limite méridionale dans le Riesengebirge. *Ledum palustre*, disparu depuis peu de ses localités avancées en Styrie et de son dernier refuge dans les marais du Hornsee (Forêt-Noire), s'est retiré pendant le siècle dernier de plus de 2 degrés de latitude vers le Nord. *Carex chordorrhiza* a abandonné deux des neuf localités qu'il possédait sur le haut plateau wurtembergeois (Bertsch, 1918, p. 93). H.-B. de Saussure avait, dès 1779, souligné la disparition du *Linnaea*

borealis aux Voirons, près de Genève, où personne ne l'a jamais retrouvé depuis (1).

L'extinction de certaines espèces boréales paraît d'ailleurs remonter aux périodes préhistoriques. M. G. Andersson (1910, 1) a trouvé dans la « Gyttja » du marais de Polada au Lac de Garde, en grande abondance, les fruits du *Najas flexilis*, actuellement inconnu en Italie, réapparaissant, en compagnie d'autres espèces boréales, sur les bords du Lac de Constance et plus au Nord.

A leur limite extrême, les représentants d'un élément en voie de recul se montrent sensibles aux moindres changements du milieu. Une simple altération d'équilibre dans l'association dont ils font partie peut les faire succomber devant la concurrence menaçante. C'est ainsi que le sous-élément circumboréal est supplanté pour ainsi dire sous nos yeux par la végétation médio-européenne en harmonie parfaite avec le climat actuel de l'Europe moyenne. Nous assistons ainsi au dernier stade d'une grandiose « succession millénaire » qui s'est déroulée depuis le retrait définitif des grands glaciers quaternaires.

(1) Cette perte *générale* de terrain n'exclut pas une extension *locale* de certaines espèces. Leur caractère de « survivants glaciaires » n'en est pas altéré. La conception de « survivant » n'implique d'ailleurs pas leur maintien dans une localité définie, restreinte.

QUATRIÈME CHAPITRE .

LA VÉGÉTATION SUBALPINE ET ALPINE DU MASSIF CENTRAL

La végétation subalpine et alpine [les « orophytes » (1)] du Massif Central a de tout temps attiré l'attention des botanistes collectionneurs et frappé l'imagination des esprits philosophiques. Elle fournit, en effet, avec certaines espèces animales orophiles, un ensemble de témoignages historiques de haute importance. Il nous a paru indispensable de consacrer un chapitre à part aux plantes orophiles, bien qu'elles ne constituent pas un « élément » spécial dans le sens précis que nous attribuons à ce terme. Elles se recrutent parmi plusieurs éléments et forment ainsi un groupe hétérogène aussi bien par leur origine que par leur distribution géographique. Nous avons déjà eu l'occasion de nous occuper d'un certain nombre d'entre elles.

Il est nécessaire de distinguer deux grandes catégories d'orophytes aux appétences climatiques différentes :

1° Les espèces *subalpines* ou *montagnardes-subalpines*, qui dans les Alpes et les Pyrénées ont leur plus grande densité et

(1) Orophytes : plantes des montagnes (Gebirgspflanzen) par opposition à plantes planitiales (Ebenenpflanzen). Le terme « orophile » a déjà été employé par M. Briquet (1905, p. 131-132), dans un sens identique. En 1910, M. Diels a introduit le terme de « oréophytes » pour remplacer l'expression équivoque de « plantes alpines ». Les oréophytes de M. Diels sont donc des espèces de l'étage alpin des hautes montagnes. Pour M. Schröter (1913, p. 918), par contre, oréophytes signifie tout simplement plantes des montagnes. Nous avons également admis ce sens plus général, mais avec l'orthographe de M. Briquet, qui paraît mieux s'accorder avec l'étymologie grecque (ὄρος = montagne, mont, colline, hauteur; *orographie* = description des montagnes)

leur optimum de développement à l'étage subalpin, dans le Massif Central aux horizons du hêtre et du sapin (1).

2° Les espèces *alpines* proprement dites, ayant leur plus grande extension au-dessus de la limite des forêts dans les hautes montagnes de l'Europe moyenne.

A cette occasion, nous nous permettons d'insister sur la différence entre les termes « alpin » et « alpigène ». Pour nous « alpin » a un sens purement altitudinal, se rapportant à l'extension verticale. Une espèce alpine, un phénomène alpin peuvent se produire à l'étage alpin du monde entier ; une plante alpine est donc un végétal appartenant à l'étage alpin de n'importe quel massif montagneux, dont la limite inférieure est nécessairement subordonnée à la latitude. Alpigène, par contre, a un sens géographique nettement circonscrit et se rapporte aux phénomènes et aux organismes spéciaux au système montagneux des Alpes proprement dites, aussi bien dans les étages montagnard, subalpin, alpin, nival, que dans les vallées. Les espèces propres au système alpin (au sens large) ont, en grande majorité, pris naissance dans les Alpes mêmes d'ancêtres de souches diverses. Le terme alpigène semble donc justifié. Introduit en 1916, il a été accepté et recommandé par M. Schröter (1918, p. 202).

A. — LES OROPHYTES SUBALPINS.

Le sapin (*Abies alba*) dans le Massif Central, p. 167 ; énumération des espèces subalpines, p. 169 ; aires disjointes, p. 176 ; espèces cébenno-jurassiques, p. 177 ; le pont du défilé de Donzère, p. 178 ; souche primitive des espèces cébenno-jurassiques, p. 178 ; espèces montagnardes-subalpines des plaines du Nord de la France, p. 179 ; influence de l'homme dans leur distribution actuelle, p. 180.

Comme dans les Pyrénées et dans les chaînes externes des Alpes sud-occidentales, le sapin (*Abies alba*) est aussi l'essencé

(1) Le terme « horizon », employé par plusieurs auteurs (Le Grand, M. d'Alverny) pour désigner les étages altitudinaux, se recommande pour les ceintures secondaires de végétation à l'intérieur des étages principaux. On parlerait d'un horizon du sapin, de l'épicéa, de l'arole, des arbrisseaux nains, etc. L'association climatique finale donnerait son nom à chaque horizon de végétation.

forestière la plus caractéristique de l'étage subalpin du Massif Central. Il y forme pourtant rarement (Forez, Pilat ?) un horizon très net ; le hêtre l'accompagne jusqu'à la limite des forêts et le climat local décide en dernier lieu de la victoire de l'un ou de l'autre. Le sapin exige en effet des conditions spéciales d'humidité, de sol et de relief. Il préfère les ubacs (versant Nord), les creux et vallons où les brouillards s'amasent et se maintiennent (v. aussi Cl. Roux, 1905). Le hêtre est bien moins exigeant à cet égard. L'alternance entre les deux essences s'observe, par exemple, avec une netteté parfaite, depuis le sommet du Sancy dans les Monts Dore. Tandis que le sapin remplit de sa sombre verdure les vallons étroits, brumeux et froids du versant Nord et Nord-Ouest, la forêt de hêtre pur règne sur les versants Sud, Sud-Est et Sud-Ouest jusqu'au contact avec les pelouses des sommets. Dans les Cévennes méridionales, à l'Ouest du Mont Lozère, le sapin est remplacé par le hêtre qui constitue l'association climatique finale de l'étage supérieur (1).

Des sapinières étendues se rencontrent surtout dans le Forez, en Auvergne et au Pilat, mais aussi dans le Beaujolais, le Vivarais, le Velay, entre 800 et 1.450 mètres en moyenne. L'arbre est plus rare dans la Margeride et dans l'Aubrac (au Nord du massif seulement, Coste, in litt.). La forêt de sapine la plus avancée vers les plaines du Midi, le beau Bois des Armes, appartenant à la commune de Costeslades-Palhères, garnit les pentes du versant Nord-Est du Mont Lozère, entre 1.200 et 1.400 mètres d'altitude. Il compte de nombreux arbres séculaires, entièrement couverts de Mousses et de Lichens. Des sapins isolés descendent ici jusqu'à 1.050 mètres.

Les satellites de la sapinière se recrutent, pour la plupart, parmi les espèces subalpines.

Nous donnons ici l'énumération des Phanérogames et Cryptogames vasculaires subalpines du Massif Central et leur distribution dans les différents massifs locaux. Nous ajoutons des données sur leur répartition altitudinale dans les Cévennes méri-

(1) M. Cl. Roux indique *Abies alba* aussi dans la partie occidentale de la Montagne Noire, où il paraît cependant avoir été planté.

dionales et le Haut Vivarais, en attendant qu'elle soit mieux connue ailleurs.

ESPÈCES SUBALPINES DU MASSIF CENTRAL DE FRANCE

(Abréviations) : RR. = très rare, R. = rare, AR. = assez rare, AC. = assez répandu, C. = répandu, CC. = très répandu dans le Massif Central).

- Athyrium alpestre* (Hoppe) Nyl. — RR.; Auvergne et Forez.
- Dryopteris Robertiana* (Hoffm.) C. Christens. — AC.; Cévennes mér., RR., 700-900 mètres! Vivarais, vers 1.000 mètres, etc.
- *Oreopteris* (Ehrh.) Maxon — AR.; Cévennes mér., RR.; Aubrac, etc.
- *Lonchitis* (L.) O. Kze. — AR.; Cévennes mér., RR., 1.000 mètres; Vivarais, 1.200-1.400 mètres, etc.
- Asplenium viride* L. — RR.; Cévennes mér., 880-1.350 mètres! Auvergne: Cantal.
- *fontanum* (L.) Bernh. — R.; Cévennes mér., R., 700-1.300 mètres! Vivarais; Lyonnais.
- *septentrionale* (L.) Hoffm. — C.; Cévennes mér., 200-1.600 mètres!, etc.
- Allosurus crispus* (L.) Röhl. — AC.; Cévennes mér., R.: Aigoual, 950-1.480 mètres! Mont Lozère, 1.300-1.650 mètres! Vivarais, 900-1.700 mètres, etc.
- Botrychium Lunaria* (L.) Sw. — C.; Cévennes mér., AC., 1.000-1.600 mètres! Vivarais, 1.300-1.600 mètres, etc.
- Abies alba* Mill. — C.; du Mont Lozère au Lyonnais, entre (800) 900 et 1.450 mètres en moyenne; atteint 1.520 mètres aux Monts Dore.
- Pinus montana* Mill. — RR.; Auvergne (en deux tourbières des Monts Dore, autour de 1.200 mètres!); Forez (tourbières de Chalmazel) (v. surtout Cl. Roux, 1908).
- Calamagrostis varia* (Schrad.) Host — RR.; Montagne Noire (Rouy).
- Stipa Calamagrostis* (L.) Wahl. — R.; Cévennes mér., 200-1.000 mètres; Côte-d'Or.
- Agrostis Schleicheri* Jord. — RR.; Cévennes mér., rochers au-dessus de Mende, 900 mètres (Coste).
- Poa Chaixii* Vill. — AC.; Cévennes mér., AC., 1.150-1.660 mètres! Vivarais, 1.200-1.700 mètres etc.
- Carex brachystachys* Schrank — RR.; Gorges des Causses, environ 700-900 mètres.
- Juncus alpinus* Vill. — AC.; Cévennes mér., 1.100-1.300 mètres! Vivarais, 1.000-1.600 mètres, etc.
- Luzula luzulina* (Vill.) D.T. et Sarnth. — RR.; Mont Lozère, au bois de la Berque, 1.400 mètres (Coste).
- *sudetica* (Willd.) Lam. et DC. — A.C.; Cévennes mér., R., 1.300 mètres! Vivarais, 1.200-1.700 mètres, Auvergne!, etc.
- Veratrum album* L. — C.; Cévennes mér., au-dessus de 960 mètres! Vivarais, au-dessus de 1.000 mètres, etc.

- Allium senescens* L. — AC.; Cévennes mér., 300-1.600 mètres! Vivarais, 200-1.000 mètres, etc.
- *Victorialis* L. — AC.; Cévennes mér., A.R., 1.100-1.500 mètres! Vivarais, 1.500-1.700 mètres; Auvergne, au-dessus de 1.150 mètres l, etc.
- Lilium pyrenaicum* Gouan — RR.; Cévennes mér. (v. p. 215).
- Fritillaria pyrenaica* L. — RR.; Cévennes mér. (v. p. 215).
- Paradisialia Liliastrum* (L.) Bert. — RR.; Cévennes mér., à l'Aigoual, 1.350-1.450 mètres! Vivarais, au Mézenc.
- Streptopus amplexifolius* (L.) Lam. et DC. — R.; Cévennes mér., R., 950-1.480 mètres! Vivarais, R.; Aubrac (?); Auvergne; Forez.
- Polygonatum verticillatum* (L.) All. — AC.; Cévennes mér., AC., 900-1.480 mètres!, etc.
- Crocus albiflorus* Kit. (*C. vernus* All.). — AC.; Cévennes mér., AR., 1.000-1.680 mètres! Vivarais, au-dessus de 900 mètres, etc., jusqu'au Forez et au Pilat.
- *nudiflorus* Sm. — RR.; Cévennes mér. (v. p. 215).
- Orchis globosus* L. — RR.; Vivarais, R.; Auvergne; Cantal.
- *sambucinus* L. — AC.; Cévennes mér., 800-1.600 mètres! Vivarais, 700-1.700 mètres, etc.
- Cœloglossum albidum* (L.) Hartm. — AR.; Cévennes mér., RR., 1.200-1.300 mètres; Vivarais, 1.600-1.700 mètres; Aubrac; Auvergne; Forez; Pilat.
- *viride* (L.) Hartm. — AC.; Cévennes mér., AC., au-dessus de 1.100 mètres! Vivarais, 900-1.600 mètres, etc.
- Cypripedium Calceolus* L. — RR.; Cévennes mér., en trois localités, sur les flancs du Causse Noir et Causse Méjean, entre 650 et 750 mètres.
- Gymnadenia odoratissima* (L.) Rich. — R.; Cévennes mér., RR., 1.000 mètres! Vivarais, au-dessus de 1.200 mètres; Pilat; Auvergne, RR.; Côte-d'Or.
- Listera cordata* (L.) R. Br. — R.; Vivarais; Pilat; Auvergne; Forez; caractéristique de l'association du sapin.
- Epipogium aphyllum* (Schmidt) Sw. — RR.; Vivarais (la Sapette, sec. Saint-Lager).
- Thesium alpinum* L. — AC.; Cévennes mér., au-dessus de 750 mètres! Vivarais, au-dessus de 1.000 mètres, etc., jusqu'au Pilat et à la Côte-d'Or.
- Polygonum Bistorta* L. — C.; Cévennes mér., 700-1.660 mètres! Vivarais, au-dessus de 700 mètres, etc.
- Rumex arifolius* All. — AR.; Cévennes mér.; Aigoual, 1.420 mètres! Mont Lozère (Coste); Vivarais, au-dessus de 1.000 mètres; Aubrac; Auvergne; Forez.
- *alpinus* L. — R.; Mont Lozère (Coste); Vivarais, au-dessus de 1.300 mètres; Aubrac (sec. Bras) (?); Auvergne, 1.050-1.800 mètres! Forez.
- Salix appendiculata* Vill. (*S. grandifolia* Ser.). — RR.; uniquement au Suc-de-Bauzon, 1.450 mètres, dans le Vivarais.
- Minuartia* [*Alsine*] *liniflora* (L.) Schinz et Thell. — R.; Cévennes mér., bordure calcaire et Causses, entre 500 et 1.000 mètres environ; Vivarais: Elheise (Ardèche) (Saint-Lager), à rechercher dans cette dernière localité. (À suivre).