

Zeitschrift: Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles.
Géologie et géographie = Mitteilungen der Naturforschenden
Gesellschaft in Freiburg. Geologie und Geographie

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 3 (1903)

Heft: 1: Essai sur la géographie botanique des Alpes et en particulière des
Alpes sud-orientales

Artikel: Essai sur la géographie botanique des Alpes et en particulière des
Alpes sud-orientales

Autor: Pampanini, R.

Kapitel: Conclusions

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-306819>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 31.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

« La tendance à conclure avant l'heure est le danger constant de l'homme de science, et quoique je me sois tenu en garde contre cette fâcheuse disposition, je n'oserais pas assurer que je ne m'y suis pas quelque fois laissé entraîner. »

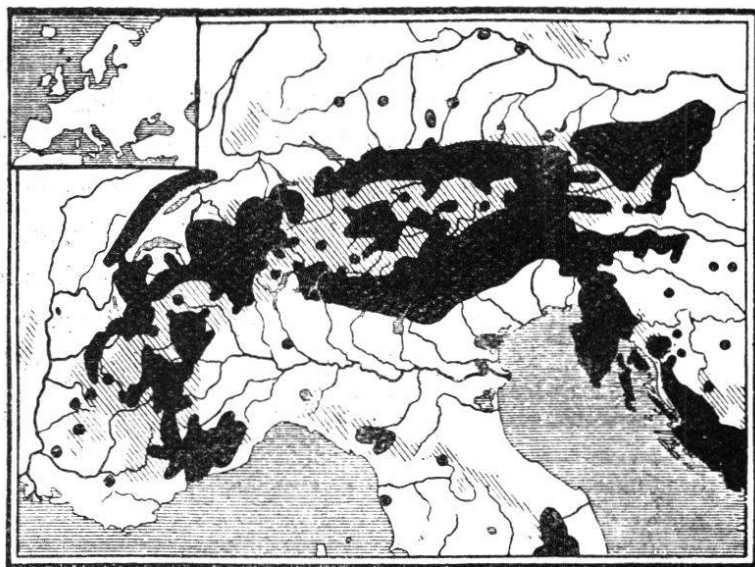
(J. Ball : Sur l'origine de la Flore alpine.)

CONCLUSIONS

D'un travail comme le nôtre on pourrait tirer un grand nombre de conclusions générales : nous en avons déjà exposé quelques-unes ¹. Nous nous proposons de préciser quelques autres points par des recherches ultérieures, et nous nous contenterons de résumer ici le plus brièvement possible les faits et les idées qui nous paraissent presque indiscutables. Ce sont des notes que nous aurons l'occasion de développer et de reprendre dans la suite et si quelques affirmations paraissent dépasser les faits qui sont longuement publiés plus haut, on voudra bien nous accorder quelque crédit.

Si nous groupons les 160 espèces, qui ont fait l'objet de cette étude, d'après leur distribution dans les Alpes, sans tenir compte de leur origine, nous voyons que l'aire de ces espèces cadre dans ses lignes générales avec la répartition des régions géologiques et géographiques. C'est ce qui ressort du carton suivant (diagr. U) résumant les distributions de 55 espèces calcicoles, c'est-à-dire les diagrammes C, D (p. 37), V (p. 182), plus les espèces suivantes : *Achillea Clavenae*, *Anthemis alpina*, *Alsine austriaca*, *Arabis saxatilis*, *Aretia Vitaliana*, *Betonica Alopecuros*, *Campa-*

¹) Chodat R. et Pampanini R. : Sur la distribution des plantes des Alpes Austro-Orientales, et plus particulièrement d'un choix de plantes des Alpes cadoriques et vénitiennes (*Le Globe*, t. XLI, sept. 1902, Genève).



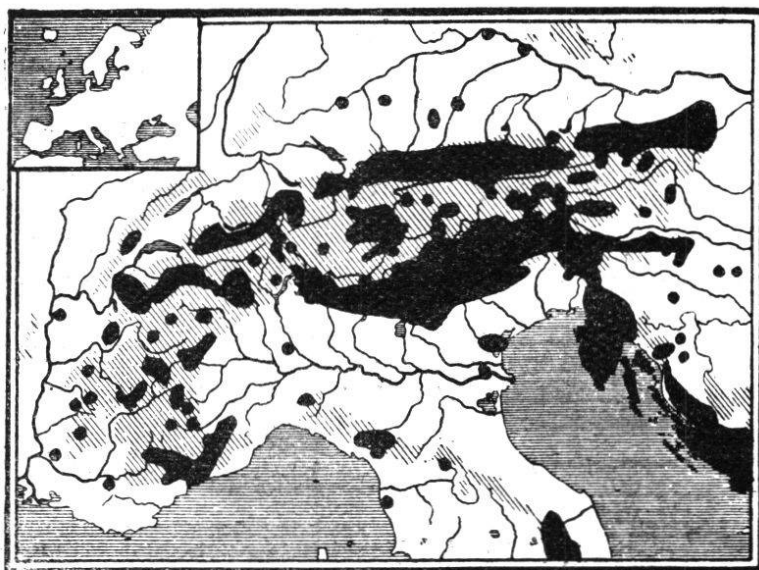
DIAGR. U.

nula alpina, *Cerastium ovatum*, *Erinus alpinus*, *Gentiana pannonica*, *Homogyne discolor*, *Petrocallis pyrenaica*, *Potentilla nitida*, *Saxifraga Burseriana*, *Silene alpestris*, *Soldanella minima*, *S. pusilla*.

Ce carton révèle clairement les deux

bordures calcaires des Alpes-Or., dont la bordure septentrionale se poursuit pour ainsi dire dans les massifs calcaires des Grisons et du Stelvio. Dans les Alpes-Occ., bien que moins nettement, on peut discerner aussi dans cette figuration la bordure calcaire occ., tandis que le massif cristallin dauphinois ressort par sa pauvreté. Quant au massif cristallin or., il est indiqué dans les diagr. cités par l'absence des esp. calcicoles, mais on peut le reconnaître plus nettement dans le diagr. E (p. 38) par la présence d'une série d'endémismes calcifuges

Vingt espèces, plus ou moins calcicoles, des bordures calcaires orientales réapparaissent au massif calcaire du Stelvio (diagr. V), ce



DIAGR. V.

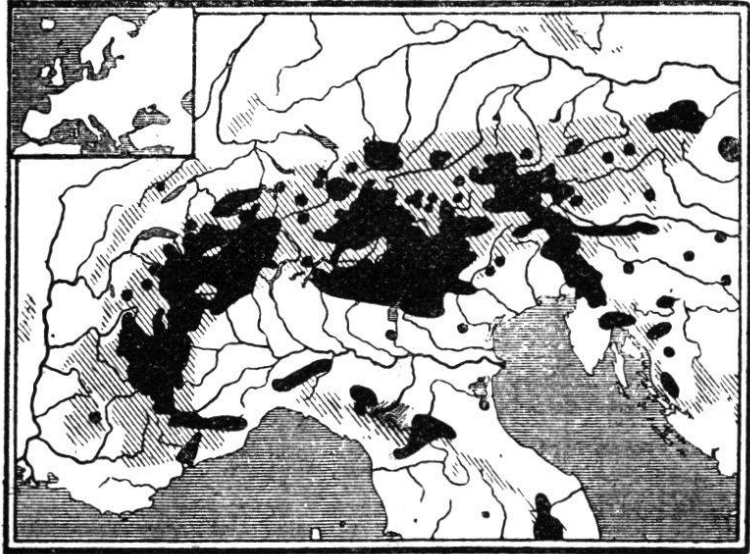
sont: *Aethionema saxatile*, *Alsine aretioides*, *Androsace helvetica*, *Capsella pauciflora*, *Carex baldensis*, *Crepis Jacquini*, *Daphne Cneorum*, *Festuca pulchella*, *Horminum pyrenaicum*, *Phyteuma comosum*, *Ph. Sieberi*, *Rhododendron Chammaecistus*, *Saxifraga crustata*, *S. elatior*, *S. squarrosa*, *S. Van-*

nula alpina, *Cerastium ovatum*, *Erinus alpinus*, *Gentiana pannonica*, *Homogyne discolor*, *Petrocallis pyrenaica*, *Potentilla nitida*, *Saxifraga Burseriana*, *Silene alpestris*, *Soldanella minima*, *S. pusilla*.

delli, *Senecio abrotanifolius*, *Sesleria sphaerocephala*, *Valeriana saxatilis*, *V. supina*.

Sur le diagr. W figurent les espèces silicicoles ou indifférentes qui indiquent une pénétration dans le massif calcaire du Stelvio et ses territoires voisins ; cette région apparaît ainsi dans son ensemble comme rattachée au Tyrol central et méridional par le Vintschgau et la vallée de l'Adige. Ces espèces sont les suivantes :

Alsine biflora, *Astragalus leontinus*, *A. vesicarius*, *Campanula excisa*, *Cortusa Matthioli*, *Eritrichium nanum*, *Euphorbia carniolica*, *Kobresia caricina*, *Linnaea borealis*, *Oxytropis Halleri*, *Poa caesia*, *Potentilla nivea*, *Ranunculus rutaefolius*, *Salix caesia*, *S. glauca*, *Saxifraga cernua*, *Senecio incanus*, *Tommasinia verticillaris*, *Viola pinnata*.

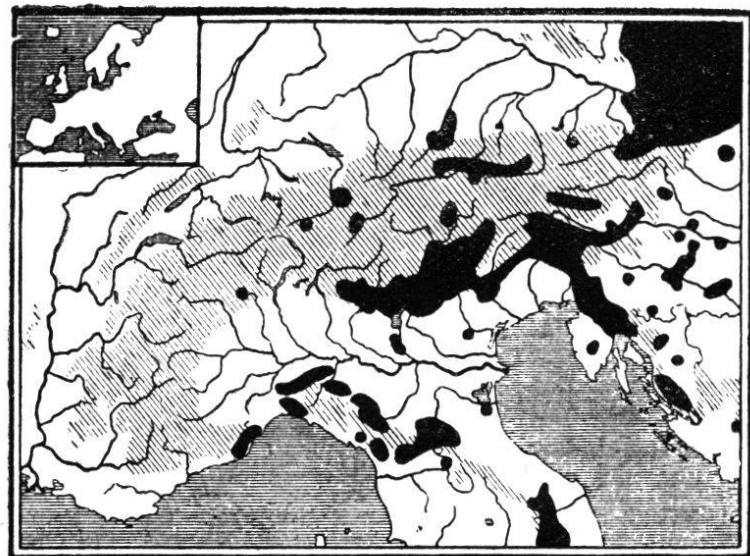


DIAGR. W.

Plusieurs espèces sylvatiques ont pénétré des Alpes-Or. dans l'Apennin sept. (diagr. X). Ce sont :

Anemone trifolia, *Dentaria enneaphyllos*, *Omphalodes verna*, *Tommasinia verticillaris*, *Veratrum nigrum*.

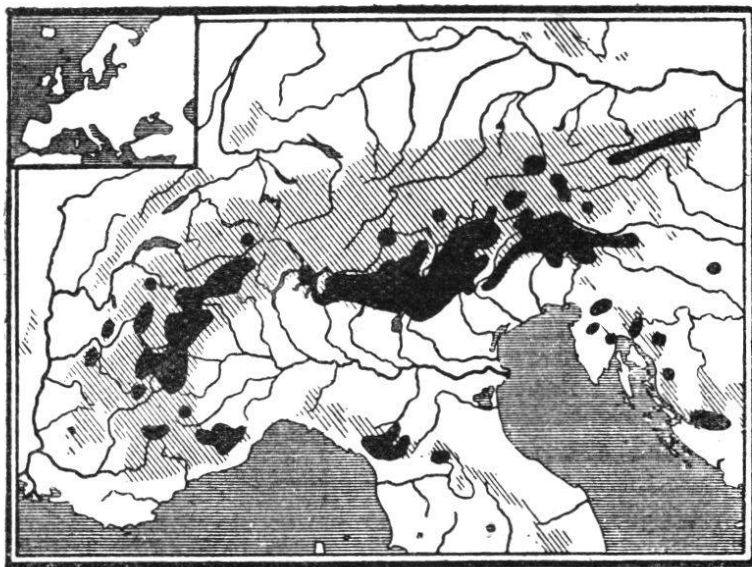
D'autres, qui sont toutes d'anciennes espèces tertiaires, sont communes aux Alpes sud.-or., sud-



DIAGR. X.

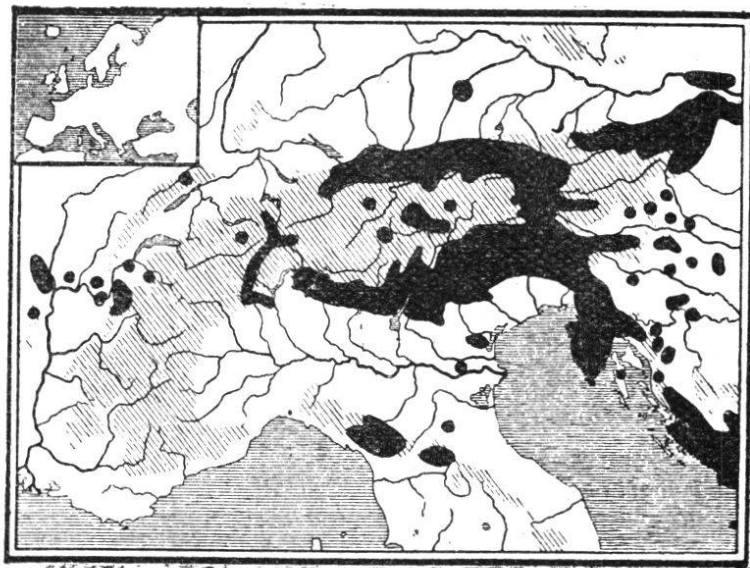
occ. et aux Alpes Apouanes (diagr. Y) ; leur disjonction alpine

et leur présence dans les A. Apouanes est due certainement à l'action glaciaire. Ces espèces sont les suivantes : *Geranium argenteum*, *Horminum pyrenaicum*, *Pedicularis rosea*, *Peucedanum Schottii*, *Potentilla nitida*, *Scorzonera aristata*, *Silene Vallesia*.



DIAGR. Y.

Un certain nombre d'espèces enfin, presque toutes orientales et quelques — unes même d'origine asiatique, dominant dans les Alpes-Or. et réapparaissent dans les A. Apouanes ou dans l'Apennin (diagr. Z) : *Cirsium pannonicum*, *Epimedium alpinum*, *Genista diffusa*, *G. sericea*, *Isopyrum thalictroides*, *Lithospermum graminifolium*, *Saxifraga elatior*, *Scorzonera purpurea*, *S. rosea*, *Sesleria elongata*, *Soldanella pusilla*, *Valeriana saxatilis*.

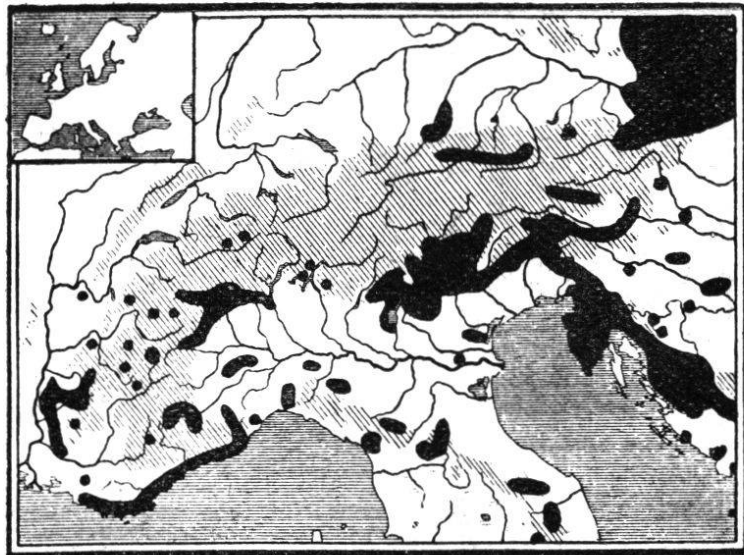


DIAGR. Z.

Le massif cristallin du Tessin forme une lacune dans la distribution alpine des espèces, lacune que les diagrammes suivants montrent d'une manière évidente.

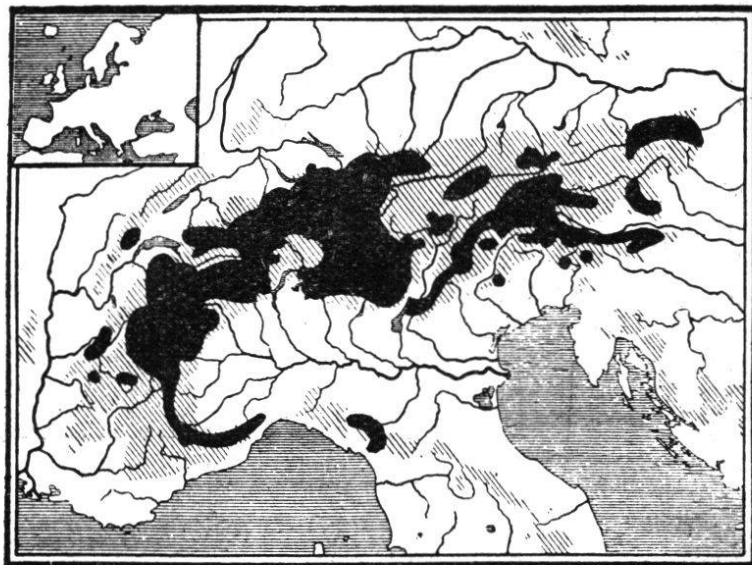
D'abord quatre espèces de basses régions (*Asphodelus albus*, *Cytisus argenteus*, *Dentaria enneaphyllos*, *Epimedium alpinum*) évitent cette partie du Tessin (diagr. AA). Suivent les quatre espèces alpines : *Achillea macrophylla*, *Astrantia minor*, *Festuca pulchella*, *Pedicularis recutita* (diagr. AB).

L'*Achillea macrophylla* est typique pour ce groupe: très répandue tout autour, elle fait défaut ou presque défaut¹, sur la plus grande partie du massif cristallin tessinois.



DIAGR. AA.

Dans un groupe beaucoup plus nombreux d'espèces presque toutes alpines, la lacune se continue aussi au nord du Tessin en séparant nettement les Alpes-Or. des Alpes-Occ. (diagr. AC). Ces espèces, à lacune centrale plus ou moins étendue, sont presque toutes d'anciennes espèces alpines:

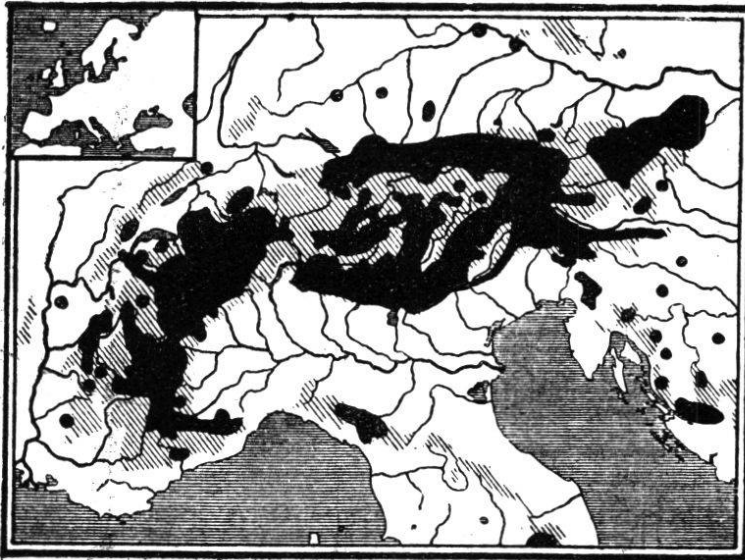


DIAGR. AB.

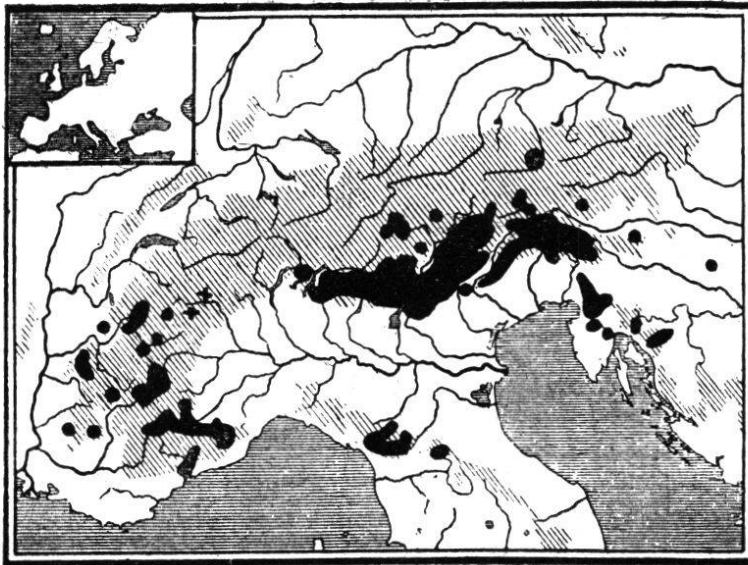
Achillea Clavenae, *Alsine lanceolata*, *A. aretioides*, *Anemone baldensis*, *Anthemis alpina*, *Arabis saxatilis*, *Aretia Vitaliana*, *Astragalus leontinus*, *Artemisia spicata*, *Betonica Alopecuros*, *Campanula excisa*, *Daphne Cneorum*, *D. striata*, *Luzula lutea*, *Pedicularis rosea*, *Petrocallis pyrenaica*, *Phyteuma comosum*, *Ph. humile*, *Senecio incanus*, *Silene Vallesia*, *Soldanella pusilla*, *Valeriana saluunca*, *Viola pinnata*.

Le diagr. AD suivant indique l'aire d'un groupe d'anciennes espèces alpines distribuées sur le versant méridional et qui, de la bordure calcaire mér. sautent aux Alpes françaises.

¹ Bull. de l'Herbier Boissier, T. III, n° 4 (a. 1903, p. 288 et suiv.).



DIAGR. AC.



DIAGR. AD.

Ces espèces sont : *Astragalus vesicarius*, *Campanula pe-traea*, *Geranium ar-genteum*, *Horminum pyrenaicum*, *Peucedanum Schottii*, *Poten-tilla nitida*, *Ranun-culus Seguieri*, *Scor-zonera aristata*. Le *Scabiosa graminifo-lia* appartient aussi à ce groupe.

Le fait intéressant de cette lacune cen-trale (diag. AA, AC, AD) est dû à ce que cette région est la plus éloignée des massifs de refuge ; aussi un grand nom-bre d'espèces, refou-lées par l'extension glaciaire vers la bor-dure méridionale des Alpes-Or. et des

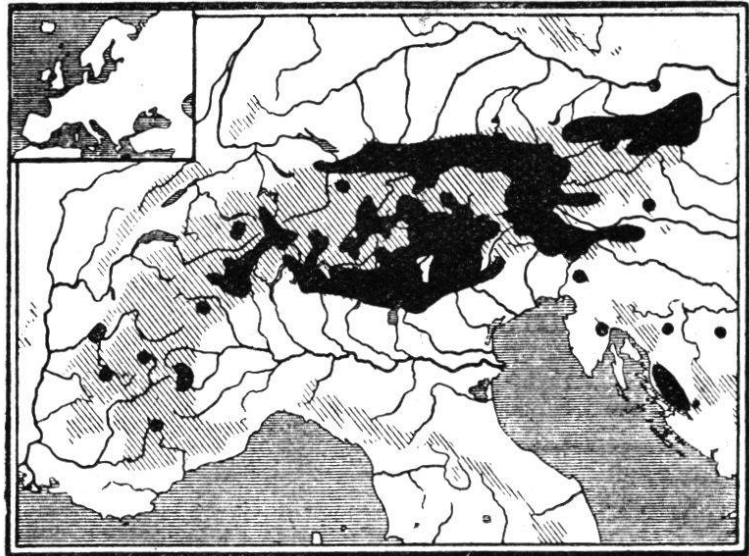
Alpes-Occ., ne sont-elles pas encore parvenues à atteindre ce territoire. D'autre part, pour les espèces strictement calcicoles la nature du substratum de ces massifs centraux doit avoir constitué de tout temps un obstacle à leur établissement dans cette zone. Quoi qu'il en soit, l'existence de cette lacune reste un fait acquis, puisqu'on la voit encore très clairement sur le diagr. S (p. 152) qui exprime la superposition d'espèces arc-tiques franchement silicicoles. La lacune centrale dans la dis-tribution d'espèces arctiques, disjonction évidemment anté-rieure aux conditions climatiques actuelles, est une preuve d'une toute dernière glaciation qui paraît avoir affecté parti-

culièrement les Alpes-Centr. et qui, sans doute, a en même temps retardé la réimmigration des espèces alpines-méditerranéennes. Il s'ensuit que la disjonction dans l'aire de ces deux types d'espèces n'a pu se faire simultanément, mais que celle des espèces arctiques, amenées dans les Alpes après le refoulement de la flore tertiaire, doit avoir suivi l'autre.

Cette glaciation finale est encore prouvée par les vastes lacunes dans l'aire de certaines espèces steppiques, comme l'*Isopyrum thalictroides*, le *Scorzonera purpurea*, etc., lacunes qui n'auraient pu se produire sans l'intervention d'un refroidissement du climat immédiatement avant le climat actuel, les conditions climatiques de nos jours ne semblant pas capables de restreindre ou de morceler la distribution de ces plantes. Ainsi les espèces continentales doivent avoir immigré vers l'Europe centrale pendant les périodes interglaciaires, au plus tard durant la dernière ; et c'est une explication satisfaisante que d'intercaler de la sorte une période plus froide entre la période xérothermique et la période actuelle.

Le Valais nous offre un très bel exemple d'une région dévastée par l'extension glaciaire et dont la richesse actuelle est due à une réimmigration issue des massifs de refuge orientaux et occidentaux.

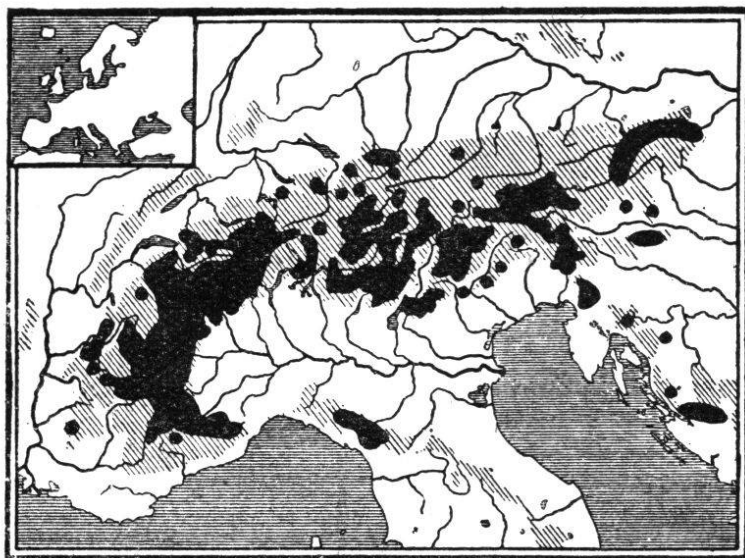
La théorie d'une immigration sud-occidentale dans le Valais a été déjà exposée ¹, mais notre étude confirme encore une fois cette manière de voir. La pénétration d'éléments orientaux (*Alsine arctioides*, *Betonica Alpeceuros* (Ob.-Ber-



DIAGR. AE.

¹ Chodat R. : Remarques de Géographie botanique. (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, T. XLI, 1896.)

nois), *Phyteuma humile*, *Primula longiflora*, *Senecio abrotanifolius*, *Soldanella pusilla*) est indiquée par le diagr. AE. Evidemment à cause de la proximité des massifs de refuge (massif du Grand-Paradis, vallées Vaudoises, etc.), la pénétration sud-occidentale paraît avoir été plus forte ; quatorze espèces en effet indiquent

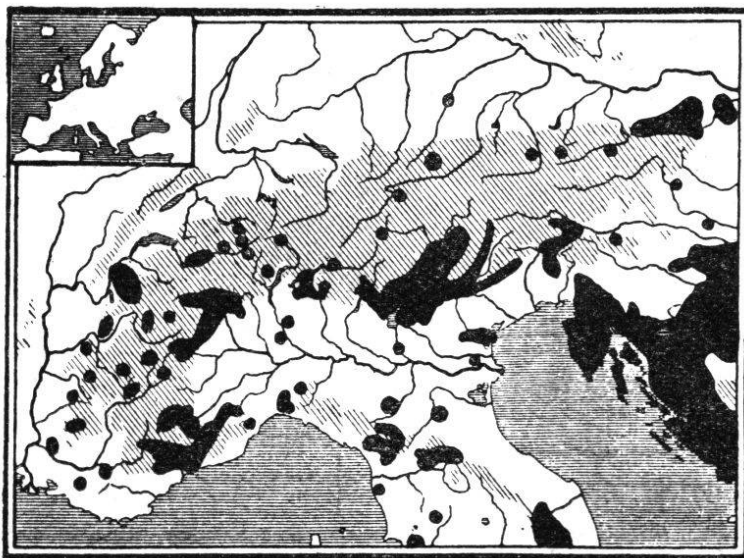


DIAGR. AF.

cette pénétration (diagr. AF). Ce sont : *Alsine lanceolata*, *Androsace carnea*, *Anemone baldensis*, *Aretia Vitaliana*, *Astragalus leontinus*, *Bupleurum stellatum*, *Campanula excisa*, *Carex bicolor*, *Eritrichium nanum*, *Luzula lutea*, *Scutellaria alpina*,

Sedum Rhodiola, *Silene Vallesia*, *Viola pinnata*.

Enfin, trois espèces strictement méditerranéennes (*Aethionema saxatile*, *Asphodelus albus*, *Saxifraga bulbifera*) paraissent avoir suivi le même chemin (diagr. AG).



DIAGR. AG.

La prédominance dans le Valais de l'immigration sud-occidentale est due à la proximité et à la continuité de cette région avec les massifs de refuge sud-occidentaux, mais aussi au fait que les massifs centraux assez pauvres ont mis obstacle à l'immigration

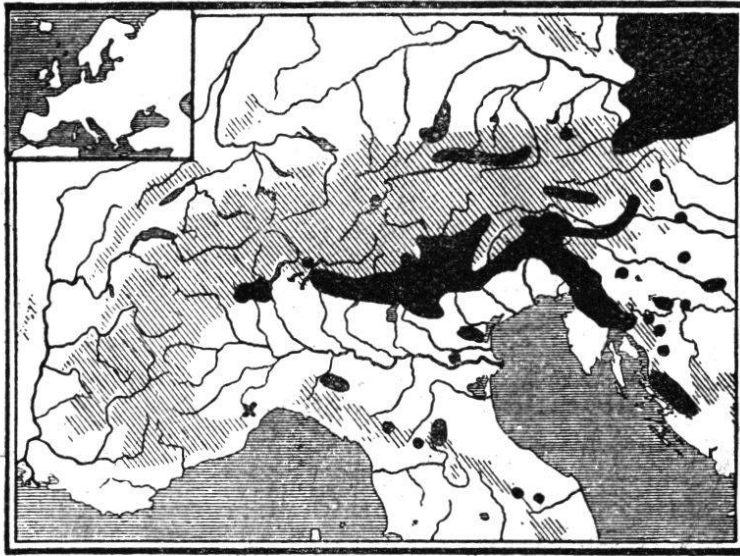
vers le Valais des types alpins-orientaux, lesquels s'arrêtent presque tous à cette zone centrale.

Un autre exemple de cette réimmigration à partir des massifs de refuge, nous est offerte par le massif calcaire du Stelvio où pénètrent, issues de la bordure calcaire mér., des espèces d'origine très différente ; donc, ce massif est dans les Alpes-Or. ce que le Valais est dans les Alpes-Occ. De même que le Valais favorise par son climat la pénétration d'espèces méditerranéennes, le massif calcaire du Stelvio facilite l'immigration d'éléments sud-orientaux, surtout calcicoles et xérophytes, par la nature du substratum, la sécheresse de son climat, qui après celui du Valais est le plus sec de toutes les Alpes suisses, et par l'altitude peu élevée des cols.

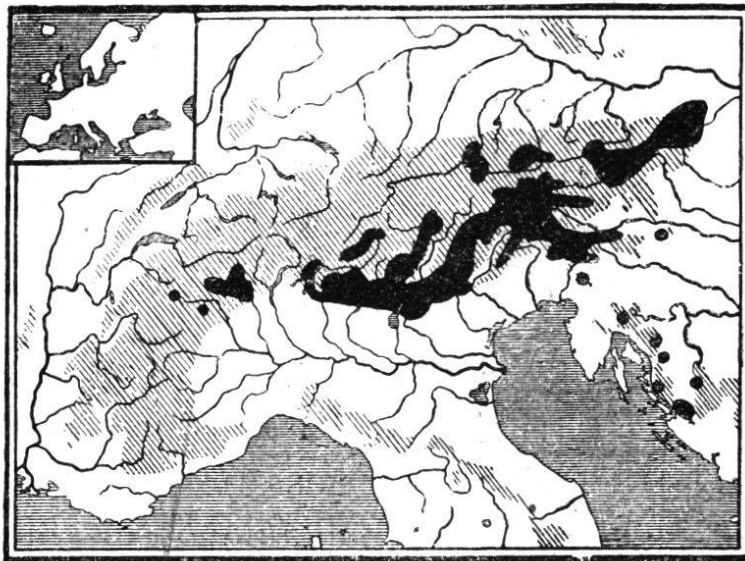
Ce territoire d'immigration présente une continuité remarquable non seulement avec la Valteline (Col de Fræle 1947 m., Col del Ferro 2200 m., etc.), et par là avec la bordure calcaire bergamasque, mais surtout avec le Tyrol mér. par le Vintschgau (Col de Reschen 1510 m., Ofen-pass 2155 m., Col de la Cruschetta 2316 m., etc.), qui par la sécheresse de son climat et par sa position méridionale vis-à-vis de la Basse-Engadine est comparable à la vallée d'Aoste vis-à-vis du Valais. Tous ces facteurs coopèrent à rendre la flore du massif calcaire du Stelvio si riche en comparaison de celle des régions avoisinantes.

La bordure calcaire mér. a joué un rôle important comme région de refuge pendant l'époque glaciaire, comme le prouvent le grand nombre d'endémismes et la présence d'espèces disjointes. La richesse de ce territoire est due aussi au grand nombre de plantes qui, à une date relativement récente, sont revenues de l'Illyrie et de la Péninsule Balkanique ; là elles s'étaient réfugiées durant l'époque glaciaire ; elles ont ensuite remonté le long de la chaîne alpine, soit du côté des Alpes de Vienne, soit en décrivant l'arc adriatique, vers l'ouest, le long de la bordure des Alpes. Cette réimmigration dans la bande calcaire mér. paraît s'être produite à diverses reprises. La première fois des espèces seraient arrivées jusqu'au massif du Mont-Rose ; mais l'aire aurait été ensuite disjointe par la dernière extension glaciaire. Les deux diagr. suivants nous le montrent. L'un (diagr. AH) représente les distributions superposées d'espèces sylvatiques : *Dentaria enneaphyllos*, *Epime-*

dium alpinum, *Euphorbia carniolica* ; l'autre (diagr. AI) d'espèces rupicoles et des hautes régions. Ce sont : *Achillea Clavenae* *Alsine aretioi-*



DIAGR. AH.



DIAGR. AI.

des, *Anthemis alpina*, *Phyteuma comosum*, *Ph. humile*.

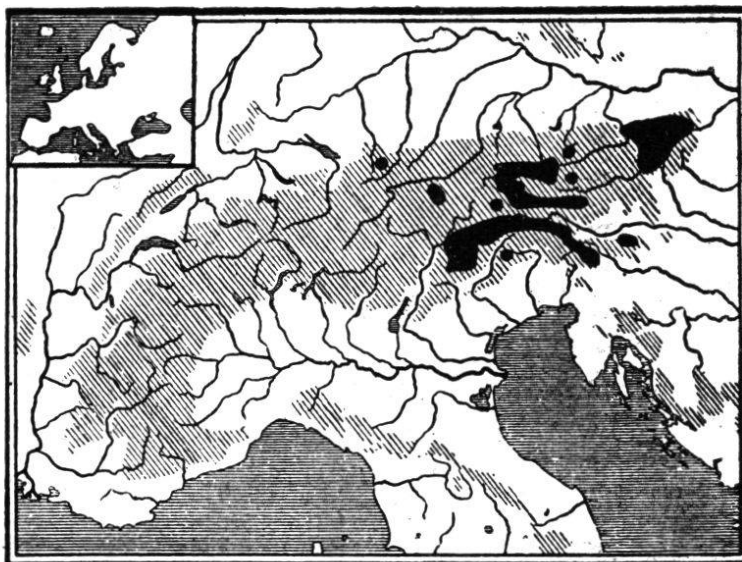
Plus tard seulement la réimmigration a repris et s'est continuée avec une certaine régularité.

La pénétration des espèces vers l'ouest, le long de la bordure calcaire mér. qui longe les Alpes-Orientales depuis les Karawanken jusqu'à l'Insubrie, est très remarquable par le fait des arrêts qu'elle a subis dans sa marche ; et ce qui ajoute à l'intérêt de ce fait c'est que ces arrêts correspondent à des discontinuités dans l'allure du terrain au point de vue géo-

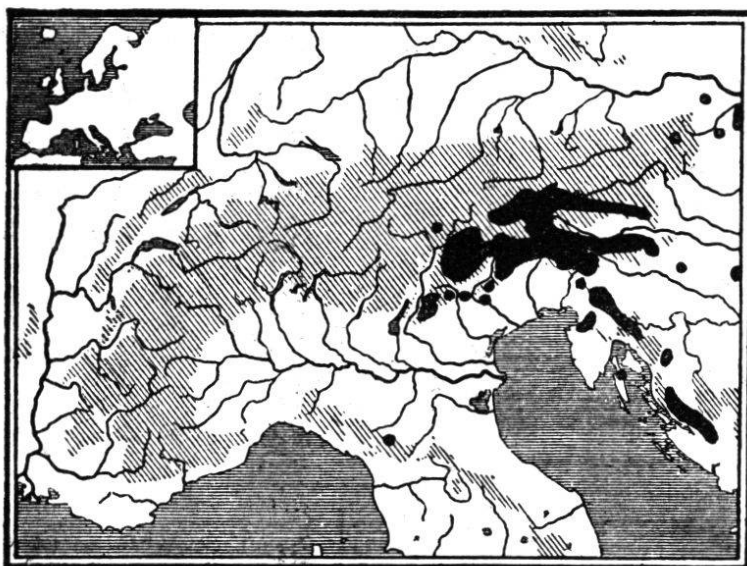
logique et orographique.

Voilà ce qui ressort d'une manière frappante de la série des diagrammes suivants. Le premier (AJ) représente la distribution des espèces qui ne dépassent ni la Brenta ni l'Adige, ce qui correspond exactement aux limites sud-occ. des *Dolomies* et du *massif de Cima d'Asta* (Haug). Ces espèces sont : *Cochlearia brevicaulis*, *Corydalis capnoides*, *Draba Sauteri*, *Gentiana prostrata*, *Primula tyrolensis*, *Saxifraga Facchinii*, *Valeriana elongata*.

D'autres franchissent la Brenta et arrivent jusque dans les Préalpes du Vicentin, mais s'arrêtent à l'Adige (diag. AK) : *Campanula Morettiana*, *C. Zoyssii*, *Euphorbia saxatilis*, *Genista sericea*, *Paederota Ageria*, *Silene Pumilio*, *Spiraea decumbens*.



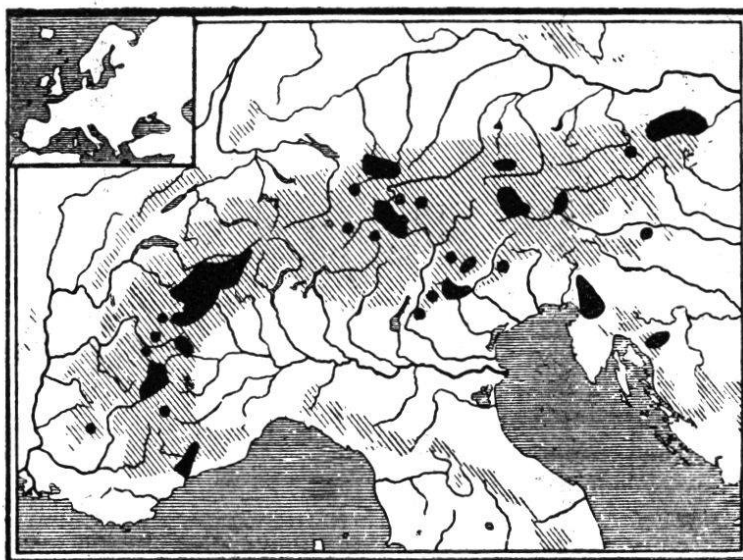
DIAGR. AJ.



DIAGR. AK.

D'autres (*Astragalus leontinus*, *A. vesicarius*, *Cortusa Matthioli*) à distribution alpine beaucoup plus étendue, marquent également cette limite, c'est-à-dire la limite occid. des Dolomies et des Préalpes du Vicentin (diag. AL).

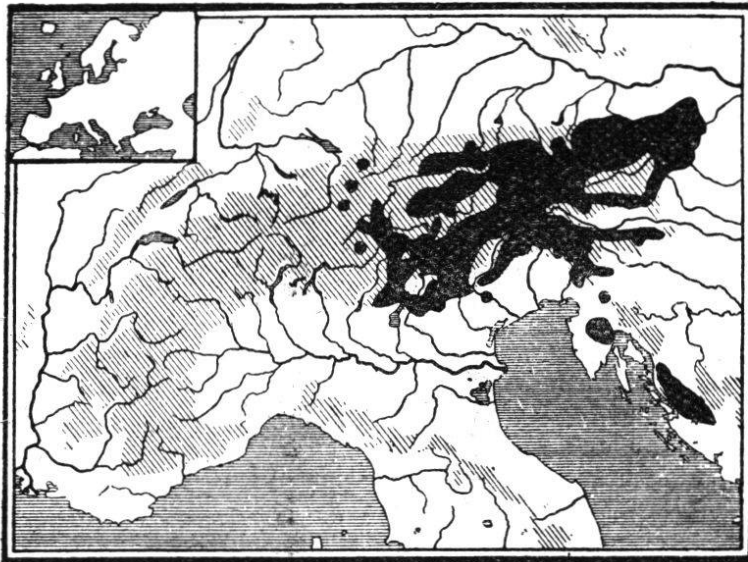
Les espèces suivantes franchissent l'Adige et se retrouvent au Mont-Baldo, sans toutefois dépasser le lac de Garde : *Homogyne discolor*, *Inula ensifolia* (réapparaît en deux stations isolées dans l'Insubrie et au Pié-



DIAGR. AL.

mont), *Lilium carniolicum*, *Lithospermum graminifolium*, *Vicia oroboides*.

Le rétrécissement que la bordure calcaire subit entre le lac d'Idro et celui d'Iseo par l'infléchissement vers le sud du massif cristallin or., le changement dans la direction des chaînons et le barrage produit par le lac d'Iseo, qui, en touchant d'un côté au massif cristallin de l'Adamello et de l'autre à la plaine lombarde, coupe la bordure calcaire, cette accumulation d'obstacles à la pénétration des végétaux fait que de nombreuses espèces, surtout parmi les calcicoles, ne parviennent pas à dépasser le lac d'Iseo et le Val Camonica (diagr. AM). Ce sont :



DIAGR. AM.

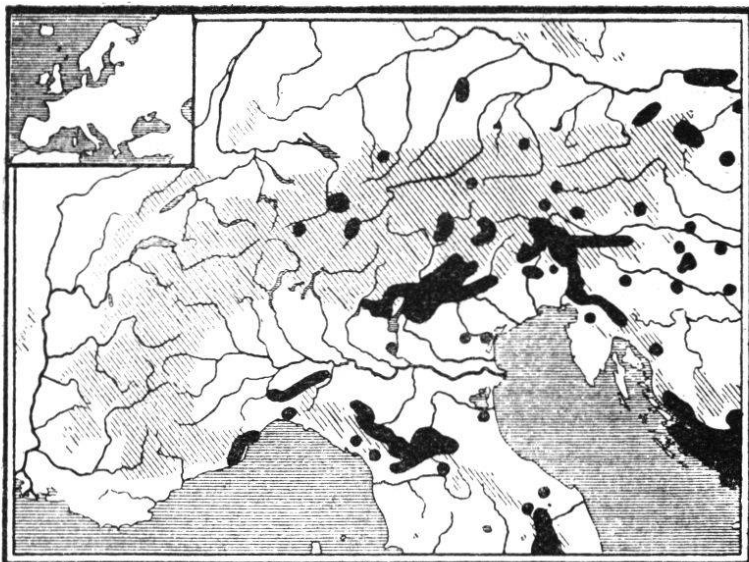
Asplenium Seelosii, *At-hamantha Matthioli*, *Campanula alpina*, *Capsella pauciflora*, *Cerastium ovatum*, *Daphne petraea*, *Dianthus alpinus*, *D. glacialis*, *Gentiana imbricata*, *Moehringia glaucovirens*, *Pae-derota Bonarota*, *Primula carniolica*, *P. minima*, *P. spectabi-*

lis, *Saxifraga Burseriana*, *Sesleria tenella*, *Silene alpestris*, *Valeriana supina*.

L'*Alsine aretioides* et l'*Anthemis alpina*, tout en s'arrêtant à cette limite Val Camonica-lac d'Iseo, réapparaissant dans le massif du Mont-Rose, et les espèces suivantes, tout en dépassant le Val Camonica, ne se retrouvent dans les A. Bergamasques que dans le Val di Scalve : *Gentiana pannonica*, *Pedicularis asplenifolia*, *Phyteuma Sieberi*, *Primula glutinosa*, *Rhododendron Chamaecistus*, *Saxifraga crustata*.

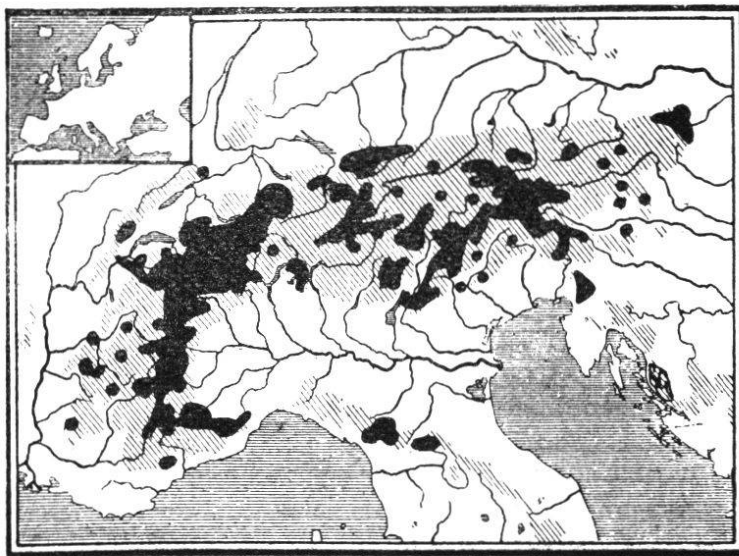
Parmi les espèces de plus basses régions, les suivantes (diagr. AN) s'arrêtent aussi au Val Camonica : *Anemone trifolia*, *Genista diffusa*, *Scorzonera purpurea*, *S. rosea*.

Enfin, on peut encore ranger dans ce groupe l'*Isopyrum thalictroides*, qui réapparaît dans les Alpes de Savoie, et le *Dentaria enneaphyllos* qui se retrouve au massif du Mont-Rose.



DIAGR. AN.

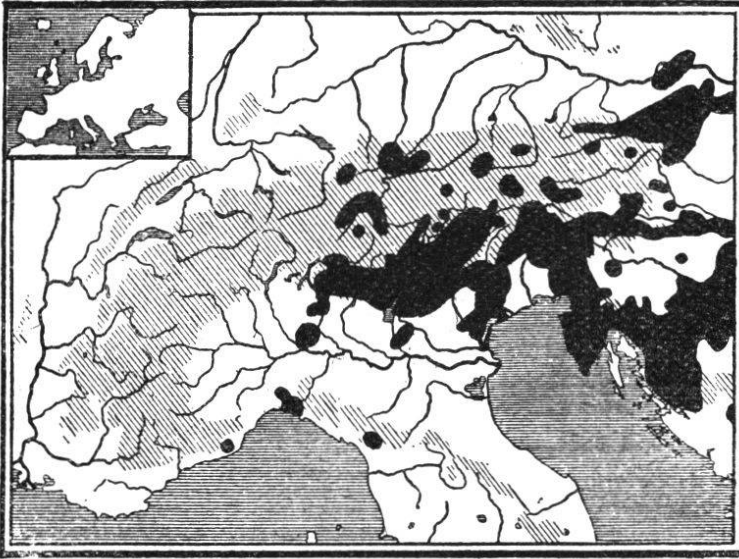
Les distributions d'espèces plus largement répandues dans les Alpes montrent aussi clairement cet arrêt au Val Camonica et au lac d'Iseo, soit qu'elles soient descendues le long des massifs de l'Ortler et de l'Adamello en s'arrêtant aux terrains calcaires de la bordure mér. (espèces calcifuges), soit que ces massifs cristallins aient empêché un plus grand développement vers les A. Bergamasques (espèces calcicoles). Le diagr. AO montre la superposition de l'aire des espèces suivantes : *Alsine biflora*, *Arabis saxatilis*, *Artemisia spicata*, *Carex bicolor*, *Festuca pulchella*, *F. spadicea*, *Kobresia caricina*, *Ranunculus rutaefolius*, *R. Seguieri*, *Scorzonera aristata*, *Viola pinnata*. Cette limite Val Camonica-lac d'Iseo cadre exactement avec la limite occid. des Alpes du lac de Garde et du Massif de l'Adamello (Haug).



DIAGR. AO.

Les espèces suivantes (diagr. AP) s'arrêtent dans les A. Bergamasques, entre le lac d'Iseo et celui de Côme que plusieurs d'entre elles arrivent à toucher et qu'on peut considérer

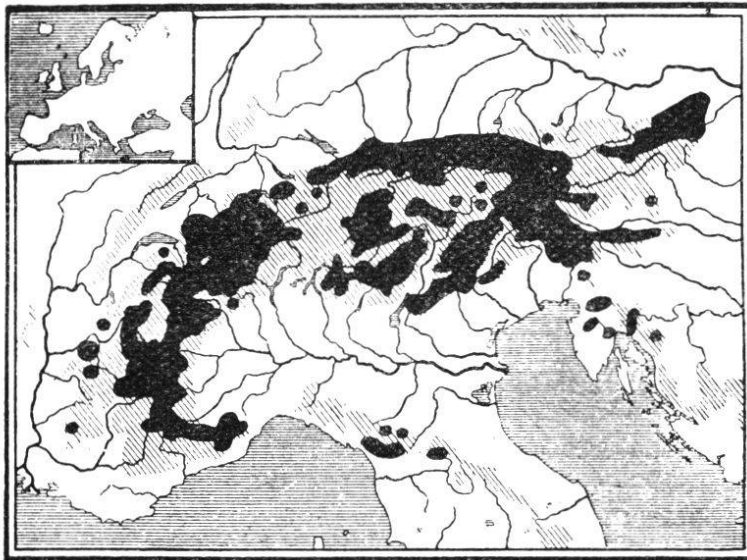
comme une autre étape. En effet, à l'instar du lac d'Iseo, il



DIAGR. AP.

elatior, *S. squarrosa*, *Sesleria sphaerocephala*.

Le graphique (diagr. AQ) qui représente la distribution des espèces les plus répandues dans la Chaîne, montre aussi très nettement le rôle que joue le lac de Côme comme barrage à la pénétration des plantes le long de la bordure mér. Les espèces qui figurent sur ce carton sont : *Alsine lanceolata*, *Androsace helvetica*, *Anemone baldensis*, *Aretia Vitaliana*, *Eritrichium nanum*, *Geranium argenteum*, *Oxytropis Halleri*, *Pedicularis rosea*, *Petrocallis pyrenaica*, *Peucedanum Schottii*, *Poa caesia*, *Potentilla nitida*, *Salix glauca*, *Saussurea alpina*, *Soldanella pusilla*.



DIAGR. AQ.

Un arrêt d'une importance secondaire, mais bien visible néanmoins, est figuré par le diagramme AR ; il s'agit là des espèces suivantes, qui franchissent le bras oriental du lac de Côme, mais sans dépasser le bras occidental lequel les arrête définitivement : *Carex baldensis*, *Cytisus purpureus*, *Phy-*

teuma comosum (réapparaît au massif du Mt-Rose), *Saxifraga petraea*, *S. Vandellii*.

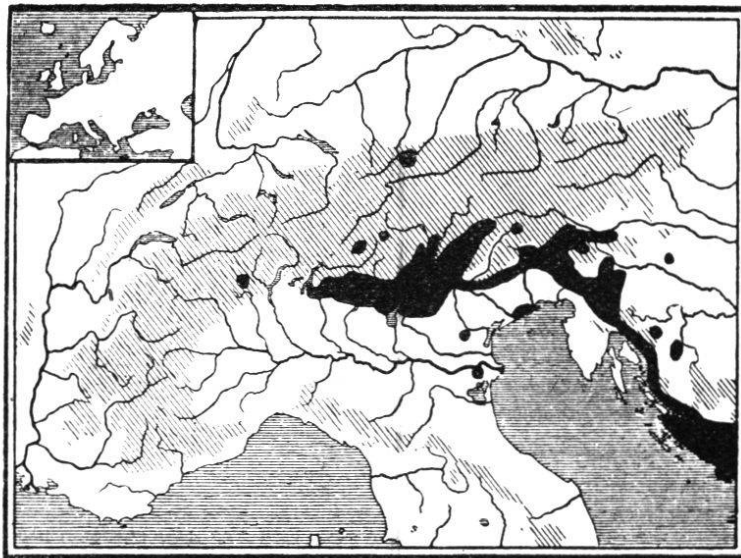
Le *Cytisus purpureus* est certainement l'espèce la plus typique de ce groupe.

Enfin, plusieurs espèces s'arrêtent dans l'Insubrie, entre le lac de Côme et le lac Majeur (diag. AS) arrivant ainsi jusqu'à la dernière section de la bordure calcaire mér.

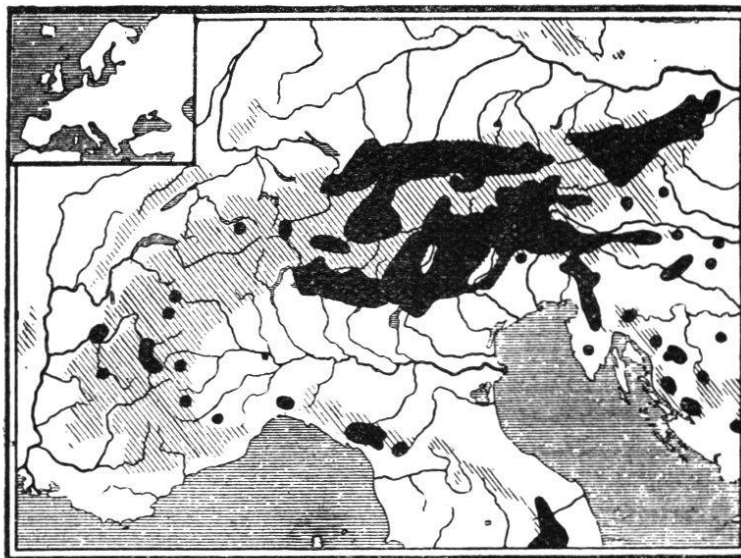
Ces espèces sont : *Achillea Clavenae*, *Betonica Alopecuros*, *Daphne striata*, *Horminum pyrenaicum*, *Laserpitium peucedanoides*, *Senecio carniolicus*, *Valeriana saxatilis*, *Veratrum nigrum*. Les plus typiques pour cette distribution sont le *Veratrum nigrum* et le *Valeriana saxatilis*. Cette fois encore nous voyons que la limite de la pénétration est déterminée par un lac (lac Majeur) ; elle cadre avec la limite occidentale des Alpes calcaires des Lacs (Haug).

Le long de la bordure calcaire mér. nous pouvons donc distinguer des *arrêts de premier ordre* :

Adige-Brenta, Adige, lac d'Iseo-Val Camonica, lac de Côme (bras or.), lac Majeur ; — et des *arrêts de deuxième ordre*, tels que ceux du lac de Garde et du bras occ. du lac de Côme. Plusieurs de ces faits — et non des moins importants notamment dans le premier groupe, — coïncident avec les limites



DIAGR. AR.



DIAGR. AS.

des régions naturelles des Alpes, telles que M. Haug les a établies en vertu de considérations tirées de la géologie et de la géographie physique ¹.

Nous avons déjà indiqué à grands traits la division géographique de la Chaîne alpine (p. 18-20), en partie résumée d'après la carte des régions naturelles des Alpes publiée par M. Haug ; nous en donnons ici le graphique ². Il est intéressant de voir que les résultats obtenus par cette étude de géographie botanique confirment dans leur ensemble ceux auxquels M. Haug est arrivé par la méthode de la géographie physique :

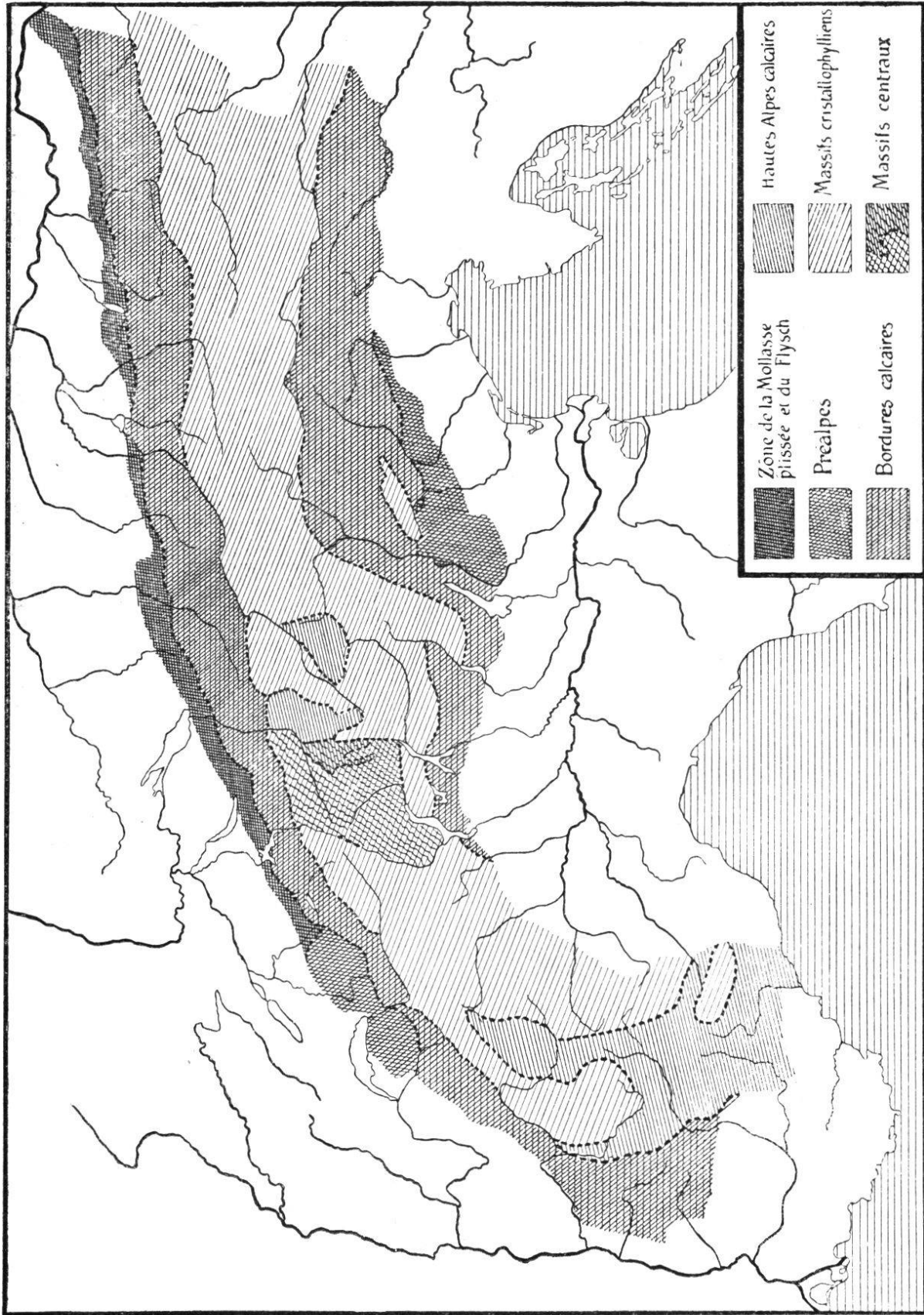
La zone centrale ou cristallophyllienne (*massif cristallin or.*) d'une grande uniformité et constituée presque exclusivement de terrains primitifs, est bien indiquée dans nos cartons par l'absence d'espèces calcicoles (diagr. C, D, p. 37 ; U, V, p. 182), et par la présence de types calcifuges (diagr. E, p. 38 ; N, p. 57). Un simple coup d'œil sur la carte géologique des Alpes suffit pour comprendre la présence de ces types calcaires qui apparaissent disséminés ici et là dans le massif cristallin or., où en effet ne manquent pas les pointements de Permien, Carbonifère, Dévonien et Silurien sur lesquels les espèces calcicoles peuvent s'établir.

Les Alpes calcaires septentrionales (*bordure calcaire sept.*) s'étend, au nord de la zone cristallophyllienne, en bordure continue : et les chaînons extérieurs de cette bande constituent :

La zone du Flysch et de la Molasse (p. 18). Cette zone, dont la délimitation orographique n'est pas bien nette, mais ressort clairement sur une carte géologique, se confond dans nos diagrammes avec la bordure calcaire sept. ; cependant, elle est

¹ A. Haug, Les régions naturelles des Alpes (*Annales de Géographie*, III, p. 150-172, et carte) : voir aussi du même auteur : Contribution à l'étude des lignes directrices de la chaîne des Alpes (*Idem*, V, p. 167-178 et carte).

² Voy. p. 197. Cette carte, bien que schématique, suffit pour fixer les idées du lecteur et pour l'aider à suivre la division de la Chaîne à mesure que nous l'exposons.



Carte des régions naturelles des Alpes (en partie résumée d'après celle de M. Haug).

Ce cliché est la réduction à $\frac{1}{3}$ de l'original dont l'échelle était 1:2 500 000.

parfois indiquée par la présence d'espèces calcifuges (diag. H, p. 54).

Les Alpes calcaires du Münsterthal (*massif calcaire du Stelvio*), p. 19, isolées au milieu du massif cristallin or., ont été enrichies surtout par l'immigration méridionale (Tyrol mér., Vintschgau, Valteline); quelques espèces cependant paraissent y avoir pénétré par

Les Grisons et le massif de Davos (*massifs calcaires des Grisons*) qui se rattachent à la bordure calcaire sept. par le Rhäticon et les Curfirsten (diagr. U, p. 182; et W, p. 183).

a zone calcaire méridionale (*bordure calcaire mér.*) n'est aussi simple et uniforme ni par le substratum, ni par l'orographie, que la bordure calcaire sept.; elle n'est pas non plus aussi développée. Malgré le massif cristallin de la Cima d'Asta, le plateau porphyrique de Botzen et les pointements cristallins des Mts-Lessini (lesquels permettent l'établissement d'espèces calcifuges), cette bordure ressort très clairement sur les diagrammes C, D (p. 37), U et V (p. 182) aussi clairement que la bordure calcaire sept.

Les Préalpes méridionales, analogues à la zone du Flysch des Alpes sept., vont de l'Adige et de la Brenta au Tagliamento, et rentrent avec *le massif de la Cima d'Asta*, dans la bordure calcaire mér.

M. Haug réunit *le massif du Tessin* à celui du Valais, mais nous nous écartons de lui sur ce point, puisque le massif du Tessin, au point de vue botanique, constitue avec *les massifs du Tödi et du St-Gothard et la partie occidentale de celui des Grisons*, cette partie des Alpes-Centr., caractérisée par une flore d'une pauvreté extrême. Ces massifs sont ce que nous nommons **massifs cristallins centraux** (p. 19).

Quant au secteur de la **zone de la Molasse plissée** (*zone transitoire de la Molasse*) du lac de Thoue à celui de Constance, et aux **Alpes des Quatre Cantons** (*bordure calcaire transitoire*, p. 19), il se rattache aux zones respectives des Alpes orientales, et, plus souvent à celles des Alpes occidentales (*bordure calcaire occ. et Préalpes Romandes*).

Les Préalpes romandes sont une région indifférente où peuvent se distribuer également des espèces calcicoles et des espèces calcifuges ; aussi ne se détache-t-elle pas sur nos diagrammes ; et elle se confond avec la suivante :

La région des Chaînes subalpines (*bordure calcaire occ.*) (p. 19). Au lieu de l'arrêter à la Dent de Morcles nous l'étendons jusqu'au lac de Thoune (diagr. U et V, p. 182).

Le massif cristallin occ. est constitué par la zone du Mont-Blanc et par celle du Mont-Rose.

La zone du Mont-Blanc (*massif cristallin dauphinois*), (p. 19) est encore assez bien délimitée par l'absence d'espèces calcicoles (diagr. U, p. 182) malgré les lambeaux de calcaires, restes du manteau de terrains sédimentaires qui recouvrait les massifs cristallins qui a été presque entièrement emporté par l'érosion, et cela même justifie le fait que l'étude de la flore n'assigne à cette région que des limites indéfinies.

Il en est de même, et avec plus d'indécision encore, pour **la zone du Mont-Rose** (*massif cristallin piémontais*), (p. 19), à laquelle nous rattachons le massif de l'Aar ; par contre nous en détachons le massif du Tessin. La présence d'espèces calcicoles n'est pas rare dans la zone du Mont-Rose ; en effet, les schistes cristalloylliens y dominent beaucoup moins exclusivement que dans la zone précédente, puisque les calcaires de la bordure occ., les schistes calcaréotalqueux en particulier, pénètrent dans l'intérieur.

La zone du Briançonnais, qui sépare les deux zones précédentes, constitue, avec **les massifs de la Mure, du Dévoluy et toutes les Alpes Calcaires plus méridionales** (Alpes de la Haute-Provence, Alpes Maritimes, etc.), ce que nous appelons *le massif calcaire provençal dauphinois* (p. 19) et dans lequel est enclavé *le massif cristalloyllien du Mercantour* (p. 20).

La délimitation des régions naturelles des Alpes-Occ., à laquelle nous arrivons, est loin d'être aussi nette et précise que celle que nous avons obtenue pour les Alpes-Or. Sans parler même des causes géographiques générales, cela tient à

coup sûr non seulement à la plus grande variété du substratum, mais aussi et surtout au choix des espèces que nous avons étudiées ; ces espèces, il ne faut pas l'oublier, sont en très grande majorité alpines-orientales. Il est fort probable qu'on arriverait à des conclusions plus précises en ce qui regarde les Alpes-Occ. si l'étude reposait sur la distribution d'espèces alpines-occidentales typiques, xérophytes en outre et rupicoles, puisque c'est ce genre de plantes dont la présence est forcément liée à la nature du substratum profond, car la formation de l'humus ou d'un marécage permet l'établissement d'une espèce calcifuge en plein massif calcaire. Des espèces calcicoles largement répandues dans les Alpes-Occ., telles que l'*Erinus alpinus* y dessinent en effet les régions naturelles presque aussi nettement que d'autres espèces analogues, le *Valeriana saxatilis*, p. ex., le font dans les Alpes-Or.

A quel point la nature du substratum joue un rôle important dans la distribution générale des plantes, voilà ce qui ressort clairement de notre étude ; et pour s'en rendre compte il suffit de comparer les diagrammes C, D (p. 37), U, V (p. 182), E (p. 38) et N (p. 57) avec une carte pétrographique des Alpes : on y constate, d'une manière décisive, l'influence de la nature des roches sur la dissémination des plantes calcifuges (diagr. E et N) et calcicoles (diagr. C, D, U et V), quelle que soit par ailleurs la nature exacte de cette influence : soit exclusivement physique (Thurmann, etc.), soit chimique (Græbner, etc.), soit plus certainement physique et chimique tout à la fois.

Ce fait s'observe dans la Chaîne alpine, de même que dans les Alpes Apouanes dans lesquelles le substratum, typiquement calcaire (Trias), a permis l'établissement d'espèces calcicoles, venues soit de la bordure calcaire mér., soit des Alpes Maritimes (diagr. Y et Z, p. 184). Ces espèces dans cette région ne dépassent guère les A. Apouanes qui sont resserrées entre la mer et l'Apennin dont le sous-sol est généralement siliceux ; encore faut-il noter que quelques-unes se retrouvent sur les pointements calcaires de l'Apennin voisin.

Le rôle physique de la nature du substratum s'exprime par les deux facteurs : *température* et *humidité*. La température d'une région ne peut nous renseigner que d'une manière générale relativement à la flore qui l'habite, car il faut envisager surtout la température propre à la station où la plante s'est établie. En effet, les indications météorologiques ne nous en donnent qu'une idée très approximative, puisque la température varie dans les différentes stations avec la nature physique et la couleur du sol, l'exposition, etc. Quant à l'humidité par contre, si on compare nos diagrammes des distributions superposées avec une carte des hauteurs des pluies dans les Alpes on voit que la lacune centrale (p. 186) correspond à un maximum des chûtes atmosphériques (plus de 1500^{mm}) et que la richesse en espèces calcicoles et méridionales le long de la bordure mér. et leur pénétration dans le massif calcaire du Stelvio par le Vintschgau et dans le Valais, coïncident avec une diminution des pluies dans ces territoires (800—1000^{mm}) par rapport aux régions avoisinantes (1000—1500^{mm})¹.

Si l'on veut embrasser d'un coup d'œil général cette étude et coordonner tous les résultats partiels auxquels elle a abouti et que nous avons indiqués au fur et à mesure de la *Distribution monographique des espèces*, on y reconnaît l'action combinée de ces *conditions restrictives* et de ces *conditions influentes*, que M. Brunhes a distinguées à plusieurs reprises², principe de coordination que nous adoptons ici à notre tour.

¹ Angot A., sur le régime pluviométrique de l'Europe occidentale (avec carte) (*Annales de Géogr.* n° 19, 1895); et Billwiller R., La répartition des pluies en Suisse (avec carte) *Archives des Sc. Phys. et Nat.*, 1897, Genève).

² Brunhes J., Les principes de la géographie moderne, Paris, 1897, p. 33, et L'Irrigation, ses conditions géographiques, ses modes et son organisation dans la Péninsule ibérique et dans l'Afrique du Nord, Paris, 1902, p. 429-439. Le prof. Fischer Th. a traduit en allemand ces deux idées (conditions naturelles *restrictives* et conditions naturelles *influentes*) par : natürliche *hemmende* und natürliche *beeinflussende* Bedingungen (*Petermanns Mitteilungen*, Literaturbericht, 1903, p. 85).

Comme nous venons de le rappeler, la nature du sous-sol est la première condition des groupements géographiques des espèces, condition tour à tour et tout à la fois restrictive et influente suivant le territoire et la catégorie des plantes envisagées. — Ainsi, la nature calcaire du massif du Stelvio et des bordures orientales de la Chaîne alpine détermine dans ces régions la présence de nombreuses espèces calcicoles et *en même temps et par conséquent* l'absence des types calcifuges ; par contre, et pour la même raison, dans le massif cristallin or. se vérifie le fait inverse. A la nature du substratum est intimement rattachée l'influence de la température et de l'humidité, de sorte que le même principe s'applique encore aux conditions du milieu que ces deux facteurs déterminent, conditions qui, dans notre cas, entraînent la prédominance des plantes xérophytes sur la bordure calcaire mér. et leur absence dans la partie centrale de la Chaîne et au Tessin. Il s'ensuit qu'une des causes principales de la richesse de la flore des Alpes sud.-or. est, comme nous l'avons annoncé dès le début de cette étude, la présence dans cette région de pointements cristallins enclavés dans le territoire calcaire (p. 3). Au contraire, l'uniformité du substratum dans le massif cristallin or. et dans une grande partie des massifs centraux détermine une pauvreté de la flore ; et cette pauvreté n'afflige pas au même degré la flore d'une région pourtant analogue, le massif cristallin dauphinois, tout simplement parce que les pointements calcaires n'y sont pas rares. Dans les Alpes ce fait se vérifie qui d'une manière beaucoup plus générale et sommaire se voit dans l'ensemble des régions tempérées, c'est-à-dire que la sécheresse du climat est un facteur puissant de la richesse de la flore. A la présence du calcaire dans les Alpes sud.-or., fait accentué par la position méridionale de ces Alpes, correspond en effet une richesse de flore qu'on ne rencontre pas dans la bordure calcaire septentrionale. La condition restrictive par excellence a été la présence des glaces, condition qui a varié dans ses effets selon les différents épisodes des glaciations successives. La place même des massifs de refuge et leur plus ou moins grand éloignement de telle ou telle partie des Alpes ont agi à

la manière de conditions *influentes* ; le facteur *lieu* et le facteur *distance* sont venus ainsi compliquer le réseau de causes qui expliquent les progrès et les modalités de la réimmigration. En ce sens aussi l'origine des espèces, c'est-à-dire les voies d'immigration que les plantes ont suivies pour pénétrer dans telle ou telle région, sont des conditions plus ou moins *influentes* sur la richesse de la flore. Cette cause doit expliquer, p. ex., la présence de toute cette cohorte d'espèces balkaniques, pannoniques et orientales dans les Alpes-Or. et d'espèces sud-or. dans le massif du Stelvio, de même que la présence d'espèces des Alpes-Or. dans les Alpes-Occ. et vice-versa, dont le passage s'est fait par les bordures calcaires sept. et mér.

A ces conditions qui ont influé sur l'immigration doivent être ajoutées comme contre-partie les conditions plus ou moins *restrictives* des barrières qui ont arrêté la marche de ces espèces ; nous avons fait ressortir ces phénomènes d'arrêts d'une manière très nette pour ce qui touche à la bordure calcaire méridionale. Or ces barrières tiennent non seulement à un changement de substratum (barrière du lac d'Iseo-Val Camonica, p. 192), mais aussi et surtout à des faits topographiques : lacs, fleuves, vallées profondes. Une telle influence restrictive ressort tout particulièrement dans la partie la plus occidentale de la bordure calcaire mér. où des accidents relativement peu saillants (bras oriental et bras occidental du lac de Côme, lac Majeur, p. 194-5) constituent des barrières pourtant bien visibles. Une espèce est en effet d'autant plus sensible à toute influence restrictive que cette influence se manifeste aux confins de l'extension de l'espèce. C'est ainsi que la pauvreté des massifs centraux, qui ont été les territoires le plus longtemps occupés par les glaces, est due aussi à l'atténuation du pouvoir d'expansion des espèces immigrantes qui de leurs territoires de refuge arrivaient par le versant méridional des Alpes.

Tel fait qui est une condition *restrictive* pour un groupe d'espèces est une condition *influyente* pour l'extension d'un autre groupe. Dans un massif montagneux, une vallée profonde qui sert de limite aux espèces des hautes régions permet la pénétration d'espèces de basses régions. Par contre un chaînon qui

relie deux massifs éloignés sert de pont aux plantes de hautes régions.

En résumé, la grande condition *restrictive* de toute expansion végétale — **glaces et neiges permanentes** — s'étant atténuée dans les Alpes au point de ne plus exercer son action qu'en une zone supérieure de très haute altitude, le terrain a pour ainsi dire été déblayé et les conditions *influentes* ont agi sur le monde végétal en mêlant et parfois en contredisant leurs actions respectives :

- a) **La nature physique et chimique du substratum**, fait pétrographique en rapport avec les faits géologiques, a eu, nous l'avons vu, et nous le disions encore tout à l'heure, une influence capitale et pour attirer certaines espèces et pour en exclure certaines autres ;
 - b) **L'humidité et la température**, faits climatiques souvent plus ou moins modifiés dans leurs effets botaniques par la nature du substratum, sont également des conditions influentes, manifestées par le tapis végétal ;
 - c) **La distance**, qui est un fait géographique au premier chef, a eu aussi sa part comme facteur de la distribution actuelle, la proximité constituant une condition plus ou moins influente et l'éloignement une condition plus ou moins restrictive ;
 - d) **La continuité**, qui est encore un fait géographique, a exercé son effet à un très haut degré sur toutes les autres causes influentes : la continuité du substratum ou la continuité des mêmes conditions de température et d'humidité ont influé par excellence sur l'importance effective de ces causes influentes elles-mêmes. Et par contre l'interruption de cette continuité a entravé ou modifié les autres actions : ainsi s'explique le rôle que nous avons reconnu et assigné à ce que nous avons appelé les « accidents topographiques ».
-