Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 36 (1900)
Heft: 138

Artikel: La flore de la vallée de Joux : étude monographique
Autor: Aubert, S.
Kapitel: IV: Analyse de la flore
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-266080

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

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

pris naissance dans l'Asie centrale ou orientale, ou encore dans l'Amérique du Nord.

9. Les formations ne constituent pas un tout botanique, de même origine, dont les composants auraient pris possession du terrain simultanément après le retrait des glaciers; tout au contraire, c'est la station qui permet à des végétaux de caractères ou de provenances divers de constituer une formation ou bien encore la prédominance de une ou plusieurs espèces sur un territoire donné, crée des conditions biologiques spéciales qui permettent à d'autres espèces de s'associer de manière plus ou moins intime à ces premières.

10. Les flores alpines sont d'origine préglaciaire; certaines espèces systématiquement isolées en Europe ou appartenant à des genres ou à des sections de genres richement développés dans les montagnes de l'Asie centrale ou orientale, représentent des débris de l'ancienne flore tertiaire des Alpes.

CHAPITRE IV

ANALYSE DE LA FLORE

ou groupement des espèces d'après l'époque pendant laquelle elles sont venues habiter les districts qu'elles occupent aujourd'hui.

PLAN : Généralités sur la période glaciaire. — Périodes interglaciaires. — Périodes plus chaudes. — Eléments d'immigration qui sont venus prendre possession du terrain pendant et après le retrait des glaciers.

A. Périodes glaciaires et interglaciaires.

On sait quel fut l'événement géologique principal des temps quaternaires: d'immenses glaciers, descendus du flanc des montagnes, envahirent le bas des vallées et se déversèrent sur les plateaux et les plaines de l'Europe centrale et septentrionale. Non seulement les Alpes, mais toutes les chaînes de l'Europe eurent leurs glaciers, dont, dans la règle, la masse était proportionnelle à l'étendue des territoires nourriciers.

Dans les monts Balkans, le phénomène glaciaire semble avoir été moins conséquent que dans les Alpes et chaînes voisines.

Les territoires septentrionaux ont possédé, eux aussi, leurs glaciers. La Scandinavie, en particulier, déversait des flots d'eau

congelée par-dessus la Baltique, jusque dans le centre de l'Allemagne.

Dans la zone arctique, enfin (Amérique arctique, Grönland, Islande, Spitzberg, Asie arctique), de nombreuses observations ont établi la preuve que la glaciation y a été jadis beaucoup plus considérable qu'elle ne l'est aujourd'hui. Nansen a signalé dans la relation de son voyage *Vers le Pôle*[1] (p. 41), aux îles Kjellmann, situées à la latitude de 75° N., sur les côtes de la Sibérie « des rochers... à surface polie et arrondie », indice certain que ces terres ont été recouvertes par des glaciers quaternaires.

Des traces de glaciation ont été découvertes dans le Caucase, le Liban, l'Himalaya, ainsi que dans les montagnes de l'hémisphère sud. Par contre, elles font défaut dans les chaînes sibériennes.

Il y a eu plus d'une période glaciaire, au moins trois. Entre la première et la seconde, se place la première période interglaciaire dont on a pu prouver l'existence par les fossiles découverts par Heer, à Utznach et à Dürnten. Les couches fossilifères sont constituées par du charbon feuilleté (Schiefer-Kohle) renfermant en quantité les restes d'arbres, d'arbrisseaux, d'espèces herbacées même qui vivent encore aujourd'hui et sont très répandues sous nos latitudes. Les charbons feuilletés d'Utznach et de Dürnten sont recouverts par des blocs erratiques, apports de la seconde invasion glaciaire. A Wetzikon, par exemple, les couches à fossiles reposent directement sur des cailloux striés de provenance alpine. La végétation fossile des charbons feuilletés prouve que nous n'avons pas ici affaire à une simple oscillation des glaciers, mais à une longue période de recul, car le développement de la flore des localités précitées a exigé le retrait des glaciers non seulement haut dans les Alpes, mais aussi pendant une période fort longue.

D'après les fossiles de Dürnten, Utznach, etc., il est permis de conclure que le climat de cette première période interglaciaire dans le centre de l'Europe était, à peu de chose près, celui de l'époque actuelle, voire même un peu plus chaud, car Heer a signalé dans les charbons feuilletés la présence d'une Nympheacée : Brasenia purpúrea, aujourd'hui éteinte et proche parente d'une espèce tropicale, Victoria regia.

L'ouvrage du professeur Schröter, *Die Flora der Eiszeit*,

[1] Traduction abrégée de Ch. Rabot.

nous apprend que des couches interglaciaires ont été retrouvées dans une foule de localités de l'Europe centrale : en Allemagne, France, Italie, Angleterre (Forestbed) ; puis plus au nord, en Ecosse, au Spitzberg (Mytilusbett), dans l'Amérique du Nord. Nous reviendrons plus loin sur plusieurs de ces localités.

L'existence de périodes interglaciaires a été fortement mise en doute par de nombreux géologues, entre autres par Falsan, qui, dans son magnifique ouvrage : *La Période glaciaire*, p. 211, écrit : « Durant nos études avec M. Chantre, sur le terrain erratique du bassin du Rhône, dans sa partie moyenne, nous n'avons pas trouvé les traces de deux ou de plusieurs périodes glaciaires. Nous avons bien reconnu que les anciens glaciers avaient oscillé en Suisse, à Utznach, à la Dranse, au bois de la Bâtie, mais rien ne nous a prouvé qu'ils eussent disparu complètement des plaines des Dombes et du Bas-Dauphiné, pour les envahir de nouveau et s'étendre plusieurs fois à Lyon ou dans sa direction. »

Comme nous l'avons dit plus haut, la période pendant laquelle s'est développée la végétation des charbons feuilletés ne peut être envisagée comme une simple oscillation des glaciers du bassin du Rhin ; cette végétation a exigé une longue série d'années, qui ne peut être appelée autrement que « période interglaciaire ». Or, si les glaciers du bassin du Rhin se sont retirés assez pour permettre sur le plateau suisse (Zurich) l'établissement d'une flore tempérée, pourrait-il en être autrement pour ceux du bassin de l'Aar et du Rhône. Lors même que Falsan et les géologues de son école n'ont pas découvert dans le bassin du Rhône moyen des preuves certaines de périodes interglaciaires, il ne saurait être question d'en nier l'existence dans ce territoire.

De nombreuses observations sont venues confirmer l'existence d'une troisième période glaciaire, en Suisse et en Allemagne, par conséquent d'une deuxième période interglaciaire.

Et aujourd'hui, la majorité des botanistes et géologues admettent, dans l'Europe centrale, l'existence de trois périodes glaciaires séparées par deux périodes interglaciaires.

C. A. Weber (*Versuch eines Uberblicks über die Vegetation der Diluvialzeit in den mittleren Regionen Europas*, « Naturwiss. Wochenschrift », 1899, n°s 45 et 46), énumère comme suit les différentes couches qui représentent les divers degrés de l'époque diluviale :

I. Période préglaciaire.

1. Le « Waldbett » de Cromer; 2. Aue, dans l'Erzgebirge.

II. Première période glaciaire.

3. Mundesley et Ostend dans le Norfolk; 4. Deuben; 5. Sables glaciaires de Honerdingen.

III. Première période interglaciaire.

6. Les charbons feuilletés de la Suisse; 7. Les tufs calcaires de la Thüringe; 8. Klinge; 9. Belzig; 10. Oberohe; 11. Honerdingen; 12. Interglaciaire de Hoxne.

IV. Seconde période glaciaire.

13. Argile glaciaire de Klinge; 14. Argile glaciaire de Hoxne.

V. Seconde période interglaciaire.

15. Resson; 16. La Celle; 17. Flurlingen; 18. Tuf calcaire de Cannstadt; 19. La « Höttinger Breccie »; 20. Lauenburg; 21. Les couches de Grünenthal; 22. Fahrenkrug; 23. Les couches à diatomées du Danemark.

VI. Troisième période glaciaire [1].

24. Tourbes glaciaires de Lütjen-Bornholt; 25. Les formations glaciaires les plus récentes de l'Allemagne et du sud de l'Angleterre; 26. Les formations glaciaires les plus récentes de la Suisse: Schönenberg, Hedingen, Wanwyl et Chaux-de-Fonds, où Nathorst et Schröter ont signalé: Potamog sp. Salix myrtilloïdes, S. reticulata, S. polaris, S. retusa, S. herbacea, Betula nana, Polygonum viviparum, Dryas octopetala, Myriophyllum sp., Azalea procumbens, Arctostaphylos uva ursi.

Schulze *(Entwiklungsgeschichte der Phanerogamen Pflanzendecke Mitteleuropas nördlich der Alpen)* admet quatre périodes glaciaires. La troisième fut précédée d'une époque interglaciaire caractérisée par des étés secs et chauds, des hivers secs et froids, et pendant laquelle se déposa dans l'Europe centrale la plus grande partie de l'ancien löss. Cette troisième époque glaciaire fut suivie d'une nouvelle période chaude et sèche : dé-

[1] Dans celle-ci, Weber comprend, en outre : la période de fusion de la IIIe période glaciaire, et la période postglaciaire la plus ancienne (älteste Postglacialzeit), avec faune et flore arctiques, signalées par Keilhack.

position du löss jeune. Ensuite vint la quatrième glaciation, qui fit place :

1°	à une période plus	chaude	que l'actuelle ;
2°	»	froide	»
3°	»	chaude	»
4°	»	froide	»

Cependant les affirmations de Schulze nous paraissent manquer de preuves fondamentales pour pouvoir réellement être prises en considération.

Nous ne pouvons songer à énumérer ici toutes les espèces qui ont été retrouvées dans les couches interglaciaires de l'Europe ; nous nous contenterons de dire que la flore des temps interglaciaires se composait déjà des types actuels, à côté desquels figuraient des espèces disparues se rapprochant des types subtropicaux.

B. Périodes plus chaudes

Différentes observations tendent à prouver d'une façon certaine que depuis le premier recul des glaciers, le climat de l'Europe centrale a été une fois au moins plus chaud qu'il ne l'est actuellement. D'abord, d'importantes découvertes d'espèces fossiles dans des couches regardées comme interglaciaires confirment cette hypothèse.

a) *Preuves provenant d'espèces fossiles.*

A Dürnten, Heer a signalé Brasenia purpurea, nympheacée aujourd'hui disparue et parente de l'espèce tropicale Victoria regia.

Cette même Brasenia a été rencontrée sous une forme un peu différente, f. Nehringii, par C.-A. Weber, dans les couches qu'il prétend être interglaciaires de Klinge (Brandenburg). Une autre nympheacée, Cratopleura holsatica a été découverte dans le Holstein.

Le même C.-A. Weber signale également à Aue (Erzgebirge) dans des couches « peut-être interglaciaires » la présence d'un sapin, Picea omoricoïdes Weber, très ressemblant, mais non pas identique à Picea omorica Panc. qui vit aujourd'hui exclusivement dans les Balkans [1]. Selon Weber, P. omoricoïdes provient

[1] Dans un travail plus récent (1899, *Naturw. Wochenschrift*) Weber regarde cette localité comme préglaciaire.

probablement d'une espèce tertiaire très répandue alors en Europe; elle aurait donné naissance à plusieurs sous-espèces dont P. omorica seule se serait conservée jusqu'à nos jours. La présence de P. omoricoïdes à Aue nécessiterait, toujours d'après Weber, pour cette localité, l'hypothèse de l'existence d'un climat plus chaud que celui d'aujourd'hui, car, il s'exprime ainsi : « Das Vorkommen der P. omoricoïdes enthält nach alledem einen deutlichen Hinweis auf die sud-europaeische, insbesondere die aquilonare Flora Kerner's ».

A Honerdingen près Walsrode (Lünebourghaide) se trouvent des terrains fossilifères que C. A. Weber assigne au premier interglaciaire et dans lesquels il a rencontré un Juglans qui se rapproche de J. regia et un Platanus qui n'est pas éloigné du P. orientalis. Or, ces deux arbres ne vivent pas sauvages à l'heure qu'il est dans la région de Honerdingen, et leur présence à l'état fossile dans cette localité laisse supposer un climat autrefois plus chaud qu'aujourd'hui.

Mais le document le plus digne de valeur que nous possédions en faveur de l'existence d'une période plus chaude est certainement le Rhododendron Ponticum signalé dans la Höttinger Breccie par Wettstein. Pour les détails du gisement, nous renvoyons à l'ouvrage même de Wettstein *(Die fossile Flora der Höttinger Breccie*, Wien 1892).

R. Ponticum est une espèce du Caucase et des montagnes de l'Asie mineure et qui ne fait pas partie de la flore européenne actuelle. Cependant une forme R. baeticum Boiss. et Reuter vit dans les montagnes du Sud de l'Espagne et du Portugal.

A côté de R. Ponticum, qui est l'espèce caractéristique du gisement, on trouve à Hötting d'autres espèces d'un caractère méridional manquant à la flore actuelle de la localité, comme Buxus sempervirens, L. Rhamnus Höttingensis Wettst., Orobus vernus. Les types alpins et boréaux manquent totalement. De plus, le caractère général de la flore fossile de la Hottinger Breccie est celui des montagnes de l'Asie mineure entre 400 et 1900 m.; aussi Wettstein n'hésite-t-il pas à déclarer que le climat qui régnait à Hötting lors de l'existence des types ci-dessus était plus doux que le climat actuel. Quant à l'âge géologique du gisement de Hötting, Wettstein s'exprime, en substance, comme suit : Il n'est certainement pas préglaciaire, il est peut-être postglaciaire, mais un âge interglaciaire ne s'exclut pas, si

l'on admet que la glaciation subséquente n'a point amené des modifications profondes dans la flore de l'Europe centrale.

Selon Weber (*Naturw. Wochensch.*, n° 46), le gisement de Hötting est sûrement interglaciaire, et il le range dans le deuxième interglaciaire.

Près de Lugano, Sordelli et Baltzer ont découvert un gisement reconnu par ce dernier comme interglaciaire et présentant une végétation qui offre la plus grande analogie avec celle de Hötting.

En résumé, la flore fossile de Hötting et celle de Lugano permettent de conclure d'une manière très affirmative que, jadis, les Alpes orientales ont joui d'un climat chaud et sec ayant permis le développement d'une végétation pareille à celle qui habite de nos jours les régions inférieures des montagnes de l'Asie mineure et du Caucase.

Toujours d'après C.-A. Weber (loc. cit.), c'est principalement dans la seconde période interglaciaire que des plantes méridionales s'avancèrent vers le nord. Ainsi dans les tufs quaternaires de La Celle, Saporta (v. Saporta, *Sur le climat des environs de Paris à l'époque du diluvium gris*, Assoc. franc. pour l'avancem. des sciences, Congrès de Clermont-Ferrand, 1876), a découvert :

Ficus Carica, Laurus Canariensis, Cercis siliquastrum ; Juglans regia a été découvert dans les tufs quaternaires de Resson par Fliche (Fliche, *Etude paléontologique sur les tufs quaternaires de Resson*, « Bull. Soc. géol. de France », 1883 et 1884, p. 6-31) ; Juglans ? (espèce voisine du J. cinerea et parente ou identique à J. tephrodes Unger du tertiaire), dans les tufs calcaires de Cannstadt, en Würtemberg, par O. Heer (O. Heer, *Die Urwelt der Schweiz*). Au moment où ces espèces d'un caractère subtropical prononcé habitaient la France, l'Allemagne, le climat, les conditions biologiques devaient certainement être meilleures qu'aujourd'hui.

Les découvertes de Juglans et Platanus dans les tufs calcaires de la Thüringe, de Honerdingen, appartenant selon Weber au premier interglaciaire, lesquelles espèces n'ont pas été signalées à Dürnten, etc., paraissent infirmer que cette première période interglaciaire fut plus chaude dans le nord que dans le sud, tandis que ce fut le contraire pendant la seconde. Weber tient pour possible que les couches de Dürnten appartiennent au même interglaciaire que le gisement de Hötting. L'absence des types

méditerranéens dans les premiers s'expliquerait par le fait que, au moment du dépôt des couches d'Hötting, les circonstances climatériques, au nord des Alpes, étaient moins favorables qu'avant ou après la fin de cette période.

De cette manière, les plantes de Hötting auraient pu exister à Dürnten, mais, vu le défaut de circonstances favorables, ne s'y seraient point fossilisées ; cependant, Weber fait toutes ses réserves au sujet de cette hypothèse, aussi longtemps que nous ne saurons pas si, pendant une période interglaciaire, les conditions climatériques étaient peu favorables à la formation de la tourbe au nord des Alpes.

b) *Preuves provenant de la distribution d'espèces vivantes.*

Kerner v. Marilaun *(Studien über die Flora der Diluvialzeit in den östlichen Alpen*, 1888, p. 2, 3 et suiv.) a discerné dans les Alpes orientales toute une série d'espèces qui, dans le sud et l'est de l'Europe, apparaissent en un maximum d'individus. Il nomme cet élément étranger « flore aquilonaire » et regarde ses composants comme les survivants d'une époque pendant laquelle les montagnes, jusqu'à 1300 m., étaient couvertes d'essences, d'arbrisseaux, de hautes herbes que l'on retrouve aujourd'hui sur les pentes inférieures des chaînes de l'Espagne, des Balkans, du Caucase, tandis que dans les vallées et les basses montagnes s'étendait la flore caractéristique des steppes de la Mer Noire. Après discussion des faits, Kerner admet que cette période aquilonaire a existé après l'époque glaciaire.

Loew[1] a signalé en Bohême, en Saxe, dans le bassin de l'Elbe, de l'Oder, de la Vistule, de nombreuses colonies d'espèces steppiques *(pontische Pflanzen)* dont l'area principal doit être cherché dans les steppes avoisinant la Mer Noire. Wettstein (*Fossile Flora der Hött. Breccie*, p. 43 et suiv.) et d'autres botanistes n'hésitent pas à considérer ces colonies comme les débris d'une flore steppique s'étendant jadis dans le centre de l'Europe.

Les colonies isolées cisalpines, appartenant à la zone du *föhn*, de plantes méditerranéennes et du sud-est de l'Europe, s'expliqueraient de la même manière, par l'hypothèse d'une période plus chaude et plus sèche qui favorisa l'extension vers le nord et le nord-ouest des types méridionaux, ainsi que l'extension des

[1] Loew, *Über Perioden u. Wege ehemaliger Pflanzenwanderungen im norddeutschen Tieflande.*

steppes dans la même direction. Je citerai entre autres : Adianthum Capillus-Veneris L., Cyclaminus europaea L., Iberis saxatilis L., sur les pentes inférieures du Jura; Hypericum Coris L., Dorycnium suffruticosum Vill., dans le Rheinthal; Stipa pennata L., etc., dans le Valais.

Le fait suivant tend aussi à étayer l'hypothèse d'une période chaude et sèche; c'est la présence en Angleterre et Irlande de plantes méditerranéennes très rares en France et qui ne peuvent nullement être arrivées dans les Iles Britanniques par le concours de circonstances fortuites :

Daboecia polyfolia Don, en Irlande (Maine et Loire, Tarn et Garonne, en France); Saxifraga umbrosa L. et Geum L., exclusivement dans les Pyrénées et en Irlande, auxquelles on peut ajouter Arbutus Unedo L., répandue dans tout le territoire méditerranéen, dans l'intérieur et l'ouest de la France, mais manquant en Irlande. (Engler, *Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt*, I, p. 181.)

Les découvertes d'espèces fossiles, ainsi que les observations sur la dispersion de plantes vivantes faites par plusieurs botanistes scandinaves, infirment également l'existence d'une période à climat plus chaud dans les temps quaternaires.

De la *Geschichte der Vegetation Schwedens*, de Anderson, nous résumons ce qui suit : Dans l'argile recouvrant des formations morainiques, en Gothie, on a retrouvé les éléments d'une flore glaciale, dans laquelle il est possible de distinguer deux zones : 1° zone de Dryas, 2° zone du Bouleau; à celles-ci succèdent des couches renfermant surtout le Pinus sylvestris L., constituant la zone du pin. Cette essence a été peu à peu remplacée par le chêne, qui a formé jadis une zone forestière dans le sud et le centre de la Scandinavie et le sud de la Finlande. Une pareille zone du chêne manque aujourd'hui; cet arbre existe bien encore en Scanie, à Blekinge, à Halland, à Œland, à Mœlar, mais ne constitue pas une zone différenciée. Avec le chêne, sont arrivés en Scandinavie : Acer platanoïdes L., Fraxinus excelsior L., Viscum album L, Hedera Helix L.; cette flore, originaire du sud-ouest, représente un élément chaud maintenant disparu. Dans le même temps immigrèrent le long des côtes de la Norvège jusqu'au 65° : Ilex aquifolium L., Digitalis purpurea, Sedum anglicum, Meum athamanthicum, Asplenium marinum. Ces espèces ne se sont maintenues qu'en des localités particulièrement favorables parce que le climat est devenu dès lors pluvieux et plus froid.

D'après Anderson, l'extension du chêne en Suède a correspondu à la période de transition du bassin d'eau douce baltique (Ancylus) au bassin d'eau salée (Litorina) et ce phénomène, d'après le même auteur, aurait eu pour cause l'affaiblissement du Jutland; le courant du golfe pénétra ainsi dans le Kattegat et adoucit le climat de la Scandinavie. Plus loin, Anderson écrit : « Vergleicht man die so zu sagen, locale Erwärmung des Kattegats mit dem Umstande dass diese Periode mit einer Zeit von hoher Temperatur zusammenfiel, die ihre Wirkung weit über Scandinavien erstrekte, so wird es verständlich wie sich eine Gruppe von Pflanzen (Ilex aquif., Digitalis purp., Hypericum pulchrum, Sedum anglicum) die man in der Jetztzeit hauptsächlich an den Küsten von Grossbritanien, Irland, Frankreich, Spanien, findet, hat am Kattegat und an den Inseln Scheren und Westnorwegen bis über 65° hinaus verbreiten können. »

Ainsi, Anderson reconnaît que l'existence du chêne en Scandinavie doit avoir été contemporaine d'une période pendant laquelle un climat plus chaud s'étendait bien loin dans cette péninsule.

Blytt *(Geschichte der nordeuropæischen Flora)* signale dans les environs de Christiania un élément xérophile qui doit être considéré comme une relique d'une époque plus chaude et qui n'apparaît pas au-dessus de 50 m. d'altitude. Exemples : Trifolium montanum L., Cirsium acaule (L.) All., Seseli Libanotis (L.) Koch; ces espèces font partie de l'élément subboréal de Blytt. Plus loin, Blytt parle d'un élément boréal, xérophile, qui habite les éboulis secs, le pied de hautes parois rocheuses et a un caractère méridional et continental, exemple : Corylus avellana. A ce propos, Blytt écrit : « Die boreale Waldschicht beweist dass es auch früher als die postglaciale Senkung, eine Zeit gab, wo xerophile Arten in vielen Gegenden verbreitet waren, aus welchen sie später verdrängt wurden, sowohl in den eintönigen Nadelwäldern des östlichen Landes als in den baumlosen Küstengegenden. »

Enfin dans Sernander *(Die Einwanderung der Fichte in Scandinavien)*, nous lisons que Hult a découvert, dans une tourbière de la rive finnoise de la Torneælf, les restes fossiles d'une flore plus méridionale, ce qui confirme qu'à l'époque où vivaient ces végétaux, le climat devait être plus doux.

En résumé, les botanistes scandinaves s'accordent à admettre l'existence jadis d'une période plus chaude ayant favorisé en

Scandinavie l'extension du chêne et d'autres espèces méridionales. Cette période ne peut avoir été que postglaciaire, car, d'après les travaux de Nathorst et d'Anderson, à la flore glaciale ont succédé diverses flores dont on retrouve la plupart des composants dans la flore actuelle, sans qu'il y ait d'interruption dans les couches des tourbières où l'on a observé à l'état fossile les espèces qui permettent de reconstituer l'histoire de la végétation des temps passés.

c) *Preuves tirées d'animaux retrouvés à l'état fossile.*

A Thiede, dans le Brünswick, Nehring a découvert, dans des couches dont l'âge n'est pas encore précisé exactement — mais qui ne peuvent être post ou interglaciaires — une faune fossile qui correspond à la végétation du nord de la Norvège, de la Laponie et de la Russie arctique. Au-dessus de ces dernières apparaissent des restes du renne, de la hyène des cavernes, du mammouth et du rhinocéros tichorinus.

A ces « couches à mammouth » de Thiede correspondent les couches inférieures de Westeregeln; mais les couches moyennes et supérieures de cette localité sont cararactérisées par la présence d'espèces animales habitant aujourd'hui exclusivement les steppes du sud et sud-est de la Russie et de la Sihérie centrale, ainsi : Lagomys pusillus, qui vit actuellement dans les contrées situées au sud du Volga, de l'Oural à l'Obi; Arctomys Bobac, actuellement de la Galicie et de la Pologne méridionale jusque dans le Sud de la Sibérie; Scirtetes Jaculus, du sud de l'Europe jusqu'à l'Irtysch; Spermophilus altaïcus (Engler, *Entwiklungsges.*, I, p. 161 et 162). Nehring *(Fossile Lemminge und Arvicolen aus dem Diluviallehm von Thiede bei Wolfenbüttel, in Giebelszeitschrift für die gesammt. Naturw.* Berlin 1875, et autres public.) mentionne également qu'une faune steppique a été observée par Th. Liebe dans l'est de la Thüringe.

Quelles conclusions tirer de tout cela? Au moment où vivaient dans le Brünswick les animaux retrouvés fossiles dans les couches inférieures de Thiede, le pays devait avoir le caractère de la tundra et jouir d'un climat glaciaire; au contraire, les fossiles des couches supérieures de Westeregeln nous révèlent l'existence d'un climat steppique tel qu'il règne aujourd'hui dans le sud-est de la Russie.

d) *Résumé et conclusions.*

Il ressort des faits venus à la connaissance des naturalistes que dans les temps quaternaires :

1° Les Alpes orientales et diverses localités du centre de l'Europe ont hébergé une flore luxuriante d'espèces originaires du sud et du sud-est de l'Europe, ce qui correspond à un climat plus chaud et plus sec.

2° Le centre de l'Europe, l'Allemagne notamment, a été habité par des types animaux et végétaux qu'on retrouve aujourd'hui surtout dans les steppes russo-sibériennes. Cela laisse supposer d'une manière évidente qu'à ce moment les steppes s'étendaient beaucoup plus à l'ouest et au nord-ouest qu'aujourd'hui, et couvraient probablement toute la Basse-Autriche, la Russie occidentale et la plus grande partie de l'Allemagne. Selon l'opinion de Wettstein (*Fossile Flora der Höttinger Breccie*, conclusion N° 5, p. 47), il est parfaitement admissible que les deux phénomènes aient pu exister simultanément, c'est-à-dire qu'à peu près dans le même temps, les Alpes possédaient leur végétation arméno-caucasique et le centre de l'Europe sa flore steppique.

3° La Scandinavie a donné asile à une végétation méridionale presque disparue dans ses limites actuellement.

A l'heure qu'il est, la plus grande partie des botanistes sont acquis à l'existence de deux périodes chaudes et sèches ayant favorisé l'immigration de types méditerranéens dans le centre de l'Europe, bien au nord des Alpes, et l'établissement d'une flore steppique dans les plaines de la partie sud-est et centrale de ce continent.

A l'une, interglaciaire, appartiendraient les fossiles de Hötting, La Celle, et des nombreuses localités de l'Allemagne signalées par Weber principalement. L'autre serait postglaciaire ; les nombreuses colonies d'espèces méditerranéennes cisalpines, les espèces tempérées de la Scandinavie, les représentants de la flore steppique signalés dans les vallées de l'Elbe, de l'Oder, les composants de la flore aquilonaire de Kerner dateraient de cette seconde période chaude.

Dans tous les cas, il paraît peu vraisemblable qu'une période interglaciaire chaude et sèche ait laissé des traces vivantes de son existence. Evidemment, toutes les espèces exigeant un climat chaud et sec ont été anéanties ou refoulées vers le sud par la glaciation subséquente. Les espèces que nous venons de rappeler

parlent en faveur d'une période chaude postglaciaire ayant laissé des survivants ici et là, grâce aux conditions biologiques spéciales des localités où on les rencontre. C'est de cettte période chaude postglaciaire appelée *aquilonaire* ou *xérothermique* que nous rechercherons, dans un paragraphe suivant, s'il existe des représentants dans la flore de la Vallée de Joux.

Encore un point : le Valais possède plusieurs espèces méridionales dont quelques-unes d'un caractère steppique prononcé, et il est difficile de comprendre leur présence dans ce bassin fermé de toutes parts, autrement que par la supposition d'une période chaude et sèche, postglaciaire. Si cette période avait été interglaciaire, les espèces valaisannes n'auraient-elles pas été anéanties par l'avancement des glaciers et par la rigueur du climat, alors même que les glaciers de la période glaciaire subséquente n'eussent pas recouvert totalement le cours supérieur du Rhône ? D'après Briquet (*Recherches sur la flore du district savoisien et du district jurassique franco-suisse*, p. 51) les espèces méridionales du Valais seraient arrivées dans ce pays, en pleine époque xérothermique, en franchissant les cols de la chaîne pennine qui le séparent du Piémont !

La période aquilonaire ou xérothermique a fait place à une époque à climat plus humide et à extrêmes de températures plus rapprochés, sous le régime de laquelle nous vivons aujourd'hui et dont la formation végétale caractéristique est la forêt.

Ainsi, dans les temps quaternaires l'Europe centrale a subi trois régimes climatériques différents, qui sont: 1° le climat glaciaire, régnant lors de la grande extension des glaciers du Nord et des Alpes ; 2° le climat xérothermique ; 3° le climat actuel ou sylvatique. Chacun des deux premiers régimes a laissé des traces de son passage sous la forme de colonies d'espèces, plus ou moins isolées, autrement dit d'épaves, attestant l'existence jadis de conditions biologiques différentes de celles qui règnent de nos jours.

C. Eléments d'immigration.

D'après ce qui précède, il sera possible de distinguer, dans la flore de l'Europe centrale, trois éléments principaux de végétation correspondant aux trois régimes climatériques : glaciaire, xérothermique, sylvatique. Ce sont: 1° l'élément glaciaire ; 2° l'élément xérothermique ; 3° l'élément sylvatique ou forestier, auxquels nous en joindrons un 4me, l'élément adventice, composé

des espèces dont l'immigration est récente, historique même, et a eu pour cause principale les agissements de l'homme civilisé.

Dans les lignes suivantes, nous allons nous occuper de rechercher quelles espèces de la flore de la Vallée de Joux appartiennent à chacun de ces quatre éléments.

1° Elément glaciaire.

Nous résumerons d'abord brièvement quelles furent les conséquences de l'ancienne extension des glaciers vis-à-vis de la flore des Alpes ou des chaînes qui en dépendent. Peu importe pour notre but la pluralité des périodes glaciaires, car le résultat est le même.

L'augmentation de l'humidité et l'avancement progressif des glaciers ont provoqué l'exode de la flore tertiaire alpine vers la plaine ; en même temps, les glaciers du nord de l'Europe, Scandinavie, Russie arctique, repoussaient jusque dans le nord de l'Allemagne les composants de la flore arctique.

Les espèces du nord et celles d'origine alpine entrèrent ainsi en contact en aval des glaciers, dans l'espace laissé libre entre les glaciers du Rhône, de l'Aar, du Rhin, etc., d'une part, et les glaciers scandinaves d'autre part. Les deux flores se mélangèrent et plus tard, lors du retrait des glaciers, les composants de cette flore mixte les suivirent dans leur mouvement de recul, prenant possession du terrain à mesure qu'il devenait libre, pour occuper finalement leur area actuel. Mais dans cette retraite, beaucoup d'espèces ont laissé des colonies d'individus en arrière, en des localités appropriées — tourbières, pentes humides à exposition septentrionale — constituant ainsi autant de monuments, d'épaves vivantes de l'ancienne flore glaciale de l'Europe centrale.

Sous le nom de *plantes glaciales*, Engler (*Entwicklungs, ges.* I p. 161) comprend toutes les espèces qui ont pu accomplir leurs migrations grâce aux conditions biologiques créées par la période glaciaire.

Quels furent maintenant les composants de cette flore glaciale ? Evidemment, nous devons les chercher dans les localités qui offrent le plus d'analogies quant à leurs conditions biologiques, avec celles existant dans le centre de l'Europe lors de l'extension maximale des glaciers ; donc, dans les Alpes, la zone arctique et les tourbières (haut-marais).

Mais de plus, grâce aux belles découvertes des O. Heer, des

Nathorst, des Schröter, nous savons exactement ce que fut, une partie au moins, de cette flore glaciale européenne. En effet, ces botanistes ont observé, fossiles, dans des couches contiguës à la moraine de fond des anciens glaciers, dans le nord de la Suisse, en Allemagne, dans la Suède méridionale, en Angleterre un certain nombre d'espèces caractéristiques des stations froides et humides et qui actuellement, règle générale, n'apparaissent que dans la zone arctique, la région alpine ou nivale des montagnes, ou encore disséminées dans les tourbières.

Parmi ces espèces, nous citerons les plus intéressantes, soit :

Salix reticulata L.
» polaris L.
Azalea procumbens L.
Arctostaphylos uva ursi (L.) Spreng.
Betula nana L.
Andromeda polyfolia, L., etc.

Quel était, pendant l'extension maximale des glaciers, l'aspect du terrain libre entre les glaciers scandinaves et les glaciers alpins.

D'après Schröter (*Flora der Eiszeit*, p. 30), il devait avoir le caractère de la « tundra », c'est-à-dire : « weite Flächen mit Moos = oder Flechtenvegetation und auch Zwergsträucher eingestreut ». Nathorst *(Die Entdeckung einer fossilen Glacial Flora in Sachsen am äussersten Rand des nordischen Diluviums)* a découvert à Deuben, en Saxe, une flore fossile glaciale composée surtout des Salix herbacea, retusa, myrtilloïdes, arbuscula, Saxifraga oppositifolia, Hirculus, et cet auteur conclut : « eine Glacialflora hat den äussersten Rand des grossen nordischen Landeises umsäumt »; plus loin : « Die Beschaffenheit der Flora Deuben gestattet die Schlussfolgerung, dass die Glacialflora sich auch weiter gegen Sud über das Zwischengebiet erstreckt haben muss. Et, « als persönliche Ansicht », Nathorst s'exprime : « Das ganze Zwischengebiet, welches nur eine Breite von 300 km. dürfte betragen haben, und welches sowohl im Süden, wie im Norden, von mächtigen Eismassen, umgeben war, höchstens stellenweise mit einer Vegetation von Betula odorata, bekleidet sein könnte, während sonst die Glacialflora hier zu Hause war ».

Ainsi, d'après l'opinion du célèbre botaniste suédois, tout le territoire intermédiaire compris entre les glaciers du Nord et ceux des Alpes, devait être habité par une flore glaciale et posséder le caractère de la tundra.

Ces généralités terminées, nous pouvons aborder une question

qui nous touche de plus près, savoir : quelles furent les conséquences de la période glaciaire pour la flore de la Vallée de Joux, et, d'abord, ce que devait être ce petit pays à ce moment?

Le grand glacier du Rhône recouvrait le Plateau suisse et déposait de l'erratique à 1200 m. et au-dessus sur les flancs du Jura ; au sud, il atteignait presque Lyon. A l'inverse des vals neuchâtelois, la Vallée de Joux n'a pas été envahie par le glacier rhodanien, qui n'a peut-être pas même atteint Vallorbe. Mais la Vallée de Joux a été recouverte par des glaciers jurassiques locaux, descendant des chaînes qui l'entourent, et dont l'existence est attestée par des débris de moraines et surtout des roches et cailloux polis.

On sait que les glaciers sont des fleuves d'eau congelée, se mouvant lentement dans leur lit et conduisant vers le bas les précipités atmosphériques des régions supérieures pour les amener à fusion ; ils régularisent ainsi le niveau de la neige sur les hauteurs. Dans la règle tout glacier donne naissance à un émissaire à son extrémité inférieure.

A l'époqne glaciaire, la Vallée avait sa configuration actuelle; déjà alors elle constituait un bassin fermé, sans écoulement aérien et séparé du vallon de Vallorbe par les échancrures de la Tornaz et des Epoisats. Ses glaciers s'écoulaient-ils de la même manière que ses lacs aujourd'hui? Très probablement oui ! L'eau provenant de la fusion à la surface des glaciers descendait dans la profondeur par les crevasses, se réunissait en ruisseaux sous-glaciaires qui disparaissaient par des entonnoirs dans l'intérieur du sol.

Ceci nous amène à la question capitale : La végétation phanérogamique a-t-elle disparu de la Vallée pendant la période glaciaire ?

Actuellement, les circonstances climatériques sont telles que même dans les années les plus froides et les plus humides, la neige disparaît pendant l'été partout, sauf pourtant dans certains creux profonds, à ciel ouvert, appelés « baumes » ou « glacières ». Supposons que la pluviosité augmente et que la température moyenne annuelle diminue graduellement, la neige persistera d'abord dans les dépressions des sommités exposées au nord, puis, peu à peu, dans les mêmes stations, à une altitude inférieure. Après une période plus ou moins longue, les pentes des deux versants seront au plus gros de l'été constellées de taches de neige. La pluviosité augmentant encore, ces taches

apparaîtront de plus en plus nombreuses et la plus grande partie des régions supérieures resteront couvertes de neige toute l'année. La neige, que la chaleur de l'été ne parvient pas à fondre, ira-t-elle en s'accumulant de plus en plus?

Non! Sous l'influence de la pression exercée par les parties supérieures des champs de neige et de la fusion et recongélation journalières, les parties inférieures se transformeront graduellement en glace et se dirigeront vers le bas en suivant la ligne de plus grande pente du terrain. Ainsi, après une série d'années, on verra apparaître des coulées de glace jusque dans le thalweg, par les dépressions et les ravins. Les précipités et le refroidissement s'accentuant toujours, les coulées de glace, dès lors des glaciers, recouvriront bientôt le fond de la Vallée et produiront leurs effets connus.

C'est par cette supposition qu'on peut se représenter de quelle manière s'est effectuée la glaciation de la Vallée de Joux et il est admissible qu'au moment maximum du phénomène les pentes et plateaux supérieurs étaient couverts de névés, tandis que le thalweg était occupé par la glace. (On voit des roches polies à 20 m. au-dessus du niveau actuel du lac.) La chaleur de l'été dut provoquer la fusion de la neige dans les localités bien exposées, comme on le constate aujourd'hui dans les Alpes, bien au-dessus de la limite inférieure des glaciers ; mais ces places, devenant libres de neige pendant l'été, ne durent jamais être d'une grande étendue, vu la direction SW.-NE. de la Vallée et la faible inclinaison des pentes regardant le Midi.

Il est donc assez probable, qu'au plus fort même de l'époque glaciaire, la Vallée de Joux offrît à quelques espèces nivales des conditions d'existence favorables ; cette contrée a donc possédé une flore glaciale dans le sens exact du mot. Dire quelles espèces ont fait partie de cette dernière est évidemment chose difficile! Précédemment, nous avons admis que la flore alpine est d'origine préglaciaire; à un moment donné, à la fin du tertiaire, le climat dut être ce qu'il est de nos jours, et à cet instant, la flore de la Vallée comptait sans doute quelques espèces alpines (sensus lato) et c'est parmi les formes les plus nivales de ces dernières qu'il faudrait rechercher celles qui auraient pu persister pendant l'extension des anciens glaciers. Aussi, nous admettons volontiers qu'un petit nombre de représentants exceptés, la flore de la Vallée de Joux est d'immigration postglaciaire !

Sans avoir été envahie par le glacier du Rhône, la Vallée de

Joux s'est cependant trouvée sous la dépendance de celui-ci, et c'est — nous le dirons plus expressément dans le chapitre suivant — de la ligne de refoulement des espèces par ce dernier que s'est effectué le repeuplement du sol lors du retrait des glaciers.

Nous nommerons *élément glaciaire* de la flore de la Vallée de Joux, le complexe d'espèces qui n'ont pu immigrer à la Vallée que sous l'influence du climat glaciaire et des conditions biologiques inhérentes à celui-ci, et dans les lignes suivantes, nous allons essayer d'énumérer les espèces qui le composent.

La Vallée de Joux est un pays montagneux en plein et haut Jura (alt. min. 1008 m., max. 1680 m.) et en communication directe avec les Alpes occidentales par les chaînes jurasso-savoisiennes qui se rattachent au massif de la Grande-Chartreuse, et dans le sujet qui nous occupe, il est nécessaire de tenir compte que l'immigration de nombreuses formes alpines dans les chaînes jurassiques doit être possible dans les conditions climatériques actuelles.

Pour notre étude, il est nécessaire de tenir compte des facteurs suivants :

1° La flore fossile des gisements glaciaires ;
2° La distribution actuelle des espèces ;
3° Les conditions biologiques des localités ;
4° Les phénomènes phénologiques.

a) *Espèces du haut-marais, du Sphagnetum.*

Observons d'abord les tourbières ; elles jouissent d'un climat froid et humide qui rappelle dans une large mesure celui des régions arctiques, de la Laponie surtout.

Ch. Martins a écrit quelque part : « N'était leur végétation arborescente de pins et de bouleaux, l'aspect des tourbières serait absolument celui de la tundra laponienne ».

Les conditions biologiques des tourbières sont toutes différentes de celles des prairies ou des forêts qui les environnent, aussi on y trouve plusieurs espèces caractéristiques qui n'apparaissent nulle part ailleurs dans la contrée. Ce qui plus est encore, l'existence de ces espèces est intimement liée à celles des conditions biologiques de la tourbière (haut marais exclusivement).

Si ces dernières subissent des modifications par l'assainissement, l'exploitation, etc., ces espèces diminuent en nombre et

même disparaissent, comme le fait a été constaté à la Vallée pour Alsine stricta Wahlenb., Carex chordorhiza Ehrh. par exemple. Les espèces caractéristiques des tourbières (hauts marais) sont à la fois arctiques et alpines, ou seulement arctiques, et leur aire de dispersion principale se trouve dans des contrées dont le climat rappelle le plus celui de la période glaciaire. Il est impossible d'admettre pour ces espèces une immigration dans les temps actuels et il paraît de toute évidence qu'elles n'ont pu gagner leurs stations actuelles de l'Europe centrale qu'à la faveur du climat glaciaire, et c'est grâce aux conditions biologiques de celles-ci (c'est-à-dire le haut marais) qu'elles n'ont pas disparu. Plusieurs d'entre elles *soulignées* font partie de la flore fossile des couches glaciaires de l'Europe centrale. En premier lieu, nous placerons donc dans l'élément glaciaire les espèces typiques suivantes du haut marais :

Saxifraga Hirculus L.[1]
Oxycoccus palustris Pers.
Andromeda polyfolia L.
Empetrum nigrum L.
Betula nana L.
Carex limosa L.
Eriophorum alpinum L. = Trichophorum alpinum (L.) Pers.
Eriophorum vaginatum L.
Carex heleonastes Ehrh.
Scheuchzeria palustris L.
Lycopodium inundatum L.

D'une manière moins certaine :

Viola palustris L.
Comarum palustre L. = Potent. palustris Scop.
Carex pauciflora Lightf.
» dioïca L.

Au même élément appartiennent aussi quelques espèces qui n'apparaissent pas dans la tourbière (ou haut-marais) mais n'appartiennent pas moins exclusivement aux terrains dont le sous-sol est toujours humide et froid et dont l'aire est essentiellement arctique-alpine ; ce sont :

Primula farinosa L.
Allium foliosum Clar.
Trifolium spadiceum L.
Pinguicula vulgaris L.

et peut-être aussi :

Polygonum Bistorta L. (?)

b) *Espèces des régions supérieures.*

Parmi celles-ci, nous pouvons de suite en distinguer plusieurs

[1] Les espèces dont les noms sont en italique ont été retrouvées fossiles dans les terrains glaciaires du nord et du centre de l'Europe.

remarquables par leur rareté et par le fait qu'elles n'apparaissent qu'en certaines localités des sommités, fraîches, exposées au nord et dont les conditions biologiques sont autres que partout ailleurs dans la même région [1]:

Dryas octopetala L.
Saxifraga oppositifolia L.
Salix reticulata L.
» *retusa* L.
» *arbuscula* Wahlenb.
Pinguicula alpina L.
Viola biflora L.
Epilobium anagallidifolium Link.
Sibbaldia procumbens L.
Gnaphalium Hoppeanum Koch.
Rhododendron ferrugineum L.
Bartsia alpina L. (?)

A la Vallée, ces espèces n'apparaissent qu'en un petit nombre de stations privilégiées des montagnes, sous le rapport de l'humidité et de la fraîcheur et elles ne se maintiennent que grâce aux conditions biologiques de ces stations ; elles représentent des colonies d'espèces alpines ou arctiques-alpines au sein de la flore, au fond assez triviale des hauts pâturages jurassiques, et il semble assez probable, que comme les espèces du Sphagnetum, elles n'ont pu arriver à la Vallée de Joux que sous l'influence du climat humide et froid qui régnait encore lors du retrait des glaciers ; nous les rangeons ainsi dans l'élément glaciaire.

Considérons maintenant les espèces suivantes :

[2] Anemone alpina L.
» narcissiflora L.
o Erigeron alpinus L
+ Myosotis alpestris Schmidt.
o Veronica aphylla L.
Serratula monticola Bor.
Gentiana nivalis L.
Linum alpinum L.
Senecio Doronicum L.
o Gentiana acaulis Jaq. = G. vulgaris (Neilr.) Beck.
Athamantha hirsuta (Lam.) Briq.
Pedicularis foliosa L.
Trifolium Thalii Vill.
Soldanella alpina L.
+ Paradisia liliastrum (L). Bert.
o Carex sempervirens Vill.
+ Crepis montana (L) Tausch.
» aurea (L) Cass.
+ Ranunculus Thora L.
+ Aster alpinus L.
Euphrasia minima Jacq.
+ Plantago alpina L.

Quelques-unes exceptées, elles n'apparaissent qu'au-dessus de 1500 m. ou même 1600 m. et toujours sur le versant oriental, plus frais et plus élevé que son vis-à-vis. Ces espèces ne sont pas fréquentes ; elles manquent sur de grandes étendues, mais

[1] Les espèces dont les noms sont en italique ont été retrouvées fossiles dans des couches glaciaires.

[2] o = Apparaissent au Colombier du Bugey ; + = Id. seulement à la Dôle.

là où elles apparaissent, c'est toujours en un grand nombre d'individus, preuve qu'elles ne rencontrent pas partout des conditions d'existence favorables. De plus, ce sont des caractéristiques subalpines ou alpines et elles manquent à la flore des régions inférieures de l'Europe centrale. Pouvons-nous les classer dans l'élément glaciaire, ou pour être plus explicite, leur présence sur les sommités de la Vallée de Joux peut-elle s'expliquer autrement que par l'influence du climat glaciaire ?

Nous avons dit plus haut que des migrations d'espèces sont certainement possibles dans les circonstances actuelles entre les Alpes et le Jura ; mais les chaînes qui s'étendent du sud au nord et relient les Alpes de la Grande-Chartreuse au Reculet ne dépassent pas 1500-1550 m. d'altitude. Les espèces précédentes sauf quatre — marquées o — manquent au Grand Colombier (du Bugey), d'après le Dr St-Lager. Aussi il semble peu probable qu'elles puissent trouver, vu leur caractère psychrophile prononcé, assez de stations appropriées dans les chaînes sus-mentionnées, pour que des migrations vers le nord s'effectuent efficacement. D'autre part, la profonde vallée du Rhône à Culoz, au pied du Grand Colombier, doit être un obstacle presque infranchissable à l'extension vers le nord d'espèces alpines ou subalpines du genre des précédentes. Nous ne croyons ainsi pas que les espèces sus-indiquées pourraient émigrer, dans les conditions climatériques actuelles, du massif de la Chartreuse ou du Mont du Chat jusque dans le Jura proprement dit et nous ne pouvons faire autrement que ranger ces espèces parmi celles qui n'ont pu atteindre la Vallée de Joux que grâce au climat régnant lors du retrait des anciens glaciers.

c) *Espèces à floraison précoce.*

Il est toute une série d'espèces qui n'appartiennent d'une façon spéciale ni à la flore alpine, ni à la flore arctique, et ne peuvent pas être classées dans l'élément glaciaire au sens dans lequel nous avons envisagé celui-ci, mais qui n'ont pas moins trouvé lors du retrait des glaciers et peut-être même — pour quelques-unes — au plus fort de la période glaciaire, à la Vallée de Joux, des conditions favorables à leur existence.

Ce sont des espèces qui fleurissent de bonne heure au printemps, alors que la neige a à peine quitté le sol, mûrissent leurs graines en peu de jours, et dont les organes végétatifs persistent quelque temps encore afin d'assimiler les matériaux nécessaires

à l'élaboration des organes pour la période végétative suivante. Elles exigent fort peu de chaleur et le cycle complet de leur développement annuel s'accomplit en quelques semaines seulement.

La flore des régions nivales des montagnes ou de la zone arctique présente un caractère analogue : en peu de jours, le sol débarrassé de neige ou de glace, se couvre d'un tapis végétal varié... puis, la neige revient, ensevelissant tout sous son blanc manteau ; mais dans l'intervalle, les plantes ont eu, dans la règle, le temps de mûrir leurs graines et d'accumuler des réserves pour l'année suivante. C'est là une véritable *flore nivale* [1].

Un phénomène identique devait se passer pendant la période glaciaire dans les régions inférieures sous nos latitudes, à la surface du terrain abandonné par la neige pour un été très court

Les espèces de la Vallée de Joux, à floraison précoce et à cycle annuel relativement court, sont :

Anemone ranunculoïdes L.
» nemorosa L.
Corydalis cava (L.) Schwygg et K.
Erophila verna (L.) E. Mey.
Adoxa moschatellina L.
Valeriana dioïca L.
Tussilago farfara L.
Petasites albus (L.) Gärtn.
» officinalis Mönch.
Primula elatior L.
» acaulis L.
» officinalis L.
Mercurialis perennis L.
Crocus vernus L.
Leucojum vernum L.
Narcissus pseudo-narcissus L.
Luzula pilosa (L). Willd.
» campestris (L.) DC.
Carex verna Vill.

Ces espèces, nous le disons expressément, ont très probablement vécu à la Vallée, pendant le retrait des glaciers, en contact avec des formes glaciales, mais elles n'appartiennent pas pour cela à l'élément glaciaire, car, toutes, sans doute aucun, pourraient immigrer à la Vallée dans les conditions de climat actuelles

Sauf *Leucojum vernum* L., *Corydalis cava* (L.) Schwygg. et K., *Anemone ranunculoïdes* L., les espèces ci-dessus sont très répandues à la Vallée ; Leucojum est localisée à la tourbière du Carroz, près la frontière française, et les deux autres à la Tornaz, échancrure située à 15 m. au-dessus du niveau des lacs et qui conduit de la Vallée de Joux à Vallorbe. Cette localisa-

[1] Dont les composants ne sont pas nécessairement des espèces glaciaires au sens entendu par Engler.

tion est plus qu'étonnante, car la Vallée présente une foule de stations tout aussi favorables que celles indiquées ci-dessus, et d'un autre côté, ces trois plantes se développent à un moment où la concurrence de la part d'autres espèces est réduite à un minimum. Cela laisserait supposer qu'elles sont d'immigration récente, que leur area à la Vallée ira en s'agrandissant et qu'il ne faut pas les mettre sur le même pied que les formes caractéristiques du haut-marais ou certains types des sommités dont la localisation est rétrograde.

Les espèces à floraison précoce dont il vient d'être question ne sont certainement pas les seules parmi celles qui, tout en ne faisant pas partie de l'élément glaciaire, sont immigrées à la Vallée de Joux pendant le retrait des glaciers. On peut ajouter à ce groupe toutes les espèces qui supportent des températures basses et humides et s'avancent très loin vers le nord dans la zone arctique, comme :

Caltha palustris L.	Poa alpina L.
Cardamine pratensis L.	» pratensis L.
Chrysosplenium alternifolium L.	Deschampsia caespitosa (L.) Pal.
Pirola rotundifolia L.	Cystopteris fragilis Milde.

etc.

2° Élément xérothermique ? [1]

Nous avons vu précédemment qu'il existe des preuves vivantes, incontestables, de l'existence d'une période plus chaude — aquilonaire ou xérothermique — postglaciaire, ayant favorisé dans le centre de l'Europe l'établissement d'une flore composée surtout d'éléments de provenance sud-est européenne. A ce moment le climat nécessairement plus humide des Alpes dut opposer une barrière presque infranchissable à l'invasion de cette flore orientale et ne permit pas que ses composants s'étendissent jusque dans l'ouest de l'Europe. Dans cette partie du continent, l'effet de la période chaude fut de provoquer l'extension vers le nord de types méditerranéens. Ainsi s'expliquerait la présence des nombreuses colonies cisalpines d'espèces méridionales. Les plus riches sont le Valais avec Stipa, Helianthemum salicifolium (L.) Pers., Galium pedemontanum All., Trigonella monspe-

[1] Nous faisons suivre ce titre d'un ? parce que tout de suite, nous posons la question : Y a-t-il, dans la flore de la Vallée de Joux, un élément xérothermique ? question qui est plus loin résolue par la négative. Nous constatons par contre un élément xérophyle méridional.

liaca L., Hyssopus officinalis L., etc.; le Vuache, la lisière jurassique, le Rheinthal, et d'après Briquet, le Kyffhäusergebirge, près du Harz, avec Anemone sylvestris L., Sisymbrium strictissimum L., Viola collina Bess., Centaurea maculosa Lam., etc.

Donc d'après maints botanistes, sous l'influence du climat xérothermique, des espèces méridionales se seraient avancées vers le nord, et plus tard, avec le retour d'un climat plus froid, se seraient retirées au sud, mais beaucoup d'entre elles auraient persisté en dehors de leur aire méridionale actuelle, en des stations particulièrement favorables; telles seraient : le Valais, le Vuache, etc.

Par quels moyens pourrons-nous reconnaître la provenance xérothermique ou non d'une espèce? Le caractère de « xérophilité » peut tout de suite être mis en avant; le climat xérothermique ayant été sec et chaud, il a spécialement permis les migrations de types xérophyles vers les pentes sèches du Jura. Cependant, à lui seul, ce caractère chez une espèce ne permet pas de tirer des conclusions ; car de nombreux types glaciaires sont nettement xérophyles : Androsace sp., etc.

L'aire géographique des espèces est d'une importance considérable; l'aire alpine seule ne doit pas être négligée. Par plusieurs exemples, Briquet *(Recherches*, p. 50) montre que l'émanation des espèces montagnardes méditerranéennes s'est en grande partie arrêtée aux Alpes lémaniennes et n'a pas franchi la profonde vallée du Rhône entre St-Maurice et le lac Léman.

A notre avis, les points auxquels on doit surtout donner de l'importance, sont les conditions physiques — partant biologiques — des localités où vivent les espèces sujettes à critique.

La flore de la Vallée de Joux comprend plusieurs espèces répandues dans le Jura méridional, le Dauphiné, le sud et le sud-ouest de l'Europe, mais presque toutes nulles ou très rares dans les Alpes centrales et dont plus d'une appartient aux caractéristiques du Jura méridional.

La présence de ces espèces à la Vallée de Joux peut-elle être attribuée à la période xérothermique? ou plus exactement : *Est-il nécessaire de faire intervenir un climat xérothermique pour comprendre la présence de ces espèces à la Vallée de Joux?*

Ces espèces sont :

+ Aconitum Anthora L.
Erysimum ochroleucum DC.
+ Arabis serpyllifolia L.
+ Arabis brassicaeformis Wallr. = A. pauciflora (Grimm) Garcke.

Cytisus alpinus Mill.
Saponaria ocymoïdes L.
+ Anthyllis montana L.
Rosa pimpinellifolia L.
+ Trinia vulgaris D. C. = T. glauca Dumort.
Bupleurum longifolium L.
Helianthemum canum Dun.
Dianthus sylvestris Wulf. = D. inodorus.
+ Alsine liniflora (L.) Hgtschw.
Hypericum Richeri Vill.
Cerinthe alpina Kit.
Scrophularia Hoppeï Koch.
» canina L.
+ Sideritis hyssopifolia L.
+ Androsace villosa L.

(Nous avons négligé les espèces du genre Hieracium, vu l'incertitude encore grande qui règne à l'égard de leur distribution alpine et jurassique.)

Toutes, sauf Saponaria et Scroph. canina, appartiennent à la région alpestre de la contrée. Dianthus inodorus L. et Scroph. Hoppeï Koch apparaissent aussi sur la grève des lacs de Joux et Brenet ; huit (marquées d'une croix) sont spéciales à la Dôle, où on les rencontre aussi bien au sommet que sur les escarpements et les pentes tournés au Sud. La Dôle est-elle une colonie d'espèces xérothermiques ? Briquet (*Le Mont Vuache*, Bull. soc. bot. de Genève, p. 51) dit : « ... Cette flore méridionale s'est retirée en laissant derrière elle dans des localités privilégiées des épaves qui permettent de reconstituer dans les grandes lignes la climatologie et la flore de cette période. Ces localités privilégiées peuvent se diviser dans les Alpes occidentales en deux catégories naturellement reliées par des intermédiaires. Dans la première catégorie, nous rencontrons des vallées fermées, entourées de hautes chaînes, agissant comme condensateurs, à orientation générale E.-W., à climat particulier, plus ou moins continental. Ces vallées sont les plus favorables à la conservation des colonies xérothermiques. Telles sont dans les Alpes occidentales : la Tarentaise, la Maurienne, la vallée d'Aoste et le Valais. La seconde catégorie comprend des localités moins étendues qui participent bien au climat plus ou moins défavorable à la contrée dans laquelle elles se trouvent, mais qui compensent en partie cet inconvénient par une orientation méridionale, la présence de crêtes abritant contre le vent du Nord, des parois de calcaire reverbérant la chaleur. C'est dans des localités de ce genre que l'on rencontre les colonies xérothermiques éparses dans le bassin du Rhône entre Montélimar et le Valais. »

Revenons à la Dôle, dont l'altitude maximale est de 1678 m. Le versant de cette sommité regardant le lac Léman n'est pas

exposé au Sud, mais bien à l'Est et au Sud-Est. L'insolation y est cependant considérable, mais pendant les nuits d'été (même juillet et août), le rayonnement est si intense que le thermomètre descend parfois à 0° et au-dessous sur le pâturage de la sommité. Les espèces sus-indiquées affectionnent les pentes et escarpements du versant sud, mais *Alsine liniflora* (L) Hgtschw. et *Androsace villosa* L, par exemple, sont fréquentes sur les crêtes les plus élevées battues des vents du SW. et W., toujours froids et humides à cette altitude. Nous avons même observé Androsace villosa en une dizaine de pieds sur le versant ouest de la sommité, à 1450 m. environ, sur le pâturage horizontal et rocailleux, entouré de la flore triviale de cette formation.

Erysimum ochroleucum DC est très répandu à la Dôle, dans les éboulis au pied des rochers. On rencontre encore cette crucifère à la Roche-Bresanche, à 15 km. plus au nord, localité à 1100 mètres, comme celle de la Dôle exposée au SE. Par les soins de M. Léopold Piguet, Erysimum a été semé en diverses localités rocailleuses de la Vallée, où il prospère admirablement, quoique l'exposition soit loin d'être aussi favorable que celle qu'offrent les éboulis de la Dôle.

La Dôle possède des conditions biologiques bien moins favorables que certaines localités de la vallée du Rhône, tournées directement au Sud et recevant en plein les vents chauds du Sud. Aussi, nous ne croyons pas que la Dôle soit une colonie xérothermique et que les plantes xérophiles qui donnent à sa flore un cachet si méridional soient d'origine xérothermique.

Comme nous l'avons dit plus haut, les huit espèces spéciales à la Dôle ont une aire montagneuse sud-européenne. On les retrouve, à peu d'exceptions près, sur toutes les chaînes calcaires qui s'étendent des Alpes du Dauphiné à la Dôle :

Aconitum anthora L. : Dauphiné (Aurouse), Grande-Chartreuse, Annecy, Bugey, Salève, Vuache, Credo, Reculet.

Erysimum ochroleucum H.: Dauphiné, Grande-Chartreuse, Annecy, Bugey, Reculet.

Anthyllis montana L. : Dauphiné (Gap, Glaise), Grande-Chartreuse, Bauges, Annecy, Mont du Chat, Mont d'Ain, Salève, St-Claude.

Rosa pimpinellifolia L. : Dauphiné, Grande-Chartreuse, Bauges, Bugey, Salève, Reculet, Jura genevois [1], Dent de Vaulion.

[1] Jura genevois : haute chaîne du Reculet au Mont-Tendre.

Arabis serpyllifolia L.: Dauphiné, Grande-Chartreuse, Annecy, Bugey, Salève.

Arabis brassicaeformis : Wallr. = A. pauciflora (Grimm) Garcke. Dauphiné, Grande-Chartreuse, Annecy, Bugey, Nantua, Vuache, Salève.

Alsine liniflora (L.) Hgtschw.: Dauphiné, Grande-Chartreuse, Bauges, Reculet.

Trinia glauca (L.) Dumort.: Dauph., Grande-Chartreuse, Bauges, Bugey, Salève, Vuache, Reculet.

Sideritis hyssopifolia L.: Dauphiné, Grande-Chartreuse, Annecy, Chalame, Reculet, Sylant, Septmoncel.

Androsace villosa L.: Dauphiné, Grande-Chartreuse, Bauges, Vuache (?).

A part quelques exceptions, la presque continuité des localités, depuis le Dauphiné, soit à partir des montagnes du sud de l'Europe, jusqu'à la Dôle, est visible. Et nous avons l'opinion que les dix espèces précédentes représentent un élément montagneux, **xérophile méridional**, qui, à la faveur de la sécheresse du sol, de l'insolation et de la direction des chaînes s'est avancé du Sud au Nord à partir du massif de la Grande-Chartreuse, et que cette migration a pu s'effectuer après le retrait des glaciers dans des conditions climatériques analogues à celles qui règnent de nos jours, et sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir le climat de la période xérothermique.

Le plus, les plantes de la Dôle n'ont pas le moins du monde l'air de représenter un élément « restant » d'une époque plus chaude, comme, par exemple, les types arctiques des tourbières, épaves du climat glaciaire qui, sans parler des perturbations causées par l'exploitation, diminuent d'année en année par le fait de la lutte inégale qu'elles ont à soutenir contre les espèces envahissantes de la flore des prairies. Les formes de la Dôle ont, elles aussi, une concurrence redoutable à soutenir contre d'autres plantes xérophiles d'un caractère trivial (Ombellifères, Graminées, Saxifraga Aizoon, etc.), et malgré les déprédations évidentes que commettent de nombreux botanistes sans scrupules, nous les voyons se maintenir en une quantité d'individus, preuve qu'elles sont là, à la Dôle, bien chez elles.

Passons maintenant aux autres espèces: *Helianthemum canum* Dun. est abondant à la Dôle sur les crêtes rocheuses qui couronnent la sommité, ainsi qu'à la Dent de Vaulion sur les pentes peu inclinées regardant le SW. et les escarpements ex-

posés à l'Ouest. Il en existe une petite colonie sur l'une des croupes du Mont-Tendre, exposée à tous les vents.

Dianthus sylvestris Wulf = D. inodorus L. occupe à la Dôle et au Mont-Pelé (1500 m.) les mêmes stations que l'espèce précédente, et dans la Vallée proprement dite les rochers de la rive ouest des lacs de Joux et Brenet.

Hypericum Richeri Vill., commun sur les pâturages supérieurs de la Dôle, des Amburnex, Prés de Bière, du Marchairuz, du Mont-Tendre. Altitude minimum : 1300 m.

Cytisus alpinus Mill. abondant sur les éboulis du pied de la Dôle et surtout sur les crêtes rocailleuses et sèches qui dominent, à l'Ouest et au NW., le vallon des Amburnex ; de plus, sur le flanc est du Creux de Cruaz au Noirmont, à Praz-Rodet, au Risoux (Pierrailles, à la Roche-Champion, revers occidental français) du Risoux.

Saponaria ocymoïdes L. : au pied des rochers de la rive ouest des lacs de Joux et Brenet, plus quelques points isolés à exposition SE. de la « côte » qui domine le vallon principal.

Bupleurum longifolium L. et *Cerinthe alpina* Kit. apparaissent sur les corniches herbeuses de la Dôle, puis dans les lapiaz, très isolés, des Amburnex, du Marchairuz et de la Neuvaz (versant sud).

Scrophularia Hoppeï Koch., éboulis de la Dôle et de la rive ouest des lacs de Joux et Brenet ; ici et là sur les talus des routes et sur la grève orientale du lac Brenet,

S. canina L., localisé et rare sur les grèves caillouteuses des deux lacs.

Les stations occupées dans la vallée même, par ces espèces, sont moins favorisées que celles de la Dôle : pentes moins déclives, donc insolation moins intense. Ainsi Hypericum Richeri Vill. apparaît sur le gazon des croupes du Mont-Tendre, station défavorable entre toutes. De Cerinthe alpina Kit., nous connaissons, depuis plusieurs années, une petite colonie située sur le versant nord du Marchairuz, dans un lapiaz à exposition orientale et abrité encore du soleil levant par une pente élevée et boisée. Et, cependant, dans cette localité en somme assez défavorable, C. alpina, qui est un type franchement méridional, prospère à merveille et chaque année mûrit ses graines parfaitement bien.

Les deux Scrophularia occupent, certes, d'excellentes stations, au pied des rochers qui dominent les rives occidentales des lacs,

protégées contre les vents du Nord et dont la température est surélevée par la réflexion des rayons solaires à la surface de l'eau. Mais S. Hoppeï Koch, en particulier, croît aussi abondamment sur la rive orientale du lac Brenet au pied des pentes boisées qui ne font pas de cette rive une station extra-favorisée.

Les neuf espèces précédentes, comme celles de la Dôle, sont une partie intégrante de la flore de la contrée ; rien dans leur habitus, leur manière de se comporter vis-à-vis d'autres espèces avec lesquelles elles sont en lutte, ne laisse supposer qu'elles représentent une épave d'une flore méridionale aujourd'hui disparue de la vallée de Joux.

Y aurait-il possibilité qu'aujourd'hui encore ces espèces émigrassent du massif de la Grande-Chartreuse jusqu'à la Vallée de Joux. Nous en avons la conviction, quoique les forêts qui revêtent la plupart des pentes et sommités soient un obstacle à l'immigration d'espèces xérophiles !

En résumé, les neuf espèces passées en revue ci-dessus affectionnent les localités sèches et ensoleillées ; elles s'y reproduisent normalement et, pour S. Hoppeï Koch, il est prouvé que son area dans la Vallée de Joux s'étend. Comme celles de la Dôle, ces dernières constituent un élément *xérophile méridional*, qui, après le retrait des glaciers, s'est avancé du Sud au Nord, le long des crêtes jurassiques ; vu les stations où croissent ces espèces, il est infiniment probable qu'elles ont pu gagner la Vallée de Joux dans un temps où le climat n'était pas plus chaud qu'actuellement.

Aussi, à la question posée plus haut, nous répondrons *non* : les dix-neuf espèces étudiées ne constituent pas une épave xérothermique, mais bien plutôt un *élément xérophile méridional* qui, grâce à la direction des chaînes, à la siccité du sol, s'est avancé naturellement jusque dans le Jura central sans l'aide de circonstances climatériques plus favorables qu'elles ne le sont aujourd'hui.

Intentionnellement, nous n'avons encore rien dit d'une espèce méridionale très intéressante : *Daphne cneorum* L. Dans la Vallée de Joux, elle est répandue à profusion : dans le vallon des Amburnex, aux Prés de Bière, Chaumilles, Pré de Denens, Perrausaz. Thurmann l'indique au Hauenstein, Oensingen, Mont de Vermes, Clos du Doubs, Brévine, Champagnole. Elle est citée par Gillot (*Herborisations dans le Jura central*, p. 63), Eglisau (Schröter). D. cneorum L. serait ainsi assez répandu dans le Jura

septentrional ; nous ne savons si il existe encore dans toutes ces localités.

Mais si nous nous tournons vers le sud, ce n'est qu'à la Grande-Chartreuse que nous rencontrons de nouveau cette magnifique espèce, puis à Morestel (Isère) et dans le Briançonnais.

D. cneorum est une espèce sud-européenne ; son aire géographique est la suivante :

Pyrénées, Landes, Gironde, Charente inférieure, Lozère (rare dans le centre de la France), Alpes-Maritimes, Basses-Alpes, Dauphiné, colonies isolées dans la Côte-d'Or et la Lorraine; Piémont, Tessin (Salvatore), Lombardie, Tyrol, Salzburg, Styrie, Carinthie, Croatie, Bohême, Serbie, Carpathes, Russie méridionale.

La première pensée qui vient à l'esprit est d'attribuer la présence des colonies cisalpines de D. cneorum à la période xérothermique.

Mais avant de nous prononcer sur cette délicate question, il est nécessaire d'étudier, à tous les points de vue, les différentes stations de l'espèce à la Vallée de Joux.

En premier lieu, D. cneorum L. est très abondant dans le lapiaz de la Sèche des Amburnex. Dans le chapitre des formations, nous avons décrit la nature physique et la végétation de cette localite : vaste dépression rocailleuse, sèche, abritée du vent du Nord par un épais rideau de bois ; altitude, 1330 mètres; flore alpestre assez riche : Anemone alpina L. et narcissiflora L.; Linum alpinum L., Salix retusa L., Serratula monticola L., Carex sempervirens Vill., Narcissus radiiflorus L., etc. Toutes ces espèces manquent dans le pâturage circumvoisin et ne se retrouvent, exception faite des Prés de Bière, que sur les sommités du Mont-Tendre, de la Dent, du Noirmont, de la Dôle. D'après les espèces précédentes, sommes-nous en droit d'assigner au lapiaz des Amburnex un climat plus rigoureux que celui des pâturages environnants ? Nous ne le croyons pas. On sait qu'un certain surplus de chaleur ne nuit pas aux espèces des hautes régions. Ce qui leur est surtout fatal, à une altitude inférieure, c'est l'engrais des pâturages alpés par le bétail et par conséquent l'envahissement du terrain par des espèces triviales. Or, la Sèche des Amburnex est un lapiaz dans lequel le bétail ne s'aventure pas volontiers. Les graminées, qui constituent dans la plus large proportion le gazon des pâturages, n'apparaissent sur les lapiaz que sous la forme de touffes isolées, et c'est grâce à ce

défaut de concurrence que les espèces alpestres peuvent se développer assez librement.

La *Sèche des Amburnex* jouit d'une insolation intense et le vent du nord n'y a qu'un accès difficile; aussi, pendant les mois d'été, la température du jour y est très élevée. Par contre, pendant la nuit et par suite de la forme encaissée du terrain, des courants d'air froid descendent des pentes boisées voisines, lesquels, ajoutés au rayonnement qui est très intense, amènent la température de la nuit à un minimum relativement bas. Nous avons fait deux expériences au sujet de la température de la nuit aux Amburnex: 1° le 18-19 août 1898, soit le jour le plus chaud de l'année, le thermomètre minima, placé dans l'herbe, à la surface du sol, est descendu à + 2°; 2° dans la nuit du 10-11 juin 1899, soit au moment de la pleine floraison de Daphne cneorum, le même thermomètre, placé exactement dans les mêmes conditions, est descendu jusqu'à — 7°. Les deux expériences ont été faites par un temps calme et serein.

La seconde station caractéristique de D. cneorum est le plateau sec et froid des Prés de Bière (y compris la Perrausaz). La flore de l'endroit comprend aussi : Anemone alpina L. et narcissiflora L., Linum alpinum L., Senecio campestris (Retz), DC. Carex sempervirens Vill., Genista pilosa L. Le climat est loin d'être aussi favorable que celui de la Sèche, en ce qui concerne la température de la journée et l'insolation, car ce plateau horizontal est limité brusquement du côté du sud par la grande forêt de la Rollaz. C'est probablement dans le climat froid et surtout dans la sécheresse du sol de la localité (alt. 1300 m.), qu'il faut rechercher la cause de la présence des espèces précédentes. En effet, le plateau des Prés de Bière est un ancien lapiaz comblé et envahi par la végétation, et la sécheresse du sol est si grande qu'elle ne permet pas, malgré que la localité soit alpée par le bétail, l'envahissement par les graminées et autres espèces triviales.

Nous avons vu dans les formations que les dominantes des Prés de Bière sont : Carex sempervirens Vill., Sesleria cœrulea (L.) Ard., Senecio campestris (Retz) DC., Euphorbia verrucosa L., Daphne cneorum L., et, dans les petites dépressions du terrain où la couche de terre végétale devient plus épaisse : Nardus stricta L.

On rencontre encore D. cneorum en abondance sur le pâturage des Chaumilles et de la Meylande et en particulier sur le versant

oriental de ces deux petites sommités hautes de 1400 m., en plusieurs points exposés au NW., à W., donc bien peu favorisés sous tous les rapports.

Il est prouvé que D. cneorum s'étend à la Vallée du côté du nord; on le rencontre maintenant au Grand-Croset, où, d'après des témoignages dignes de foi, il n'en était nullement question il y a quelque trente ou quarante ans. Les pâturages des Chaumilles et du Grand-Croset sont séparés par la forêt du Grand-Bois, coupée sur un seul point par une bande de pâturage large de 30-50 m. D. cneorum apparaît disséminé dans cet étroit passage long de 3-400 m., exposé au nord, et se retrouve plus loin, vers le nord, sur le Grand-Croset.

Quelques remarques encore au sujet de la floraison de D. cneorum L. Cette espèce fleurit en premier lieu sur divers points du versant W. et SW. des Chaumilles et de la Meylande. Ainsi, le 4 mai 1897, nous avons trouvé des fleurs de Daphne épanouies à l'endroit dit le « Couvert des Chaumilles », à 1380 m., exposition occidentale.

Le 21 mai, même année, on pouvait cueillir à foison le Daphne fleuri sur la sommité des Petites-Chaumilles, à 1430 m. A la même date, il était loin de fleurir sur le plateau des Prés de Bière, 100 m. plus bas. La date moyenne de la floraison de D. cneorum, dans son aire principale à la Vallée de Joux, doit être placée du 25 mai au 15 juin. Il est fréquent de rencontrer encore des pieds fleuris en juillet, plus rarement en août; ce dernier cas ne s'observe que dans des localités extra-défavorables, sur le pâturage boisé ou dans des revers tournés au nord.

Ajoutons encore que, presque chaque année, il se produit en mai, parfois aussi en juin, d'abondantes chutes de neige qui ensevelissent des centaines de pieds de Daphne en pleine floraison. (Le 28 mai et le 12 juin 1894, il tomba 1 pied de neige à 1300 m.)

Ainsi D. cneorum n'est pas une plante d'été; elle appartient davantage à la flore du printemps, saison caractérisée par une pluviosité intense et des retours de froid fréquents et prolongés.

Encore un détail qui a son importance; le « Daphne » est la plante « combière » par excellence. Chaque année, il s'en cueille des bouquets énormes que l'on envoie volontiers aux amis de la plaine et surtout aux enfants du pays disséminés dans le vaste monde. Malgré cela, la plante ne diminue pas; au contraire, elle s'étend.

En résumé D. cneorum L. appartient aux pâturages secs des

plateaux situés de 13-1400 m. sur le versant oriental de la Vallée de Joux. A côté de stations à insolation intense et à exposition favorable, on le rencontre tout aussi abondant en des stations dont les conditions biologiques sont absolument opposées. Son area s'allonge vers le nord. La date de la floraison principale est le commencement de juin. Il supporte les brusques retours de froid, accompagnés de chutes de neige, des mois de mai et juin.

Des faits qui viennent d'être mis en relief, est-il permis de conclure que D. cneorum soit un débris de la période xérothermique, une de ces espèces qui, s'étant avancées vers le nord par suite de l'amélioration du climat, se sont plus tard conservées seulement en des stations favorisées ? Les faits observés sur place se mettent en opposition avec cette hypothèse. Quiconque étudiera attentivement les conditions d'existence de D. cneorum à la Vallée de Joux dira : Voilà une espèce qui fait partie intégrante de la flore de la contrée : elle étend son area ; elle croît dans les stations sèches d'exposition très variable et on ne peut admettre qu'elle représente en ces stations une épave d'une période à climat plus chaud.

On objectera : il y a une distance considérable entre la Vallée de Joux et la Grande-Chartreuse, localité la plus rapprochée de La Vallée, et il semblerait plus logique de regarder les stations jurassiques comme les débris d'une aire jadis beaucoup plus étendue et acquise sous l'influence d'un climat plus chaud.

Nous l'avouons, la discontinuité qui existe dans l'area de D. cneorum n'est pas facile à expliquer et, comme pour beaucoup d'autres faits de phytogéographie, on ne peut se livrer qu'à des conjectures. Mais, vu les conditions dans lesquelles D. cneorum vit à la Vallée de Joux, l'idée qui consiste à admettre que cette plante a atteint La Vallée depuis le sud, dans les conditions climatériques actuelles, par migration passive le long des chaînes jurassiques, et qu'ensuite, pour des causes inconnues, elle ne se soit pas maintenue entre la Grande-Chartreuse et le Jura vaudois, a évidemment beaucoup de vraisemblance.

La flore actuelle du Jura, exception faite des espèces adventives dont l'immigration est récente, occupe le sol depuis un nombre considérable d'années, se chiffrant par milliers. Et pendant cette longue série de siècles, de nombreuses modifications ont pu s'opérer dans le détail de la flore. Il en est des espèces végétales comme des peuples : les unes s'étendent, occupent des

territoires de plus en plus vastes, d'autres diminuent et ne se maintiennent, pour des raisons bien difficiles à définir, qu'en des localités fort éloignées les unes des autres ; c'est à la catégorie de ces dernières qu'appartient D. cneorum.

On connaît aujourd'hui exactement la dispersion de cette espèce dans le Jura ; mais quelle sera-t-elle dans cent, dans cinq cents, dans mille ans, abstraction faite des influences provoquées par les agissements de l'homme, et quels facteurs les futurs botanistes mettront-ils en avant pour expliquer les modifications qui pourront s'être produites dans la distribution jurassique de D. cneorum ?

Puisque l'on retrouve actuellement, sur les sommités du Haut-Jura, des espèces méridionales qui, selon toute apparence, ont pu acquérir cette dispersion dans des conditions climatériques identiques à celles qui règnent de nos jours, à plus forte raison le climat xérothermique a-t-il favorisé l'extension vers le nord des espèces montagneuses du sud de l'Europe.

Il est donc probable que, pendant la période xérothermique, les sommités du Jura, à côté des types précités, possédaient de nombreuses espèces de l'Europe méridionale ; seulement, avec le retour d'un climat plus froid et plus humide, ces dernières se sont peu à peu éteintes et il n'en reste rien.

Le climat xérothermique a dû certainement favoriser la dispersion des espèces xérophiles méridionales dans le Jura septentrional et peut-être les Daphne cneorum, Anthyllis montana, etc., ont-ils cette origine dans cette partie de la chaîne. Une inspection des lieux confirmerait peut-être cette idée, car il est impossible d'échafauder des hypothèses sur la provenance d'une espèce, si on ne l'a pas préalablement observée, et bien observée, dans ses stations.

3° Elément sylvatique.

A mesure que les glaciers reculaient par suite de l'amélioration graduelle du climat, des espèces arrivaient en grand nombre pour prendre possession du terrain et livraient un rude combat à la flore glaciale. Sauf en des stations privilégiées, celle-ci a eu le dessous et a été supplantée par une flore plus robuste et mieux adaptée au régime climatérique sous lequel nous vivons aujourd'hui. De la flore glaciale, il ne nous reste plus maintenant que quelques colonies dispersées ici et là dans le haut marais, sur les sommités, et dont nous avons parlé dans un paragraphe précédent.

Nous nommerons *élément sylvatique* ou *forestier*, le complexe d'espèces constituant le régime des forêts qui, dans notre contrée, s'est substitué, par suite de l'amélioration du climat, à la flore glaciale et couvre aujourd'hui la plus grande partie de notre sol.

Il est évident que cet élément sylvatique n'a pas un caractère uniforme, mais qu'il présente au contraire des variantes, des *facies*.

Les conditions biologiques d'un district varient dans certaines limites et cela en dehors des influences des agglomérations humaines, pour des causes naturelles inhérentes à la prépondérance de certaines espèces végétales. Christ a fait remarquer l'alternance séculaire *(Seculärer Wechsel, Pflanzenleben der Schweiz*, p. 144) des arbres forestiers. « Le hêtre croît de préférence dans les sols secs; mais, à la longue, il s'amasse sous le couvert du massif de hêtres une couche d'humus de plus en plus épaisse, produite par la décomposition des feuilles mortes, etc. Le sol devient ainsi de plus en plus frais et convient mieux à l'habitation par l'épicéa. La forêt se repeuplera donc plus volontiers par l'épicéa, et, au bout d'une période plus ou moins longue, la balance penchera en faveur de celui-ci. » Ainsi, lentement, un massif de hêtres se repeuplera d'épicéas, lesquels finiront par prépondérer. Or les conditions biologiques sous le couvert de l'épicéa ne sont pas les mêmes que sous celui du hêtre et, avec la prédominance du premier, coïncidera l'apparition d'espèces affectionnant l'humus profond et frais, et la disparition d'autres ne supportant qu'un sol sec.

Ceci soit dit simplement en faveur de l'idée que le tapis végétal d'une contrée, même étendue, n'est pas quelque chose de fixe, mais qu'il subit des changements dus à des causes naturelles.

Mais nous revenons à l'élément sylvatique et nous nous efforcerons de l'analyser.

Plus haut, nous avons transcrit l'opinion de Nathorst, savoir que le territoire compris entre l'Eisfeld scandinave et les glaciers des Alpes devait avoir le caractère de la tundra. Il pouvait en être autrement à la périphérie du glacier du Rhône, car, par l'effet de la diminution de la latitude et de la proximité de la Méditerranée, une flore d'un caractère relativement tempéré devait avoir la possibilité d'exister non loin du glacier, comme nous voyons aujourd'hui certains glaciers cisalpins descendre jusque dans la région des cultures (Grindelwald). Et probablement la forêt (d'épicéas ?) existait non loin du front du glacier,

peut-être même sur les flancs des vals dans lesquels ses nombreuses ramifications prenaient fin.

En Scandinavie, Steenstrup et plus tard d'autres botanistes ont découvert, immédiatement au-dessus de couches à flore glaciale, d'autres gisements dans lesquels, en allant de bas en haut, prédominaient : Populus tremula L., Pinus sylvestris L., Quercus sessiliflora Martyn., Alnus glutinosa (L.) Gärtn., Fagus sylvatica L.; ces observations montrent la succession de climats qui se produisit après la période glaciaire et les espèces qui dominèrent chacune pour un temps.

Chez nous, rien de semblable n'a pu encore être constaté. Sous la tourbe, en Praz-Rodet, par exemple, apparaît la boue glaciaire qui renferme quelques débris végétaux appartenant, selon toute apparence, à des Cypéracées. Ailleurs, sous la tourbe, au Sentier, vient la craie lacustre qui repose, comme la conformation des lieux semble l'indiquer, sur la boue glaciaire. Cette craie lacustre contient des fragments de tiges, rhizomes, feuilles de Cypéracées et Graminées.

Nous avons retrouvé au Solliat, dans la terre noire d'une prairie, à 30 cm. de profondeur, deux troncs de chêne dont le bois était devenu complètement noir, mais resté très dur. D'un fait aussi isolé, on ne peut généraliser et admettre que le chêne ait jadis habité la Vallée de Joux.

Nous n'avons de preuves fossiles ni de la flore glaciale, ni de celle qui l'a supplantée à La Vallée, et par conséquent nous ne pouvons que faire des suppositions quant à cette dernière.

Dans sa *Geschichte der Vegetation Schwedens*, Anderson écrit que le premier arbre qui pénétra en Suède après le retrait des glaciers fut Betula pubescens Ehrh., mélangé avec Populus tremula L. A la période durant laquelle vécurent et dominèrent ces deux espèces, succéda celle du pin : Pinus sylvestris L., et avec cette essence est arrivée en Scandinavie la plus grande partie des types constituant la flore actuelle de cette péninsule. Le pin a été remplacé peu à peu par le chêne, qui a formé autrefois une zone forestière dans le sud et le centre de la Suède, ainsi que dans la Finlande méridionale. Une pareille zone du chêne manque aujourd'hui totalement quoique l'espèce existe encore en divers points du sud de la Scandinavie. Avec le chêne ont émigré : Acer platanoïdes L., Fraxinus excelsior L., Viscum album L., Hedera Helix L.

L'immigration du hêtre s'est probablement produite à la fin de la période du chêne.

Le sapin rouge ou épicéa manque absolument dans les couches postglaciaires du Danemark et du sud de la Suède ; cela prouve qu'il faisait défaut au sud-ouest de ce pays, lorsqu'une bonne partie des plantes constituant sa flore y sont arrivées. Citons à ce sujet l'auteur : « Die Fichte in Scandinavien und besonders in Norvegen, ist so jung, dass sie noch nicht die Ausdehnung erlangt hat, zu der Naturverhältnisse und aufgeborene Eigenschaften sie befähigen. »

Sernander *(Die Einwanderung, der Fichte in Scandinavien)* place l'arrivée de l'épicéa en Suède en même temps que celle du hêtre.

Il ressort ainsi des travaux des botanistes scandinaves que l'arrivée de l'épicéa en Scandinavie est relativement récente, certainement postérieure à celle du chêne, peut-être simultanée à celle du hêtre. Dans l'ouvrage cité, Sernander opine que l'épicéa paraît avoir existé dans l'Europe centrale et occidentale pendant toute l'époque quaternaire. Heer a signalé la présence de l'épicéa dans les gisements interglaciaires de Dürnten, Utznach et Wetzikon ; Weber dans ceux de Klinge (Brandebourg), Aue (Erzgebirge), Honerdingen.

Si donc l'épicéa existait dans le centre de l'Europe, et plus particulièrement dans le nord-est de la Suisse, pendant une époque interglaciaire, il est de toute évidence qu'il dut être refoulé par la progression glaciaire subséquente et qu'on pouvait le rencontrer à proximité des moraines frontales du glacier du Rhône.

Comme nous l'avons dit plus haut, l'absence de fossiles à la Vallée de Joux nous permet de ne faire que des suppositions en ce qui concerne les dates relatives d'immigration des espèces de la flore actuelle de ce pays. Et c'est à titre d'hypothèses, étayées cependant de nombreux faits d'observation, que nous distinguerons dans le sein de l'élément sylvatique un certain nombre de *sous-éléments*, que nous énumérerons plus loin après avoir encore exposé quelques idées générales sur le sujet.

Probablement, comme en Scandinavie, le bouleau — Betula pubescens Ehrh. — fut le premier arbre qui occupa le sol à la Vallée après le recul des glaciers. Cette essence couvre de vastes étendues en Scandinavie, Finlande, Laponie, etc. Chez nous,

rien de semblable ; on n'observe le bouleau que dans les tourbières et ici et là le long des rives du lac de Joux ; jadis il était peut-être plus répandu, alors que le climat et le sol étaient plus humides.

Le Pinus sylvestris L. ne croît pas à la Vallée, mais nous avons dans presque toutes les tourbières (haut-marais) le P. montana Mill. var. uncinata Ant., qui est plus abondant que le bouleau et se montre surtout vigoureux dans les tourbières en voie d'assèchement ; dans celle de Praz-Rodet, par exemple, on observe de véritables fourrés de pins, tandis que le bouleau est beaucoup plus rare. Le pin (P. montana Mill.) paraîtrait donc représenter un élément plus jeune de la flore, mieux en rapport avec les conditions biologiques et climatériques actuelles, car le bouleau semble préférer les stations les plus humides des tourbières.

Quant à Populus tremula L., il est impossible de tirer aucune conclusion de sa dispersion à la Vallée, sur l'âge relatif de son immigration. En effet, il croît dans des stations fort variées : tourbières asséchées, forêts, lapiaz, etc.

L'épicéa n'apparaît que rarement dans les tourbières (haut-marais), même dans les parties les plus sèches de celles-ci, tandis qu'on le rencontre en des localités très humides des forêts ou des prairies, souvent même beaucoup plus humides que certains points des tourbières où P. montana abonde. Inversément, cette dernière espèce ne se montre nulle part ailleurs que dans le haut-marais, à part les rochers de la Dent de Vaulion, exposés au NW. et au N.

Ainsi donc le climat de la tourbière, du haut-marais, ne convient pas au sapin rouge ; ce dernier n'entre que peu ou pas en contact avec la flore glaciale, et il semble probable que ce conifère est arrivé à la Vallée de Joux postérieurement au bouleau, au pin.

Autant qu'on en peut juger par l'état actuel de la végétation à la Vallée, l'époque pendant laquelle la flore glaciale était maîtresse incontestée du sol, a été suivie de périodes pendant lesquelles le bouleau, le pin montagnard, l'épicéa, ont fait successivement leur apparition.

a) *Sous-élément subglaciaire.*

Le bouleau et le pin montagnard sont, selon toutes probabilités, arrivés à la Vallée alors que le climat était encore froid et

n'avait pas encore atteint son état actuel, et ces deux essences représentent en somme un sous-élément sylvatique subglaciaire auquel il semble logique d'adjoindre un certain nombre d'espèces adaptées à un climat frais et humide, accompagnant volontiers le bouleau et le pin, mais non l'épicéa, et qui parallèlement à ces deux espèces forestières se sont substituées à la flore glaciale dans les localités humides et fraîches du fond de la Vallée, les tourbières.

Nous comprendrions ainsi dans ce sous-élément : Betula pubescens d'abord, puis Pinus montana, puis des espèces, telles que :

Salix repens L.
» aurita L.
» pentandra L.
Sweertia perennis L.
Calluna vulgaris Salisb.
Lonicera coerulea L. (?)
Pedicularis palustris L.
Scirpus caespitosus L. = Trichophorum caespitosum (L.) Hartm.
Schoenus ferrugineus L.

et d'une manière générale, la plupart des espèces des stations fraîches et humides des bas-fonds de la Vallée n'apparaissant pas ailleurs, et surtout pas dans le voisinage de la forêt d'épicéas.

b) *Sous-élément forestier.*

Nous entendons sous cette dénomination l'épicéa et le complexe d'espèces qui se rencontrent volontiers en association avec lui ou sont adaptées au régime climatérique à extrêmes de températures rapprochés que la forêt d'épicéas engendre nécessairement. D'après ce qui a été dit plus haut, ce sous-élément forestier est d'immigration postérieure à celle du précédent ou sous-élément subglaciaire.

La période xérothermique ou aquilonaire qui a exercé son contre-coup dans le Jura, a favorisé, comme nous l'avons dit, l'immigration dans les vals et sur les sommités de cette chaîne, de types plus tempérés et plus méridionaux. L'immigration de l'épicéa est-elle antérieure ou postérieure à cette période plus chaude ? En Suède, il est certain qu'elle est postérieure. Pour le Jura, la question est, pour l'instant au moins, non résolue. Si l'épicéa a habité le sol de la Vallée antérieurement à la période xérothermique, ce qui est fort probable, il est cependant certain que celle-ci ne l'a pas anéanti ; son effet vis-à-vis du sapin rouge aura été simplement d'en exhausser la limite inférieure et supérieure.

Le *sapin rouge (Picea excelsa* Link) est aujourd'hui l'espèce dominante entre toutes à la Vallée de Joux ; avant l'établissement de l'homme, il couvrait la plus grande partie du sol et de nombreux exemples sont là pour prouver qu'il ne faudrait pas un nombre bien grand d'années pour qu'il reprît possession des localités d'où il a été extirpé (voir *Formations).*

Par son association en forêts, l'épicéa crée un régime climatérique régulier qui permet, sous le couvert de celles-ci ou dans leur voisinage immédiat, l'établissement d'une foule d'espèces, lesquelles, sans lui, disparaîtraient bientôt ou deviendraient fort rares.

On peut croire que lorsque l'épicéa a fait son apparition à la Vallée de Joux, il s'y est rapidement étendu et a promptement dominé, grâce à sa faculté de croître un peu dans tous les sols et sous toutes les expositions.

Dans la foule d'espèces qui composent avec l'épicéa le sous-élément forestier, il y a des différences à établir, car toutes ne sont pas arrivées d'un seul bloc.

D'abord, nous avons sur les montagnes une série d'espèces qui vivent ordinairement dans la zone des bois clairs ; elles n'apparaissent pas en plein pâturage, même à sol humide ; il leur faut l'ombre et le climat relativement tempéré du district forestier.

Ranunculus lanuginosus L.
» platanifolius L.
Thalictrum aquilegifolium L.
Aconitum lycoctonum L.
Dentaria digitata Lam.
» pennata Lam.
Möhringia muscosa L.
Acer pseudoplatanus L.
Saxifraga rotundifolia L.
Astrantia major L.
Homogyne alpina (L.) Cass.
Bellidiastrum Michelii Cass.
Centaurea montana L.
Mulgedium alpinum (L.) Less.
Adenostyles alpina (Bluff et Fing).
» albifrons Rchb.
Senecio Fuchsii Gmel.
Crepis blattarioïdes Vill.
Prenanthes purpurea L.
Hieracium jurassicum Griseb.
» prenanthoïdes L.
Campanula latifolia L.
Pirola rotundifolia L.
Tozzia alpina L.
Veronica latifolia Koch.
» montana L.
Rumex arifolius All.
Salix grandifolia Ser.
Orchis globosa L.
Lilium martagon L.
Poa hybrida Gaud.
Thymus europaeus L.
Milium effusum L.
Asplenium viride Huds.
Heracleum montanum Schleich.

etc.

Toutes ces espèces se rattachent d'une façon intime à la forêt d'épicéas, et selon toutes probabilités, l'ont accompagné dans son immigration à la Vallée ; elles appartiennent ainsi au sous-élément forestier.

Il en est de même des espèces qui se rencontrent partout dans les forêts de la Vallée, depuis le bas jusqu'à la limite supérieure de celles-ci, par exemple :

Oxalis acetosella L.
Rosa alpina L.
Valeriana montana L.
Knautia sylvatica Dub.
Hieracium murorum auct.
Veronica officinalis L.
Melampyrum sylvaticum L.
Majanthemum bifolium (L.) F.W. Schmidt.
Paris quadrifolia L.
Polygonatum spec.
etc.

Luzula sylvatica (Huds) Gaud.
Carex sylvatica Huds.
Melica nutans L.
Aspidium filix mas Sw.
» lobatum Sw.
» lonchitis Sw.
» spinulosum Sw.
Athyrium filix femina Roth.
Aspidium Dryopteris Baumg.
» Robertianum Baumg.

Nous arrivons maintenant à une catégorie d'espèces qui s'observent exclusivement dans la forêt touffue et compacte et exigent un sol d'humus. Evidemment, elles n'ont pu prendre pied que lorsque la forêt existait déjà comme telle et avait produit une couche d'humus suffisante pour leur établissement. Ces espèces ne se rencontrent que dans les massifs les plus frustes et les moins touchés par l'homme. Nous citerons :

Pirola uniflora L.
Monotropa hirsuta Roth.
Corallorhiza inata R. Br.
Epipogon aphyllum Sw.
Neottia Nidus Avis (L.) Rich.

Listera cordata (L.) R. Br.
Streptopus amplexifolius (L.) D. C.
Lycopodium annotinum L.
Blechnum spicant Wilh.

Le *sapin blanc (Abies pectinata* Dec. = A Alba Mill.) occupe dans le Jura une zone verticale inférieure à celle de l'épicéa. Lorsqu'on descend sur Vallorbe, Mont-la-Ville, Bière, Gimel, il devient de plus en plus abondant, et à partir de 1100-1000 m., il est en général dominant. En aucun point de la Vallée, si ce n'est le petit bois de la Source au Brassus, il ne forme de massifs purs ; il est disséminé ici et là, en mélange avec son confrère l'épicéa ; il apparaît encore au-dessus de 1400 m., au pied du Mont-Tendre, en individus de grande taille et de fort belle venue. Préférant les sols frais, le sapin blanc est plus répandu sur le versant oriental que sur l'autre. Sûrement, l'immigration

du sapin blanc à la Vallée est contemporaine de celle de son confrère : les individus de grande taille qui s'observent aux altitudes supérieures (14-1500 m.), sur le versant oriental, prouvent qu'il rencontre à la Vallée des conditions excellentes pour son développement, et s'il ne s'est pas répandu davantage dans ce pays, c'est uniquement à cause de la lutte acharnée qu'il a eu à soutenir contre le sapin rouge mieux adapté et s'accommodant mieux des terrains secs qui sont de règle dans la Vallée de Joux.

Quant au *hêtre*, il est assez difficile de se prononcer sur la date de son immigration à La Vallée ; mais elle est probablement postérieure à celle de l'épicéa. En effet, le hêtre représente un élément plus chaud que le précédent, et, dans la zone de refoulement de l'ancien glacier du Rhône, il devait exister en arrière du sapin rouge. Comme nous l'avons répété déjà à maintes reprises, le hêtre en massifs purs n'apparaît que sous la forme d'une mince bordure, fréquemment interrompue, à la lisière de la forêt sur le versant occidental ; partout ailleurs, il est mélangé à l'épicéa. Dans la forêt du Risoux, sa taille reste de beaucoup inférieure à celle de l'épicéa et il forme plutôt sous-bois. Sur le versant oriental, le hêtre, sauf de rares exceptions, ne dépasse pas 1300 m. Nulle part, dans notre contrée, nous n'avons observé d'espèces propres aux massifs de hêtres ; toutes celles vivant sous le couvert de cet arbre apparaissent dans les bois d'épicéas, mais il n'y a pas réciprocité.

Ce sont là des inductions qui ne reposent que sur l'observation de la dispersion actuelle et l'étude des conditions biologiques du hêtre ; mais il n'est pas concevable que, comme en Suède, le hêtre soit arrivé à la Vallée de Joux avant ou en même temps que l'épicéa. Car le sapin rouge, représentant un élément plus froid de la flore, et ayant certainement existé en aval des moraines de l'ancien glacier du Rhône, a dû nécessairement reprendre possession du terrain laissé libre par le recul des glaciers du Jura, avant le hêtre.

On peut aussi se demander si celui-ci a occupé jadis une aire plus étendue à la Vallée de Joux, ou, d'une manière générale, dans le haut Jura. Probablement non, car d'abord nous avons vu dans les formations, par plusieurs exemples, que l'épicéa tend partout à se substituer au hêtre et à dominer sur lui, sauf pourtant sur les pentes inférieures, très sèches et bien ensoleillées. Et pendant la période xérothermique, qui, comme nous l'avons

dit plus haut, s'est vraisemblablement produite après l'immigration du sapin rouge dans notre contrée? Le climat xérothermique a été sec et continental dans le centre de l'Europe; or le hêtre ne supporte guère un pareil climat; il fuit même les Alpes centrales; quoique habitant des sols secs, il exige un régime de pluies intenses; aussi, il paraît évident que la dispersion du hêtre dans le haut Jura n'a pas été favorisée par le climat xérothermique.

Au sous-élément forestier, nous rattachons encore quelques espèces qui vivent habituellement à la lisière des forêts du versant occidental de La Vallée, mais plus rarement sous le couvert de celles-ci :

Helleborus foetidus L.
Berberis vulgaris L.
Arabis Turrita L.
Lunaria rediviva L.
Hypericum montanum L.
» hirsutum L.
Acer platanoïdes L.
Coronilla emerus L.
Trifolium medium L.
Rubus caesius L.
Rosa arvensis Huds.
Prunus spinosa L.
Prunus avium L.
Laserpitium latifolium L.
Chaerophyllum aureum L.
Viburnum opulus L.
Campanula Trachelium L.
Vinca minor L.
Asarum europaeum L.
Corylus Avellana L.
Arum maculatum L.
Brachypodium sylvaticum (Huds) Pal.
Agropyrum caninum Schreb.
Bromus asper Murr.

Ces espèces, très communes sur la lisière jurassique et dans le plateau suisse, sont rares chez nous; elles représentent un groupe plus tempéré que l'épicéa et les espèces citées plus haut; toutes se rencontrent surtout le long de la lisière occidentale, et, de cette façon, elles jouissent d'une insolation intense et sont abritées du vent du nord par un épais rideau de bois. Corylus excepté, on ne les voit que rarement croître sur des espaces découverts de quelque étendue; au contraire, elles affectionnent la lisière des bois ou leur proximité immédiate. Evidemment, leur présence à La Vallée laisse supposer l'existence préalable d'un rideau de forêts et leur immigration aurait eu lieu, selon toute vraisemblance, postérieurement à celle de l'épicéa.

c) *Sous-élément xérophile.*

Quoique les forêts aient eu jadis, avant l'établissement de l'homme, une étendue bien plus considérable qu'aujourd'hui, il

est cependant certain qu'elles n'ont jamais recouvert le pays entièrement et qu'il est toujours resté, surtout dans la zone des sommités, des plateaux et pentes secs, des espaces plus ou moins vastes dépourvus d'arbres et qui ont donné asile à une flore composée d'espèces constituant un gazon plus ou moins compact.

La végétation des espaces découverts comprend un grand nombre d'espèces qui participent à la fois à des régimes bien différents et qu'il est souvent impossible de classer ici plutôt que là. En effet, certains pâturages tiennent aussi de la forêt; les arbres sont espacés, mais n'en couvrent pas moins le sol de leur ombre; la flore de ces pâturages ne diffère pas de celle des pâturages absolument découverts; on y rencontre les mêmes graminées : Festuca rubra fallax Thuill., F. ovina L., Poa alpina L., Cynosurus cristatus L., Briza media L., puis Alchemilla alpina L. et vulgaris L., Hippocrepis L., Trifolium pratense L., etc., etc. En somme, nous avons affaire à des espèces très accommodantes, qui se contentent très bien de conditions biologiques différentes. La grande majorité des espèces des pâturages de 11-300 m. s'observe aussi dans les forêts; ces pâturages sont un produit surtout artificiel créé par le déboisement et l'alpage du bétail. Les forêts ont existé comme formation avant les pâturages et ces derniers ont reçu leur végétation essentiellement des forêts. Aussi, il est permis de faire rentrer les pâturages dans le domaine de la forêt, tout en admettant que sa végétation compte aussi quelques espèces d'autres formations, mais en petit nombre et d'une dispersion très inégale.

Aussi, à côté des espèces subglaciales forestières proprement dites (vues sous lettres *a* et *b*), nous distinguerons dans le sein de l'élément sylvatique, à la Vallée de Joux, un troisième sous-élément composé d'espèces habitant de préférence les lieux secs, découverts, à climat moins régulier que celui des forêts, apparaissant aussi dans le voisinage de ces dernières, mais plus rarement sous leur couvert; nous les réunirons en un *sous-élément xérophile*, auquel cependant ne sont pas rattachées les espèces spéciales aux formations des rochers, car, vu le manque de concurrence, la diversité des stations, les rochers peuvent donner asile à des espèces d'origine et d'exigences climatériques très différentes.

Au sous-élément xérophile appartiennent :

Helianthemum vulgare Gärtn.
Ononis procurrens Wallr. = O. repens L.
Genista sagittalis L. = Cytisus sagittalis (L.) Koch.
» pilosa L.
Laserpitium siler L.
Bupleurum falcatum L.
Seseli Libanotis (L.) Koch.
Sedum acre L.
Asperula cynanchica L.
Globularia cordifolia L.
| Centaurea scabiosa L.
Senecio campestris (Retz) D. C.
Carduus defloratus L.
Verbascum Lychnitis L.
Veronica spicata L.
| Salvia pratensis L.
Teucrium montanum L.
Euphorbia verrucosa L.
| Brachypodium pinnatum (L.) Pal.
| Sesleria coerulea (L.) Ard.
| Bromus erectus Huds.
Koeleria cristata (L.) Pers.
| Festuca ovina duriuscula L.

Les espèces marquées I sont signalées par Drude (*Deutschlands Pflanzengeographie*, p. 44 et 45) comme appartenant aux « Triftgrasfluren » de l'Allemagne, formation qui comprend encore, d'après cet auteur, Andropogon, Stipa, Artemisia campestris, etc.

Sesleria coerulea (L.) Ard., *Brachyp. pinnatum* (L.) Pal., *Genista pilosa* L. apparaissent, toujours selon Drude (même ouvrage, p. 306), sous le couvert de la forêt de Pinus Laricio, en Autriche. Sesleria croît aussi chez nous dans les sapinières claires, mais toujours d'une façon isolée et ce n'est que sur les espaces découverts qu'elle forme un gazon compact, un « Seslerietum ». Il en est de même de Brachypodium. Quant à Genista pilosa, nous ne l'avons jamais observé qu'en des lieux absolument découverts : lapiaz, pentes rapides, rochers, et, la localité de Praz-Rodet exceptée, toujours au-dessus de 1300 m.

En résumé, les vingt-trois espèces énumérées ci-dessus sont des caractéristiques des formations sèches et dont l'area principal à La Vallée est situé en dehors de la forêt d'épicéas ; elles n'en sont pas moins adaptées au climat sylvatique en général et de ce fait constituent un sous élément xérophile de l'élément sylvatique principal ; mais il est nécessaire de les étudier séparément, car les conditions biologiques qu'exige leur développement ne sont pas les mêmes pour toutes et assurément elles ne sont pas arrivées à La Vallée simultanément.

Senecio campestris (Retz) DC., habite de préférence et presque exclusivement les localités, les plateaux secs et froids, à radiation nocturne intense, des Prés de Bière et des Amburnex, à 1300 m.

Seseli Libanotis (L.) Koch, *Globularia cordifolia* L. et *Carduus*

defloratus L. sont surtout des espèces des sommités dénudées, jouissant d'une insolation intense, mais par contre exposées pendant la nuit à un rayonnement considérable.

Il est ainsi probable qu'avec Senecio campestris (Retz) DC., elles font partie d'un groupe xérophile qui fit son entrée à La Vallée avant celle de l'épicéa, s'établit dans les localités sèches, d'où il a été en partie supplanté par le développement subséquent des forêts d'épicéas.

Genista pilosa L. appartient au sud-ouest, ouest et au sud de l'Europe; répandu du sud de l'Espagne jusqu'en Crimée; s'avance jusque dans la Suède méridionale et en Prusse (Osterode); évite les Alpes centrales, mais apparaît dès le Dauphiné par la Grande-Chartreuse dans le Jura, les Vosges et la Forêt-Noire. Cette espèce habite de préférence la région moyenne ou des collines; dans nos limites, G. pilosa L. est abondant à la Sèche des Amburnex, aux Prés de Bière (de 13-1350 m.), en compagnie d'espèces alpines et surtout de Daphne cneorum L., puis sur les sommités de Châtel (1450 m.) et du Mont-Sallaz (1500 m.). Une petite colonie existe sur le versant occidental, contre les rochers de Praz-Rodet (1100 m.). Dans le reste du Jura, les stations de G. pilosa L. sont à une altitude inférieure; celles de la Vallée de Joux sont situées sur la limite orientale et en même temps représentent des maximas d'altitude de l'espèce qui, quoique appartenant aux régions plus inférieures, trouve sur les sommités et plateaux secs et ensoleillés du haut Jura des conditions tout à fait favorables à son existence.

Veronica spicata L est, plus encore que la précédente, une plante des régions inférieures; elle est d'origine sibérienne et son area européen s'étend du Caucase, par la Grèce méridionale, la Dalmatie, le sud de l'Italie, le nord de l'Espagne, et de là jusque dans le sud de la Scandinavie et le centre de la Russie. A la Vallée de Joux, V. spicata L. est localisée à la Sèche des Amburnex et autres formations circumvoisines de même caractère, ainsi qu'aux Prés de Bière (rare).

Ces deux espèces fuient le climat régulier des massifs forestiers et sans doute les localités qu'elles habitent aujourd'hui n'ont jamais été boisées davantage que ne l'est aujourd'hui le lapiaz de la Sèche des Amburnex où se remarque une végétation très clairsemée d'épicéas chétifs, rabougris et rampants, aussi il nous paraît qu'elles appartiennent à un groupe xérophile assi-

milable à l'élément xérophile méridional immigré du sud-ouest et du sud le long des crêtes rocailleuses du Jura.

On ne peut songer à leur octroyer une origine xérothermique, même à G. pilosa L., car d'abord il est de toute certitude que ces deux espèces pourraient gagner les stations qu'elles occupent aujourd'hui à La Vallée dans les conditions de climat actuelles et ensuite ces stations ne jouissent d'aucune faveur, si ce n'est l'insolation, qui permît de supposer qu'elles soient en état de recéler des espèces immigrées sous l'influence d'un climat plus chaud et plus sec. Non, il paraît infiniment probable que G. pilosa L. et V. spicata sont arrivées à la Vallée de Joux dans des conditions climatériques analogues à celles qui règnent aujourd'hui, en même temps que les espèces sylvatiques en général, mais qu'elles ne se sont maintenues qu'en des points où l'épicéa en particulier, la forêt en général, cette dernière surtout, n'ont pu prendre pied, vu la siccité extrême du terrain.

Quant aux autres espèces de notre sous-élément, elles forment un groupe plus tempéré que les précédentes, car les formations qui les possèdent se rencontrent, sauf de rares exceptions, dans la région inférieure du versant occidental et de préférence encore sur les terrains incultes situés à la lisière des bois. Plusieurs d'entre elles, comme *Centaurea Scabiosa* L., *Bromus erectus* Huds., *Sedum acre* L., *Salvia pratensis* L. sont assez répandues dans les terrains cultivés et il est certain que, dans nos limites au moins, leur dispersion a été favorisée par le défrichement et la culture. On peut encore ajouter que les quatre dernières, ainsi que *Ononis repens* L., *Asperula cynanchica* L., *Genista sagittalis* L. = Cytisus sagittalis (L.) Koch., sont plus abondantes dans la région appelée sous-jurassique par Thurmann, qu'à la Vallée de Joux, où elles ne s'observent à titre de prépondérantes que sur de petites surfaces très bien exposées.

Selon toutes apparences, ces espèces sont arrivées à la Vallée en même temps et sous les mêmes conditions générales que les espèces sylvatiques sensus lato. Habitantes des localités les mieux exposées, elles ont de suite pris possession de celles-ci au fur et à mesure de l'amélioration du climat ; l'envahissante forêt les aura chassées de nombreuses localités, mais leur aura toutefois permis de se réfugier en des points à elle défendus par la siccité du sol. Toutefois, à ce propos, nous rappelons encore une fois l'influence considérable qu'ont certainement exercée dans

les temps historiques les agissements de l'homme sur la dispersion de ces espèces.

Maintenant quelques considérations générales pour terminer ce sous-élément xérophile :

Les terrains découverts de la Vallée, exception faite des pâturages qui se revêtiraient bientôt de bois épais s'ils étaient abandonnés à eux-mêmes, occupent une trop petite surface, le nombre des espèces qui fuient absolument la forêt est trop restreint, leur dissémination trop grande, pour qu'il soit possible de faire intervenir dans l'histoire de la flore de la contrée, un moment où la végétation présentait le caractère d'une prairie étendue rappelant celui de la steppe, sans espèces arborescentes, et cela même sous l'influence d'un climat plus chaud. Plusieurs de nos espèces xérophiles sont cependant citées par Kerner (Engler. *Entw. gesch.*, p. 187 et 188) comme faisant partie de la flore des steppes hongroises, ainsi : Senecio campestris (Retz.) DC., Centaurea Scabiosa L., Euphorbia verrucosa L., Verbascum Lychnitis L., mais ces espèces peuvent s'adapter à des conditions biologiques fort diverses. Chez nous, elles croissent sur un sol calcaire très sec, mais supportent un régime de pluies intense. Le climat de la steppe est tout différent : précipités atmosphériques plus faibles, et de beaucoup, mais probablement humidité du sol plus grande.

Appendice à l'élément sylvatique : élément aquatique.

Quand dans la Vallée de Joux, les glaciers commencèrent à se retirer, il en résulta des cours d'eau, l'Orbe puis le lac de Joux qui se forma, selon toutes probabilités, par l'obstruction des entonnoirs servant d'écoulement à l'Orbe ; ceux-ci furent habités peu à peu par des espèces que nous comprendrons sous le nom de *élément aquatique*, qui doivent nécessairement faire l'objet d'un paragraphe spécial car les conditions d'immigration et d'existence des végétaux aquatiques sont essentiellement différentes de celles des plantes de terre ferme. Nous ne réunissons pas ces espèces en un « élément aquatique » pouvant être mis en parallèle avec les éléments glaciaire, xérothermique ou sylvatique, car leur existence ou leur immigration dans un territoire ne correspond pas comme les composants des éléments cités ci-dessus, à un régime climatérique particulier, mais dépend le plus souvent bien plus de la configuration topographique du sol ou du hasard.

Les cours d'eaux d'un pays charrient toujours un nombre plus ou moins grand de graines ou de fruits, surtout d'espèces aquatiques, et dans la majorité des cas, les migrations de ces dernières doivent avoir lieu par eau.

A la Vallée, rien de semblable n'a pu s'effectuer; au temps des glaciers déjà, la Vallée avait sa tectonique actuelle ; elle est située entre plusieurs lignes de partage des eaux et aucune plante n'a pu arriver dans ses limites par voie fluviale. Comment donc s'est introduit, à la Vallée, ce groupe aquatique ? Très probablement par l'intervention des oiseaux aquatiques, oiseaux de marais, qui, avant l'hiver, arrivent du nord, passent quelque temps chez nous, puis continuent leur voyage vers le sud. Ainsi, on voit à l'entrée de l'hiver de nombreux vols d'oies, de canards s'abattre dans la contrée ; on signale aussi la présence momentanée d'oiseaux migrateurs, tels que : bécasses, bécassines, mouettes, etc.

Il est absolument certain que ces oiseaux jouent un rôle actif dans la dispersion des espèces aquatiques; la preuve en est dans la présence du rare Potamogeton praelongus Wulf. au lac d'Etallières (Neuchâtel), de formation historique (1418).

Cette espèce n'apparaît nullement dans les étangs ou cours d'eaux à plusieurs lieues à la ronde; elle est signalée par M. Magnin au lac St-Point, à l'étang de la Rivière, près Pontarlier, aux lacs de Bellefontaine et des Mortes. Evidemment P. praelongus a été amené au lac d'Etallières par le concours des oiseaux, depuis les lacs jurassiens cités ou les lacs alpins (Bretaye, Huttensee) plus au sud, plutôt que directement depuis le nord.

Les lacs et cours d'eau de la Vallée possèdent plusieurs Potamogeton rares, qui apparaissent dans la plupart des lacs et étangs de la zone franc comtoise circumvoisine ; la présence de ces espèces ne saurait être expliquée autrement que par l'intermédiaire des oiseaux aquatiques migrateurs :

Potamogeton nitens Nolte.
» marinus L. = P. filiformis Pers.
» zosterifolius Schum. = P. compressus L. (Lac des Rousses).
» Zizii Mert. et Koch.
» heterophyllus Schreb.

A citer encore quelques plantes rares des lacs:

Ceratophyllum submersum L. (lac Ter).
Nymphea alba L. (lac des Rousses).
Teucrium Scordium L. (lac Brenet).

L'immigration des espèces communes et répandues s'explique de la même manière. On ne peut se figurer qu'elles soient arrivées à la Vallée autrement que par l'aide des oiseaux. Les fruits et graines de la plupart des plantes aquatiques ont un poids spécifique élevé, elles manquent d'appareils de suspension dans l'air, aussi le vent doit être un facteur très secondaire de leur dissémination.

4° Elément adventice.

Quand l'homme prend possession d'un terrain jusqu'alors inhabité, il en modifie plus ou moins profondément les conditions biologiques, partant la végétation ; certaines espèces disparaissent ou sont reléguées en des stations particulières ; d'autres, au contraire, s'installent dans le pays en vertu des conditions nouvelles créées par l'établissement des hommes.

Ces dernières constituent un groupe étranger que nous appellerons l'*élément adventice*. Ses composants habitent de préférence les lieux incultes, les décombres, les pierriers, les talus, d'autres plus spécialement les cultures, les moissons ; les premiers forment la *flore ruderale ;* les seconds, les *mauvaises herbes*. On ne saurait cependant pas établir de limite absolue entre ces deux catégories de plantes, car suivant les lieux, la même espèce peut apparaître dans les localités incultes ou dans les cultures.

L'élément adventice est bien celui dont l'immigration est la plus récente ; règle générale, ses composants n'apparaissent que sur les sols artificiels créés par l'homme ou dans les lieux qu'il habite, et ne se rencontrent nullement dans les forêts, les pâturages. La végétation adventice disparaîtrait en partie et rapidement si l'homme quittait la Vallée de Joux et laissait l'épicéa reprendre le dessus.

Les types adventices sont d'origine étrangère ; pour beaucoup celle-ci doit être cherchée dans le bassin méditerranéen, le sud-est de l'Europe, l'Asie centrale.

Parlent en faveur de cette hypothèse : 1° la croissance spontanée d'une foule de plantes adventices dans les territoires énumérés ; 2° leur position systématique isolée au milieu des espèces de la flore boréale-tempérée de l'Europe centrale ; 3° la parenté souvent très étroite qui les relie avec des types méditerranéens ou d'autres pays exotiques.

Ainsi Vaccaria parviflora Mönch, spéciale aux moissons en

Suisse, appartient aux déserts sibériens (Keller: *Flora v. Winterthur*, II, p. 53), Papaver Rhoeas L. et Echium vulgare L. vivent à l'état spontané dans la partie est du bassin méditerranéen.

Cependant, pour plusieurs de nos espèces adventices, il est impossible de reconnaître aujourd'hui des stations où elles vivent à l'état spontané; répandues sur la plus grande partie du globe, partout elles croissent dans le voisinage de l'homme. Exemple: les Sonchus L., Cirsium arvense (L.) Scop., Convolvulus arvensis L., Stellaria media (L.) Cirillo, etc.

Avant d'énumérer nos espèces adventices, nous consacrerons quelques lignes à un certain nombre d'espèces, qui existent à la Vallée d'une façon parfaitement naturelle, mais qui ont vu leur area augmenter dans cette contrée par le fait de l'habitation de l'homme; ce sont d'abord des espèces qui, tout en croissant dans les stations les plus naturelles, se développent surtout abondamment dans les lieux défrichés ou déboisés.

Geranium Robertianum L.
» pyrenaïcum L.
Rubus idaeus L.
Epilobium angustifolium L.
Sambucus ebulus L.
Scrophularia nodosa L.
Veronica chamaedrys L.
» offi cinalis L.
Verbascum Thapsus L.
Ajuga reptans L.

Puis d'autres qui prennent une part considérable à la composition des prairies semi-artificielles ou champs.

Trifolium pratense L.
» repens L.
Cerastium arvense L.
Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm.
Dactylis glomerata L.
Cynosurus cristatus L.
Trisetum flavescens (L.) Pal.
Festuca pratensis Huds. = F. elatior L.
Poa pratensis L.
» annua L.
Lolium perenne L.
Bromus tectorum L.
Agropyrum repens (L.) Pal.

Vient maintenant la liste des espèces que nous rangeons dans l'élément adventice [1].

Ranunculus arvensis L., moissons, rare.
» repens L., décombres, commun.
Papaver Rhœas L., » débris, rare.
Chelidonium majus, L., vieux murs, »

[1] Les espèces marquées + apparaissent exclusivement dans les cultures, moissons, et ont été introduites avec les semences de céréales. O distingue les espèces très rares, inconstantes.

Fumaria officinalis L., cultures, etc., commun.
Barbarea vulgaris R. Br., » décombres, commun.
Brassica oleracea L. » » »
Sinapis arvensis L. } » débris, »
» alba L. }
Alyssum calycinum L., talus, décombres, très commun.
Neslea paniculata (L.) Desv., moissons, rare.
Viola tricolor L., cultures, etc., commun.
Reseda lutea L., décombres, rare.
Thlaspi arvense L., cultures, talus, etc., assez commun.
Lepidium sativum, » débris, » »
Capsella Bursa-pastoris (L. Mönch.), débris, talus, très commun.
+o Agrostemma Githago L., moissons, assez rare.
+o Vaccaria parviflora L., » rare.
Cerastium triviale Link. = C. caespitosum Gil., débris, etc., com.
Stellaria media (L.), Cirillo, partout, très commun.
Arenaria serpyllifolia L., décombres, talus, etc., commun.
Melandrium album Gacke, lieux déboisés, rare.
Linum catharticum L., » » etc., commun.
Malva neglecta Wallr., bords des chemins, assez commun.
» moschata L. » » assez rare.
Geranium dissectum, L., décombres, » »
Medicago lupulina L., cultures, décombres, commun.
+o Vicia sativa L., moissons, rare.
Sherardia arvensis L., cultures, commun.
Potentilla anserina L., places, décombres, assez commun.
» reptans, L., » » commun.
Valerianella olitoria, (L.) Poll., » »
o » Morisonii Koch, talus, rare.
Senecio vulgaris L., partout, très commun.
» viscosus L., décombres, etc., assez rare.
Achillea millefolium L., » commun.
o Chrysanthemum inodorum L., décombres, etc., assez rare.
Erigeron acer L., bords des chemins, » »
Bidens tripartita L., débris, rare.
Cirsium arvense (L.) Scop., tas de terre, décombres, etc., com.
» lanceolatum (L.) Scop., » » »
Carduus crispus L., » » »
» nutans L., » » »
Sonchus asper L., cultures, commun.
» oleraceus L., » »
+o Centaurea Cyanus L., moissons, rare.
Campanula rapunculus L.. » assez rare.
Convolvulus arvensis L., décombres, assez commun.
Echium vulgare L., » » »

o Symphytum officinale L., » rare.
Myosotis intermedia Link., décombres, etc., très commun.
o Solanum Dulcamara L., pierriers, rares.
o Atropa Belladona L., lieux déboisés, passagère.
Linaria vulgaris Mill., pierriers, décombres, commun.
» minor (L.) Desf., » » »
Scrophularia Neesii Wirtg., talus, très rare.
Veronica arvensis L., cultures, commun.
» hederaefolia L., cultures, assez commun.
Alectorolophus hirsutus All., moissons, » »
Lamium purpureum L. } bords des chemins, pierriers, communs.
» maculatum L. }
» amplexicaule L., cultures, rare.
» album L., cultures, assez rares.
Caleopsis Tetrahit L., cultures, terrains vagues, très commun.
Ajuga genevensis L., talus de routes, rare.
Glechoma hederacea L., bords des chemins, assez rare.
o Anagallis arvensis L., cultures, rare.
Plantago major L., places, décombres, etc., très commun.
Chenopodium Bonus-Henricus L., décomb., etc., très commun.
» album L., cultures, » » » »
Rumex acetosella L., places, terrains vagues, assez commun.
» obtusifolius L., bords des chemins, » »
Polygonum convolvulus L. }
» aviculare L. } cultures, décombres, etc., commun.
» persicaria L. }
o Euphorbia stricta L., talus, rare.
» Helioscopia L., cultures, très commun.
o » exigua L., talus, rare.
Urtica urens L., murs, décombres, très commun.
» dioïca L., bords des chemins, etc., très commun.
o Cannabis sativa L., pierriers, décombres, etc., rare.
+o Ornithogalum umbellatum L., cultures, »
Gagea arvensis (Pers.) Schult. » »
Juncus bufonius L., bords des chemins, commun.
+o Phalaris canariensis L., tas de terre, rare.
Bromus mollis L. } décombres, etc., commun.
» sterilis L. }

Plusieurs de ces espèces marquées o sont très rares, inconstantes et doivent être regardées comme les éléments de la flore les plus récemment immigrés.

Citons encore quelques espèces observées ici ou là dans le voisinage des habitations et qui ont tout à fait l'allure de s'être échappées des cultures :

Arabis albida
Hesperis matronalis L.
Ribes grossularia L.
» rubrum L.
Borrago officinalis L.
Linaria cymbalaria (L.) Mill.
Polemonium coeruleum L.

Enfin d'autres espèces, en vertu de certains caractères qu'elles présentent, méritent une mention individuelle.

Geum urbanum L. est regardée par plusieurs botanistes, Christ entre autres, comme une plante rudérale. A la Vallée, elle est rare ; on la rencontre ici et là, le long des haies du Rocheray, des Esserts de Rive, de la Tornaz, puis dans la Combe très boisée qui descend du Pré de l'Hault sur Montricher (1200 m.) ; au haut du grand couloir de la Dent de Vaulion (1450 m.) ; disséminée dans les terrains cyclonés de Praz-Rodet, Campe, Abbaye ; enfin, assez répandue dans les forêts au-dessus du Brassus (Lande) et du Carroz. Cette dernière localité surtout est importante, car G. urbanum L. y croît en pleine forêt, en individus nombreux, sous le couvert d'un bois épais, recouvrant des pentes très rapides, presque impraticables au bétail et peu visitées des promeneurs. Cette forêt du Carroz est attenante à la zone cyclonée où les framboisiers, bois blancs, etc., dominent à l'heure actuelle ; mais G. urbanum L. est relativement peu répandue dans cette zone, et il semble peu probable qu'elle ait atteint de là la forêt attenante pour s'y répandre en quantité aussi considérable d'individus et à une distance aussi grande.

G. urbanum L. ne pourrait-elle pas être une espèce forestière plutôt que rudérale, et sa station primitive : la forêt ? Elle en serait sortie pour se fixer en des localités présentant des conditions biologiques semblables ou à peu près, comme les haies, puis elle aurait atteint les lieux déboisés et autres, surtout à cause du manque de concurrence.

Thlaspi perfoliatum L. Gremli *(Flore de la Suisse)* mentionne cette espèce « partout ». A la Vallée, nous l'avons rencontrée surtout sur les collines sèches de la partie inférieure du versant ouest, dans le gazon où Bromus erectus Hud. domine. Sur les bancs de gazon, alternant avec de petites parois de rochers, de la Rochette près Le Sentier, elle est particulièrement abondante. R. Keller *(Fl. v. Winterthur)* regarde Th. perfoliatum comme d'origine sibérienne ; en Sibérie elle vit de préférence sur les rochers *(Felsenpflanze)*. Th. perfoliatum L. est incontestablement une espèce rudérale ; mais la localité de la Rochette et autres

semblables constituent une station naturelle dont les conditions biologiques doivent rappeler dans une certaine mesure celles du pays où la plante croît spontanément. Cela nous montre qu'il n'existe pas d'espèces exclusivement rudérales et que toute plante rudérale, qui se propage donc surtout grâce à des conditions artificielles, peut se fixer sur un sol naturel, lorsque celui-ci présente des conditions d'existence rappelant celles des lieux où elle croît spontanément.

Lithospermum officinale L. Nous avons observé cette boraginée deux fois seulement dans nos limites : 1° le 30 juillet 1897, sur le pâturage formant lisière au bas de la côte de Praz-Rodet, sur un terrain gazonné de graminées et autres espèces ; dix à quinze individus au plus. 2° le 20 septembre 1898, au Marchairuz, à 1300 m., également sur un pâturage sec, semé de buissons ; un seul pied. Quoiqu'elle apparaisse en compagnie d'espèces indigènes et au milieu de la flore des pâturages, cette plante n'en doit pas moins être considérée comme une étrangère, une espèce non acclimatée ; aussi, bien que ne faisant pas partie de la flore rudérale, elle a sa place dans l'élément adventice de la Vallée.

Möhringia trinervia (L.) Clairv., est indiquée par le Dr R. Keller *(Fl. v. Winterthur)* comme une espèce rudérale, puis d'après le même auteur, à l'état spontané, en Dalmatie (Bergwälder), Sibérie (Waldpflanze), Japon et Espagne.

A la Vallée, à part quelques lieux découverts, tas de terre, etc., nous avons observé M. trinervia dans la forêt du Risoux, disséminé il est vrai, mais point rare, en des lieux dont le sol est riche en humus et où habitent, par exemple :

Astrantia major L.	Prenanthes purpurea L.
Ranunculus platanifolius L.	Asperula odorata L.
Ajuga reptans L.	Geranium sylvaticum L.
Crepis paludosa L.	Lysimachia nemorum L.

(manquent en ces localités : les rudérales ubiquistes, telles que Stellaria media (L.) Cirillo, etc.)

Au surplus, la flore du Risoux comprend très peu d'espèces rudérales ; cette forêt n'a jamais subi de coupes réglées, l'influence de l'homme y est encore actuellement minimum ; aussi elle n'a probablement pas beaucoup changé depuis quelques centaines ou milliers d'années.

M. trinervia (L.) Clairv. serait donc une espèce spontanée des forêts du Jura ; mais grâce au défaut de concurrence et à la fertilité de certains sols artificiels elle se serait peu à peu établie

sur les terrains remués, tas de terre, cultures, etc., et habituée à vivre sous la dépendance de l'homme.

Galium verum L. n'est pas une espèce rudérale dans les lisières sous-jurassiques ; au contraire, on la rencontre dans les formations de Bromus erectus Huds, avec Trifolium montanum L., Dianthus carthusianorum L., Asperula cynanchica L., Prunus spinosa L., etc. A la Vallée, cette espèce est plutôt rare ; nous l'avons observée ici et là, le long des talus de la route Pont-Orient-Brassus, où sans contredit elle est tombée des voitures transportant du foin ou d'autres denrées. Outre cela, Galium verum L. croît ici et là, mais très disséminée, sur les pâturages secs, ainsi au Mollendruz, à la Têpaz et principalement sur le gazon extra sec de la prairie qui entoure le lapiaz des Amburnex, à 1330 m. et au-dessus, en compagnie des Veronica spicata L., Genista pilosa L., Daphne cneorum L., Asperula cynanchica L., etc., station qui sous certains caractères présente quelque analogie avec les gazons secs à Bromus erectus Huds. de la lisière sous-jurassique. Tout cela tend à confirmer que Galium verum L. appartient à la flore indigène de la Vallée et que son arrivée dans les localités citées en dernier lieu n'est point accidentelle ; très probablement elle trouve sa place dans le sous-élément xérophile traité plus haut.

Ranunculus Ficaria L., connue en deux localités seulement à la Vallée, au-dessus du Campe et à Combenoire, ici comme là sur le terrain fumé par le bétail, autour des chalets. La présence de R. Ficaria dans ces deux stations, distantes de 6-7 km., ne peut être autre qu'accidentelle.

Lappa tomentosa Lam. Quelques pieds de cette composée existaient encore en 1897 sur un tas de terre attenant à une maison d'habitation, au Rocheray. La station ayant été bouleversée, la plante a disparu.

Melilotus officinalis (L.), A. et G. et *albus* Desr. sont d'immigration toute récente. En effet, on ne les observe que le long des routes et chemins et encore sont-elles très inconstantes.

Résumé du chapitre IV.

1. Dans l'époque quaternaire, le climat de l'Europe centrale a été deux fois au moins plus sec et plus chaud qu'actuellement. Une des périodes interglaciaires, la deuxième très probablement, a été surtout plus chaude et plus sèche que la période actuelle, et il est probable que la dernière glaciation a été suivie d'une

époque chaude et sèche appelée xérothermique ou aquilonaire, qui a favorisé le développement des steppes dans le sud-est et le centre de l'Europe, ainsi que l'extension vers le nord de plantes méditerranéennes.

2. La Vallée de Joux a subi une glaciation uniquement locale qui n'a probablement pas anéanti complètement toute végétation.

3. L'élément glaciaire de la flore de la Vallée de Joux, c'est-à-dire celui formé par les espèces n'ayant pu immigrer que sous l'influence d'un climat plus froid régnant lors du retrait des glaciers, comprend quelques espèces localisées dans le haut-marais ou dans les parties les plus fraîches, à exposition septentrionale, de la région supérieure.

Plusieurs espèces à floraison précoce et à cycle annuel très court, ainsi que d'autres s'avançant très loin vers le nord ont pu arriver à la Vallée de Joux dans les mêmes conditions que les précédentes.

4. La période xérothermique ou aquilonaire n'a pas laissé de traces de son passage à la Vallée de Joux. Les espèces méridionales localisées à la Dôle, aux Amburnex ou en d'autres lieux encore ne sont pas d'origine xérothermique ; leur immigration s'est vraisemblablement effectuée dans les circonstances climatériques actuelles.

5. L'élément sylvatique, divisible en sous-éléments, comprend un très grand nombre d'espèces adaptées au régime climatérique des forêts qui se sont substituées à la flore glaciale sous l'influence de l'amélioration du climat. Le bouleau et le pin montagnard sont probablement les arbres qui sont arrivés les premiers à la Vallée de Joux après la glaciation ; avec les espèces des localités froides et humides du fond de la Vallée, ils forment un premier sous-élément subglaciaire. L'épicea, le sapin blanc et les nombreuses espèces vivant sous la dépendance de ces conifères constituent un deuxième sous-élément forestier, d'immigration postérieure au précédent.

Le hêtre, ainsi que les espèces habitant les lisières bien exposées des forêts, représentent un groupe plus tempéré de ce sous-élément. Un troisième sous-élément xérophile comprend des plantes qui fuient la forêt, vivent dans des lieux secs ; les unes sont immigrées avant le sapin rouge, d'autres en même temps, mais l'extension constante de ce dernier les a reléguées en des stations où la forêt n'accède que difficilement. Pour plusieurs d'entre elles, assez répandues, l'établissement de l'homme et le

défrichement ont exercé une influence considérable sur leur dispersion.

6. L'immigration du sapin rouge est probablement antérieure à la période xérothermique ; celle-ci n'aura eu pour effet sur cette espèce que d'exhausser sa limite inférieure et supérieure.

7. Vu la configuration topographique de la Vallée de Joux, l'immigration des espèces aquatiques a été causée principalement par les oiseaux migrateurs.

8. L'élément adventice est formé des espèces dont l'établissement à la Vallée de Joux a été provoqué par le défrichement et les agissements de l'homme voué à l'agriculture.

CHAPITRE V

SYNTHÈSE DE LA FLORE

PLAN : Etude des deux questions suivantes : A. D'où et par quels chemins est arrivée la flore du Jura et plus spécialement celle de la Vallée de Joux, après le retrait des glaciers ? — B. Comparaison de la flore de la Vallée de Joux avec celle des contrées voisines, place qu'elle occupe dans celle du Jura.

A. D'où et par quels chemins est immigrée la flore de la Vallée de Joux après le retrait des glaciers ?

a) GÉNÉRALITÉS.

Nous avons vu dans le chapitre précédent que la flore de la Vallée de Joux, sauf peut-être quelques exceptions, est d'immigration postglaciaire. Pendant le retrait des glaciers le sol fut successivement habité par des plantes adaptées à des régimes climatériques divers et que nous avons classées en éléments glaciaire, etc. Il s'agit maintenant d'étudier le ou les points d'où elles sont parties et les voies qu'elles ont suivies.

Les lois de réimmigration des plantes à la Vallée de Joux sont naturellement celles auxquelles la chaîne du Jura a été soumise dans son ensemble. O. Heer a jadis émis l'hypothèse que la flore du Jura a été transportée du Valais dans cette chaîne, par les moraines et les blocs erratiques de l'ancien glacier du Rhône.

O. Heer basait son hypothèse sur la présence dans le Jura du Rhododendron ferrugineum L., spécial aux Alpes granitiques, et l'absence du Rh. hirsutum L., particulier aux Alpes calcaires. Christ (*Pflanzendecke des Juragebirges*, p. 20), réfute l'opi-