Zeitschrift: Boissiera : mémoires de botanique systématique

Herausgeber: Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève

Band: 15 (1969)

Artikel: Signification écologique et biogéographique de la répartition des essences forestières sur l'adret valaisan

Autor: Hainard, Pierre

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-895606

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

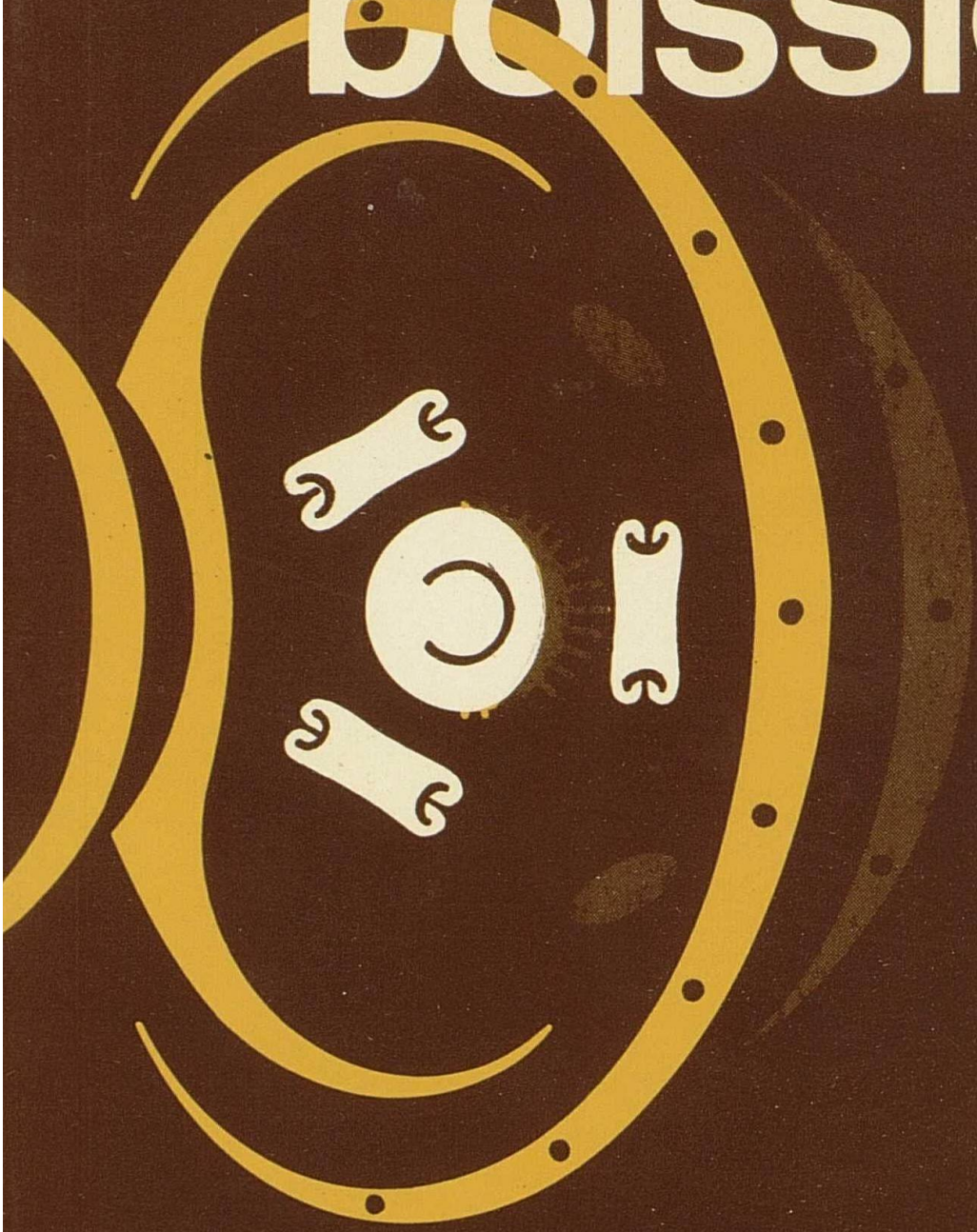
Terms of use

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: 08.10.2025

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

boissiera



Volume 15

Mémoires des Conservatoire
et Jardin botaniques
de la Ville de Genève

Couverture: Boissiera bromoides Hochst. & Steud.
espèce type du genre Boissiera Hochst. & Steud.

Diagramme floral de M. H. M. Burdet
Maquette et réalisation de Mlle S. Wikström

boissiera

volume 15

Mémoires
des Conservatoire et Jardin botaniques
de la Ville de Genève

Direction et édition:
Professeur Jacques Miège

Rédaction:
Werner Greuter

Réalisation:
Pierre Joguin
avec la collaboration de
Mme Y. Rondelli
Dessins de Mlle Saskia Wikström
et Pierre Hainard

Toute correspondance doit être adressée à:
Conservatoire botanique
Rédaction "Boissiera"
Route de Lausanne 192
CH-1202 Genève

Imprimerie du Journal de Genève

volume **boissiera** 15

PIERRE HAINARD

Signification écologique et biogéographique de la répartition des essences forestières sur l'adret valaisan

Genève, le 15 décembre 1969

A MADAME BERTA ROTEN-CALPINI,
PEINTRE DU VALAIS

I dzo^{o} rébalé chin ké i foua la jou,
La forêt redonne ce que le feu détruit (lors des incendies de village).

Kan i chèfé lé ina a dzo^{o}, fo ita ba mijon, ché parté ba, no chin presté po Mamouron.
Quand le chef (garde-forestier) est en haut dans la forêt, il faut rester en bas à la maison; s'il descend (chez lui), nous sommes prêts (à partir) pour (la forêt de) Mamouron (forêt située à proximité dans la vallée de la Morge, donc facilement accessible au bûcheronnage illégal).

I bo^{ou} dé ona pijé pa comin ché dé oéchor.
Le bois de lune (abattu nuitamment parce qu'illégalement) n'est pas pesant comme celui qui échoit (que la bourgeoisie attribuait par tirage au sort et qui était souvent situé en des lieux difficilement accessibles).

Proverbe saviésan et maximes autrefois en usage à Savièse, recueillis et transmis par Fernand Luyet.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

1. Introduction 11
2. Sources et méthodes 13
3. Cadre géographique et géologique 15
   3.1. Définition géographique 15
   3.2. Géologie, orographie 15
4. Cadre climatique 18
   4.1. Température 18
   4.2. Précipitations et pluviosité 21
      4.2.1. Précipitations annuelles et variabilité 21
      4.2.2. Pluviosité et régime ombrothermique 31
   4.3. Facteurs maximums 46
      4.3.1. Neige 46
      4.3.2. Grêle 46
      4.3.3. Orage 47
      4.3.4. Insolation 48
      4.3.5. Nébulosité 48
      4.3.6. Vent 51
   4.4. Conclusion 56
5. Répartition des essences forestières et signification écologique 59
   5.1. Cadre phytogéographique, généralités, méthodes 59
   5.2. Vallée de l'Avançon d'Anzeindaz (A) 67
   5.3. Flanc S des Follatères à Ardon (F1) 71
   5.4. D'Ardon à Montana, note générale 72
   5.5. Vallée de la Lizerne ou val Triqueut (V1) et flanc suivant (F2): carte 3 73
   5.6. Vallée de la Morge (V2) et flanc suivant (F3) 82
   5.7. Vallée "suspendue" de la Sionne (V3) 87
   5.8. Vallée de la Liène (V4) et flanc suivant (F4-5) 87
   5.9. Haut-Valais, note générale 92
   5.10. Vallée de la Dala (V5) et flanc suivant (F6) 92
   5.11. Lötschental (V6) 96
   5.12. Flanc (F7) et vallées (V7) jusqu'à Visp 104
   5.13. Flanc (F8) et vallées (V8) jusqu'à Brig 108
   5.14. Aletsch-Massakin (V9) et flanc suivant (F9) 109
   5.15. Nendaz-Isérables (N) 111
6. Vue d'ensemble de la répartition 115
   6.1. Sources et méthodes 115
   6.2. Répartition générale 130
      6.2.1. Equivalences écologiques régionales 132
      6.2.2. Considérations d'ensemble 134
7. Mise en place d'un facteur biotique, le sapin, selon la palette écologique régnant dans le cadre géographique 136

7.1. Esquisse d'une caractérisation écologique des catégories de facettes tracée sur l'adret valaisan 137
7.2. Considérations phytocinétiques sur la constitution, au cours du postglaciaire, du statut actuel du sapin sur l'adret 140
8. Conclusion 145
Bibliographie 148

1. Introduction

Conçu au départ comme une collecte de données préalables à une cartographie de la végétation à moyenne échelle (1: 200.000), ce travail doit à son encadrement fonctionnel:

1° – l'extension du cadre géographique (Valais et périphérie) dans lequel est réalisée l'enquête sur les facteurs écologiques (ici les facteurs climatiques, guidés vers une synthèse qui, par manque de données thermiques, sera plus généralement hypsoombrique que ombrothermique);
2° – l'extension géographique du complexe écologique dans lequel est réalisée l'enquête sur les facteurs biotiques (ici, l'adret valaisan de Brig à Martigny, avec 2 zones témoins – ubac et aval – dans son extension altitudinale comprise entre le talweg et la limite supérieure de la forêt) en tant que lieu de contraste écologique maximum dans une extension géographique le faisant participer des divers domaines édapho-climatiques (ou de leur sphère d'influence) de cette région alpine qui s'étend du centre des Alpes suisses au Léman et du Plateau suisse au Piémont;
3° – la catégorie des facteurs biotiques dont est recherchée l'ordonnance selon les facteurs écologiques majeurs (ici les essences forestières les plus importantes, "formant forêt", soit, "de bas en haut": pin sylvestre, hêtre, sapin, épicéa, mélèze, arole).

Ces trois niveaux d'action doivent permettre l'élaboration d'une image biogéographique préalable à la synthèse complète que pourrait présenter la réalisation cartographique selon la conception et les méthodes du service de la Carte de la végétation de la France, soit une synthèse floristico-écologique dynamique basée sur la notion de série de végétation.

Cette image préalable entend apporter des matériaux:

1° – à l'encadrement climatique général que, pour la carte de la végétation, fournissent les cartons annexes (climatique, adversités agricoles et autres pro parte);
2° – à la carte elle-même, des préminutes (cartes de vallées, contenant la physionomie de la végétation transcrite par photo-interprétation et renseignée quant aux essences forestières par observation et l'utilisation du sol);
3° – à la connaissance, préalable à la définition et à la cartographie des séries, de leur élément "de tête": les essences forestières. L'observation, la transcription et l'interprétation de leur répartition, dans le complexe stationnel, selon x, y (latitude, longitude), z (altitude), t (temps, au point de vue d'une phytoci-

nétique postglaciaire = holocène et, plus récente, anthropogène = actuelle) et *e* (facteurs écologiques majeurs) apporte des pièces à leur dossier de candidats à la tête d'une ou de plusieurs séries, dont une étude ultérieure complète de végétation pourrait fixer les statuts.

En ce sens, notre recherche doit encore dépasser son cadre actuel pour atteindre celui d'une synthèse floristico-écologique dynamique; mais, dans cette opération d'ensemble où elle devra intégrer les synthèses statiques intensives (telle en premier lieu celle de Kuoch, 1954) et extensives (soit sanctionnées par une cartographie compréhensive, telle celle de Schmid, 1950) elle se doit d'attendre la mise à disposition de l'étude fondamentale que l'Institut géobotanique de l'Ecole polytechnique fédérale a réalisée, sous l'égide du professeur Ellenberg, sur la végétation forestière de la Suisse et dont la parution est imminente.

Pour sa réalisation, notre étude s'inspire plutôt de l'opération "Recherches sur la répartition des plantes croissant spontanément en Suisse" entreprise de 1900 à 1930 environ par ordre du Département fédéral de l'intérieur en vue d'une synthèse d'ensemble couvrant le territoire de la Confédération et dont la livraison 2 couvrant le Binntal est un exemple pour nous proche à tous points de vue (Binz 1908).

Pour son analyse, notre étude s'inspire du souci de Candolle (1855) définissant les appétences écologiques fondamentales de végétaux choisis et suit le cheminement tracé par Rey (1960) dans la hiérarchisation des paramètres et leur traitement.

Nos remerciements doivent s'adresser tout d'abord au professeur F. Chodat: en effet, après avoir guidé nos études de naturaliste, il nous a non seulement montré le chemin de Toulouse, mais est resté constamment à disposition pour nous prodiguer ses conseils éclairés. Qu'il soit ici officiellement averti que le repos si mérité dont il commence à bénéficier sera continuellement troublé par nos visites, le recours à l'ampleur de son expérience et à la clarté de sa vision des problèmes nous étant indispensable.

Nous avons pu bénéficier de l'enseignement du maître de la phytogéographie, le professeur H. Gaussen, qui a bien voulu initier cette recherche. Qu'il soit assuré que, avec notre gratitude, son souvenir et ses lumières ne nous quitteront jamais.

Le professeur Rey nous a fourni, en plus de son enseignement fondamental, toute la catalyse biogéographique nécessaire à l'établissement de notre schéma. Son enseignement biogéographique, d'une ampleur et d'une clarté inédites, restera pour nous un cadre indéfectible.

Enfin, les mots sont trop faibles pour exprimer au professeur Jacques Miège, directeur des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, l'immense gratitude que son appui total, sans lequel ce travail eût été grandement contrarié, nous inspire.

De nombreux organes officiels nous ont réservé une hospitalité bienveillante et coopérative. Que soient remerciés sincèrement la direction et le personnel du Service topographique fédéral, à Berne, et de la Meteorologische Zentralanstalt à Zurich. La liste serait trop longue; nous nous bornerons à assurer de notre gratitude d'éminents hommes de science comme le professeur M. Welten, le professeur H. Zoller ainsi que les forestiers valaisans et les profonds connaisseurs de ce beau pays dont le jugement reste pour moi le plus effrayant à encourir et dont, pour cette bonne raison qu'ils accepteront, je l'espère, les noms ne seront pas cités ici.

2. Sources et méthodes

Le Valais a été l'objet de nombreuses recherches et publications. Cependant, notre objectif: cartographier d'une manière simple et concrète des éléments biotiques élémentaires, les essences forestières, nous a fait exploiter partiellement cette volumineuse documentation et ceci dans une mesure qui apparaît au fur et à mesure de notre texte. Nous dégagerons toutefois deux grandes lignes et quelques annexes dans les sources utilisées par nous.

1° – Etudes générales: elles nous ont fourni des éléments d'ensemble de référence et des règles générales de répartition. Citons: de Candolle (1855); Christ (1907); l'étude générale milieu-végétation de Brockmann-Jerosch (1925-1929); la description de Furrer (1923) où le point de vue dynamique est mis en valeur; enfin celle de Favarger (1958) où la synthèse des connaissances sur le subalpin et l'alpin est à la fois vulgarisée et très complète.

2° – Etudes intégrées à un niveau défini, dans la doctrine et (ou) dans l'extension géographique: ici, les études phytosociologiques, dont Kuoch (1954) représente la plus étendue, dépassent (cf. chap. 1) notre niveau; des études plus locales (Gams 1927), ou étendues mais à doctrine propre (Schmid 1950), nous ont d'abord renseigné par leurs indications d'ensemble, ensuite et directement par leur cartographie que nous avons utilisée pour la région de Martigny-Chamoson. Une foule de contributions locales ont été exploitées à des degrés divers. Mentionnons les nombreux commentaires multidisciplinaires de Mariétan et les observations climatologiques et météorologiques de Bouet. Quant à l'interprétation dans le temps de la répartition des essences forestières, elle se fonde sur les études à base palynologique de Welten (1958) et Zoller (1964) pour la phytocinétique holocène, de Meyer (1950-1955), Mariétan (div.) et sur quelques rapports oraux et locaux pour la phytocinétique actuelle.

Quant à la mise en œuvre des paramètres et aux réalisations cartographiques, nous distinguerons les catégories: topographie, géologie, climatologie et répartition des essences.

1° – Topographie: les données sont fournies par la Carte nationale de la Suisse, à des échelles variant entre le 1: 25.000 et le 1: 100.000. Elle fournit également les fonds topographiques (que nous avons redessinés selon une schématisation propre) utilisés pour les cartes de répartition de même que la carte de la France au 1: 200.000.

2° – Géologie: le fond nécessaire au renseignement des profils est fourni par la Carte géotechnique de la Suisse au 1: 200.000 (feuille 3, 1936). Des indications locales sont tirées de la Carte géologique générale de la Suisse au 1: 200.000 également (feuille 6, 1942).

3° – Climat: les données principales sont tirées des compilations du Meteorologische Zentralanstalt, Zurich, principalement de Uttinger (1949) pour les précipitations, ainsi que de Schüepp (1960-1963) pour une partie des températures. Pour l'Italie, Eredia (1934) et un bulletin de l'ENIT ont fourni des données. Les observations de Bouet ont donné le fil conducteur, ses chiffres sont utilisés autant que possible. Un recours à Maurer, Billwiler, Hess (1909-1910) a été nécessaire pour la fréquence et la direction des vents. Le fond continu pluviométrique est obtenu par transcription à notre échelle de travail général. (1: 100.000) de la carte des précipitations de Gaussen (in Atlas de la France, 1935).

4° – Répartition des essences: elle a été obtenue par observation directe à l'œil nu et à la jumelle (le principe de prospection étant de parcourir un versant de vallée tout en observant à la jumelle le versant opposé, et vice-versa). Le parcours nous a permis d'effectuer une centaine de relevés délimités et de rédiger de nombreuses notes d'itinéraires, documentation floristico-écologique que nous gardons à disposition d'une phase ultérieure de cartographie. La répartition des essences a été transcrite sur la carte générale par points colorés (points de présence seulement et non de fréquence, vide infra); sur les cartes de vallées par symboles. C'est au niveau de ces cartes régionales qu'intervient la photo-interprétation, intégrant la physionomie de la végétation et l'utilisation du sol, opération effectuée au Service topographique fédéral. Matériel: la couverture aérienne de la Suisse, panchro, échelle moyenne 1: 20.000, généralement plus petite par suite des fortes dénivellations; pour quelques zones de la vallée de la Lizerne, des couvertures circonstancielles réalisées à basse altitude par le Bureau fédéral des mensurations ont été utilisées (panchro, échelle moyenne 1: 10.000).

3. Cadre géographique et géologique

3.1. *Définition géographique*

L'ensemble valaisan est formé par le bassin supérieur du Rhône, de sa source à son embouchure dans le lac Léman. Il peut être découpé en 4 segments, au fil de l'eau:

1° – Gomstal (vallée de Conches) de la source à Brig, segment de 50 km environ, descendant NE-SW.
2° – Valais "E", selon une subdivision que nous conserverons au cours de cette étude, soit un segment de 30 km environ, courant E-W, de Brig à Leuk.
3° – Valais "W" (cf. supra), 50 km de cours ENE-WSW de Leuk à Martigny.
4° – Bas-Valais, 40 km du coude de Martigny au lac Léman, dirigé SE-NW.

Ce bassin est limité par des chaînes de montagnes en crêtes suivant le talweg du Gomstal à Martigny, puis en gros perpendiculaires en Bas-Valais. En grandes lignes, nous voyons donc ce sillon se creuser au milieu des Alpes, parallèlement aux grandes chaînes, à l'ouest du nœud alpin représenté par le massif primitif Aar-Gothard. Aux $^2/_3$ de son parcours, butant contre l'extrémité N du massif du Mont-Blanc, le talweg, par capture, vire à 90° et coupe les chaînes préalpines jusqu'au Léman.

L'écartement des crêtes limitantes dicte l'ampleur des deux versants, l'ubac et l'adret. De la même faible extension dans le Gomstal, ils se singularisent dans le Valais E et W. Là, l'ubac est limité par la haute crête des Alpes valaisannes, il s'étend jusqu'à 40 km du talweg: place est ainsi faite à un appareil de longues vallées latérales, parfois séparées par de courtes vallées intercalaires. Chez l'adret, la crête des Alpes bernoises est bien plus proche du talweg (10-15 km), déterminant ainsi un versant abrupt à vallées courtes) le Lötschental, seule longue, atteint son extension en suivant dans sa partie supérieure la crête limitante). Point commun, le surcreusement glaciaire détermine de part et d'autre du talweg des premières pentes raides et assez homogènes, séparant les vallées sous forme de faces de pyramides plus ou moins étendues et constituant pour l'adret un type de paysage dénommé "flanc" par opposition à "vallées" dans cette étude.

3.2. *Géologie, orographie*

Entre les deux points d'ancrage que constituent les massifs cristallins précités, trois éléments de charriage ont déferlé soit:

1° – les nappes penniques, formant l'ensemble de la rive gauche du Rhône jusqu'à Martigny (l'ubac). Ses matériaux sont métamorphiques, siliceux et calcaires remaniés.

2° – les nappes helvétiques, formant la rive droite (l'adret), établies en un "ensellement de Sion", donc cintrées en largeur, créant une morphologie d'ensemble particulière à certaines vallées de l'adret (cf. Ardon-Montana). Leurs matériaux sont surtout calcaires.

3° – de moindre extension dans notre domaine, l'élément ultra-helvétique, à l'W. Ses matériaux sont calcaires également.

Orographiquement, de la source du Rhône à Martigny, le Valais est limité par deux crêtes. Au S court une crête d'altitude moyenne 3200 m, d'abord relativement basse (Alpes Lépontines en amont, jusqu'au niveau du Simplon) puis culminant à 4140 m sur 22 km de long (massif du Mont-Rose), ensuite se poursuivant selon sa moyenne jusqu'au col de Balme. L'importance générale de cette haute crête en fait l'élément déterminant du relief valaisan. Le nord est limité par une crête d'altitude moyenne 3100 m, d'abord élevée (massif de la Jungfrau) jusqu'en Valais E où elle s'abaisse en se continuant de masses calcaires.

Le sillon ouvert dans cet ensemble se creuse dans le Gomstal au S du massif de l'Aar-Gothard qui en constitue le flanc N, les nappes penniques formant le flanc S. La vallée est en V, à profil pentu (du glacier en amont à 700 m en aval à Brig), les crêtes rapprochées, les pentes abruptes.

En Valais E, la vallée s'ouvre (en U), un fond alluvial commence (700 m) qui se poursuit jusqu'au Léman (370 m). L'adret, toujours abrupt, participe du massif siliceux, mais se double dès sa moitié aval d'éléments calcaires à sa base qui renforcent le contraste édapho-climatique général avec l'ubac.

En Valais W, l'adret voit ses premières pentes, que nous appellerons le flanc, divisées en une succession de portions plus ou moins triangulaires, alternant avec les vallées latérales taillées dans la masse calcaire helvétique. Au bas, un placage pennique de schistes cristallins, isolé de la masse par le cours du Rhône, s'étend sur la partie centrale. A l'ubac, l'appareil des longues vallées penniques se poursuit.

En Bas-Valais, le Rhône coupant après son virage dans la succession des plis alpins et préalpins voit ses rives perdre leur exposition générale simple et contrastée; d'autre part, le relief général est plus doux (présence du flysch) et les crêtes limitantes s'abaissent fortement: au SW, la moyenne en est de 2360 m (dans les derniers 20 km, elle n'est que de 1900 m); au NE, et ceci jusqu'aux Rochers-de-Naye, elle court à 2100 m. Cette basse vallée est donc ouverte, par ses dimensions et ses orientations, au climat atlantique qui règne à l'W.

En résumé, le sillon valaisan, individualisé par son relief limitant, présente, particulièrement en Valais E et W qui nous intéressent, un dimorphisme interne adret-ubac à contraste renforcé par:

1° – à l'adret, une crête proche du talweg, déterminant un territoire abrupt[1]; sa nature géologique renforce par place (grâce à la présence des calcaires basaux) le contraste dicté d'abord par l'exposition;

[1] Quant au "flanc" en particulier, les pentes moyennes données par Loup (1965) montrent le bas de ce versant d'une raideur exceptionnelle, variant de 37 à 48 % en Valais W et passant à 25-33 % en Valais E.

2° – à l'ubac, après les premières pentes (= flancs de l'auge glaciaire), une extension 4-5 fois supérieure à celle de l'adret, permettant de longues vallées latérales reproduisant selon leurs modules les conditions particulières de la vallée centrale; l'ensemble à prédominance non calcaire s'oppose de ce fait encore plus à la moitié aval de l'adret.

Au point de vue superficie, le bassin du Rhône valaisan (donc non compris, pour cause de frontière politique, l'adret du Bas-Valais) s'étend sur environ 5220 km², dont plus de la moitié est située au-dessus de 2000. Une caractérisation première de cette surface peut être, selon Gutersohn (1961):

Surface totale	523.096 ha	soit	100	%
Improductif	260.750 ha	soit	50	%
Productif	262.346 ha	soit	50	%
Forêts	85.471 ha	soit	33	%
Prairies	29.012 ha	soit	11	%
Champs	5.118 ha	soit	2	%
Vignes	3.270 ha	soit	1,2	%

4. Cadre climatique

Le climat du Valais a été maintes fois décrit. Chacun, qu'il soit homme de science ou rédacteur de prospectus touristiques, en a relevé, à sa manière, les traits frappants: sa sécheresse, son ensoleillement. L'allure continentale du climat valaisan, dictée par la configuration relativement fermée et profondément creusée de cette vallée centre-alpine, le distingue des régimes climatiques voisins en y engendrant des contrastes modulés par l'altitude.

En effet, deux régimes climatiques prépondérants entourent le Valais: nous les appellerons atlantique et insubrien. L'atlantique se manifeste de l'W au N grosso modo et se montre, du Plateau suisse aux Préalpes et au versant N des Alpes comme régions limitrophes, relativement frais et humide, avec été pluvieux. Au sud du Valais central, le val d'Aoste répète une modalité continentale (sui generis d'ailleurs) mais plus loin au S et surtout au SE, l'insubrien étend son domaine relativement chaud et humide où le printemps et l'automne sont pluvieux – au Tessin, l'été l'est également. A l'E enfin, les vallées grisonnes hébergent un climat a été relativement pluvieux, donc affecté par la modalité du versant N des Alpes.

Ces modalités sont en partie coupées du creux valaisan par les barrières montagneuses qui le limitent, et n'y exercent que des influences limitées dans leur extension et leur efficacité. Cette participation est importante pour préciser les particularités régionales du climat valaisan et individualiser les territoires, dont l'adret qui nous importe.

Dans la description qui suit, nous passerons en revue les facteurs climatiques envisagés, certains y jouant un rôle prépondérant de par leur maniabilité et l'abondance des données disponibles. Il s'agira:

1° – des facteurs minimums (facteurs jouant un rôle décisif quand ils sont à leurs valeurs les plus faibles), soit la température (rapidement traitée, car les données en sont rares et trop "impersonnelles" au point de vue écologique), puis les précipitations, source d'exploitation climatologique plus abondante permettant de déboucher sur les régimes de pluviosité, la variabilité annuelle et saisonnière, et conservant ainsi au mieux la trace des influences des climats voisins; une fruste synthèse ombrothermique conclura cette première partie;

2° – les facteurs maximums (facteurs qui jouent un rôle décisif lorsqu'ils approchent de leurs valeurs les plus élevées), soit la neige, la grêle, les orages, le vent (important en Valais), l'ensoleillement et la nébulosité, donc le brouillard également.

Enfin, nous conclurons par une mise en place générale des particularités régionales.

4.1. *Température*

Ce facteur limitant essentiel pour la végétation de montagne est lié à l'altitude selon un gradient général alpin moyen annuel précisant une diminution de 0,55° pour une augmentation de 100 m en altitude. Ce gradient est plus élevé en été, moin-

dre en hiver (où il peut changer de signe par l'action de l'inversion de température, pouvant donner localement une augmentation de 2° pour une élévation de 1000 m en altitude). En plus de l'altitude, l'exposition (cf. l'ensoleillement) module très fortement ce facteur. C'est dire que pour rendre compte de sa distribution, il faudrait d'innombrables stations de mesures réparties selon le compartimentage altitudinaire et géomorphologique. Or, ce n'est pas le cas: les stations sont rares et la plupart situées en fond de vallées (localités). De plus, la mesure sous abri ne traduit pas les conditions effectives qui intéressent les végétaux: Bouet signale qu'à Château-d'Oex, en décembre 1879, les températures synchrones suivantes ont été relevées dans trois situations: −24,7° sous abri, −31,4° à terre et −38,4° au fond d'un creux voisin.

Ainsi le lâche réseau de stations nous intéressant ne peut fournir qu'une base d'extrapolation, où, à l'échelle de notre travail, l'altitude et l'exposition joueront le rôle d'intégrateurs.

La continentalité valaisanne se montre par la chaleur de ses stations (élévation de masse) et (ou) par les contrastes dans le thermopériodisme annuel et noctidiurne. Les valeurs "stérilisées" que fournissent les stations sous abri n'en donnent qu'un pâle reflet.

		Température	
		moyenne annuelle	*amplitude*
Stations de plaine:			
Valais	Sion	9,8	19,3
Périphérie	Montreux	9,8	17,9
	Thun	8,3	18,7
Stations de moyenne altitude:			
Valais	Montana (1509 m). .	5,7	16,3
	Leukerbad (1391 m)	5,2	16,7
	Zermatt (1610 m) . .	3,6	18,1
	Saas-Fee (1785 m). .	2,8	17,5
	Reckingen (1332 m)	4,0	19,6
Versant N des Alpes	Guttannen (1055 m)	6,0	16,2
	Adelboden (1340 m)	5,4	16,1
	Saanen (1155 m) . .	6,0	16,2

Remarquons que, chez les stations de moyenne altitude, la caractérisation la moins effacée réside dans les deux stations de la rive gauche du Rhône, (Zermatt et Saas) au lieu de la plus forte élévation de masse. Le manque de contraste ailleurs fait relever deux amendements: la diminution de l'amplitude en corrélation avec celle de la température moyenne annuelle (donc avec l'élévation en altitude) et l'esquisse d'une solidarité climatique sensu lato entre le versant N des Alpes et l'adret valaisan dès une certaine altitude.

Pour situer la caractérisation thermique des stations centre-alpines, il faut tenir compte de deux pôles annuels: la période hivernale dont témoigne le mois de janvier et la période estivale dont témoigne le mois de juillet. En janvier, les stations de fond de vallées seront relativement plus froides que les stations supérieures (fait dans lequel l'inversion de température joue le plus grand rôle). En juillet, les stations situées sur le flanc direct en exposition S (situation qui se retrouve surtout sur l'adret qui nous occupe) seront plus chaudes de par leur exposition et, en annexe, de par l'effet d'écrasement des masses d'air descendant de la chaîne des Alpes valaisannes; tandis que les stations des longues vallées descendant de cette chaîne présenteront un rafraîchissement au milieu de la journée dû à la brise de vallée (Bouet 1954). Les stations d'altitude au cœur du massif jouissent d'une limpidité atmosphérique, donc d'une chaleur accrue.

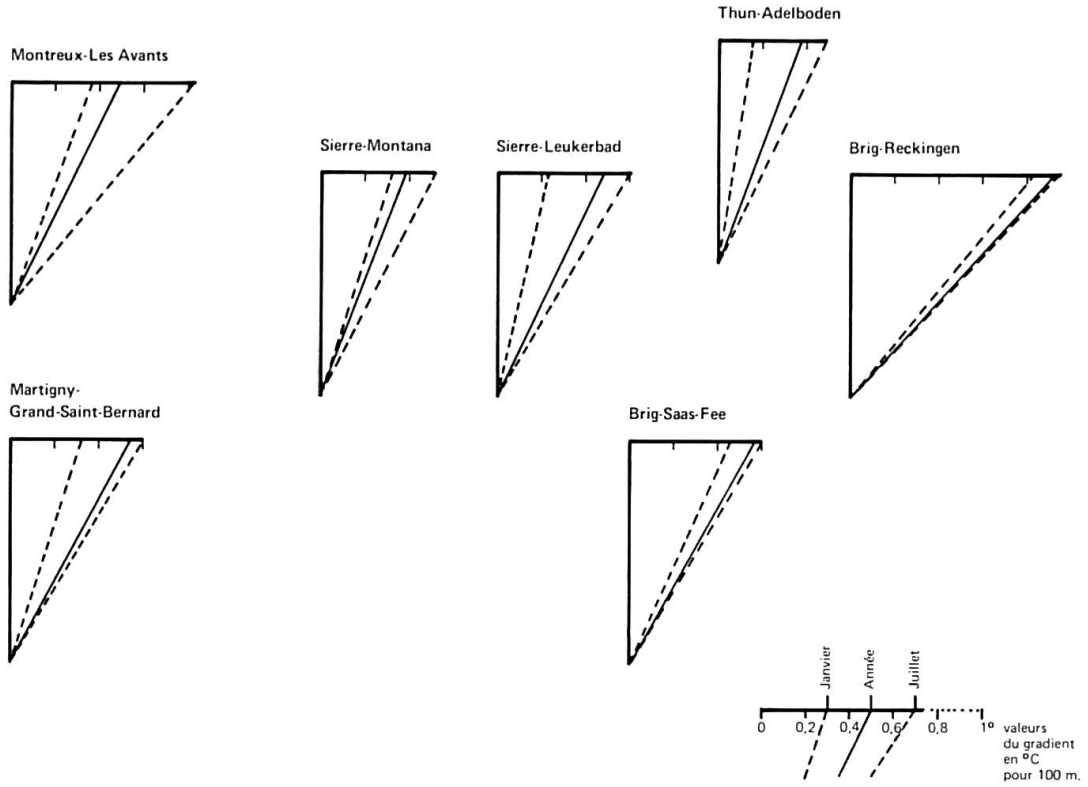


Fig. 1. – Valeurs annuelle, hivernale et estivale du gradient température/altitude pour quelques stations du Valais et voisines.

La figure 1 donne un aperçu graphique du comportement du gradient annuel de diminution $t°$/altitude de janvier et de juillet dans quelques stations du Valais et de la Suisse périphérique. Nous y voyons que ce gradient atteint ses plus fortes valeurs dans les transects aboutissant à la haute chaîne valaisanne, ou mieux à Reckingen (que nous verrons encore se comporter comme un pôle du froid). Les stations entourant la crête des Alpes bernoises sont plus discrètes, surtout en leur versant N. La valeur estivale est prépondérante dans les mêmes stations; c'est auprès

de Montana et les Avants, soit dans les adrets, qu'elle s'éloigne le plus de la moyenne, traduisant ainsi une situation généralisée au cours de l'année du type indiqué pour la situation générale de janvier, et marquant la relativement faible diminution de température avec l'altitude sur ce type de situation géographique, où le refroidissement apparaît au plus fort pendant la saison chaude, donc à l'extrémité la moins novice pour la végétation de son amplitude annuelle.

4.2. *Précipitations et pluviosité*

Pour ce facteur, les stations sont plus nombreuses et la continuité des mesures y est plus grande: la nature quantitative et cumulative de l'appréciation de ce météore rend en effet sa mesure plus facile. Leur accès en ce qui concerne les stations suisses est grandement facilité par la publication de Uttinger (1949) portant sur la période d'observation 1901-1940; ce sont ses données qui nous ont fourni matière à interprétation. Un recoupement sous forme de sondage parmi les données plus récentes (moyennes 1931-1960) a été effectué dans la publication plus récente du même auteur (1965). Comme le titre ci-dessus l'indique, nous approcherons le sujet à deux niveaux: précipitations annuelles et variabilité d'une part, pluviosité et régime ombrothermique d'autre part.

4.2.1. *Précipitations annuelles et variabilité.*

L'adret qui nous intéresse se situe au milieu d'une vaste région médio-européenne présentant un régime axérique, cryomérique en haute altitude. C'est dire que nous resterons dans les normes macroclimatiques moyennes, sans grands contrastes. Cependant, le fait frappant du climat valaisan est sa sécheresse, qui se marque par la présence des zones les plus sèches de Suisse.

L'intervention du relief de vallée intérieure sèche permet à Sion de compter 588 mm de pluie par an seulement à 549 m d'altitude; mieux, Staldenried, situé dans l'ensemble latéral des Visptäler, compte 529 mm à 1057 m d'altitude. Un coup d'œil aux cartes des précipitations (nous nous sommes fondés plus particulièrement sur celle de Gaussen, 1935) nous fait voir l'îlot de sécheresse du Valais central, se répétant plus modestement au sein des longues vallées latérales de la rive gauche (val d'Entremont, Visptäler) et entouré des plus fortes précipitations périalpines. Des îlots de ce genre se retrouvent dans les autres vallées de l'ensemble des Alpes citées dans l'introduction morphologique; les plus proches sont, au S, celui du val d'Aoste; au N et au NE ceux de la vallée du Rhin en amont (Chur) et en aval (Schaffhausen) du Bodensee.

A partir de cet îlot de sécheresse à relativement basse altitude, une progression altitudinaire (corrélation positive) s'établit sur les pentes périphériques. Les quantités annuelles atteintes par cette progression et les gradients varient régionalement; pour en donner une vue d'ensemble, les figures 2 et 3 ont été établies, donnant, selon les coordonnées abscisse = altitude et ordonnée = précipitation, l'extension des images de points hypso-ombriques caractérisant grosso modo les milieux envisagés.

1° – Les stations du milieu valaisan (fig. 2) se situent dans la région la plus xérique du tableau. Les stations du talweg, en continuité avec celles en aval du Bas-Valais, montrent, par la profonde inflexion de la ligne que suggère leur succession, le creux pluviométrique qui caractérise le milieu. Les stations les plus sèches sont celles de la rive gauche; celles de la rive droite (trop peu nombreuses) esquissent une tendance à se rapprocher des valeurs propres à celles du versant N des Alpes. A partir du point moyen (P = 880 mm, A = 1270 m) la droite de la régression by_x des précipitations en fonction de l'altitude présente un facteur de 0,54; le nuage présente un coefficient de corrélation $r = 0{,}70$.

2° – Les stations du milieu généralisé Bas-Valais + versant N des Alpes (fig. 2) montrent d'abord par leur mélange leur appartenance à une situation ombrique périalpine relativement homogène dans son extension de par sa fonction réceptrice des précipitations atlantiques qui sont dominantes. Ainsi leur nuage se situe plus haut dans l'échelle ombrique que celles du Valais, le point moyen est à P = 1307 mm et A = 1050 m; la droite by_x pas sa pente de 0,4 montre un ravitaillement ombrique abondant généralisé engendrant moins de contrastes altitudinaires. Le coefficient r est de 0,55 seulement.

3° – Une situation du même ordre se retrouve en région cisalpine: le Tessin (fig. 2), accueillant la lame de précipitations méridionales, est encore plus arrosé; son point moyen en témoigne (1830 mm; 970 m) et sa droite by_x à la pente de 0,29 montre une encore plus grande absence de contraste altitudinaire. Le coefficient r remonte cependant à 0,62, témoignant une répartition plus groupée.

4° – Le val d'Aoste (fig. 3), homologue du Valais par sa continentalité, s'établit de même dans la zone xérique du tableau; son point moyen à P = 754 mm et A = 1166 m fait ressortir une sécheresse accrue; la droit by_x à la pente presque nulle de 0,09 traduit l'horizontalité de nuage de points. L'influence insubrienne en aval, la sécheresse des hautes stations (sécheresse très marquée: le Grand-Saint-Bernard reçoit à 2211 m sur le côté italien 869 mm de pluie; sur le côté suisse, c'est déjà à Bourg-Saint-Pierre, 1633 m, qu'il en reçoit autant !), enfin les plus fortes valeurs du talweg, plus haut à Aoste d'une centaine de mètres que celui du Valais, appuyent ce manque comparatif de contraste. Le coefficient r est de 0,25.[1]

5° – Le bassin du Toce (fig. 3) constitue un réceptacle à précipitations méridionales où des paliers montagneux diversement orientés créent une certaine confusion. Son point moyen à P = 1333 mm et A = 1055 m montre une situation plus humide, où la droite by_x s'aplatit à une pente de 0,05 et où r descend à 0,13, soit quatre fois moins que son seuil de signification.

6° – Quant au bassin de la Sesia (fig. 3), la confusion de son orographie est extrême et les lames ombriques s'abattant avec violence sur les abords de cette région. On obtient un point moyen très élevé quant à P (= 2000 mm pour A = 816 m) et une corrélation négative ($by_x = -0{,}86$) avec un coefficient $r = -0{,}62$.

---

[1] Les stations italiennes, caractérisées par des moyennes s'étalant sur 10 ans seulement, sont sujettes à caution.

Nom de la station	*Moyenne arithmétique* $\overline{X}$	*Variance* S^2	*Ecart type* S	*Coefficient de variation* V
Bas-Valais				
1. Clarens	1145	48 061	219,2	0,19
2. Chessel	1114	39 608	198,9	0,18
3. Leysin	1344	67 152	258,1	0,19
4. Gryon	1067	91 776	302,9	0,28
5. Marécottes	1184	63 113	252,1	0,21
6. Savatan	815	39 426	198,5	0,24
Valais				
7. Martigny	801	32 156	179,3	0,22
8. Orsières	760	37 909	194,7	0,27
9. Bourg-Saint-Pierre	889	28 730	169,4	0,19
10. Grand-Saint-Bernard	2145	143 372	378,2	0,18
11. Bagnes	798	40 845	202,1	0,25
12. Sion	613	22 799	150,9	0.25
13. Hérémence	713	19 447	139,4	0,20
14. Sierre	569	21 834	147,7	0,26
15. Varone	584	17 038	130,5	0,22
16. Leukerbad	1100	66 356	256,6	0,23
17. Kippel	903	44 004	209,8	0,23
18. Visp	624	25 595	150,0	0,24
19. Zermatt	685	27 580	166,1	0,24
20. Saas-Fee	844	30 339	174,2	0,21
21. Binn	1035	42 706	206,6	0,20
22. Fiesch	937	44 790	211,6	0,23
23. Reckingen	1079	52 473	229,1	0,21
24. Furka	1924	226 333	475,7	0,25
Tessin				
25. Saint-Gothard	2405	193 395	439,7	0,18
26. Airolo	1805	131 594	362,7	0,20
27. Cevio	1786	169 157	401,2	0,22
28. Camedo	2229	349 401	591,1	0,26
29. Locarno	1920	116 597	331,3	0,17
Pays-d'Enhaut				
30. Diablerets	1391	50 680	225,1	0,16
31. Jaun	1751	111 337	333,6	0,19
32. Château-d'Oex	1319	51 184	226,2	0,17
33. Gsteig	1319	51 616	227,2	0,17
34. Lauenen	1347	54 660	233,8	0,17
Oberland				
35. Thun	964	20 676	143,8	0,15
36. Zweisimmen	1358	54 310	233,0	0,17
37. Frutigen	1216	33 848	183,9	0,15
38. Adelboden	1379	47 039	216,8	0,16
39. Kandersteg	1245	22 715	150,7	0,12
40. Interlaken	1239	36 995	192,3	0,16
41. Beatenberg	1520	45 283	212,8	0,14
42. Grindelwald	1273	46 292	215,1	0,17
43. Brienz	1340	50 648	225,0	0,17
44. Guttannen	1712	83 952	288,7	0,17

Tableau 1. – Indices de variation de la précipitation annuelle 1921-1940 de 44 stations valaisannes et périphériques.

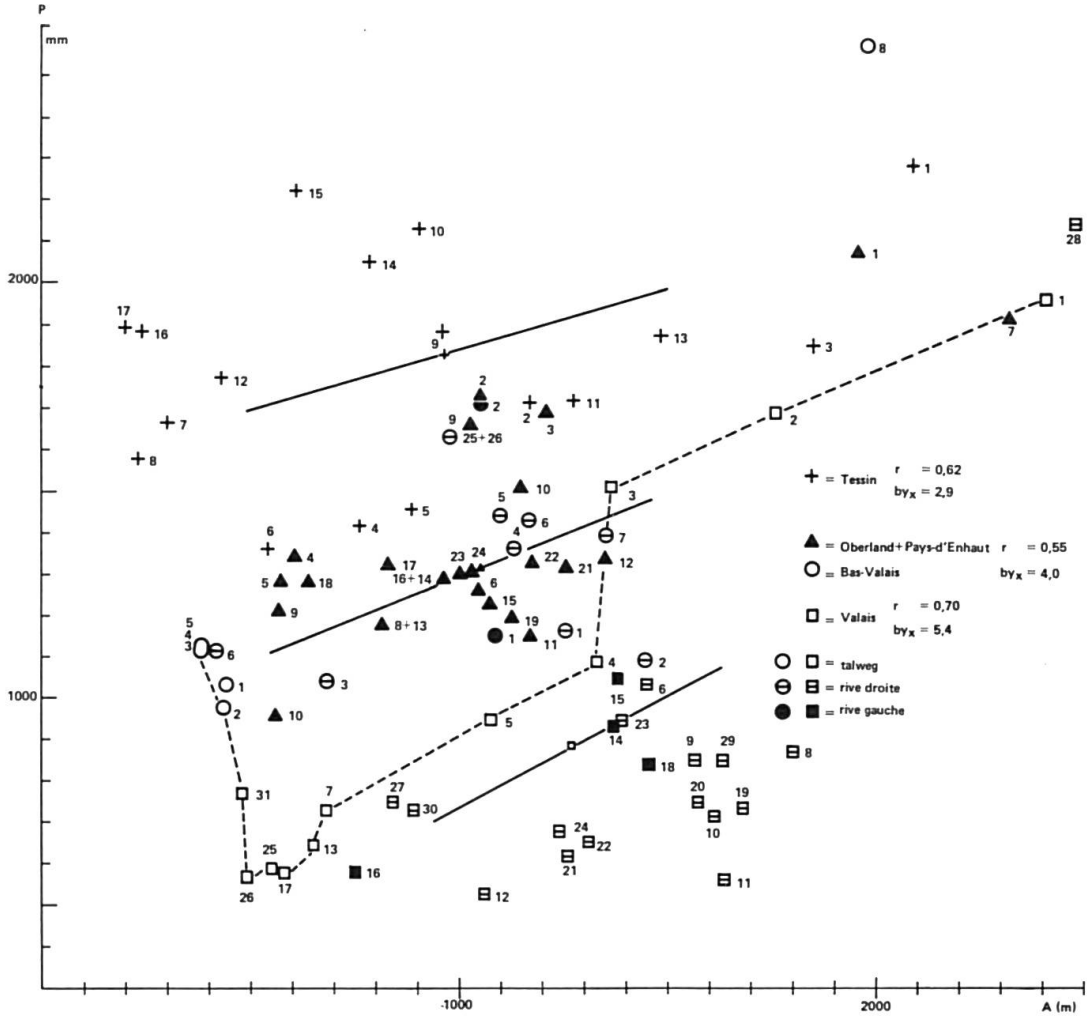


Fig. 2. – Définition hypso-ombrique des stations valaisannes et périphériques suisses (les stations du talweg valaisan sont reliées par un traitillé selon leur séquence géographique). D'après les données d'Utinger 1949; voir l'explication ci-contre.

VAL D'AOSTE

		A	P
1.	Petit-Saint-Bernard	2158	1216
2.	La Thuile	1441	693
3.	La Saxe	1300	969
4.	Saint-Nicolas	1196	614
5.	Pré-Saint-Didier	990	710
6.	Morgex	920	786
7.	Valsavaranche	1545	556
8.	Aoste	583	557
9.	Nus	535	854
10.	Ivrea	267	890
11.	Valgrisanche	1664	1098
12.	Rhême-Saint-Georges	1200	642
13.	Cantine du Grand-Saint-Bernard	2211	869
14.	Oyace	1367	532
15.	Ollomont	1337	600
16.	Saint-Oyen	1327	710
17.	Valpelline	957	763
18.	Roisan	846	627
19.	Champorcher	1427	1111
20.	Hône	370	937
21.	Lignan	1628	632
22.	Valtournanche	1524	775
23.	Châtillon	551	573
24.	Champoluc	1570	708
25.	Brusson	1332	834
26.	Challant	1040	840
27.	Verrès	400	829
28.	Lago Gabiet	2340	1183
29.	Gressoney	1400	951
30.	Issime	940	1110
31.	Lillianes	667	1161

SESIA

		A	P
1.	Alagna	1215	1197
2.	Riva Valdobbia	1117	1334
3.	Piana di Rassa	1139	1712
4.	Campertogno	815	1640
5.	Cellio	685	1819
6.	Scopa	622	2417
7.	Vocca	506	2323
8.	Varallo	453	1805
9.	Boccio	400	1894
10.	Borgosesia	360	1824
11.	Rosasco	100	1011
12.	Rima	1417	1470
13.	Rimasco	905	1685
14.	Carcoforo	1304	1643
15.	Bioccioleto	667	1648
16.	Rimella	1180	1890
17.	Fobello	800	1906
18.	Camasco	752	3038
19.	Sabbia	726	2212
20.	Coggiola	468	2091
21.	Piedicavallo	1050	2201
22.	Oropa	1180	1573
23.	Campello Monti	1300	2271
24.	Sambughetto	765	2238
25.	Loreglia	725	2367
26.	Cesara	500	2177
27.	Ornavasso	208	2888

TOCE

		A	P
1.	Lago Vannino	2175	1368
2.	Bognano	980	1744
3.	Premia	810	1295
4.	Verampio	570	1159
5.	Crodo d'Ossola	503	1293
6.	Domo d'Ossola	277	1567
7.	Codelago	1875	1649
8.	Devero	1640	1734
9.	Goglio	1100	1593
10.	Antronapiana	962	1632
11.	Montescheno	709	1630
12.	Macugnaga	1200	1365
13.	Anzino	687	1690
14.	Piedimuleva	243	1563
15.	Lago d'Avino	2240	1838
16.	Trasqueza	1633	1411
17.	Gebbo	1015	1439
18.	Varzo	550	1620

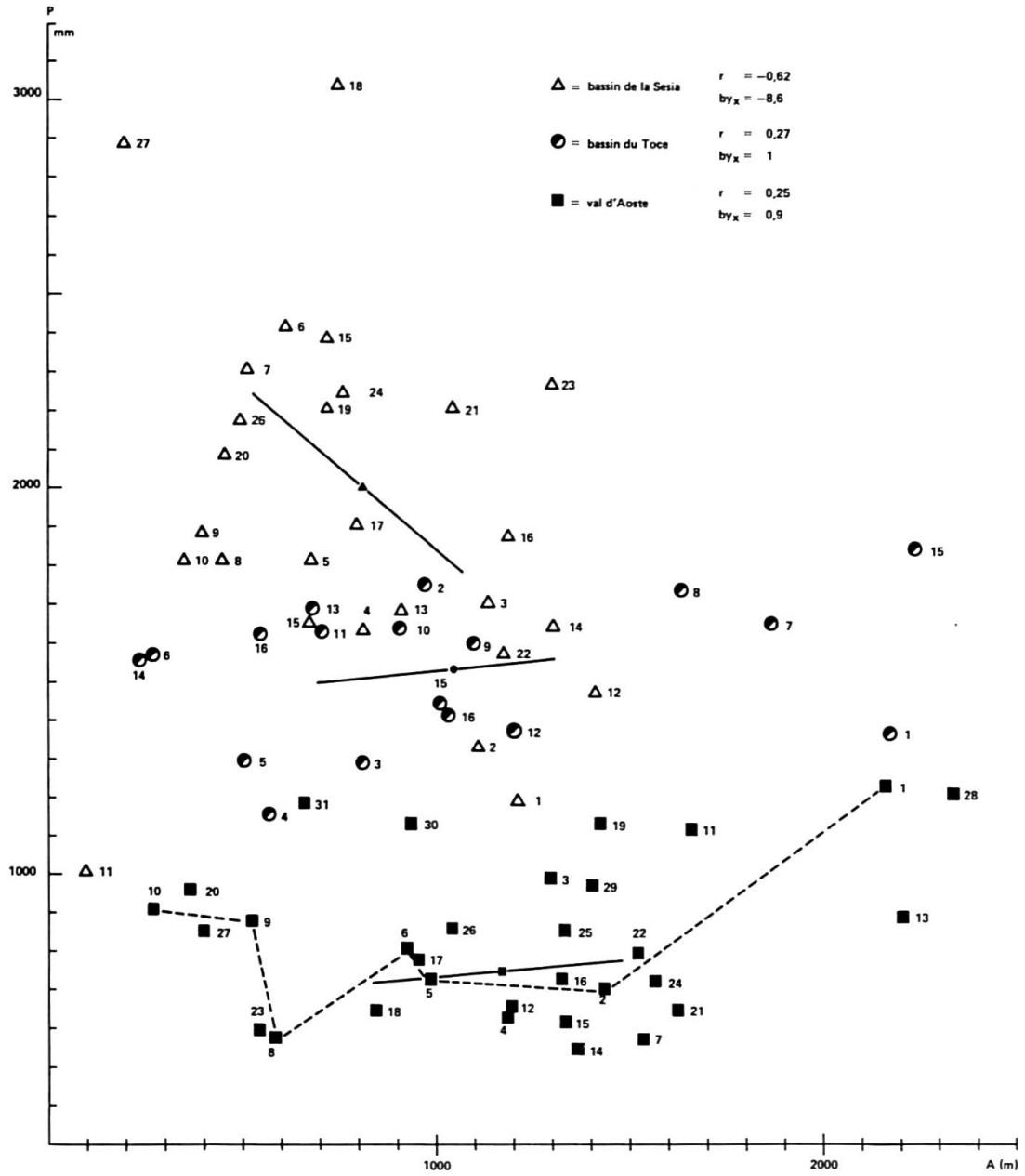


Fig. 3. – Définition hypso-ombrique des stations au sud des Alpes valaisannes (les stations du talweg du val d'Aoste sont reliées par un traitillé selon leur séquence géographique). D'après les données d'Eredia 1934; voir l'explication ci-contre.

VALAIS

Talweg		A	P
1.	Furka	2406	1960
2.	Gletsch	1760	1690
3.	Oberwald	1370	1503
4.	Reckingen	1332	1094
5.	Fiesch	1080	945
7.	Brig	678	728
13.	Visp	648	636
17.	Sierre	573	579
25.	Sion	549	588
26.	Riddes	492	571
31.	Martigny	478	771

Versant nord			
6.	Binn	1450	1034
8.	Saas-Fee	1800	865
9.	Saas-Grund	1562	855
10.	Zermatt	1610	710
11.	Grächen	1629	542
12.	Staldenried	1057	529
19.	Zinal	1678	728
20.	Grimentz	1570	745
21.	Vissoye	1260	617
22.	Nay	1300	656
23.	Evolène	1378	940
24.	Hérémence	1240	682
27.	Bagnes	836	752
28.	Grand-Saint-Bernard	2476	2140
29.	Bourg-Saint-Pierre	1633	849
30.	Orsières	890	729

Versant sud			
14.	Kippel	1376	936
15.	Leukerbad	1380	1047
16.	Varone	750	580
18.	Montana	1453	840

BAS-VALAIS

Talweg			
1.	Lavey	640	1030
2.	Bex	430	978
3.	Porte-du-Scex	380	1107
4.	Chessel	380	1115
5.	Villeneuve	380	1125
6.	Montreux	412	1107

Versant nord			
1.	Marécottes	1090	1145
2.	Champéry	1052	1708

Versant sud		A	P
1.	Dailly	1253	1163
2.	L'Aiguille	1446	1092
3.	Savatan	679	1042
4.	Gryon	1130	1360
5.	Les Plans	1100	1438
6.	Les Diablerets	1168	1431
7.	Leysin	1350	1394
8.	Rochers-de-Naye	1986	2565
9.	Les Avants	978	1637

AAR

1.	Grimsel	1962	2070
2.	Guttannen	1055	1719
3.	Gadmen	1207	1692
4.	Meiringen	605	1340
5.	Brienz	575	1287
6.	Grindelwald	1050	1265
7.	Eigergletscher	2323	1910
8.	Lauterbrunnen	810	1184
9.	Interlaken	568	1209
10.	Beatenberg	1148	1505
11.	Kandersteg	1170	1149
12.	Adelboden	1345	1332
13.	Frutigen	820	1175
14.	Kienthal	970	1285
15.	Lenk	1071	1226
16.	Zweisimmen	960	1299
17.	Boltigen	836	1321
18.	Wimmis	640	1278
19.	Heiligenschwendi	1125	1195
20.	Thun	565	955
21.	Lauenen	1260	1316
22.	Gsteig	1180	1830
23.	Saanen	1030	1300
24.	Château-d'Œx	1010	1300
25.	Jaun	1030	1658
26.	La Valsainte	1032	1651
27.			

TESSIN

1.	Saint-Gothard	2096	2285
2.	Airolo	1170	1717
3.	Lago di Tremorgio	1851	1851
4.	Faido	759	1420
5.	Olivone	893	1467
6.	Comprovasco	544	1360
7.	Biasca	300	1665
8.	Bellinzone	237	1589
9.	Melera	965	1895
10.	Sonogno	910	2130
11.	Fusio	1285	1719
12.	Cevio	430	1776
13.	Bosco-Gurin	1486	1879
14.	Mosogno	790	2051
15.	Camedo	610	2228
16.	Locarno-Muralto	238	1890
17.	Ascona	203	1899

A la suite de cette mise en place générale, un sondage des modulations du gradient d'augmentation des précipitations avec l'altitude peut faire ressortir quelques particularités régionales de la vallée du Rhône. La figure 4 montre sous forme graphique la valeur de ces gradients pour quelques stations valaisannes et voisines. Nous voyons les valeurs les plus fortes affectées à l'extrémité W ("sous le vent") de la zone préalpine périphérique (Montreux), puis une atténuation de ces valeurs sitôt abordé le Valais central sauf en haute altitude (Grand-Saint-Bernard), avec des gradients même négatifs (îlots secondaires de sécheresse) et des valeurs localement fortes (Evolène, Leukerbad, auxquelles nous reviendrons lors de l'étude de la pluviosité), tandis que Nax présente l'exemple typique d'un gradient très faible aboutissant à une station de flanc direct, démontrant déjà que les premières pentes du Valais central bénéficient sur une certaine extension de la sécheresse du talweg et ceci plus fortement sur la rive gauche que sur la rive droite (cf. Montana pour comparaison). Enfin le gradient augmente à nouveau à l'extrémité du Haut-Valais (Reckingen) pour atteindre une progression de haute altitude à la Furka. En ce qui concerne l'adret et comme on pouvait le prévoir, les rares stations présentent un gradient apparemment plus fort que sur la rive qui leur fait face.

Quant à l'amplitude de la variation annuelle des précipitations, les valeurs moyennes annuelles 1901-1940 utilisées ici sont accompagnées dans la publication de Uttinger (1949) de l'indication de la valeur de l'année la plus sèche et de celle de l'année la plus humide. Une représentation graphique de la proportion de ces deux valeurs est donnée dans la figure 5 pour les stations valaisannes et voisines. Trois classes de proportions sont envisagées dans le rendu de la figure.

1° – Les précipitations de l'année minimum égalent ou dépassent la moitié de celles de l'année maximum: c'est le cas de la plupart des stations entourant le Valais central, qui montrent ainsi au premier abord une variabilité probablement assez faible dans leur ravitaillement ombrique déjà élevé.

2° – Les précipitations de l'année minimum sont comprises entre la moitié et le tiers de celles de l'année maximum: cette proportion se trouve surtout dans les stations de moyenne altitude du Valais et de façon dispersée dans les stations inférieures de la périphérie à l'W, à l'extrémité supérieure du Tessin à l'E. Cette forme dénote un ravitaillement annuel plus aléatoire.

3° – Les précipitations de l'année minimum sont inférieures au tiers de celles de l'année maximum: c'est le cas des stations basses du Valais central ainsi que d'une partie des stations prenant part aux îlots secondaires de sécheresse sur la rive gauche. Ce contraste dans la fourniture annuelle de précipitations s'exerce donc précisément sur les régions de la plus grande sécheresse et la renforce.

Une approche statistique est nécessaire. Pour ce faire, il a fallu recourir aux données annuelles des stations intéressées, la période choisie de vingt ans (1921-1940) étant à la fois la plus récente au sein des moyennes 1901-1940 et celle où toutes les stations présentent des données annuelles continues.

La recherche de l'écart-type S de chaque station (constituant un échantillon de valeurs annuelles) met déjà en évidence un parallèle entre les valeurs élevées de ce paramètre et des valeurs élevées de moyenne annuelle de précipitation. La figure 6 rend compte de cette disposition, les stations intéressées étant groupées par régions naturelles. On y voit, le long d'un axe de corrélation flagrant, les valeurs de l'Oberland se superposer (moyennes supérieures mais coefficients semblables) à celles du Valais, donc détonner dans l'ensemble.

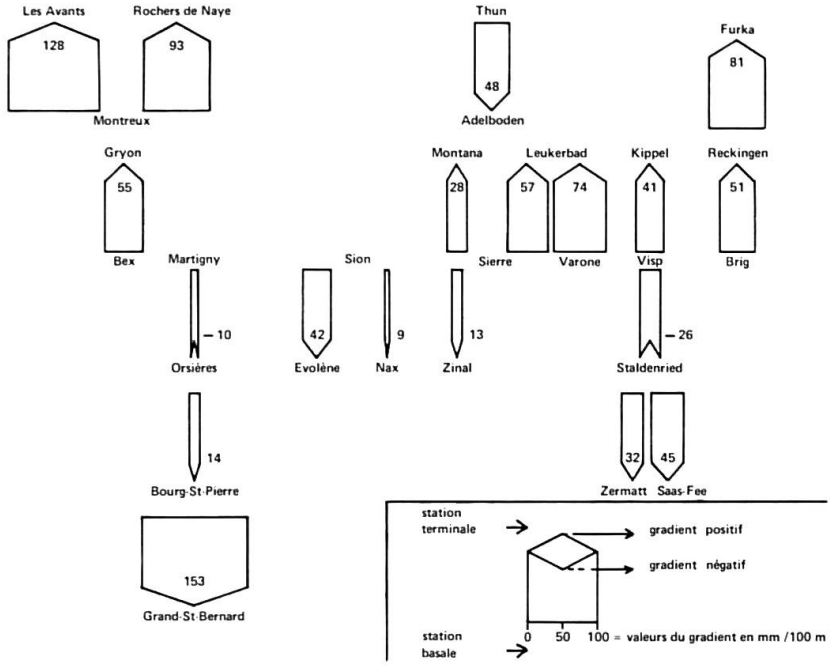


Fig. 4. – Gradient annuel précipitations/altitude pour quelques stations du Valais et voisines, disposées dans leur situation géographique approximative.

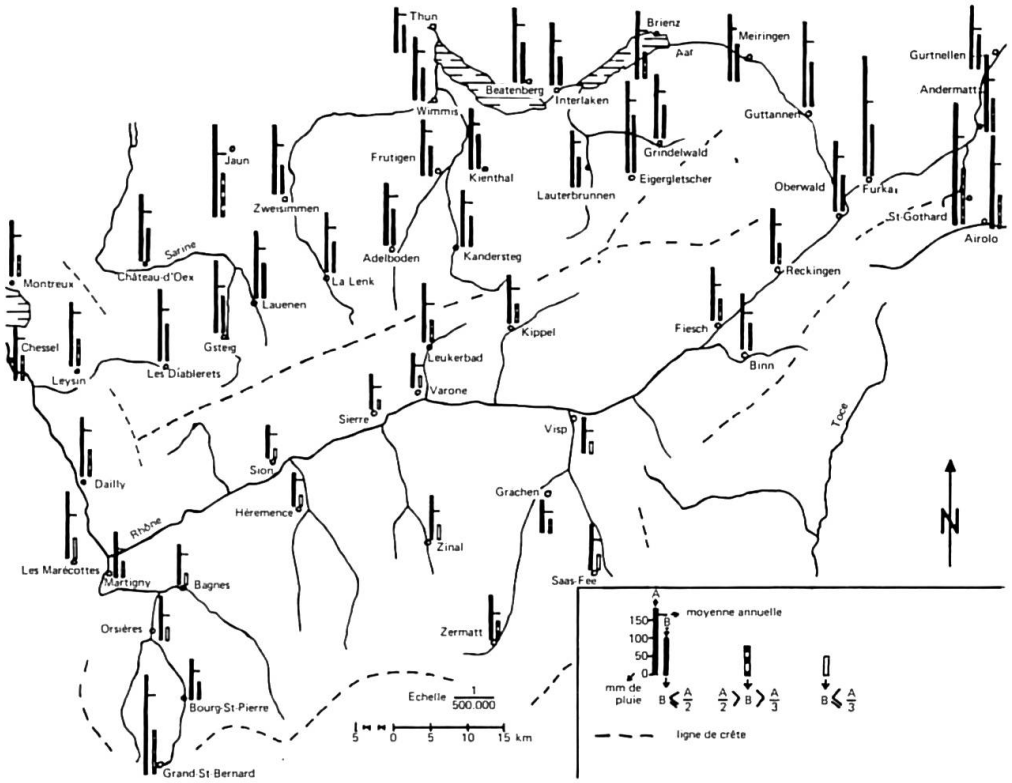


Fig. 5. – Sommes annuelles maximum et minimum des précipitations 1901-1940 (A = année maximum; B = année minimum). D'après les données d'Uttinger 1949.

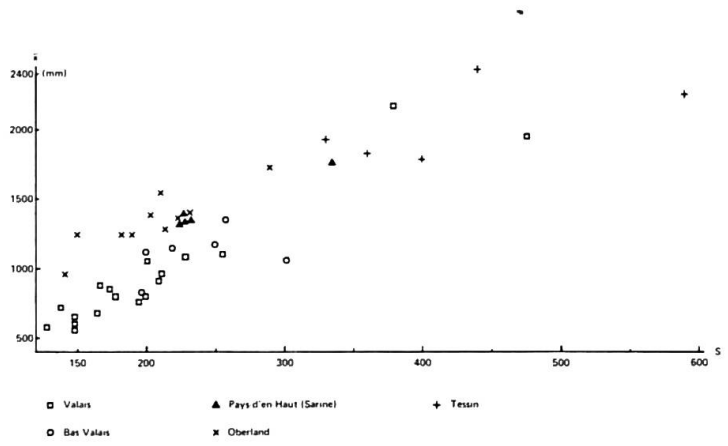


Fig. 6. – Variabilité des précipitations annuelles: relation entre écart-type (s) et moyenne ($\overline{x}$).

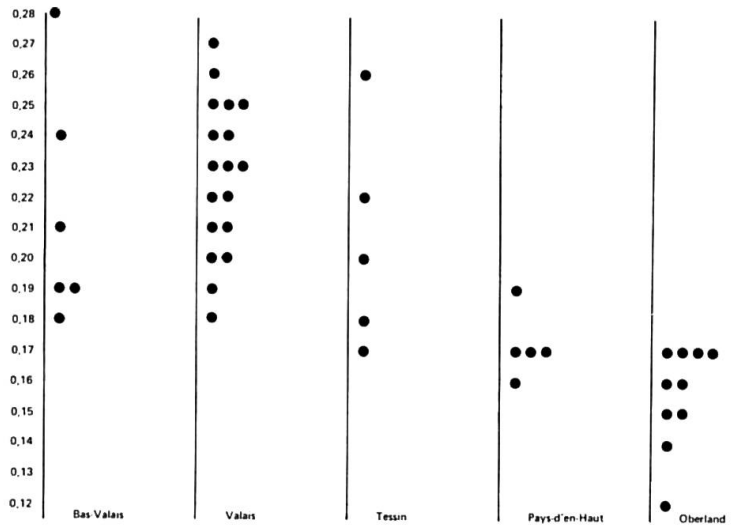


Fig. 7. – Variabilité des précipitations annuelles: coefficient de variation $V = \frac{s}{\overline{x}}$

Le coefficient de variation $V = S : \overline{X}$ intégrant au mieux l'effet de la moyenne sur l'écart-type, sa dispersion selon les groupement territoriaux choisis est portée sur la figure 7 où l'on voit, dans une gradation descendante, les valeurs élevées de V pour le Bas-Valais et surtout le Valais, très homogène, trancher sur celles plus basses du Pays-d'Enhaut et surtout de l'Oberland.

Pour la comparaison des variances, le test de Bartlett nous fut conseillé; ce test part d'une hypothèse nulle, soit niant à priori une différence possible: les K variances considérées sont des estimations d'une variance commune σ^2. Sous cette hypothèse, la quantité:

$$\frac{2{,}3026}{C} \left[\nu \log \overline{V} - \sum_{i=1}^{K} \nu \log V_i \right]$$

où ν_i = degré de liberté de S_i^2 (variance)

$$\overline{V} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^{K} V_i$$

$$C = 1 + \frac{1}{3(K-1)} \left[\sum_{i=1}^{K} \left(\frac{1}{\nu_i}\right) - \frac{1}{\nu} \right]$$

est distribuée comme la quantité χ^2". La table de χ^2 consultée selon la valeur de $\nu = N - 1$ donne la position de la quantité obtenue par rapport à la limite de signification, qui est de 0,05, donc correspondant à un coefficient de sécurité de 95 %. Si la quantité obtenue à l'issue du test est égale ou supérieure à la valeur de χ^2 affectée selon la table à la limite de signification choisie, l'hypothèse nulle est détruite.

Or, en testant les variances de l'ensemble des 44 stations considérées, nous trouvons l'hypothèse nulle détruite. En supprimant alors les stations tessinoises et les hauts cols alpins, ramenant donc l'effectif des stations à 37 au total, nous pouvons tester ensemble Valais, Bas-Valais, Pays-d'Enhaut et Oberland.

Ensemble susdit:	hypothèse nulle détruite
Valais + Bas-Valais:	hypothèse nulle conservée
Bas-Valais + Pays-d'Enhaut + Oberland:	hypothèse conservée
Valais + Pays-d'Enhaut + Oberland:	hypothèse nulle détruite

Ce résultat confirme la position particulière du Valais à l'égard de la variabilité de ses précipitations d'année en année, et ajoute une touche de précarité à son ravitaillement ombrique déjà peu fourni.

4.2.2. *Pluviosité et régime ombrothermique.*

Le meilleur intégrateur écologique dans l'expression climatique d'un cadre géographique est le diagramme ombrothermique (Bagnouls et Gaussen; cf. fig. 8). Or, dans notre cas, la plupart des stations sont équipées de données ombriques seulement. Donc c'est la pluviosité annuelle qui nous servira de guide. Précisons d'emblée que, dans le cadre du climat axérique qui caractérise le domaine médio-européen, les cas de sécheresse (pour l'échelle $P = 2T$) sont très rares: sur l'étendue de notre survol climatique, on peut supposer une courte période sèche à Aoste (fig. 9). Ce

n'est qu'une présécheresse (pour $P = 3T$) que l'on trouve au plus aride de notre région. Les précipitations semblent à première vue "suffisantes" aux yeux d'un méditerranéen en tout cas. La démarche de la pluviosité annuelle ne nous apportera en fait que des nuances et nous renseignera en partie sur les influences climatiques traduites par les maximums saisonniers de précipitations.

Comme indiqué en tête de ce chapitre, deux principales modalités climatiques s'exercent autour du Valais: l'atlantique et l'insubrienne. De région en région nous suivrons l'étendue et l'intensité de leur implantation, à l'aide de la carte 1 et des figures 10-19, la carte 1 constituant une récapitulation des données fournies par le territoire couvert par la carte au 1: 200.000 Grand-Saint-Bernard, sous forme de diagrammes grosso-modo in situ. Les autres expressions graphiques (fig. 10-19) sont composées schématiquement, les traits pleins de liaison figurant les talwegs principaux, les tiretés, les crêtes séparatrices.

La modalité atlantique traduite par un maximum estival de précipitations s'exerce sur les territoires à l'W, au N et à l'E du Valais. En effet, le Plateau suisse, les Préalpes et le versant N des Alpes reçoivent cette sorte de mousson d'été que constituent les précipitations occidentales et le maximum estival, de relativement peu marqué à Genève, atteint vers l'E de la Suisse des valeurs très fortes. On peut en voir l'expression préalpine et oberlandaise sur la carte 1 et les figures 10 et 11.

Les stations basses montrent un fort maximum d'été (Montreux, Thun) qui, avec l'altitude croissante, se trouve entouré d'une augmentation printanière et automnale relative chez les stations moyennes pour s'y noyer parfois complètement (Guttannen, Rochers-de-Naye) et enfin apparaître en creux lors de l'égalisation à de hautes valeurs de l'abondante pluviosité des stations élevées (Grimsel). Le maximum secondaire d'hiver reste distinct.

Cette modalité générale se retrouve de part et d'autre du Valais: à l'W, la Haute-Savoie est couverte par le régime pluvieux estival (seul le diagramme de Chamonix sur la carte 1 en fait foi ici); à l'E, la vallée supérieure du Rhin et l'engadine montrent la même tendance générale (fig. 12, où Vicosoprano, station cisalpine, annonce la modalité insubrienne, ainsi que la Bernina en altitude).

La modalité insubrienne caractérise le versant S des Alpes: les figures 13 et 14 la concrétisent pour les stations italiennes, la figure 15 pour les stations suisses (Tessin). Poussée à l'extrême dans le complexe de petites vallées qui entourent la Sesia, elle montre partout deux maximums, l'un de printemps et l'autre d'automne encadrant un creux estival plus ou moins atténué par un pointement de précipitations intervenant en altitude et à proximité de la crête des Alpes valaisannes où très souvent une amplification du maximum automnal empiétant sur la fin de l'été joue le même rôle. Au Tessin (fig. 15), une convergence entre ces trois maximums à des valeurs élevées donne la courbe un à bombement estival très prononcé où les maximums n'apparaissent que comme des aspérités: le régime des orages estivaux (apportant des sommes considérables d'eau pluviale en quelques heures) rend compte de cette allure générale. La figure 14 figurant le val d'Aoste dans son ensemble montre l'aplatissement de la courbe dans les parties centrales continentales, sans toutefois effacer les deux pointements témoignant du ravitaillement d'origine méridionale qui atteint cette vallée débouchant au SE. Le plus souvent, un maximum (ou au moins un épaulement intermédiaire) appuie le second maximum d'automne. Le manque de stations d'altitude ne permet pas de voir l'égalisation de la courbe au cours de l'année qui fut observée dans l'Oberland; la comparaison des stations italienne et suisse du Grand-Saint-Bernard (fig. 9) montrerait au contraire que de part

et d'autre de la ligne de crête, fût-ce à très faible distance, les deux régimes, même atténués, présentent encore des différences caractéristiques. Il faut souligner une nouvelle fois que les données italiennes ne couvrent que dix ans, contre quarante pour les stations suisses.

La position intermédiaire du Valais on fait un "no man's land" en sa partie centrale sèche que des formes atténuées des deux localités voisines approchent, en se dégradant, dans la périphérie. A l'aide des figures 11 et 16-18, nous suivrons cette évolution en remontant la vallée du Rhône.

En Bas-Valais (fig. 11), de Montreux à Bex, le long du talweg, une séquence de stations à maximum estival (s'atténuant quelque peu) s'ordonne selon une diminution des précipitations vers l'amont annonçant le centre sec de la vallée du Rhône. Les stations supérieures des vallées latérales montrent une persistance, souvent une amplification (Champéry, Leysin) du maximum estival. En amont, Lavey présente un seuil local d'augmentation des précipitations (étranglement de Saint-Maurice) tandis que l'Aiguille, plus haute et guère plus arrosée, participe déjà de la sécheresse de Martigny. En effet, dès cette dernière station, le coude de la vallée du Rhône est atteint: lieu de nombreuses limites (de relief, phytogéographiques), il détermine en plus celle du régime annuel du Valais central dont il montre l'allure aplatie où aucun maximum saisonnier n'est vraiment prépondérant.

Sur la figure 16 apparaît une séquence de stations choisies le long du talweg: le régime du Valais central apparaît clairement à Martigny et Sion surtout; dès Visp, deux légers pointements de type insubrien se font sentir, s'amplifiant à Brig et Fiesch, un peu submergés à Oberwald par la hausse générale des précipitations (cf. pour mémoire Guttannen fig. 10, pour comparaison la station de Reckingen sur la carte 1); enfin seul le creux estival subsiste, très marqué, à la Furka, où les deux pointements s'écartent (le printanier encore individualisé, l'automnal fondu dans un fort maximum hivernal (cf. Grimsel, différent quant à l'été quoique tout proche).

Sur la même figure, une séquence aboutissant en altitude est mise en parallèle: Martigny-Grand-Saint-Bernard, reflétant l'ensemble des vallées des Dranses, les stations impliquées montrent par leurs valeurs de précipitation la présence d'un îlot de sécheresse centré sur Orsières, où cependant se manifeste une survivance du maximum estival: ainsi les pluies d'été parviennent quelque peu à affecter cette région, malgré la barrière du Mont-Chemin sur Martigny qui contraint la Drance à un double virage. Nous verrons qu'elles peuvent être plus intensément présentes vers l'E; le rôle d'obstacle de l'îlot sec d'Orsières doit les empêcher de se manifester autant qu'à Bourg-Saint-Pierre. De là au Grand-Saint-Bernard, où nous avons constaté un gradient d'augmentation P/A élevé, c'est la masse des précipitations hivernales qui intervient, ainsi qu'un maximum de printemps individualisé (cf. Furka); nous retrouvons là le parallèle avec la vallée principale: les deux aboutissements élevés portent la marque de l'influence insubrienne.

Le Valais central se trouve représenté sur la figure 17, où Sion et Sierre concrétisent dans leur similitude le noyau sec de cet îlot continental et son allure typique. Les stations d'adret situées sur le flanc direct (Montana et Varone) mettent en évidence d'une part l'extension (déjà citée: cf. Nax) de la sécheresse de la plaine aux premières pentes de la vallée, d'autre part la persistance de l'allure aplatie de la distribution ombrique annuelle.

Les stations d'ubac qui font face (val d'Hérens, val d'Anniviers), par contre, présenteront une recrudescence du maximum estival. Une constatation restrictive pourtant: le maximum d'été est mis en valeur, par rapport à Montana, par une bais-

se relative des quantités mensuelles qui l'entourent (il n'en subsiste pas moins par lui-même d'une manière flagrante).

Une hypothèse explicative serait qu'une intervention de masses élevées de précipitations venant de la région atlantique est possible: le mur des Alpes bernoises n'est pas infranchissable et ces masses épargneraient l'adret par un effet de l'adiabatique propre à cette situation. A cet égard, les deux stations de vallées de l'adret (Leukerbad, Kippel) se comportent d'une manière intéressante, différente malgré leur altitude égale (resp. 1380 et 1376 m): Leukerbad est plus humide, sa distribution ombrique annuelle présente un léger maximum estival qui fait toute la différence avec Kippel, plus sec en valeur absolue. La situation de Leukerbad relié à l'Oberland par un col relativement bas (Gemmi 2314 m) permettant peut-être une perméation atlantique explique apparemment la différence avec Kippel, coupé au N par une haute et longue chaîne que le Lötschenpass n'échancre localement qu'à 2690 m.

Sitôt atteint Visp, l'influence insubrienne montre le bout de ses deux pointements: la figure 18 expose la situation d'ensemble Visp-Brig et le puissant appareil des Visptäler. Dans cet îlot latéral secondaire de sécheresse, il faut d'abord remarquer que les valeurs basses de Staldenried et Grächen s'accompagnent une fois de plus d'un aplatissement des pointements caractéristiques des stations plus arrosées inférieures et surtout supérieures. Deux stations occupent respectivement les extrémités des vallées de la Matter Vispa et de la Saaser Vispa: Zermatt, 1610 m, 710 mm et Saas-Fee, 1800 m, 865 mm. Dans la figure 4, le gradient d'augmentation de *P* aboutissant à ces deux stations semble fort, mais en valeur absolue les précipitations sont peu élevées en regard de l'altitude. La pluviosité de ces deux stations est intéressante: elle s'y présente avec les mêmes pointements (modestes d'ailleurs) mais plus accentués dans le sens insubrien à Saas qu'à Zermatt. Il semble donc que l'influence du SE s'exprime encore à Saas, qu'elle est filtrée par le massif du Monte-Rosa-Mischabel, dont la masse et la culmination sont suffisantes pour prétendre à ce rôle. Déjà esquissée dans la figure 16, l'évolution de la situation en Haut-Valais trouve une illustration supplémentaire dans la figure 18. Au S de Brig, deux stations montrent une affinité insubrienne renforcée par leur proximité de ce domaine: Binn, séparée du bassin du Toce par une crête qui dépasse de peu 3000 m et surtout Simplon-Dorf, dont l'allure tout à fait insubrienne relève simplement de sa situation cisalpine.

Une expression graphique du creux estival est proposée en figure 19. La participation des précipitations des mois de l'"été végétal" (juin, juillet, août) au total annuel des stations valaisannes et périphériques a été représentée à son échelle réelle mais avec des différences de rendu séparant trois limites de participation:

1° – inférieure à la "moyenne" que présenterait une pluviosité uniforme au long de l'année, soit 25 %;
2° – près de la "moyenne", soit entre 25 et 30 %;
3° – nettement au-dessus, soit supérieur à 30 %.

Cette dernière catégorie comprend, au vu de la figure, toutes les stations à maximum estival marqué; la deuxième catégorie comprend à la fois les stations valaisannes sauf le Haut-Valais et les stations élevées en général; cependant les cols à creux estival marqué rejoignent les stations haut-valaisannes de type insubrien dans la première catégorie. Le creux estival ainsi précisé prendra une valeur plus significative lors de l'établissement de la synthèse ombrothermique.

En effet, l'interprétation de la pluviosité et les hypothèses explicatives qu'elle entraîne ne constituent pas, en régime axérique presque général, un critère décisif pour l'explication de la couverture végétale. De même la synthèse ombrothermique ne peut apporter de contrastes violents en l'absence de sécheresse authentique. Cependant, les données thermiques intégrées aux diagrammes ombriques dans la carte 1 et les figures 9 et 20 font ressortir du fond axérique général les trois modalités suivantes:

1° – Pour mémoire, en tant que non concerné dans la répartition de la forêt, le climat cryomérique de haute altitude. Les hauts cols alpins y échappent, les stations-observatoires de sommet (Jungfrau) en sont seuls sujets.

2° – A l'extrême, l'"instant" de sécheresse pour $P = 2T$ que montre Aoste (fig. 9) en juin, si l'on accepte les données fragmentaires et hétérogènes qui composent le diagramme.

3° – La plus importante pour notre étude est la période de présécheresse pour $P = 3T$ constatée à Sion (carte 1) où, quoique peu marquée, elle s'établit cependant indiscutablement au-dessus du début du léger pointement d'été, soit sur deux mois centrés sur juin. L'absence de données thermiques synchrones nous empêche de suivre sur les diagrammes une éventuelle extension de cette présécheresse en amont, soit vers les stations où un creux estival de précipitations de type insubrien permettrait encore mieux sa persistance. Mais en recourant aux données 1900-1905 de Brig II (Schüepp 1961) on constate que la combinaison (un peu acrobatique) des deux facteurs indique une présécheresse locale s'étendant sur près de trois mois et centrée sur juillet. En poussant la combinaison, on peut superposer à la pluviosité de Visp les données thermiques de Brig, théoriquement pas supérieures au moins à celles de Visp puisque provenant d'une station légèrement plus élevée: on obtient alors une présécheresse probable s'étendant sur trois mois et demi. Ainsi la période sèche (relative suivant l'abondance de l'approvisionnement ombrique) propre aux stations présentant un creux estival irait jusqu'à atteindre un état de présécheresse au sens strict pour les stations de basse altitude, et ceci en gros de Sion à Brig, son intensité maximale se trouvant dans la moitié amont de cette extension. C'est dire que nous y reviendrons dans le chapitre suivant.

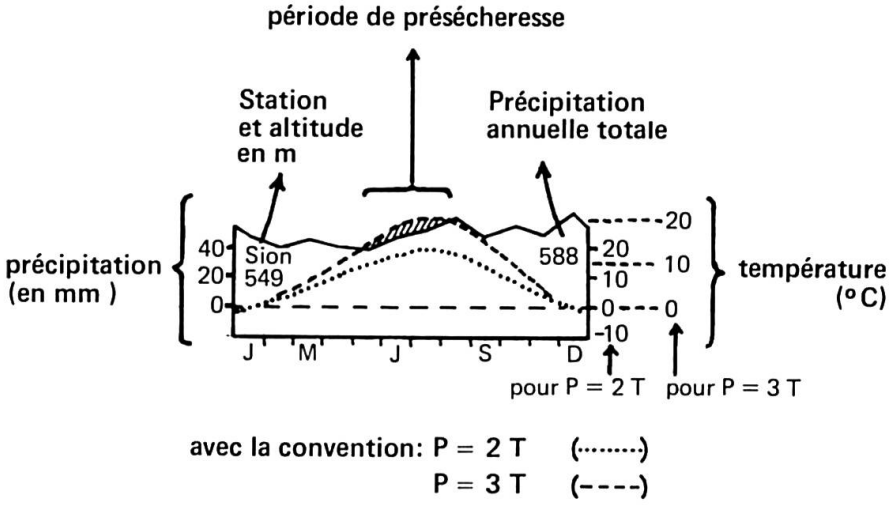


Fig. 8. – Diagramme ombrothermique selon Bagnouls et Gaussen (1957).

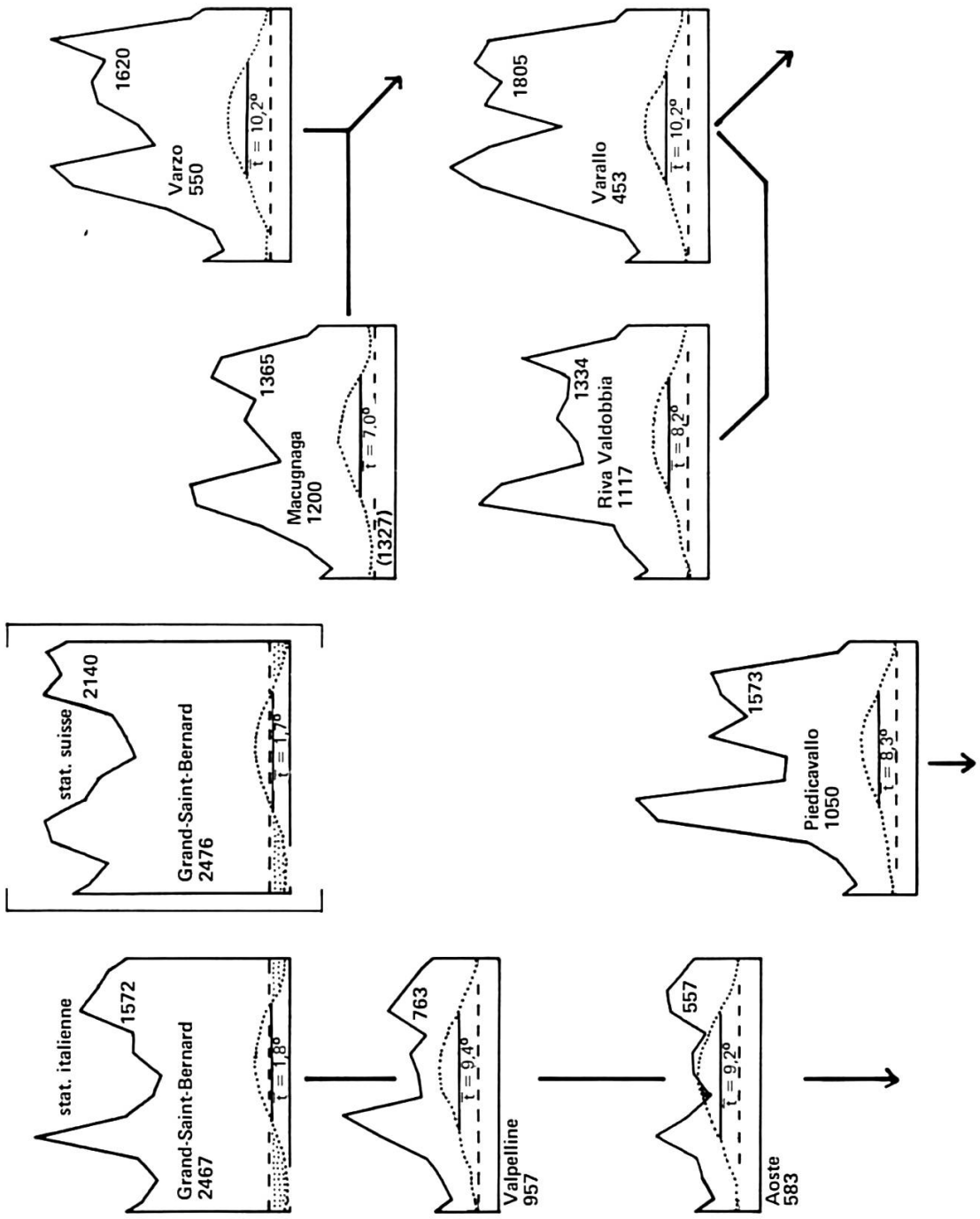


Fig. 9. – Diagrammes ombrothermiques du versant sud des Alpes, d'après les données d'Eredia (1934) pour les précipitations et du Bulletin météorologique ENIT pour les températures; E = température moyenne annuelle. (Voir les explications de la fig. 8, p. 35).

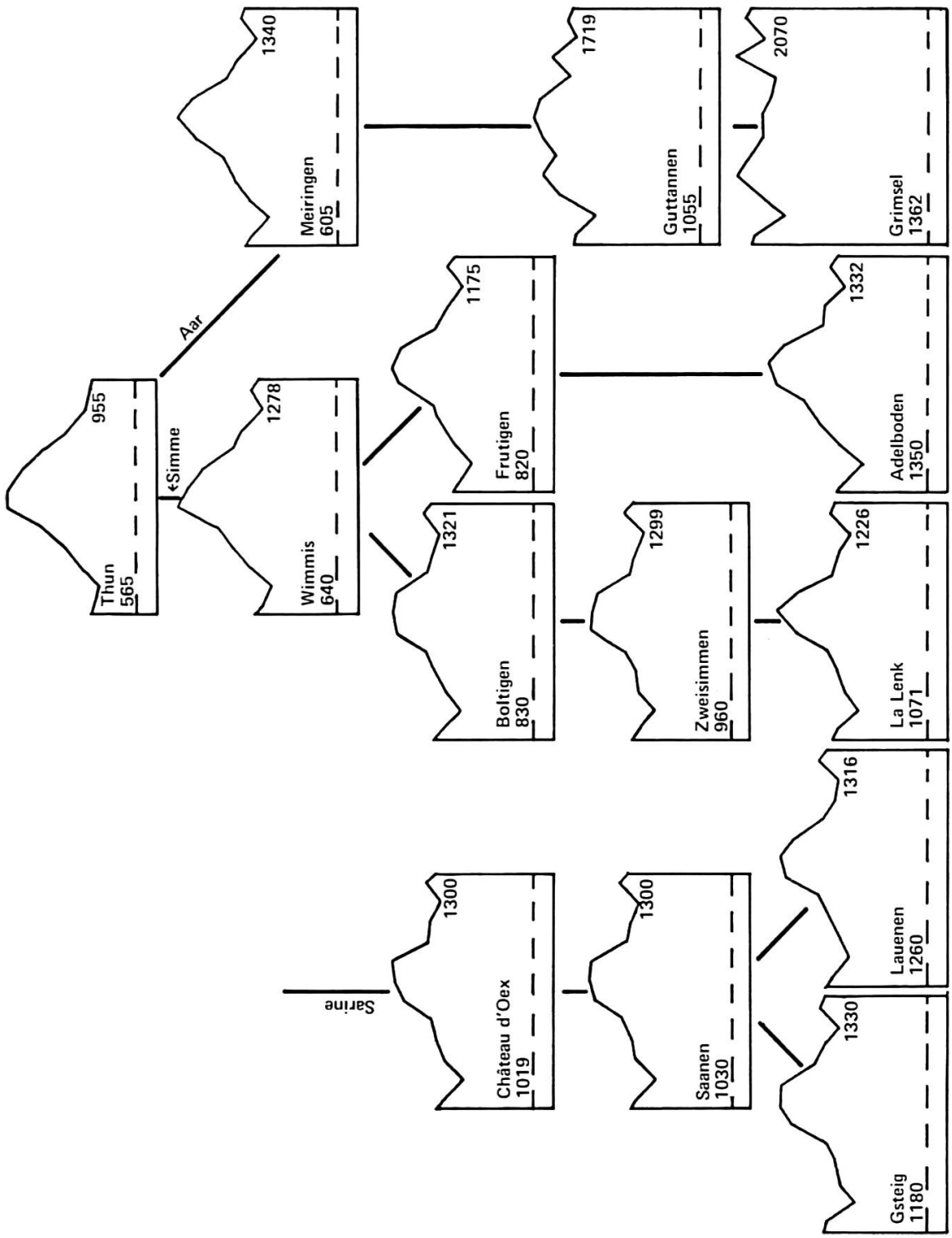


Fig. 10. – Diagrammes ombriques du versant nord des Alpes. (Voir les explications de la fig. 8, p. 35.)

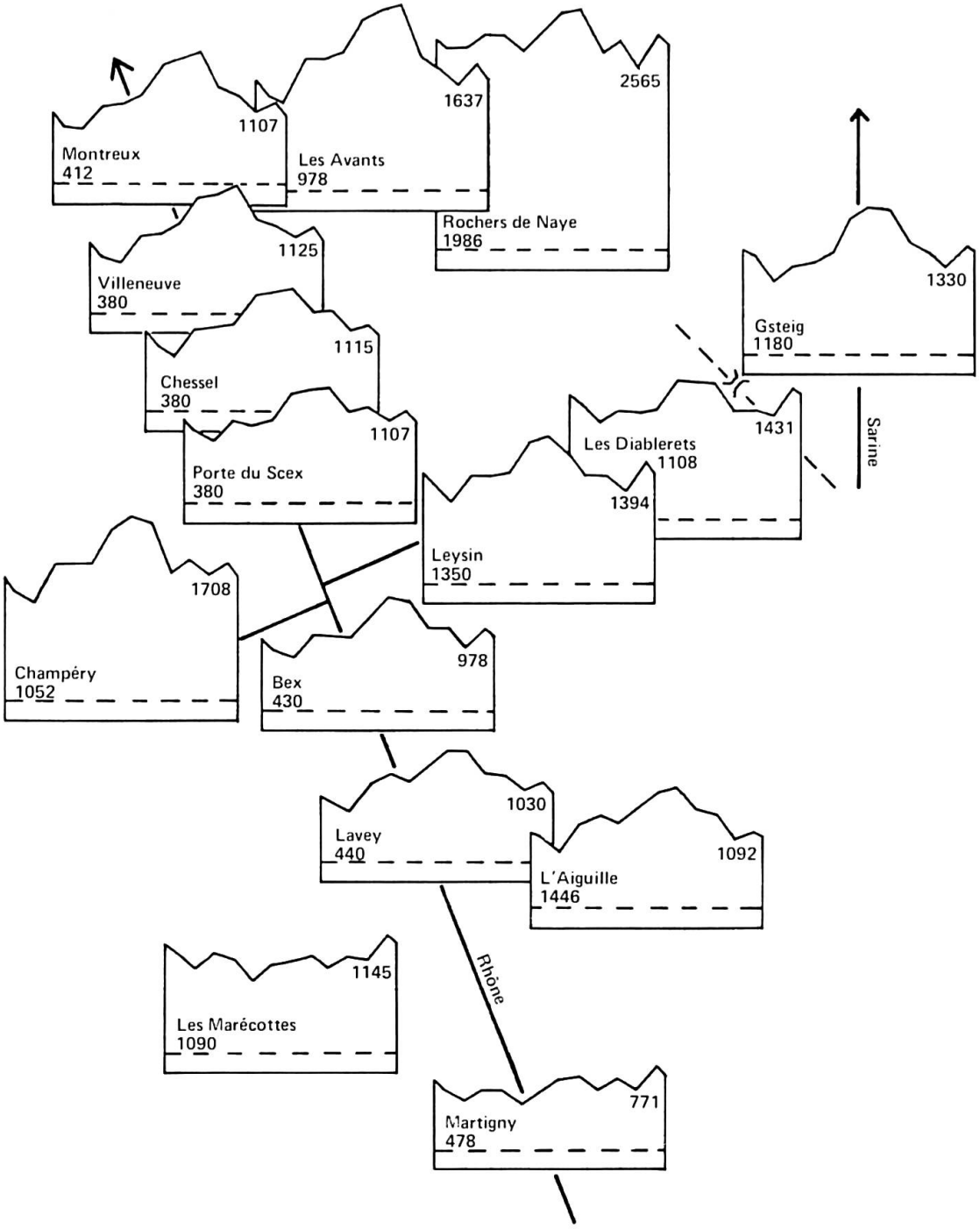


Fig. 11. – Diagrammes ombriques du Bas-Valais. (Voir les explications de la fig. 8, p. 35.)

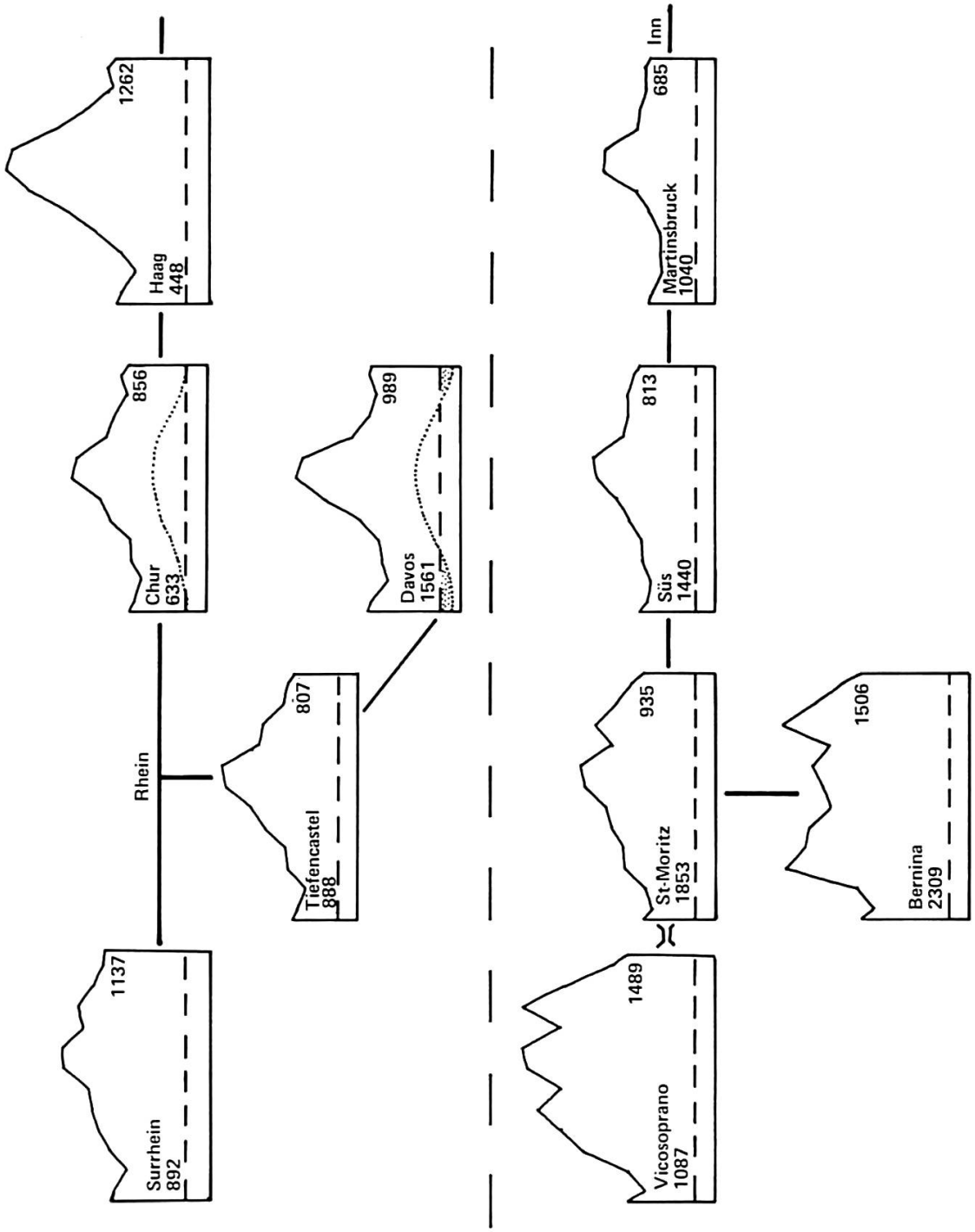


Fig. 12. – Diagrammes ombrothermiques des Grisons. (Voir les explications de la fig. 8, p. 35.)

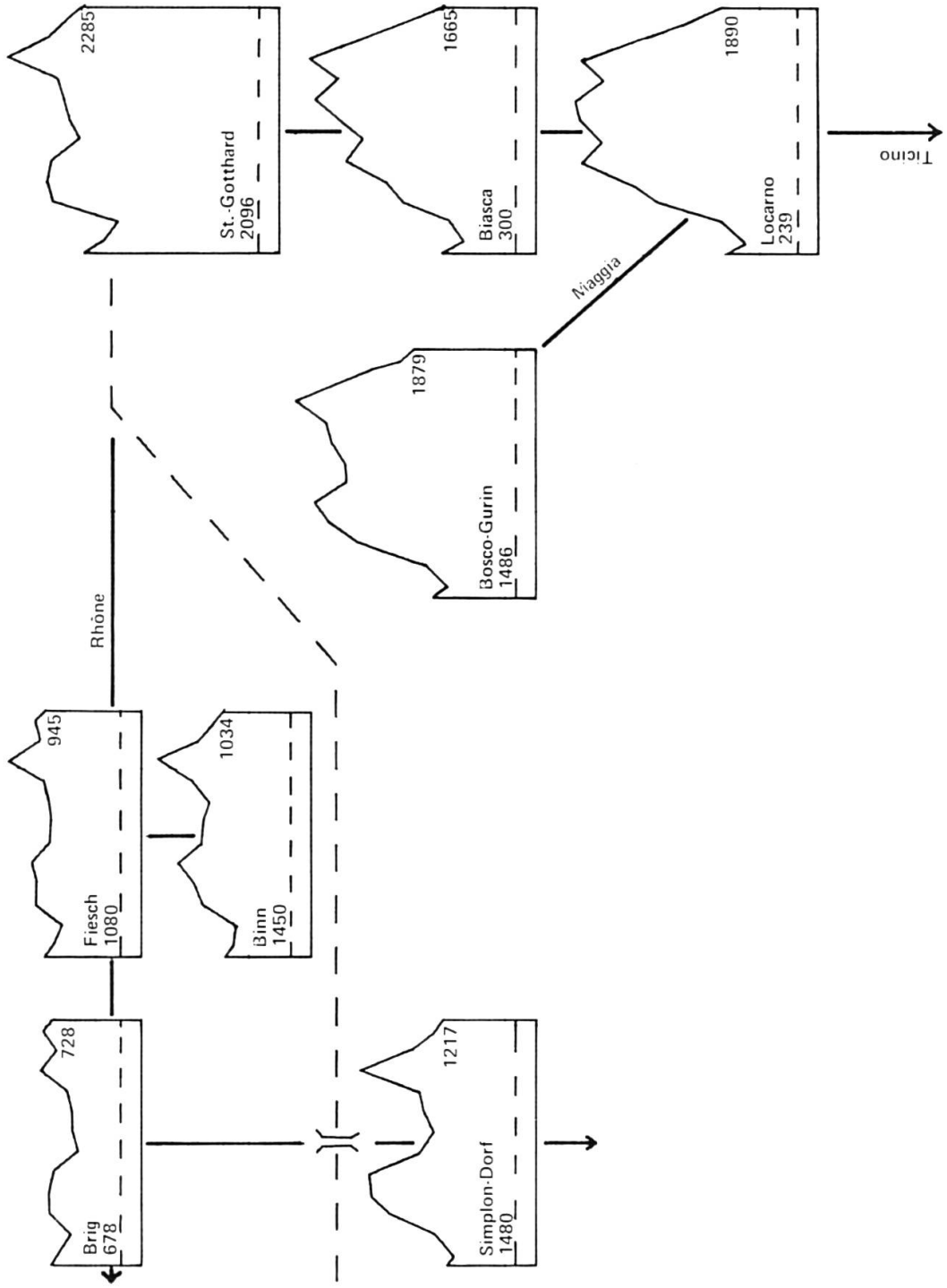


Fig. 15. – Diagrammes ombriques du Haut-Valais et du Tessin. (Voir les explications de la fig. 8, p. 35.)

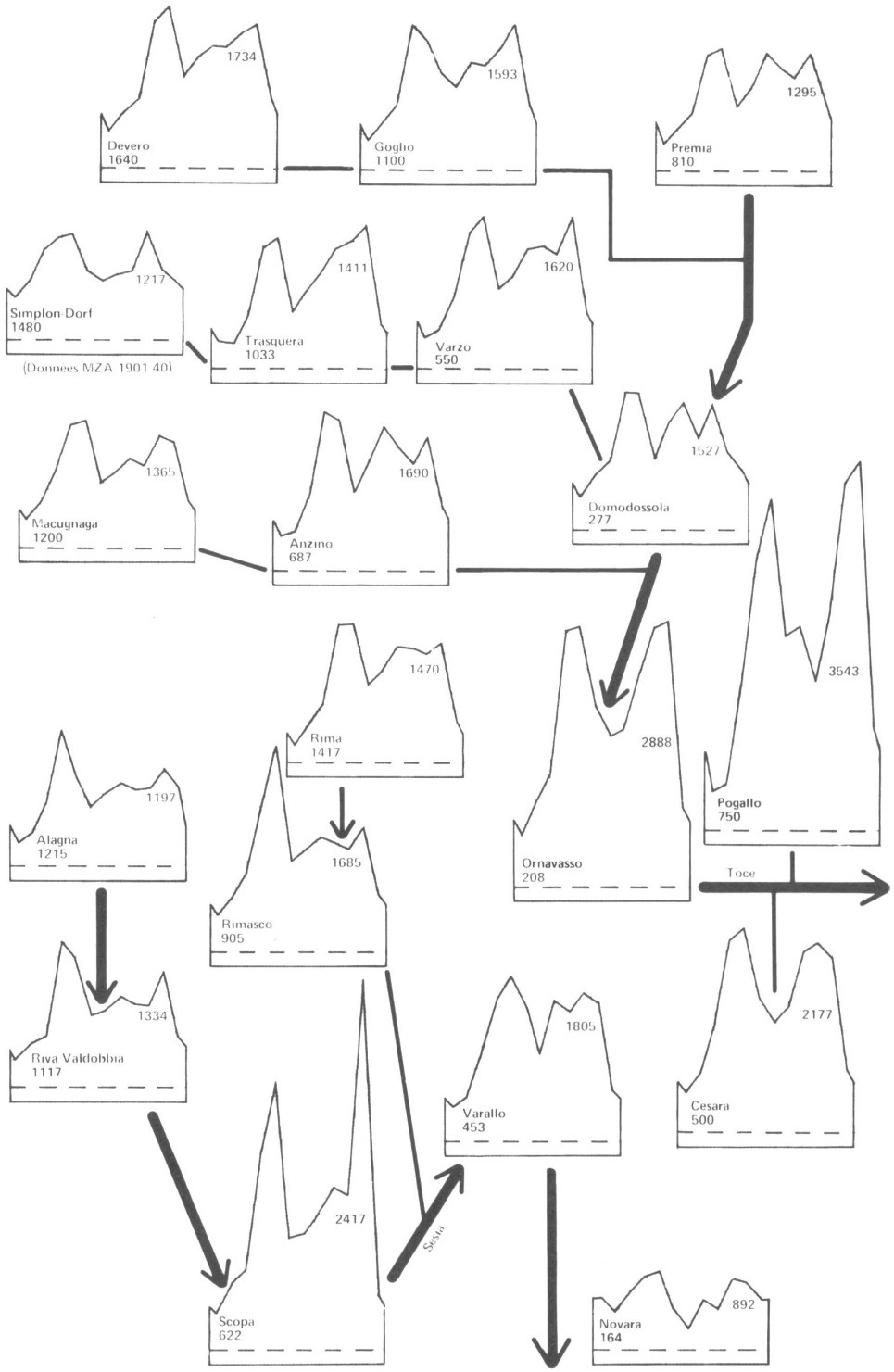


Fig. 13. – Diagrammes ombriques des vallées du Toce et de la Sesia. (Voir les explications de la fig. 8, p. 35.)

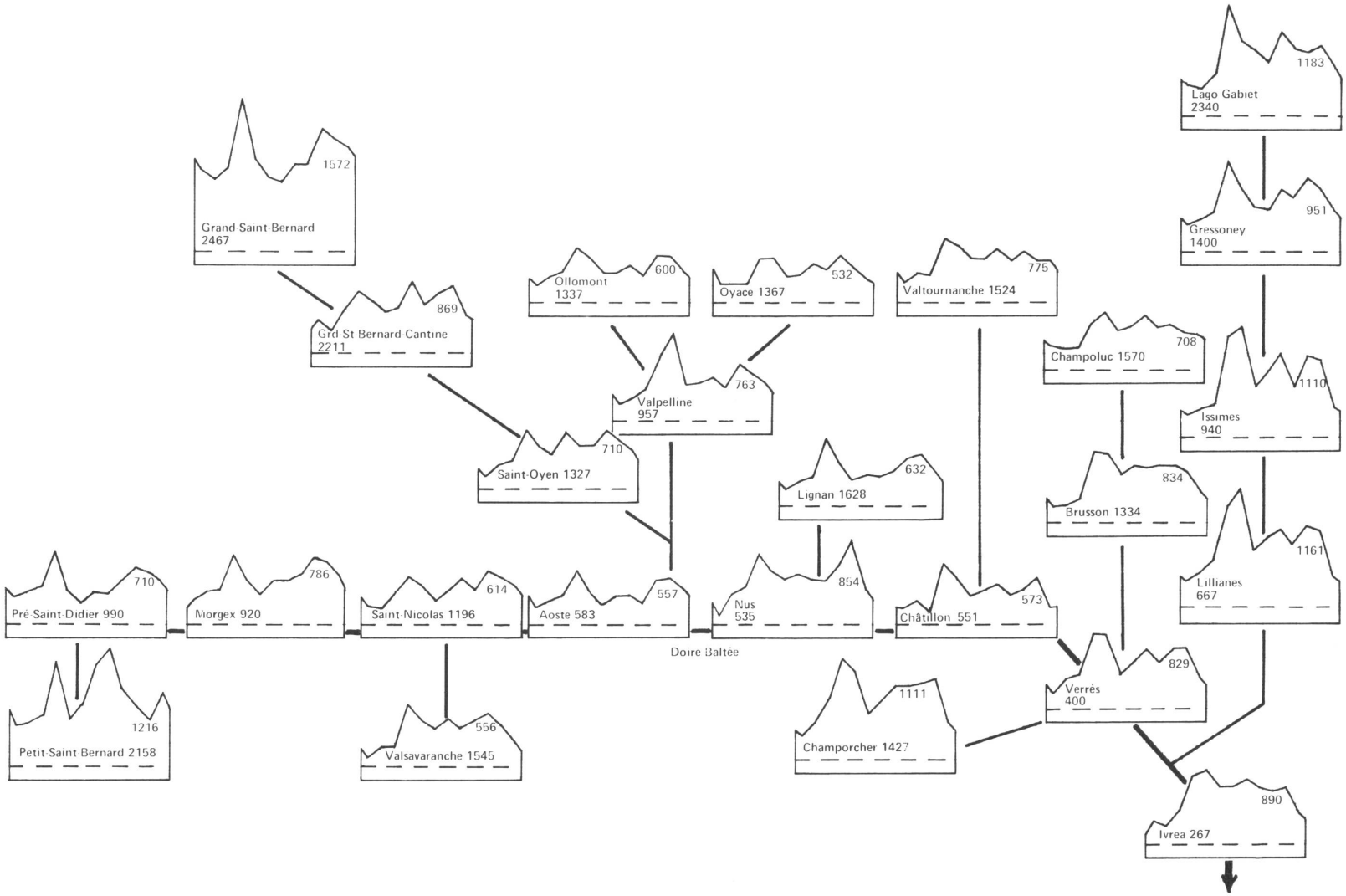


Fig. 14. – Diagrammes ombriques du val d'Aoste. (Voir les explications de la fig. 8, p. 35).

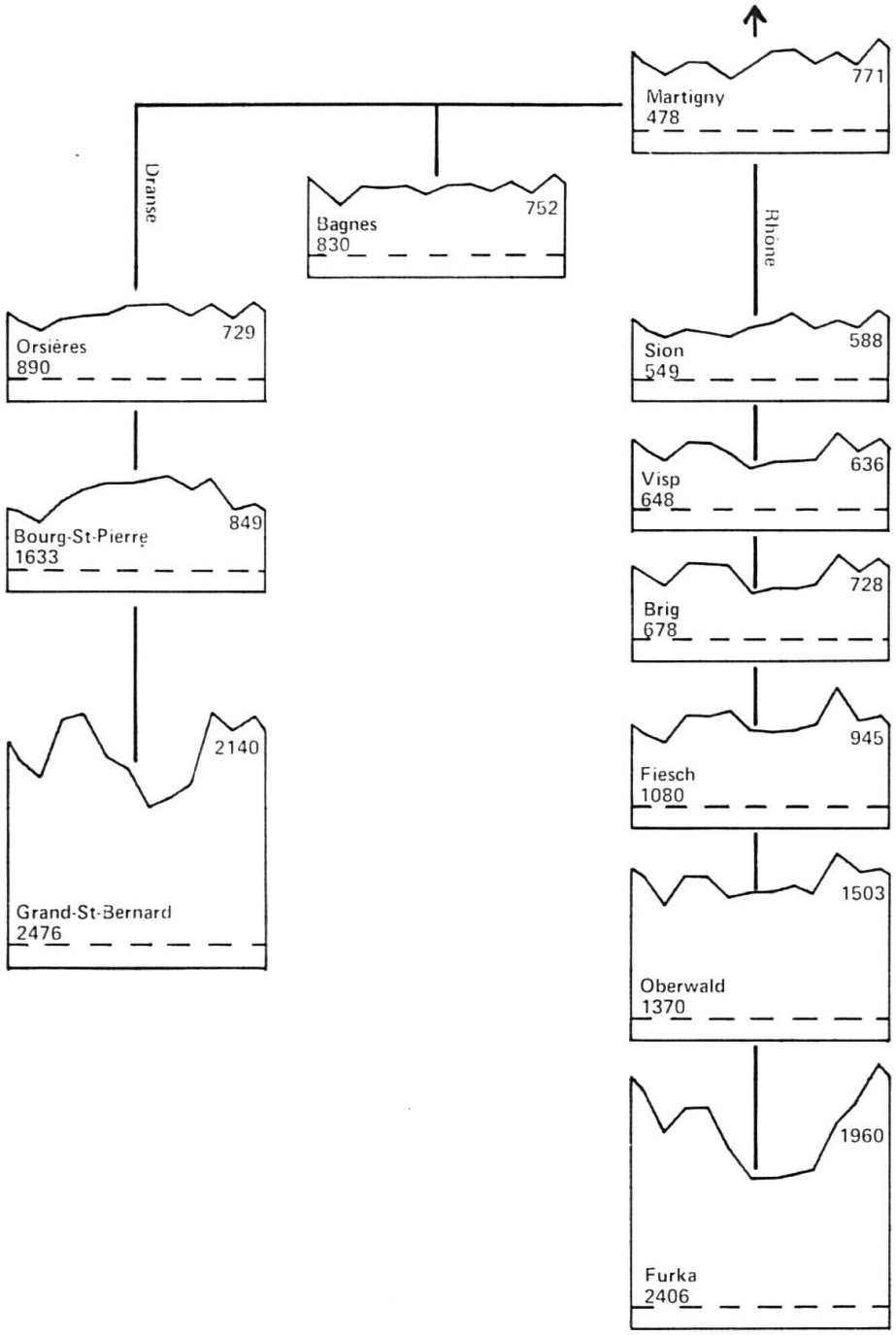


Fig. 16. – Diagrammes ombriques du Valais central, du val d'Entremont et du Haut-Valais. (Voir les explications de la fig. 8, p. 35.)

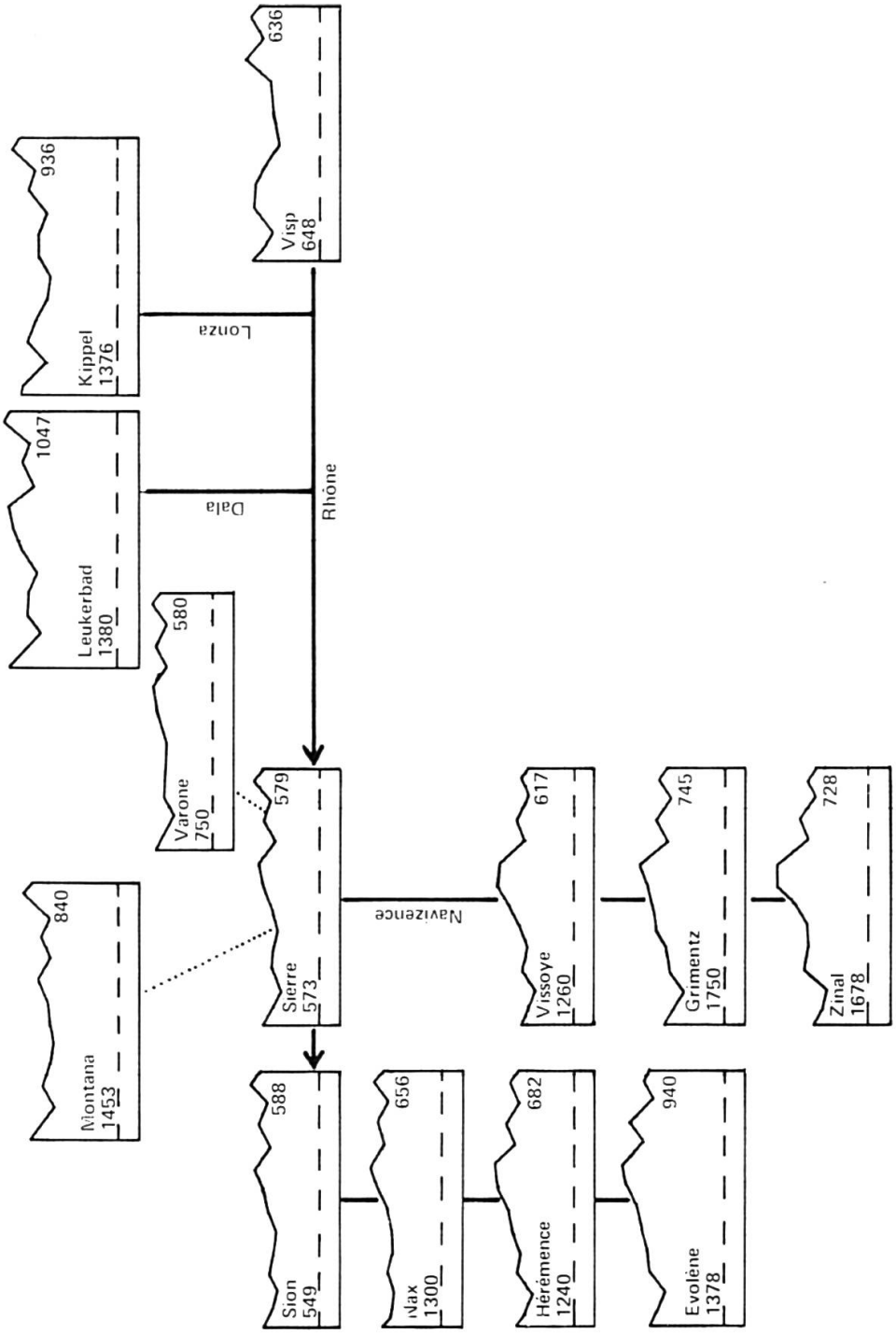


Fig. 17. – Diagrammes ombriques du Valais central, du val d'Hérens et du val d'Anniviers. (Voir les explications de la fig. 8, p. 35).

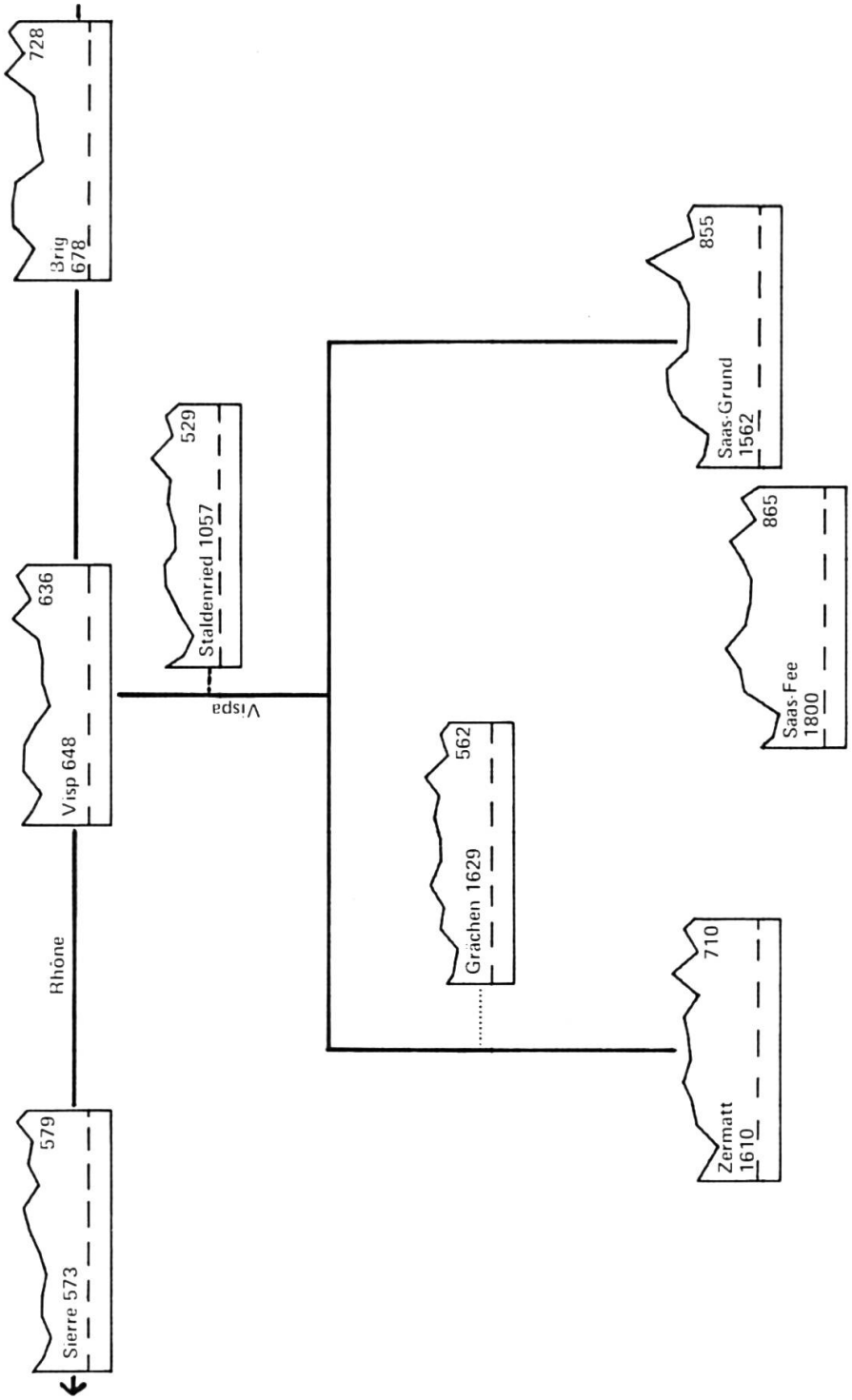


Fig. 18. – Diagrammes ombriques du Mattertal et du Saastal. (Voir les explications de la fig. 8, p. 35.)

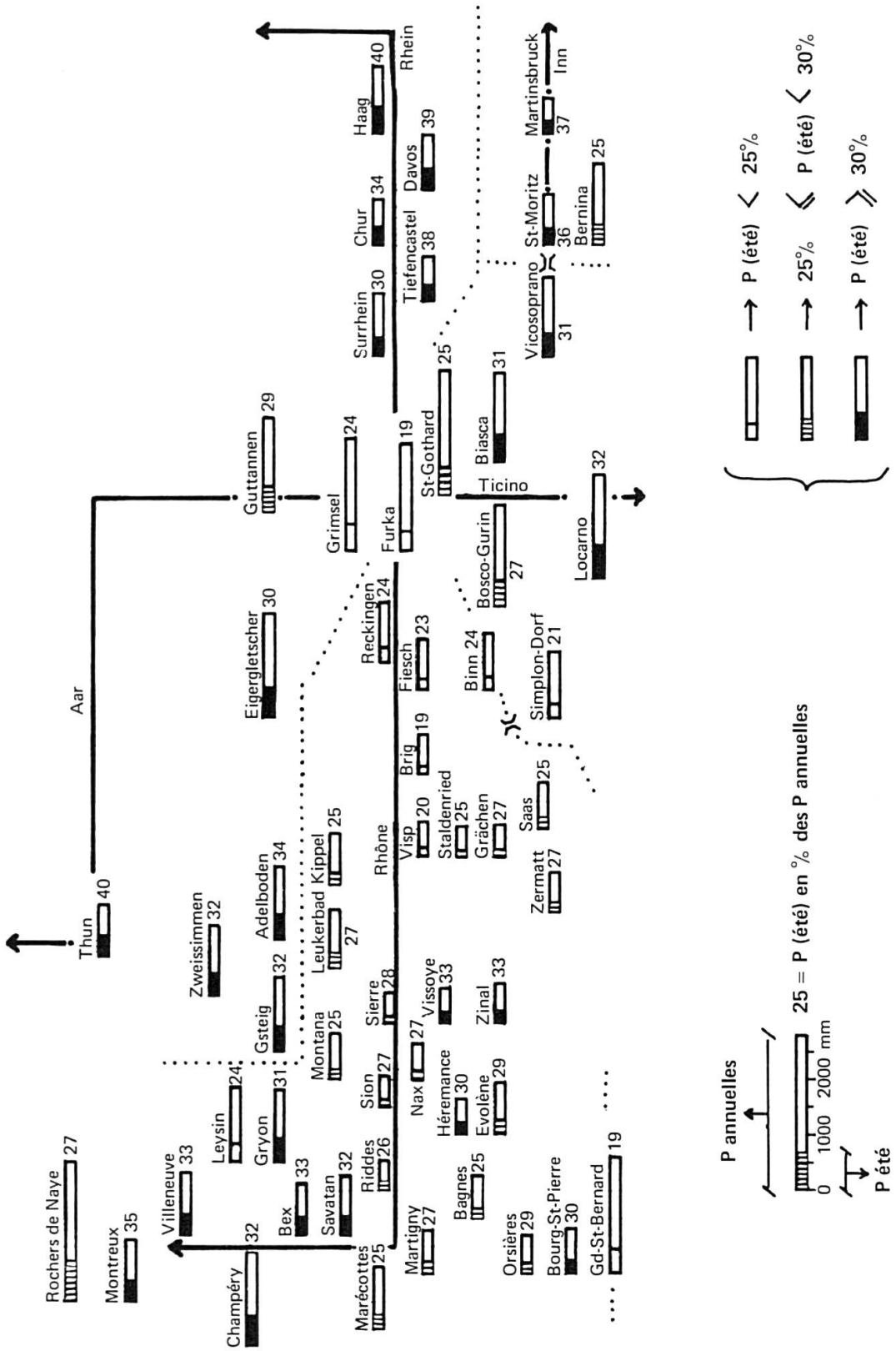


Fig. 19. – Rapport entre les précipitations des mois d'été (juin, juillet et août) et les précipitations annuelles.

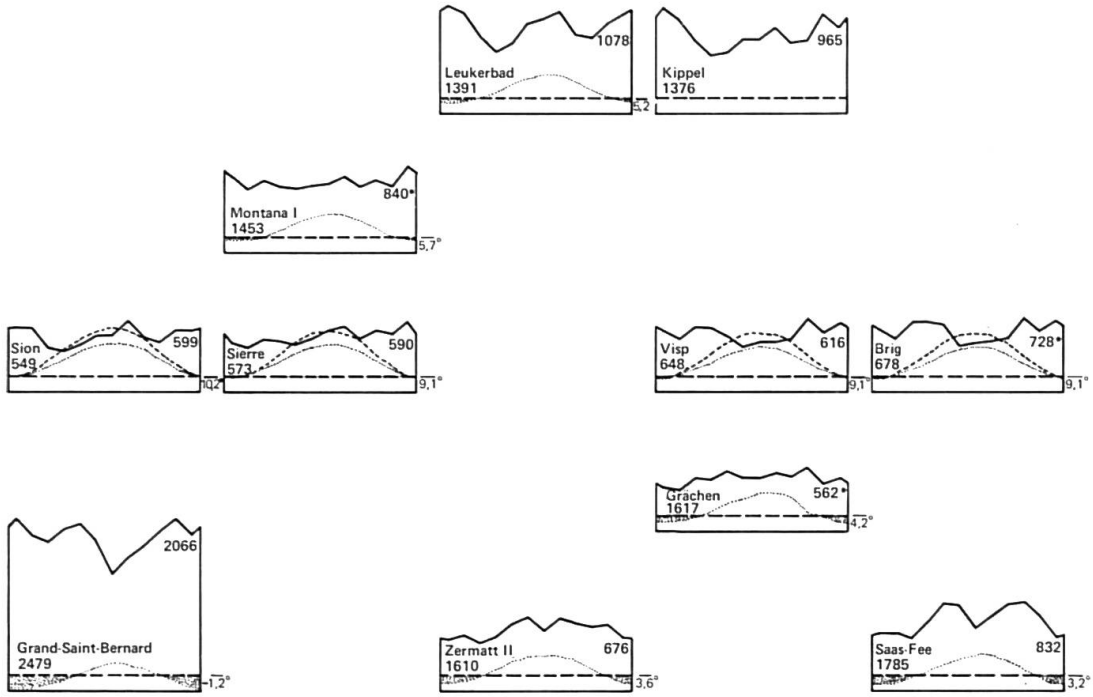


Fig. 20. – Diagrammes ombrothermiques du Valais: précipitations d'après les données d'Uttinger (1965) ou, pour les chiffres marqués d'un astérisque, Uttinger (1949); température d'après les données de Schüepp (1960-1961). (Voir les explications de la fig. 8, p. 35.)

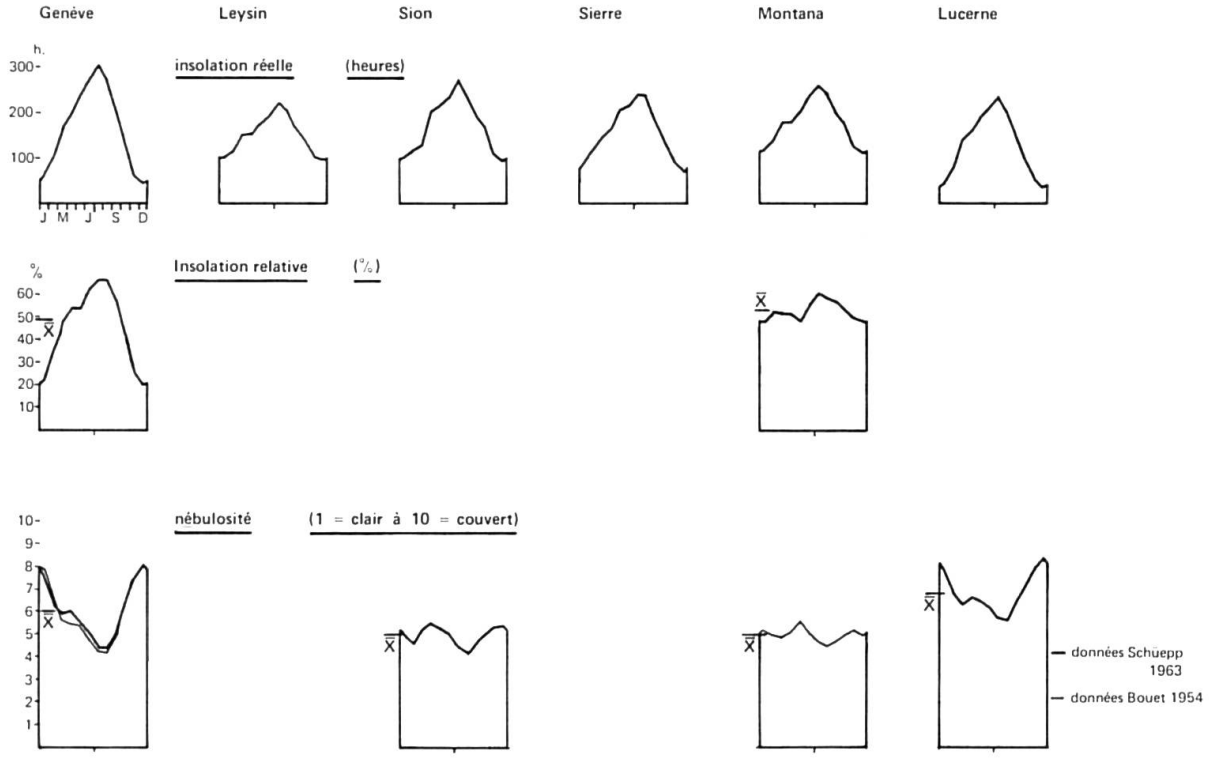


Fig. 21. – Moyennes annuelles d'insolation et de nébulosité.

4.3. *Facteurs maximums*

4.3.1. *Neige.*

Ce météore participe des précipitations: en règle générale, la richesse en pluie d'une région implique une richesse en neige, si les conditions thermiques nécessaires sont réalisées. Un rapport nivométrique des précipitations tombées sous forme de neige aux précipitations totales peut être établi pour la Suisse en général de la manière suivante (Bouet 1960):

Zone altitudinale	*Rapport nivométrique*
Plateau	9-10 %
1000 m	30 %
2000 m	60 %
3500 m	100 %

Les concrétisations locales sont en fait assez variables, dans le temps comme dans l'espace. En grandes lignes, un gradient géographique modifie l'application de ce rapport: il serait au plus faible dans les Alpes centrales, plus fort dans le Jura, au plus fort sur le versant N des Alpes.

Pour le territoire qui nous intéresse, Bouet donne les valeurs suivantes du rapport pour quelques stations:

Zermatt	48 %
Leukerbad	42 %
Montana	42 %
Sion	18 %

Bouet note encore que dès 1500 m, aucun mois de l'année ne peut être à priori considéré comme exempt de neige.

Ces données fragmentaires ne permettent pas d'évaluer l'intensité et la durée de l'enneigement dans le cadre géographique considéré ici. Pour mettre en place ce facteur, il faudrait une prospection particulière des données existantes: ainsi serait précisée l'action de ce facteur primordial en altitude.

Relevons pour illustration les aspects du rôle écologique de la neige: la protection thermique (nivellement par le haut des formations végétales d'altitude) et le rôle des avalanches (destruction, création de milieux sui generis – les couloirs d'avalanche –, diminution de la période de végétation dans leurs zones d'accumulation, donc transfert altitudinal de conditions du milieu de haut en bas).

4.3.2. *Grêle.*

Ce facteur est bien plus important pour le praticien que pour le naturaliste. De plus, il est en Valais beaucoup moins fréquent que sur le Plateau (Sion: 10 chutes de grêle de 1901-1940, soit une tous les quatre ans selon Bouet 1960).

Non mesuré aux altitudes supérieures, ce phénomène y apparaît beaucoup plus fréquent, mais le milieu naturel local y semble beaucoup moins sensible que les monocultures de la plaine.

4.3.3. *Orage.*

Bouet (1953) distingue deux manifestations de cette intempérie: l'orage local et le grain orageux, en déplacement; selon lui, ces deux types sont faiblement représentés en Valais, les orages locaux se manifestant sur les parties élevées, les grains orageux avançant difficilement, avec l'air froid qui les accompagne, dans la vallée.

Bouet (1953) établit d'une part un gradient amont-aval de fréquence des orages en Valais: pour 1 orage en Haut-Valais, il y aura 8 orages en Valais central et 13 orages en Bas-Valais. D'autre part, il établit une répartition des jours d'orages par an (critère: tonnerre audible) de Lausanne à Evolène en passant par Leysin-Montana-Sion et conclut par les régions incriminées:

Plateau vaudois	30 jours
Bas-Valais	24 jours
Alpes bernoises, versant N . .	26 jours
Alpes bernoises, versant S . .	23 jours
Vallée principale	15 jours
Alpes valaisannes	11 jours

Cet appauvrissement en orages se continue par une recrudescence marquée sitôt franchie la crête des Alpes: la région insubrienne, selon une longue bande courant au pied du versant sud des Alpes, compte de nouveau une moyenne supérieure à 30 jours par an (cf. les manifestations ombriques estivales au Tessin, fig. 15).

L'origine géographique des orages concourt à l'explication des influences climatiques sensibles au niveau de la pluviosité, mais ceci dans les étroites limites de la modeste participation des précipitations orageuses aux précipitations totales et de leur saison d'apparition, soit juillet-août. Ayant observé 32 orages non locaux ayant atteint le Valais, Bouet (1953) esquisse les trajectoires suivantes: 33 viennent de Savoie, traversant le Bas-Valais et se dirigent sur le Pays-d'Enhaut ou sur le versant N des Alpes, donc évitent le Valais central; 15, venant du Massif du Mont-Blanc, remontent le Valais dans sa partie centrale; 9, originaires des Pennines probablement, font de même; 8 remontent le Bas-Valais, dont 2 ou 3 seulement parviennent à dépasser Martigny; 11 longent la crête des Alpes bernoises d'W en E; le reste suit des trajectoires différentes, moins typiques, ou inconnues.

Donc le manque relatif de précipitations orageuses en Valais central fait ressortir la présence d'orages penniques et le long de la crête des Alpes bernoises: les maximums d'été des stations moyennes de part et d'autre du centre du talweg (Evolène, Zinal, Leukerbad) bénéficient probablement, en plus des influences septentrionales déjà invoquées, de ce léger appoint ombrique.

4.3.4. *Insolation.*

Ce facteur, complémentaire de la nébulosité traitée ci-après et donc des précipitations, atteint, de ce fait, des valeurs fortes en Valais. Bouet (1947-1948) donne des valeurs d'insolation reposant sur trois concepts de ce facteur:

1° – insolation théorique: la somme des périodes séparant le lever du coucher du soleil, à une latitude donnée et compte tenu de l'ombre portée par les divers obstacles géographiques intervenant localement est une grandeur calculée à partir d'héliogrammes par exemple;
2° – insolation réelle: la somme des heures d'insolation effectives mesurées;
3° – insolation relative: le rapport en % des deux premières valeurs; ce rapport exprime au mieux l'état du ciel en plus des conditions d'ensoleillement que permet le cadre géographique et orographique.

L'insolation réelle dans sa démarche annuelle est donnée en figure 21 pour trois stations valaisannes et trois stations suisses de comparaison. Le total annuel des heures d'ensoleillement est pour ces stations:

Genève	2071 h.
Leysin	1813 h.
Sion	2124 h.
Sierre	1902 h.
Montana	2153 h.
Lucerne	1587 h.

Il apparaît immédiatement que la station du N des Alpes (Lucerne) a un ensoleillement nettement inférieur à celui du Valais et de l'W du Plateau. Le maximum estival est montré par Genève: le fait que Montana en dépasse le total annuel de près de 80 heures est à mettre au bénéfice de la clarté de l'hiver valaisan.

Sur la même figure sont données les insolations relatives de Genève et Montana où la moyenne (x) est indiquée graphiquement. Il y apparaît encore plus la clarté hivernale de la station valaisanne.

Il y a loin de ces évaluations climatologiques à l'efficience au niveau écologique de la radiation solaire. On peut cependant prévoir, tout au moins, que cette radiation s'exerce en Valais plus fortement que dans les régions périphériques, car:

1° – la limpidité atmosphérique y est plus forte et plus fréquente (cf. facteur suivant);
2° – le relief fait émerger la majorité des surfaces au-dessus de la couche à forte absorption de basses zones altitudinaires;
3° – le relief expose encore les versants S selon une pente qui les rapproche de la perpendicularité aux rayons solaires, donc de leur efficacité optimale.

4.3.5. *Nébulosité.*

Ce facteur devrait théoriquement apparaître comme le moule en creux du précédent. Il pourrait également suivre la courbe des précipitations. Le premier point se vérifie assez bien (fig. 21) pour les stations du Plateau; pour les stations

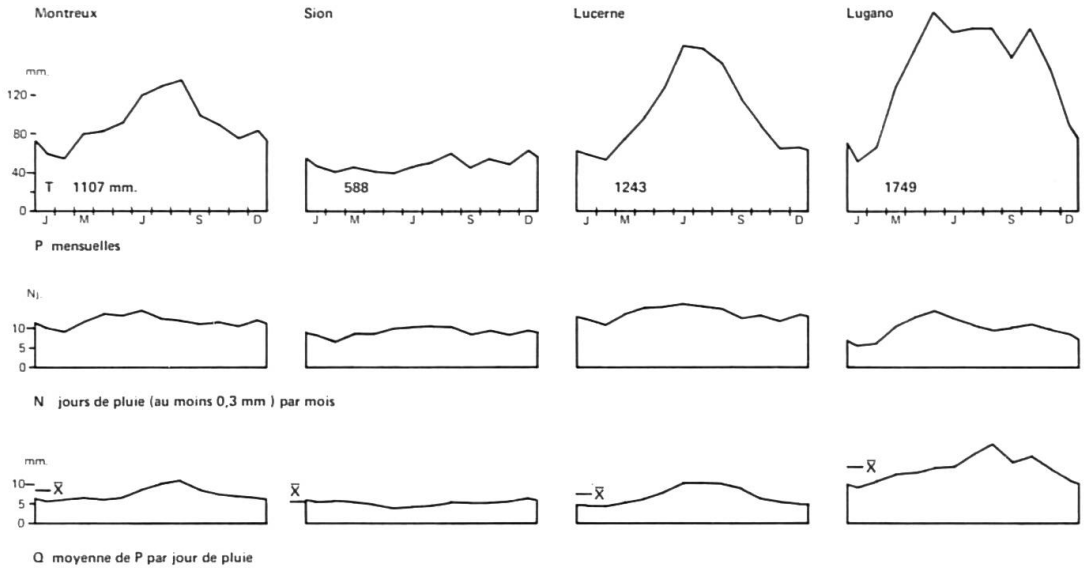


Fig. 22. – Intensité journalière de la pluie, moyennes 1901-1940, d'après les données d'Uttinger 1949.

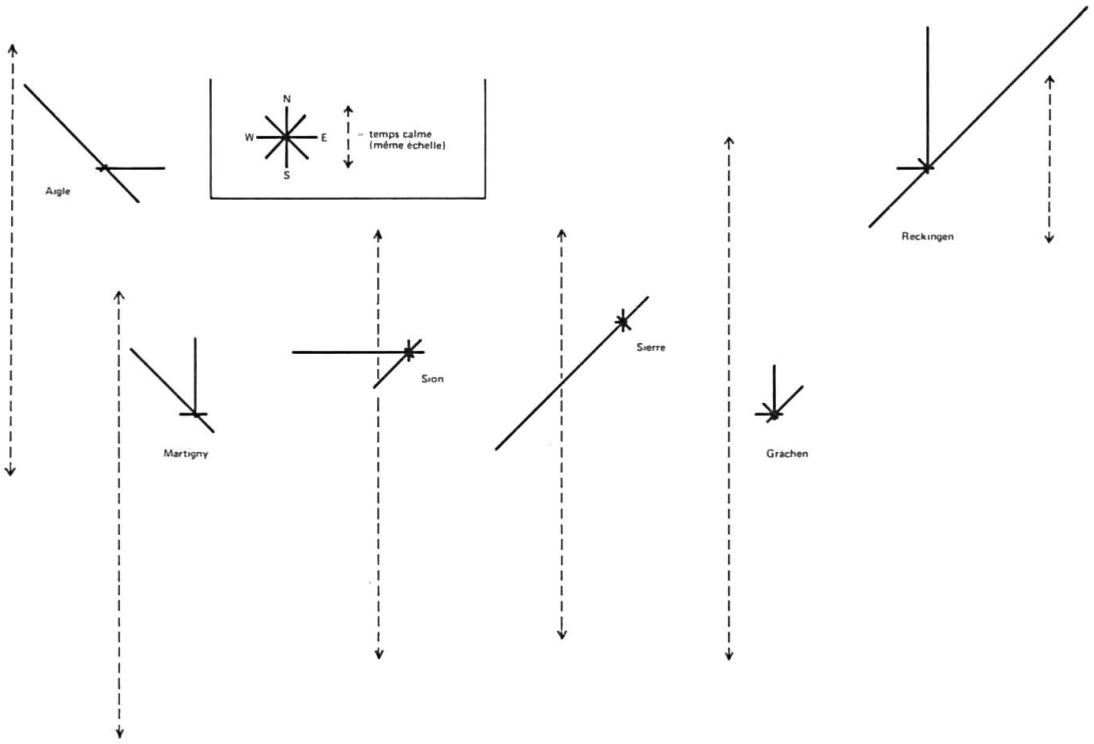


Fig. 23. – Répartition annuelle de la fréquence des vents selon leur orientation (trois observations quotidiennes: 07.00, 13.00 et 21.00 h.). D'après les données de Maurer, Billwiler et Hess (1909-1910).

valaisannes, une moins grande régularité est marquée par une coexistence de maximums. L'étude de Bouet (1947-1948) dont une partie des données est tirée mène à la caractérisation régionale suivante:

1° – Le groupe Montana-Leysin, soit la rive droite du Rhône valaisan, voit l'hiver riche en soleil, l'été également mais à un degré moindre. Le mois de mai présente un maximum de nébulosité probablement dû au passage au printemps proprement dit (soit climatologiquement parlant à la transition du régime anticyclonique d'hiver au régime dépressionnaire d'été); donc un signe de mousson d'été.
2° – Plateau: l'hiver y est pauvre en soleil, l'été riche; c'est un contraste égal, mais inverse à celui des précipitations. La congruence forte insolation-fortes précipitations implique des séquences de pluie intense: une évaluation globale de l'intensité journalière de la pluie au cours de l'année (fig. 22) corrobore cette opinion pour des stations du Plateau et du Tessin, la station valaisanne s'écartant de ce type.
3° – Sommets: l'insolation de printemps et d'été y est moins forte que celle d'hiver, par suite des nuages de convexion qui se forment à la belle saison. Ce type de station échappe d'ailleurs à notre zone d'intérêt.

Quant au brouillard, quatre types peuvent être distingués:

1° – brouillard de mauvais temps, représenté par une couverture nuageuse à basse altitude (un nuage volant bas);
2° – brouillard au sol, dû à un effet de condensation nocturne (généralement de faible épaisseur);
3° – brouillard de pente, soit un nuage de condensation poussé par un courant ascendant: migrateur et passager, il s'observe particulièrement sur les pentes recevant du soleil après une séquence de pluie ou une nuit humide;
4° – mer de brouillard, provoquée par une stabilisation de la condensation atmosphérique dans les niveaux inférieurs, due à l'inversion de température et l'amplifiant.

La répartition générale du brouillard se conforme à deux grandeurs couplées, précipitations et altitude. En Suisse, les régions à minimums de pluie sont également des régions à minimums de brouillard. Bouet (1956) donne la répartition suivante en jours de brouillard par an:

Plateau:	Genève	24 jours
	Olten	84 jours
Bas-Valais:	Saint-Maurice . .	60 jours
Valais central:	Sion	12 jours
	Sierre	3 jours
Haut-Valais	Gomstal	25-30 jours

Ainsi, d'une manière générale, le creux de précipitations du Valais central est également le lieu d'un minimum de brouillard. Le seuil de Saint-Maurice, véritable piège orographique à brouillard, en montre une fréquence élevée qui forme frontière.

L'absence de répartition mensuelle du brouillard n'empêche pas de penser que sa présence pendant la belle saison doit être empêchée par l'activité du vent de vallée (cf. infra).

Parallèlement aux précipitations, le brouillard augmente de fréquence avec l'altitude, où il se présente sous forme de brouillard de pente ou de mauvais temps. Sur l'adret valaisan, les stations Montana et Leukerbad fournissent une fréquence annuelle de 50 à 60 jours par an, maximums en mai et octobre (Bouet 1956). Sur le flanc qui lui fait face, Bouet, par observation directe, l'estime à 30 à 40 jours par an. L'ensoleillement moindre des expositions N doit impliquer une diminution du brouillard de pente si fréquent, fût-ce d'une manière restreinte, sur l'adret, et ne laisser de place qu'au brouillard de mauvais temps. De plus, les longues vallées latérales de la rive gauche doivent représenter des points minimums (10 à 15 jours par an).

Les cols sont dans le brouillard beaucoup plus fréquemment (Grand-Saint-Bernard: 129 jours par an). Il s'agit avant tout de brouillards occasionnés par la migration de nuages et plus souvent encore par la présence du "mur de fœhn".

A titre de comparaison, le Jungfraujoch compte 210 jours par an: il s'agit du brouillard de mauvais temps dans sa forme "brouillard de sommet".

La mer de brouillard, phénomène hivernal, est peu fréquente dans le Valais central (4 jours par an selon Bouet). Sa rareté accentue donc la permanence au long de l'année de la limpidité atmosphérique de cette région. Dans le Bas-Valais, par contre, elle règne 27 jours par an.

L'observation directe permet souvent de constater une permanence estivale de la mer de brouillard sous forme d'un voile atmosphérique dont l'altitude supérieure se situe autour de 1200 m dans le Bas-Valais par exemple, soit à la limite supérieure des forêts montagnardes là peuplées de hêtres, auxquels donc ce voile fournit un léger abri et un appoint d'humidité atmosphérique. La rareté de la mer de brouillard concorde avec la faible présence de ce voile en Valais central, où toutes ces formes atmosphériques d'appoint hygrique, thermique et antilumineux ne sont pas fournies à la végétation.

4.3.6. *Vent.*

Ce facteur maximum peut exercer une double action sur la végétation: mécanique, modelant le paysage végétal; écologique, par le remaniement du contexte climatique dû à la qualité des masses d'air entraînées.

A ce sujet, et comme la plupart des longues vallées continentales, le Valais présente un trait marquant: la présence d'un vent de vallée. L'orographie qui conditionne ce dernier empêche du même coup la présence d'autres vents répandus sur les zones périphériques: la "bise" du Plateau, courant froid et sec du NE, le vent d'W en général, vecteur des pluies atlantiques, dont l'entrée en Valais est freinée par le relief. Cette orographie permet, par contre, d'autres types de courants de moindre importance: le fœhn (phénomène général dans les Alpes) et le vent d'E, particulièrement flagrant sur l'adret valaisan en sa partie centrale.

Le vent de vallée consiste, selon le schéma classique des vallées intérieures, en un système aller et retour a périodicité noctidiurne et annuelle.

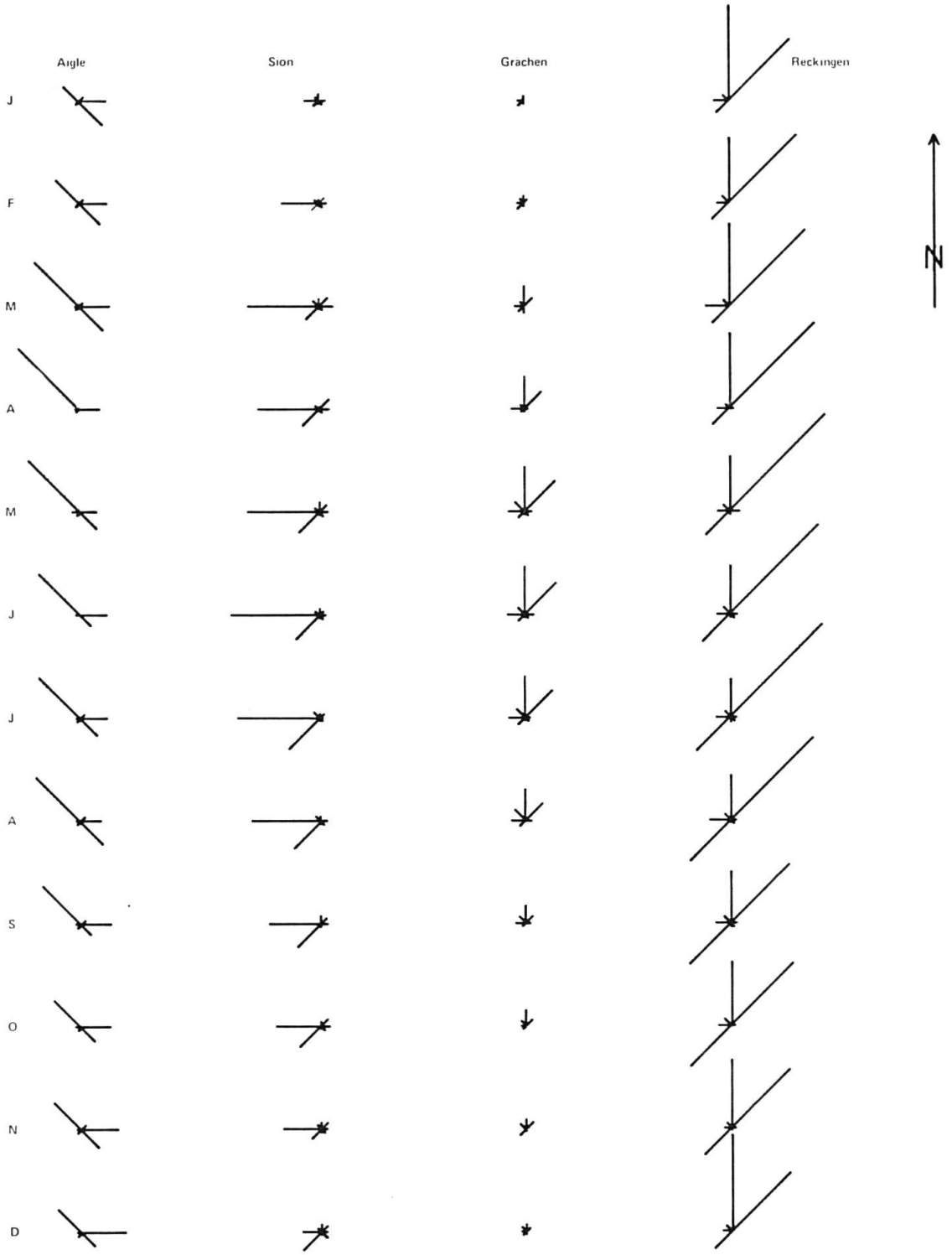


Fig. 24. – Fréquence par mois des vents selon leur orientation. D'après les données de Maurer, Billwiler et Hess (1909-1910).

Aller: un vent modéré à violent, à tendance chaude et sèche, remonte la vallée du Rhône presque quotidiennement de 10 h. du matin à la nuit et de mars-avril à septembre-octobre. Son maximum d'intensité se situe en amont du Bas-Valais et de là jusqu'à Brig. Il joue un rôle de facteur maximum aux deux sens prévus au début de ce chapitre: l'inclinaison générale des arbres du talweg valaisan en témoigne, ainsi que son effet dessèchant qui s'exerce en de nombreux secteurs jusqu'à 800-1000 m d'altitude. Nous lui conserverons son nom allemand expressif de Talwind.

Retour: un vent qui s'apparente plutôt à une brise à tendance fraîche descend la vallée la nuit et le matin jusqu'à 10 h. Il se généralise en hiver, en l'absence du courant aller, le Talwind. Plus faible que ce dernier, ce courant correspond au glissement des couches froides de l'atmosphère aux altitudes supérieures. Ses conditions d'existence ne sont réalisées qu'une fois la situation thermique nocturne installée: sa formation est empêchée au début de la nuit par l'exoradiation terrestre de la température emmagasinée pendant le jour. Son nom allemand est Bergwind.

L'importance de ce système venteux est mis en évidence sur les figures 23 et 24 où des roses des vents établies d'après les données de Maurer, Billwiler, Hess (1909-1910) sont disposées à l'emplacement schématiquement géographique des stations considérées. On voit la direction des plus grandes fréquences orientées dans le sens du talweg, d'une manière que le découpage en directions à 45° fractionne parfois en composantes et dont il faut restituer la tendance originelle. Sur le talweg, d'Aigle à Sierre, le Talwind manifeste toute son importance, nettement supérieure au Bergwind; en amont, à Reckingen, soit dans le Gomstal, le système est inversé et le Bergwind domine. Cette inversion caractérise la situation extrême du Gomstal, en fait vallée latérale en prolongement de la principale, proche de la masse centrale des Alpes suisses, dont nous avons déjà (cf. température) relevé le climat froid. La disposition extrême de cette vallée, de l'autre côté donc de l'appel d'air central, permet cette synergie Bergwind dominant (et très actif: l'étendue de temps calme est ici minimale) et basse température.

Grächen manifeste par sa rose des vents la même répétition du régime de la vallée centrale orienté sur la vallée latérale qu'au point de vue ombrothermique. Ce nouvel exemple de régime secondaire climatique doit pouvoir être extrapolé aux autres longues vallées latérales.

La double périodicité du système Talwind-Bergwind est mise en évidence sur la figure 25, où trois mesures quotidiennes et leur répartition mensuelle au long de l'année démontrent cette modulation de fréquence pour Sion. La prédominance du Talwind est quasi générale, suivant une progression de mars à juillet (avec une inflexion en avril), une régression ensuite. Le Bergwind, toujours inférieur sauf en plein hiver, se marque surtout de part et d'autre de la belle saison et du milieu de la journée. C'est au printemps, surtout en fin de journée, et un peu moins en automne, que la composante NE prend des valeurs traduisant l'effet d'un autre courant atmosphérique dont l'existence relativement peu marquée dans l'ensemble du système venteux valaisan est cependant non négligeable par ses implications ombriques et thermiques: le courant fœhn-vent d'E combiné.

Le fœhn, phénomène classique intéressant les Alpes en général, s'étendant souvent au Plateau en partie, consiste en une bouffée brusque d'air chaud et sec selon l'adiabatique typique dite précisément "effet de fœhn". Les conditions météorologiques originelles sont le plus souvent: dépression à l'W de l'Europe, dépres-

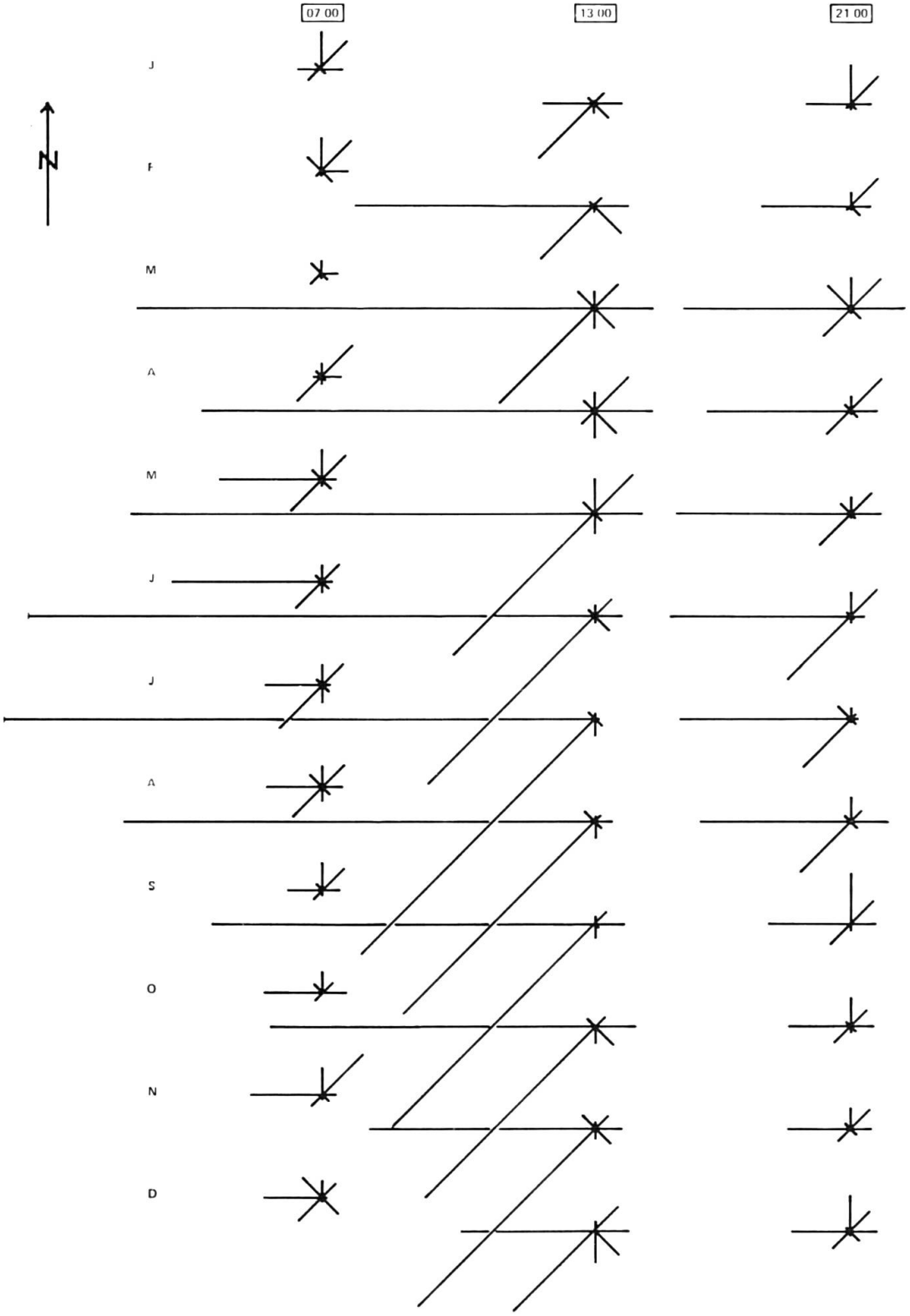


Fig. 25. – Fréquence des vents à Sion selon leur orientation, par mois et par observations quotidiennes, à 07.00, 13.00, 21.00 h. D'après les chiffres de Maurer, Billwiler et Hess (1909-1910).

sion au SE, dont courant élevé à trajectoire méridienne. Elles peuvent aussi être: vaste dépression sur l'Italie du Nord, donc fœhn cyclonique avec vents d'altitude venant du SE. De par son orientation générale, le Valais y est moins exposé que le versant N des Alpes.

Les manifestations fœhniques sont limitées en Valais à la fois dans leur intensité relative (le fœhn ne représente que 8 % du bilan venteux du Valais central), dans l'espace du temps.

Dans l'espace, le fœhn n'intéresse que deux secteurs du Valais. Le plus important est le secteur Brig-Sion, la crête des Alpes lépontines du Simplon au Griesspass à l'E en étant le principal déversoir: on y voit se manifester le signe précurseur du fœhn, une barre nuageuse (mur de fœhn) qui, en cas de fœhn typique, déborde largement la chaîne en aval et donne lieu à des précipitations. Le long du cours de la vallée, le fœhn se comporte en courant d'altitude. En moyenne altitude il se manifeste sous forme de vent d'E et n'intéresse que l'adret valaisan (Bouet observe de 1947 à 1950 66 jours de vent d'E à Montana pour 10 jours de fœhn à Sion). Dès la région de Sion, ce vent quitte la vallée principale et oblique vers la crête des Alpes bernoises derrière laquelle il réapparaît. Le fait qu'on le retrouve en Bas-Valais doit être assimilé à cette trajectoire.

Les longues vallées de l'ubac sont peu sujettes au fœhn, relativement plus dans les Visptäler (plus proches du Simplon) et dans les vallées des Dranses (débouchant sur le Bas-Valais): cette pauvreté relative par rapport aux longues vallées du versant N des Alpes est imputée au profil en long trop concave des vallées valaisannes.

Dans le temps, l'activité du fœhn-vent d'E passe par deux maximums annuels: printemps et automne. De plus, sa fréquence maximale s'établit, au cours de la journée, autour de 16-17 h; il y a convergence avec le maximum des orages: à cette heure, le gradient thermique est le plus élevé, partant le plus instable.

L'incidence fœhnique qui retient principalement notre attention (à part la hausse thermique et la baisse hygrique) est l'accompagnement de précipitations dites précipitations fœhniques que Bouet observe dans le Haut-Valais et dont il fixe l'extension occidentale au Mont-Rose au S (cf. la pluviosité), plus loin en aval au N (il observe une limite visible à Leuk). Ces précipitations groupées au printemps et à l'automne semblent en partie responsables des manifestations de type insubrien de la pluviosité du Haut-Valais: dès lors le fœhn et le vent d'E semblent intervenir comme vecteurs (entre autre) de l'influence insubrienne.

Parmi les autres composants du système venteux valaisan, rappelons la brise de vallée, provoquant dans les vallées de la rive gauche un rafraîchissement au milieu de la journée et dont une incidence sur l'adret peut être mentionnée; les masses d'air dont elle est composée provoquent, en s'écrasant sur l'adret qui fait face au débouché des vallées dont elles viennent, un effet d'échauffement prévisible, mais non mesuré. Ce transit apparaît fort peu sur les roses des vents des stations parcourues. Les résultats enregistrés à Chippis (débouché du val d'Anniviers) ont fait penser à Bouet (1954) que le courant provenant de cette vallée devait faire son entrée dans la vallée principale à un niveau altitudinaire supérieur à celui de la station d'observation et, de ce fait, échapper à son contrôle. De là à penser que le terrain d'action de cet échauffement se situe passablement plus haut sur l'adret que le cours du Rhône, il n'y a qu'un pas; cependant, il est impossible de préciser la part de ce phénomène dans les causes de la remontée des étages de végétation propres à cette rive du Rhône.

4.4. *Conclusion*

Conditionné par son relief montagneux, donc par le facteur altitudinaire et par son caractère de sillon alpin central, donc par le cadre géographique, le Valais affirme une continentalité climatique manifestée par ses différents facteurs.

Quant à la température, les amplitudes plus grandes, les moyennes élevées (plus qu'au N en tout cas) principalement dans le point chaud que représente le talweg du Valais central, différencient le Valais des régions périphériques (exception faite du val d'Aoste, vallée homologue). L'élévation de masse porte en altitude les valeurs positives (les limites de végétation élevées en sont le signe); cependant le Gomstal se comporte en pôle de froid (cf. Reckingen).

Quant aux précipitations, leur dotation est plus faible que dans les régions périphériques. La présence de barrières orographiques (les crêtes bordières) et météorologiques (les courants de convexion issus du centre chaud de la vallée) provoquent un isolement relatif se traduisant par des îlots de sécheresse principaux (vallée centrale) et secondaires (vallées latérales).

Cependant ces barrières sont loin d'isoler complètement le territoire qu'elles délimitent; citons à ce sujet Bouet (1960): "Le Canton dans son ensemble reçoit relativement peu d'eau par rapport au reste de la Suisse: la partie centrale de la vallée du Rhône est très sèche et les périodes sans pluie y atteignent de grandes longueurs non dépassées ailleurs. Les vallées de la chaîne pennine, quoique plus riches en eau, sont encore plus sèches que celles du versant exposé au S (adret de Sierre) où les hauteurs de pluies augmentent plus rapidement avec l'altitude. Les jours de pluie sont en Valais plus rares que partout ailleurs, au centre en tout cas. Les systèmes pluvieux traversant la Suisse n'intéressent le canton que deux fois sur trois. Le mauvais temps y est à peu près aussi fréquent qu'en Suisse romande, mais les chutes de pluie sont dans la règle moins importantes et de plus courte durée". Ainsi cette relative dépendance valaisanne se manifeste par les modes de pluviosité des régions périphériques transgressant les obstacles sous la forme atténuée d'influences (carte 1), expression des régimes.

Le régime atlantique se manifeste par ses pluies d'été qui, retenues en bonne partie par l'écran des Alpes bernoises, pénètrent cependant par le Bas-Valais; mais leur pression est puissamment freinée par le coude du Rhône à Martigny.

Les échancrures de la crête permettent des transgressions d'une certaine importance: la rareté des stations d'altitude sur l'adret ne le laisse supposer qu'à Leukerbad (échancrure de la Gemmi) par opposition à sa voisine Kippel (échancrure moins profonde du Lötschenpass); cependant la fréquence relative élevée des orages estivaux sur l'adret peut se substituer dans son action de ravitaillement ombrique à l'action atlantique. Il n'en reste pas moins que la vallée de la Lizerne (par le Pas-de-Cheville) s'ouvre climatiquement sur le Bas-Valais. Les perméations débordant sur la vallée de la Morge et de la Liène restent hypothétiques: à priori elles doivent être plus faibles. Un élément avancé de ces transgressions pourrait être traduit par le maximum estival que présentent les stations moyennes des vallées latérales débouchant sur le Valais central: il s'agirait de masses élevées survolant ainsi le centre valaisan et trouvant, dans ces vallées d'extension moyenne, un terrain d'atterrissage plus praticable que dans les îlots xériques des vallées plus longues. La perméation

atlantique occidentale (partant de la Haute-Savoie) semble surtout portée par des orages et ainsi éviter le Valais central. Le massif du Mont-Blanc joue un grand rôle d'obstacle et le régime des hautes vallées des Dranses peut être influencé dans ce sens à la fois de l'W et du NW.

Le régime insubrien est caractérisé par ses pluies de printemps et d'automne; il influence la vallée d'Aoste, qui s'ouvre à lui, à un degré moins étendu le Valais: l'obstacle majeur de la haute chaîne des Alpes valaisannes laisse cependant à l'E un déversoir approprié sous forme des Alpes lépontines, surtout du Simplon. Dans les Alpes valaisannes, l'influence se fait sentir efficacement jusqu'à Saas, le massif Mont-Rose-Mischabel s'interposant comme puissante barrière.

Dans le talweg, les pluies révélatrices atteignent Visp selon les diagrammes ombriques, Leuk selon les observations de Bouet. Leur extension sur les pentes de la partie haut-valaisanne de l'adret n'est pas perceptible par manque de données, à priori elle doit s'y manifester. Le fœhn en semble un vecteur occasionnel.

Le régime ombrothermique valaisan, axérique en moyenne altitude, avec nuance cryomérique sur les hauts sommets, présente en son lieu le plus chaud et le plus sec, le talweg, une présécheresse estivale. Sion et Sierre, de par leur léger pointement estival, réminiscence atlantique, en présentent une période de deux mois pour une moyenne relativement élevée. Un peu plus frais, le talweg du Haut-Valais (Visp, Brig) n'en présente pas moins une durée étendue (trois mois en tout cas) aidée dans manifestation par la présence du creux estival d'origine insubrienne.

Les facteurs maximums sont à relever quant à la relative pauvreté des hydrométéores que l'on peut considérer sous ce jour: la neige, distribuée en gros parallèlement à la pluie, est relativement moins abondante qu'au N en tout cas. Les orages sont moins fréquents et évitent le plus souvent le Valais central. Le brouillard, sauf dans ses manifestations locales de brouillard de pente ou de sommet, y est également moins fréquent, la mer de brouillard quasiment absente; le voile atmosphérique tutélaire des forêts montagnardes à hêtre du Bas-Valais n'exerce pas son action d'une manière aussi soutenue dans le reste du Valais. C'est dire enfin que la nébulosité est faible, la limpidité atmosphérique forte: de ce fait, un facteur propice à une plus-value thermique, soit l'insolation, est renforcé. De plus, le régime autonome de vent de vallée favorise en premier la sécheresse, accentue enfin par son action de retour le thermopériodisme nycthéméral; dans les vallées latérales de la rive gauche cependant, une brise de vallée adoucit les températures du milieu du jour en été. Rappelons encore que dans le Gomstal la prépondérance du Bergwind coïncide avec le pôle froid dénoté par les basses moyennes thermiques de Reckingen.

Ainsi l'adret qui nous importe peut-il être situé climatiquement de la manière suivante:

1° – sur toute la longueur envisagée dans la présente étude, ses basses altitudes participent de l'îlot xérothermique valaisan (selon ses modalités décrites ci-dessus) dont l'action s'étend sur les premières pentes de flanc direct;
2° – l'exposition générale S renforce l'étendue et l'intensité du xérothermisme;
3° – calcaire dans presque toute l'étendue de l'adret occidental, à la base de la moitié de l'adret oriental, le sol, intégré au climat en tant que facteur correctif, renforce encore cette action.

Or:

1° – le gradient relativement élevé d'augmentation des précipitations avec l'altitude permet, dès les stations moyennes, un ravitaillement ombrique plus conséquent que sur la rive gauche;
2° – la fréquence des brouillards de pente, malgré leur mobilité et leur durée éphémère, fournit un certain abri du soleil;
3° – la crête relativement peu élevée des Alpes bernoises permet des transgressions locales, souvent un léger débordement de mauvais temps sur les pentes supérieures de l'adret.

Donc, l'action conjuguée de ces divers états de fait climatiques permet l'installation de situations écologiques variées, plus contrastées sur le flanc direct que dans le creux plus ou moins abrité des courtes vallées latérales; ainsi les peuplements forestiers seront fort divers, des pinèdes sèches continentales aux sapinières et même hêtraies proches des types "mésophiles" préalpins.

5. Répartition des essences forestières et signification écologique

5.1. *Cadre phytogéographique, généralités, méthodes*

A l'insularisme climatique continental valaisan correspond un caractère floristique homologue. Le débouché W de la vallée supérieure du Rhône reçoit le cortège des espèces subatlantiques et latéméditerranéennes; les premières sont arrêtées par le coude du Rhône à Martigny, les secondes seules persistent vers l'amont, où elles forment, avec les espèces de l'élément pontique, la végétation caractéristique du fond de la vallée: pelouses sèches (Stipetum, Festucetum, Koehlerietum des garides ou Felsensteppen) et taillis de chênes pubescents. Un phénomène analogue par son déterminisme est constaté en vallée d'Aoste, dont le débouché E a cependant bénéficié d'un courant de réimmigration périalpin sui generis. De nombreux travaux portent sur ce phénomène important et départagent les stocks floristiques d'origine orientale (pontiques), méridionale (sub- et latéméditerranéennes) et autochtone: ce sont entre autres ceux de Briquet, Christ, Schmid, Gams, Furrer et Braun-Blanquet dont le récent travail (1961) apporte une dernière synthèse. Une compilation nous semble hors de propos dans le présent travail.

Les formations végétales et leur ordonnance dans l'espace sont régies dans la région qui nous intéresse par le paramètre majeur: l'altitude. Il en résulte que la notion d'étagement est primordiale. La succession classique des étages de végétation s'établira dans le Valais continental selon le tableau 3 dans lequel nous faisons apparaître divers aspects et diverses interprétations.

La répartition des essences forestières dans l'espace cartographié déborde largement le cadre des formations (séries ou associations) auxquelles elles prêtent leur nom. Il suffit d'esquisser leur extension verticale au sein de l'étagement (tableau 2).

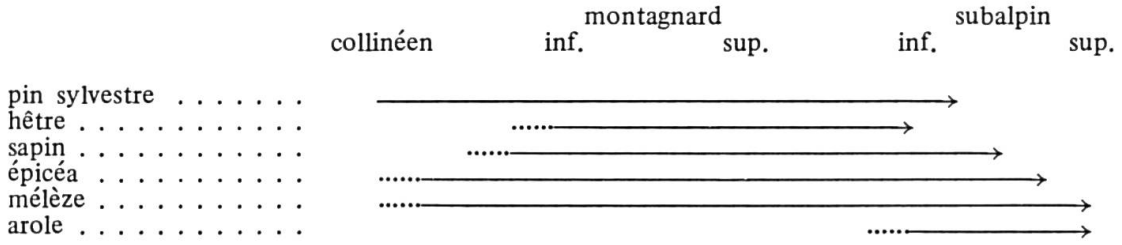


Tableau 2. – L'extension verticale des principales essences forestières en Valais.

Dénomination	*Caractérisation phytogéographique (têtes de séries)*	*Formes principales d'utilisation du sol extra-sylvatique*	*Conception de Schmid*	*Conception de Kuoch (principales associations forestières climaciques et subclimaciques)*
Etage alpin	pelouses alpines		ceinture steppique arcto-alpine	
Etage subalpin sup.	groupements de transition	pâturages	ceinture de la toundra d'arbrisseaux nains	Rhodoreto-vaccinietum
Etage subalpin inf.	mélèze et arole		ceinture du mélèze et de l'arole	Piceetum subalpinum Adenostylo-abietetum
	épicéa			
Etage montagnard sup.	comme ci-dessous, avec présence forte de l'épicéa et prédominance du sapin sur le hêtre	prairies de fauche "mayens"	ceinture de l'épicéa	Abietetum albae avec localement Adenostylo-abietetum prenanthetosum Erico-pinetum
Etage montagnard inf. sec:	pin sylvestre	vergers, jardins maraîchers, prairies de fauche	ceinture de la forêt steppique	Erico-pinetum
Etage montagnard inf. humide:	hêtre		ceinture du hêtre et du sapin	Fagetum sylvaticae
Etage collinéen	chêne pubescent garides	vigne	ceinture du chêne pubescent	Associations du Pinion et du Quercion pubescentisessiliflorae
			ceinture steppique à Stipa	–

Tableau 3. – L'étagement de la végétation: aspects et interprétations différents.

Les essences prises en considération d'une manière continue dans l'interprétation sont:

pin sylvestre	(*Pinus sylvestris* L.),
hêtre	(*Fagus sylvatica* L.),
sapin	(*Abies alba* Miller),
épicéa	(*Picea Abies* (L.) Karsten),
mélèze	(*Larix decidua* Miller),
arole	(*Pinus cembra* L.),

tandis que deux espèces ne sont prises en considération que localement dans la phase interprétative (en effet, malgré leur inaptitude à créer des milieux forestiers, elles présentent une extension non négligeable):

pin de montagne	(*Pinus mugo* Turra s.l.),
aulne vert	(*Alnus viridis* (Chaix) DC.).

La présence d'autres espèces est signalée (à défaut d'une cartographie continue) dans certaines descriptions, ainsi que dans la carte 3.

Une esquisse de répartition générale et d'appétences écologiques des essences forestières dans le cadre du milieu valaisan donnerait les portraits suivants:

Le pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) forme, dans le Valais central, une bande quasi continue, de la plaine à l'étage montagnard qu'il dépasse parfois (extension maximum ad 1700 m; Gams 1927, le signale ad 2150 m au-dessus de Fully). Les mêmes aptitudes qui lui permettent de former le paysage forestier du faciès sec de l'étage montagnard le font retrouver sur les facettes bien exposées du Bas-Valais et des autres vallées périalpines, où le vent également joue un rôle favorable à cet égard (fœhn dans la vallée de la Reuss, Furrer 1923). De plus, l'extension de la pinède aux dépens de la chênaie telle que la conçoivent divers auteurs (Braun-Blanquet 1949) relève du même état de fait, et mène de plus à une différenciation. Les forestiers, en tout cas, distinguent deux "races": une race de plaine (arbres petits, tronc grisâtre) et une race de montagne (arbres plus grands, tronc rougeâtre).

Arbre résistant à la sécheresse de l'air et du sol, le pin sylvestre est un puissant formateur de synécies adaptées à la colonisation et crée ainsi de puissantes remontées d'étages là où les adversités de toutes sortes créent un déséquilibre profond de la structure du peuplement. Ses formations cependant se restreignent dès le passage au Haut-Valais pour cesser dès Fiesch (Gomstal).

Le hêtre (*Fagus sylvatica* L.), seul feuillu parmi les essences majeures considérées dans cette étude, est loin d'avoir en Valais le rôle primordial qu'il joue dans le reste du pays. Comme de nombreuses autres espèces, il diminue considérablement dès passé le coude de Martigny vers l'amont. Le pied du Catogne et l'aval du Valais central portent quelques massifs, puis c'est le dernier peuplement bien établi de la vallée de la Lizerne (Derborence). Furrer (1923) signale des stations anciennes au sud de Sierre; en tout cas, des tentatives de reboisement dans le Valais central hors des localités actuelles ont toujours été vouées à l'échec: la continentalité du climat valaisan lui est contraire. Aimant des conditions stationnelles moyennes, le hêtre montre dans ses derniers habitats valaisans un peuplement et une flore compagne

qui le rattachent aux types de "hêtraies sèches" décrites dans les Alpes du S. Il ne descend à basse altitude (700 m) qu'à proximité des talwegs et ne s'observe pas plus haut que 1700 m à Derborence (Gams, 1927, fixe un maximum à 1780 m dans l'extrémité W de l'adret).

Le sapin (*Abies alba* Miller), souvent associé au hêtre dans les forêts de nos latitudes, le dépasse en Valais et affirme une présence subcontinue de part et d'autre du Rhône sur une importante partie de son cours: jusqu'à Visp sur l'adret, jusqu'à Oberwald, soit presque à la source du Rhône, sur l'ubac. S'il forme quelques belles sapinières sur le flanc direct de l'ubac, en particulier entre Sierre et Visp (où l'on pourrait se demander à première vue comment le hêtre y est absent), il n'entre pas dans le domaine fortement continental des longues vallées latérales de cette rive. Par contre il préfère les vallées de l'adret à son flanc direct, sur lequel il se disperse, à des altitudes variant de 1000 à 2000 m (Schmid 1950). En effet il est, plus que l'épicéa, amateur d'humidité: surtout dans le sol, moins dans l'air que le hêtre (Gaussen 1926), sa racine pivotante allant jusqu'à lui permettre d'occuper des stations à sol profond où, de plus, un sous-bois à allure de mégaphorbiée gène le recru de l'épicéa. Mais sa moins grande robustesse ne lui permet pas une présence aussi forte que celle de l'épicéa.

L'épicéa (*Picea Abies* (L.) Karsten) forme le fond de la forêt valaisanne, de l'étage montagnard supérieur au subalpin inférieur. Sa grande vitalité lui ouvre des stations de 800 à 2200 m sur l'adret. S'il est moins résistant que le mélèze au climat subalpin, s'il est moins bon colonisateur de sols nus et meubles, il peut cependant reprendre du terrain à son collègue, coloniser et décimer ses peuplements pionniers en seconde main, pour autant qu'ils ne soient pas en situation extrême. Ses limites sont la grande sécheresse, domaine du pin sylvestre sous lequel il peut trouver un abri pour sa jeunesse, une trop forte humidité du sol qui peut, si non excessive, favoriser alors le sapin, une température trop basse et une exposition trop ombragée qui est alors plus favorable à l'arole, une station trop exposée au sol trop primitif (ce à quoi il peut remédier en adoptant un port de "Krüppel" qui témoigne de sa plasticité). Il est de ce fait, plus ou moins rapidement, le grand vainqueur de la compétition forestière aux altitudes pas trop extrêmes; exception faite pour les régions à très forte élévation de masse (les Alpes valaisannes en leur massif culminant) où le mélèze reste prépondérant. Il faut cependant remarquer que l'épicéa présent à 5-7 % dans les forêts des Visptäler moyens y formait des bois fournis en 1825: l'influence humaine est importante.

Le mélèze (*Larix decidua* Miller), cette essence qui reste incorporée à chaque vision que l'on peut garder du Valais, garde un domaine inaliénable dans la bande supérieure de la forêt où son amplitude thermique et ombrique lui permet de supporter des saisons très marquées. Ces qualités lui rendent possible cependant un débordement vers les basses altitudes (ce dont les forestiers profitent), mais alors, en compensation de la luminosité subalpine faisant défaut, il se montre plus difficile quant au sol qui doit être meuble et comporter peu d'argile. Son extension naturelle dans la plaine du Rhône en son status antérieur est un fait historiquement prouvé.

L'arole (*Pinus Cembra* L.), ce champion de l'altitude à la robustesse extrême et au port d'une grande plasticité (Rikli 1909), est cependant relégué aux expositions abritées pour des raisons intrinsèques: sa croissance lente le cantonne aux rhodoraies des versants N où il trouve, l'abri de la neige jouant, une protection pour ses longs débuts. Voué par son tempérament à la constitution de la limite fores-

tière dans ce type de station, il a son maximum d'extension sur l'ubac. Cependant sa rareté sur l'adret (de quelques exemplaires jusqu'à Derborence en amont, il disparaît jusqu'au Lötschental) résulte de l'activité humaine.

Le pin de montagne (*Pinus mugo* Turra s.l.): sans entrer dans le détail de ses formes érigées ou rampantes, que le Valais héberge ensemble sans l'uniformité des peuplements de "*P. pumilio*" des Grisons, on constate que sa présence est édaphiquement permise de l'étage montagnard au subalpin supérieur; sa prédominance en exposition S et sur roche-mère calcaire est incontestable, mais non vraiment exclusive. Encore une fois, les raisons concurrentielles limitent cette espèce au rôle de pionnier, toute maturation ultérieure du sol permettant à des essences plus forestières (mélèze, épicéa) d'établir leur peuplement. Ainsi Ellenberg (1963) a pu montrer selon un écogramme démonstratif que, sans concurrence, ce pin pourrait recouvrir la plus grande partie des surfaces forestières potentielles de la Suisse.

L'aulne vert (*Alnus viridis* (Chaix) DC.) pourrait être cité tout classiquement comme tempérament inverse du précédent: en fait cet habitant des versants N subalpins peut, au gré des couloirs d'avalanche par exemple, retrouver à des altitudes bien inférieures les stations abritées et dont la forêt est exclue où il peut s'installer, au gré de ces facteurs édaphotopographiques (fraîcheur, humidité, absence de concurrence arborescente).

En résumé, des six essences majeures considérées ci-dessus, trois semblent fortement implantées en Valais, capables d'extension éventuelle: pin sylvestre, épicéa et mélèze. Leur domaine peut recouvrir toute la bande altitudinale forestière actuelle. Trois autres: hêtre, sapin et arole, présentent une aire en régression. Le hêtre, peu étendu, est cantonné aux exceptions climatiques valaisannes et saurait difficilement déborder leurs territoires. Le sapin, plus répandu, semble également en recul pour des raisons d'évolution climatique et d'activité humaine. L'arole quant à lui peut conserver ses stations préservées grâce à sa forte résistance, mais il est dès lors trop rare pour exercer une pression suffisante à une réimmigration étendue.

Les traces de l'activité humaine dans son effet sur l'évolution forestière ont été relevées par K. Meyer au cours d'un long travail de recherche dans les archives valaisannes, et synthétisées dans sa suite de publications (1950-55). Avant d'examiner les incidences régionales, résumons d'emblée ses conclusions: l'exploitation forestière moyenâgeuse et moderne, avec ses époques de pointe et de calme, ses temps d'anarchie dévastatrice, de réglementations locales, jusqu'à l'édiction de la loi forestière fédérale du début du siècle, a provoqué la diminution du hêtre au sein de ses territoires actuels, le recul général du sapin, l'avance du pin sylvestre et du mélèze par les trouées qu'elle occasionne dans la couverture forestière; de plus, le mélèze est épargné dans les zones pâturées par le fait que son faible ombrage n'empêche pas le maintien de la pelouse sous sa couronne et ne provoque ainsi pas de perte de surface pâturable. L'arole fut une victime de choix.

La situation actuelle est donc une situation en partie stabilisée mais fortement appauvrie; ce qui n'a rien d'exceptionnel dans notre continent de vieille culture, et sera pareil dans les autres. A moins que...?

Pour mettre en œuvre la documentation récoltée, nous avons découpé, en vue de description, l'adret en unités territoriales consistant soit en vallées latérales, soit en portions de flanc direct donnant sur la vallée centrale. Ces unités sont plus

ou moins découpées en facettes numérotées qui seront utilisées pour leur signification écologique par rapport à la répartition du sapin et qui représentent des ensembles plus ou moins complexes selon la configuration générale du terrain et la densité de l'observation (fig. 26). Ainsi la vallée de Derborence, plus détaillée, sera-t-elle découpée en six facettes de tailles réduites; par contre la vallée de la Massa n'en fera qu'une ainsi que le flanc direct qui, du talweg, va de Saint-Léonard à Visp; de même, la longue portion qui s'étend du coude du Rhône à Ardon est décrite sommairement d'après les auteurs indiqués plus bas: elle ne fera donc qu'une unité.

La description des unités et des facettes qui les composent s'approchera de la démarche suivante:

1° – situation d'ensemble, caractérisation générale climato-édaphotopographique;
2° – répartition des essences, données historiques forestières et utilisation du sol.

Le substratum cartographique et la documentation qui en est tirée consiste en une rédaction et une exploitation des cartes de terrains en couleurs signalées dans l'introduction, complétées par photointerprétation, ceci pour les vallées de l'Avançon d'Anzeindaz, de la Lizerne, de la Morge, de la Dala, de la Massa et le massif de la Dent-de-Nendaz.

Ainsi ces régions ont pu donner lieu à la rédaction de cartes de répartition dont la carte 3 est un exemple: sur un fond topographique dessiné d'après la carte nationale de la Suisse, échelles variant du 1: 25.000 au 1: 50.000, furent représentées:

1° – la physionomie de la végétation,
2° – la répartition des essences forestières par symboles juxtaposés, dans la proportion estimée par observation du mélange ou de la densité,
3° – l'implantation humaine, représentée par l'utilisation du sol.

Deux exploitations de ces cartes ont eu lieu; d'abord des profils d'exploration, longitudinaux et (ou) latitudinaux, équidistants et (ou) non, ont été établis à partir des cartes et renseignés quant a la nature lithologique du sous-sol par agrandissement à l'échelle ad hoc de la carte géotechnique de la Suisse au 1: 200.000 (1965). Le choix de cette carte comme référence géologique est dû au fait qu'elle est la seule documentation continue et avec courbes de niveau existant pour notre région. Il semble d'ailleurs qu'une carte géotechnique, généralisant la nature du sous-sol au point de vue lithologique sans souci premier de l'appartenance tectonique, est tout-à-fait utilisable, peut-être même préférable aux cartes géologiques pour les études de ce genre. Les profils n'ont pas été soumis à une pesée statistique: restés inédits, ils ne contribuent, dans les descriptions suivantes, qu'à préciser les substratums géologiques des unités qui en sont équipées.

Ensuite, une expression graphique de distribution selon l'altitude et l'exposition a été tirée des cartes sus-mentionnées. En appliquant une grille de points équidistants sur les cartes, on obtient pour chacun d'eux deux types d'affectation:

1° – paramètres topographiques (altitude et exposition ramenée à N et S) fournis par le fond;

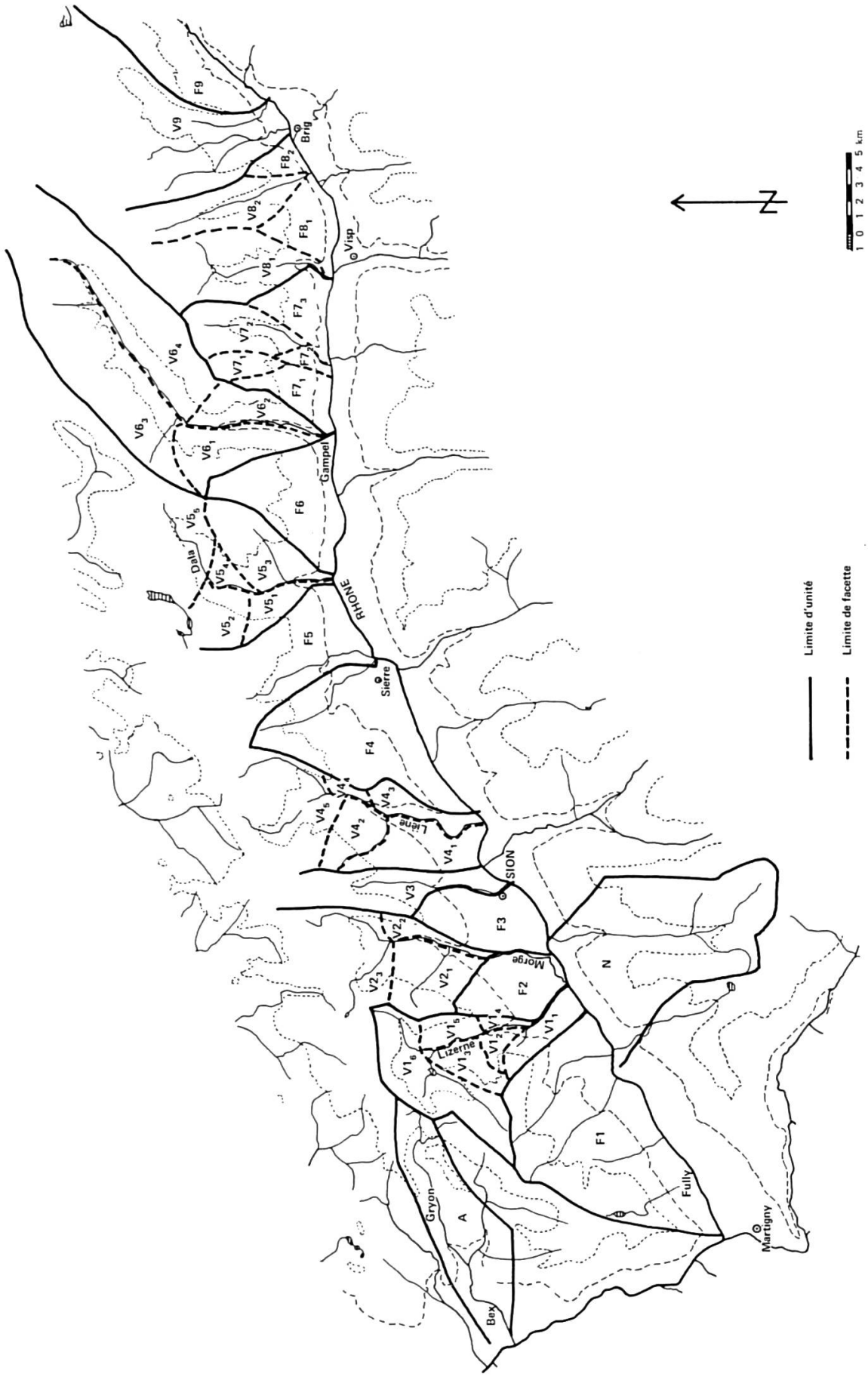


Fig. 26. – Délimitation des unités et facettes inventoriées.

2° – dans le voisinage immédiat de l'impact du point, deux caractérisations de la couverture végétale (on a souvent affaire à des situations mixtes), soit: en situation forestière ou bien là où des essences forestières sont présentes, les essences prépondérantes; en implantation humaine, les deux types d'exploitation prépondérants; en terrain improductif, rochers ou autres. Lorsqu'on a affaire à une structure monotypique, la caractérisation unique est doublée, pour que chaque point garde le même poids statistique; l'ensemble du territoire considéré est couvert de points jusqu'à la classe altitudinale où figurent les derniers arbres, incluse comme limite supérieure).

En classant selon l'altitude et l'exposition les affectations des points ramenés à 100% pour chaque classe, on peut évaluer la participation des essences au milieu forestier, celle de l'implantation humaine et des surfaces improductives au recouvrement de ces classes altitudinales. Ainsi apparaissent des indications sur l'affectation actuelle de différentes situations, amenant à des conclusions sur grosso modo la concurrence (ou l'équilibre) cultures-forêt et au sein du domaine forestier la concurrence entre essences, au long des modulations propres que l'extension altitudinale leur impose.

Il faut signaler cependant les angles morts de la méthode: si le nombre de points renseignés permet une représentation graphique significative (il atteint plusieurs milliers pour l'ensemble du territoire étudié), certaines situations stationnelles sont par contre défavorisées et leur caractérisation de ce fait sujette à caution. Ce sont:

1° – en région de flanc direct, les expositions N et les classes altitudinales élevées (défavorisées de par l'orientation générale de la pente et par sa forme triangulaire, donc avec un sommet de faible extension);
2° – en région de vallée, les classes altitudinales inférieures (limitées aux abords du talweg à son débouché);
3° – dans le cas particulier des graphiques du deuxième type (essences forestières) les classes altitudinales élevées dans n'importe quelle situation, les essences forestières y participant n'étant le plus souvent que de rares pieds isolés.

De plus, ce mode d'expression traduit une quantification de la présence des essences qui l'apparente aux dénombrements forestiers; cependant une différence fondamentale est que notre méthode est basée sur une exploitation systématique de surfaces renseignées, et non d'un recensement d'individus; de plus, la double caractérisation des points renseignés met en valeur deux essences de chaque impact, même s'il s'en trouve en plus grand nombre à proximité, et met ces deux essences sur un rapport d'égalité quantique: c'est ainsi que l'essence secondaire est relativement avantagée par rapport à la principale. Les effets de ce comportement méthodologique s'expriment au mieux dans la comparaison avec les chiffres du dénombrement de Leibundgut (1938) dans le Lötschental supérieur.

Enfin, en tant que substratum cartographique continu pour l'ensemble de l'adret, une carte générale (carte 2) au 1: 100.000 par points colorés représentant les six essences majeures a été dressée à partir de cartes de terrain. Elle n'intervient que dans les considérations sur la répartition d'ensemble des essences sur l'adret et de ce fait sera commentée au début de cette partie. C'est d'elle que sont tirées les synthèses hypso-ombriques.

5.2. *Vallée de l'Avençon d'Anzeindaz (A)*

Cette vallée figure dans notre étude à titre de témoin, se rattachant à l'ensemble forestier du Bas-Valais-Pays-d'Enhaut. De ce fait, elle peut également être examinée en guise d'introduction: l'influence des conditions mésologiques occidentales s'exerce fort avant dans le Bas-Valais et la vallée précitée s'offre en premier lieu dans la remontée de ce courant. En effet, elle s'installe dans la série de crêtes ENE-WSW que présentent les Alpes vaudoises. De ce fait elle s'ouvre perpendiculairement au cours du Rhône bas-valaisan, mais son débouché est large, bien exposé à l'influence occidentale à laquelle sa ligne générale n'est pas contraire. Limitée au N par une crête arrondie qui ne s'affirme qu'à 2000 m où elle devient l'arête rocheuse dominante du massif des Diablerets, la vallée s'anastomose à l'E avec la vallée de la Lizerne, formant un col relativement bas (2000 m), le Pas-de-Cheville. Au S c'est la ligne de crête Muveran-Dent-de-Morcles qui forme la limite décisive; mais, plus éloignée du talweg que la crête N, elle laisse se développer un appareil de vallées parallèles puis perpendiculaires, au milieu desquelles un massif (Tour-d'Anzeindaz-Lion-d'Argentine sépare les vallées parallèles de l'Avançon d'Anzeindaz et de l'Avançon de Nant. Cette dernière n'a été cartographiée et examinée que dans son cours principal et sans son extension en vallées parallèles N-S, soit dans les limites S et W de la feuille au 1: 25.000 Les Diablerets.

Au point de vue géologique, le débouché commun de ces deux vallées est infléchi par la présence du Montet, colline triasique et en partie gypsifiée, émergeant de la plaine du Rhône. Puis le cours W-E de la vallée s'inscrit dans des terrains helvétiques et ultrahelvétiques recouverts d'abondantes moraines et où le trias affleure dans les ruptures de ce relief assez doux. Dès la séparation des deux Avançon, les masses calcaires surtout helvétiques forment des parois qui contraignent les vallées à des pentes plus resserrées, surtout en flanc N de l'Avançon d'Anzeindaz. Dans la partie supérieure interviennent les séries du jurassique et du crétacé, avec la présence de flysch helvétique et dans les Diablerets de grès de Taveyannaz; moraines et désormais éboulis se manifestent également. Notre carte s'arrête dans son extension SE au verrou séparant les Plans de Pont-de-Nant (talweg à 1200 m), au NE à la barre rocheuse formant le cirque encore boisé de Solalex (1450 m) dominé ensuite par Anzeindaz (1880 m) et par la partie supérieure de la vallée vouée aux pelouses et pâturages.

Si donc les terrains calcaires sont les plus étendus, on trouve cependant des terrains non-calcaires (schistes au flanc N de l'Argentine, grès de Taveyannaz aux Rochers-du-Van) et morainiques d'importance.

Quant aux conditions climatiques, la partie des vallées qui nous intéresse (de 500 à 1800 m) s'orientant de l'E à l'W avec débouché sur la basse plaine du Rhône va être caractérisée par deux conséquences principales de cet état de fait: une forte influence de l'expression climatique atlantique et un ravitaillement hydrique important, en été surtout, et la présence de deux versants étendus d'exposition opposée (S et N).

On voit d'emblée que le contraste possible engendré par les expositions est atténué par l'importance et la répartition annuelle des précipitations et la présence des terrains morainiques en exposition S. Cependant, l'insolation, quoique plus faible que dans le domaine continental valaisan et tempérée par la présence du voile atmosphérique fréquent dans le Bas-Valais, est suffisante pour maintenir ce contraste auquel l'implantation humaine ajoute sa forte influence.

Le débouché sur la plaine du Rhône est le seul secteur où notre région offre des stations relativement xérothermiques hébergeant des pins sylvestres ou de la vigne. Emergeant du fond cultural de la plaine (cultures sarclées, vergers, prairies), le pin sylvestre s'accorche localement aux facettes méridionales rocheuses (500 m) du grand versant forestier W sur la rive droite. On le retrouve en plein versant sud au sommet des ravinements récents de la rivière (700-800 m, ad 900 m près des Posses, isolé) au N de son débouché ainsi que, plus en amont, au-dessus de la Peufaire. La vigne se localise en facettes parallèles en flanc S du Montet et en dessous de Fenalet (ad 700 m). Le reste de la partie forestière de notre région est dévolu aux étages montagnard et subalpin. Ainsi, sur le versant W à l'E de Bex, seules quelques prairies de fauche avec habitat sont serties dans la forêt qui l'occupe. Quatre essences s'y trouvent en mélange: le hêtre, de la base à 900 m; le sapin, de 600 à 1400 m; l'épicéa, sur toute l'extension, seul en altitude avec le mélèze.

Quant au versant N formant la rive gauche de l'Avançon d'Anzeindaz puis de Nant, il montre la même vocation forestière accompagnée des mêmes implantations humaines. Le mélange des essences précitées s'effectue de manière semblable, le sapin montant cette fois à plus de 1400 m. Les trouées sont garnies de feuillus interstitiels.

Le versant S, rive droite de l'Avançon de Nant (de la Peufaire à la gorge précédant le vallon de Nant) s'élève de 800 à 1200 m; il est occupé dans ses pentes S par une extension marquée de hêtraie, représentée par des futaies baissant jusqu'à la hêtraie buissonnante dans la pente des Plans, où le défrichage a fait apparaître de bonnes surfaces de pelouse et de lande buissonnante. Le hêtre y atteint 1600 m, le sapin, dispersé, le suit dans son extension. Des corrections stationnelles sont la facette rocheuse à pin sylvestre, en aval et dans le bas de notre unité, et la face SW à W au-dessus de Frenière, où le sapin se montre plus fréquent, mélangé au hêtre, l'épicéa restant gros constant; la face W à NW constituée par le repli en conque en précédant le vallon de Nant, où le sapin se manifeste de même que précédemment, où le flanc WNW à WSW de la conque porte une brousse d'aulne vert entre 1700 et 1900 m et où la partie supérieure du flanc S (dès 1600 m au niveau des Plans, plus bas en amont) ne porte plus qu'épicéas en petits massifs ou isolés, avec feuillus. Les stations élevées de hêtre et sapin précitées sont donc limitées d'une part vers l'amont, où le régime de fond de vallon est trop dur pour ces essences, d'autre part favorisé en cette extension dernière par la situation en haut de pente abritée par une falaise calcaire dont le rôle d'écran réflecteur est non négligeable.

Le flanc S, rive droite de l'Avançon d'Anzeindaz (de la Forêt à la Barboleusaz), constitue le domaine d'influence de localités d'exploitants (le Chêne, Fenalet, les Posses) ou de vacanciers (Gryon, la plus importante). C'est dire que le défrichement fut intense, laissant place à la vigne (ad 700 m) dans l'extrémité aval, aux prairies de fauche et aux vergers et cultures entourant les agglomérations dans le reste de la dition. Les bois sont petits, épars, le plus souvent réduits à des bosquets. Les seuls espaces boisés du versant sont les pentes proches du talweg (hêtre, épicéa, quelques sapins; pin sylvestre dans la rupture supérieure en aval) et la crête où la forêt du versant N déborde par place en exposition S (hêtre, épicéa, quelques mélèzes). De nombreux feuillus forment les petits massifs de pleine pente avec des épicéas, le hêtre n'intervenant que si le massif est assez dense et étendu pour faire abri. En amont, de Barboleusaz à la Chaux-Ronde, les terrains morainiques abondent et les pentes sont très variables: de nombreuses prairies humides prennent place dans les replats où elles sont alimentées par le réseau des ruisseaux locaux. Avec les prairies

de fauche et les pâturages qui les relayent en altitude et en oblique vers l'amont, il reste peu de place pour la forêt, réduite à des taches où l'épicéa domine très fortement.

Le versant N, rive gauche de l'Avançon d'Anzeindaz (de la Peufaire à la Benjamine), à vocation forestière comme son homologue précédent, est parcouru par deux solutions de continuité. Le hêtre s'arrête en altitude à la bande de prairies-pâturages s'étendant de 1100 à 1300 m; il outrepasse quelque peu cette limite en aval. Le sapin reste en dessous de la paroi de rochers qui plonge de 1600 à 1400 m d'aval en amont; il déborde cette limite en amont où, aux abords du cirque de Solalex, il est représenté au-dessus du Mérouet, à 1700 m, par quelques beaux pieds au tronc atteignant 60 cm de diamètre; cependant, c'est sous la limite précitée qu'il forme les plus belles sapinières principalement en amont de notre versant où, le hêtre s'étant arrêté en aval, il est dominant. L'épicéa est bien représenté sur tout le versant, sauf en aval où il cède la place au hêtre. Le mélèze profite surtout des éboulis et limites forestières.

Quant à la partie du versant surmontant la paroi-limite susdite, la forêt d'épicéa et mélèze est repoussée en amont par les pâturages de l'aval et vers le bas par des brousses étendues d'aulnes verts dont le cirque des Perris-Blancs est fortement recouvert dans sa portion abritée.

Enfin le cirque de Solalex, formé de parois rocheuses culminant à plus de 2000 m et entourant un fond de prairie situé à 1400-1500 m, marque la fin de l'extension forestière actuelle vers l'amont. S'ouvrant à l'W, il présente des pentes N à S constituées surtout de rochers et éboulis calcaires, des passages de schistes occupant les parties supérieures des pentes N, des affleurements de grès de Taveyannaz des parties aval du flanc S, avec de longs bas de pentes en éboulis et une avancée morainique sous-jacente aux prairies du fond.

Les pentes N, avec tout leur matériel instable, sont occupées par de longues trainées verticales de forêts où le mélèze est prépondérant, séparées par des brousses à prédominance d'aulnes verts. Les pentes W, plus stables et plus exposées, portent de petits massifs et arbres isolés de mélèze, épicéa, sapin jusqu'à 1600 m et quelques pins de montagne. Les pentes S portent des bois moins géométrisés, entamés diversement par les éboulis et les prairies-pâturages, ou l'épicéa est dominant et le sapin présent jusqu'à 1600 m, comme précédemment; le mélèze y est curieusement absent, le pin de montagne bien représenté en amont.

Débordant le cirque en amont, le flanc N de la Tour-d'Anzeindaz comporte, du talweg à 1900 m, une brousse d'aulnes verts boisée de mélèze et épicéa de tailles diverses, accompagnés de la seule et discrète présence subactuelle de l'arole dans la vallée: figurant sur la carte de Schmid (1950) elle a, selon Villaret (1956), disparu sans laisser de traces.

En conclusion, un trait caractéristique du milieu écologique que représente cette vallée est le mouvement tournant terminal du sapin: en aval, il se limite au versant N; dès l'abord du cirque de Solalex il se limite au talweg et commence à se manifester en flanc S (petits arbres à l'abri des épicéas dispersés dans les pelouses) puis apparaît en pieds élevés accompagnant l'épicéa. Ce renversement d'exposition traduit bien la dialectique altitudinale suivie par le sapin. Quant à la distribution générale des peuplements en flancs N-flancs S, l'application de la grille de points fait une somme de ces éléments (fig. 27). Il y apparaît finalement que la situation de cette vallée, représentant l'influence atlantique régnant aux abords occidentaux du Valais central, lui permet un climat local propre aux essences "mésophiles"

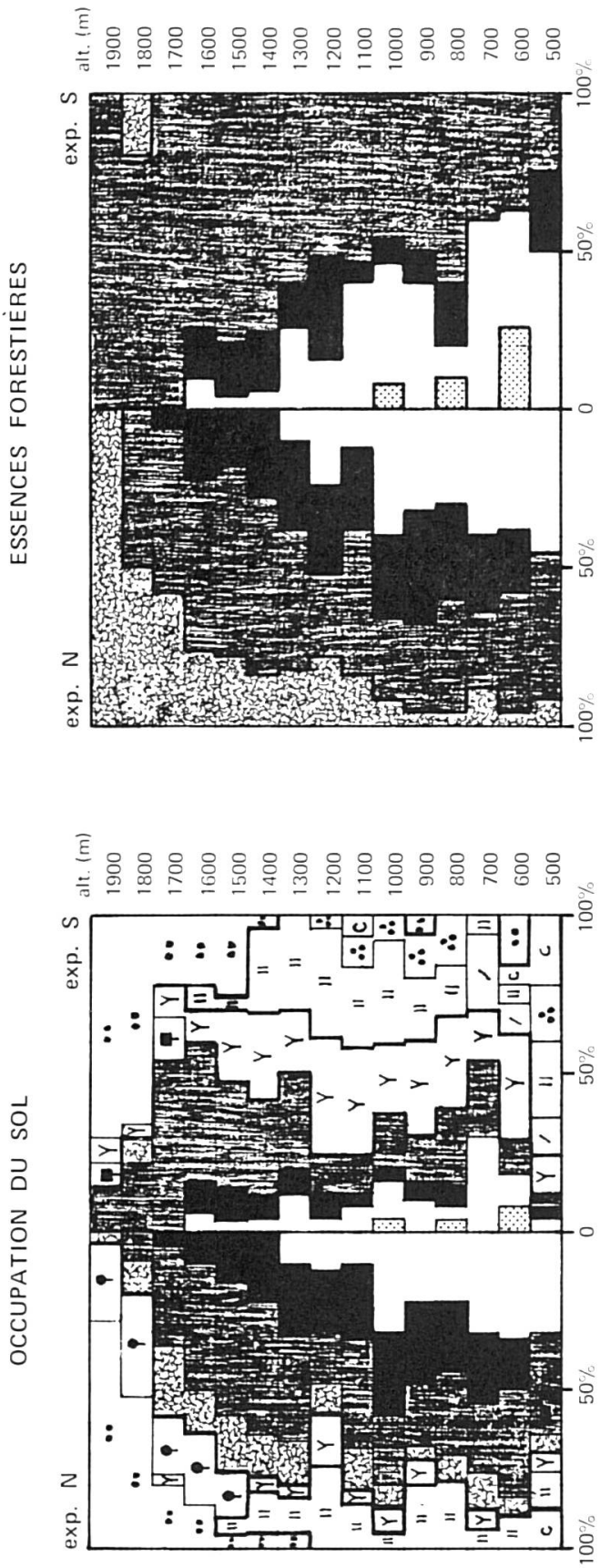
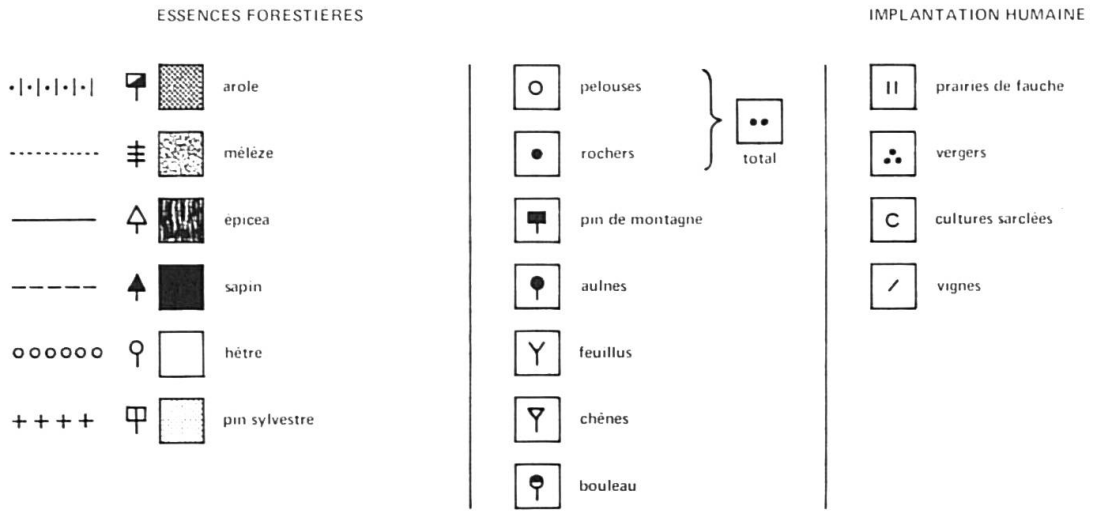


Fig. 27. – Répartition selon l'altitude et l'exposition des essences forestières et de l'implantation humaine dans la vallée de l'Avançon d'Anzeindaz (A). Voir la légende ci-contre.



Signes conventionnels employés dans les figures 27 à 44.

(hêtre et sapin) qui, accompagnées de l'épicéa, couvrent l'amplitude altitudinale forestière. Le décalage en altitude, positif en versant S, s'observe bien en général (le sapin est dans un cas légèrement inverse). L'opposition des versants se traduit au niveau des essences forestières surtout par l'absence presque complète du mélèze en exposition S: à des raisons générales (position périphérique de cette région par rapport au centre continental d'extension alpine de cette essence, chaleur et humidité estivales plus favorables à l'épicéa) s'ajoute l'action humaine, nettement prépondérante en versant S, où elle crée un remaniement propice à l'installation d'une masse de feuillus (non spécifiés ici) caractéristique. La forêt continue se tient en versant N, mais on peut observer sur les deux expositions les limites supérieures des deux essences encadrées par le milieu local: le hêtre et le sapin (limites obliques aval-amont, superposées et décalées flanc S-flanc N). Avec en plus le mouvement tournant du sapin en amont, on constate chez ces deux essences une sorte de timidité écologique (qui tranche avec le tempérament manifesté par le sapin sur l'adret valaisan), inattendue dans ces conditions point trop extrêmes. L'action de l'homme en versant S, de la vigne au pâturage en passant par les nombreux vergers et prairies de fauche, n'est quand même pas assez forte pour l'expliquer complètement.

5.3. *Flanc S des Follatères à Ardon* (F 1)

Cette portion importante de l'adret valaisan proprement dit s'étend sur 16 km en amont du coude du Rhône: elle est en partie l'objet de la volumineuse monographie géobotanique de Gams (1927), ce qui nous a incité à ne pas la cartographier, et à laisser également de côté le segment final Saillon-Ardon. Ces deux parties ont été cependant transcrites dans notre carte générale au 1: 100.000 avec les mêmes conventions de transcription que pour nos documents de terrains personnels, mais à partir des cartes de Gams (incluse dans l'ouvrage précité) et de Schmid (1950).

C'est pourquoi, à part ce niveau général d'intégration, nous ne ferons qu'une brève description.

Ce territoire présente une orientation générale WSW-ENE, détaillée en de multiples versants divergeants de par les entailles des vallons, les avancées rocheuses (la Grande-Garde, 2145 m, l'Ardève, 1310 m) et les véritables petites vallées en amont qui débouchent sur Saillon et Chamoson. La crête limitante se tient peu au-dessus de 3000 m, les dépassant au Grand-Muveran (3051 m). Le trait majeur caractérisant l'écologie de cette portion est l'avancée qu'elle représente à l'intérieur de l'îlot de sécheresse valaisan: les précipitations diminuent le long du Rhône vers l'amont, et cette sécheresse croissante s'étend aux pentes. C'est ainsi que les formations de garides se généralisent en bas des pentes, que les chênes pubescents et les pins sylvestres se partagent le terrain non planté de vigne. Toutes les essences forestières sont présentes dès l'aval de notre portion, même l'arole à 2000 m. Cependant le hêtre s'arrête aux pentes de la Grande-Garde (1200-1600 m) et le sapin se retrouve en versant N seulement, au-dessus de Chamoson (selon la carte de Schmid).

Un deuxième trait, géologique, souligne le premier: la rive droite du coude du Rhône est constituée d'un bloc cristallin représentant une avancée au NE du massif du Mont-Blanc, dont elle est séparée par le cours du Rhône; sa limite supérieure, qui passe peu sous le sommet de la Dent-de-Morcles à l'W, s'abaisse jusqu'à Saillon, (au delà commencent les grandes masses calcaires qui forment la majeure partie de l'adret valaisan). C'est ainsi que le châtaignier forme des bois au-dessus de Fully (il disparaît ensuite de l'adret pour ne réapparaître consistant qu'à la hauteur de Brig; voir cependant Closuit 1958) et que, peu en dessus, de petits sapins végètent sans grand espoir à moins de 1000 m.

La raideur des pentes, leurs escarpements sommitaux (les crêtes ultimes étant à moins de 10 km du Rhône) ne laissent pas à la forêt une grande extension. Encore moins l'action humaine, surtout repliée à l'W sur les cultures de plaine et de basse montagne. Vers l'E, le massif se creuse autour de la curieuse pointe de l'Ardève (qui témoigne, par son flanc aval voué au pin sylvestre, de l'action du vent de vallée, superposée à celle de l'exposition): ainsi les alpages s'étendent et peuvent surmonter la forêt, les mayens se disposent sur les flancs d'exposition moyenne (cf. mayens de Chamoson) alors qu'à l'W ils taillent dans la forêt et les broussailles de nettes boutonnières. En résumé, la diversité des essences et le coincement des espaces boisés entre les facteurs édaphotopographiques (pente, sécheresse, roche-mère) et les facteurs humains (dégradation sinon mise en culture) caractérisent ce territoire.

5.4. *D'Ardon à Montana, note générale*

Trois vallées relativement importantes: la vallée de la Lizerne (ou val Triqueut), la vallée de la Morge et la vallée de la Liène se succèdent d'W en E au sein du massif helvétique qui trouve là son point le plus bas ("ensellement de Sion"). Morphologiquement et géologiquement parlant, des parallèles peuvent être tirées entre ces territoires: nous les considérons donc comme une séquence. Les points communs sont d'une part la prédominance de massifs calcaires (accompagnés de schistes et marnes)

comportant des barres et parois qui interviennent puissamment dans les établissements des limites de végétation; d'autre part la forme dissymétrique des vallées tranchées dans le plongement général W-E des stratifications helvétiques, donnant en gros trois unités morphologiques pour chacune:

1° – au sommet, une sorte de "niche d'arrachement" de grande dimension, formant un cirque bordé de parois calcaires;
2° – un "corps de vallée" descendant abruptement, d'extension moyenne (une dizaine de kilomètres), dissymétrique: le flanc droit de type instable, composé de longues pentes où souvent les dalles rocheuses sont à nu (Derborence) est le lieu de brassage vertical de la végétation (érosion, couloirs d'avalanches); le flanc gauche de type stable, abrupt où de nombreuses parois forment des escaliers sur les marches desquels s'alignent les formations boisées;
3° – le débouché dans la vallée centrale est également dissymétrique: le flanc droit du corps de la vallée s'infléchit vers le S et forme le flanc direct de la vallée centrale; le flanc gauche s'arrête à angle aigu contre le flanc direct résultant du virage du flanc droit de la vallée suivante.

Enfin les crêtes limitantes supérieures étant généralement en dessous de 3000 m, et échancrées de cols, une certaine perméation climatique atlantique est à priori possible: ainsi voit-on le hêtre dans la vallée de la Lizerne, le sapin très étendu dans les trois vallées.

5.5. *Vallée de la Lizerne ou val Triqueut* (V 1) *et flanc suivant* (F 2)

Dans le schéma sus-indiqué, cette vallée est typique par la dissymétrie de son corps et par l'extension de son cirque sommital, renforcé par les éboulements fameux du début et milieu du 18e siècle, et dont la forme en éventail à trois branches lui a valu son deuxième nom. Par contre, son axe carrément N-S détonne sur l'obliquité croissante dans le sens NE-SW que manifestent la vallée de la Morge, puis celle de la Liène.

Les lignes générales du relief, retracées dans la carte au 1: 25.000 Derborence-Sanetsch, montrent les crêtes limitantes des Diablerets établissant une paroi d'exposition S importante représentant l'extrémité amont du cirque sommital de la vallée. A l'W, un vide important est représenté par le Pas-de-Cheville (2038 m seulement) et à l'E par une extension opposée de ce cirque, moins importante, limitée en bout de course par les sommets Tête-Noire, Fava, Mont-Gond, soit entre 2500 et 2700 m; cette extension débouche en amont par une conque à 2300 m sur la masse de glaciers et de lapiaz de Tsanfleuron. La troisième partie du cirque remonte vers le S-W: elle s'insère entre la ligne Tête-à-Pierre-Grept-Tête-Pegnat et la pyramide du Haut-de-Cry et aboutit en amont au Grand-Muveran.

La dite pyramide du Haut-de-Cry (2969 m) dicte au flanc gauche du corps de la vallée son alignement de pentes uniformément exposées à l'E, séparées par des facettes d'expositions diverses dues à la présence de pyramides secondaires (d'amont

en aval: (Mont-à-Cavouère, 2595 m; le Cœur, 2133 m; le Cheval, 2490 m). Quant au flanc droit, l'alignement N-S des sommets limitants, Mont-Gond (2710 m) et Sex-Riond (2026 m), lui donne son caractère abrupt, en gradins.

L'ensemble est taillé dans des roches calcaires et marnocalcaires avec passage de schistes. Le crétacé est prédominant, le jurassique (malm) apparaissant au bas de la paroi S du cirque sommital, au bas et au haut du flanc gauche (encadrant la masse du crétacé) et formant l'empeigne aval de ce flanc. Des épisodes divers moins étendus seront mentionnés dans la description de la répartition des essences forestières.

Dans ce cadre morphologique, un mélange se produit entre l'influence atlantique (dont la perméation est possible, venant du Bas-Valais par le Pas-de-Cheville et qui se manifeste surtout dans le haut de la vallée) et le régime continental valaisan, en aval, qui absorbe le courant frais et humide venant du haut, courant tempéré relativement au froid hivernal valaisan: en hiver la vallée débite à son embouchure un courant aérien de 1° supérieur à celui débité par les vallées voisines (Roten 1964 et commentaire oral). Ainsi qu'il est mentionné dans le chapitre précédent, il s'établit dans cette vallée un climat local en dégradé qui la singularise au sein de ses voisines et la rend apte à conserver les forêts de hêtre qui sont sa particularité.

Le flanc droit du corps de la vallée est découpé en trois facettes, les deux premières facettes aval ($V1_1$ et $V1_2$), à pente très forte, dans le prolongement l'une de l'autre, sont parallèlement exposées à l'W avec un bombement central qui fait tourner leur extrémité amont légèrement vers le N. Elles sont parallèlement caractérisées par une distribution altitudinale des essences en diagonale, plus haute en aval, plus basse en amont: action conjuguée du climat dans son évolution amont-aval et de l'exposition.

En $V1_1$, une face basse S au socle, rocheuse (calcaire), comporte tablars de vignes et bosquets de pins sylvestres et chênes pubescents dans les anfractuosités; dès 700 m en amont et 800 m en aval, une rupture de pente et d'orientation permet l'installation de prairies de fauche. Dès 900 m environ s'ajoutent, avec de nombreux feuillus, l'épicéa et le hêtre, ce dernier confiné au centre des bosquets compacts. Le mélèze est dispersé, planté compact par place. Un sillon diagonal (1300 m en aval, 900 m en amont) présentant une face abritée, taillé dans le contact entre le calcaire siliceux et les schistes du flysch, abrite dans sa partie supérieure une hêtraie bien caractéristique. Son rebord supérieur convexe permet au pin sylvestre de se retrouver à 1200 m, 1300 m à l'extrémité aval débouchant sur la paroi de Chamoson. Plus haut, la pente calcaire et marno-calcaire exposée E porte une sapinière très dense de 1600 m en aval à 1000 m en amont; la courbure vers le NE fait régner du haut en bas une bordure épicéa-mélèze (ce dernier surtout sommital); l'extension de la pente vers le cours de la Tine voit les couloirs d'avalanche laisser subsister entre eux des placages de pin de montagne et quelques mélèzes, avec des landes, le tout coiffé de l'alpage du Vertsan.

Après un décalage vers l'est représenté par une face S étroite, sinueuse et rocheuse (pin sylvestre, pin de montagne, hêtre buissonnant intermédiaire de 1000 à 1100 m), $V1_2$ présente une disposition semblable. Son triangle calcaire dont la base est le cours de la Lizerne (700-900 m) et le sommet l'aboutissement à l'arête du Cheval (1950 m) est peuplé en aval de formations basses et claires (pin sylvestre, chêne, hêtre dans les parties abritées; plus haut, intervention de la hêtraie; sapinière dès 1200 m), en amont le long du côté amont le mélèze jusqu'à l'alpage abandonné de Ninvoye. Des ressauts et dalles rocheuses font réapparaître par place pin sylvestre,

mélèze et pin de montagne; le sommet, peuplé de mélèze, épicéa, pin de montagne est une limite de forêt édaphotopographique: les grandes dalles du Cheval (marnocalcaires) ne permettent que l'installation du pin de montagne isolé. Enfin, un rebord plus septentrional longeant le côté amont est frangé de pin de montagne sur toute son extension verticale.

$V1_3$ (flanc droit amont) voit de sa limite aval jusqu'au contact du Mont-à-Cavouère, une succession de couloirs d'avalanches, de dalles et d'éléments intermédiaires avancés (cette séquence présentant un bombement au niveau du Cœur) ordonner la disposition comme suit: dans les couloirs règne un faciès typique à pin de montagne prédominant dans toutes les expositions en aval, laissant les expositions N à l'aulne vert en amont. Sur les avancées, l'alternance du pin sylvestre et du hêtre est classique en aval: (stations exposées et stations abritées respectivement); le hêtre seul subsiste en amont. Des individus isolés de grande taille se retrouvent en altitude (1700 m) au pied d'une paroi calcaire S du Cœur. Mélèze et épicéa prédominent en altitude. Des mayens, la plupart abandonnés ou transformés en résidences d'été, coupent les bandes forestières à 1100-1300 m. Des déviations d'avalanches et des coupes créent de nombreuses formations basses (prédominance du noisetier). Un alpage peu fréquenté (Einzon) limite la forêt de mélèze et épicéa en aval (limite 1700 m), le flanc abrité (schistes du flysch) du Cœur permet à la brousse d'aulne vert accompagnée de mélèze d'atteindre 2100 m.

En amont, l'avancée du Mont-à-Cavouère terminant le flanc droit présente une rupture de pente séparant la forêt sur éboulis (hêtre, sapin, épicéa; pin sylvestre et mélèze en bordure basse), trouée par le mayen sur moraine de Servaplana, des parois marnocalcaires et calcaires portant surtout des pins de montagne. En aval, faisant face au couloir à aulnes verts, une pente S buissonnante présente, parmi de nombreux feuillus, les derniers hêtres d'altitude (1500 m). En amont, l'avancée rocheuse vers la Lizerne laisse moins de place à la forêt de Motelon, qu'une violente coupe récente à décimée, laissant, parmi le recru de framboisiers et de noisetiers, le sapin intermédiaire entre les pins sylvestres et premiers pins de montagne érigés de l'arrivée de l'éboulis et les mélèzes et épicéas laissant les escarpements S au pin de montagne. Au-dessus des parois, le mélèze entoure l'alpage du Vérouet.

Le flanc opposé du corps de vallée (flanc gauche) est également découpé en 3 facettes ($V1_4$, $V1_5$, $V1_6$).

$V1_4$ (aval), d'Ardon à la hauteur de Padouaire, est une pente W forte; en aval, une masse de calcaire siliceux résistant fait une avancée vers l'W: sur sa génératrice, au-dessus des vignes de base, pins sylvestres et taches de chênes pubescents se partagent les rochers avec des garides. Dès 700 m le pin sylvestre recouvre presque complètement le chêne pubescent, et dès 900 m le sapin apparaît, petit, en sous-bois, en compagnie de l'épicéa, sur les replats. Le flanc de la Lizerne, rocheux en aval, comporte des avancées où alternent pin sylvestre et hêtre (abri de l'exposition et de la rupture de pente dominant le talweg). En amont, il débute par une pente d'éboulis aboutissant à une longue barre rocheuse à 1000 m environ. On distingue ainsi trois bandes altitudinales: en bas, de la rivière à 850 m environ, une bande boisée où le hêtre prédomine, avec du pin sylvestre; au milieu, une pente d'éboulis jusqu'à la barre rocheuse: pin sylvestre clairsemé avec quelques hêtres en micro-abris; en haut, sur la barre rocheuse, la pente aboutissant à l'arête est boisée de hêtres, de quelques épicéas et de pins sylvestres sommitaux (1200 m).

$V1_5$ (flanc gauche, centre et amont): cette pente d'exposition W s'incurvant légèrement en amont vers le SW (rétrécissement de la vallée annonçant le cirque ter-

minal) présente une structure en escalier dont les marches sont festonnées en balcons. Une bande moyenne de schistes prise en sandwich entre calcaire et marnocalcaire est la principale responsable de l'érection de deux parois rocheuses: la principale, supérieure, s'avance en diagonale (pied aval 1500 m, pied amont 1800 m) et coupe, en aval tout au moins, l'extension altitudinale du hêtre et du sapin. La seconde, inférieure, est moins étendue: elle rejoint le talweg au milieu de $V1_5$ et se disperse ensuite. Ainsi la marche inférieure est-elle réduite. En aval un mayen abandonné (peu accessible) est entouré de chênes, de pins sylvestres, de hêtres abrités à 950 m. La marche moyenne offre dès l'aval une suite d'expositions (balcons) s'étendant de 1000 à 1400 m en altitude en aval (au S: chênes jusqu'à 1300 m, pins sylvestres, hêtraies buissonnantes; au N: hêtraie plus élevée, sapins, épicéas) et de 1400 à 1800 m en amont au milieu de $V1_5$ (Tsanperron, avec au S la hêtraie passant à une formation à grands fûts vers l'W; au N l'épicéa et le mélèze, régnant d'ailleurs sur l'ensemble dès 1600 m). Cette dialectique toute classique montre cependant la répugnance du sapin pour les expositions S dans ce cas (concurrence du hêtre). Dans les ravins intermédiaires, brousses de buissons divers, pins de montagne sur les rebords, aulnes verts sous les gorges taillées dans la paroi. Chaque balcon porte un mayen, voire deux superposé dans la pente.

L'épaulement longitudinal de Montbas sous le Mont-Gond est coupé de la structure précédente par un rattachement donnant une grande concavité instable, où la forêt de quelque extension en versant N porte à son bord S les derniers hêtres de ce flanc. Bois clairs à la base, brousses au milieu, un étagement classique des essences aboutit à 1500 m à une formation suivie de pins de montagne rampants établis sur un substratum gypsifère. Puis Montbas crée un retour S où le pin sylvestre peut s'étendre jusqu'à 1600 m. Dans l'ensemble, Montbas porte deux mayens étendus sur son versant S et sur son dôme: le versant W restant plongé dans les pins de l'éboulis qui le ceinturent et le garnissent à sa base; sapin et épicéa forment le reste de l'extension jusqu'au mayen. Au-dessus, une bande de végétation coincée entre les prairies de fauche puis pâturages et l'éboulis de la paroi supérieure est occupée par des lambeaux de forêts d'épicéas, quelques pins de montagne; la suite de l'affleurement gypsifère très marqué en exposition W porte des épicéas isolés et rabougris qui ne peuvent dépasser le mètre.

$V1_6$ (cirque sommital): cette portion importante mériterait un découpage interne: on y distingue en amont la grande paroi S des Diablerets, la masse de l'éboulis descendu du NW en plusieurs étapes au cours du 18e siècle, s'étendant sur 4 km environ et présentant une masse de plusieurs dizaines de mètres de profondeur, enfin en aval les parois N de part et d'autre de l'entrée dans le corps de la vallée: c'est là que se trouve la plus grande variété forestière de l'unité $V1_6$.

Le flanc exposé au nord descendant du Haut-de-Cry sur Derborence est célèbre par la forêt "vierge" qu'il porte à sa base, au contact de l'éboulis (1400-1600 m). La qualification qui fait le succès de cette forêt est une acquisition secondaire: on sait qu'il n'y a pas eu d'exploitation conséquente depuis plusieurs siècles. D'ailleurs le faciès est satisfaisant: troncs morts, arbres chenus, sapinets poussant alignés sur le cadavre d'un ancêtre. Sapin et épicéa sont en majorité, mélèze au bord des couloirs et à la frange supérieure. Homologue de la sapinière constatée en aval de Solalex, la forêt "vierge" abrite cependant une flore de sous-bois et de mégaphorbiée beaucoup plus variée.

A l'E, vers l'entrée du corps de la vallée, un triangle coincé entre l'éboulis et la paroi descendante porte le nom d'Ecorcha, preuve d'une exploitation à blanc qui

a laissé un bois clair où le mélèze domine au contact de l'éboulis. Au-dessus de la forêt vierge, paroi et éboulis portent mélèze et pin de montagne (un hêtre buissonnant subsiste sur ce petit gradin grâce à l'abri de la neige) et une frange d'aulnes verts. A l'W, en remontant la Derbonne, on voit la forêt d'épicéa et sapin plus rare coupée de couloirs d'avalanches; un couloir plus important termine la séquence, frangé à sa base d'une bande d'aulnes verts à la découpe supérieure en isohypse très nette. Puis ce sont des pentes caillouteuses et herbeuses où mélèzes et épicéas (ces derniers minuscules et compacts adoptent le port des pins de montagne rampants) s'éclaircissent rapidement. Il faut remonter jusqu'au versant rocheux du talweg en amont de Derbon pour retrouver une tache arborée, avec alternance versant N-versant S portant respectivement rhododendrons et genévriers.

Au-dessus de la paroi, la pente nord et le dôme du Vérouet sont occupés par un parc de mélèzes avec de rares épicéas, aboutissant en amont à quatre pieds d'aroles de taille moyenne (ad 10 m); ce sont à ma connaissance les derniers du Valais en amont avant leur réapparition au Lötschental.

A l'E du cirque, le versant N participant de la rotondité de Montbas et de la pente issue des sommets Mont-Gond et Fava est également occupée en aval par l'épicéa et le sapin, en amont par le mélèze surtout, passant à une formation basse et clairsemée, surmontée de rochers à couloirs d'aulnes verts, les arbres se limitant aux petites terrasses dans les parois calcaires. Mais la partie aval est loin d'être forêt "vierge". Des coupes intensives dans les vingt dernières années, concomitantes avec l'extension de la route jusque dans l'éboulis, puis jusqu'à Montbas, l'ont transformée en forêt claire, où la régénération par framboisiers est intense.

La masse de l'éboulis est peuplée de pins sylvestres et de montagne érigés, clairsemés parmis les blocs, accompagnés de mélèze, d'épicéa et de nombreux feuillus où le bouleau joue un grand rôle. La faible taille des pins sur blocs traduit la lenteur de la régénération à cette altitude et sur ce type de milieu.

Le grand glacis S des Diablerets héberge des taches d'épicéas et de nombreux mélèzes plus ou moins clairsemés selon la pression pastorale, forte sur cette pente (mayens et prairies de fauche jusqu'à 1600 m, puis alpages). De même le pin de montagne s'étend sur les stations instables ou très convexes: la trouée exercée dans la forêt par le vent de chute consécutif à l'écroulement récent du petit glacier suspendu de la Tchiffe est également un terrain favorable à la colonisation par ce pin. On retrouve sur l'alpe de Vozé un affleurement triasique gypsifère, à petits épicéas, faisant écho à celui de Montbas. Le sapin nous a été signalé oralement sur ce flanc, mais nous ne l'avons pas observé: il semble que l'épicéa plutôt soit à sa place sur cette pente chaude et sèche, où il s'affirme bien plus fortement que sur les faces N opposées. Le succès du mélèze, incontestable dès 1800 m, est, en dessous, d'origine anthropogène.

L'implantation humaine et les cultures permanentes qui l'entourent ne trouvent pas place dans cette vallée privée de flanc direct: ce sont les mayens et les alpages qui ont seuls pénétré dans ce contexte, dépendant des villages de la plaine et des unités amont décrites plus loin. Prairies de fauche et mayens se tiennent jusqu'à 1600 m (Tsanperron, Montbas) et tranchent dans le domaine montagnard. Les alpages (1800-2200 m) sont surtout actifs dans le cirque de Derborence: ceux du corps de la vallée souffrent d'abandon. Une démarche différente affecte le destin des deux flancs: le flanc instable, privé de route, est moins fréquenté que le stable où se concentre le repeuplement touristique et vacancier, qui suit jusque dans le cirque l'équipement amené à la suite de l'établissement d'un lac artificiel souterrain contenant

les eaux de la Lizerne et de la Morge (par galerie sous le Mont-Gond) et aboutissant (par galerie et conduite forcée) à l'usine hydro-électrique d'Ardon. La fréquentation maximale antérieure du cirque se situe avant les éboulements du XVIIIe siècle, qui ont détruit un nombre considérable de bâtiments et d'alpages.

Selon Meyer (1950-55), les données historiques forestières donnent en ligne générale un recul du hêtre et du sapin au profit de l'épicéa et du pin sylvestre. L'implantation du hêtre était, en 1825 encore, bien plus étendue dans la vallée qu'actuellement. Livraisons de bois de hêtre à la ville de Sion, gros besoins des forges d'Ardon, implantations de nouveaux mayens, le tout accompagné de quelques incendies de forêt, ont instauré au siècle dernier l'état actuel.

L'occupation du sol, selon la figure 28, nous montre l'implantation humaine basale ($V1_1$: vignes, quelques prairies) et sommitale (alpages au sein des pelouses, surtout au niveau du cirque) laissant une forte extension forestière en moyenne altitude: le relief peu vivable du corps de vallée en est principalement la cause. En plus du climat adouci propre à cette vallée, cette bande altitudinale moyenne mise à disposition de la forêt permet l'extension superposée des deux "mésophiles": hêtre et sapin, dominant la masse du pin sylvestre. Dans la partie supérieure, l'irrégularité de l'avance altitudinale de la masse des rochers signale les barres calcaires limitant souvent la forêt; l'extension des pâturages implique une extension du mélèze, en faveur dans la politique pastorale, les conditions favorables créées pour ce pionnier par les accidents du relief renforçant encore cette extension: ainsi l'épicéa se trouve-t-il "coincé" entre les "mésophiles" et le complexe relief-pâturages-mélèze, d'où son extension relativement plus faible que dans la vallée suivante (fig. 29). Le dualisme N-S s'observe auprès des essences par le décalage normal chez toutes sauf le sapin. A ce sujet, nous avancerons qu'un recensement limité au versant abrupt du corps de vallée montrerait le sapin refoulé par le hêtre sur les facettes N des vires de raccordement entre les avancées.

Au niveau des essences annexes, les chênes se manifestent en exposition S, ainsi que plus haut le pin de montagne. En tant que vicariant d'exposition, l'aulne l'accompagne, sans le supplanter, en face N: le relief rocheux accentué permet au pin d'occuper de telles expositions en lui offrant des stations très drainées.

Le graphique parallèle montre les phénomènes sus-indiqués pour les essences majeures seules, accentuant la force du hêtre par rapport au pin sylvestre en face N, par rapport au sapin, mais très légèrement, en face S. L'exagération de la présence de l'arole est due à la faiblesse inhérente à ce type de graphique: les proportions faussées des points en altitude élevée.

Quittant la vallée, nous trouvons l'unité F2 (flanc direct au-dessus de Couthey). Comme la plupart des portions de flanc direct que nous passons en revue, cette pente se manifeste sous forme d'un triangle basé dans la plaine à 500 m environ, culminant au Sex-Riond à 2000 m. Constituant l'élément avancé du flanc droit déjeté de la vallée de la Morge, F2 est cependant pris à part à cause de son exposition s'incurvant en rebord S en amont et son occupation du sol typique. Sous ce jour, trois bandes peuvent être distinguées:

1° – 500-800 m: pente forte en aval, sur calcaire, commençant par un éperon rocheux à chênes pubescents en taches, surmontés de pins sylvestres (cf. $V1_4$); toujours sur calcaire, la vigne prend la suite à l'E, s'incurve sous les taches de moraine où Aven, Erde, Premploz installent vergers et maraîchers, reprend au-dessus de 800 m sur le rebord exposé au S qui marque la limite amont de F1.

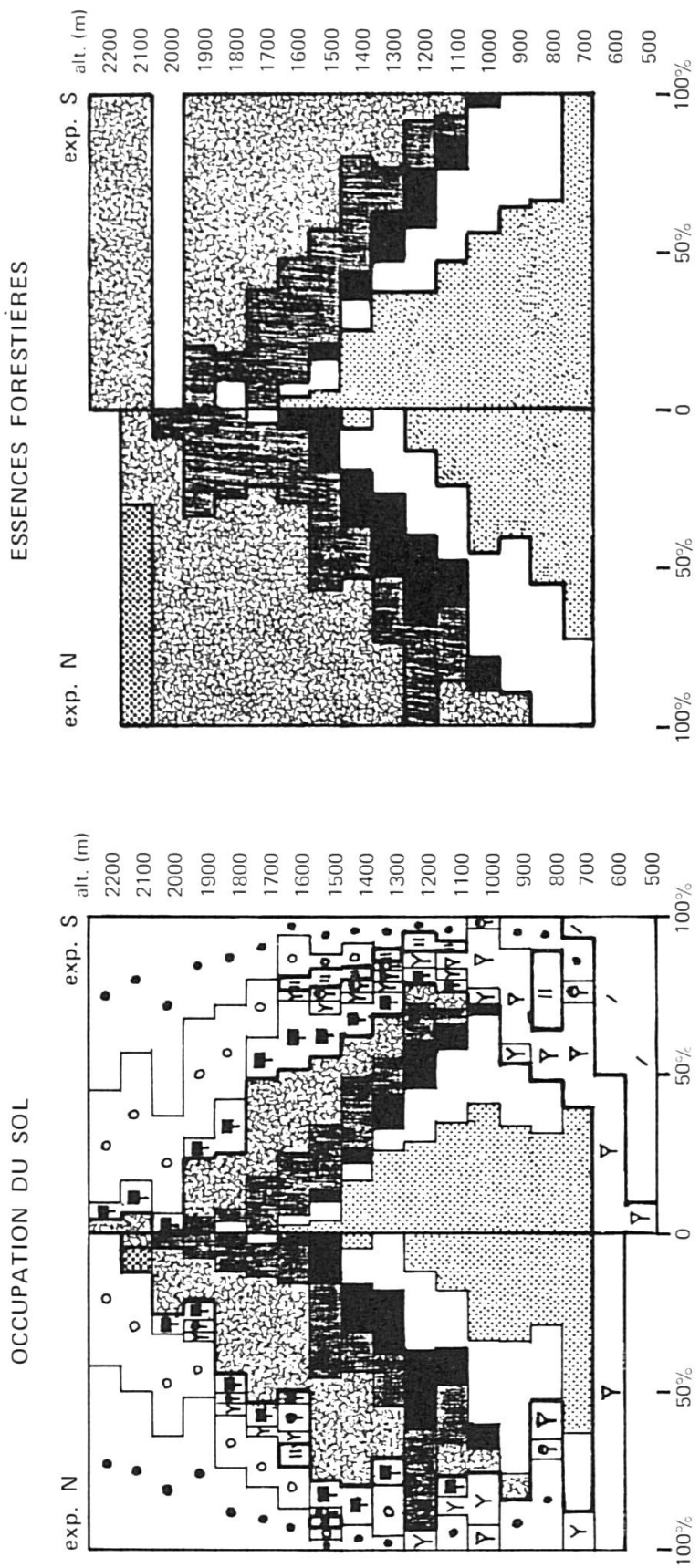


Fig. 28. – Répartition selon l'altitude et l'exposition des essences forestières et de l'implantation humaine dans la vallée de la Lizerne (V1).
Légende voir p. 71.

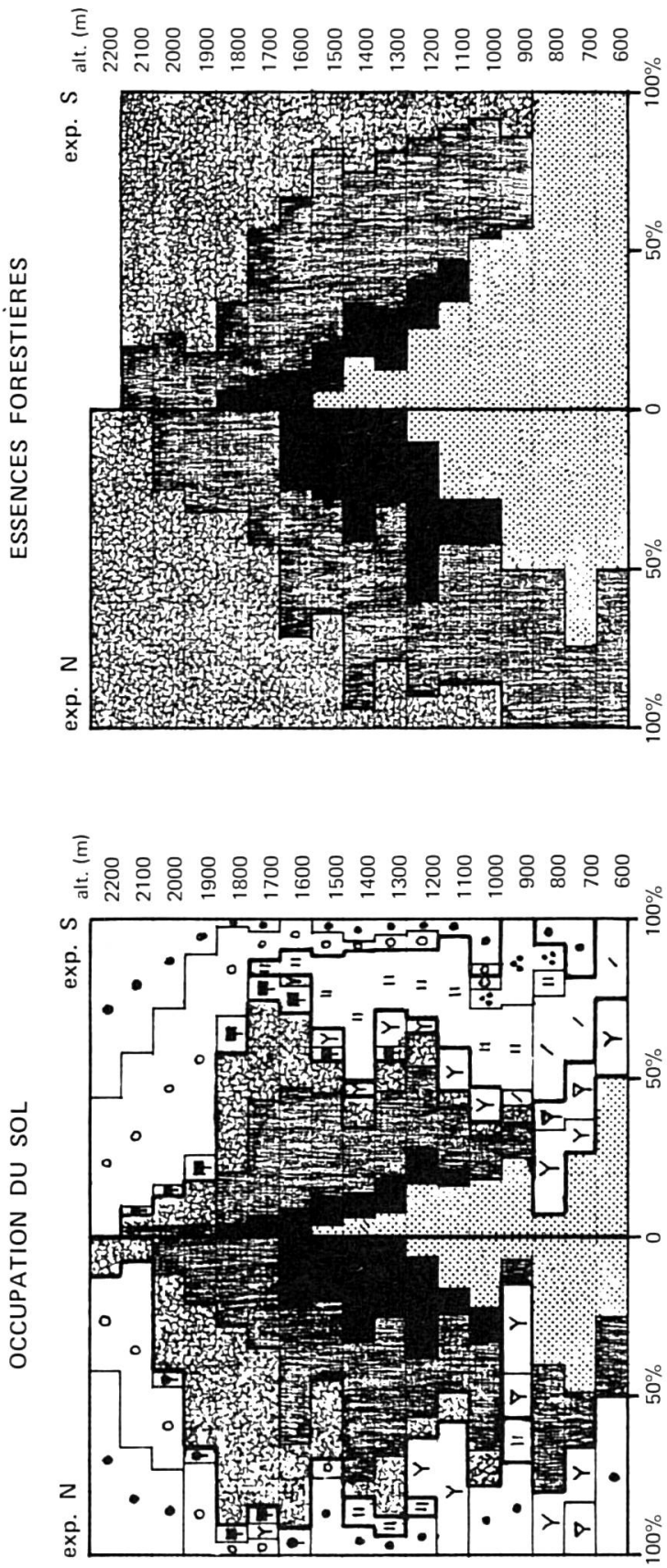


Fig. 29. – Répartition selon l'altitude et l'exposition des essences forestières et de l'implantation humaine dans la vallée de la Morge (V2).
Légende voir p. 71.

2° – 800-1000 m: toujours sur calcaire d'abord, sur moraine ensuite, on y trouve bois de pin sylvestre et chêne y abrités, continués par les villages susdits eux-mêmes, leurs vergers et leurs prairies de fauche. Le rebord amont est occupé par une extension descendante de la pinède.

3° – 1000-2000 m: cette bande forestière voit apparaître dès sa base l'épicéa en sous-bois. En aval, une tache de schistes abrite, en exposition tournant vers l'E, une enclave de hêtre et sapin diffuse dans le pin sylvestre, de 1200-1400 m. Jusqu'à 1400 m dans le reste de la bande, le pin sylvestre règne (à la faveur d'une remontée d'étage encouragée par une surexploitation, semble-t-il) avec l'épicéa en sous-bois prêt à le relayer dans la partie supérieure, déjà plus fort dans le creux d'éboulis sous Crodo, encore dominé en plein sur l'épaule de Crodo. Plus haut, l'épicéa est maître, laissant l'éboulis récent sous le Sex-Riond au mélèze.

Ainsi F2 constitue un éventail presque typique de l'exploitation humaine valaisanne. En tenant compte des alpages situés en amont, on trouve les quatre étages caractéristiques, soit: vignes; villages et cultures (+ forêt); mayens de printemps et d'automne (+ forêt); alpages. F2 porte donc l'essentiel des ressources du noyau de peuplement humain que constitue Conthey, le sommet (alpages) étant déjeté sur le flanc droit de la Morge. On voit ainsi apparaître les trois premières zones d'exploitation sur la figure 30, où elles sont en mélange avec la structure homologue de F3 (flanc de Savièse).

5.6. *Vallée de la Morge (V2) et flanc suivant (F3)*

Contiguë à la vallée de Derborence, celle de la Morge présente une dissymétrie semblable, mais:

1° – Son talweg a une direction générale infléchie vers l'E, ce qui permet une extension bien plus considérable de son flanc droit en flanc direct, dont nous avons déjà excisé la portion aval F2.

2° – Le flanc droit en soi est formé de longues pentes sans dalles importantes, à replat moyen souvent morainique favorisant l'implantation humaine.

3° – Le flanc gauche est encore plus abrupt que son homologue de Derborence, presque entièrement crétacé, plus érodé en ravins verticaux. Cependant sa limitation E est semblable à celle du précédent: une ligne de sommets d'altitude moyenne 2700 m (Sex-Noir, Crêtabessa) aboutissant au sommet de F3 sur une terminaison à 2000 m (Prabé); voir la ligne Fava-Mont-Gond-Sex-Riond.

4° – Le cirque terminal est compartimenté en deux branches en Y.

5° – Il n'y a pas d'anastomose avec le régime atlantique du Bas-Valais, mais perméation probable avec le climat du versant N des Alpes par le Sanetsch (2200 m), perméation cependant très réduite par l'écran Becca-d'Audon-Wildhorn (3100-3200 m).

6° – Sa frontière terminale W est constituée par la masse du lapiaz et du glacier de Tsanfleuron qui, même réduit, doit constituer un approvisionnement aérothermique froid.

Fig. 30. – Répartition selon l'altitude et l'exposition des essences forestières et de l'implantation humaine sur le flanc Conthey-Savièse (F2, F3). Légende voir p. 71.

Le flanc droit de la vallée ($V2_1$) est une pente étendue (plus de 5 km), d'exposition générale SE, qui pourrait être découpée en quatre bandes verticales dont la succession présenterait les homologies et gradations suivantes, d'aval en amont:

1° – La pente agro-sylvo-pastorale de Daillon comporte une rupture de pente inférieure qui laisse la berge abrupte de la Morge au chêne pubescent et au pin sylvestre, l'épicéa se trouvant en recoins abrités, ou en demi-exposition en amont. Dès 700-800 m, l'implantation humaine se généralise sur toute la largeur, comportant quelques vignes jusqu'à 800 m (900 m en exposition S sous Pomeyron). Jusqu'à 1400 m, cultures et fruitiers des localités entourant Daillon sont surmontés par des prairies de fauche, laissant des bosquets interstitiels de pins sylvestres, épicéas, mélèzes et nombreux feuillus. Dès 1400 m, une bande forestière s'installe sur la séquence plus raide calcaire, schisteuse par place, succédant aux moraines inférieures et aboutissant au Mont-Gond. Cette forêt est coupée de couloirs d'avalanches, formée donc d'unités juxtaposées dont le mélèze préfère les bords et le sommet. Son sommet est décapité à 1800-1850 m par la pente plus faible où se sont installés les alpages d'Aïre et de Flore. Les mélèzes isolés atteignent 1900 m.

2° – Une bande forestière entoure le sillon de la Rogne qui, descendant de l'entonnoir séparant Mont-Gond et Fava, crée un sillon bordé de ressauts dans des calcaires, des schistes et des placages morainiques. Du talweg à 2000 m, mélèze et épicéa se retrouvent sur toute l'extension, leur centre de gravité décalé en altitude comme à l'accoutumée. Le pin sylvestre, très fort en bas, se retrouve au gré des convexités jusqu'à 1600 m. Le sapin, peu représenté, occupe des stations moyennes, abritées en aval et en bas (1100 m), exposées en amont et en haut (1600 m). Plus haut, l'épicéa se concentre sur les expositions S. En amont, la forêt est étêtée à 1850-1900 m par la présence de l'alpage du Larzey, établi en partie sur ressaut morainique.

3° – Sur la pente sylvo-pastorale de My, le replat relatif morainique où s'installe ce mayen saviésan coupe l'extension forestière en deux bandes. Une bande inférieure, recouvre la berge de la Morge et la première pente forte, jusqu'à 1300 m. Formée de calcaires et de quelques schistes et orientée toujours au SE, elle porte pins sylvestres et épicéas en majorité; le mélèze en est quasiment absent, le sapin, isolé, limité aux abords de la berge. La tache pastorale de My, avec prairies de fauche jusqu'à 1500 m, s'étend de 1300 à 1600 (1700) m et comporte des bosquets de mélèzes, épicéas, pins sylvestres. Une bande forestière supérieure (épicéa, puis surtout mélèze) monte jusqu'à 1800 m, où commencent les alpages du Larzey et du Pointet.

4° – Encore que trouée par le mayen du Cernet, la quatrième bande verticale est essentiellement forestière. Bien que jouissant en aval d'une bonne extension de moraine, son incurvation vers l'E en aval lui permet d'abriter un triangle de sapin, débutant au talweg en aval pour monter à 1850 m en amont, sur l'épaule limitant $V2_1$ avant la paroi frontière de la partie supérieure de la vallée. Le Cernet crée un vide forestier continu de 200 m d'amplitude au plus ouvert (1300-1500 m). Au-dessous, la forêt aboutissant à la Morge comporte épicéa, sapin et pin sylvestre dans ses espacements inférieurs, mélèzes dans une lisière supérieure. Au-dessus, le pin sylvestre se retrouve dans la réinflexion S amont sur calcaire; le sapin est fortement représenté dans la forêt d'épicéa, qui abou-

tit à un parc de mélèze (1800-2000 m); cette essence de plus occupe la totalité de l'inflexion NE (1400-2000 m) qui mène à la paroi tombant sur la partie supérieure de la vallée.

La distribution en triangle du sapin (base 1200-1300 m, exposition ENE en aval, ESE en amont, sommet 1350 m, exposition SE) relève d'une dialectique altitudinale sans bavure.

Le flanc gauche ($V2_2$), extrêmement abrupt, n'offre aucune place à l'implantation humaine: il n'est troué à sa base que par un mayen abandonné. Il pourrait être divisé en deux portions: aval, jusqu'à Prabé; amont, jusqu'à Crêtabessa.

L'aval, en tant que berge de la Morge, sur schistes puis sur calcaires, ne porte que pins sylvestres, chênes pubescents, feuillus divers, épicéas en stations abritées. Dès la hauteur de Chandolin-de-Savièse, ce flanc s'étend en altitude et comporte le sapin dès 1000 m. Orienté WNW, cette paroi fort raide et rocheuse ne comprend que des trainées verticales de forêts sur de légers bombements, où le sapin et le pin sylvestre se partagent les côtés abrités et exposés en aval, l'ensemble sapin-épicéa se généralisant vers l'amont. Le mélèze est abondant dans la partie supérieure, avec le pin de montagne. Un fort brassage vertical permet la présence contiguë des quatre essences majeures susdites jusqu'à 1600 m, du mélèze et de l'épicéa à 2100 m.

En amont, la masse Crêtabessa-Sex-Noir forme une avancée créant des facettes verticales exposées au SW et des replats W où une implantation humaine est possible (Goura, Visse, 1600-1800 m). Sur les facettes SW, une reprise pin sylvestre (ad 1500 m) et sapin (ad 1750 m) se manifeste parmi les épicéas et mélèzes prédominants en amont, où le sapin se cantonne à une forêt sous paroi proche du talweg (1300-1500 m). Une certaine circulation d'eau semble régner dans cette paroi abrupte, se manifestant par une magnifique formation de glaçons à l'approche de la saison froide. Ce fait doit amender le caractère très drainé de cette facette dans un sens favorable au sapin qui prise l'humidité du sol en compensation de la sécheresse atmosphérique (Gaussen 1927).

Quant au cirque terminal ($V2_3$), il est également à séparer en deux territoires (les deux branches, W et E, de l'Y signalé plus haut). $V2_3$ présente en effet un flanc S en V convexe séparateur: l'arête du Sublage et du Sérac (masses montagneuses intermédiaires) qui en délimite l'avancée S; ce flanc est occupé dès 1700 m par des alpages (placages morainiques et schistes). Au bas, forêt d'épicéas, mélèzes, sapins de 1500 à 1600 m, jouxtant le mayen de Vouagno (vouargne = sapin, en patois valaisan).

La branche W est fondée sur des éboulis, entourée de marno-calcaires et aboutissant à la masse calcaire et schisteuse du lapiaz de Tsanfleuron, et porte sur son flanc S (orienté SW) deux mayens (Roua et Dilogne, 1600 m) entourés et surmontés de forêts (épicéas, mélèzes) où le sapin se retrouve sous paroi (1400-1700 m) en aval, étendu en retour d'exposition WSW-W (1600-1800 m) dans la bande forestière qui sépare Glarey de Dorbagnon (mayen élevé: 1900 m). La paroi précitée souligne le replat de Dorbagnon et porte des pins de montagne qui se généralisent dans la pente très instable en amont (1700-1900 m). Le flanc N (orienté NE) débute en aval par une forêt sur pierrier installée sous la paroi en oblique délimitant $V2_1$: forêt d'épicéas et de mélèzes, abondants sur les éboulis frais, parsemée de sapins de 1400 à 1700 m. En amont, la forêt est coupée de couloirs à aulnes verts formant des brousses parfois étendues; les arbres s'égaillent jusqu'à 2000 m (mélèze); pins de montagne et feuillus alternent selon les accidents topographiques. Le sapin, ad 1700 m, s'avan-

ce jusqu'au fond, exposé au S, de cette branche, où mélèze et épicéa, pin de montagne en station rocheuse, montent jusqu'au lapiaz de Tsanfleuron; ils s'y ramassent en forme naine dans les anfractuosités caractéristiques.

La branche E est un vallon remontant dans les calcaires; elle présente un flanc S puis SE où quelques mélèzes (pâturages) s'égaillent jusqu'à 2100 m. Le flanc N, continuation de $V2_2$, comporte des forêts d'épicéas et mélèzes délimitant en amont les mayens de Dilogne (1600 m), Visse (1700 m) et entrecoupés de passages à pins de montagne. Sous paroi le mélèze s'étend en amont (ad 2000 m), se retrouve dispersé au-dessus (ad 2200 m). En amont, le vallon se poursuit sans arbres.

En se référant à la carte 3, à la figure 29, au contexte historique, on peut déceler, par rapport à Derborence, une activité humaine plus forte dans la vallée de la Morge, et cette fois limitée presque entièrement au flanc droit quant au corps de vallée. Il faut immédiatement mettre en place le contexte humain suivant: la frontière mouvante entre les terrains occupés par les Contheysans et les Saviésans. Le flanc droit, contheysan de vocation, est occupé par les Saviésans dès l'amont de la Rogne (My). Cet état de fait, dont les Contheysans se plaignent, est le résultat de nombreux siècles de rivalités, menant à des bagarres puis à des guérillas au cours desquelles les Saviésans manifestèrent leur dynamisme et leur aptitude à coloniser des territoires suppléant au caractère abrupt et sec de leur haut pays. C'est ainsi que par ailleurs ils en vinrent (traces historiques dès le XIVe siècle) à transhumer leurs troupeaux pardessus le Sanetsch enneigé jusque sur le versant N des Alpes: actuellement encore jusqu'à Gsteig (Alpe de la Vispille = Walliser Windspillen), aux époques de pointe jusqu'au lac des Quatre-Cantons. En notre époque un plus civilisée, la conquête s'est faite pacifique (par exemple: annexion de biens contheysans par mariage) et les troupeaux saviésans rejoignent en partie leurs terres transalpines en véhicules par le col du Pillon. Mais la tendance subsiste toujours, comme celle qui fait dire aux "vrais Valaisans" que la véritable frontière de leur pays passe par Pont-de-la-Morge: opinion fondée, l'aval (donc Conthey) ayant été fort longtemps savoyard. Sur cette situation et ce dualisme, voir Mariétan et Luyet (1961).

C'est dire que l'occupation du sol se traduit plus fortement à tous les niveaux dans la vallée de la Morge que dans celle de Derborence (voir à ce sujet la force et l'extension des prairies de fauche au S, 900-1500 m). Le relief rocheux, si encombrant à Derborence, permet ici par sa moindre extension une augmentation parallèle de la surface forestière: sur les 2 graphiques de la figure 29 nous voyons, dans le cadre de ce phénomène, une extension du pin sylvestre et de l'épicéa, moindre dans le cas du sapin sinon en altitude et exposition S, qui traduit l'absence de la concurrence du hêtre. Les données historiques forestières concordent à situer le maximum de défrichement et de coupe sur le flanc droit; de plus, Meyer et Mariétan relèvent la trace d'incendies dans la partie terminale, dans la région des montagnes de la Pierre et du Genièvre (resp. 1800 et 1900 m en flanc NE de la branche W), incendies qui ont dû contribuer à l'éclaircie de forêt signalée dans cette région. C'est probablement de source historique que Mariétan cite le hêtre dans la vallée, sans autres précisions. Nous ne l'avons pas observé. Enfin une concordance entre les auteurs se manifeste au sujet du recul du sapin: fait général en Valais, ce phénomène a dû surtout se manifester en flanc droit; cependant la logique de sa distribution actuelle laisse penser qu'il n'y a guère eu de rétrécissement de son implantation, mais surtout un affaiblissement in situ de sa densité.

Il faut relever enfin que la raideur du flanc gauche ($V2_2$) ne lui permit d'offrir que peu d'accrochage à la projection des points de la grille de référence. Il n'offre d'ailleurs presque aucune place à l'activité humaine, si ce n'est à ce vecteur de première importance pour le plateau de Savièse: le bisse. Ce canal d'irrigation, mi-creusé, mi-aérien, courant du fond de la vallée, à mi-paroi jusqu'à Savièse, a été l'objet de préoccupations constantes se traduisant par une réfection chaque année au printemps, du XIe siècle à nos jours, où il a été remplacé par une galerie sous roche. Le sapin participait d'ailleurs à l'opération, fournissant par ses ramilles un agent d'étanchéité restitué chaque année aux tronçons aériens (Hainard 1966). On pourrait, sous ce jour, relever le parallélisme existant tout au long de l'histoire de Savièse entre deux "facteurs" qui apparaissent ainsi primordiaux, l'eau et Dieu, soit:

- XIe siècle: établissement du bisse, construction de l'église;
- XVe et XVIe siècles: amplification du bisse (période chaude et sèche à recul maximal des glaciers relevé dans de nombreuses sources historiques) et réfection de l'église;
- XXe siècle: transformation du bisse en galeries et réfection de l'église.

F3 (flanc direct-coteau de Savièse), flanc classiquement triangulaire, peut être divisé en trois unités altitudinales.

1° – La pente inférieure, de 500 m (Sion) à 700 m (sous Savièse), est forte, constituée de schistes lustrés détachés du front des nappes penniques par le cours du Rhône. Fortement occupée par des tablars de vignes, elle présente des garides sur ses escarpements majeurs, accompagnées sur Montorge de bosquets de chênes pubescents et de pins sylvestres petite forme: les rares versants N (Montorge en particulier) hébergent des pins sylvestres plus développés, accompagnés de chênes pubescents et hybrides et de buissons.

2° – Le replat de Savièse voit l'implantation humaine (sept villages, cultures, vergers, le tout irrigué) prendre le pas sur les vignes. Un dépôt morainique permet les prairies de fauche et même, dans le contexte, des marais dans la partie supérieure de la pente (1100 m environ). Des passages calcaires se manifestent, particulièrement l'arête en lame de couteau du Château-de-la-Soie, où un versant S abrupt, à garides, est suivi d'un versant N à pin sylvestre sommital et en aval, la pleine pente étant couverte de mélèzes et épicéas. Jusqu'au sommet de la pente, des feuillus, dont le chêne, s'égaillent en bosquets et en bocages.

3° – Une reprise de pente dès 1000 m à l'W, 1100 m en amont, marque la lisière de la forêt. Cette pente schisteuse, participant encore des moraines à sa base, couverte d'éboulis calcaires sous Prabé qui en est formé, est garnie de pins sylvestres surtout à ses angles W et E et sur les débordements vers le bas; il se retrouve par place jusqu'au bas de l'éboulis aboutissant au mayen de la Dzour (= forêt, en patois valaisan) où il prend contact avec le pin de montagne descendant des escarpements sommitaux. La bande forestière dans son ensemble est composée d'épicéas et de mélèzes plus fréquents dans le haut et en lisière des trouées. Le sapin se manifeste d'une manière dispersée mais assez continue, décentrée sur l'W, de 1400 à 1600 m, apparaissant presque isolément de

1200 à 1400 m à l'E, près de la berge de la Sionne. Avec cette implantation de mayens, l'activité humaine reste à trois étages, le quatrième étant déjeté dans la vallée voisine et même, cas de Savièse, jusqu'au versant N des Alpes.

La figure 30, cumulant F2 et F3, montre les trois étages établis parallèlement sur ces deux portions de flanc; l'accompagnant, l'extension en altitude du pin sylvestre, favorisée par l'exposition générale. A noter la présence du hêtre, limité géographiquement à F2, ainsi que la prédominance de l'épicéa. Cependant, en altitude, l'exagération de l'importance du mélèze et du pin de montagne relève du défaut inhérent à cette transcription: les proportions faussées des points d'altitude, encore plus rares dans ces facettes en triangle.

5.7. *Vallée "suspendue" de la Sionne (V3)*

Avant de passer à la vallée de la Liène, mentionnons cette petite vallée intercalaire, aboutissant au Wildhorn, et dont le cours inférieur descendant sur Sion n'est qu'un faible sillon. C'est à partir de 1000 m d'altitude que s'ouvre sa conque, dans les calcaires et les éboulis, fondée sur des placages morainiques irréguliers. Dès 1000 m, la forêt de fond est composée de pins sylvestres majoritaires, d'épicéas; le pin de montagne descend en masse le long des berges exposées du cours d'eau.

Le flanc droit, exposé SE, voit autour et au-dessus de Planège (1200 m) le pin sylvestre s'étendre jusqu'à 1200 m, le mélèze et l'épicéa jusqu'à 1900 m. Dans la forte pente du milieu de la forêt, le sapin s'établit en mélange de 1400-1600 m. Plus haut et en amont, mayens et alpages laissant des massifs isolés de mélèze surtout et d'épicéa, jusqu'à 1800 m, tandis qu'au fond, au delà de l'alpe de la Combe, ils atteignent isolés plus de 2100 m.

Le flanc gauche, limité par la base de son arête, de 1000 à 1200 m, se comporte en facette triangulaire SW et porte un mélange de feuillus et de pins sylvestres en brousse; plus haut, la pente monte sous paroi jusqu'à 2000 m et s'oriente WSW à W: le mélange épicéa-mélèze (dominant en amont) contient des sapins dispersés jusqu'à 1800 m (sous paroi). Comme dans le flanc opposé, les masses rocheuses subordonnées au Wildhorn (Sex-Noir, Sex-Rouge) disputent âprement par leurs éboulis la place laissée disponible aux pâturages.

5.8. *Vallée de la Liène (V4) et flanc suivant (F4-5)*

Dans son ensemble, cette vallée se conforme au type commun décrit plus haut, avec les amendements suivants:

1° – son orientation suit l'infléchissement croissant vers l'E déjà remarqué: c'est dans le tiers amont du corps de vallée que le talweg se redresse vers le N;

2° – le flanc droit déjeté en flanc direct est encore plus important;
3° – la dissymétrie entre flanc droit et flanc gauche, toujours existante au niveau tectonique et morphologique, est moins marquée en amont;
4° – la bifurcation terminale de la partie supérieure est encore plus étendue, sur bastion central bien individualisé: la branche W aboutit à un col, le Rawyl, plus élevé que ses homologues précédents (Pas-de-Cheville 2000 m, Sanetsch 2200 m, Rawyl 2400 m); les goulets sont donc d'altitude croissante, mais la chaîne frontière reste d'altitude moyenne inférieure à 3000 m;
5° – la structure géologique est semblable dans ses grandes lignes à celle de la vallée de la Morge: sur un socle aval de schistes et nombreux placages morainiques, les calcaires forment l'essentiel du corps de la vallée et du cirque terminal où on retrouve des marnocalcaires.

$V4_1$ (flanc droit aval), facette en triangle sur les 6 km aval du talweg et aboutissant au Sex-Rouge (2828 m), comprend en aval la portion déjetée en flanc direct (exposition SSE en basse altitude) et l'entrée du corps de vallée (le reste exposé SE). La pente basale sur schistes lustrés (ad 800 m) est couverte de vignobles; constituant en amont la berge de la Liène, elle est dévolue au pin sylvestre et chêne pubescent, épicéa et mélèze profitant des abris; passant sur calcaire puis sur schiste le talweg, dans la région d'Icogne, se garnit de sapins.

La grande trouée anthropogène d'Ayent, sur calcaires et surtout placages morainiques, fait remonter la forêt à 1400 m (limite inférieure) en aval, où une empeigne épicéa-sapin-mélèze sur schistes aboutit à 2000 m à l'alpe de Tsalan. En amont, la pente se garnit de bois morcelés sur une plus grande extension vers le bas: le pin sylvestre monte du talweg à 1400 m en profitant des facettes exposées, le sapin (ad 1600 m) se mélange à l'épicéa et au mélèze (ad 2000 m). Le morcelage par implantation humaine (villages, mayens, alpages, nouvelles stations touristiques) est extrême.

$V4_2$ (flanc droit amont) est une pente moins étendue mais plus abrupte; également moins peuplée: quelques trouées humaines, concentrées sur le rebord exposé au S du sillon limite aval, laissent à la forêt une extension du talweg à l'alpe supérieure (1800 m) en aval, à l'arête du Sex-Rouge en amont (2150 m). Comprenant encore quelques pins sylvestres en aval (1000-1400 m) le mélange forestier général est une sylve de fort beaux épicéas et sapins (1000-1800 m), à parts presque égales dans le bas, le mélèze présent sur toute l'extension en amont.

Le flanc gauche est un flanc d'abord de peu d'extension ($V4_3$) n'aboutissant à une crête de quelque puissance qu'en amont ($V4_4$). $V4_3$ (flanc gauche aval), d'orientation SSW-NNE et présentant diverses expositions, culminant à 1300 m seulement, est rehaussé en aval par la butte du Châtelard (1300 m), schistes lustrés et trias, dont il constitue les pentes W. Peuplée de pins sylvestres, chênes pubescents et feuillus dans ses faces méridionales et occidentales jusqu'à son sommet, cette butte abrite dès ses faces plus abritées épicéa et mélèze, un sapin se maintenant à l'ombre de son sommet. La pente Lens-Icogne, sur calcaire, porte des bois épars sur abris, comportant des sapins, et un cordon forestier le long de la berge de la Liène (pin sylvestre, épicéa, sapin); prairies et vergers sont majoritaires.

$V4_4$ (flanc gauche amont) est un versant très abrupt, stable, limité par une crête en diagonale (aval 900 m, amont 2100 m au Mont-Lachaux), d'exposition générale WNW, calcaire avec schistes en sommet aval et marno-calcaire en sommet

amont. Il présente un peuplement forestier important: son début aval est une pente homogène NW à sapinière dense (forêt du Tsan), puis des balcons rocheux à retours SW permettent au mélèze, isolément au pin sylvestre, de se manifester. Le sapin dépasse 2000 m au gré des parois.

En $V4_5$ (vallée supérieure), constituant la séparatrice de la bifurcation préindiquée, une convexité bien marquée, Mondralesse (2050 m), porte sur son avancée S (calcaires siliceux) du pin sylvestre épars (1200-1300 m), puis du sapin surmonté d'épicéa et de mélèze. Ce trio se retrouve sur la pente SW contiguë, où, parmi les arbres épars, des sapins rabougris et tassés montent jusqu'à 2050 m, tandis que sur la pente SE quelques sapins se tiennent, en aval seulement, à 1400 m.

La branche W de la bifurcation, étendue, aboutissant après un virage à 90° au col du Rawyl, est taillée dans le calcaire et contient le lac artificiel de Tseuzier où une forêt littorale (1800 m) comporte quelques sapins en exposition S. La pente NE aval aboutissant à $V4_2$ est coupée de parois obliques déterminant des forêts "basses" (sapin ad 1800 m, épicéa, mélèze) et "hautes" (épicéa, mélèze ad 2000 m) avec revêtement de pin de montagne sur les escarpements S.

La branche E, formant la conque réduite contenant l'alpage Er-de-Lens, contient surtout du mélèze (influence pastorale entre autre); sous les parois du Mont-Lachaux, en exposition W, on retrouve quelques sapins à 1700 m.

L'implantation humaine, suivant le schéma des vallées précédentes est typique dans son extension en flanc W, le flanc E ne participant qu'en aval. Une recrudescence actuelle se situe autour de la station moderne qui s'équipe à Antsères (aval supérieur du flanc droit).

L'historique forestier, selon Meyer, relève l'importance du sapin. La forêt du Tsan, très dense encore actuellement, a cependant brûlé en 1834; en amont de la susdite, la forêt du Pra-du-Taillour a été fortement exploitée en 1825: on y signalait le sapin très abondant, plus qu'à l'heure actuelle. Idem à Mondralesse: les petits sapins rabougris repérés sur sa pente SW sont les vestiges d'un peuplement important signalé au siècle dernier, ainsi que dans les forêts "basses" de la pente NE qui fait face.

En résumé, une exploitation intensive aidée par la possibilité de dévestiture que constitue le flottage dans la Liène (plus accessible que la Lizerne et la Morge, et plus abondante), surtout sensible au XIXe siècle, a diminué la participation du sapin au peuplement forestier; il n'en reste pas moins, dans cette vallée, au plus richement représenté de tout l'adret valaisan.

F4 et F5 représentent l'extension de flanc direct aboutissant à la vallée de la Dala.

F4 d'abord, centré sur le plateau de Montana, d'exposition générale SSE, peut être découpé en deux secteurs: Lens-Montana (sommet: Mont-Lachaux, 2264 m); Montana-Miège (sommets: Mont-Bonvin, 2995 m et Sex-Mort, 2934 m). F4 se présente donc comme un triangle (sommet Sex-Mort) dont le premier secteur se loge dans l'angle occidental.

Lens-Montana présente trois bandes altitudinales:

1° – La pente directe sur le Rhône (qui vient à son contact), de 500 à 1300 m, est formée de schistes lustrés et de quartzites, avec quelques placages morainiques. Trois taches forestières (flanc S du Châtelard, Ravouire, E de Dilogne) montrent l'extension complète du pin sylvestre et du chêne pubescent. Quelques mélèzes et de rares épicéas interviennent dans les décrochements. Les vignes prépondérantes laissent quelques places, surtout sommitales, aux vergers, cultures, prairies de fauche (irriguées).

2° – Le plateau Crans-Montana est un "replat" (1300 à 1500 m) s'inclinant doucement à l'W sur la vallée de la Liène. Les placages morainiques recouvrent en bonne part les calcaires et créent un relief diversifié doux. Une forêt-parc aval contient pin sylvestre en bordure inférieure surtout, épicéa, mélèze et quelques rares sapins. Le peuplement touristique est intense, quasiment exclusif: établissements hôteliers et climatériques ont amené à pratiquer une trouée au XIXe siècle (amont de la forêt-parc): coupe à blanc d'une forêt composée d'épicéas et de sapins avec un quart de pins sylvestres, ce qui sans doute provoqua l'intensification actuelle de l'épicéa.

3° – La pente supérieure, de Crans-Montana au Mont-Lachaux, est boisée, très morcelée, les arbres atteignant 2000 m. L'épicéa domine dans le bas, le mélèze dans le haut, quelques sapins se manifestant jusqu'à 1500 m à l'E, jusqu'à 1800 m à l'W (débordement du peuplement important du flanc E de la Liène). Trouée à sa base par l'implantation touristique, cette pente boisée a déjà souffert en 1800 d'un incendie sur l'étendue Sétchéron-Corbire. La bordure E est signalée en 1854 comme peuplée d'épicéas, sans mention du sapin qu'on y pourrait attendre: serait-ce de vocation une réelle pessière pure (Meyer 1950-55) ?

Montana-Miège, reste plus étendu du triangle que forme F4, diffère du précédent par son relief: il forme un cirque, peu concave, complexe car raviné par divers cours d'eau; un virage d'exposition voit une moitié W exposée SE, une moitié E exposée au S. Le schéma géologique du secteur précédent se poursuit: cependant moraines et schistes prennent moins d'extension, relevés par des éboulis calcaires et marnocalcaires, le schiste participant à l'aval de la moitié W.

Dans l'ensemble, l'étagement déjà constaté des cultures voit le pin sylvestre fort réduit dans le domaine vigneron; mais à l'E il forme de vraies pinèdes, à forme de plaine, relayées dès 1000 m, par la forme de montagne. En mélange il atteint par place 1400 m, isolément 1500 m. Dès 1000 m également, épicéa, puis mélèze s'installent en stations abritées; très vite ils forment la forêt et se retrouvent jusqu'à 2000 m par place (des individus rabougris des deux espèces atteignent 2200 m). Le sapin est dispersé, dans cet ensemble, de 1200 à 1800 m; le long des vecteurs verticaux (éboulis, gorges) on constate des descentes massives de pin de montagne.

La moins forte implantation touristique n'a pas empêché une grosse exploitation sommitale; de même la pinède fut-elle l'objet d'une grosse coupe, entre autre, pour la trouée de Planiji (880 m) en 1844; citons encore l'incendie de la maison de ville de Miège, en 1857, dont la reconstruction déclencha une forte coupe de pins et de chênes sur la colline de Ravouire (690 m).

F5 (flanc direct, du vallon de la Raspille à Varone) marque le virage général du flanc direct en exposition S, état de fait qui se prolonge jusqu'à la hauteur de Visp.

F5 domine la forêt de Finges, célèbre par son étendue de pin sylvestre en plaine (cf. Bois-Noir en Bas-Valais). En fait, F5 est formé de deux unités: le vallon suspendu de la Raspille, renfoncement orienté NW-SE et présentant un flanc ESE à ENE, un autre SW à SE et une suite de flanc direct donnant sur Salgesch-Varone. L'ensemble aboutit à la crête W-E Sex-Mort-Schwarzhorn, presque rectiligne en latitude et altitude (moyenne 3000 m).

Le vallon de la Raspille, première unité, est taillé dans les calcaires et marno-calcaires avec important placage morainique; il perd sa concavité dès 1000 m pour se transformer dans le bas en collines d'éboulis et de moraines. Cette partie basse, de vocation vinicole, comprend des bois de pins sylvestres, forme basse, à sous-bois très nu, où l'épicéa intervient dès 750 m en abri et près du talweg. En flanc SW la trouée de Cordona (1100-1250 m), ancien village permanent relégué au rang de mayen, est surmontée d'une belle bande forestière aboutissant à plus de 2000 m à l'extension W de la Varneralp. Sur la convexité aval, le pin sylvestre monte en mélange jusqu'à 1800 m, avec épicéa, mélèze et sapin qui, dans le renfoncement amont suivant, s'étend de 1200 à 1900 m sur éboulis, schistes, grès de Taveyannaz en séquence complexe. Le flanc opposé, à tendance N-NE, abrupt, porte les mêmes essences sur son rebord, épicéa et mélèze aboutissant seuls à la conque terminale de l'alpe du Plan.

L'implantation humaine, à quatre étages selon le schéma typique des longues portions de flanc direct (et non plus de portions triangulaires comme précédemment où le quatrième étage – alpage – est déjeté dans les vallées latérales) est ici diminuée en son milieu par la désertion de villages moyens comme Cordona. Une exploitation intense précéda cet abandon: la forêt de Bréveron (renfoncement du flanc SW) montre par ses éclaircies la force et la fréquence des coupes et des incendies; de plus, de nombreux indices historiques impliquent une forte descente anthropogène de la limite supérieure de la forêt. Enfin, l'ensemble des pinèdes sèches, assez ouvertes, sur calcaire, se signale par des incendies fréquents et caractéristiques (jusqu'à Cordona en 1830 par exemple) qui en accusent encore la physionomie.

Le flanc direct Salgesch-Varone, deuxième unité, est une pente S raide et régulière, le premier segment caractéristique de la longue séquence de pentes semblables formant le flanc direct en amont. De 600 à 2800 m (Trubelnstock) l'ensemble est calcaire. La forêt commence dès 700 m par une formation de pin sylvestre ouverte par de nombreux affleurements, bosquets de feuillus (bouleau, chêne pubescent), pelouses. En peuplement pur jusqu'à 1200 m, le pin sylvestre parvient en mélange à 1600 m; il s'y adjoint dès 1000 m de petits épicéas en sous-bois, élevés dès 1200 m, formant la forêt dès 1400-1500 m; le mélèze se masse autour des trouées d'éboulis et dans la frange supérieure; la Varneralp sommitale présente un effondrement en bord de rupture de pentes où Schmid signale un sapin à 2050 m. A l'E enfin, le virage en exposition SE bordant la paroi délimitant le débouché de la vallée de la Dala forme une facette étendue en altitude où le mélèze, et le pin de montagne par place, sont dominants, et où on trouve quelques sapins à moyenne altitude (1600 m).

L'étendue de la forêt, son substratum peu engageant par sa sèche austérité créent un vide humain entre les villages vignerons de la base (avec cultures et prairies irriguées) et les alpages. Comme déjà vu plus haut, la forêt fut bien des fois dévastée par le feu, en particulier entre 1780 et 1855, à l'issue de batailles ou même en temps de paix. De plus l'exploitation fut forte. Quant à la limite supérieure de la forêt, atteignant 2000 m (quelques individus isolés les dépassant par place), elle est souvent située beaucoup plus haut dans les chroniques.

5.9. *Haut-Valais, note générale*

Dans la considération de l'ensemble de la répartition des essences forestières, cette région est prise en soi en tant que région E, comparée à la région qui précède, dite région W. Une convergence de caractéristiques sui generis, dont la superposition peut sembler parfois artificielle, se marque en effet dès passé F5, soit dès l'abord de la vallée de la Dala:

1° – orientation S générale du flanc direct (ceci jusqu'à Visp);
2° – diminution progressive du calcaire, se limitant au flanc direct pro parte, puis disparaissant (approche du massif cristallin Aar-Gothard);
3° – creux estival des précipitations et présécheresse conséquente.

Quant à l'implantation humaine:

1° – diminution de la vigne (disparition des vignes "de plaine"), le talweg étant réservé à la prairie (irriguée) et aux cultures;
2° – frontière linguistique: en E (en fait déjà dès Salgesch) on parle haut-valaisan, soit un dialecte relictuel alpin qui tire ses racines du Althochdeutsch (la langue des Nibelungen) amené par les Walser lors de leur migration du début de ce millénaire.

5.10. *Vallée de la Dala (V5) et flanc suivant (F6)*

Sa localisation dans l'aboutissement du massif cristallin Aar-Gothard donne à cette vallée une orientation nouvelle dans la séquence valaisanne que nous avons suivie: après un corps de vallée N-S en gros, un infléchissement de la partie terminale la fait s'étendre vers le NE. Cette disposition se retrouve très amplifiée encore dans le Lötschental.

Morphologiquement, nous trouvons un flanc droit abrupt, un flanc gauche plus étendu correspondant à une appartenance calcaire à l'W, les schistes dominant dans le fond de la vallée et son flanc oriental (série Lias-Dogger-Malm). Le débouché de la vallée est étroit; un déjetage léger a lieu, en flanc gauche.

Climatologiquement, on observe à Leukerbad des précipitations plus fortes qu'à Kippel (station homologue dans le Lötschental), dépassement dû au maximum estival. Deux causes en ont été envisagées dans la partie climatique:

1° – présence dans la crête du flanc gauche (du Zayetahorn, 2700 m, au Balmhorn, 3700 m) de la coupure à 2300 m constituée par le col de la Gemmi, voie possible de perméation climatique d'origine septentrionale;
2° – fréquence relativement élevée, au centre de la rive droite, des orages estivaux.

Le flanc droit de la vallée débute en aval par $V5_1$, flanc déjeté vers l'exposition ENE en aval près du débouché par les parois calcaires descendant du groupe Zayetahorn-Jägerkreuz (limitant F5 à l'E): ainsi sur les éboulis et selon les exposi-

tions, on trouve le pin sylvestre égaillé jusqu'à 1000 m; l'épicéa est présent partout, suivi du mélèze, les feuillus très abondants. Dans sa plus grande extension amont, cette facette s'élargit dès l'approche de Inden et ses pentes schisteuses sous les parois calcaires comportent des taches forestières de 1000 à 1700 m où l'épicéa domine, le mélèze abonde au sommet et se retrouve dans le bas. Le sapin est représenté en aval au-dessus d'Inden (1200-1400 m) il se retrouve isolément près du talweg, en haut de pente de la berge rocheuse (1200 m), en amont de $V5_1$ sur le bord d'un flanc nord de ravin près de l'alpe de Lärsi (1500 m). Le pin de montagne est limité édaphiquement aux parois et éboulis subséquents de la section Varneralp-Jägerkreuz. Les feuillus, dans le domaine des prairies de fauche, sont abondants.

Le flanc droit se poursuit en amont par $V5_2$: dès Lärschi, un bombement du relief pointant vers l'E dû à la masse des Löshörner coiffés du Dauberhorn (2900 m), crée une succession d'orientation SE puis ESE-E dans la superposition de schistes basaux et parois calcaires supérieures. En exposition SE, peu de forêts: mélèze, pin de montagne dispersés près de 2000 m, épicéa en régression mais feuillus abondants en taches, brousses, haies, bocages. En exposition E, les schistes basaux très ravinés comportent encore moins d'essences: quelques mélèzes y subsistent.

Le flanc gauche est parallèlement réparti en 2 facettes; en aval, $V5_3$ est limité au débouché de la vallée par une séparatrice imposée dans le cône du Horlini, (2500 m, un sommet avancé du massif Torrenthorn-Majinghorn, 3000 m en moyenne) par la longue arête dite Hohe Egge courant dans la masse boisée de Hohwald. Ainsi $V5_3$, entièrement sur schistes, comporte une succession de ravins alternant leurs flancs (N-)NW-SW(-S), portant des forêts surtout en exposition N, les villages, cultures et prairies de fauche se massant au S, la forêt reformant une bande presque continue de 1700 à 1800-2000 m, où elle est rongée par les alpages. L'épicéa et le mélèze dominent sur cette portion: le pin sylvestre ne se trouve qu'à la base aval, en exposition S; quelques retours lui permettent d'atteindre, dispersé, 1200 m. Le sapin n'est visible qu'à la base amont, sur l'épaulement annonçant la paroi limitante de $V5_4$, en exposition SW (1200 m).

L'amont du flanc gauche est représenté par $V5_4$ qui, limité en aval par une paroi oblique (diagonale de 1100 m aval à 2200 m amont), aboutit à l'aplomb de Leukerbad et fait écho, par son exposition d'ensemble NW, au bombement de $V5_2$. Cette facette est formée de schistes et de placages morainiques en amont. Sa partie supérieure est réservée au mélèze et à l'épicéa; la forêt "basse", sous paroi, est coupée de couloirs d'avalanches favorisant les brousses et les trouées à mélèzes abondants dans la masse de l'épicéa. Dans sa portion aval peu étendue, on trouve quelques sapins à 1300 m.

$V5_5$ (portion terminale de la vallée) débute par le virage du talweg vers l'E; le sillon terminal de la vallée, entouré de crêtes dépassant 3000 m au N et s'y tenant au S, aboutit au col de la Gitzifurgge (2900 m) qui est presque anastomosé avec la Lötschenlücke. Un flanc S-SE et un autre N-NW sont ainsi formés.

Le flanc S-SE, débutant au creux d'éboulis de la Gemmi et passant sur l'avancée calcaire, coupée de schistes basaux, constituant la base du Rinderhorn, forme là un bombement d'exposition générale S occupé par une bande forestière à épicéa et mélèze. Cette forêt, compacte de 1600 m (sommet des prairies de fauche) à 1900 m (parois de rochers), voit ses derniers éléments arborés dépasser cette limite supérieure au gré des corniches des parois. Un sapin isolé se tient à 1800 m sur une enclave de schistes, à la lisière E de la forêt, en exposition SSE; c'est le dernier sapin en amont dans la vallée. Plus loin, l'alpe de Clawinen (1850 m) coupe la continuité de

la forêt qui poursuit son extension près du talweg, sous paroi, avec le mélèze seul. Enfin éboulis et couloirs d'avalanches mettent fin à l'extension des arbres.

Le flanc N-NW porte une forêt plus dense qui monte en pointes, selon les bombements entre les ravins, jusqu'à la paroi limitante (base Torrenthorn-Majinghorn) en diagonale 2100-2200 m. Coupée par les pâturages de trois alpages, elle comporte également des brousses d'aulnes verts et des formations de rhododendrons semés de petits mélèzes, limités à la situation sous paroi en aval, s'étendant au-dessus des derniers pâturages de 1800 à 2200 m en amont, dépassant ainsi dans ses deux extensions la végétation du flanc S opposé. Epicéa et mélèze sont en mélange jusqu'à 1900 m, le mélèze est quasiment seul en dessus.

L'implantation humaine est fort ancienne dans la vallée de la Dala, qui possède en Leukerbad une station thermale déjà fréquentée par les Romains (route romaine sur le flanc droit). Cette implantation ancienne et en perpétuel développement n'a vraiment transformé la paysannerie de montagne qu'à notre siècle, où les terres entourant Leukerbad passent de l'exploitation à la résidence touristique dans une large mesure, en convergence avec la conjoncture défavorable à la rentabilité de l'exploitation alpestre. La présence de la station fait que l'habitat permanent dépasse 1500 m quelque peu, avec les cultures qui l'entourent, disposées selon les facettes d'exposition générale S. Quant à l'ensemble de la vallée, un décentrage de population s'observe en direction du flanc droit: le flanc gauche n'est peuplé qu'en $V5_3$, villages peu accessibles jusqu'à ces dernières années, où longtemps l'expatriation fut de règle: Albinen, par exemple, à 1300 m, accessible par un sentier fort raide vers le S, par une série d'échelles dans la paroi sur Leukerbad vers le N, vit longtemps ses jeunes ressortissants prendre du service dans les hôtels et, engagés par des touristes anglo-saxons à titre de personnel domestique, gagner la Grande-Bretagne ou les Etats-Unis, le retour au pays natal étant de règle, on put longtemps trouver à Albinen des vieillards s'exprimant, à la surprise du touriste, en cet anglais élaboré propre aux gens de condition.

L'historique forestier comporte des documents plus ou moins utilisables, qui font ressortir les traits suivants: le mélèze, percé (gemmage) avec assiduité dès le XVIe siècle selon les données, coupé en masse, et au delà des limitations, jusqu'au XIXe siècle (où la demande de traverses de chemin de fer provoqua une surexploitation), montre un statut actuel fortement diminué, que les dénombrements de Barberini (1884) établissent déjà en $V5_5$ d'une manière concordant avec nos impressions. Le sapin est signalé partout comme abondant, mais ceci du débouché de la vallée à l'aval de Leukerbad: à sa diminution classique s'ajouterait, selon Meyer, une certaine extension vers l'amont, soit un problème peu fréquent, historiquement parlant, dans les zones supérieures ! Quant à l'arole, il est signalé par Rickli (1909) en exposition NW sur la frontière $V5_4$-$V5_5$, mais n'a pas été retrouvé. Or Wilhelm Grichting, de Leukerbad, m'indique que des essais de reboisements dans cette région, concomitants avec l'érection de murs d'avalanches (protection de la station située juste au-dessous) n'ont pas abouti. Rickli a peut-être assisté au début de cet échec. L'arole semble encore, dans la vallée de la Dala, observer sa lacune centrevalaisanne en rive droite du Rhône; il réapparaît d'ailleurs tout près en amont, dans le Lötschental.

F6 (Guttet-Bratsch, flanc direct jusqu'à Gampel), est le terme de passage entre la vallée de la Dala et le Lötschental; il est constitué de deux secteurs de flanc direct:

un secteur W, aboutissant au Torrenthorn (3000 m), et un secteur E, aboutissant au Niwenhorn (2800 m). Ils sont en continuité du talweg à 1000 m, séparés plus haut par un vallon suspendu abrupt (Feschelju), orienté N-S et prolongé par une conque supérieure virant en son extrémité au NE et s'anastomosant avec une diverticulation du Lötschental par le Restipass (2600 m).

Géologiquement parlant, on y voit une masse de calcaires basaux garnis de placages morainiques, plus haut et vers l'E de schistes, entourant une avancée des paragneiss du Lötschental formant la partie moyenne et supérieure du vallon intermédiaire. Cette disposition annonce le système à base calcaire et sommet cristallin qui affecte la suite en amont du flanc direct, jusqu'à la hauteur de Visp.

Le secteur W (Guttet) s'étend sur calcaire et éboulis calcaire; il présente une bande inférieure (jusqu'à 1200 m) garnie de formations ouvertes et sèches (Steppenhalden) à pin sylvestre, genèvrier commun et sabine, nombreux feuillus buissonnants. Dès 1200 m, la forêt continue (c'est l'extension E en flanc direct de la forêt mentionnée plus bas sous le nom de Hohwald) hébergeant des pins sylvestres dispersés jusqu'à 1500 m dans un mélange d'épicéa et de mélèze, où le sapin se retrouve près de l'angle de la vallée de la Dala, de 1200 à 1400 m, plus à l'E à 1450 m au-dessus de Guttet. Le mélèze est dominant dans la partie supérieure de la forêt limitée aux pâturages de Obren à 2000 m, où des individus isolés atteignent 2200 m.

L'implantation humaine montre le système à quatre étages désormais classique sur les portions de flanc direct. Une population faible a laissé une place importante à la forêt, qui cependant a subi de fortes exploitations, au XIXe siècle surtout. Mais des exploitations très sérieuses et des incendies ont eu lieu antérieurement, à des dates non précisées. Pour l'ensemble du Hohwald, un document de 1813 signale sapin et mélèze (pin sylvestre très probablement); en 1879, on y signale du pin sylvestre, du sapin, du bouleau: on peut supposer une diminution du mélèze et du sapin, une recrudescence de l'épicéa et surtout du pin sylvestre.

Le vallon suspendu intermédiaire (Feschelju) se confond, dès 1000 m et jusqu'au talweg, avec le flanc direct calcaire. Le cirque entourant le village de Feschel est pris dans les schistes et placages morainiques, sa paroi S au fond est taillée dans des paragneiss. La conque supérieure, aboutissant au Restipass, comporte un flanc droit de schistes, un flanc gauche de gneiss et éboulis.

En aval, le sillon creusé dans le flanc calcaire où règnent le pin sylvestre et les formations à xérophytes se garnit sur ses pentes convergeant vers le S, donc abritées, d'épicéa et de mélèze (1100-1200 m). Dans le cirque moyen, le pin sylvestre se trouve à la base de la forêt autour du village (1300 m); sur la paroi S il est surmonté du mélèze dominant, sur les flancs s'ajoutent l'épicéa et moindrement le sapin. Sur le flanc droit, le sapin figure dès 1300 m près de l'angle W; il se retrouve à 1800 m près du fond, sur une facette S à l'épaulement figurant le débouché étranglé de la conque supérieure; le mélèze atteint 2050 m (alpage d'Obren). Quant au flanc gauche, le sapin y est réparti parcimonieusement de 1300 à 1600 m, son extension altitudinale étant plus grande en aval qu'en amont. L'épicéa, en haut, et le mélèze surtout forment la forêt qui s'arrête à 2100 m, à l'extrémité occidentale de la Niwenalp.

La conque supérieure, occupée par des pâturages dans ses premières pentes (Bachalp, Gams) comporte des arbres isolés (mélèzes et épicéas) jusqu'à 2100 m, sur des expositions tendant au S.

L'implantation humaine, relativement faible, a encore diminué. On cite cependant de grosses exploitations: des documents se réfèrent à d'importants flottages de bois (1842); en 1878, un rapport au sujet de vol de bois mentionne des mélèzes

et des pins sylvestres. Quant à la forêt du flanc droit, elle est protégée dès 1825 en vue de la conservation du chemin de Feschel à l'E, soit à Erschmatt. En résumé, il apparaît à Meyer qu'on peut constater une diminution du mélèze (coupes dans les régions supérieures) et du pin sylvestre (exploitation dans son extension proche du village où l'on coupait du bois de feu).

Le secteur E (Bratsch) est orienté au S avec un léger infléchissement vers le SSE à l'approche du Lötschental. Un petit sillon médian crée au-dessus de Jaizinen (1500 m) deux petits vallons offerts au SSW. Coupé verticalement en deux par un hiatus à la longitude de Jeizinen séparant calcaires et schistes à l'W, paragneiss à l'E, ce secteur comporte une lentille calcaire du talweg à 1000 m à son angle E, soit dans le paragneiss.

Ses premières pentes, du talweg à 1200-1400 m, sont occupées par des steppes rocheuses où figurent le pin sylvestre, puis également le mélèze, quelques épicéas profitant des rares recoins. Les villages d'Engersch et de Jeizinen créent une trouée horizontale au-dessous de la forêt supérieure (dès 1600 m) où l'on retrouve le mélange épicéa-mélèze; le sapin, sous forme d'individus isolés, figure à 1600 m sur l'éperon intermédiaire des vallons précités ainsi qu'à 1800 m au-dessus d'Engersch. En altitude, la forêt de mélèze atteint par place 2200 m.

Les trouées des villages, réparties entre (1000-) 1200-1600 m, comportent des cultures irriguées par place. Les changements même légers d'exposition déterminent des champs de céréales au SW, de pommes de terre au SE; les prairies de fauche monopolisent la bande supérieure.

L'exploitation forestière des premières pentes de toute la région est signalée caractéristiquement à Bratsch: la pente est considérée en 1825 comme le résultat d'une coupe à blanc à la suite du bûcheronnage quotidien. Quant à la forêt supérieure, on signale pour la région d'Engersch, toujours en 1825, pin sylvestre, épicéa, sapin et mélèze: le sapin a donc diminué une fois de plus. Des coupes importantes ont eu lieu dans la région de Jeizinen, dans la forêt supérieure, à l'E jusqu'à l'entrée du Lötschental: en particulier en 1794, le village ayant brûlé en 1792 et le besoin en mélèze se faisant sentir. De la boissellerie en arole retrouvée aux alpes de Niwen et Fesel y laissent supposer la présence antérieure de cette essence.

5.11. *Lötschental (V6)*

C'est la seule vallée vraiment étendue de la rive droite du Rhône, composée de deux tronçons: en amont un large sillon tracé NE-SW dans les gneiss et paragneiss, entre deux crêtes de granits dont le massif Aar-Gothard donne l'orientation, s'étend sur 18 km; à sa suite, une descente étroite N-S coupant dans ces roches pour déboucher sur les calcaires du flanc direct totalise 8 km. Avec 26 km de talweg, on dépasse d'assez loin les plus longues vallées jusqu'ici décrites; l'installation de la partie haute en oblique dans le déboulement de la crête des Alpes bernoises en est responsable.

Deux ordres de fait en découlent d'emblée: d'abord que cette extension permet au Lötschental d'héberger un quasi îlot secondaire de sécheresse, à l'instar des longues vallées de la rive gauche (Gaussen, dans sa carte des précipitations, 1935, en

fait état). Cet îlot, si modeste qu'il puisse être, est corroboré par la végétation. Enfin, l'extension et l'orientation de la partie haute en font un homologue du Gomstal, mais situé en plus haute élévation de masse et plus près du centre valaisan; avec la présence dans les deux cas de masses de glaciers terminales, mais plus considérables au Lötschental, on y observera donc un abaissement aval-amont des limites de végétation parallèle, mais relativement plus marqué dans notre cas (Gutersohn 1961).

Décrivant le Lötschental d'aval en amont, nous séparerons le premier tronçon (S-N), composé d'un flanc droit ($V6_1$) et d'un flanc gauche ($V6_2$), du deuxième plus étendu, SW-NE, composé d'un flanc exposé SE ($V6_3$) et d'un flanc exposé NW ($V6_4$). La grande extension de ces unités nous contraint à juxtaposer les indications morphologiques, géologiques, d'utilisation du sol et historiques aux répartitions des essences.

$V6_1$ (flanc droit de Gampel à Ferden), aboutissant à un alignement S-N de sommets qui, du Niwen (ou Ainig Alichji) au Restirothorn, se tiennent peu au-dessous de 3000 m, présente une exposition E régulière. Sa moitié aval est prise dans les paragneiss, couronnée d'incidences calcaires vers 1800-2000 m, et de placages morainiques. Sa moitié amont, présentant d'abord un léger renfoncement, est gneissique, avec enclaves obliques calcaires à son contact W, dans le fond reculé des deux sillons descendant du SW au NE qui marquent son extrémité.

La première moitié de cette portion est exclusivement forestière. Une paroi irrégulière (800-1000 m) crée un éboulis basal où règne le pin sylvestre dispersé, qui se retrouve en haut de paroi. Plus haut, c'est la forêt de mélèze et épicéa, où le sapin est bien étendu en altitude près du virage en flanc direct: 1200-1800 m, et bien représenté. Une paroi sommitale, en diagonale (1800-2200 m) de l'épaulement à la pleine pente, abrite les arbres contre l'extension de pâturage sommital (Grindji): ainsi mélèze et épicéa (à moindre degré) atteignent 2200 m. Un renfoncement boisé dominé par une bande calcaire et marno-calcaire prélude à un bombement subséquent, où le sapin se retrouve assez abondant de 1100 à 1600 m, en contact basal avec le pin sylvestre (1200 m).

Des trouées et des éclaircies marquent encore cette région où caractéristiquement on cite des flottages de bois en 1822. Ensuite, sous le sommet du Niwen, à la faveur d'un nouveau renfoncement, léger, apparaît le premier mayen, Unter Meiggen (1600 m), dominé par l'alpe de Ober Meiggen (2200 m).

Les trouées importantes ne laissent que des lambeaux de forêts. En 1850, un rapport signale de nombreux arbres séchant de la pointe, état de fait plus ou moins provoqué par l'homme désirant gagner de la surface herbeuse à l'encontre des protections. Cette multiplication des lisières profite au mélèze; le sapin est isolé dans une bande forestière sur paroi à 1500 m, le pin sylvestre "décroche".

Autour de Goppenstein, un renfoncement plus vaste et plus accusé voit les paragneiss, clivés d'amphibolites, passer aux gneiss; dans la partie abritée, la forêt, depuis les prairies de fauche (jusqu'à 1400 m) à sa limite pastorale (à 2000 m), porte le mélange épicéa-mélèze dégradé par des exploitations. En 1823, on parle de moitié-vente moitié-exploitation de cette forêt. Le fond, retournant au plein E, voit les prairies de fauche montant à 1500 m surmontées de taches forestières (sapin isolé à 1600 m) prises dans une brousse de feuillus étendue; une forêt antérieure à mélèze dominant est déjà citée comme disparue en 1825. Sur le rebord en exposition ESE les prairies de fauche, amplifiées jusqu'à 1700 m, viennent presque en contact des pâturages de la Faldumalp située à 2000 m sur la crête annonçant le sil-

lon en retour du Faldumbach où des lambeaux forestiers parmi les feuillus ne portent plus que mélèze et épicéa. Signalons la présence de l'arole au fond de cette inflexion: isolé, il se trouve cependant le premier de cette essence dans notre parcours vers l'amont valaisan.

Le sillon du Faldumbach crée un flanc N typique, peu étendu, où l'aulne vert dépasse le mélèze dominant, tandis que l'épicéa est bien représenté en flanc ESE. Le flanc N suivant (dans le sillon plus étendu créé par le Dornbach) est presque entièrement déboisé, dévolu à la brousse d'aulnes verts; le flanc opposé, plus infléchi vers le S, porte un fort peuplement épicéa-mélèze, ces derniers isolés atteignant 2200 m que l'aulne vert dépasse en face. En son milieu, la trouée verticale de Restialp (2000 m) à Bärsol (= "trace d'ours", 1600 m, un mayen) est accompagnée de feuillus étendus traduisant encore les incendies de forêt rapportés en 1785. Ce dernier ensemble aboutit à Ferden, entouré jusqu'à 1500 m de cultures et prairies de fauche, et termine cette portion.

$V6_2$ (flanc gauche, de Steg à Ferden), pente extrêmement abrupte, très rocheuse, en parois compliquées, ravinée, porte des forêts en lambeaux verticaux coupés de parois. Débutant au Kistenhorn (2700 m), elle voit sa crête limitante passer très vite à 3000 m pour aboutir au Hohgleifen, sur Ferden, à 3300 m. L'exposition plein W ne figure qu'au centre de cette pente; en aval, un léger retour au N incurve le débouché de la vallée qui forme ainsi un angle un peu aigu avec le flanc direct suivant. En amont, un bombement de la masse du Kistenhorn prélude par un retour S au virage NW qui s'engage dans la vallée supérieure. Le substratum est paragneissique du débouché au centre inclus; après une bande verticale d'amphibolites aboutissant au sommet du Hohgleifen, ce sont les gneiss constituant la base de $V6_4$ qui apparaissent sur la tranche.

L'arrête aval montant de Steg au Kistenhorn détermine une succession étagée de triangles WNW portant une forêt bien constituée, où le sapin est abondant de 1200 à 1800 m dans l'ensemble, parmi le mélange épicéa-mélèze, et où les pins sylvestres en position bordière atteignent 1600 m. Les parois moyennes, importantes, portent des arbres isolés et des feuillus: le bouleau y est très fréquent. Près du talweg les éboulis sont colonisés, par place boisés de conifères (avec du sapin sous paroi à 900 m). Plus près du sommet l'arole apparaît, extrasylvatique, autour de 2200 m; il domine alors des bandes forestières verticales plus étendues où le sapin n'atteint que 1600 m; c'est en amont encore, sur des bombements entre ravins plus limités mais plus marqués, qu'il atteint 1900 m, tandis qu'au-dessus du mélange épicéa-mélèze, atteignant par place 2200 m, l'arole poursuit sa ceinture, quasiment ininterrompue jusqu'à l'extrémité forestière de $V6_4$. Dans leur altitude moyenne probablement, ces forêts sont dites coupées puis flottées en 1823, réduites à des "buissons" en 1825; le recrû, peut-être partiel, a été fructueux semble-t-il en tout cas. A l'approche de Goppenstein, le passage à amphibolites puis gneiss et la face plus méridionale que le relief détermine comporte des taches de forêts où à la base le sapin apparaît encore de 1400 m (bas de paroi) à 1800 m, le mélèze étant nettement dominant au-dessus, puis l'arole éclairci, limité aux abris. C'est là qu'on trouve la quasiment seule implantation humaine de quelque ancienneté: une mine de plomb, abandonnée, dont l'exploitation doit être responsable de l'éclaircie forestière. Enfin sur la pente du Hohgleifen, exposée à l'W et tournant ensuite au NW, les parois se font rares dans les gneiss; la forêt s'étend du talweg (1300 m) à sa limite supérieure (2180 m; arbres isolés ad 2250 m, rabougris ad 2350 m). Ses triangles caractéristiques limités par les couloirs d'avalanches suivant les génératrices du cône qu'est le

Hohgleifen comportent le mélange épicéa-mélèze dans les proportions altitudinales classiques, la frange aval de l'ensemble portant les marques d'exploitation d'épicéa pour Ferden et recélant encore quelques sapins en facette WSW sous paroi à 1400 m. Dès le passage NW, l'arole intrasylvatique prend de l'extension, et avec le grand Kastlerwald commence la succession de forêts typiques de $V6_4$, bénéficiaires de la mise à ban dont elles jouissent depuis très longtemps de par leur rôle d'intercepteurs des avalanches menaçant les localités égrenées au long de la vallée supérieure.

Cette partie basale du Lötschental mérite une application séparée de la grille de points. On trouvera la distribution de ses éléments sur la figure 31. Contrairement aux facettes de flanc (cf. F2 et F3), ce sont les faibles altitudes qui sont non significatives par le faible effectif de points qu'elles fournissent: le triangle invoqué dans le cas cité ci-dessus est ici "la pointe en bas". Il n'empêche qu'on observe un décalage N-S tout classique à la fois dans l'implantation humaine (surtout prairies de fauche) et dans les essences forestières (sauf les deux sommitales). L'étendue non négligeable de la dition, son extension aval-amont factrice d'une diversité dans l'ensemble que celle du relief varié accentue permettent une implantation nuancée des éléments considérés. En expression de données historiques exprimées par Meyer, une masse de feuillus subbasale présente bien par sa quantité groupée une allure cicatricielle. En fonction du relativement grand nombre de points en altitude, l'arole présente cette fois une masse d'importance réelle, à prépondérance N bien marquée.

Avant d'aborder le Lötschental supérieur, précisons qu'il représente le centre de l'étude forestière de Leibundgut (1938); comme le dit Meyer (1950-55), il serait quasiment injurieux d'aborder ce sujet après un tel précédent; or, notre passage en revue est d'une échelle bien différente de celle du travail fouillé du grand forestier zurichois. Aussi prenons-nous la liberté (avec une gêne certaine, comme celle que nous ressentîmes envers Gams dans le secteur Martigny-Fully) d'éviter un hiatus dans notre démarche, convaincu que nous sommes que cette hardiesse n'entraîne aucun recouvrement sur le plan qualitatif.

$V6_3$ (vallée supérieure, flanc droit, de Ferden à la Lötschenlücke), pente étendue d'orientation générale SE, est remarquable par sa régularité qu'impose la rectitude et le parallélisme du talweg et de la crête limitante. Deux cols, l'un tout en aval (Lötschenpass, 2700 m) l'autre à l'extrémité amont (Lötschenlücke, 3200 m) ouvrant sur la Konkordiaplatz (carrefour de glaciers, donnant naissance au plus grand de Suisse, le glacier d'Aletsch), sont séparés par une haute crête presque totalement prise dans des glaciers suspendus (d'aval en amont: Säckhorn, 3200 m; Petersgrat, long dos englacé, 3200 m; Breithorn, 3800 m; enfin Mittaghorn, 3900 m). C'est dire que glaciers, rochers et éboulis surmontent de haut les alpages établis jusqu'à 2500 m sur un modeste épaulement glaciaire, et que la bande forestière en bas de pente paraît peu importante. Quatre grands villages et l'implantation humaine correspondante s'établissent au bas de cette pente: le défrichement fut important.

Géologiquement, la simplicité se retrouve: l'arrête est formée de granit, soulignée par intermittence de calcaire; le gros de la pente est en gneiss. Une masse amphibolitique se détache en aval, des placages morainiques interviennent irrégulièrement (l'épaulement glaciaire en est un bon emplacement).

D'aval en amont jusqu'à Blatten (1550 m), dernier grand village, et au sillon de Im Telli, la pente est coupée de quatre ravins garnis en général de brousses de feuillus, et forme cinq portions plus ou moins bombées où la forêt d'épicéa et mélèze pré-

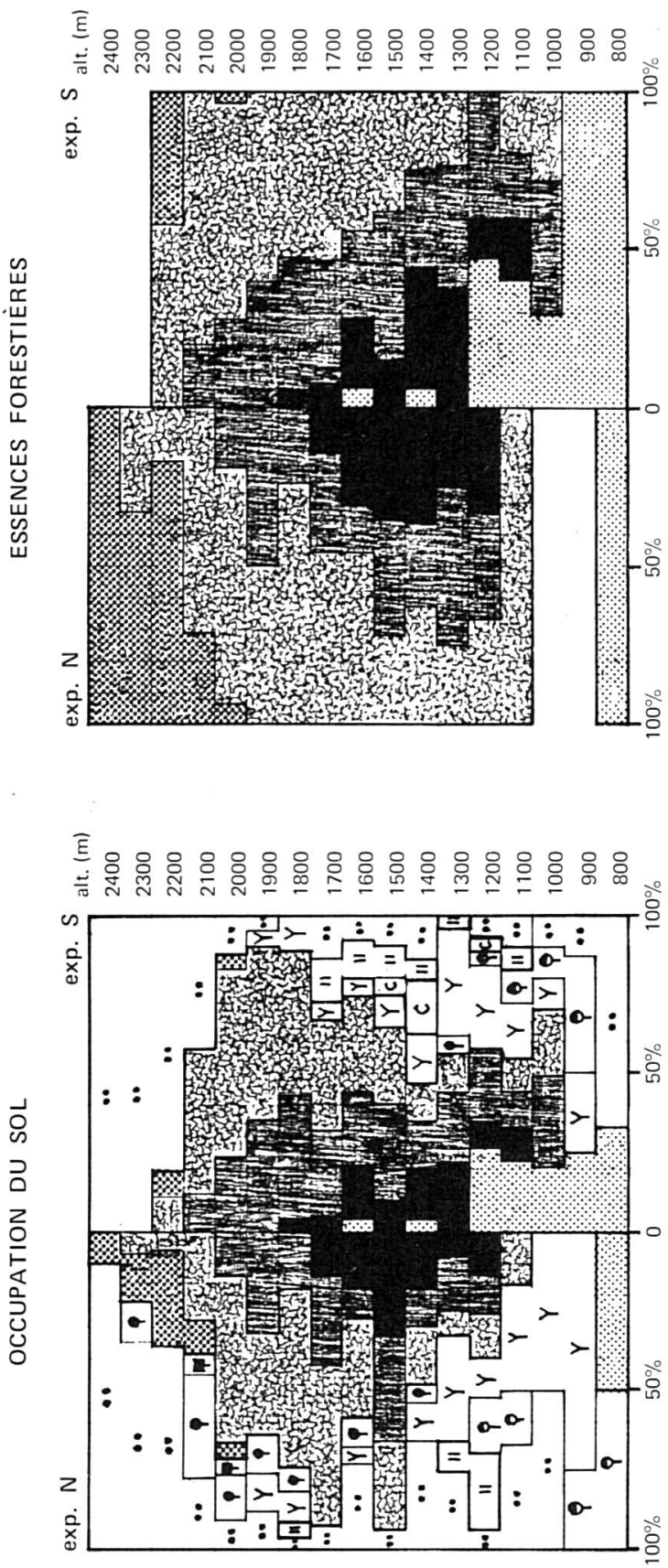


Fig. 31. – Répartition selon l'altitude et l'exposition des essences forestières et de l'implantation humaine dans la partie inférieure du Lötschental ($V6_{1-2}$). Légende voir p. 71.

pondérants est irrégulièrement découpée par l'action de l'homme, par place effacée par les avalanches. Des rapports datés de 1825, comparés à d'autres de 1882, montrent une diminution de la surface boisée et de sa densité consécutive au maximum de peuplement alpin du siècle dernier; il est cependant curieux de constater que ce maximum a lieu au début du siècle et qu'à la fin une chute de population intervient (détérioration du climat, avalanches); peu après, les chantiers du Lötschberg animent à nouveau la vallée. Cependant, le fait déterminant pour l'équilibre agro-sylvo-pastoral relève d'un état de fait que Gutersohn (1961) décrit ainsi en substance: les distances verticales et horizontales entre villages, mayens et alpages ne sont pas trop grandes; ainsi l'étage moyen est-il constitué d'une foule de petites constructions, posées sur les terres de leurs propriétaires, où le fourrage est stocké, soit que les bêtes y passent l'hiver, soit que le fourrage est descendu en ballots sur la neige jusqu'aux villages. Il n'existe donc qu'une seule zone d'exploitation sur cette pente, ce qui renforce la discontinuité de la forêt. Ce n'est qu'à l'angle Blatten-Im Telli qu'une forêt étendue renfermant une concentration d'épicéas en son centre a pu garder place; elle fut mise à ban assez précocement grâce à son rôle protecteur.

De Im Telli aux deux Faflertal encadrant Fafleralp, on voit le talweg atteindre presque 1800 m et la bande forestière s'amincir; protégée en aval, elle fut durement exploitée en amont. En 1825, on y constatait beaucoup de mélèzes séchant de la pointe. L'implantation humaine, restreinte en amont, laisse cependant des taches abruptes où l'épicéa prospère. De plus, on trouve l'arole sur deux épaulements infléchis vers l'amont des débouchés de deux ravins consécutifs, à 2200 et 2100 m. Ces restes, accompagnés de trouvailles en 1900 de souches à 2300 m en des lieux dont la toponymie est révélatrice (Arbenknubel), laissent penser à une extension encore assez récente de cette essence sur cette pente pourtant méridionale.

Dès Fafleralp la forêt limitée, peuplée surtout de mélèze, rognée par les pâturages, descend à la rencontre du talweg; des mélèzes rabougris, des épicéas dans le même état en station exposée, des lambeaux de rhodoraies en station abritée suivent le retrait du glacier.

Pour fixer quelques limites, on peut schématiser ainsi la glissade altitudinale aval-amont, caractéristique de cette longue vallée pourvue de glacier, pour les éléments suivants: les champs (minuscules) en aval à Weissenried/Blatten, 1700 m, en amont à Kühmad (talweg), 1633 m; les prairies de fauche (irriguées trois à quatre fois par année) de 1800 m en aval à 1700 m (Fafleralp); l'épicéa de 2200 m en aval à 1900 m (dernière forêt, amont de Gletscherstafel); la limite de la forêt (mélèze) de 2000 m en aval, à 1950 m en amont (cette limite, infléchie par place jusqu'à 1800 m sinon totalement effacée, est bien entendu sujette aux réserves habituelles); les arbres rabougris (mélèze) de 2200 m en aval à 2100 m à proximité du glacier (altitude du retrait actuel: 2200 m). De plus, selon les apports historiques, la forêt comptait des éléments avancés à 2300 m.

$V6_4$ (vallée supérieure, flanc gauche, même extension que $V6_3$) est une pente orientée NW, à peu près aussi régulière que l'opposée. Les réserves suivantes sont à faire: la crête limitante comporte des sommets plus élevés (Bietschhorn, au centre, à 3934 m, soit le plus haut sommet de notre adret); d'aval en amont, elle se rapproche du talweg, donc elle est plus abrupte; les sillons latéraux sont plus nombreux, ainsi que les bandes forestières (d'ailleurs plus compactes, selon le statut des versants N); la forêt fait plus vite place vers l'amont aux brousses d'aulnes verts. A part cela, même englacement, à moindre extension horizontale cependant.

Géologiquement, même granit sommital, même gneiss basal; cependant, ces derniers s'arrêtent à 2000 m grosso modo pour laisser place à une bande de paragneiss venant au contact des granits. Les éboulis sont étendus, les placages morainiques, moindres qu'en face, limités en gros au talweg.

L'implantation humaine, limitée à la proximité du talweg et constituée de granges à foin des prairies de fauche, laisse une grande place à la forêt, qui s'étend plus haut comme c'est la règle en versant N où d'ailleurs les rares alpages, réservés ici aux moutons et sans constructions durables, ne lui disputent que très peu de terrain. Enfin, la mise à ban affecte la plupart des forêts. Les rapports d'exploitation (pour les traverses entre autres) se réfèrent aux forêts aval.

Notons d'abord que Leibundgut signale le sapin dans la forêt aval (Kastlerwald) et que nous ne l'y avons pas repéré... à la suite d'un itinéraire dans cette forêt probablement trop discursif. Ceci dit, trois faits ressortent du mélange mélèze-épicéa classique qui forme le fond forestier de cette pente:

1° – L'épicéa y est plus fréquent relativement que sur le versant S opposé. L'étendue des forêts et l'absence du favoritisme pastoral à l'égard du mélèze doivent jouer le rôle principal.
2° – L'arole est fortement représenté, de 1900 à 2200 m; il forme le haut de la forêt avec le mélèze, qui le dépasse souvent sous forme d'individus isolés (ad 2400 m).
3° – Les brousses d'aulnes verts sont étendues: couvrant les ravins et couloirs d'avalanches, elles font le plus souvent le joint entre les bandes forestières; dès la hauteur de Kuhmad, en amont, elle représentent, parsemées de mélèzes épars, la seule formation ligneuse étendue de cette pente.

Cette interruption précitée dans la pente casse la glissade altitudinale esquissée pour le versant opposé. On peut cependant tirer les traits généraux suivants: la limite de la forêt descend de 2290 m en aval (Leibundgut 1938) à 2000 m en amont (lambeau restreint à la hauteur de Gletscherstafel; la limite des arbres isolés, de 2400 m en aval (mélèze et arole) à 2200 m en amont (idem); la limite des arbres rabougris, de 2414 m en aval (Leibundgut 1938) à 2200 m en amont (mélèzes dans le pierrier à quelques centaines de mètres du front du glacier). De plus, selon une donnée de 1869, la limite forestière au centre de l'extension de la pente était alors à 2400 m.

Une vue générale sur la vallée supérieure donne ainsi l'image suivante: le cadre géographique, lieu d'anciennes traditions, longtemps rattaché à l'influence de l'Oberland par la Lötschenlücke avant qu'une route ne rende le débouché sur la vallée du Rhône vraiment praticable, voit au XIXe siècle les faits les plus marquants responsables de sa physionomie actuelle. Ce siècle commence par une densité de population relativement élevée, des exploitations et surexploitations s'exercent; à côté de la paysannerie et des industries modestes locales (extraction de fer, fours à chaux, charbon de bois) la commande de traverses exerce une pression supplémentaire sur les boisés. Puis une diminution de la population, accompagnée de faits caractéristiques tels que l'apparition des couloirs d'avalanches au-dessus de Wiler et Ried que Leibundgut date de 1861, marquent un déclin que les travaux de la ligne et du tunnel du Lötschberg viennent relancer. Actuellement, à côté des traditions paysannes, puis y empiétant, l'équipement touristique ajoute à la conjoncture.

Au niveau des essences forestières, la répartition des 237.000 troncs envisagés par Leibundgut en épicéa 68%, mélèze 31%, arole 1% reflète les évolutions suivantes:

1° – Le sapin, censément en régression, trouve des conditions naturelles trop dures pour reprendre du terrain; donc pour figurer nettement dans cette partie du Lötschental.

2° – L'épicéa était dominant: le mélèze a gagné du terrain à ses dépens (on a vu le contraire dans d'autres vallées) grâce aux avalanches, mouvements de terrain et coupes, tous mouvements créateurs de milieux neufs, favorables à ce pionnier; d'autre part, il est aidé en versant S en raison de ses qualités d'arbre de pâturage. Cependant le mélèze a été affaibli pour sa part par la demande de traverses: des forêts entières descendaient la Lonza. Le perçage pour gemmage était insignifiant, contrairement à la vallée de la Dala.

3° – L'arole fut encore mieux répandu: lié à la rhodoraie, qui est elle-même étendue sur de grandes surfaces au Lötschental, il occupait surtout le versant N, mais également le versant S. Sa forte diminution est imputable à son bois très recherché (il est curieux de constater d'emblée que la forêt d'Aletsch n'a pas subi le même sort). Au Lötschental, la coupe était libre; les troncs étaient entassés sur le parcours des avalanches qui les descendaient à proximité des villages pendant l'hiver.

La figure 32 reflète la distribution des éléments agro-silvo-pastoraux: dans cette dition homogène, présentant des successions de facettes homologues, l'image d'ensemble est bien ordonnée. Le déversement N-S s'observe bien au niveau humain, des cultures (mini-cultures il est vrai: champs du style mouchoir de poche dans leur extension supérieure) aux prairies de fauche (qui atteignent le niveau des pâturages en vertu du trafic fourrager étendu, comme précisé plus haut). Au niveau des essences forestières, les essences sommitales étant seules en cause, le décalage n'est pas frappant. A noter le comportement classique de l'arole (voir notes historiques et toponymiques), le dualisme pin de montagne (exclusivement au S) – aulne vert (N). Ce dernier occupe en exposition N l'expansion quantitative que l'on verrait plutôt destinée à la forêt: c'est qu'il exprime par sa masse le nombre et l'étendue des couloirs d'avalanches qui tranchent dans le domaine forestier et limitent son étendue. Nous avons exposé, dans le commentaire de ce type de graphique, à quel point il diffère, de par sa conception, des dénombrements forestiers. Ce graphique en est une excellente preuve: il donne, à première vue, l'épicéa moins important que le mélèze. Or la proportion calculée par Leibundgut, citée plus haut, est inverse. Signalons de plus que notre enquête dépasse la stricte extension forestière, ce qui avantage le mélèze.

5.12. *Flanc (F7) et vallées (V7) jusqu'à Visp*

Cette unité est hybride: elle comprend trois unités de flanc direct et deux petites vallées intercalées (ces deux types verront leurs essences forestières distribuées en "flanc" et "vallées" respectivement dans l'interprétation finale); l'ensemble

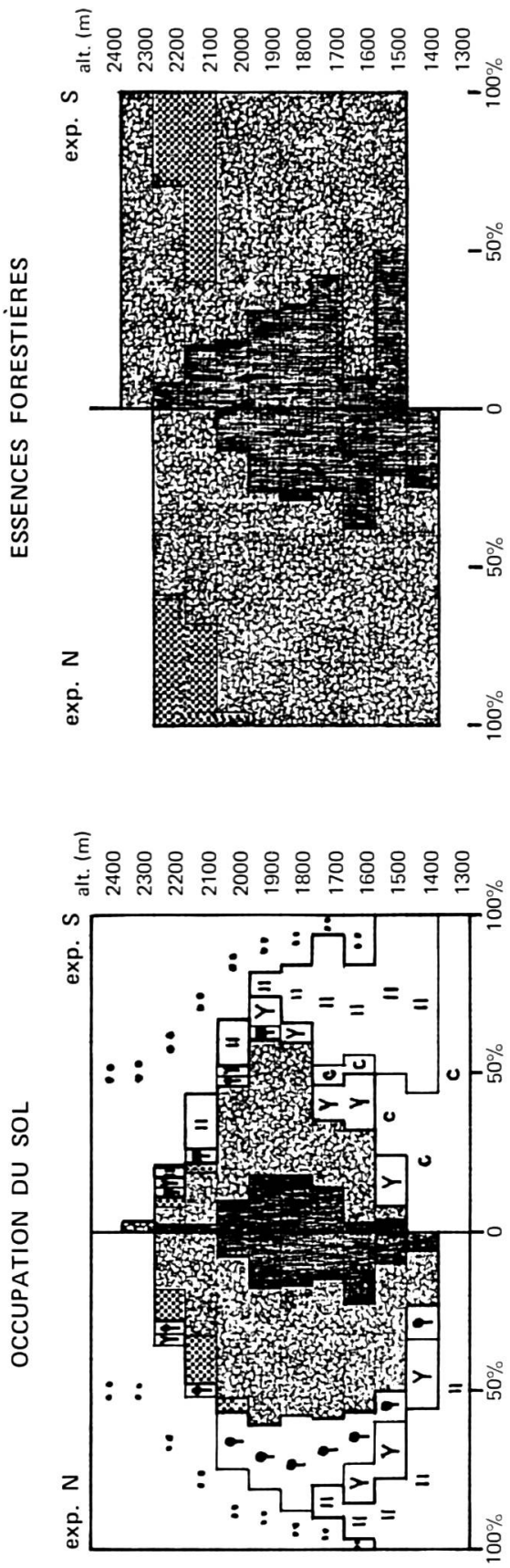


Fig. 32. – Répartition selon l'altitude et l'exposition des essences forestières et de l'implantation humaine dans la partie supérieure du Lötschental ($V6_{3-4}$). Légende voir p. 71.

aboutit au Bietschhorn, relativement peu éloigné du talweg, d'où la faible extension du système F7-V7. Une caractéristique géologique est la présence de calcaires (les derniers en amont dans l'adret valaisan) en bande diagonale, partant du talweg en aval et aboutissant à plus de 2000 m en amont quant à leur limite supérieure, quittant le talweg à l'aval de la dernière unité de flanc dont ils laissent la base aux paragneiss qui ainsi les entourent presque complètement.

$F7_1$ (flanc direct: centre; Hohtenn), triangle exposé au S, aboutissant au Kistenhorn (2800 m), calcaire de l'aval de sa base à la moitié de son côté amont (le reste dévolu aux paragneiss), présente une zonation intéressante vue de la base au sommet:

1° – jusqu'à 1000 m environ, la pente est sèche et déboisée, quasiment sans vigne, avec quelques pins sylvestres épars, feuillus idem (dont le bouleau et le chêne pubescent) et genévriers sabine;
2° – de 1000 à 1400 m, une bande forestière, claire, fond pin sylvestre, héberge quelques mélèzes et épicéas; les feuillus interstitiels, genévriers, dalles rocheuses complètent la surface;
3° – à 1400-1500 m interviennent deux mayens juxtaposés, Laden/Hohtenn et Tatz, sur une lègère avancée E de $F7_1$ détachée du reste du flanc par une saillie abritant le torrent Luogelkin. Relevons la présence mainte fois remarquée du chêne à 1500 m, beaux individus, sur Hohtenn;
4° – à 1500-1600 m la forêt éparse comprend toujours le pin sylvestre, mais le mélèze est important, l'épicéa toujours dispersé; le sapin y apparaît, isolé à l'ouest de Laden (en plein S, sur affleurement de paragneiss, entouré de plaques de sabine), également à l'E, isolé au-dessous de Tatz, dispersé au-dessus;
5° – à 1600-1800 m, sur Laden, on note une bande de sapin (le 50% du peuplement) accompagné de mélèze, de pin sylvestre et d'épicéas moins nombreux et plus petits: cette bande n'atteint pas le sommet de Tatz;
6° – de 1800 à 2300 m la pente de $F7_1$ recouvre son unité: elle porte désormais, après l'abandon de quelques pins sylvestres et épicéas basaux, le mélèze uniquement, couronné dans les 100 derniers mètres, où la forêt fait place à des individus clairsemés sur éboulis, par quelques aroles proches des côtés aval et amont du triangle qui aboutit nu à son sommet.

A cause du découpage de la carte de travail des essences forestières du Lötschental, un troisième graphique (figure 33), exprimant les répartitions en situation de flanc, recouvre l'extrémité amont de F6 et aval de F7: donc une bande du talweg au sommet centrée sur Bratsch-Jeizinen et une autre, homologue, centrée sur Hohtenn-Laden. Il y apparaît d'emblée une absence complète d'exposition N. L'implantation humaine se cantonne à troix niveaux: inférieur (la plaine), moyen (sur le replat dominant la limite des calcaires) et supérieur (alpages).

Entre eux se placent les domaines forestiers: pin sylvestre (et épicéa), massé contre en haut, la pente inférieure étant trop rocheuse et exposée pour avantager la pinède aux dépens de la "Felsensteppe" et des autres formations buissonnantes sèches (voir l'abondance des feuillus et des rochers à ce niveau); (épicéa et) mélèze plus haut, bande nettement forestière. Seul "mésophile" subsistant, le sapin est coincé au niveau de l'implantation humaine moyenne, donc refoulé un peu au-des-

Fig. 33. – Répartition selon l'altitude et l'exposition des essences forestières et de l'implantation humaine sur les flancs de la vallée principale de part et d'autre du débouché du Lötschental (voir texte). Légende voir p. 71.

sous et surtout au-dessus, où il a sa formation la plus importante (en $F7_1$). L'épicéa est également coincé, mais à un degré moindre: il peut s'étendre plus largement vers le haut. Dernier coinçage, supérieur, l'arole: quelques groupes dominent les mélèzes en $F7_1$.

$V7_1$ (Ijolital, s'ouvrant sur Niedergesteln), sillon suspendu (confondu dès 900 m en aval dans le flanc direct), est remarquable par l'échancrure qu'il produit, dont les bords sont garnis de pins sylvestres jusqu'à 1500 m, tandis que dans la gorge on trouve, avec le mélange mélèze-épicéa qui se transforme vite en mélézein presque pur, le sapin. La présence de troupeaux (toujours actuelle ?) doit être pour quelque chose dans la limite à 2000 m du mélèze le long du talweg.

$F7_2$ (Rarnerkumme), triangle très raide, de faible extension, se transforme en arête S-N, menant aux sommets bordant $V7_1$, dès 2200 m. Il est entièrement calcaire et marnocalcaire. Une base rocheuse, le village de Rarnerkumme et ses implantations (vignes entre autres), laissent la forêt s'établir dès 900 m en aval, 1300 m en amont, car un encorbellement laisse une facette S à disposition des prairies. La forêt jusqu'à 1500 m est une pinède presque pure (son nom est révélateur: Tälwald; Täl = pin en haut-valaisan). Plus haut interviennent épicéas et mélèzes en mélange jusqu'à la limite supérieure; en bordure aval, le sapin (1600-1800 m); en bordure amont, au bord des parois débutant dans la gorge suivante, le pin de montagne (1400-1800 m).

Plus étendu que l'Ijolital précédant, le Bietschtal ($V7_2$) s'annonce dès le talweg par un débouché abrupt et tortueux, de direction générale SW-NE en remontant, déterminant un versant SE-S et un autre W puis NW, taillés dans les calcaires et marnocalcaires. Ensuite un tracé rectiligne S-N amène à la cime du Bietschorn qui ferme la vallée, alors constituée de paragneiss puis de granits. On voit d'emblée une implantation humaine quasi nulle (un chalet dans le talweg au-dessous du débouché, à 1500 m). De plus, les documents parlent d'une très faible exploitation de la forêt, le flottage étant quasiment impossible; un document de 1825 parlant d'une grande richesse en sapins ne peut donc surprendre.

L'alternance des expositions dans le débouché permet au pin sylvestre de se retrouver en paroi S à 1400 m (sur l'arête limitante amont il atteint 1800 m). La paroi W porte une très belle forêt de sapins, de 1000 m (en amont) à 1800 m au sommet. Epicéa et mélèze peuplent le débouché, couronnés de quelques aroles au haut des forêts S et SE, où les parois sont mouchetées de pin de montagne d'une manière fort étendue. A la sortie du débouché en amont, le mélèze est quasiment seul; on parle, en 1825, de sapins qui l'accompagneraient dans le voisinage du chalet précité: il semble disparu. Des noms révélateurs, tel "Brandegge", indicateur d'incendies, laissent supposer la cause de sa disparition et de la raréfaction de la forêt, évolution d'ailleurs catalysée dès 1700 m par le relief rocheux continu.

Quant à $F7_3$, (St. German-Ausserberg), il s'agit cette fois d'une portion étendue de 6 km au niveau du talweg, aboutissant au Wiwannihorn (3000 m). Un sillon oblique, au milieu, détermine la saillie d'un triangle amont culminant à 2300 m. L'ensemble, jusqu'à 2200 m en tout cas, est calcaire, sauf un triangle basal amont centré sur Ausserberg, sommet sur l'arête amont à 1600 m, qui est composé de paragneiss comme indiqué plus haut.

L'implantation humaine est forte, surtout en amont; avec elle s'étend la zone basale de cultures, prairies irriguées et vignes (en aval) ne laissant que des rochers, des prairies sèches, des feuillus; le pin sylvestre y est parcimonieusement dispersé. Cette zone, atteignant 900 m en aval, monte rapidement à 1200 m sur tout le haut de

Ausserberg. Plus haut, sur l'élément aval, avant le décrochement du triangle avancé amont, la pinède quasi pure atteint 1600 m, où une transition avec mélèze-épicéa intervient à la hauteur du mayen de Leiggern (cette pinède est citée comme telle en 1825, avec la qualification de "mauvaise forêt"). La forêt supérieure recèle quelques sapins isolés, près de l'arête aval (proximité de la sapinière du Bietschtal) à 1800 m et au milieu de la largeur de la pente à 1500 m. Ce repoussement en altitude, logique en versant S, est encore motivé par un incendie en 1820, avant lequel on parlait d'une forêt de très beaux mélèzes comprenant des sapins. Quelques aroles se retrouvent près de l'arête aval à 2100-2200 m; le ravin créé par le décrochement amont est colonisé de pins de montagne (1800-2200 m). La forêt du triangle amont est également scindée en une pinède inférieure qui laisse définitivement la place au mélèze et à l'épicéa dès 1700 m en aval, 1500 m près de l'arête amont. Citons un document de 1825 donnant à la forêt actuellement arrêtée à 2000 m une extension altitudinale plus forte, sans autres précisions.

5.13. *Flanc (F8) et vallées (V8) jusqu'à Brig*

Cette portion, également hybride flanc-vallée, présente les traits suivants: virage du flanc, dès sa moitié amont, vers le SE; substratum géologique constitué entièrement de paragneiss, couronné du granit sommital et plaqué de moraines par place. Elle est constituée de deux vallées subrectilignes, N-S en direction générale, aboutissant à l'amont de la crête du Lötschental, donc plus étendues qu'en V7, avec un triangle de flanc intermédiaire (Eggerberg-Mund, $F8_1$) et un autre, Birgisch ($F8_2$), faisant la liaison avec Aletsch-Massakin.

La première vallée, $V8_1$ (Blatschiedertal), est limitée par des crêtes N-S dépassant 3000 m d'altitude, la crête du fond dépassant 3500 m (Breithorn 3800 m) et garnie de glaciers. Ses flancs très abrupts portent au débouché oblique sur la vallée le pin sylvestre jusqu'à 1600 m, 1800 m sur des retours S immédiatement en amont; à l'opposé, le sapin se manifeste en la personne d'un individu, au débouché du flanc gauche, en retour abrité NW; c'est le dernier sapin vers l'amont de l'adret valaisan, à ma connaissance. Le reste de la vallée est peuplé parcimonieusement d'épicéas et surtout de mélèzes, jusqu'à 2300 m en aval, s'arrêtant à 1400 m déjà le long du talweg en amont. Inférieurement des brousses d'aulnes verts représentent la cicatrisation probable de coupes (un document de 1883 mentionne le sapin dans ce fonds). Supérieurement, avec le pin de montagne garnissant le haut des escarpements, l'arole se retrouve sur les avancées jusque loin en amont (2000-2400 m en aval, 1600-1800 m en amont).

$F8_1$ (flanc direct, Eggerberg-Mund), aboutissant au Gerstenhorn (2900 m), présente une zone basale convexe dont la moitié amont s'infléchit vers l'exposition SSE qui sera dorénavant celle de tout le reste du flanc direct jusqu'à la source du Rhône. En aval, un replat à 1400 m est surmonté d'une concavité, tandis que la moitié amont retrouve une pente uniforme. Sous le replat en aval, la zone à feuillus laisse place à 1200 m à une pinède semée de quelques épicéas; en aval, la dite zone atteint Mund, le pin sylvestre se retrouvant à l'angle amont à 1500 m. Le replat, lieu d'implantation humaine, voit la concavité aval couverte d'une forêt atteignant

2200 m, mélèze-épicéa, où à l'W le pin sylvestre atteint 1700 m en mélange. On nous y a cité quelques pieds de sapin: tout vraisemblable que ce soit (un document de 1825 décrit cette forêt comme "belle", comprenant mélèze et sapin entre autres), nous ne les avons pas localisés; la pleine pente amont est exclusivement réservée au mélange épicéa-mélèze, l'arole faisant une apparition isolée au flanc d'un piton à 2100 m.

$V8_2$ (Gredetschtal),vallée la plus rectiligne, la plus longue, la plus encaissée de l'ensemble 7-8, est aussi la plus nue: à son débouché quelques pins sylvestres, épicéas mélèzes surtout; le long du talweg, mélèze-épicéa parsemés sur les deux premiers kilomètres; sur son flanc gauche, présence timide de l'arole et du mélèze à 1900-2200 m, en aval. Un document y signale un énorme flottage de bois en 1840, au bénéfice des forges d'Ardon: nous ne croyons pas devoir chercher plus loin.

Le triangle $F8_2$ (flanc direct, Birgisch) exposé SE, annonçant Aletsch-Massakin auquel il est contigu aboutit à un sommet avancé (2400 m) de la chaîne séparant le Baltschiedertal du Massakin; il se présente comme une pente régulière coupée d'affleurements horizontaux discrets. La zone basse à cultures et feuillus surmonte Birgisch (1100 m) et laisse à 1300 m la place à la forêt) entamée en amont par une trouée tortueuse de mayens). Le pin sylvestre est dès la base mélangé à l'épicéa; il forme, au gré d'affleurements, une bande aval 1300-1400 m, réduite en amont, se retrouve à 1500-1600 m en aval, même démarche en amont. L'épicéa est très fort jusqu'à 2000 m en aval, 1700 en amont; plus haut, le mélèze prend la prépondérance jusqu'à 2100 m, zone de pâturage de Nessel. L'arole apparaît sous le sommet, au SW, à 2200 m. Pour l'ensemble de cette forêt on trouve dans un document de 1825 l'indication de mélèzes et pins sylvestres, ainsi que de sapins dont on ne sait s'ils sont rouges ou blancs (respectivement épicéas ou sapins).

5.14. *Aletsch-Massakin (V9) et flanc suivant (F9)*

Citée surtout comme référence haut-valaisanne et comme vallée habitée par un glacier d'importance maximale pour la Suisse, l'ensemble comprenant vallon du Kelchbach, Massakin et flanc W du Riederhorn sera décrit sans subdivisions territoriales. Morphologiquement, l'ensemble se présente comme une vallée à double corps: l'un, parcouru par le Kelchbach, aboutit au ressaut de Belalp, l'autre, Massakin, aboutit au glacier d'Aletsch. Un bombement de roches moutonnées les sépare. Les crêtes limitantes générales sont, à l'W, la crête S-N Foggenhorn (2600 m)-Nesthorn (3600 m), à l'E l'arête incurvée S-N puis NE Riederhorn (2200)-Eggishorn (2900 m). Le fond est constitué à l'W par la barre W-E Nesthorn-Sparrhorn (3000 m), à l'E par la lente ascension de la masse du glacier. Géologiquement, nous retrouvons l'uniformité des paragneiss, éboulis et placages morainiques (replat de Belalp, périphérie de Blatten), avec les granits sommitaux au N.

De bas en haut du Kelchbach, nous trouvons d'abord Naters et ses cultures prolongées en amont par une extension selon le talweg de la zone typique des feuillus, jusqu'à Blatten (1300 m). Fait à noter: le châtaignier réapparaît, après la lacune quasi totale du centre valaisan (la monographie de Closuit, 1958, signale dans notre région des châtaigniers productifs jusqu'à 960 m, altitude record en Valais). A l'W, les parois descendant de Nessel hébergent des lambeaux de forêt d'épicéa, avec quel-

ques mélèzes, ainsi que de nombreux feuillus en brousses et buissons (bouleaux, aulnes) d'apparence cicatricielle. En exposition tournant au S au-dessus de Blatten, la forêt d'épicéa s'épaissit sur les pentes moins accidentées, parsemées de mélèzes. Le replat Nessel-Belalp, débutant à 2000 m, est totalement déboisé à fins pastorales (à Nessel, forêts et pâturages sont vendus en 1626). Tout au fond au S, les prairies de fauche anastomosées à 1700 m avec les pâturages coupent complètement la forêt. Enfin les roches moutonnées intermédiaires, ne dépassant que peu 1400 m, sont couvertes de gradins de feuillus sur la face S, d'épicéas sur la face N de leurs bombements; peu boisée déjà en 1825, cette partie est dite coupée précédemment pour reconstruction de villages brûlés en 1799.

Quant au Massakin, sa rive droite, formée par les roches moutonnées précitées, est de faible extension; ce n'est qu'à la latitude du Riederhorn qu'elle prend de l'ampleur, d'abord sous forme d'une paroi au sommet de laquelle des aroles habitent des creux exposés au NE, environnés de formations basses ou claires à épicéa et mélèze, dépassant peu 2000 m. Un évasement amont où prend place l'alpage d'Aletsch comprend autour de 1600 m une brousse d'aulnes verts boisée mélèze-épicéa, plus haut sur la moraine de fond de l'Oberaletschgletscher en retrait des individus isolés de ces deux essences jusqu'à 2000 m. Plus haut, déjà sur les rives du glacier, on retrouve des individus idem en exposition S générale à divers emplacements, dépassant 2000 m à leur extension amont maximale (SW de Zenbächen).

La rive gauche, de peu d'extension en aval où les feuillus se mèlent à quelques pins sylvestres sur les aspérités S, prend de l'extension dès le contact avec le Riederhorn. D'abord très abrupte et rocheuse, elle comprend des arbres isolés, accrochés, et des taches de feuillus (bouleau). Puis un système de parois obliques laisse la forêt de mélèze-épicéa se disposer en bandes, l'arole entourant le sommet du Riederhorn dès 2000 m. Dès la latitude du sommet et jusqu'au virage de la pente vers le NW peu avant l'aplomb du glacier, le peuplement est très éclairci à la suite du grand incendie de 1944, dont l'arole et l'épicéa furent surtout les victimes. De lui-même, l'épicéa formerait le fond de la forêt, le mélèze n'intervenant localement que par bandes dictées par les accidents de terrain. Enfin, la forêt d'Aletsch occupe la pente NW: cette forêt où l'arole joue le rôle majeur, célébrité dans toutes les Alpes, a donné lieu à de nombreuses publications; citons seulement ses deux limites convergentes en amont: la supérieure (rôle de l'altitude) avec l'arole de plus de 2200 m aval à 2100 m amont; l'inférieure (voisinage du glacier) avec la forêt à 1600 m (aval) à 2000 m (amont). L'ensemble est prolongé d'aulnes verts et de rhododendrons.

Cet aperçu sommaire peut être accompagné d'un autre aperçu portant sur l'ensemble de l'historique forestier selon Meyer (1955). La descente de la limite de la forêt est attestée par un document de 1463 indiquant la rive droite du glacier (exposition générale SE) boisée jusqu'à Triest, Zenbächen, donc jusqu'à 2400 m. Dans les mêmes limites, sinon plus élevées, la rive gauche est dite boisée jusqu'à la hauteur du lac de Märjelen (2300 m), à 7 km en amont des derniers aroles. La date du document concorde avec la période probable de retrait maximum récent des glaciers, elle l'appuie en tout cas. Au contraire, des avances maximales seraient à situer autour de 1650 et 1850. C'est de nouveau au XIXe siècle que l'exploitation fait les ravages les plus brutaux: elle est qualifiée, selon Meyer, de butin, rapine, considérée comme "sans danger"...tant que la Massa ne déborde pas sur Naters et que (sur le versant SE du Riederhorn, donc en flanc direct en amont) les avalanches ne détruisent pas Mörel. De grandes coupes sont repérables de 1824 à 1830.

Dans l'Aletschwald, de grosses exploitations de 1840 à 1860 sont minimisées par les forestiers locaux, d'où une controverse pas encore éclaircie. De 1851 à 1860 a lieu la plus grosse descente de bois pour les traverses, par flottage etc. Il est très intéressant de constater les avertissements répétés dès 1851 signalant que des forêts entières doivent être exploitées avant que d'être détruites par l'avance du glacier: argument probable, peut-être "gonflé" par certain marchand de bois autour des activités duquel des démarches sombres et compliquées ont lieu pendant de longues années.

Une conclusion inattendue après tant de cas contraires est le remarquable maintien de l'arole. Intervient ici un facteur décisif: l'absence dans la région d'industrie d'objets en bois d'arole. Comme en plus cet arbre fournit un mauvais bois de feu et de refente (pour les "tavillons" = tuiles en bois pour chalets), il put subsister.

En résumé, extension de la plus subalpine des forêts, favorisée par l'action du glacier, modulée par ses avances et ses retraits, simultanément douceur du climat inférieur permettant le châtaignier par surimpression du régime de vallée à glacier et du climat de Brig forment un contraste gradué significatif.

La séquence des faces SE du flanc direct se poursuit en amont par F9 (flanc direct centré sur Mörel) qui se signale par deux points d'intérêt relatif: le pin sylvestre est massé sur un bombement S limité, à 900 m on sent déjà sa limite amont, intervenant 12 km plus loin, à Fiesch; d'autre part, la région du sommet du Riederhorn est pourvue d'aroles (moins que dans la face opposée cependant) de 2000 à 2200 m, exposition ESE-E. Cette extension se poursuit en amont par des individus isolés en pâturages à 2200 m, exposition SE, prolongés par des lambeaux de rhodoraies: en concordance, on trouve des indications historiques montrant l'alpe de Riederalp (immédiatement inférieure, à 1900 m) encore boisée au XVIIIe siècle. Le reste de la pente, boisé de mélèze et épicéa, annonce la longue séquence de ce peuplement tout au long de l'adret valaisan dans le Gomstal.

5.15. *Nendaz-Isérables (N)*

Cette région témoin, au même titre que la vallée de l'Avançon d'Anzeindaz, est décrite pour situer la nature, au niveau qui nous intéresse, de l'opposition entre rive droite et rive gauche du Rhône. Comprenant la Dent-de-Nendaz (2464 m), sommet proche du talweg, et les deux courtes vallées qui l'entourent, située en face du couple vallée de la Lizerne-vallée de la Morge, cette région, par sa faible extension, fournit une comparaison géographiquement équilibrée, ce qui n'eût pas été le cas pour les longues vallées latérales de la rive gauche sans homologues sur l'abrupte rive droite (à l'exception, au plus, du Lötschental). Situons les caractéristiques majeures de cette région: exposition prépondérante N, substratum prépondérant cristallin et métamorphique, régime climatique sec, frais (les courtes vallées de la rive gauche sont dites "vallées froides", cf. supra).

Fig. 34. – Répartition selon l'altitude et l'exposition des essences forestières et de l'implantation humaine dans l'unité Nendaz-Isérables (N).
Légende voir p. 71.

Sans procéder à un balayage systématique, carte au 1: 50.000 et graphique de répartition selon l'altitude et l'exposition en main (fig. 34), nous dégageons les répartitions typiques suivantes:

1° – Les zones inférieures, jusqu'à 800 m, ne recèlent du pin sylvestre qu'en aval, près du décrochement de Riddes, en exposition NW, et sur les saillies rocheuses dominantes. Dès le bas apparaît dont le système feuillus-épicéa (-mélèze) accompagné du couple prairies de fauche-vergers. Les expositions S sont quasi inexistantes.

2° – De 800 à 1500 m, le système se poursuit, équivalent en grandes lignes. Le pin sylvestre se retrouve sur quelques microfacettes S sous Isérables, à 1100 m, et a échappé à la grille sélectrice. Dès 1300 m, les expositions S se manifestent en quantités significatives: on voit, et ceci jusqu'à 2300 m, l'association mélèze-prairie de fauche puis mélèze-pâturage (selon la politique pastorale déjà maintes fois citée) ne laisser que peu de place à l'épicéa. Au N, on voit la bande de placages morainiques (fréquents d'ailleurs dans l'ensemble de Nendaz) promouvoir les cultures en altitude (fraises) en compagnie des vergers et des prairies de fauche. Isérables, sur schistes argileux, réussit identiquement; performance en regard de la très forte pente. La bande forestière importante de 1500 à 2100 m comprend dès 1800 m des aroles; c'est l'action terminale du fond de la vallée de la Printse. 2200-2300 m marquent la limite des arbres, exceptionnels à 2400 m.

Des étendues de feuillus cicatriciels à toutes altitudes sont marquées entre autre par deux apparitions d'aulnes: en altitude (1600-2000 m) il s'agit de l'aulne vert; plus bas (900-1000 m) il s'agit de l'aulne blanc. L'ensemble de ces "plaies" laisse deviner une histoire forestière mouvementée; Meyer (1950-55) la résume ainsi, en substance: pas de réglementations forestières n'apparaissent dans la région avant l'avènement de la République helvétique: c'est alors l'irruption de dures lois, par lesquelles les fraudeurs sont emprisonnés ou envoyés aux armées de Napoléon, sur les talons duquel les Autrichiens arrivent: les amendes qu'ils infligent doivent être payées en bétail – pour en acheter, Nendaz vend des forêts. Puis des incendies de villages amènent des coupes générales, sauf dans quelques forêts réservées pour des catastrophes ultérieures. Alors, on coupe partout, on flotte, on charbonne (charbonniers valdotains, entre autres, dont les sentiers restent encore visibles), de plus on paye pour se débarasser d'arbres et gagner des herbages. L'arole est une grande victime; des "industriels" (souvent autrichiens) d'objets en bois d'arole accentuent la pression sur cette essence, dont la bonne représentation ici est en fait un vestige se reconstituant grâce aux conditions favorables. Quelques sagesses cependant dans ce sombre tableau: à Balavaux, alpage en amont d'Isérables, de magnifiques mélèzes sont préservés. En 1850, des lois interviennent: alors les gardes, sans instruction ni grands scrupules, marquent pour l'abattage les bois les meilleurs et les plus commodes (une sélection "à rebours"). Puis, après une période de calme, on passe au reboisement. Mariétan (1937-38) trouve là un excellent exemple de l'évolution des idées au cours d'un laps de temps relativement réduit: un siècle.

Ainsi, du bas en haut de l'amplitude altitudinale, la prépondérance de l'épicéa, puis du mélèze et de l'arole situe bien le changement de milieu intervenu sur cette situation "N". L'absence du hêtre est caractéristique, ainsi que l'échec des planta-

tions tentées aux mayens de Sion, en situation homologue amont. Le sapin, sporadique sur cette rive du Rhône, n'apparaît ni actuellement ni dans les archives. Signalons des plantations isolées actuelles, menacées paraît-il par le goût des Nendards pour cette essence particulièrement apte, à leurs yeux blasés envers l'épicéa, à constituer des sapins de Noël.

6. Vue d'ensemble de la répartition des essences forestières sur l'adret valaisan

6.1. *Sources et méthodes*

Dans le cadre géographique considéré (adret et régions témoins), une compilation d'ensemble des données continues fournit la synthèse d'éléments biotiques (les essences forestières) selon les paramètres écologiques disponibles pour l'ensemble du cadre, soit l'altitude, l'exposition et les précipitations moyennes annuelles.

La répartition des essences forestières est fournie par la carte générale établie sur fond topographique au 1: 100.000. La présence des essences est indiquée par points, régulièrement répartis sur les surfaces boisées et traduisant par leur juxtaposition le mélange ou la pureté des peuplements forestiers. Sans être rigoureusement répartis (le relief accidenté ne permettant guère une convention géométrique continue) ces points fournissent cependant une approximation quantitative, la fréquence relative des diverses essences dans les territoires considérés; leur nombre temporise d'ailleurs l'imprécision graphique (4826 points pour l'adret lui-même).

Une représentation plus exactement quantitative eut été possible soit en fonction des surfaces occupées par chaque essence, mais au prix d'une couverture aérienne continue mise en valeur par un vrai travail de géomètre-restituteur; soit en fonction du nombre de plants de chaque essence, mais au prix d'un dépouillement des dénombrements forestiers accompagnés d'une remise en place topographique des chiffres qui s'y trouvent, afin qu'ils soient équipés de leurs paramètres mésologiques propres.

Or, pour une couverture d'ensemble au 1: 100.000, l'observation au sol reprise en sub-photo-interprétation (examen d'un flanc de vallée à l'autre), puis partiellement en photo-interprétation stricte nous paraît suffisante. Les paramètres écologiques sont tirés, quant à l'altitude et à l'exposition, de la carte topographique comme précédemment (fig. 27-34). Les précipitations moyennes annuelles sont fournies pour chaque point par un agrandissement à l'échelle de travail de la carte de Gaussen (1935) au 1: 500.000. Son tracé a été aussi rigoureusement conservé que l'agrandissement le permettait: en effet, un sens biogéographique si sûr y a présidé qu'il est supérieur aux cartes des climatologues, où la relation altitude-précipitations est moins bien suivie. Une faiblesse congénitale de ce genre de documentation ne peut cependant être évitée: c'est, au niveau de la limite supérieure de la forêt, l'empilement des isohyètes (entre 1200 mm et 2000 mm, en ce qui nous concerne) avec l'affaiblissement du nombre et de la nature des stations supportant leur réseau.

En combinant ces trois paramètres, nous disposons les répartitions dans les cadres suivants: altitude-exposition (fig. 35-39), altitude-précipitations (hypso-ombrique), général (fig. 40-41), puis nous y ferons intervenir l'exposition (fig. 42-45), enfin nous simplifierons le système en envisageant la variation que détermine le changement d'exposition dans la situation de la définition hypso-ombrique moyenne de chaque essences (fig. 47); ces phases analytiques sont contenues dans la démarche adoptée par Rey (1960). A chaque fois, un découpage géographique (en situation de flanc et situation de vallée, partie W et partie E de l'adret) nous fera entrevoir les équivalences écologiques régionales et locales. D'emblée, nous nous appuyerons pour le commentaire général sur toutes les figures précitées.

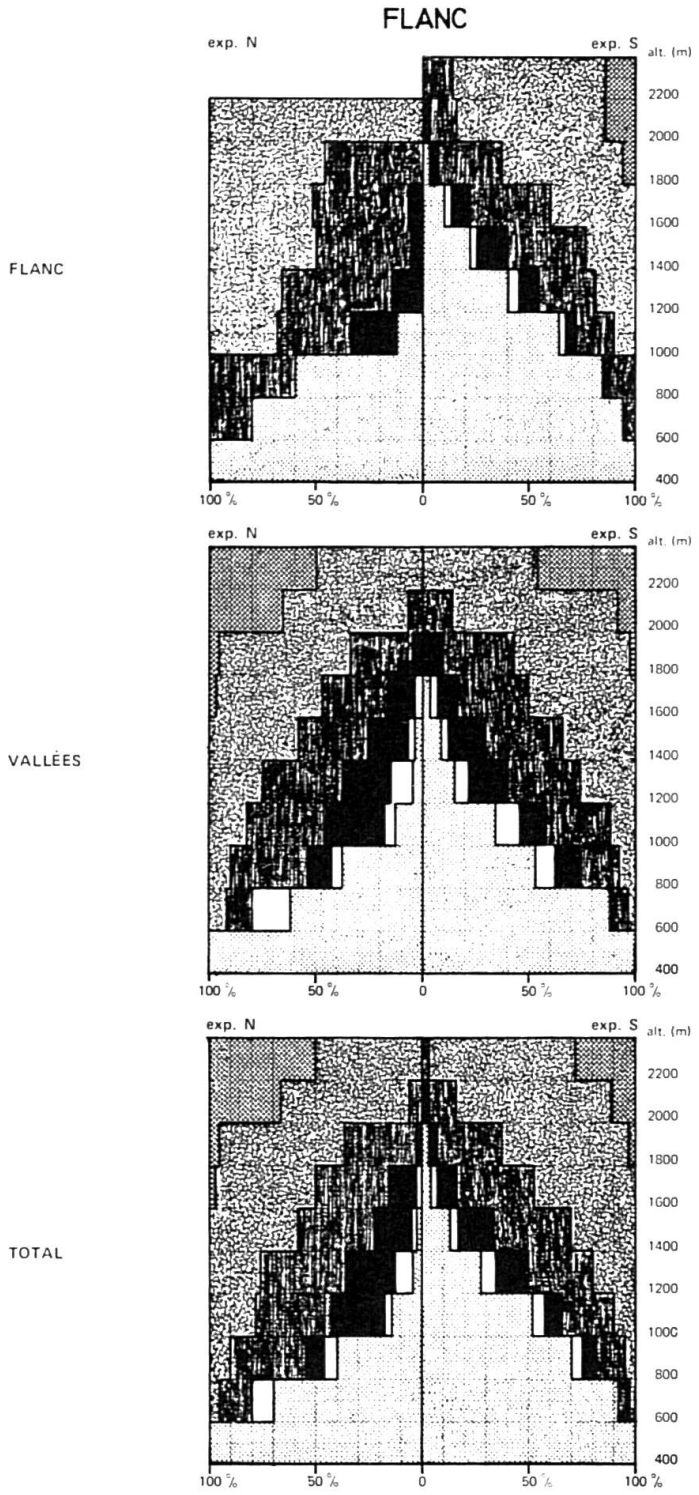
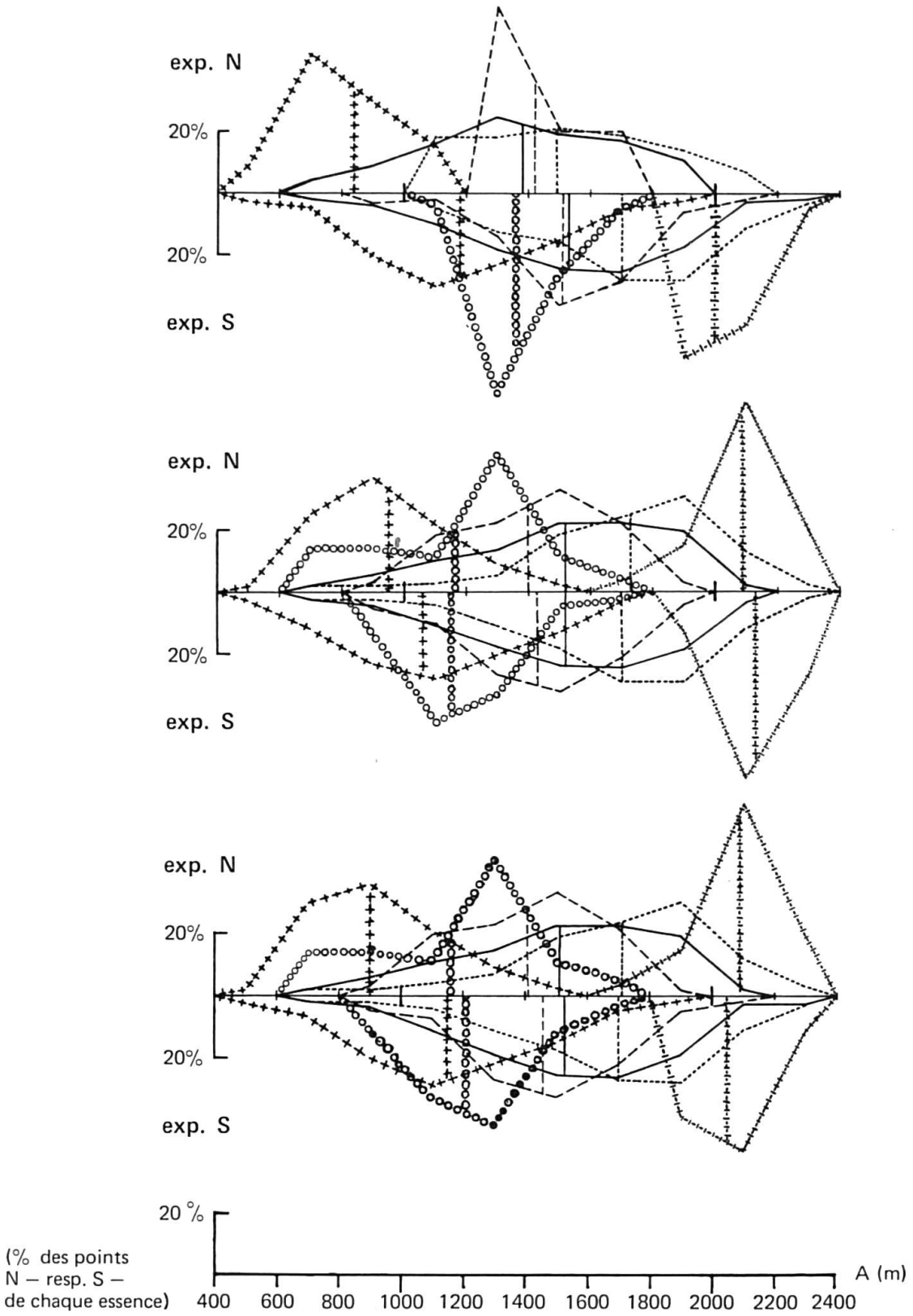


Fig. 35. – Répartition selon l'altitude et l'exposition des essences forestières sur l'adret valaisan. Ci-dessus, répartition en % par classe d'altitude. Ci-contre, répartition individuelle, le total des points attribués à chaque essence, pour chaque exposition, étant ramené à 100 %. Voir les signes conventionnels à la page 71.


exp. N
20%
20%
exp. S
exp. N
20%
20%
exp. S
exp. N
20%
20%
exp. S
20 %
(% des points
N – resp. S –
de chaque essence)
400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 2400
A (m)

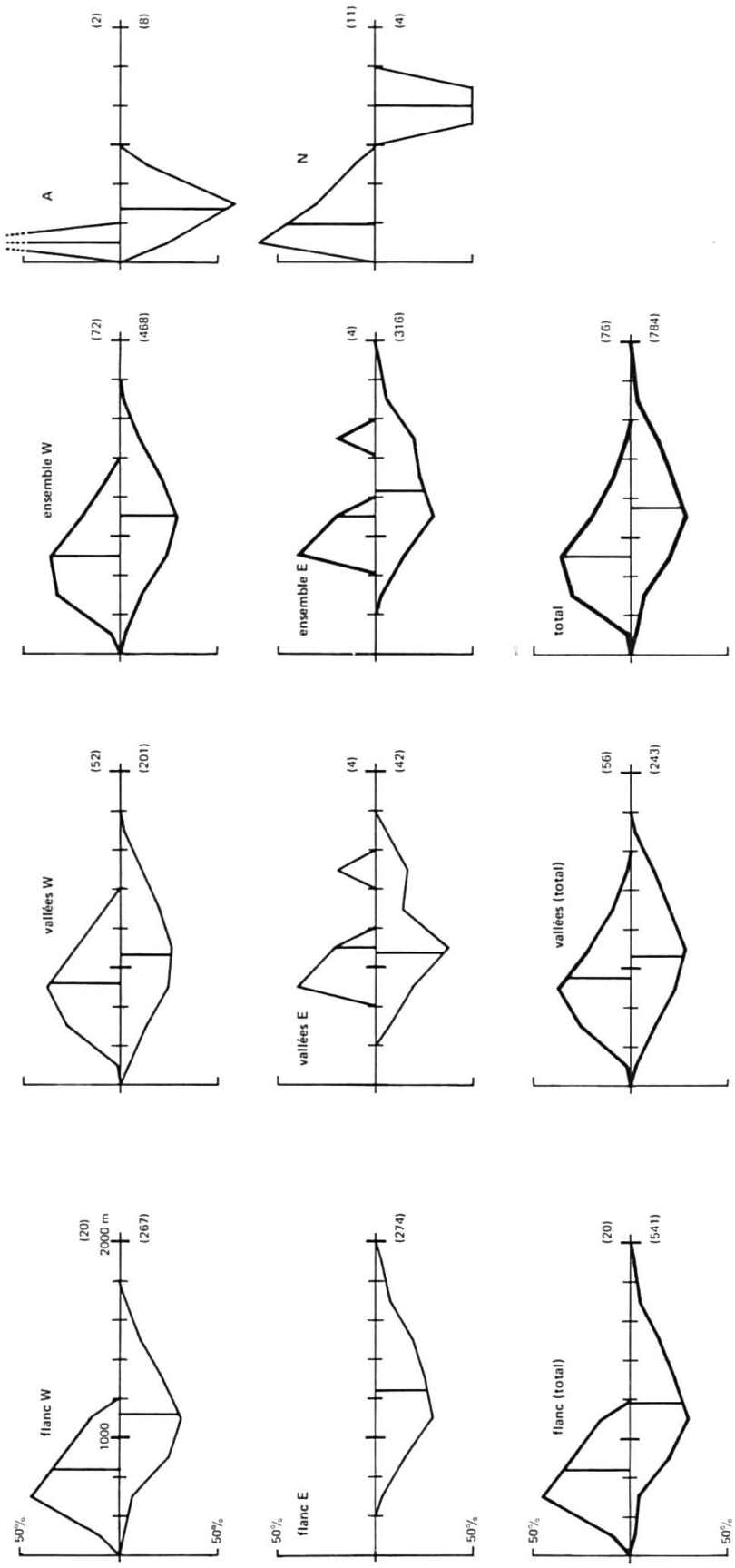


Fig. 36. – Répartition selon l'altitude et l'exposition du pin sylvestre. Les fréquences sont indiquées en % de l'effectif total figurant sur chaque exposition (N vers le haut), l'altitude moyenne étant représentée par un trait vertical. Les chiffres entre parenthèses correspondent au nombre des points équivalant aux 100 %.

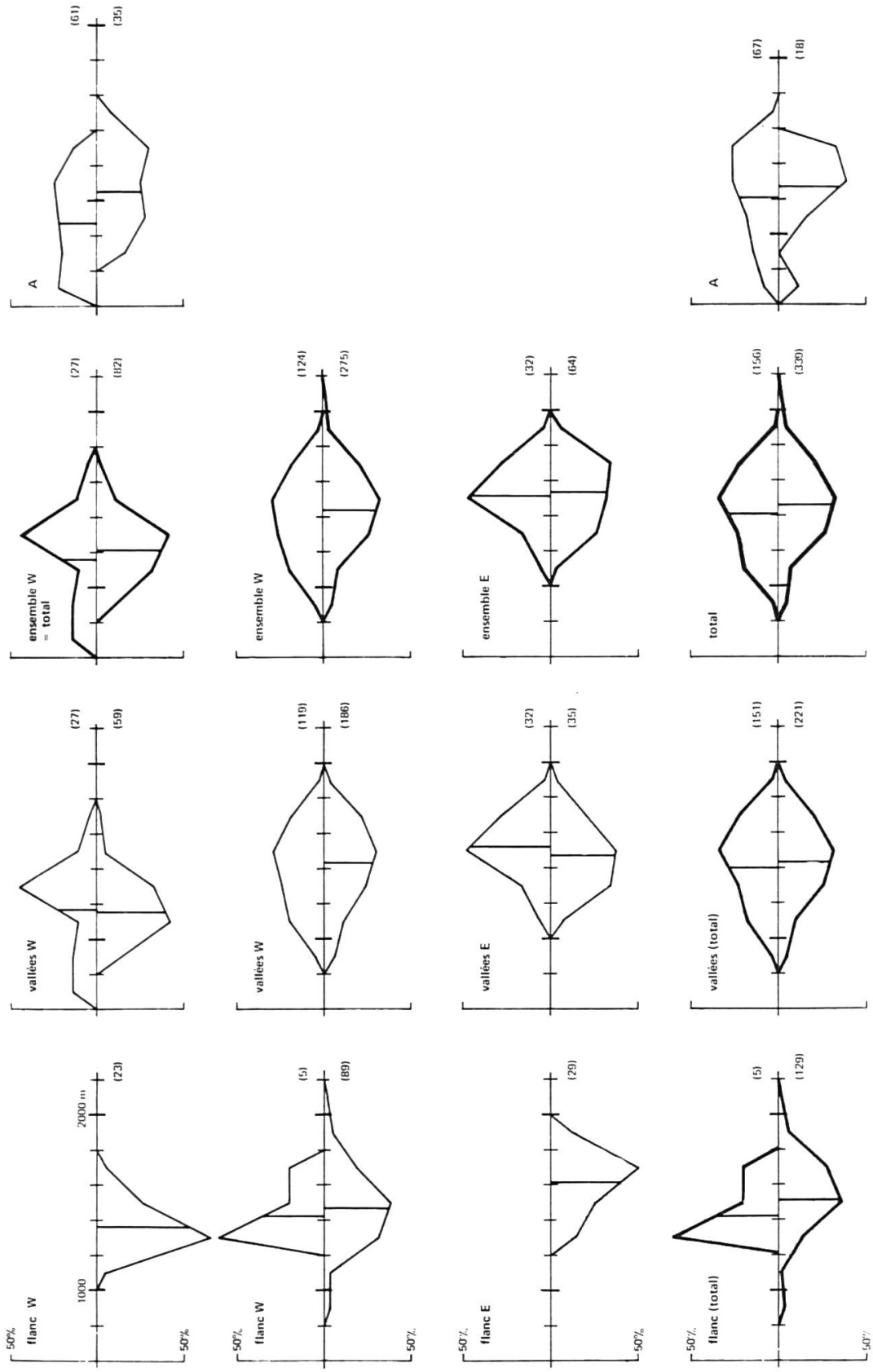


Fig. 37. – Répartition selon l'altitude et l'exposition du hêtre (en haut) et du sapin (en bas et au centre). Voir les explications dans la légende de la fig. 36.

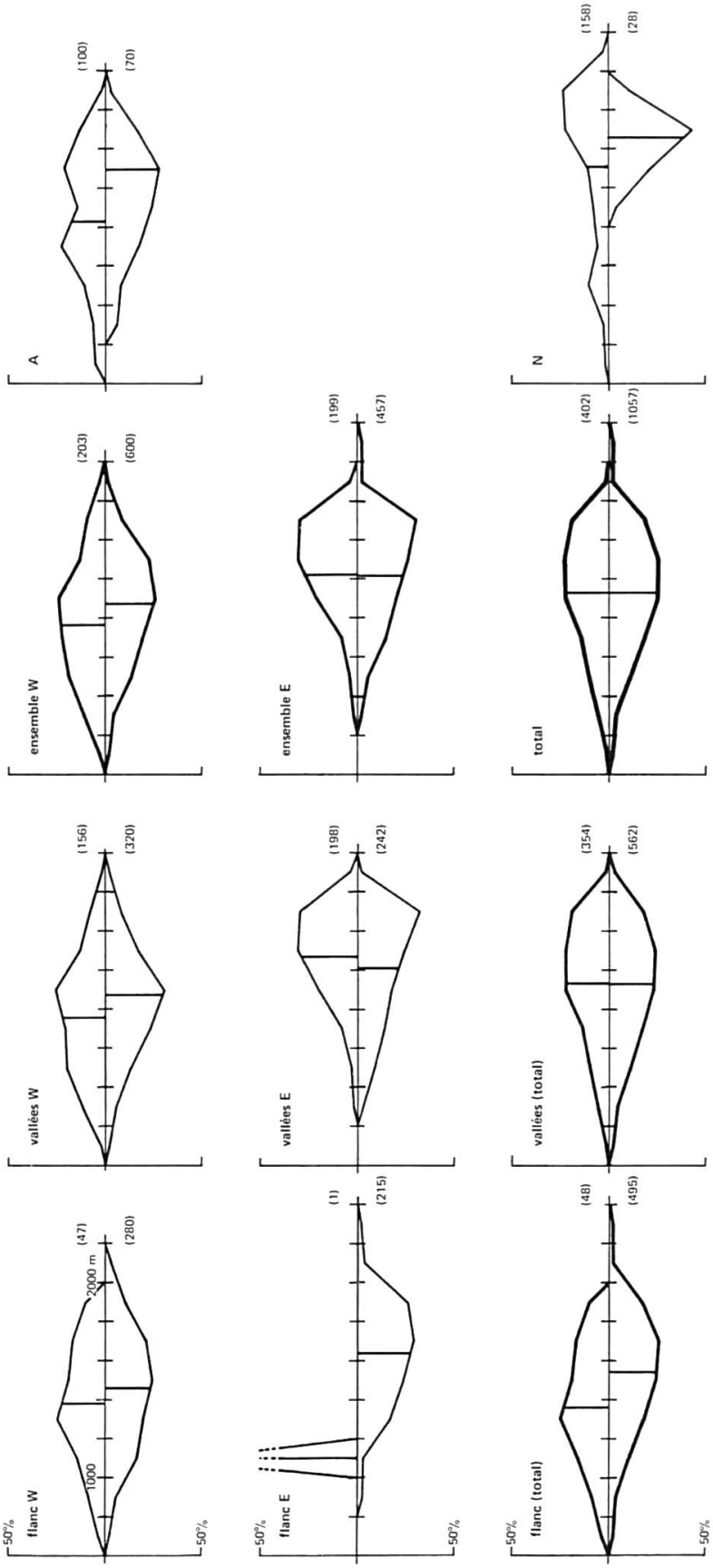


Fig. 38. – Répartition selon l'altitude et l'exposition de l'épicéa. Voir les explications dans la légende de la fig. 36.

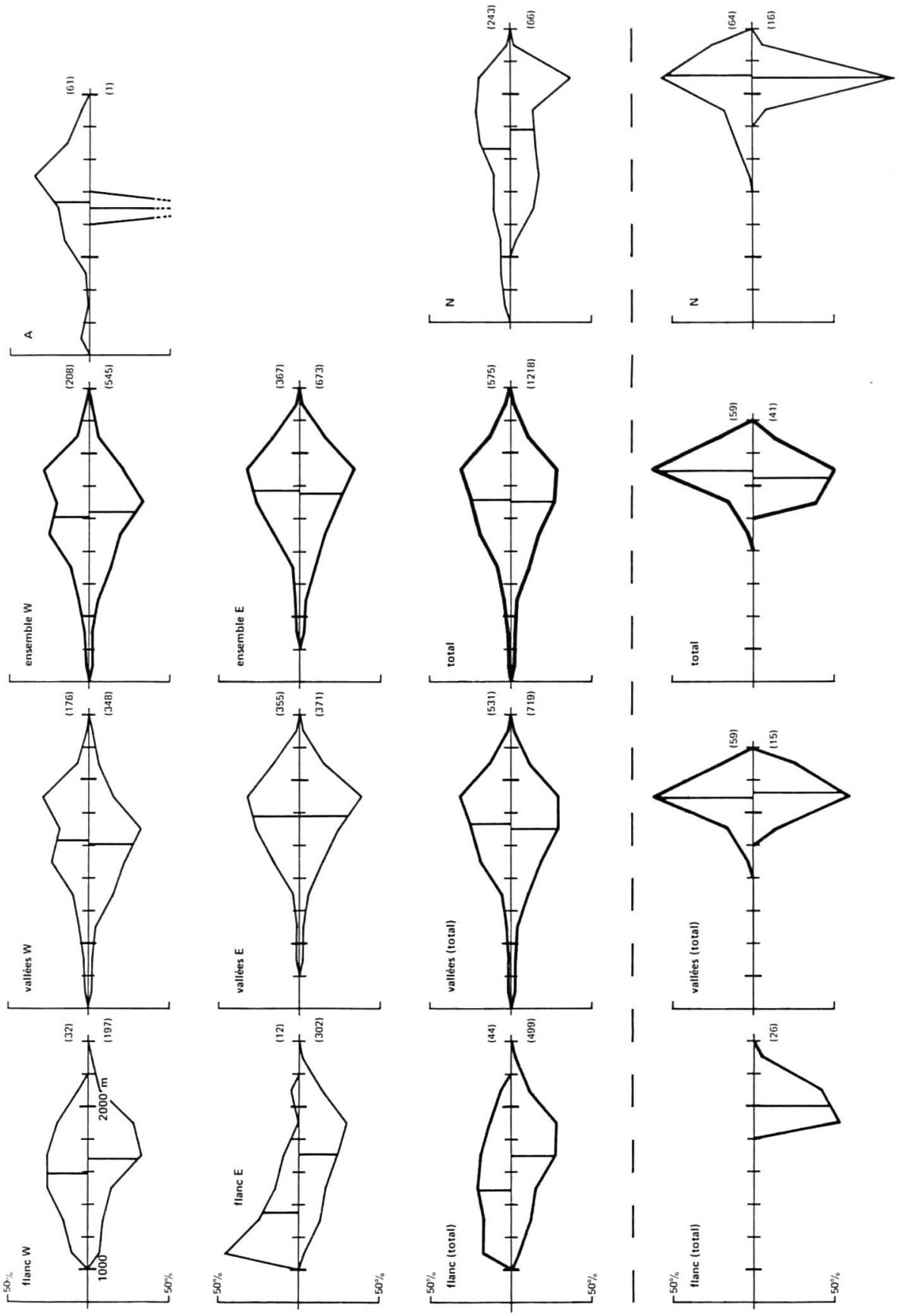


Fig. 39. – Répartition selon l'altitude et l'exposition du mélèze (en haut et au centre) et de l'arole (en bas). Voir les explications dans la légende de la fig. 36.

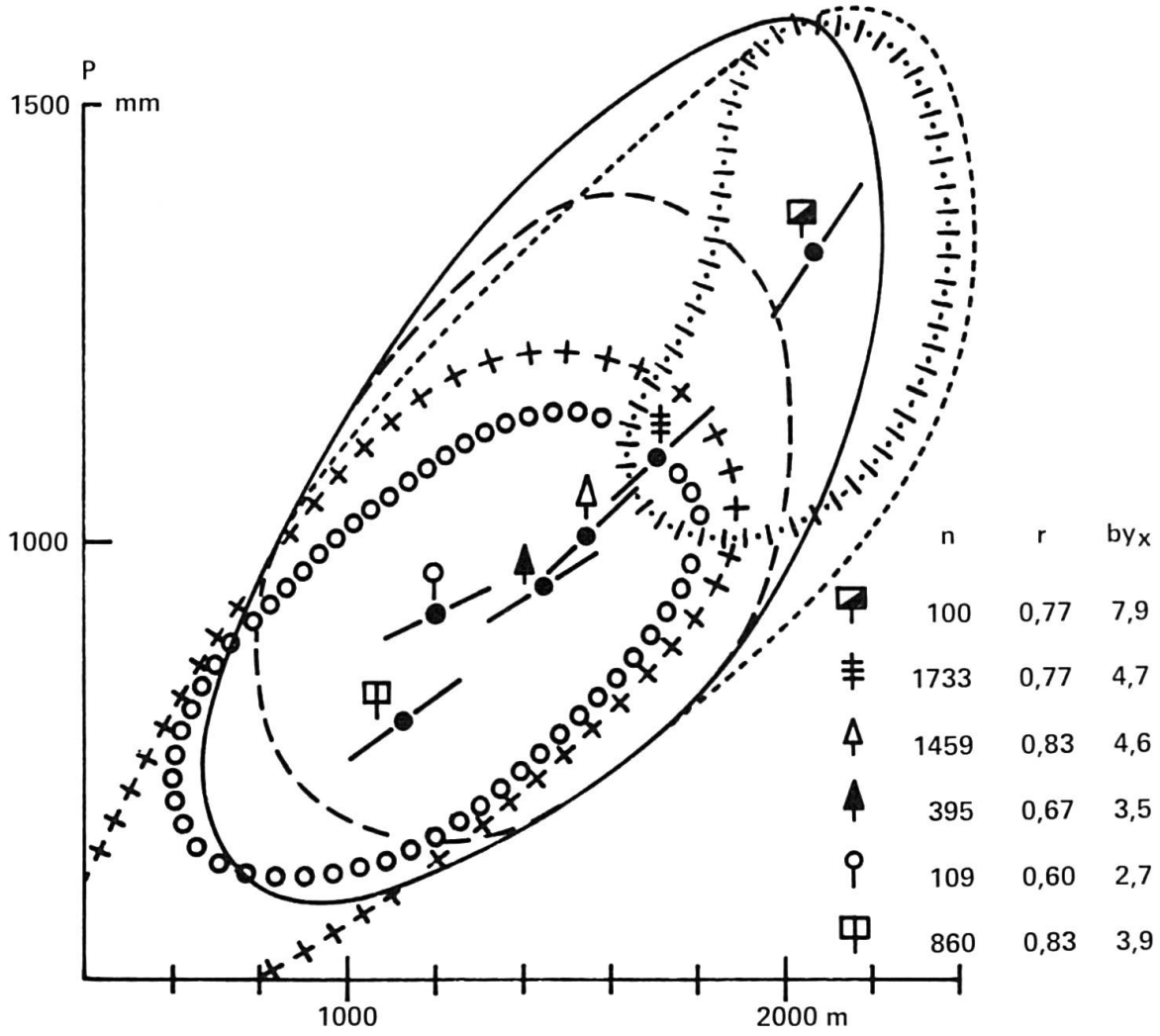


Fig. 40. – Aires hypso-ombriques générales des essences forestières sur l'adret valaisan. Voir les signes conventionnels à la page 71.

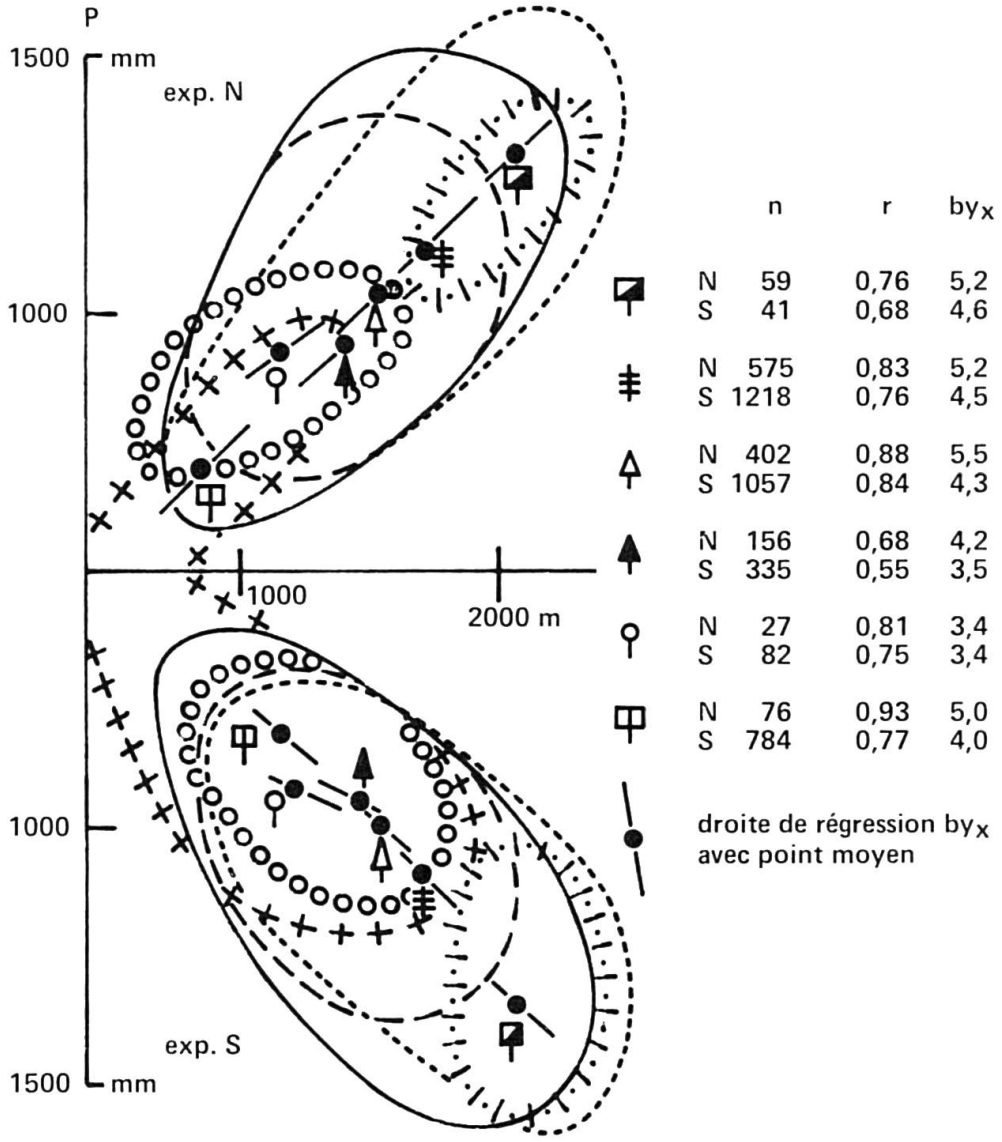


Fig. 41. – Aires hypso-ombriques, selon l'exposition, des essences forestières sur l'adret valaisan. Voir les signes conventionnels à la page 71.

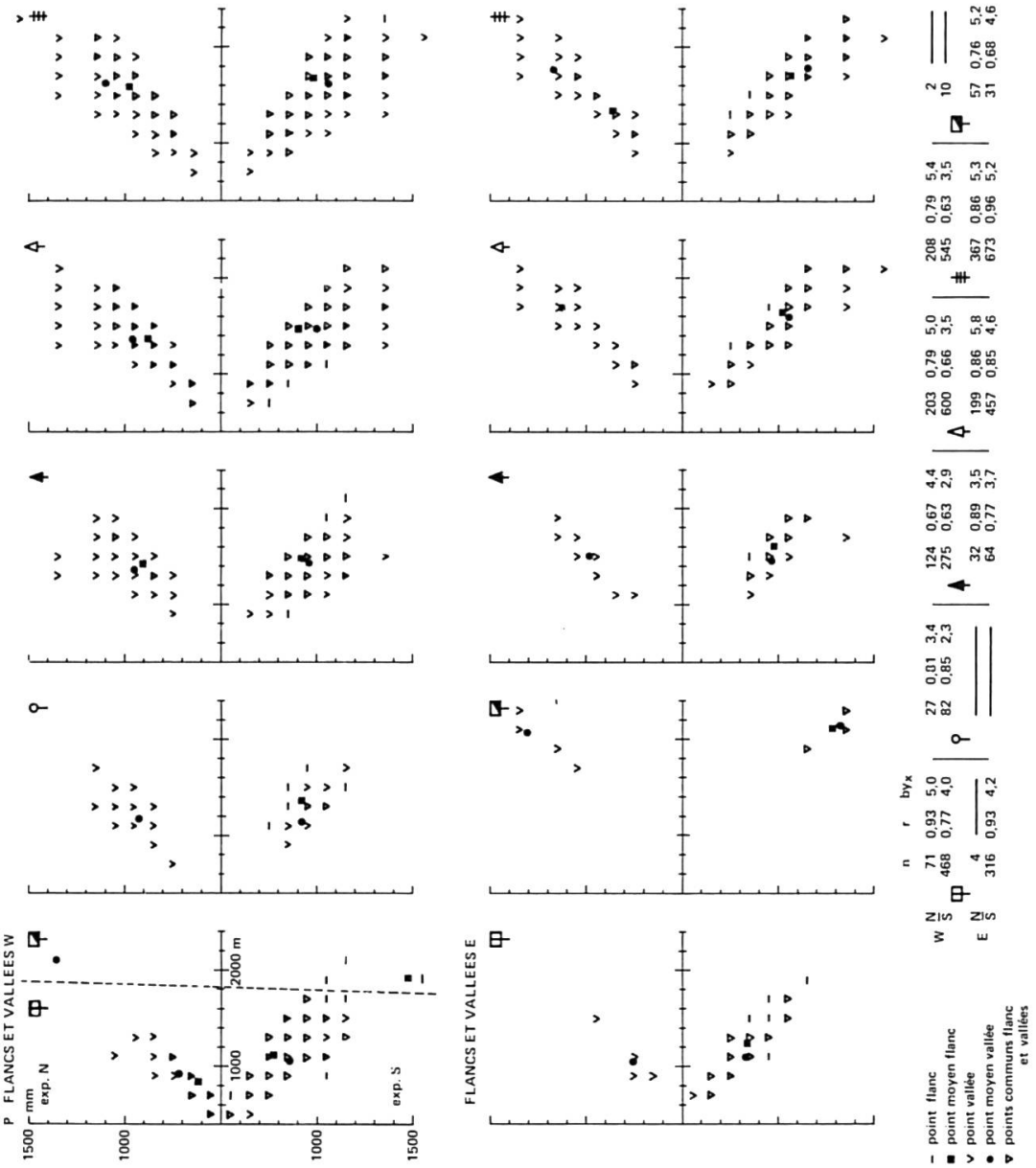


Fig. 42. – Aires hypso-ombriques des essences forestières, prises individuellement, sur l'adret valaisan. Voir les signes conventionnels à la page 71.

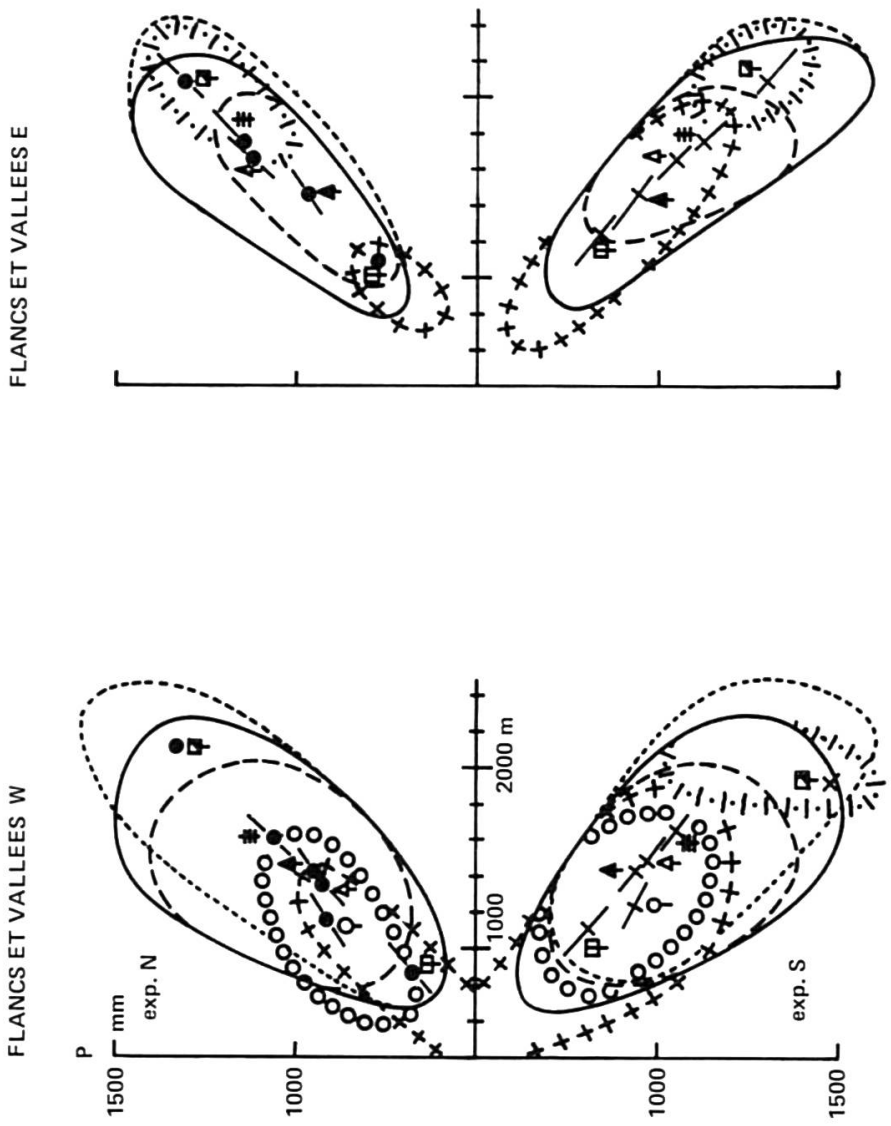


Fig. 43. – Aires hypso-ombriques des essences forestières dans les régions W et E de l'adret valaisan. Voir les signes conventionnels à la page 71.

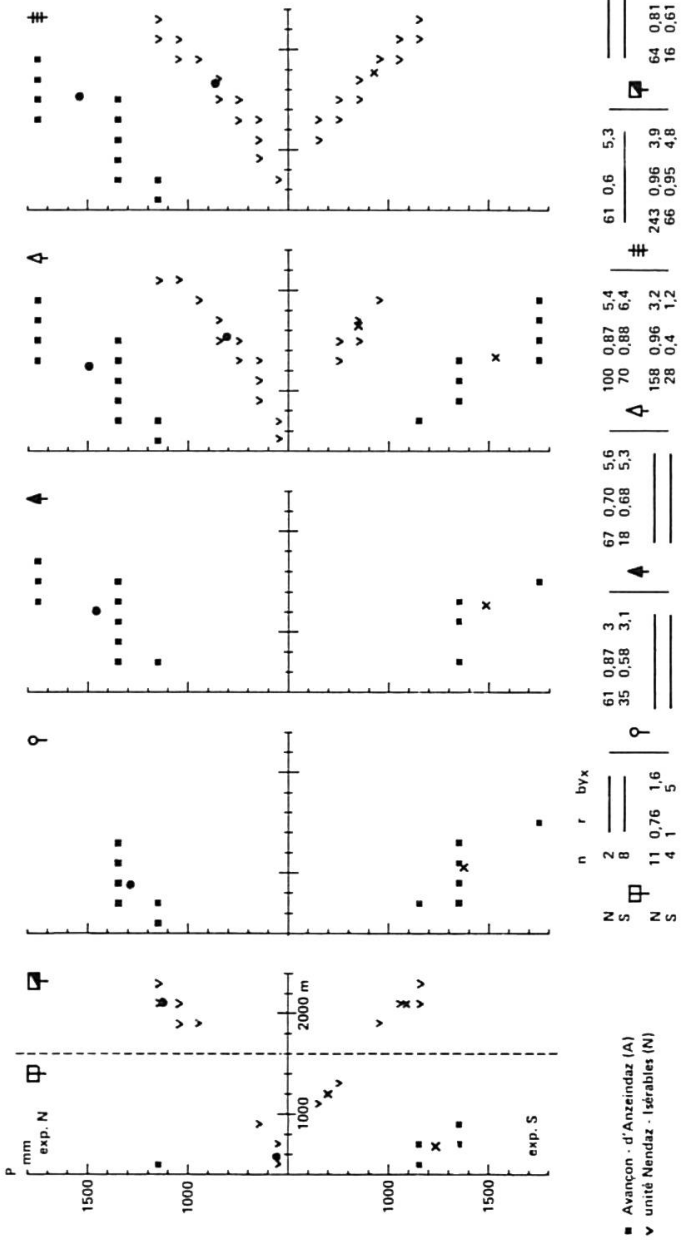


Fig. 44. – Aires hypso-ombriques des essences forestières, prises individuellement, dans les unités de comparaison (A et N). Voir les signes conventionnels à la page 71.

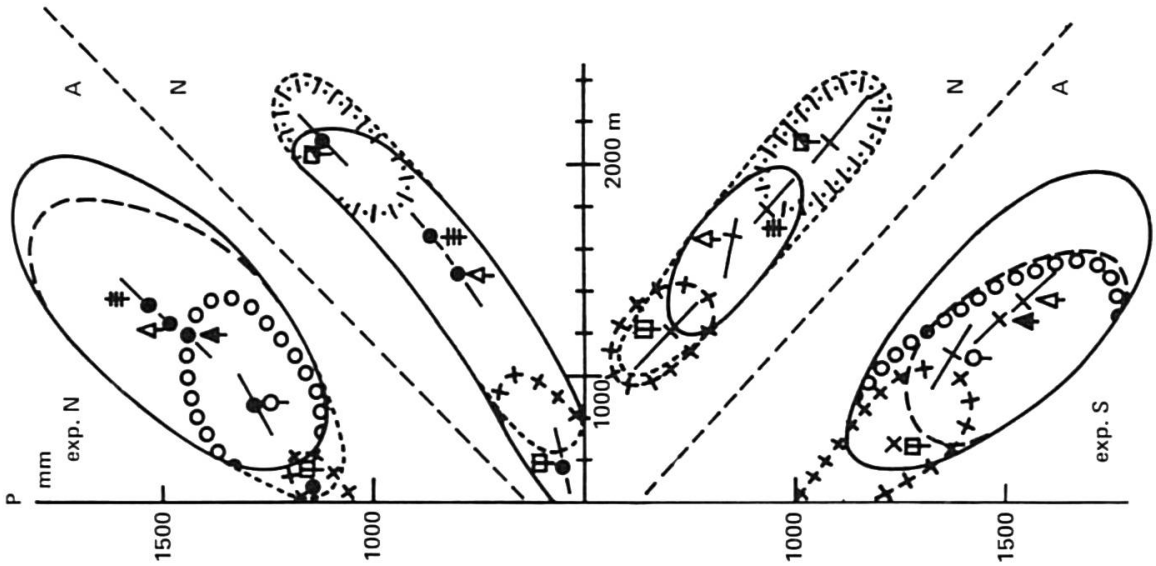


Fig. 45. – Aires hypso-ombriques des essences forestières dans les unités de comparaison (A et N). Voir les signes conventionnels à la page 71.

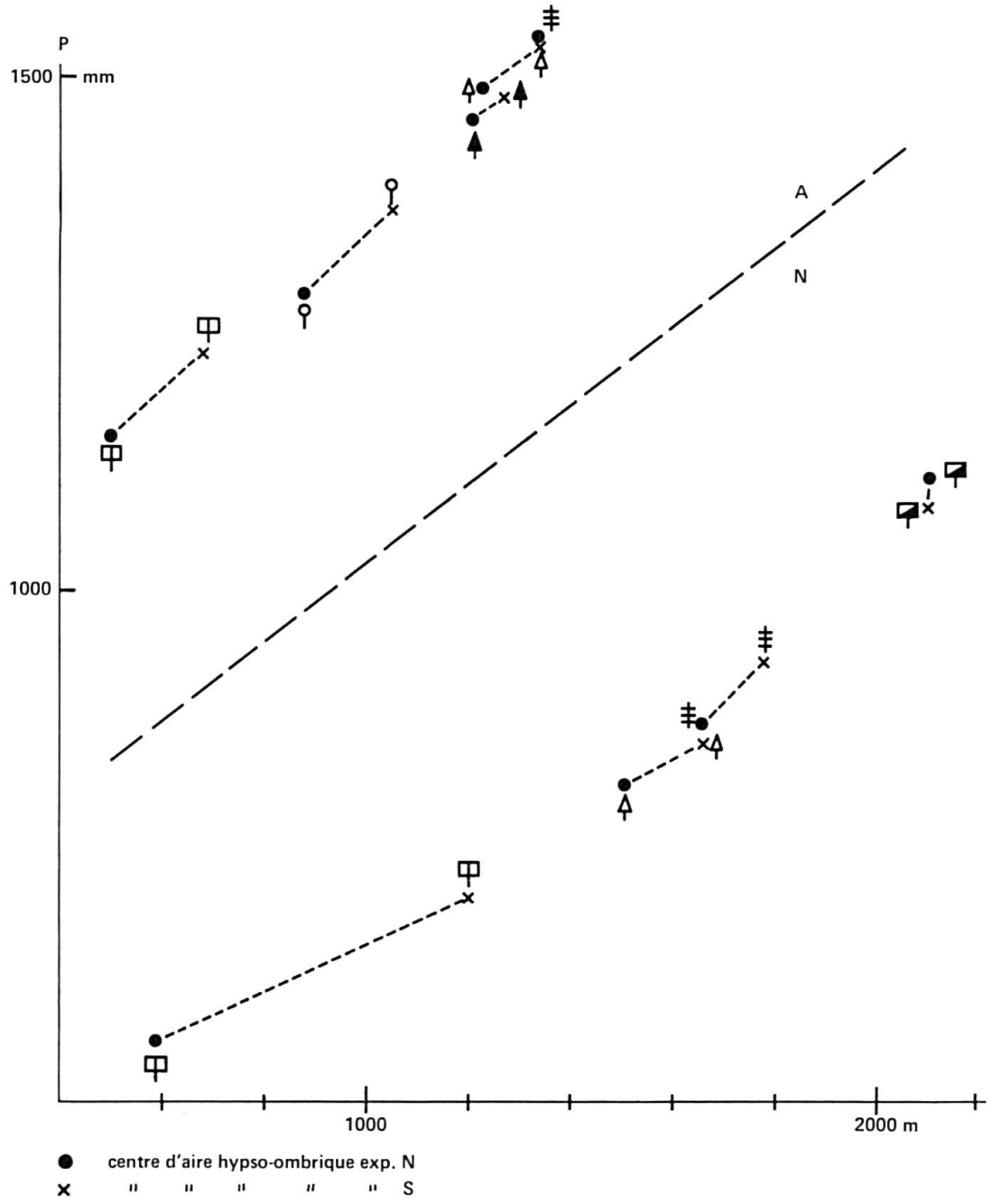


Fig. 46. – Influence de l'exposition sur la définition hypso-ombrique moyenne des essences forestières dans les unités de comparaison (A et N). Voir les signes conventionnels à la page 71.

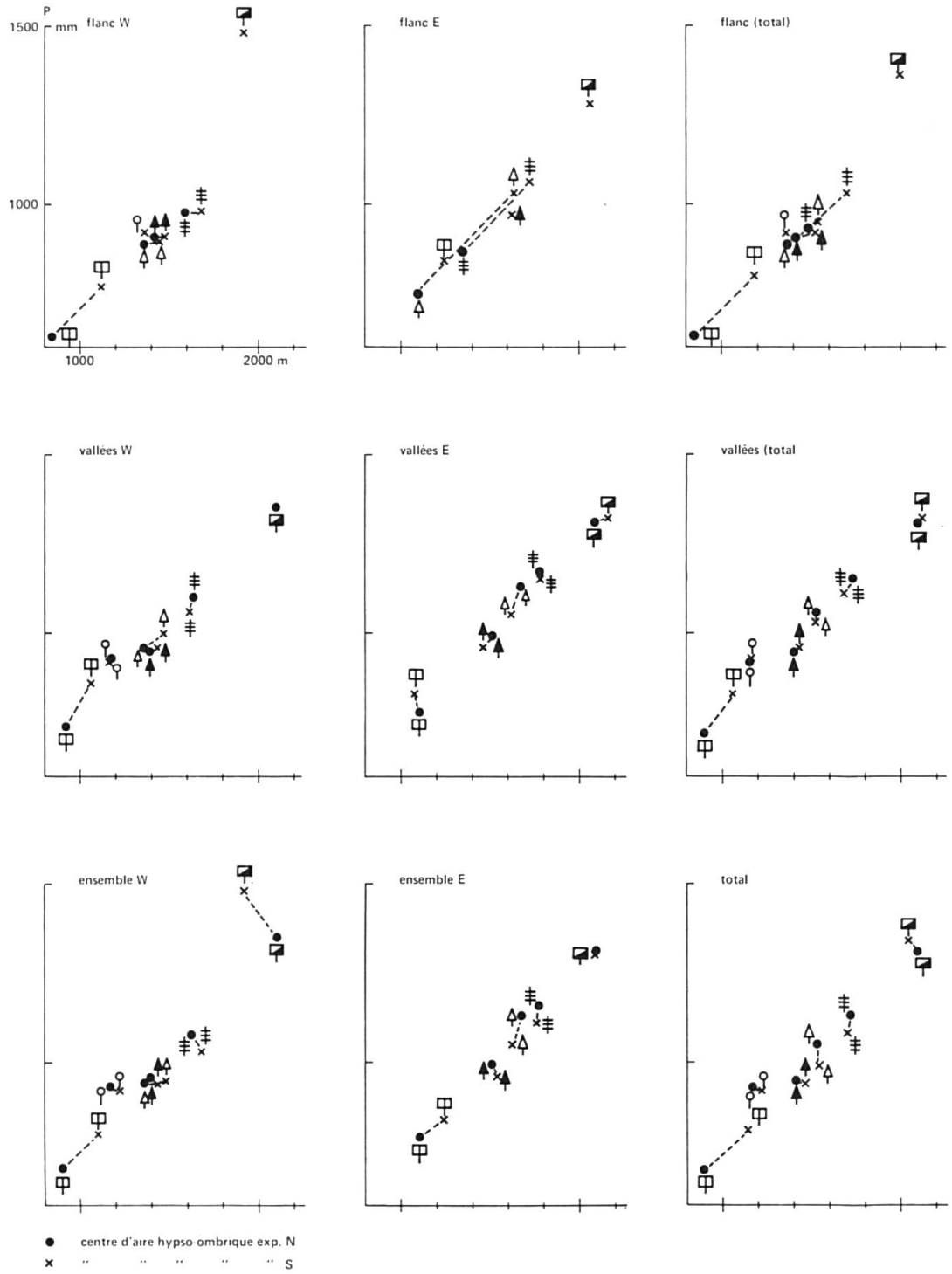


Fig. 47. – Influence de l'exposition sur la définition hypso-ombrique moyenne des essences forestières sur l'adret valaisan. Voir les signes conventionnels à la page 71.

6.2. *Répartition générale*

La figure 40 nous montre immédiatement la persistance au niveau général (ce qui est loin d'être une surprise) des phénomènes déjà constatés dans les analyses locales (fig. 27-34): l'étagement au sein d'un fort recouvrement général dans l'espace hypso-ombrique également; ce sont les centres d'aires qui précisent la première notion et font apparaître partiellement (pour les essences "basales") la "disposition en quinconce" observée par Rey (1960).

Or, l'importance du recouvrement appelle d'emblée les commentaires explicatifs suivants, relevant de deux ordres de faits. Le premier est inhérent à la situation biogéographique de l'adret: quoique réduit à 6, le nombre des essences forestières majeures est élevé, par rapport à celui impliqué dans le contexte pyrénéen homologue par exemple. Sans épicéa, ni mélèze, le recouvrement serait moindre. Enfin le double jeu des interpénétrations bioclimatiques (sécheresse étendue en flanc direct, précipitations élevées en altitude) et des modulations édaphotopographiques font de l'adret un système diversifié qui, vu en perspective d'ensemble, produit un fort mélange.

En deuxième lieu, inhérent à la conception et à la méthode de l'analyse, joue le fait que ce soit la présence même des essences qui fournit les points de renseignement, et non pas celle de leur "série", cadre biogéographique à la fois plus vaste qualitativement, mais mieux défini: les essences en général et celles impliquées dans le peuplement valaisan en particulier impliquent des espèces à amplitude écologique forte; de ce fait, leur présence dans la classification des séries peut être envisagée sous plusieurs aspects: têtes de série, déterminantes de faciès, parfois même accompagnatrices seulement: Rey (1960) a démontré l'essentiel de cette démarche quant au sapin nord-pyrénéen ("réaction floristique à la variation écologique..."). Les corrections centripètes fournies par les données stationnelles de points extrêmes des aires hypso-ombriques ramènent déjà à une aire plus réelle. Dans nos figures 40-43, seules les corrections extrêmes nous ont fait modifier le tracé global des aires; il s'agit en général de stations abyssales très abritées, de stations élevées très privilégiées où cependant les essences présentent une faible vitalité. Toutes les autres corrections observées ne sont ni entérinées ni commentées; d'une part elles sont trop nombreuses et d'autre part pas assez stéréotypées pour apparaître dans un graphique raisonnablement simple.

En fin de compte, l'accent est donc porté sur la signification du point moyen hypso-ombrique, déjà représenté pro parte par la moyenne altitudinale (fig. 35-39); il ne joue que partiellement son rôle de définition moyenne, donc optimale, car, encore une fois, il est basé sur des présences réelles d'essences et non sur des présences possibles et n'implique donc ni l'étendue réelle du domaine de chaque essence, ni son statut naturel souhaitable au sein des domaines existants actuellement. Ainsi on parvient, à l'intérieur des cloisonnements géographiques considérés, à des effectifs souvent peu représentatifs, par leur faiblesse et leur nature relicte (et relicte de diverses anciennetés: si l'on dit relictes xérothermiques au sens classique, on peut dire aussi relictes, ou rares épargnés, du déboisement du XIXe siècle). Une nouvelle fois, notre carte de répartition n'est pas une carte de végétation, les conclusions qu'elle fournit n'atteignent pas le niveau de cette dernière, elles ne peuvent que rester dans le cadre qualitatif assez fruste que dicte la conception de notre étude.

De plus, pour situer les préférences de chaque essence autour de son point moyen, c'est la droite de régression by_x qui a été tracée: en effet, les précipitations ayant été délimitées surtout d'après l'altitude, selon la relation qui unit ces deux paramètres, c'est cette droite plutôt que sa collègue bx_y (et donc que la droite de Teissier) qui importe.

L'allure générale de la répartition (fig. 40) montre, au sein des trois phénomènes sus-indiqués:

1° – formant l'étagement, une progression quasi-rectiligne dans l'espace hypso-ombrique, avec deux solutions de continuité déterminant trois groupes: les essences "inférieures" (pin sylvestre, hêtre) décalées en *P* surtout, les essences moyennes à supérieures (sapin, épicéa, mélèze), enfin l'arole;

2° – quant au recouvrement, le même dispositif subsiste, le sapin se plaçant en intermédiaire;

3° – seul le hêtre marque nettement la disposition en quinconce, ce feuillu limité à une région pluvieuse de l'adret rompant la progression rectiligne des résineux.

A considérer parallèlement les indices statistiques des aires, r et by_x nous donnant la cohésion et l'orientation prépondérante des images de points hypso-ombriques, nous trouvons de nouveau le hêtre rompant la régularité moyenne des autres essences. Il manifeste sa tendance ombrophile, qui le limite dans l'espace, plus forte relativement que celle du sapin, intermédiaire comme tendance avec celles des essences supérieures et de l'inférieure. La pente de la droite de l'arole peut surprendre; il s'agit du résultat de la fusion de deux images (aroles de l'W et de l'E de l'adret) qui en plus se situent dans la zone supérieure où les isohyètes s'empilent.

Une explication peut être attendue de la division des images selon l'exposition S ou N des points (fig. 41). En fait, au niveau de l'adret total, de faibles différences apparaissent, dans le recouvrement et l'étagement. Dans le recouvrement, les proportions générales sont gardées tant au S qu'au N, une extension altitudinaire se manifeste classiquement au S chez le pin sylvestre, le hêtre, moins chez l'épicéa. La position des points moyens selon l'exposition, mise en évidence dans le dernier graphique de la figure 47, montre une progression de la séquence des essences: dans le cas des "mésophiles" (hêtre et sapin) une extension altitudinaire seule (l'ombrique étant à la fois négative et négligeable), donc comportement demi-classique dont nous reportons plus haut l'explication; un statu quo altitudinaire et une extension ombrique en exposition N pour l'épicéa et le mélèze, un renversement complet de l'extension classique chez l'arole. Cette situation presque complètement paradoxale requiert le retour aux arguments cités au sujet des vallées exploitées par grilles: dépassement en exposition N observé chez les essences sommitales, de plus faible offre en exposition N de basse et même moyenne altitude émise par l'adret dans son ensemble, même dans le cas des vallées. Ces raisons empêchent un comportement "normal" de l'épicéa et du mélèze; quant à l'arole, ses préférences septentrionales sont si souvent soulignées dans la littérature qu'on s'étonnerait presque à le voir ici en exposition S. Dans le même sens, un coup d'œil sur les données numériques nous montre une cohésion et une pente by_x plus fortes en exposition N. En parallèle avec les effectifs nettement inférieurs dans cette situation (1/3 à 1/10 de l'effectif S, sauf pour l'arole) on constate donc une répartition N plus groupée dans son ensemble, en concordance avec les motifs exposés au paragraphe précédent.

L'extension altitudinale seule (fig. 35-39), montrant les tendances de la répartition de part et d'autre de la moyenne, accentue l'allure classique du comportement du pin sylvestre (bombement inférieur N), situe un pic relatif inférieur N chez les "mésophiles" (stations abritées de bas de pente, proches du talweg des vallées concernées) donc nuance l'impression d'équilibre S-N; chez les essences supérieures, le bombement "amont" est bien marqué, plus évident encore chez le mélèze. La notion d'étagement est ainsi appuyée par cette expression graphique simple.

6.2.1. *Equivalences écologiques régionales et répartition des essences forestières*

Dans les parties précédentes, nous avons envisagé l'adret valaisan selon un découpage géographique (W et E), et morphologique (situation de flanc et vallées). Tel un tableau à double entrée, ces critères nous permettent d'envisager la répartition des essences selon l'un et (ou) l'autre de ces aspects. Rappelons brièvement les principales caractéristiques géologiques, morphologiques et climatiques de ces deux régions géographiques: W se présente comme une bande montagneuse à calcaires prédominants, à exposition inclinant vers le SE en aval, à relief moyennement disséqué; la sécheresse y croît vers l'amont, une perméation atlantique y règne. E se manifeste par une prédominance de roches siliceuses et métamorphiques, par une exposition S, un relief peu disséqué à flanc direct fort abrupt, par une présécheresse en aval témoignant d'une perméation insubrienne, et par la présence d'un pôle froid hivernal en amont.

En résumé, W se présente comme relativement plus chaud et légèrement plus humide (surtout au niveau de la période de végétation) dans son ensemble et offrant plus de variété topographique (son bas de flanc amont siliceux corrige légèrement la sécheresse basale et des placages morainiques interviennent plus haut); E sera plus sec en aval et en bas pour la période précitée, mais plus froid dans l'ensemble du haut et en amont; sa variation géologique plus simple (bas de flanc calcaire en aval et relative absence de placages morainiques) accentueront la caractérisation sèche correspondante, sa faible diversité morphologique prétéritera les expositions N en général.

Partant du général au particulier, la figure 42 nous montre d'abord, par le cumul des aires hypso-ombriques des essences, l'ensemble hypso-ombrique de leur extension pour ces deux régions: en W l'extension altitudinale est au maximum, les essences forestières descendant près du talweg, l'extension ombrique est au maximum également, la variation du gradient altitude-précipitations étant assez forte de Martigny à Sierre. En E, l'extension altitudinale est tronquée dans le bas, vu la thermoxéricité d'origine édaphoclimatique, l'extension de l'amplitude ombrique est moindre (variation plus faible du gradient le long de l'extension géographique). D'où un aplatissement ombrique à l'E; si une tendance à la disposition en quinconce des aires et surtout des centres d'aires est décelable à l'W (à cause du hêtre d'ailleurs), elle est réduite d'un peu à l'E, si l'on veut bien, au delà de la position seule des centres d'aires, considérer les plus fortes pentes de by_x en général pour cette dernière région (exception faite pour le sapin dont le cas sera examiné plus tard).

Au sein de cet espace, l'étagement part d'une disposition générale plus élevée à l'E, fortement marquée pour le bas, plus faiblement pour le haut (le cas de l'arole est une comparaison aléatoire, au vu des rares stations d'aroles à l'W et de

la limite supérieure que leur impose le relief dans leur habitat S en aval). Cette poussée vers le haut est sensible auprès des essences qui ont une représentation jusque dans la bande inférieure de sécheresse: le sapin, centré en position moyenne, ne subit pas de variation (l'absence du hêtre ne joue aucun rôle dans ces dimensions, vu son intervention restreinte géographiquement dans l'ensemble W).

L'influence de l'exposition pour l'ensemble des deux régions se marque sur les graphiques correspondants de la figure 47. A l'extrême, on y voit le comportement net du pin sylvestre signalé plus haut, l'aléatoire de l'arole, en exposition W, avec son amplitude exagérée. Les particularités des essences intermédiaires s'expliquent en considérant les situations de flanc et de vallée. A part la montée générale à l'E, on remarquera déjà le déséquilibre N-S moins marqué à l'W, dû en première approximation au meilleur éventail d'expositions de cette région.

Quant aux deux types de situation (flanc et vallées), elles présentent des caractéristiques d'ensemble: les points moyens des aires sont en règle générale plus élevés en flanc qu'en vallées pour les essences inférieures, subégaux ou moins élevés pour les supérieures (fig. 47). Il y a là un phénomène de coincement entre la sécheresse basale et les rigueurs de mi-saison en haute exposition S, qui sont de par la nature même de la situation de flanc la règle générale; à cela s'ajoute l'occupation humaine en altitude, forte précisément dans les bandes d'une certaine ampleur, donc jouant un rôle significatif à cet égard. Les vallées, elles, présentent une image plus équilibrée et plus fournie, de par la nature même de leur extension, de leur plus fort peuplement boisé, de leur diversité d'exposition et de leur moins fort contraste climatique.

Les figures 40, 41 et 47 donnent une image progressive du jeu des trois paramètres écologiques mis en œuvre. Prises ensemble, elles donnent les indications suivantes: en flanc général, la grande pauvreté en facettes N limite les points correspondants à des effectifs presque toujours négligeables. En flanc E surtout, il n'existe guère que des points moyens S. Dans la figure où les essences sont ramenées au 100 % pour chaque exposition, l'image N est fortement "gonflée" et donne des indications faussées sur les possibilités des essences dans ce contexte. Ainsi, le graphique flanc total de la figure 47 ne permet-il pas de se réjouir autant que désiré de l'image très classique qu'il fournit d'un décalage hypso-ombrique positif normal N-S. Cependant, le nombre de points qui configurent cette expression d'ensemble lui donne une certaine véracité.

La comparaison avec les vallées des régions homologues s'établit pour W entre des couples de même essence plus équilibrés qu'en E, où les valeurs de flanc sont polarisées en expositions S. On voit donc en W le pin sylvestre et le hêtre s'établir plus haut en flanc et obtenir ainsi des valeurs ombriques sensiblement pareilles qu'en vallée. Dans l'ordre, l'épicéa, le sapin, le mélèze ne composent pas ou même arrivent par le même mouvement au résultat contraire. Quant à l'arole, il y a partage complet des expositions, unique dans chaque cas. Le rôle des précipitations est donc subordonné à l'altitude en ce qui concerne les régions moyennes et surtout hautes, pour autant que l'image de flanc toujours incomplète permette d'en juger.

En E, l'image du flanc, tronquée au N, ne permet que des comparaisons S-S. L'élévation de ces points moyens en flanc est remarquable et situe de plus l'action des bandes moyennes d'implantation humaine dans le rejet en hauteur des essences moyennes et supérieures (voir à ce sujet le test que représente la figure 33 et son interprétation). Les deux essences basales sont à mettre en parallèle. Malgré leur différence légère de comportement en vallée, le pin sylvestre avec décalage inverse

en altitude, le sapin avec décalage inverse complet, tous deux ont leur point moyen S nettement plus élevé en flanc: ici, évitement direct par l'altitude de la sécheresse planifière qui les menace directement; là (en vallée) une disposition en masse à l'épaulement aval, où, surtout à l'abri que constitue l'exposition N, la marge de chaleur du proche talweg peut être appréciée en toute quiétude. Le débouché en entonnoir des vallées dans la vallée centrale permet ce dispositif. Ainsi, quant au décalage interne de vallée, les expositions S représentent-elles les dernières positions amont de ces essences, où elles trouvent la compensation à la fraîcheur concomitante, mais ceci à moyenne (respectivement basse) altitude surtout. L'E étant plus encore le domaine du mélèze que l'W (voir chapitre suivant), sa position est forte en exposition S, sa préférée, avec d'ailleurs l'aide relative de l'homme. La position de l'arole en vallée, avec effectifs subégaux N-S, retourne au décalage normal: sa plus grande fréquence dans cette région lui permet de se comporter en essence classique; le rôle de l'homme dans sa destruction en exposition S (où de plus il est pour des raisons d'évolution climatique subrécente en relatif déséquilibre) est donc non négligeable.

Dans l'ensemble, l'expression de la région E que proposent les graphiques cités ne tiennent pas compte d'un peuplement important, surtout artificiel, parfois relictuel, en amont peut-être climatique: les divers feuillus. Ce sont eux qui, en formation ouverte naturelle (garides) ou artificielles (bocages, bosquets), tiennent le bas de pente du flanc et qui, en amont, couvrent de la surface, grâce à l'augmentation des précipitations, et relèguent l'épicéa en premier lieu (voir également le statut préservé du mélèze en région d'Aletsch selon les données de l'historique forestier).

6.2.2. *Considérations d'ensemble.*

A la lumière de ce compartimentage géographique et morphologique, nous voyons d'abord selon ce dernier les ensembles flancs (points moyens élevés, décalage tendant à la normale, mais précaire quant à son assertion par manque d'expositions N) et les ensembles vallées (respectivement points moyens plus bas et décalage s'inversant lorsqu'on atteint les essences "supérieures") former des images d'ensemble W et E où les tendances "vallées" s'affirment grâce à leurs effectifs plus élevés. Au niveau géographique, W montre, avec ses points moyens plutôt bas, des comportements N-S qui passent du normal (pin sylvestre) à l'inversé (mélèze), les intermédiaires étant subégaux (l'arole présentant une séparation géographique entre N et S); E se distance avec ses points plus élevés, ses comportements inversés dès l'épicéa, distancé en altitude du sapin qui est, lui, demi-inversé. Nous tirerons de cette situation l'impression suivante, surajoutée aux caractérisations précédentes: E, le Haut-Valais, représente bien un cadre climatique plus continental (contrasté) que W, plus dur en hiver, plus sec en été; si cependant les masses des essences s'y groupent plus haut qu'en W, il faut y voir des phénomènes concomitants. D'abord l'ensemble E présente une élévation de masse un peu plus importante que W; de même son talweg légèrement plus élevé supprime un peu des classes altitudinales inférieures. Le flanc abrupt (voir les pentes moyennes calculées par Loup 1965) est plus proche dans l'ensemble de la pente, déjà fortement exposée au S, du foyer thermique (en été) du talweg; de plus, il reçoit, à titre de correctif de mi-saison, les masses d'air fœhniques des vallées opposées, celles de la Viège tout particulièrement. Ce

flanc est le plus important fournisseur, avec le Lötschental, de points forestiers: les vallées latérales sont de faible extension et très déboisées, et de plus ce sont les feuillus qui s'étendent dans la partie amont de ce flanc où un relief plus diversifié devrait plutôt permettre aux essences majeures d'acquérir une implantation plus complète. L'ensemble géologique plutôt siliceux, donc moins bon réservoir thermique en principe que les calcaires de W, règne sur les hauteurs, au Lötschental et Aletsch; mais il offre des pentes plus continues, plus propices donc à une extension massive des essences en hauteur que les barres calcaires de W. Il n'en reste pas moins qu'un tel encouragement à la montée des essences signale un complexe de facteurs favorables supérieur à celui mentionné ici; il pourrait être d'ordre climatique (voir en altitude un abri par la neige prolongé au printemps sous l'action de la répartition de type insubrien des précipitations), paléohistorique (E participe de la région de plus ancienne extension postglaciaire en masse du mélèze), historique; nous y verrions cependant volontiers un correctif thermique positif à l'impression de froid hivernal que le pôle de Reckingen nous suggère. Une enquête dans ce sens serait profitable, elle permettrait de dépasser le stade d'esquisse que, répétons-le une fois de plus, sa conception et ses matériaux imposent à notre étude.

Enfin, au niveau des essences forestières elles-mêmes, signalons un relais de comportement chez nos mésophile (hêtre et sapin): le décalage N-S du point hypso-ombrique du hêtre est, en W, inversé en situation de vallée; c'est en E que le même décalage est affecté par le sapin. On peut voir dans ce parallèle une réaction commune à nos deux mésophiles, approchant à tour de rôle leur limite de répartition due à la continentalité et adoptant de ce fait la même disposition stationnelle.

Quant aux unités de comparaison (fig. 44-46), elles encadrent, dans l'espace hypso-ombrique, les aires des essences de l'adret. Bex-Gryon-Anzeindaz se tient à de très fortes valeurs ombriques. On peut imaginer que, une fois supprimées les précipitations excédentaires estivales qu'apporte l'influence atlantique, l'ensemble se situerait plus près de celui de l'adret. La sécheresse étendue de l'ubac provoque pour Nendaz-Isérables une descente ombrique, très groupée le long de l'axe de progression altitude-précipitations, par l'action de la faible variation géographique du gradient que traduit la carte des précipitations. Dans les deux cas, la répartition interne des aires des essences suit la disposition générale décrite plus haut.

7. Mise en place d'un facteur biotique, le sapin, selon la palette écologique régnant dans le cadre géographique

Cette essence est choisie comme cobaye pour trois raisons dont les deux dernières seules sont valables, la première étant qu'elle encourt toute notre sympathie (cf. Hainard 1966). La seconde raison s'appuie sur les exigences moyennes du sapin, qui pour l'adret valaisan dans son ensemble s'encadrent entre 900 et 2000 m d'altitude et 750 et 1300 mm de précipitations annuelles, le point moyen étant défini par les cotes 1450 m/950 mm. Ainsi, en bon test, cet arbre n'est ni arrêté par la limite de la forêt (qu'il approche cependant) ni par l'altitude de base, celle du talweg. La troisième raison est sa relative ancienneté dans la composition forestière valaisanne, elle permettra une interprétation dans le sens phytocinétique de son évolution valaisanne postglaciaire.

Un grave obstacle réside dans sa position logistique: celle d'une essence vaincue, par le climat en partie, mais surtout par l'homme et l'épicéa, ces deux alliés. La répartition du sapin est donc une image de retrait sur des positions inexpugnables en l'instant présent (et ceci pour des raisons qui n'ont pas à faire qu'avec leur écologie). Difficile à délimiter dans son extension potentielle, cette répartition actuelle nous entraîne encore plus loin de celle d'une série du sapin, qui, une fois délimitée et si possible soutenue par de plus nombreuses données thermiques que celles que nous possédons, se comporterait alors comme un élément biogéographique complet et pourrait être sanctionné par ce comparateur efficace qu'est l'aire ombrothermique.

C'est dire que nous nous bornerons à tirer de la répartition dont nous disposons des indications sur la tonalité écologique des facettes, prises catégoriellement, qui programment notre description de l'adret, puis un essai d'interprétation dans le sens de la phytocinétique de P. Rey mentionnée plus haut.

7.1. *Esquisse d'une caractérisation écologique des catégories de facettes tracées sur l'adret valaisan*

Nous reprendrons le découpage géographique utilisé jusqu'à présent et, avec comme repère les limites hypso-ombriques réelles du sapin sur l'adret valaisan (diminuées des corrections de stations extrêmes seulement): l'altitude (900-2000 m); les précipitations annuelles (750-1300 mm); le point moyen de cette distribution (1450 m/950 mm). Ainsi, nous réexaminerons brièvement W et E, flanc et vallées, pour recaractériser les facettes déjà décrites au chapitre 3. Un paramètre manquant jusqu'alors sera évalué par place: le gradient température/altitude, qui selon les deux seuls couplages possibles (cf. fig. 1) approchent de la valeur $-0{,}4^{\circ}/100$ m en moyenne annuelle. Des aberrations locales éventuelles pourront par place être repérées.

C'est pour une raison de commodité (usage de termes existants) que nous intégrerons cette notion de température aux qualifications des écarts hypso-ombriques régionaux et locaux par rapport au point moyen général, soit écart en altitude: (+ = rigophile, – = thermophile); écart en précipitations (+ = hygrophile; – = xérophile), ainsi que les quatre combinaisons intermédiaires, l'axe de progression, orienté par by_x de l'aire hypso-ombrique, allant de xérothermophile à rigohygrophile.

Dans la région W le sapin, très centré autour du point moyen général, se distance un peu (thermophilie) en exposition N; les vallées fournissent un encadrement encore plus centré, le flanc par contre manifeste une xérophilie d'ensemble plus marquée; il faut cependant dévaluer l'expression N (réduite à 5 points, voir fig. 37) et ne conserver que l'expression S (89 points) dont la position rigoxérique est en soit correctrice.

Au niveau du flanc dans son ensemble, F1 présente, comme décrit plus haut, une diagonale climatique renforcée édaphiquement que lui permet sa grande extension jusqu'au centre sec du Valais. Le sapin, selon les documents transcrits, n'est pas assez densément représenté pour l'exprimer nettement sinon par ses stations aval (1400 m/1500 mm) surplombant il est vrai des recrûs à 800 m/700 mm mais que nous avons écartés de l'aire pour cause d'avenir aléatoire. F2 – F3 – F4 – F5 présentent une gradation plus intéressante dans la poursuite de cette diagonale vers l'amont: les stations de sapin culminent respectivement de 1300 m/900 mm (F2) à 2000 m/1200 mm (F5 amont), aboutissant en majorité à la limite 1900 m/1050 mm (F5 aval, sur Cordona); l'ensemble se situant sur une étendue calcaire, le déterminisme thermique peut être invoqué (eu égard en plus aux autres facteurs biotiques décrits pour cet ensemble) et, de la valeur –0,4°C par 100 m pour l'aplomb de Montana, être jugé légèrement plus grand pour l'aval.

Au niveau des vallées, les trois déjà groupées dans la description (Lizerne, Morge, Liène) présentent comme manifestations d'ensemble les diagonales d'abaissement aval-amont des limites de végétations dans leur corps de vallée et le ressaut thermique de leur cirque sommital. Il s'y introduit cependant quelques modulations respectives.

Le corps de la vallée de la Lizerne (V1) devrait, de par son orientation, présenter des diagonales d'abaissement aval-amont symétriques sur ses deux flancs; leur nature apparemment contradictoire (flanc instable à l'W, flanc stable à l'E) tend à installer le sapin en bandes verticales échelonnées aval-amont en flanc instable, donc d'y rendre la diagonale moins visible; or $V1_4$, de trop faible extension, laisse à $V1_5$ le soin de représenter le flanc stable où, comme nous l'avons vu, les avancées des bastions calcaires voient le hêtre concurrencer efficacement le sapin en exposition S dès le tiers de l'extension aval-amont; le sapin s'y retrouve donc en bandes verticales, ce n'est qu'en altitude et en amont aux abords du cirque sommital qu'il s'établit à son aise. Ainsi, les prévisions thermiques doivent-elles s'inspirer de la diagonale avec prudence et, tenant compte de la chaleur générale de cette vallée, cas particulier à cet égard, établir des solutions de continuité dans la progression du gradient en tenant compte du relief en barres rocheuses généralisées (voir Jail 1966 pour une articulation sensiblement homologue).

C'est au niveau du cirque sommital que le contraste d'exposition intervient d'une manière décisive. La qualification d'ensemble doit être modérément chaude, moins contrastée que notre gradient de base. Les expositions N proximales sont bien pourvues de sapins qui y trouvent des précipitations exceptionnelles pour l'adret

(1200 mm à 1600 m, contre 900 à la même altitude en F5); les expositions S sont par contre dépourvues de sapin. Des faits concomitants contrebattent à première vue le caractère paradoxal qu'un tel climat local peut conférer à cette absence: un tel flanc S, calcaire, abrupt, très exploité par l'homme, remué par éboulement et chute de glacier, ne permettrait au sapin de subsister qu'en massifs forestiers préservés (ce qu'ils ne sont pas). Ici encore, au point de vue thermique une modulation S-N doit être surajoutée à celle due au relief suggérée plus haut. L'ordre de grandeur du gradient, faible dans son ensemble pour les pentes moyennes et les faces S sommitales, doit être "creusé" par le jeu de l'humidité atmosphérique signalée ici.

Dans le cas des vallées de la Morge et de la Liène le changement (qui va en augmentant) d'orientation, tendant vers l'E en amont, et la dissymétrie croissante des flancs permettent une meilleure implantation de la diagonale plus haute en Liène (1800 m dès l'aval) qu'en Morge (1600 m ibid.), conduisant donc à une plus forte installation du sapin dans le cirque sommital de cette première (1800 m, contre 1600 pour la Morge). Cette dissymétrie doit entraîner l'imputation au gradient thermique d'une diminution de l'ordre du dixième de degré pour la vallée de la Liène comparée à sa précédente, ceci pour les expositions S. L'élévation des masses montagneuses qui entourent son cirque sommital en apparaissent une cause concomitante à sa situation "amont" dans l'adret.

Quant à la Liène (V3) toujours, sa grosse population de sapin en $V3_2$ se prolongeant fort bas en $V3_1$-$V3_3$ grâce aux berges boisées de la Liène, est un fait de moindre exploitation humaine par rapport à la Morge. Cependant, les traces archivées de surexploitation du sapin en $V3_4$, où cependant il reste très fort, font de cette facette un pendant de $V3_2$, et donc à eux deux un territoire des plus favorables à cette essence. Tant pour Morge que Liène, ainsi que plus en amont, l'importance de ces facettes moyennes, déjà mentionnées au point de vue de leur écologie favorable, sera relevée dans l'historique postglaciaire.

En abordant E, nous ne rappellerons pas les paramètres écologiques qui causent une élévation générale des limites, au niveau du flanc surtout, entre F6 et $F8_1$ aval. Mentionnons simplement que la répartition du sapin (carte 2) s'étend en amont jusqu'à $V8_1$, le Baltschiedertal: limite actuelle, récente même puisque Mariétan (1940-41) signale un spécimen de sapin, dans l'herbier de Christ, provenant de la région d'Aletsch. Ainsi le sapin s'arrête-t-il avant l'abaissement en amont des limites des essences inférieures, tel le pin sylvestre qui, à la rencontre du talweg, descend dès le virage vers le SE du flanc à la hauteur de $F8_2$ (Birgisch) et disparaît au niveau de Fiesch (Gomstal). De plus, le sapin ne pénétrant que peu dans les corps des deux vallées de E, c'est donc le flanc et son voisinage qui déterminent sa situation rigo-hygrophile par rapport au point moyen général, position qui se motive ainsi quant aux deux situations principales flancs et vallées: en flanc la position du sapin, S seulement, est nettement rigophile (point moyen 1620 m/970 mm). D'aval en amont, il ne prend pas tout de suite de l'altitude: en F6, c'est de 1200 m au plus bas qu'il s'étend jusqu'à 1800 m, et il supporte le substratum calcaire encore bien étendu sur cette facette. Sa présence discontinue est le fait d'une forte exploitation dont la cicatrisation a offert des possibilités d'implantation aux essences plus héliophiles. Sur l'ensemble de F6, une gradation aval-amont apparaît déjà, rendue sensible par le "décollement" du pin sylvestre qui, en amont, s'élève légèrement au-dessus du talweg qu'il colonisait en aval (Bois de Finges, ceci au moyen de la "race" de plaine qui s'étend d'ailleurs aux premières pentes rocheuses calcaires). Un gradient thermique sans grandes complications nouvelles par rapport à la por-

tion contiguë de W s'exerce donc sur cette portion de flanc, dont la pente d'ailleurs n'atteint pas la raideur des suivantes en amont.

F6 est encadré d'une manière intéressante par les deux vallées d'E, d'abord la vallée de la Dala (V5) dont la présence, en tant que milieu moins sujet à la sécheresse valaisanne, et la position de vallée climatiquement fraîche influent certainement sur la physionomie modérée de F6 aval. Le sapin, dans cette vallée, ne se trouve en forêt conséquente qu'à l'épaulement de son débouché en exposition ENE de 1100 à 1500 m d'altitude et déjà sous 900 à 1100 mm de pluie (selon l'abaissement des isohyètes que l'on peut concevoir à partir du chiffre de précipitations élevé, à pointement estival, que présente Leukerbad). C'est donc une position hygrothermique par rapport à l'ensemble sapin des vallées E. Cette tonalité plus agréable que $V5_1$ doit en partie à son exposition ne peut se retrouver en $V5_2$ et $V5_3$ (facettes suivante et opposée) d'exposition tendant au S. Cependant, on retrouve le sapin disséminé en amont, d'abord en facette S puis en bas de paroi WNW, jusqu'à 1500 m toujours. Enfin un pied se trouve en $V5_5$, 1800 m/1300 mm en pleine exposition S: le caractère relictuel de cette station est évident; elle n'en étaye donc que mieux l'image d'une répartition plus étendue et plus fournie dans ce milieu privilégié pour "mésophiles", et que l'exploitation retracée plus haut a démolie.

Ensuite, dans le Lötschental (V6), le sapin, qui y compte 5 fois plus de points sur notre carte de base que la vallée de la Dala, y établit d'une manière prépondérante sa position des vallées E par rapport au point moyen général: rigohygrophile. Rappelons que son déversement altitudinal S-N inversé, sa descente diagonale rapide dans le cours du premier tronçon de la vallée suggèrent un tassement de sa répartition contre l'épaulement du débouché, selon les raisons invoquées plus haut. Son extension dans les deux flancs $V6_1$ (exposition E) et $V6_2$ (exposition W) est sensiblement égale, sa présence par contre plus forte en $V6_2$ qui offre un peu plus de retours topographiques S en amont. Son absence en amont est commentée dans la description.

Quant au flanc qui se poursuit en amont (F7), entaillé de 3 vallées abruptes, rectilignes et courtes ($V7_1$ = Ijolital, $V7_2$ = Bietschtal, $V7_3$ = Baltschiedertal), il voit le sapin restreindre son extension à 1600-1800 m/1000-1100 mm; de l'aval où au-dessus de Laden il forme la seule station fournie, déjà citée plus haut, il s'étend decrescendo au-dessus des calcaires de bas de pente, sauf sa dernière station amont, un pied isolé sur calcaire à 1950 m/1200 mm sous le Wiwannihorn, en $F7_3$. Seule "mésophile" de la région, "percolée" par pin sylvestre et mélèze, notre essence semble être la manifestation arborée d'un étage montagnard coincé au maximum entre les chênes de Laden (qui montent eux-mêmes à 1200 m) et la forêt de mélèze (et d'arole par place) qui la domine directement. L'apparence relictuelle de cette implantation sera examinée plus bas.

Ce sont les vallées intercalaires qui portent le sapin en plus grande densité, tel le Bietschtal dont la Haselwald, en demi-abri derrière l'arête descendant du Wiwannihorn, se trouve grâce à cette correction d'exposition sur calcaire et où le sapin est très dense de 1200 à 1700 m. Une répétition amont, réduite en extension (1400 m environ), se trouve alors sur calcaire et en exposition S. La dernière station de l'adret, en $V8_1$, se trouve être un pied abrité tout classiquement derrière le débouché, 1400 m/1000 mm sur cristallin.

Ce dernier ensemble traduit donc, malgré la restriction de l'aire actuelle du sapin, le contraste entre le flanc et les vallées: la présécheresse basale et la participation des premières pentes très directes, opposées à la rigueur et au contraste des

hautes masses rocheuses très proches. Soutenu sur une partie de son extension par le contraste édaphique calcaire-cristallin, ce milieu ne peut offrir à notre essence qu'une implantation coincée en altitude sur le flanc prolongé par son extension amont le long des vallées. Cette disposition devrait traduire un gradient température/altitude faible pour les pentes directes, fort pour les anfractuosités que constituent les vallées courtes; l'histoire des forêts de cette région est trop brutale pour nous avoir laissé d'éventuels prolongements de surfaces boisées nous permettant d'amender cette impression.

Dès l'amont de Visp, l'absence du sapin nous borne à signaler l'abaissement des isohyètes et l'augmentation forte du gradient température/altitude dès Brig (fig. 1). Une situation plus mésophile est créée, permettant le retour en quantité appréciable du châtaignier, disparu presque complètement dès les abords du coude de Martigny (cf. Closuit 1958 pour plus de détails). Le froid hivernal devient, cependant, un facteur limitant, doublé de sécheresse estivale sur la suite du flanc en amont de Brig. Quoiqu'en ubac quelques pieds isolés s'égrènent (le dernier à Oberwald, selon les forestiers, soit 45 km plus en amont que sur l'adret), le sapin semble en tout cas absent depuis longtemps de cette extension d'adret en Gomstal. Les dévastations forestières (feu, coupes) ne laissent dans les archives pas de traces spécifiant sa présence. Les forestiers ne croient pas du tout au succès d'une éventuelle réimplantation.

En conclusion, la répartition de cette essence modérée, son comportement, (étalement dans les vallées W, coincement aux charnières flanc-vallée à l'E) nous ont permis, tout en approchant quelques démarches locales probables de paramètres écologiques groupés autour du gradient température/altitude, de souligner la caractérisation régionale établie précédemment.

7.2. *Considérations phytocinétiques sur la constitution, au cours du postglaciaire, du statut actuel du sapin sur l'adret*

L'application à notre territoire d'étude de la démarche phytocinétique établie par Rey (1960) serait le niveau élevé d'intégration au moyen du comparateur biogéographique, l'aire ombrothermique, qui permettrait, entre autres, de régler le cas du sapin. Renonçant pour le moment à obtenir une vision dans le temps aussi étendue et aussi fortement établie que l'auteur précité et compte tenu des raisons restrictives déjà invoquées plus haut, nous nous bornerons à mettre en parallèle les données fournies par les investigations palynologiques locales et les grandes lignes de la démarche précitée. Cependant, les résultats obtenus entre autres par Mlle Izard (1962) sur une région bien délimitée des Pyrénées nous font garder l'espoir d'obtenir, avec en main la documentation ad hoc, une appréhension plus ferme du processus stationnel suivi par le sapin, l'évolution générale de la végétation et ses manifestations locales étant de plus en plus éclairées par la puissante recherche palynologique.

Pour éviter une succession de chronologie de diverses natures, nous confondrons en un survol dans le temps, en suivant les périodes climatiques postglaciaires dès le préboréal, la démarche climatique intégrée par Rey et les constatations palynologiques régionales que nous tirons avant tout de deux auteurs, en tant qu'expres-

sion compilatoire des nombreuses autres recherches effectuées: Welten (1958) et Zoller (1964), ainsi que de l'étude aussi précieuse que récente de Vera Markgraf (1969), qui relève l'impact concret de l'évolution postglaciaire sur une région haut-valaisanne à la limite de la forêt.

Or, d'emblée, une constatation majeure s'impose: l'histoire de la composition forestière valaisanne est, comme dans l'ensemble des Alpes centrales, une pièce de théâtre où les acteurs principaux font leur entrée, successivement, acte après acte. A chaque acte, le plateau que constitue le complexe stationnel du moment est à partager entre des acteurs toujours plus nombreux, et toujours plus sur la base de leur aptitude concurrentielle que selon la distribution pure et simple de leurs appétences écologiques, d'ailleurs fort étendues donc largement confondues.

Certes, une investigation proprement phytocinétique, partant de la situation actuelle, selon le cheminement dialectique remontant le cours du temps suivi par les auteurs des travaux précités, mettrait en évidence des territoires idoines à l'hébergement d'éventuels précurseurs encore ignorés qui, homologués par la recherche palynologique, amenderaient dans une certaine mesure l'ordre décalé des arrivées des essences et restituerait aux phénomènes post-glaciaires le caractère particulier que lui assigne Rey. Pour l'instant, nous nous en tiendrons aux évidences actuelles, dont la démarche générale, appuyée par le nombre de travaux, ne risque guère de subir de grands changements dans l'avenir.

Pour la chronologie qui suit, nous tirons de Welten (1958) et Zoller (1964) les noms des périodes accordés à ceux utilisés par Rey, les dates, appuyées sur des datations au C_{14}, les observations des présences d'essences constatées dans les analyses polliniques; de Rey (1960), les données climatiques.

Durant le préboréal (8300 a.C. à 6500 a.C.) période froide et sèche, en Valais le recul glaciaire est en cours, le pin sylvestre domine exclusivement dans les régions inférieures, en compagnie du bouleau qui accompagne l'arole dans les régions supérieures. Au S des Alpes, le sapin venant du SW, atteint le Tessin et s'avance jusqu'au pied S du Gothard, pénétrant un peuplement étendu de pin sylvestre et bouleau qui ne lui offre guère de résistance.

Passant au boréal (6500 a.C. à 5500 a.C.), la période se réchauffe, à sa fin la température est supérieure à l'actuelle. En Valais, comme c'est le cas pour Aletsch, le glacier quitte la vallée principale et se retire dans les vallées latérales. Le mélèze intervient en quantité appréciable dans son territoire de dominance naturelle, les hautes Alpes valaisannes (Welten juge son extension périphérique comme le résultat plus tardif d'une catalyse par l'homme). Au N des Alpes, Plateau et Jura, la chênaie mixte et le noisetier s'étendent en force aux dépens du pin sylvestre; en Valais, ce phénomène se limite aux chênes et aux ormes dans des niches favorables, le noisetier n'atteint pas d'extension importante. Au S des Alpes, le sapin, fortement établit en Léventine, passe dans la vallée supérieure du Rhin (Vorderrheintal) au plus tard à la fin de cette période, le col du Lukmanier (1900 m) paraissant à Zoller (1964) avoir été le plus favorable. En fin de période, une baisse thermique est enregistrée en Haut-Valais par Vera Markgraf (1969) sous forme d'un recul de l'arole laissant une forêt claire principalement composée de mélèzes et de bouleaux. L'auteur date cette phase, et du même coup la fin de la période à 6200 a.C.

L'atlantique ancien (5500 a.C. à 4000 a.C.) marque la continuation de la période plus chaude et plus sèche (xérothermique) dont la tendance maximum, avec augmentation de température de l'ordre de 2° (Rey 1960, Iversen in Zoller 1964) et diminution des précipitations, est datée à 5000 a.C.

La dominance de la chênaie mixte au N, du sapin au S s'affermit encore et le développement de la situation du début de la période suivante se prépare. Vera Markgraf note les premières traces du sapin et, à la fin de la période, celles du hêtre; l'arole augmente à nouveau, le bouleau diminue en conséquence.

Au cours de l'atlantique récent (4000 a.C. à 2500 a.C.), période de grand changement, le sapin se trouve étendu en toutes directions, contournant les sommets des Alpes françaises; il est dès le début de cette période dominant sur les deux versants des Alpes. Il s'établit sur l'adret valaisan, où il se trouve jusqu'à Aletsch (Welten 1958), se tenant dans la "zone des brouillards". Cette arrivée du sapin avant l'épicéa, établissant sa dominance temporaire, est un fait des Alpes occidentales pour des raisons géographiques.

De 4000 à 3000 a.C. donc, l'implantation générale du sapin s'effectue entre les pinèdes basales et les forêts supérieures d'arole et de mélèze. L'arrivée progressive de l'épicéa, venant vraisemblablement de l'E, devient décelable en Valais, en même temps que les premières traces de l'activité humaine sont bien établies (traces de feux en altitude en Haut-Valais).

De 3000 à 2500 a.C., fin de la période, la tendance océanique, fraîche et pas trop chaude s'accentuant, marque la transition vers le mésohygrothermique de la période suivante. En Haut-Valais, Vera Markgraf met l'accent sur l'activité humaine, déjà très nette, faisant reculer le sapin et le pin à l'avantage du bouleau et du noisetier et instaurant un début de dégradation des sols.

Au subboréal (2500 a.C. à 800 a.C., 600 a.C. selon Vera Markgraf), le rafraîchissement amorcé précédemment se poursuit, arrivant à un maximum autour de 1500 a.C., avec une augmentation des précipitations relativement importante et une diminution de température de 1° environ (Rey).

Sur le versant N des Alpes et au N du Tessin, l'épicéa établit sa puissante zone supérieure et, en synergie avec l'évolution thermique, contraint le sapin à une descente altitudinale. Le hêtre commence à agir en sens contraire en basse altitude.

En Valais, c'est dès le milieu de la période, nettement seulement à sa fin, que l'épicéa intervient en force et prend l'altitude au sapin. En Haut-Valais, Vera Markgraf le voit progresser dès le début de la période. Le hêtre doit également être présent mais modestement et s'avancer en moyenne altitude, plus favorable que maintenant. Des restes fossiles probablement de cette période, sont cités par le professeur A. Jayet (oral) dans les tufs de Vichères (val d'Entremont): cette présence implique une montée de 200 m par rapport aux dernières stations actuelles, au pied du Catogne (1200 m), sans d'ailleurs que ce déplacement ait entraîné de changement dans la lame d'eau annuelle d'une station à l'autre (les deux points se trouvent dans l'îlot relativement xérothermique centré sur Orsières). Ainsi cette région de Martigny, participant du climat valaisan et de la perméation atlantique, montre encore une fois son potentiel écologique favorable, un autre point intéressant étant la conservation du contact sapin-rhodoraie (arole) dans la région de Champex, qu'on ne retrouve ailleurs qu'au Tessin central et plus proche, mais atténué, dans la station souvent citée ici de Laden/Hohtenn ($F7_1$).

Au point de vue général, Welten et Zoller s'accordent pour voir à cette période la montée maximale de la forêt dans les Alpes qu'ils limitent cependant à 100-200 m plus haut que la limite naturelle actuelle (à première vue, on verrait cette pointe s'effectuer plutôt en période thermique maximale, mais alors les essences capables d'exploiter cette bande altitudinale supérieure n'étaient pas encore de la partie dans l'ensemble des Alpes).

En conclusion de cette période, la diminution du sapin et sa relégation en moyenne altitude sont en cours. L'avance de l'épicéa semble à Vera Markgraf imputable à un complexe de facteurs au premier rang duquel elle place l'action humaine dont elle relève la trace nette dès la période précédente. En effet, l'aptitude concurrentielle de l'épicéa est supérieure à celle des autres essences dans le contexte climatique régnant, mais "wenn erst einmal Platz geschaffen ist". Dans la région dont son étude témoigne, elle voit déjà à 2200 a.C. de puissantes traces d'incendies, détruisant toute la forêt locale, donc au dépens de l'arole et du sapin (qui poussait alors jusqu'en limite de forêt et n'y revint jamais). La création artificielle de tels vides écologiques représente bien en effet un facteur d'accélération primordial pour l'avancée de l'épicéa.

Au subatlantique enfin (800 a.C. à actuel) la dégradation climatique se poursuit, la température diminue en tout de 0,5 à 1°, les précipitations s'abaissent de 200 mm. Période "meurtrière", la correction stationnelle imposée aux essences étant contraire à la progression altitudinale des deux facteurs incriminés et rendant nécessaire une translation écologique pas toujours possible (Rey).

Cet effet n'est d'ailleurs peut-être pas immédiat: Lüdi (in Zoller 1964) constate dès le début de cette période une "Vermoorung" (extension des formations tourbeuses) sur le versant N des Alpes et en déduit une augmentation des précipitations contribuant à l'accentuation de la dégradation des sols (acidification). Le nouveau milieu ainsi formé voit de toutes façons se poursuivre le recul du sapin et l'avance de l'épicéa. Episode, prolongement local du mésohygrothermique en faciès humide, oscillation se rapprochant de celles observées au niveau historique, de quoi qu'il s'agisse le résultat est le même: protohistoriquement déjà, historiquement ensuite, l'homme a pris en main la phytocinétique et lui assurera dès le Haut-Moyen-Age une efficacité nouvelle propre à masquer les incidences de l'ancienne.

Cette chronologie résumée s'inscrit bien dans le cadre phytocinétique et laisse entrevoir l'intérêt d'une analyse complète. A première vue, la participation du sapin commençant après le maximum xérothermique, lui faisant subir une descente thermique continue, l'oblige à quitter ses premières positions élevées en un mouvement de descente dont nos stations culminales actuelles sont des étapes; la translation écologique nécessitée au subatlantique l'incite à se replier en ses dernières situations fortes (facettes aval des corps de vallées peu ou prou abritées), translation appuyée par l'épicéa, puis également par l'homme.

Cependant, l'entrée du sapin dans le Vorderrheintal à la fin du boréal incite à penser que le col du Simplon aurait pu jouer un rôle identique et synchrone à celui du Lukmanier (le col valaisan n'étant que de 100 m plus élevé que ce dernier). La présence du sapin de part et d'autre de ce col semble être le témoin éventuel de ce passage, que du point de vue thermique la hausse atlantique aurait pu rendre possible. Mais c'est la sécheresse estivale, inhérente à cette région d'influence insubrienne et relevée par le contexte climatique régnant alors, qui a pu empêcher ce passage, dont Vera Markgraf écarte d'ailleurs la possibilité. Cependant les traces de sapin qu'elle signale dès l'atlantique ancien laissent un espoir de maintenir a priori l'hypothèse d'une petite population de sapin tôt émigrée du sud, installée sur l'ubac haut-valaisan en position d'attente et s'étendant dès le rafraîchissement du climat à la rencontre de la masse arrivant classiquement de l'W et par les basses échancrures des crêtes aval. Dans ce sens général, Zoller (1964) insiste en conclusion sur l'isolement des refuges glaciaires du sapin, de ses voies d'accès, sur les races génétiques ainsi vraisemblablement différenciées. Leur présence pourrait être éven-

tuellement diagnostiquée, non cytologiquement (vu la monotonie caryologique de ces taxons), non morphologiquement (vu la plasticité de leur habitus), mais peut-être est-ce écophysiologiquement que le sapin de l'adret valaisan oriental pourrait encourir cette discrimination qu'il semble mériter à première vue (voir, au sujet des impressions personnelles de l'auteur, Hainard 1966).

8. Conclusion

Le Valais, bien connu pour ses beautés naturelles, le doit à sa configuration et aux conditions qu'elle dicte à son milieu. Ainsi, en plus de l'attachement génotypique que nous lui manifestons, a-t-il été choisi pour une recherche d'une certaine extension géographique.

Notre enquête a donc porté sur trois plans: la répartition d'éléments biotiques (essences forestières et, partiellement, affectation humaine des territoires) disposée selon les paramètres écologiques majeurs (altitude, exposition, précipitations; nature géologique du sous-sol invoquée dans son rôle de correctif écologique) dans un cadre géographique (l'adret valaisan, pris dans son contexte de vallée alpienne, accompagné des zones périphériques). Le résultat est que, par cette première analyse, nous avons pu établir des rapports entre ces trois plans, les éclairer l'un par l'autre et amener un certain nombre de précisions.

Le cadre valaisan, dont la continentalité est défendue par l'altitude des chaînes qui le conforment, abrite un complexe d'îlots xérothermiques à partir desquels les paramètres climatiques s'ordonnent selon l'étagement altitudinal classique. La tonalité continentale, renforcée localement par le vent de vallée, est amendée par l'influence du régime atlantique au NW, par celle du régime insubrien au SE. Ainsi dans cet ensemble voyons-nous les essences majeures être des cônifères (pin sylvestre, sapin, épicéa, mélèze, arole), les feuillus réduits à la portion congrue, à part le hêtre dont l'extension réduite à l'W dénote la dépendance des manifestations atlantique.

Cette situation se traduit au niveau de l'adret par un renforcement des contrastes (exposition générale S, substratum généralement calcaire, s'opposant au régime climatique sommital, siliceux en amont, baignant dans l'ambiance du versant N des Alpes), colorés à l'W et à l'E par les influences susdites, et donc présentant un éventail étendu de conditions du milieu.

Des considérations géomorphologiques nous ont fait séparer les situations de flanc (pentes directes donnant sur la vallée principale) des situations de vallées (vallées latérales plus ou moins courtes) au sein d'un adret coupé lui-même au niveau de Sierre grosso modo en une moitié aval (abrégé "W") et une amont ("E"), et dont les caractères seraient pour W: une ouverture sur l'aval, donc sur le régime atlantique, avec présécheresse peu marquée, et une amplitude altitudinale commençant plus bas, dans une vallée principale plus ouverte, avec une morphologie plus diversifiée, comprenant un appareil de vallées latérales moyennes; tandique qu'en E se présente une relégation en amont, donc influence insubrienne, avec présécheresse plus marquée, et influence du pôle froid amont, ainsi qu'une amplitude altitudinale aboutissant plus haut, dans une vallée principale plus fermée, à relief abrupt et à courtes vallées latérales.

Les limites générales de la répartition des essences forestières, ainsi que celles, délimitées, de l'affectation humaine, traduisent un niveau de contraste entre ces types de territoires que l'on peut observer sur les synthèses graphiques (histogrammes, aires hypso-ombriques). Au-delà des rapports classiques que ces essences mani-

festent dans la progression altitudinale et dans l'espace hypso-ombrique (étagement au sein d'un recouvrement, tendance à la "disposition en quinconce" due à la présence du hêtre, seul feuillu parmi les conifères), on distingue des réactions d'ensemble selon les situations de flanc et de vallées. En flanc, l'implantation générale est plus élevée, accompagnée d'un fort décalage en altitude selon l'exposition. En vallée, l'implantation générale est un peu plus basse, accompagnée d'un moins fort décalage, les vallées offrant d'aval en amont une gradation rigohygrique recouvrant le rôle de la compensation altitudinaire.

En comparant W et E, on trouve en W une implantation générale un peu plus basse (rôle de l'amplitude altitudinale, des reliefs limitants calcaires dans le haut, de la moindre élévation de masse et du régime climatique plus favorable au point de vue xérothermique dans les zones basales). Tandis qu'en E se présente une implantation plus élevée, pour des raisons inverses aux sus-mentionnées, un balancement N-S tendant très vite à l'inversion, le sapin, qui parvient là à sa limite, présentant le même comportement en situation de vallée que le hêtre en W.

En général, le comportement dans l'espace hypso-ombrique des espèces basales mène à une compensation N-S classique, celle des essences sommitales à une situation inverse: elles n'atteignent pas leur limite supérieure naturelle en exposition S (action de l'homme, déneigement rapide) et sont plus à l'abri en exposition N, ceci au plus en E, où les conditions locales résumées plus haut renforcent le phénomène.

Dans ce groupe d'essences, le sapin nous a semblé un sujet de choix pour une esquisse de la réalisation dans le temps de la situation actuelle: en effet, ses exigences moyennes lui font tenir ses limites naturelles à l'intérieur de l'amplitude écologique du milieu et lui permettent cependant une distribution sub-continue tout au long de l'adret. Dans un aperçu phytocinétique holocène, nous l'avons vu s'établir nettement en Valais lors du xérothermique, le plus favorable pour son installation en altitude, puis, sous les coups de la dégradation climatique et de l'intervention d'un concurrent puissant (l'épicéa joue ce premier rôle), se retirer dans un territoire de plus en plus coincé, de préférence au voisinage de la charnière flanc-vallées, et ceci de plus en plus d'aval en amont (gradation climatique d'W en E). L'homme (phytocinétique actuelle) a pris par la suite une part active à ce phénomène: les documents historiques sont unanimes sur ce point.

Ainsi, une cartographie d'éléments biotiques, élémentaire et toute concrète dans son niveau peu élevé d'intégration, peut, nous semble-t-il, préciser et certifier, si sa masse d'information est suffisante, des phénomènes d'ensemble et les trouver, de par sa démarche, imbriqués dans le contexte humain dont le rôle est loin d'être négligeable: responsable en bonne partie de l'état actuel, par restriction, substitution, appauvrissement sur place des peuplements naturels, il a prouvé sa puissance; que donnerait-il, constructif, dans le cadre d'un plan d'aménagement (pris ici dans son sens originel) et de restauration ? Les traces de la surexploitation du XIXe siècle restent indélébiles. Il est curieux d'entendre une voix s'élever avant ce coup final de la déforestation valaisanne, celle du préfet de la République du Simplon qui, à Brigue, un 23 décembre 1812, dit aux conseillers communaux réunis: "On a toujours considéré ici les forêts comme on considère ailleurs les carrières d'où l'on extrait des matériaux selon les besoins sans prévoir leur épuisement et sans y attacher aucune valeur. On envisage les dépenses des gardes comme impôt et non point comme les frais d'une administration nécessaire et devant assurer des ressources permanentes aux habitants actuels et à leur postérité. Il faut enfin revenir de ces erreurs; les forêts de ce département sont des propriétés communales dont la nature

et l'utilité exigent l'application suivie de réglements spéciaux de conservation..." (in Meyer 1955, qui ne s'est pas non plus refusé le plaisir de cette citation). On pouvait toujours parler de nature et d'utilité des forêts montagnardes quand l'aube d'une époque industrielle et ferroviaire annoncait un demi-siècle de massacre. C'est par la suite que ces notions réapparurent en clair: loi fédérale draconienne, constructions de murs d'avalanches, réserves, reboisement.

Les besoins en bois d'œuvre et de chauffage du XIXe siècle ont disparu, laissant à la forêt le droit de vivre pour elle-même et ainsi de jouer son rôle actuel de protection et d'agrément, ce dernier aspect étant toujours plus mis en valeur par l'expansion de la civilisation. Ainsi serait-ce éminemment regrettable que, par cette indécrochable "routine du progrès" (Robert Hainard) on continue à vouloir réaliser à ses dépens des structures et des équipements, rentables à court terme, mais qui sont loin d'atteindre à la valeur croissante que constitue la présence d'un vaste milieu naturel. Après avoir évalué la phytocinétique holocène naturelle, on ne peut que s'alarmer de l'efficacité brutale dont s'enorgueillit la phytocinétique artificielle.

Mais la dure expérience a-t-elle porté des fruits vraiment mûrs ? La restauration entreprise est belle, difficile; comme toute cicatrisation, elle nécessite des soins ("si l'aide de l'homme peut accélérer l'œuvre de la nature, pourquoi la lui refuser" H. Gaussen 1954), et surtout elle exige que de nouvelles plaies soient évitées, en ces temps où ni les prétextes ni les moyens ne manquent. "Les forêts du Valais, c'est un monde" disait un chasseur sur les pentes du Catogne. Un monde rude et prenant, mais fragile aussi, sensible au déséquilibre comme toute forêt de montagne.

Cette évidence est une des raisons de la gratitude que j'ai, à travers cette étude, envers ses instigateurs, avec le plaisir que je leur dois d'avoir parcouru ce beau pays que je croyais connaître.

BIBLIOGRAPHIE DES AUTEURS CITÉS

Bagnouls, F. & H. Gaussen (1957) Les climats biologiques et leur classification. *Ann. Géogr.* 66: 193-220.

Binz, A. (1908) Gebiet des Binnentales. *Erheb. Verbr. Wildw. Holzarten Schweiz* 2: 1-46.

Bouet, M. (1947-1948) L'insolation en Valais. *Bull. Murith. Soc. Valais. Sci. Nat.* 65: 82-94.

– (1950) La pluie en Valais. *Bull. Murith. Soc. Valais. Sci. Nat.* 67: 1-22.

– (1951) Le fœhn en Valais. *Bull. Murith. Soc. Valais. Sci. Nat.* 68: 54-73.

– (1952) Le brouillard en Valais. *Bull. Murith. Soc. Valais. Sci. Nat.* 69: 1-9.

– (1953) L'orage en Valais. *Bull. Murith. Soc. Valais. Sci. Nat.* 70: 9-24.

– (1954) Brise de vallée et température. *Bull. Murith. Soc. Valais. Sci. Nat.* 71: 56-61.

– (1960) Pluie, neige, brouillard et orage dans le Valais central. *Bull. Murith. Soc. Valais. Sci. Nat.* 77: 8-19.

Braun-Blanquet, J. (1961) *Die inneralpine Trockenvegetation.* G. Fischer, Jena (273 p.).

– & J.-L. Richard (1949) Groupements végétaux et sols du bassin de Sierre. *Bull. Murith. Soc. Valais. Sci. Nat.* 66: 106-138.

Brockmann-Jerosch, H. (1925-1929) Die Vegetation der Schweiz. *Beiträge Geobot. Landesaufn. Schweiz* 12 (499 p.).

Candolle, A. de (1855) *Géographie botanique raisonnée.* Masson, Paris. (1366 p.).

Christ, H. (1907) *La flore de la Suisse.* Georg, Bâle, Genève & Lyon.

Closuit, R. (1958) Le châtaignier dans la vallée suisse du Rhône. *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen* 34: 183-220.

Eredia, F. (1934) Le precipitazioni atmosferice in Italia nel decennio 1921-1930. *Pubbl. Serv. Indogr. Naz. Stato* 16 (320 p.).

Favarger, C. (1958) *Flore et végétation des Alpes. II. Etage subalpin, avec considérations sur le Jura et les montagnes insubriennes.* Delachaux & Niestlé, Neuchâtel (274 p.).

Frenzel, B. (1959) Die Vegetations- und Landschaftszonen Nord-Eurasiens während der letzten Eiszeit und während der postglazialen Wärmezeit. I. Teil: Allgemeine Grundlagen. *Akad. Wiss. Abh. Math.-Naturwiss. Kl.* 1959: 935-1099.

– (1960) id. II. Teil: Rekonstruktionsversuch der letzteiszeitlichen und wärmezeitlichen Vegetation Nord-Eurasiens. *Akad. Wiss. Abh. Math.-Naturwiss. Kl.* 1960: 287-453.

Furrer, E. (1923) *Pflanzengeographie der Schweiz.* Beer, Zürich (331 p.).

Gams, H. (1927) *Von den Follatères zur Dent de Morcles.* Huber, Bern (760 p.).

Gaussen, H. (1926) Végétation de la moitié orientale des Pyrénées. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 55 (572 p.).

– (1954) *Géographie des plantes.* Colin, Paris (224 p.).

Gutersohn, H. (1961) *Geographie der Schweiz in drei Bänden.* Vol. 2/1. Kümmerly & Frey, Bern (486 p.).

Guyot, H. (1934-1935) Phytogéographie comparée du Valais et de la vallée d'Aoste. *Bull. Murith. Soc. Valais. Sci. Nat.* 52: 16-35.

Hainard, P. (1965) Répartition des essences forestières sur l'adret valaisan. *Arch. Sci.* 18: 711-716.

– (1966) Le vouargne. *Mus. Genève* 67: 9-13.

Hainard, P. (1968) Distribution des essences forestières sur l'adret valaisan selon l'altitude et l'exposition. *Candollea* 23: 131-142.

Izard, M. (1962) Essai sur l'histoire quaternaire récente de Endressia pyrenaica Gay. *Bull. Serv. Carte Phytogéogr.* Sér. A, Carte Vég. 6: 45-75.

Jail, M. (1966) Températures et types de temps le long d'un adret. *Rev. Géogr. Alpine* 54: 443-457.

Kuoch, R. (1954) Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weisstanne. *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen* 30: 133-260.

Leibundgut, H. (1938) *Wald und Wirtschaftsstudien im Lötschental.* Zürich (thèse EPF).

Loup, J. (1965) *Pasteurs et agriculteurs valaisans: contribution à l'étude des problèmes montagnards.* Grenoble (thèse, 573 p.).

Luyet, F. (1961) Savièse: aperçu historique. Quelques mots sur le Sanetsch. *Bull. Murith. Soc. Valais. Sci. Nat.* 78: 102-108.

Mariétan, I. (1937) Sur la région de Nendaz. *Bull. Murith. Soc. Valais. Sci. Nat.* 55: 67-77.

– (1941) Vallée inférieure de la Massa (Valais). *Bull. Murith. Soc. Valais. Sci. Nat.* 58: 96-109.

– (1961) Notes de sciences naturelles sur Savièse et le Sanetsch. *Bull. Murith. Soc. Valais. Sci. Nat.* 78: 98-102.

Markgraf, V. (1969) Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an einem Moorsee an der Waldgrenze im Wallis. *Bot. Jahrb. Syst.* 89: 1-63.

Meyer, K. A. (1950) Frühere Verbreitung der Holzarten und einstige Waldgrenze im Kanton Wallis. I. Unterwallis. Linkes Rhoneufer. *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen* 26: 683-750.

– (1951) id. II. Mittelwallis. *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen* 27: 287-347.

– (1952) id. III. Im Rhoneknie und Landschaften des rechten Rhoneufers vom Mont Rosel bis Eggerberg. *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen* 28: 157-208.

– (1955) id. IV. Oberwallis. *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen* 31: 563-668.

Rey, P. (1954) Photographie aérienne et connaissance du milieu alpin. In: *Etude botanique de l'étage alpin, particulièrement en France*: 23-26. Paris.

– (1960a) Phytocinétique du sapin de l'Aude. *Bull. Serv. Carte Phytogéogr.* Sér. A, Carte Vég. 6: 37-39.

– (1960) *Essai de phytocinétique biogéographique.* CNRS, Paris (400 p.).

– (1962) Fondements et perspectives de la phytocinétique biogéographique. *Année Biol.* 1: 275-296.

Rikli, M. (1909) Die Arve in der Schweiz. *Neue Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges.* 44 (483 p.).

Roten, M. (1964) *Recherches microclimatiques sur la vallée du Rhône en Valais.* Fribourg (thèse, 192 p.).

Schüepp, M. (1960) Lufttemperatur 1. Teil. *Ann. Schweiz. Meteorol. Zentralanstalt Beih.* 1959 (= *Klimatologie der Schweiz* I/C/1): 1-14.

– (1961) Lufttemperatur 2. Teil. *Ann. Schweiz. Meteorol. Zentralanstalt Beih.* 1960 (= *Klimatologie der Schweiz* I/C/2): 15-62.

– (1962) Sonnenscheindauer 1. Teil. *Ann. Schweiz. Meteorol. Zentralanstalt Beih.* 1961 (= *Klimatologie der Schweiz* I/I/1): 1-36.

– (1963) Bewölkung und Nebel. *Ann. Schweiz. Meteorol. Zentralanstalt Beih.* 1962 (= *Klimatologie der Schweiz* I/4) (68 p.).

Uttinger, H. (1949) Die Niederschlagsmengen in der Schweiz 1901-1940. In: *Führer durch die schweizerische Wasser- und Elektrizitätswirtschaft* ed. 3, vol. 2. Schweiz. Wasserwirtschaftsverband, Zürich (28 p.).

Uttinger, H. (1965) Niederschlag, 1.-3. Teil. *Ann. Schweiz. Meteorol. Zentralanstalt Beih.* 1964 (= *Klimatologie der Schweiz* I/E/1-3): 1-124.

– (1966) Niederschlag 4. Teil. *Ann. Schweiz. Meteorol. Zentralanstalt Beih.* 1965 (= *Klimatologie der Schweiz* I/E/4): 125-170.

Villaret, P. (1956) *Etude floristique de la vallée d'Anzeindaz.* Lausanne (thèse, 264 p.).

Welten, M. (1958) Die spätglaziale und postglaziale Vegetationsentwicklung der Berner-Alpen und -Voralpen und des Walliser Haupttales. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich* 34: 150-158.

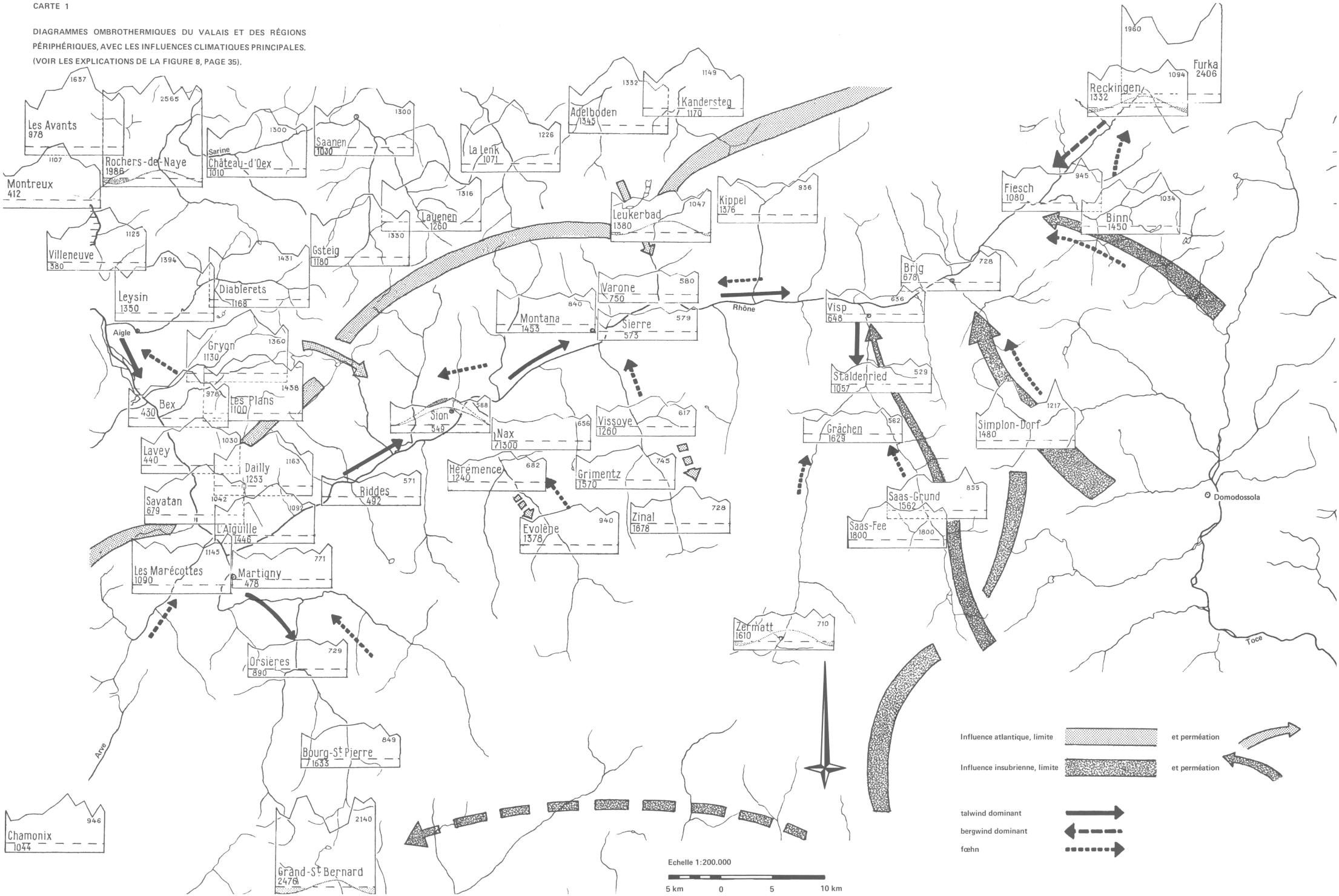
Yerly, M. (1962) Etude sur la végétation de la plaine de Mattmark. *Ber. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel* 34: 122-132.

Zoller, H. (1964) Zur postglazialen Ausbreitungsgeschichte der Weisstanne in der Schweiz. *Schweiz. Z. Forstwesen* 115: 681-700.

Adresse de l'auteur: P. Hainard, Conservatoire et Jardin botaniques, route de Lausanne 192, CH-1202 Genève.

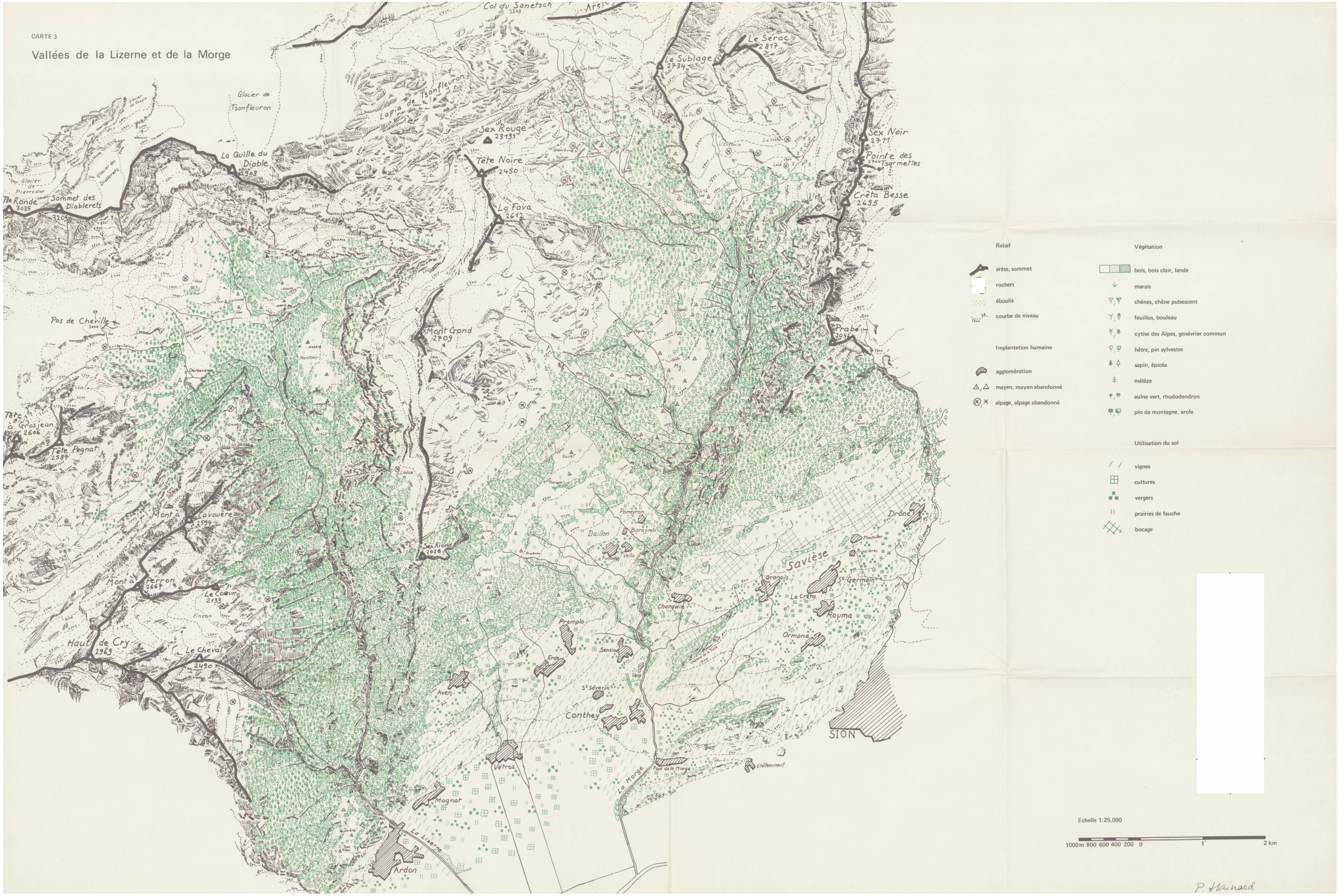
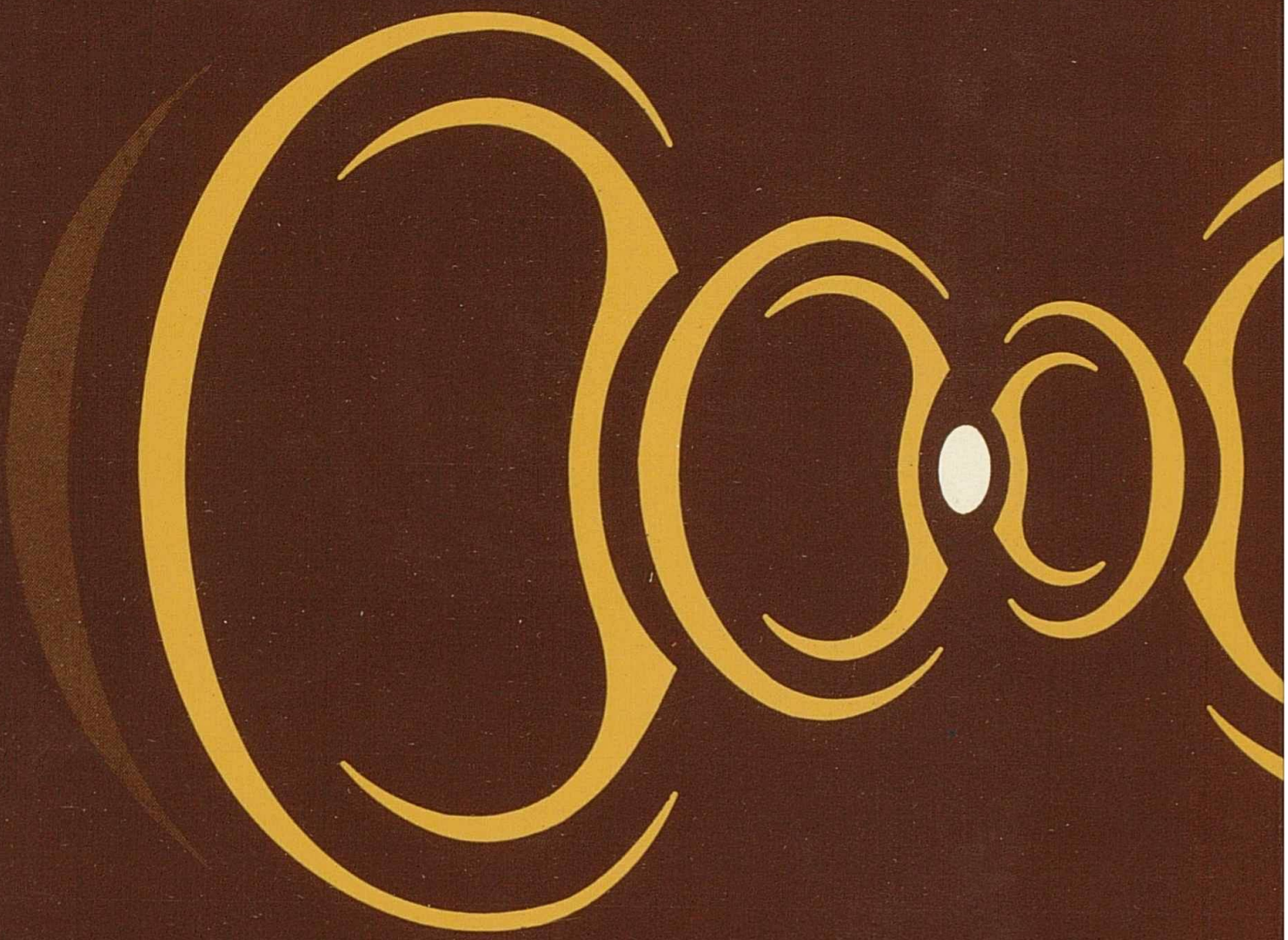
CARTE 1

DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES DU VALAIS ET DES RÉGIONS PÉRIPHÉRIQUES, AVEC LES INFLUENCES CLIMATIQUES PRINCIPALES. (VOIR LES EXPLICATIONS DE LA FIGURE 8, PAGE 35).



CARTE 2

Répartition des essences forestières sur l'adret valaisan et unités de comparaison

CARTE 3

Vallées de la Lizerne et de la Morge