

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES VALLEES INTERNES DES ALPES OCCIDENTALES

PREMIERE PARTIE : ORIGINALITE DU MILIEU ET QUELQUES CONSÉQUENCES BIOLOGIQUES

par Lucien RICHARD et Annie TONNEL⁽¹⁾

Introduction.....	114
I.- Le milieu.....	115
II.- Conséquences biologiques.....	128
Conclusion.....	134
Eléments de bibliographie.....	135

RESUME.- Le Valais, le val d'Aoste, le val de Suse, la Tarentaise, la Maurienne, l'Oisans, le Haut-Briançonnais constituent l'ensemble le plus spectaculaire des vallées internes de la chaîne alpine au nord du 45e parallèle, et de multiples travaux leur ont été consacrés dans de nombreux domaines: biogéographie, physiologie, climatologie... L'originalité de ce travail réside dans une étude comparative de divers facteurs bioclimatiques parfois originaux aboutissant à un classement relatif de ces vallées ou portions de vallées. De nombreuses interprétations graphiques et cartographiques expriment à la fois les parentés et les diversités liées aux situations biogéographiques.

Mots-clés : Vallées internes alpines, biogéographie, bioclimatologie.

SUMMARY.- CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE INNER VALLEYS IN THE WEST ALPS.
Part I: ORIGINALITY OF THE ENVIRONMENT AND SOME BIOLOGICAL CONSEQUENCES.

The Valais, the val of Aoste, the val of Suse, the Tarentaise, the Maurienne, the Oisans, the High-Briançonnais form the most spectacular group of inner valleys in the alpine Massif north of latitude 45°, and they previously formed the subject of many researches. A comparative study of the factors of environment which determine the plant-coating (specially climatic factors) is interpreted by means of maps and diagrams. This study allows to understand on the one hand the relationships between these valleys, and then again their originality, and leads to a classification. The consequences on the plant-coating and on the human pressure are evoked.

Key-words : Inner alpine valleys, biogeography, bioclimatology.

(1) UA-CNRS n°242, Université Scientifique, Technologique et Médicale de Grenoble, Laboratoire de Botanique et Biologie végétale, BP 68, F-38402 Saint-Martin d'Hères Cédex (France).

INTRODUCTION

Les Alpes nord-occidentales sont disséquées par de profondes vallées glaciaires soit perpendiculaires à l'axe de la chaîne (Romanche, Tarentaise, Maurienne, val de Susse, val d'Aoste), soit longitudinales (Valais, Haute-Maurienne) (fig.1 et 2).

L'originalité de ces vallées internes est manifeste à différents points de vue: climatique (L. RICHARD, 1985), biogéographique (BARBERO et OZENDA, 1975; OZENDA, 1985), phytosociologique (BRAUN-BLANQUET, 1969; BARTOLI, 1966; CADEL, 1980; CADEL et PAUTOU, 1982; GENSAC, 1967), occupation humaine (JANIN, 1968).

Dans une étude antérieure relative à la bioclimatologie de l'arc alpin (RICHARD et TONNEL, 1985), une comparaison globale mais succincte de toutes les vallées internes alpines avait été esquissée. Nous nous proposons d'approfondir cette comparaison, du point de vue climatique, par la considération de nouveaux paramètres: indices de DE MARTONNE et de GAMS saisonniers ou mensuels, régimes pluviométriques. Ces caractéristiques bioclimatiques résultent de situations biogéographiques et morphologiques singulières; elles vont, à leur tour, s'exprimer dans des groupements végétaux originaux et des types d'occupation humaine anciens et denses.

Dans une seconde partie, à paraître, nous montrerons l'influence de ces facteurs du milieu sur la végétation forestière du haut val d'Aoste, zone de transition entre plusieurs ensembles de vallées internes et intermédiaires.

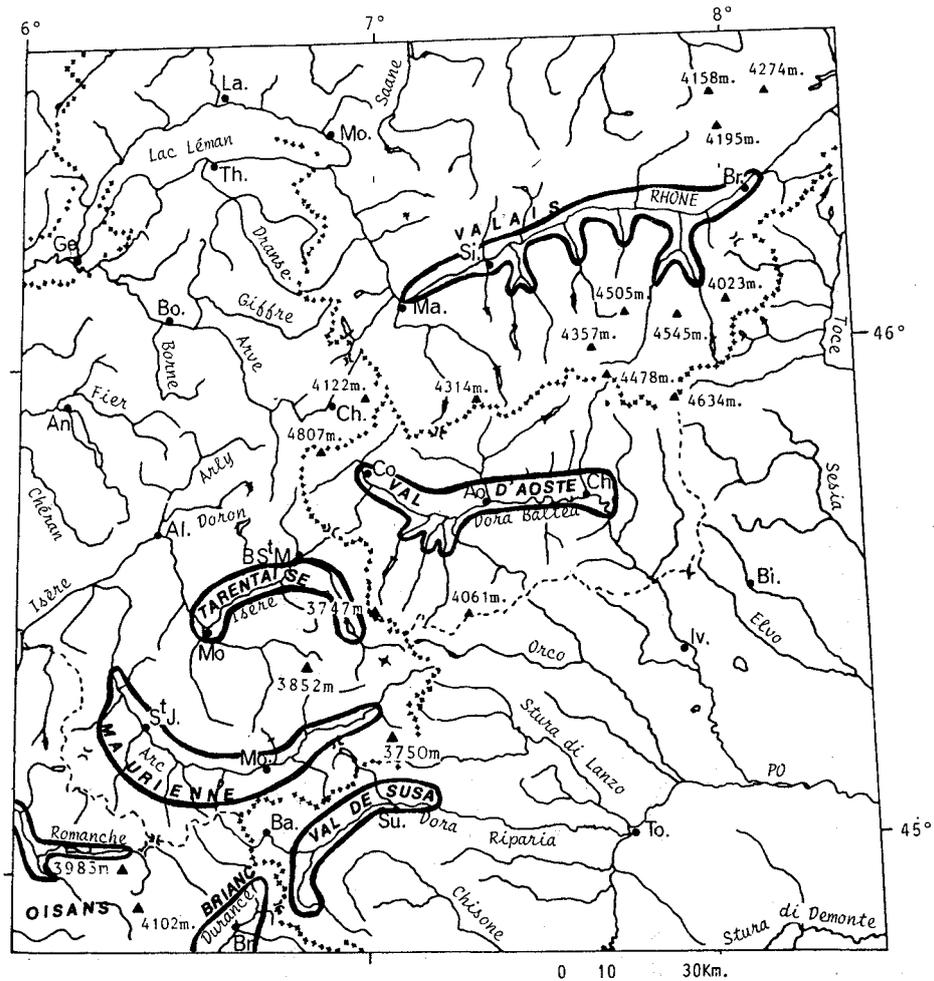


Fig.1.- Les vallées internes des Alpes nord-occidentales.

I - LE MILIEU

A - CARACTERES MORPHOLOGIQUES DES VALLEES INTERNES

Le tracé des vallées internes résulte d'une suite d'inflexions tectoniques de la fin de l'ère tertiaire s'étendant des massifs cristallins internes aux zones externes. L'érosion fluvio-glaciaire les a façonnées en auges larges, profondes présentant souvent des suites de bassins au niveau de matériaux tendres (flyschs, schistes) et de défilés lors de la traversée de roches dures. Ces bassins constituent de petites plaines intérieures lorsqu'ils ont été creusés par de puissantes langues glaciaires dans des roches friables. Citons, par exemple, les bassins de Bourg-Saint-Maurice (Tarentaise), de Morgex et d'Aoste (Doire-Baltée), de Sion (Valais), de Modane (Maurienne).

Un réseau de vallées suspendues encadre parfois le tronc principal; ce phénomène typique dans le val d'Aoste, est moins net en Maurienne ou dans la vallée de la Romanche.

Le surcreusement de certains bassins, au pied de crêtes dépassant 3 500 m d'altitude, engendre des sites très protégés.

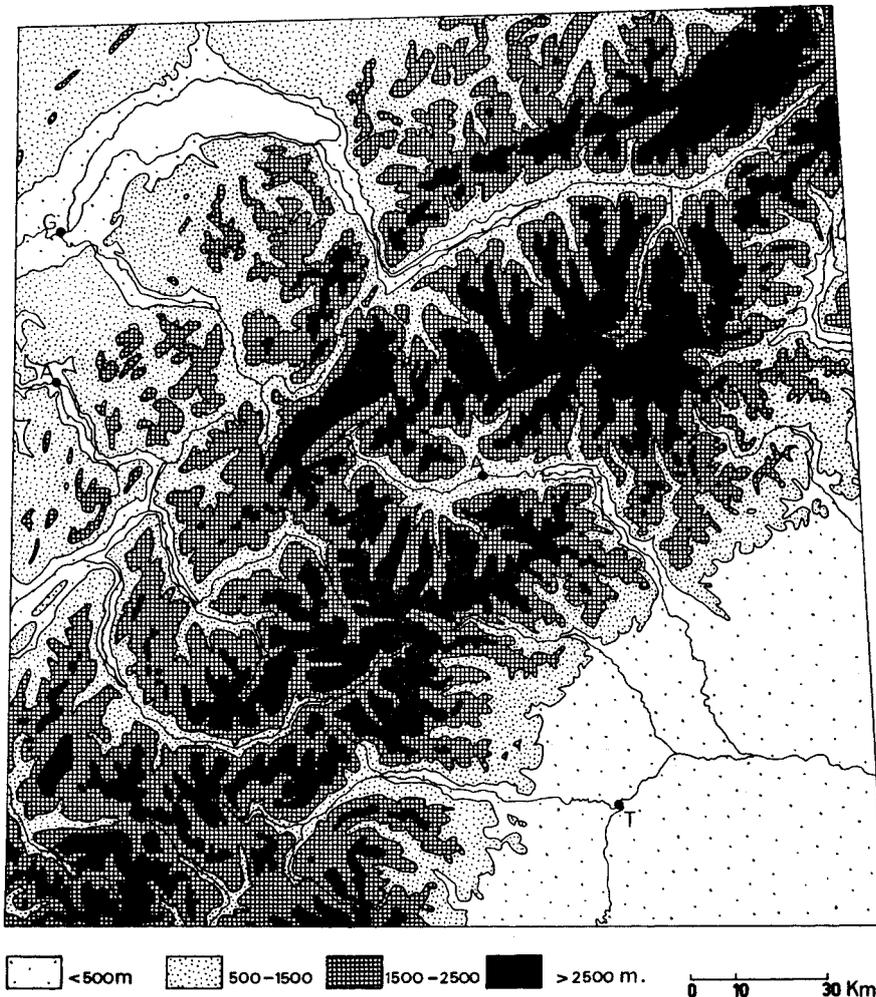


Fig.2.- Carte hypsométrique simplifiée.

Les vallées internes constituent de très longs couloirs, à des altitudes collinéennes et montagnardes qui dissèquent les massifs centraux alpins. Chacune forme une cellule isolée mais elles communiquent, en altitude, par des cols qui ont joué un rôle important lors des migrations post-glaciaires.

A l'aval, la pénétration des flux externes est souvent entravée par deux types de chicanes morphologiques:

- un coude brusque de la vallée comme dans la partie inférieure du Valais, du val d'Aoste, de la Moyenne-Tarentaise, de la vallée d'Oulx (Ulzio);
- un rétrécissement lors de la traversée des massifs cristallins externes: étroits d'Aiguebelle (Maurienne), de Moûtiers (Tarentaise), de Rochetaillée (Romanche), d'Yvrai (val d'Aoste).

Cette fermeture partielle aux perturbations climatiques différencie les vallées internes sensu stricto d'autres vallées glaciaires souvent très allongées comme celles du Giffre, de l'Orco, de la Sesia, de l'Arve, mais largement ouvertes sur leur avant-pays, sans bassins protégés, et balayées facilement par des flux pluvieux.

Les fréquentes orientations est-ouest des bassins internes les protègent de vents froids du nord (bise) et permettent l'extension de longs adrets rocailloux, ensoleillés et chauds.

Chacune des vallées étudiées conserve une originalité provenant de la diversité des caractéristiques morphologiques et biogéographiques.

L'altitude des bassins internes typiques varie entre 500 m (Valais, val d'Aoste), 800 m (Moyenne-Tarentaise), 1 100 m (bassin d'Aussois en Maurienne), 1 200 m (haute vallée de la Doire Baltée), 1 300 m (bassin de Briançon).

L'isolement de ces bassins, dépendant de la hauteur et de l'épaisseur des massifs montagneux qui les entourent, est spectaculaire pour le Valais, le val d'Aoste, encore bien marqué pour la Maurienne, moins efficace pour la Tarentaise et l'Oisans.

La largeur des vallées, liées à la puissance des glaciers et à la nature des matériaux est très diversifiée: très larges vallées en U (Valais, val d'Aoste) auge plus resserrée (Maurienne, Tarentaise), suite de longs étroits et de bassins (Oisans).

L'orientation et la situation biogéographique, variables suivant les vallées les incluent, dans des ensembles climatiques différents.

Deux vallées, affluentes du Pô (Doire Baltée et Doire Ripaire) orientées ouest-est sont soumises indirectement aux influences lombardes; le Briançonnais s'ouvre aux flux méditerranéens qui affleurent la Maurienne; les autres vallées, Haut-Rhône et bassin de l'Isère, orientées est-ouest, subissent, d'une manière plus ou moins atténuée, les flux atlantiques mais le Valais, plus oriental, est à la limite des climats continentaux.

B - LES PRECIPITATIONS

Leur intensité et leur répartition mensuelle et saisonnière constituent des facteurs différenciateurs majeurs.

1 - Les totaux annuels

Ils ne dépassent pas 600 mm dans les sites les mieux protégés: bassins de Sion, d'Aoste (fig.3). Ce total reste aussi très modeste dans des vallées suspendues subalpines dominant les bassins précédents: vallée de Zermatt (Valais), de Cogne (Aoste). Plus au sud, des flots de sécheresse annuelle sont bien identifiables dans le Briançonnais et le haut val de Suse. Dans les vallées internes plus occidentales, les totaux annuels oscillent entre 600 et 800 mm dans une grande partie de la Maurienne et pour un petit secteur de la Tarentaise; ils dépassent 800 mm dans la Haute-Tarentaise et l'Oisans.

2 - Les précipitations estivales (fig.4)

Des étés très médiocrement arrosés ($P < 200$ mm) caractérisent l'ensemble des vallées internes étudiées, à l'exception de la Tarentaise et de l'Oisans. Maurienne, Valais, val de Suse, val d'Aoste sont, au nord du 45° de latitude N, les seules vallées internes aux étés aussi secs, à l'exception du Haut-Adige.

3 - Répartition spatiale: extension comparée des flots de sécheresse relative annuelle ou estivale (fig.5)

De part et d'autre du pôle le plus "interne" de chaque vallée, les précipitations augmentent, d'une part vers l'aval, en se dirigeant vers les zones biogéo-

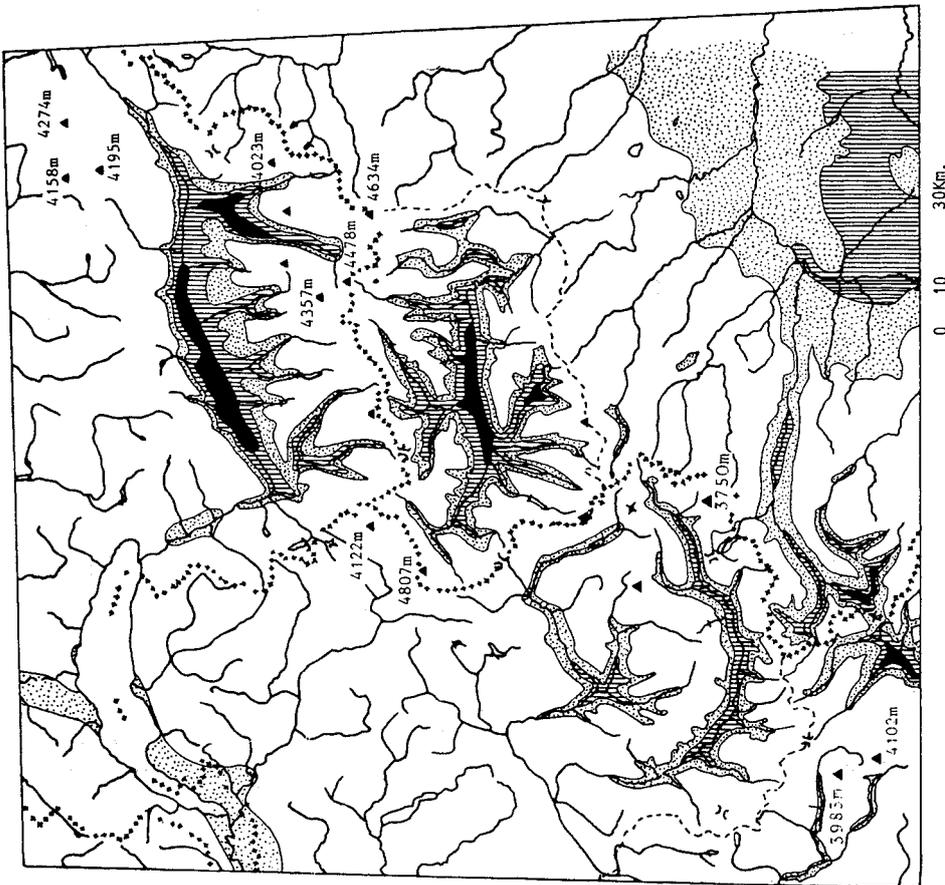


Fig.3.- Précipitations moyennes annuelles et pôles de sécheresse. Très faibles totaux dans les deux vallées les plus encaissées et les mieux protégées: Valais, val d'Aoste et dans certaines de leurs ramifications latérales: région de Zermatt (Valais), val de Cogne (Aoste).

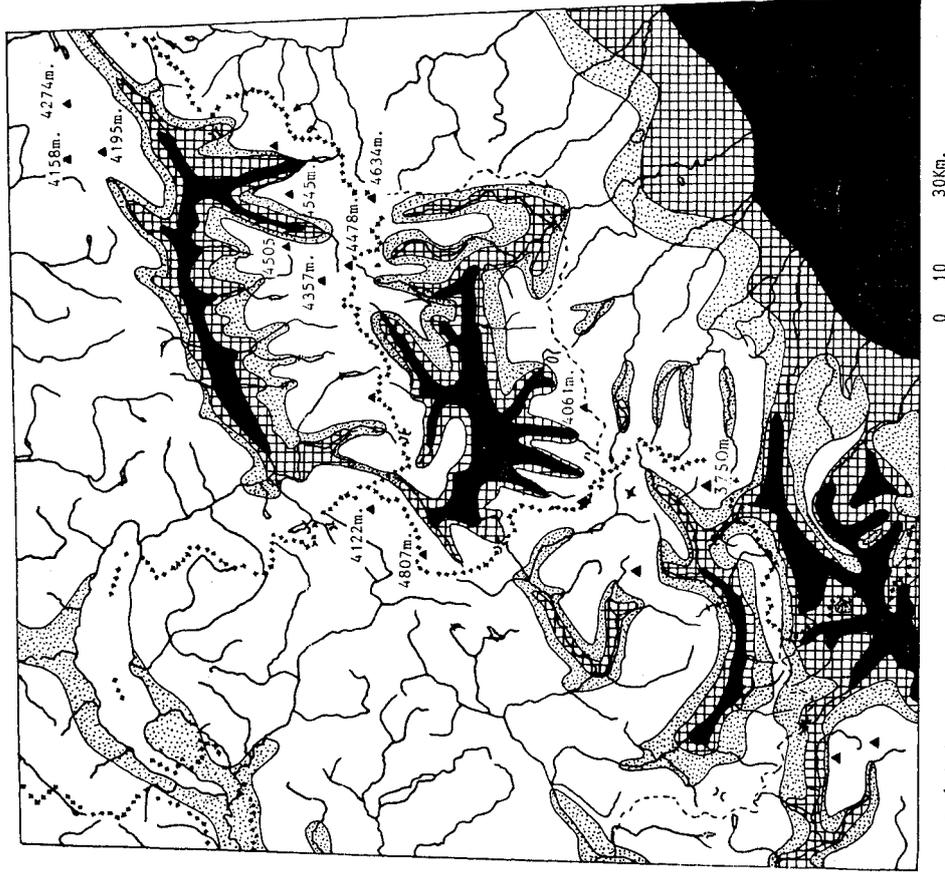


Fig.4.- Précipitations moyennes estivales dans les vallées. Les précipitations restent toujours médiocres dans le Valais et le val d'Aoste, mais la sécheresse estivale s'étend dans des vallées plus méridionales (Maurienne, val de Suse, Haut-Briançonnais) à affinités climatiques sub-méditerranéennes.

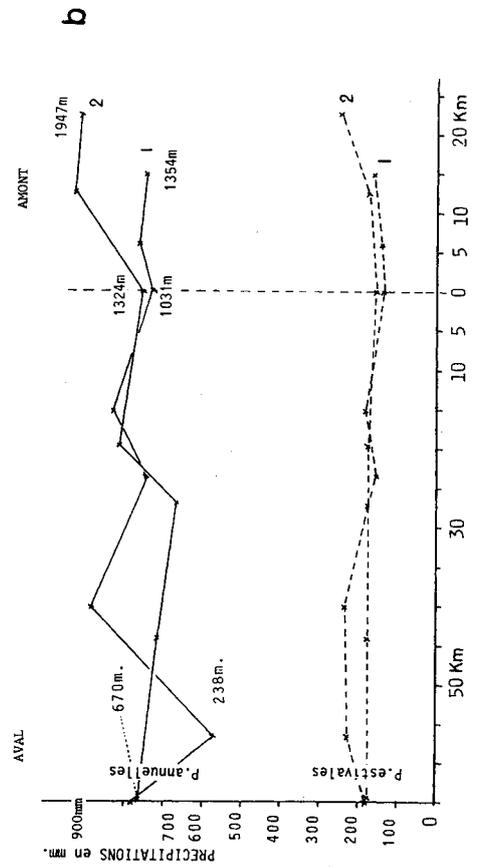
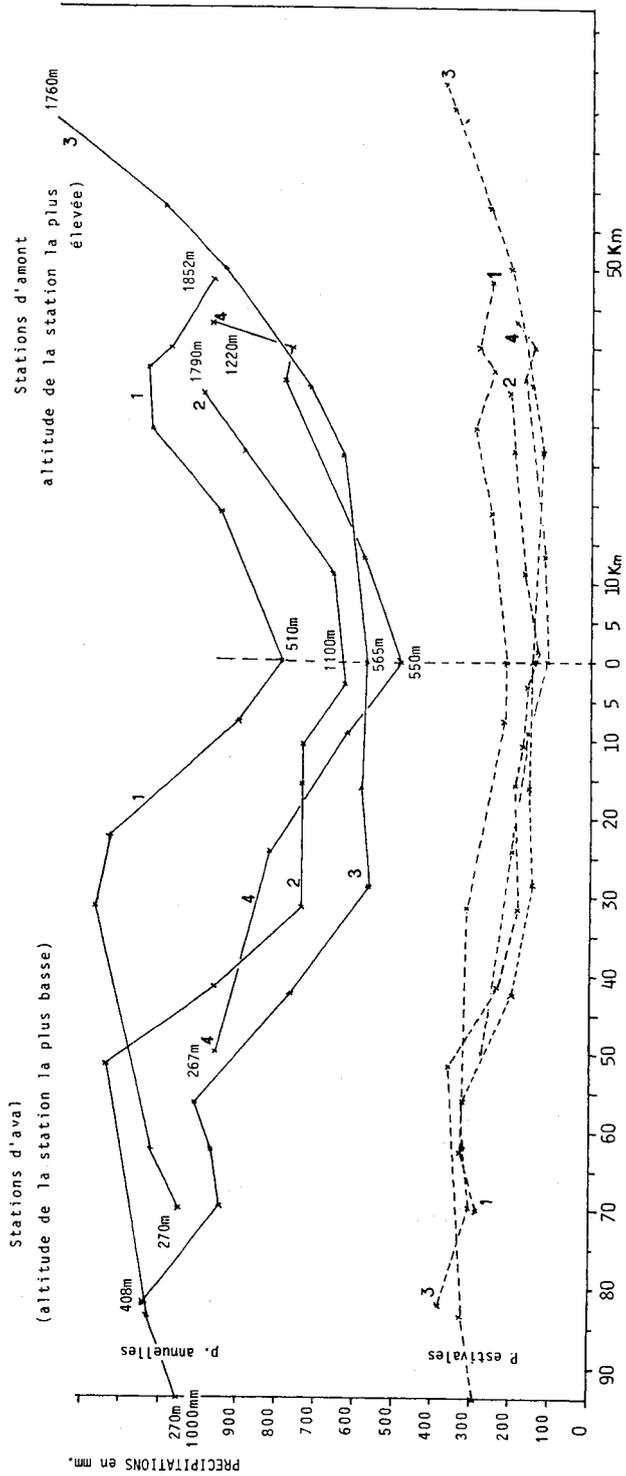


Fig.5.- Variations des précipitations annuelles et estivales, dans les vallées, de part et d'autre de leur pôle de sécheresse interne (km 0, en abscisse). Indication de l'altitude du pôle de sécheresse. L'augmentation des précipitations, vers l'amont et vers l'aval, est plus net dans le cas des totaux annuels; elle est bien marquée pour la Tarentaise (1), atténuée pour le Valais (3) et le Val d'Aoste (4).
 en a: 1, Tarentaise; 2, Maurienne; 3, Valais; 4, Val d'Aoste.
 en b: 1, Val de Susc; 2, Briançonnais.

graphiques externes; d'autre part vers l'amont en raison de l'élévation rapide des altitudes ou de phénomènes particuliers : par exemple, la Haute-Maurienne, au-dessus de Lanslebourg, reçoit des flux humides d'origine lombarde, passant par le col du Mont-Cenis.

La figure 5 met bien en évidence le classement des bassins internes par xéricité décroissante: Valais, val d'Aoste, Maurienne, Tarentaise et la figure 5 bis donne l'avantage au haut val de Suse sur le Briançonnais. Elle montre ensuite l'amplitude des croissances vers l'amont et vers l'aval globalement plus nette avec les précipitations annuelles. Pour ces dernières, on observe l'opposition entre la Tarentaise où les précipitations augmentent rapidement de part et d'autre d'une zone interne peu étendue et les autres vallées où les précipitations restent faibles sur plusieurs dizaines de kilomètres.

Quelques particularités apparaissent, en outre, sur ces graphiques. A l'amont de la Tarentaise (courbe n°1), les précipitations chutent brusquement, à l'entrée des bassins de Tignes et de Val d'Isère amplement creusés dans les flyschs et mieux protégés des flux d'ouest par l'écran du Mont-Pourri et l'étroitesse de la vallée.

Pour le Haut-Valais, l'augmentation brutale des précipitations, au-delà de Reckingen, vers le col de la Furka, correspond à un laminage des zones internes dans ce secteur, déjà mis en évidence dans les cartes bioclimatologiques de l'arc alpin (RICHARD et TONNEL, 1985).



Fig.6.- Valeurs relatives des précipitations estivales par rapport aux précipitations annuelles.

De telles affinités méditerranéennes apparaissent pour le Briançonnais, le val de Suse; elles s'atténuent dans l'Oisans, la Maurienne, le val d'Aoste; un régime plus continental marque le Valais.

Dans les hautes vallées latérales encadrant le Haut-Rhône et la Doire Baltée, les précipitations s'accroissent faiblement avec l'altitude (moins de 1 m à la base de l'Alpin). Le gradient pluviométrique s'accroît par contre rapidement à l'ouest (Tarentaise, Maurienne, Romanche) où le caractère interne s'estompe dans les hautes vallées latérales.

4 - Le pourcentage des précipitations estivales par rapport aux précipitations annuelles (fig.6)

L'indigence estivale, très marquée dans le Briançonnais, le val de Suse, moins accusée dans l'Oisans, la Maurienne et le val d'Aoste a des affinités méditerranéennes. Le rapport dépasse 25 % dans la Tarentaise et dans le Valais; cette dernière région frôle, à l'est, les zones à climat continental. Bien que l'été soit la saison la plus arrosée, dans le Valais, il n'en demeure pas moins sec en raison des totaux très modestes.

Remarque: il ne faut pas confondre continentalité et sécheresse. Un climat continental place au premier rang des saisons pluvieuses l'été avec des totaux parfois très élevés (Préalpes bavaoises), ou au contraire faibles (vallées internes des Alpes autrichiennes). Une généralisation abusive de cette dernière situation conduit à parler de phénomène de continentalité pour toutes les vallées internes faiblement arrosées. Or il existe plusieurs ensembles bioclimatiques de vallées internes: vallées continentales (Engadine), vallées méditerranéennes (Briançonnais), vallées internes piémontaises (Doire Baltée).

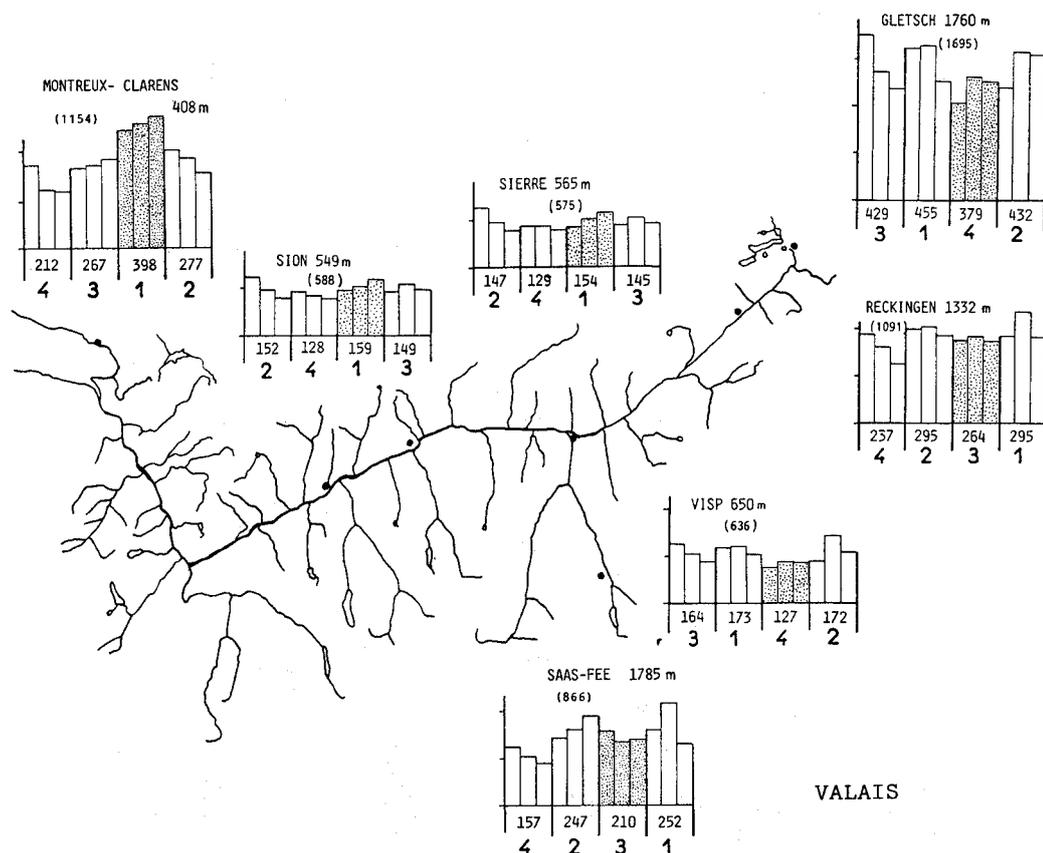
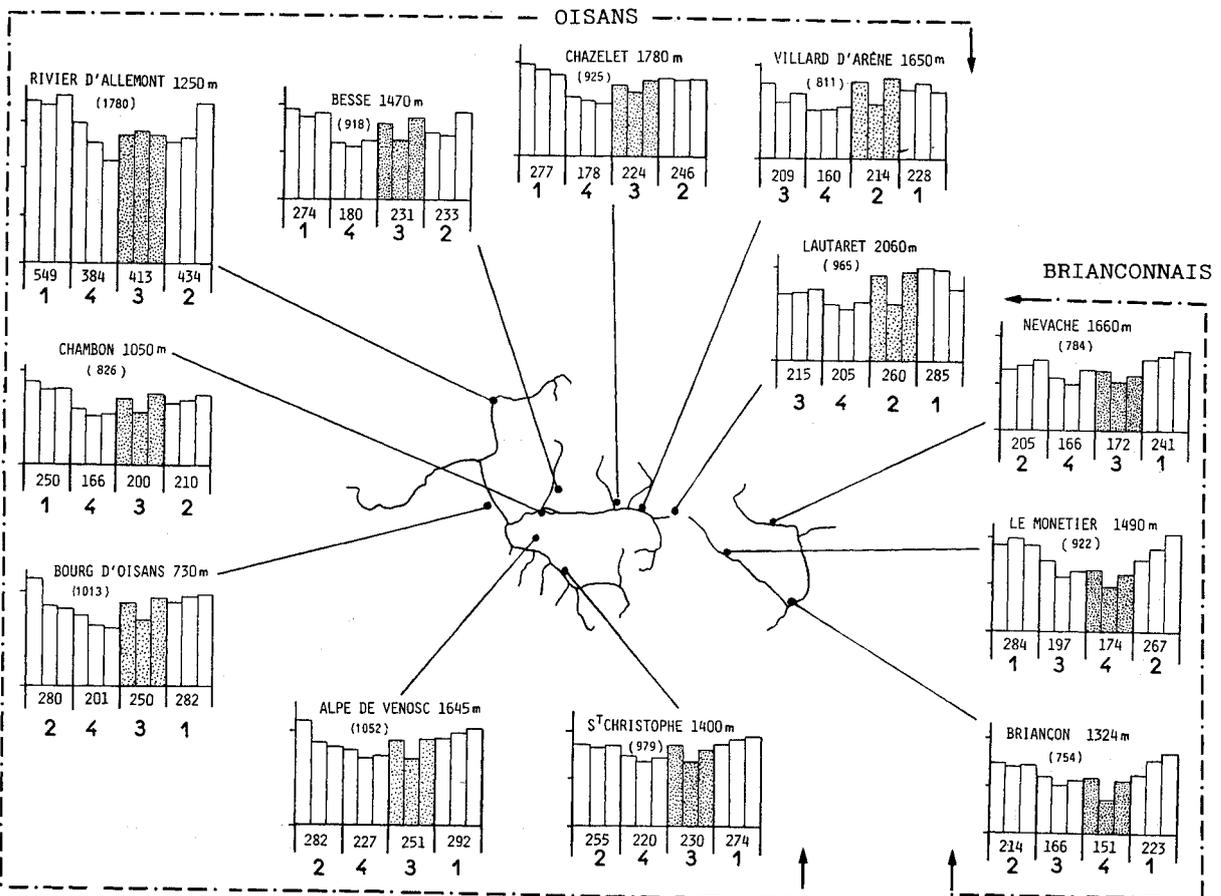
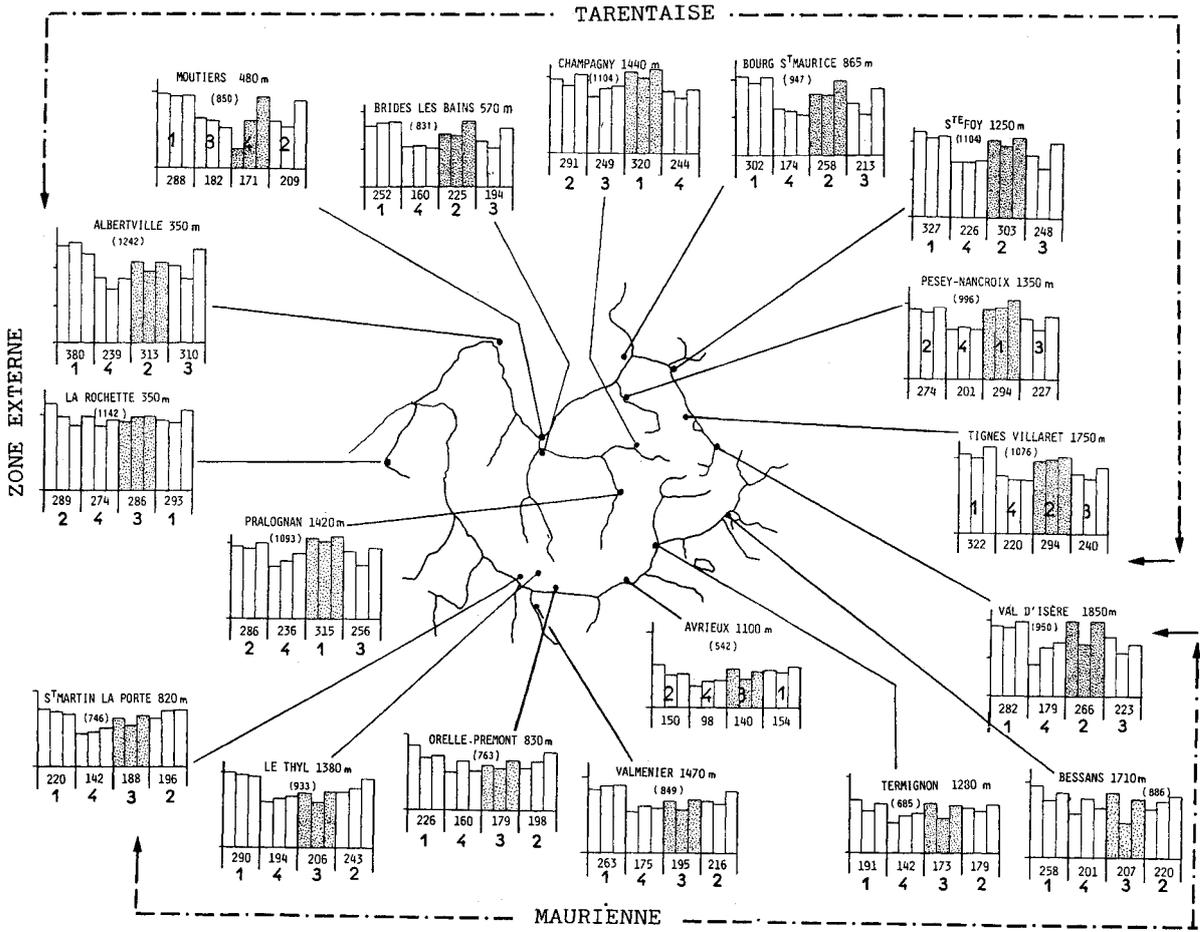


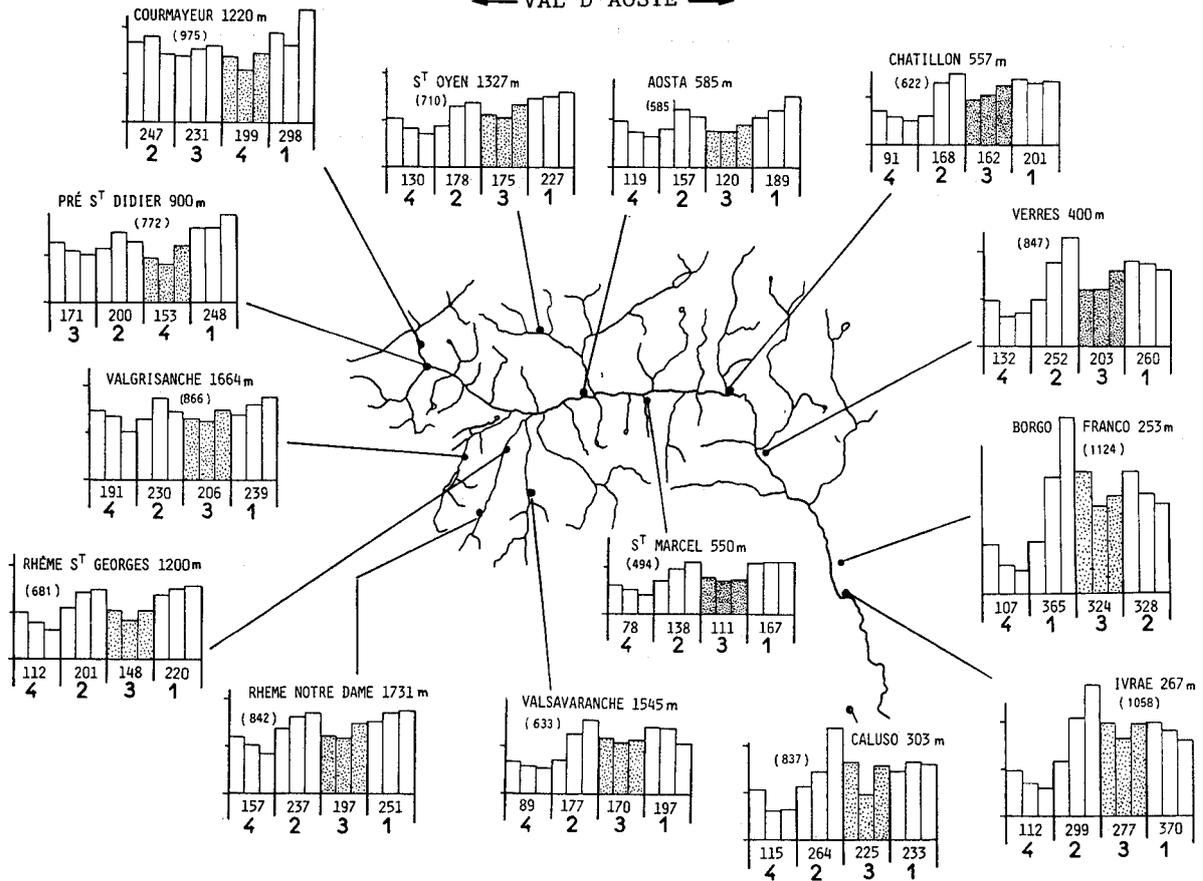
Fig.7.- Comparaison des rythmes mensuels et saisonniers des précipitations.

1- Valais; 2- Tarentaise et Maurienne; 3- Briançonnais; 4- Val d'Aoste; 5- Val de Suse.

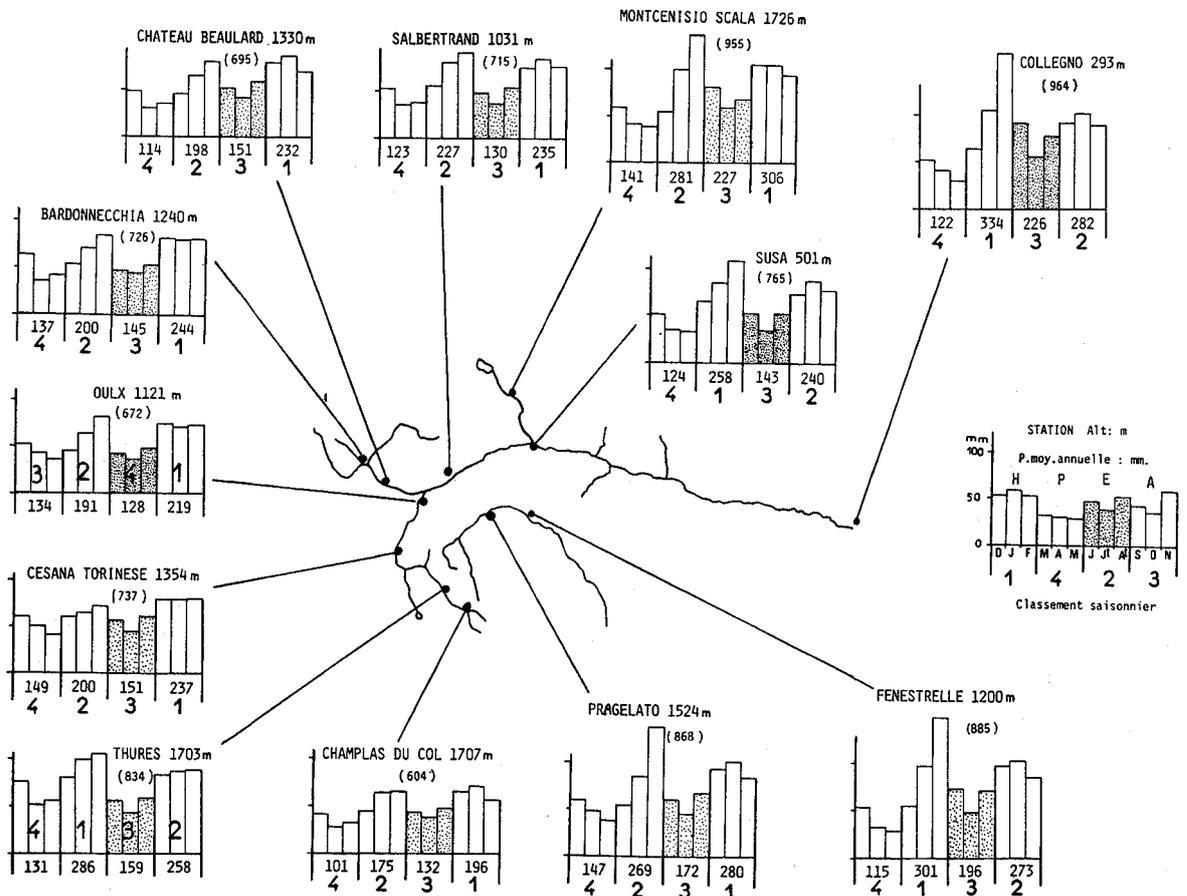
Pour chaque vallée sont figurés des diagrammes pluviométriques relatifs au bassin le plus sec et à quelques stations d'amont et d'aval; sur chaque diagramme: indication de l'altitude, des valeurs annuelles et saisonnières des précipitations et du classement des saisons alignées dans l'ordre HPEA. Les vallées ont été dissociées pour simplifier la présentation et permettre une meilleure compréhension.



← VAL D'AOSTE →



← VAL DE SUSE →



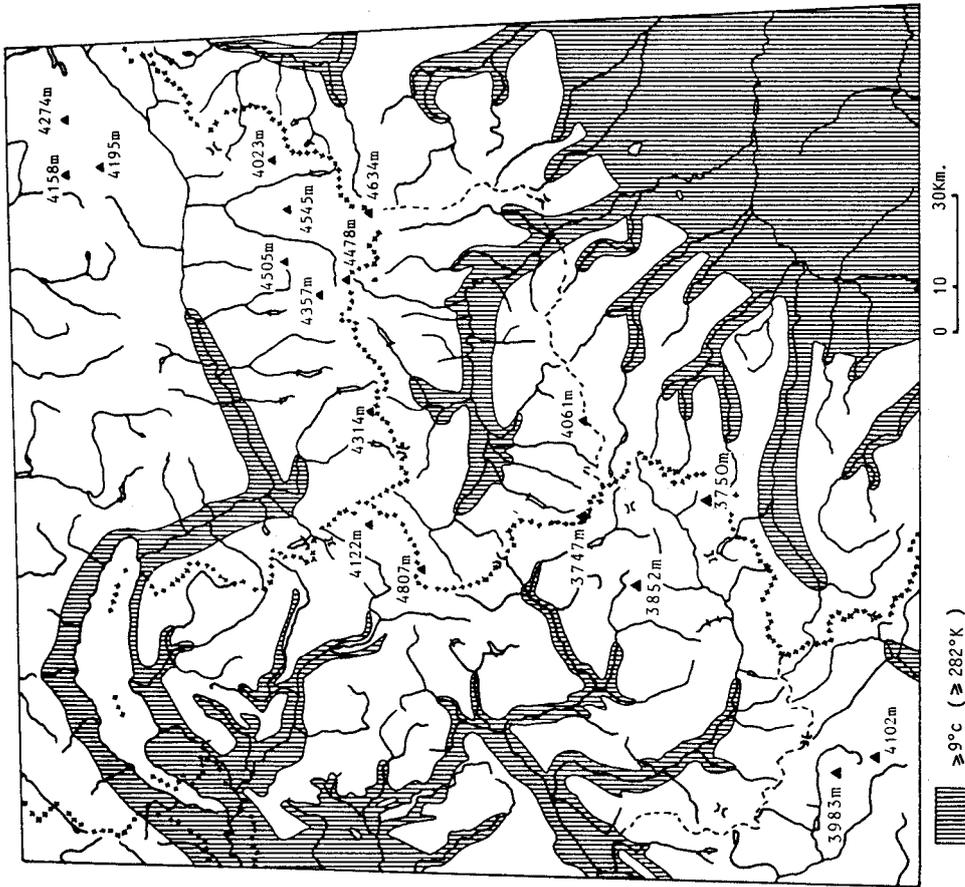


Fig.8.- Températures moyennes annuelles supérieures à 9°C.
Large pénétration de l'isotherme 9° dans toutes les vallées internes.

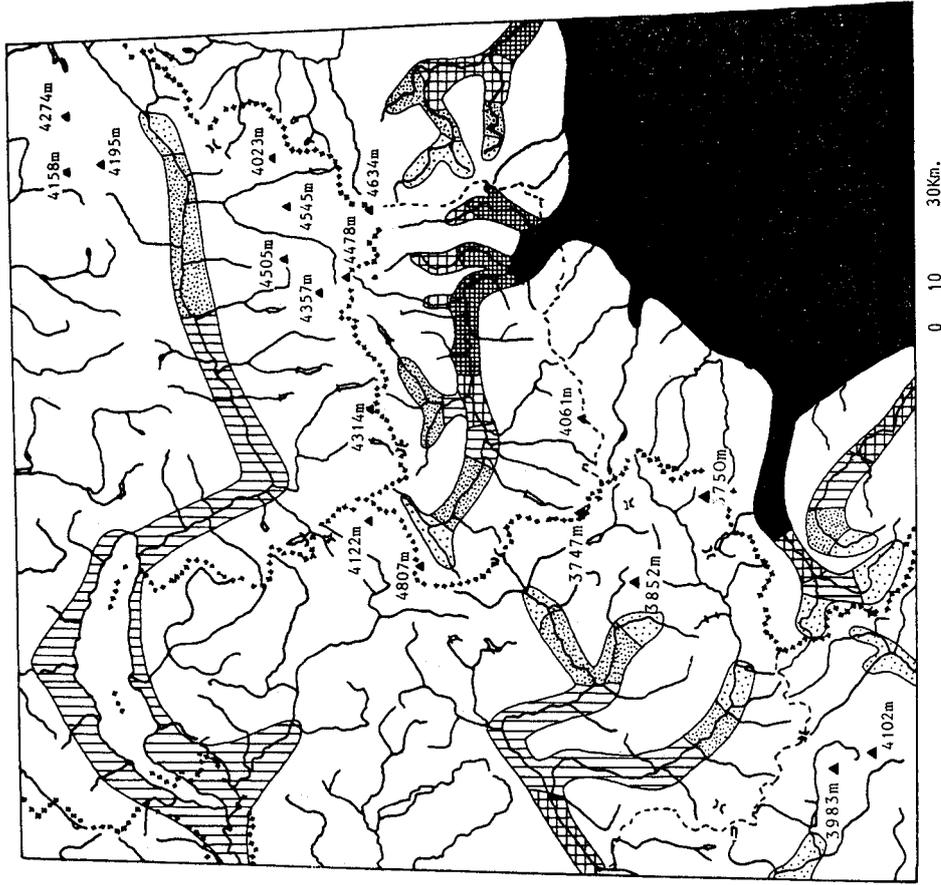


Fig.9.- Températures moyennes estivales.
Nette supériorité pour le val d'Aoste, le val de Susse qui débou-
chent sur la plaine du Pô aux étés très chauds.

5 - Les rythmes mensuels et saisonniers des précipitations

Ils permettent une bonne différenciation biogéographique. Dans la figure 7, on a dissocié les diverses vallées afin de mieux y associer les diagrammes pluviométriques relatifs à quelques stations encadrant leur pôle de sécheresse relative.

L'été se place au dernier rang dans le Briançonnais et dans certains tronçons du haut val d'Aoste; il cède de peu cette quatrième place, au printemps dans la Maurienne, la Romanche, le Haut-Vaiais; à l'hiver dans le val de Suse et la plus grande partie du val d'Aoste.

Nous retrouvons ici, avec plus de netteté, les conclusions tirées lors de l'examen de la répartition des précipitations estivales.

L'optimum de précipitations apparaît:

- en automne dans le val d'Aoste mais, en cette saison, le couvert végétal en profite peu.

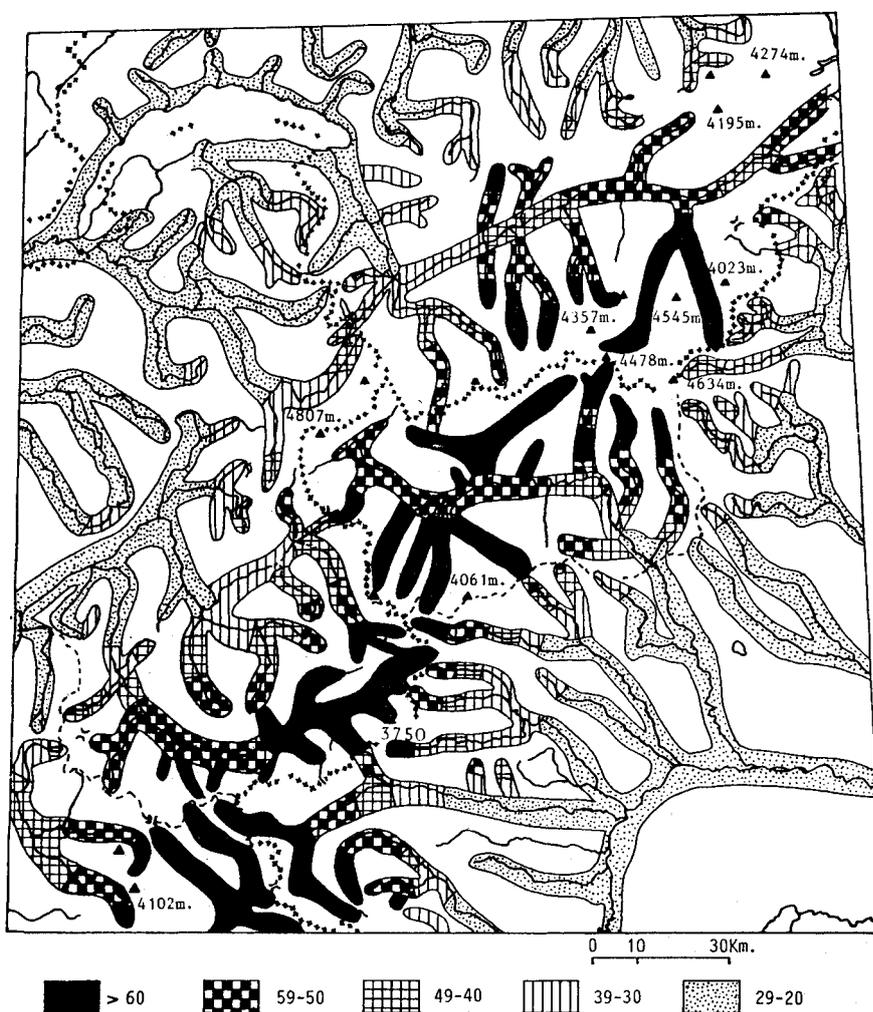


Fig.10.- Indice de continentalité hydrique de Gams relatif à la saison estivale.

La Tarentaise et l'Oisans se classent nettement en retrait par rapport aux autres vallées. Les zones où l'indice est supérieur à 60 correspondent à l'aire optimum du Mélèze. On note l'opposition entre l'ensemble des vallées internes étudiées et d'autres vallées qui pénètrent profondément dans les masses montagneuses mais ne sont pas aussi protégées (Tore, Sésia, Haut-Giffre).

- en hiver, dans toutes les vallées situées plus à l'ouest et spécialement en altitude. Un enneigement abondant assure, indirectement, une bonne irrigation printanière; elle permet, en Tarentaise, d'attendre un été relativement pluvieux, alors qu'en Maurienne le printemps sec est suivi d'un été presque aussi sec. L'Oisans occupe une position intermédiaire.

C - LES TEMPERATURES

Les vallées internes profondément et longuement surcreusées permettent une pénétration spectaculaire des isothermes annuelles (fig.8): Valais, val d'Aoste et, dans une moindre mesure, la Maurienne. L'effet de la latitude est bénéfique aux vallées plus méridionales, val de Suse et Briançonnais où l'isotherme 9° atteint 1 300 m d'altitude.

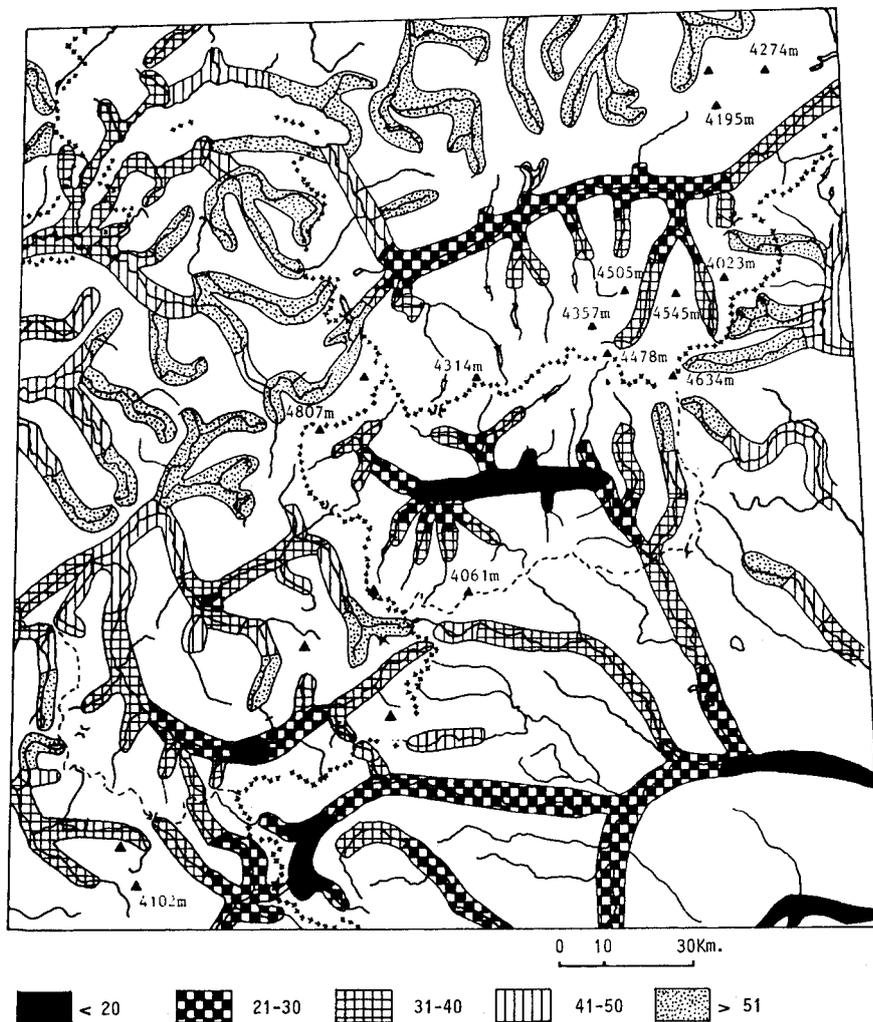


Fig.11.- Indice d'aridité de DE MARTONNE relatif à la saison estivale.

Grande extension de la xéricité estivale dans le val d'Aoste, le val de Suse, le Valais et, plus modestement dans la Maurienne. L'opposition entre vallées internes et vallées non protégées apparaît plus nettement ici que dans la figure 10 (indice de GAMS).

Les moyennes estivales (fig.9) donnent l'avantage aux vallées s'ouvrant sur le Piémont, cuvette surchauffée en été. L'isotherme 20° s'enfonce longuement dans les vallées de la Doire Baltée et de la Doire Ripaire. Ces chaleurs estivales sont favorisées, en partie, par le faible nombre de jours de précipitations, la faible nébulosité, le développement de longs adrets rocaillieux réfléchissant le rayonnement solaire et par l'absence de vents froids venant du nord.

D - L'INDICE DE CONTINENTALITE HYDRIQUE POUR LA SAISON ESTIVALE (fig. 10)

Il dépasse 60° à l'amont de toutes les vallées internes et dans les vallées suspendues latérales les mieux abritées. Cette valeur de l'indice correspond à l'optimum du mélèze. Dans les tronçons médians, il oscille entre 50° et 60°, bon indice pour le pin sylvestre; au niveau des vallées intermédiaires, il se situe entre 35° et 45°.

Cependant, cet indice devient moins significatif à basse altitude (inférieure à 600 m).

E - L'INDICE D'ARIDITE DE DE MARTONNE

1 - Sa répartition estivale (fig. 11)

Il traduit le mieux la xéricité relative des bassins internes. La zonation croissante relevée sur la carte correspond à l'extension des groupements xérophiles, faible en Oisans, Tarentaise, plus marquée en Maurienne, spectaculaire dans le Valais et le val d'Aoste.

On constate nettement la dissymétrie classique entre les deux avant-pays piémontais et savoyard.

2 - Ses variations mensuelles et saisonnières (fig. 12)

Dans chaque vallée trois stations ont été retenues, une dans la partie la plus aride, une seconde à l'amont, une dernière à l'aval.

L'aridité maximum est atteinte en juillet (parties les plus basses des courbes) et on observe le classement suivant: 1 val d'Aoste, 2 val d'Ulzio, 3 Briançonnais, 4 Valais, 5 Maurienne, 6 Tarentaise, 7 Oisans.

La durée de la période à fort déficit hydrique ($i < 30$) a été matérialisée, sur chaque graphique. Elle est maximum dans les bassins les mieux isolés, à basse altitude; Sion, Aoste. Entre 1 000 et 1 300 m, le Briançonnais et le bassin d'Ulzio l'emportent sur la Maurienne et cette dernière sur la Tarentaise et sur l'Oisans.

Les variations mensuelles d'aridité traduisent plusieurs régimes.

- Un régime bisaisonnier caractérise les deux vallées s'ouvrant sur le Piémont. La longue et intense sécheresse estivale est doublée par une période de sécheresse secondaire hivernale plus courte en liaison avec un faible enneigement dans les fonds de vallées.

- Seul l'été constitue la saison sèche dans les autres bassins internes. Cette xéricité estivale est continue dans le Briançonnais, la Maurienne. Pour des vallées moins isolées des influences atlantiques (Maurienne, Tarentaise, Oisans), l'été est entrecoupé de périodes plus humides (août pour la Tarentaise, juin pour l'Oisans) relativement favorables à une végétation mésophile.

F - COMPARAISON DU NOMBRE DE MOIS SECS ET SUBSECS

Un mois est sec lorsque $P \leq 2 T$,
un mois est subsec lorsque $P \leq 3 T$ (GAUSSEN).

D'une étude effectuée à l'échelle de la chaîne alpine (RICHARD et TONNEL, 1985), nous tirons les conclusions suivantes relatives aux vallées faisant l'objet de cette étude (fig. 13):

- mois secs : val d'Aoste 2 mois
- mois subsecs : Valais 3 mois; val d'Aoste 3 mois; Maurienne 1 mois; val de Suse 1 mois; Briançonnais 1 mois.

Le long de l'arc alpin, au-dessus du 45° de latitude Nord, il n'y a que la Haute-engadine à présenter un mois subsec.

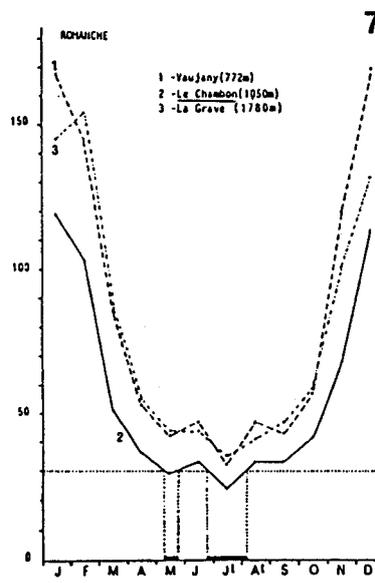
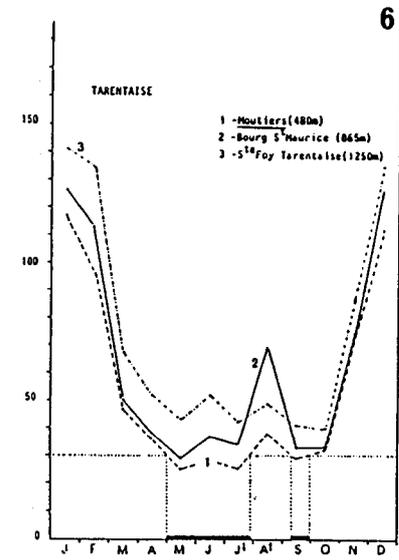
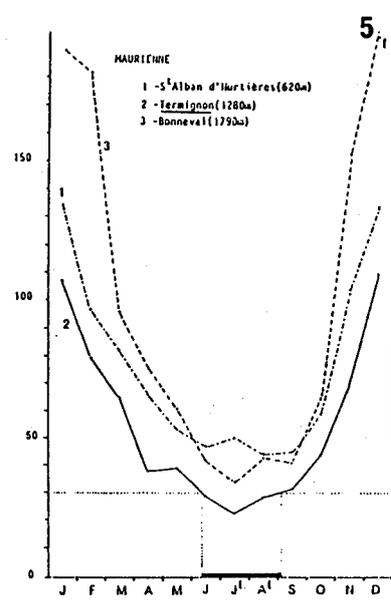
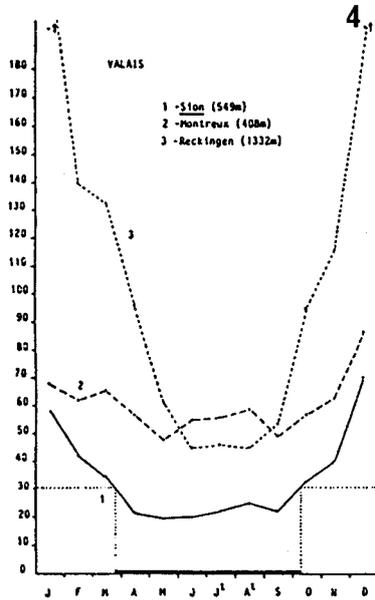
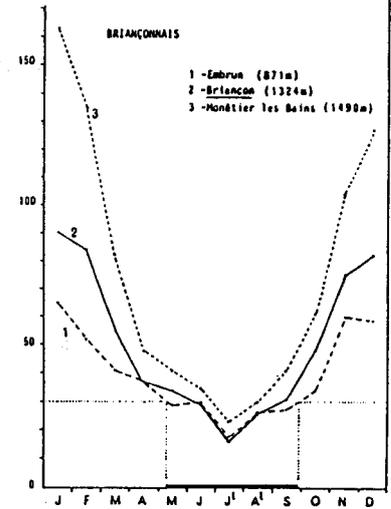
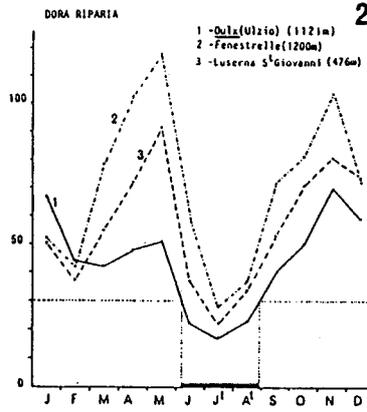
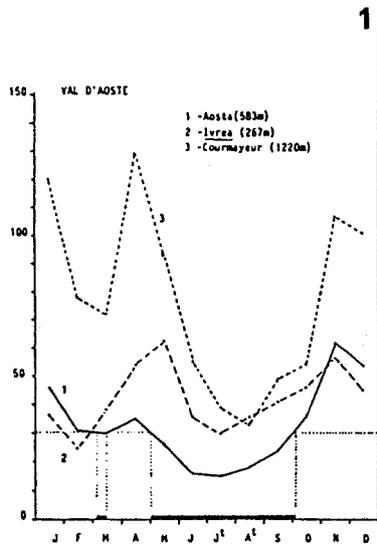


Fig.12.-Variations mensuelles de l'indice de DE MARTONNE dans différentes vallées; 1- Val d'Aoste; 2- Val d'Ulzio; 3- Briançonnais; 4- Valais; 5- Maurienne; 6- Tarentaise; 7- Oisans.

Dans chaque vallée interne, trois stations ont été retenues, l'une correspondant au pôle de xéricité (nom souligné) et les deux autres respectivement à l'amont et à l'aval. La durée de la période pour laquelle $i < 30$ est matérialisée. Outre une comparaison de la xéricité ces graphiques rendent compte, indirectement, des régimes climatiques.

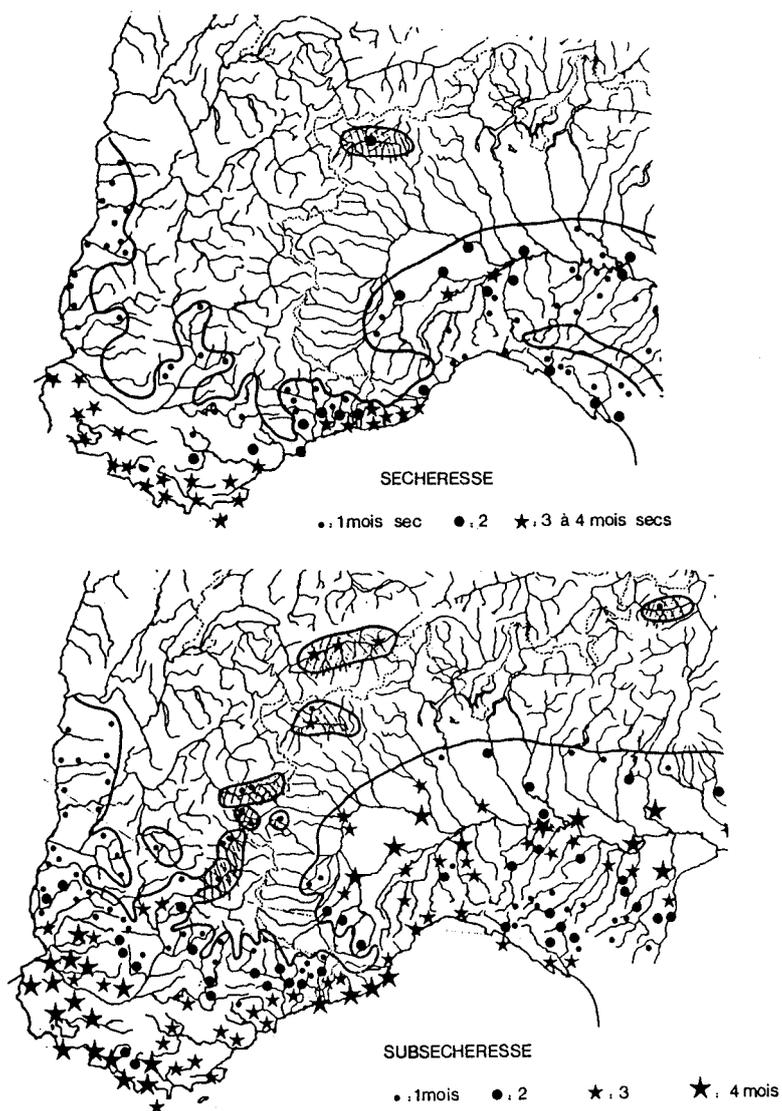


Fig.13.- Stations présentant des mois secs (13a) et des mois sub-secs (13b) en hachuré, vallées internes

II - CONSÉQUENCES BIOLOGIQUES

A - EXHAUSSEMENT DE LIMITES ECOLOGIQUES

En montagne, les activités biologiques subissent l'action de facteurs limitants parmi lesquels la diminution de la période de végétation et le manque de chaleur estivale. A altitude égale, ces contraintes diminuent des zones externes aux zones internes et permettent une remontée de nombreuses limites biologiques.

- 1 - La limite supérieure naturelle des forêts de même type (pessières subalpines par exemple)

Cette limite dépasse de 400 m celle observée, à la même latitude, dans les zones externes:

- Massif de Belledonne 1 900 m
- Moyenne-Maurienne 2 100 m
- Val d'Aoste 2 300 m

Les limites altitudinales absolues d'arbres isolés atteignent des valeurs record : 2 700 m pour le mélèze dans le Valais (GAMS).

2 - La limite supérieure des pelouses xérothermophiles de l'étage alpin

Dans le Haut-Valais J.L. RICHARD (1985) décrit des associations de pelouses xériques calcicoles (Seslerion) et calcifuges (Festucion-variae) "enrichies de taxons xérothermiques sud européens et sarmatiques pouvant atteindre l'étage alpin supérieur dans des régions privilégiées par leur climat continental comme les environs de Zermatt". L'auteur cite trois nouvelles associations dont un groupement à Sempervivum vicariant altitudinal du Sileno-Koelerietum vallesianae Br.Bl. 61 et offrant des affinités avec les groupements de pelouses écorchées des Alpes maritimes.

Comme pour les arbres isolés, de nombreuses espèces de pelouses xérophiles atteignent des records d'altitude: Helianthemum ovatum (2 950 m), Poa concinna (2 950 m), Alyssum alpestre (2 940 m), Astragalus monspessulanus (2 330 m).

3 - Les limites d'étage

Elles se haussent aussi de 300 à 400 m spécialement en adret, où les chênaies à chêne pubescent du Collinéen atteignent 1 200 m d'altitude dans le val d'Aoste et les pinèdes montagnardes de Pin sylvestre 1700 m.

4 - L'habitat permanent et les cultures

Ils gagnent 600 m d'altitude entre le Vercors et les vallées du Grand-Paradis (val de Rhêmes). A l'action favorisante des facteurs climatiques s'ajoute celle de facteurs lithomorphologiques: les profils adoucis du flysch de nombreuses vallées internes facilitent les implantations agropastorales en altitude alors que les reliefs des massifs externes ou intermédiaires sont plus rudes.

B - ORIGINALITE DES GROUPEMENTS VEGETAUX (fig. 14 et 15)

La végétation naturelle ou transformée constitue le réactif le plus spectaculaire aux conditions de milieu signalées antérieurement. Cette originalité du manteau végétal est optimum dans les bassins les plus xériques et à basse altitude (Collinéen, Submontagnard); elle s'atténue dans le Subalpin et l'Alpin. Une difficulté d'interprétation provient de l'anthropisation très ancienne de vastes surfaces, sur des reliefs adoucis, spécialement en adret ou à la suite de la dégradation des forêts climaciques; la reconnaissance des séries devient délicate. La végétation de substitution (nombreux types de pelouses, de landes) est certes marquée par l'originalité climatique, mais son évolution vers un climax forestier reste hypothétique.

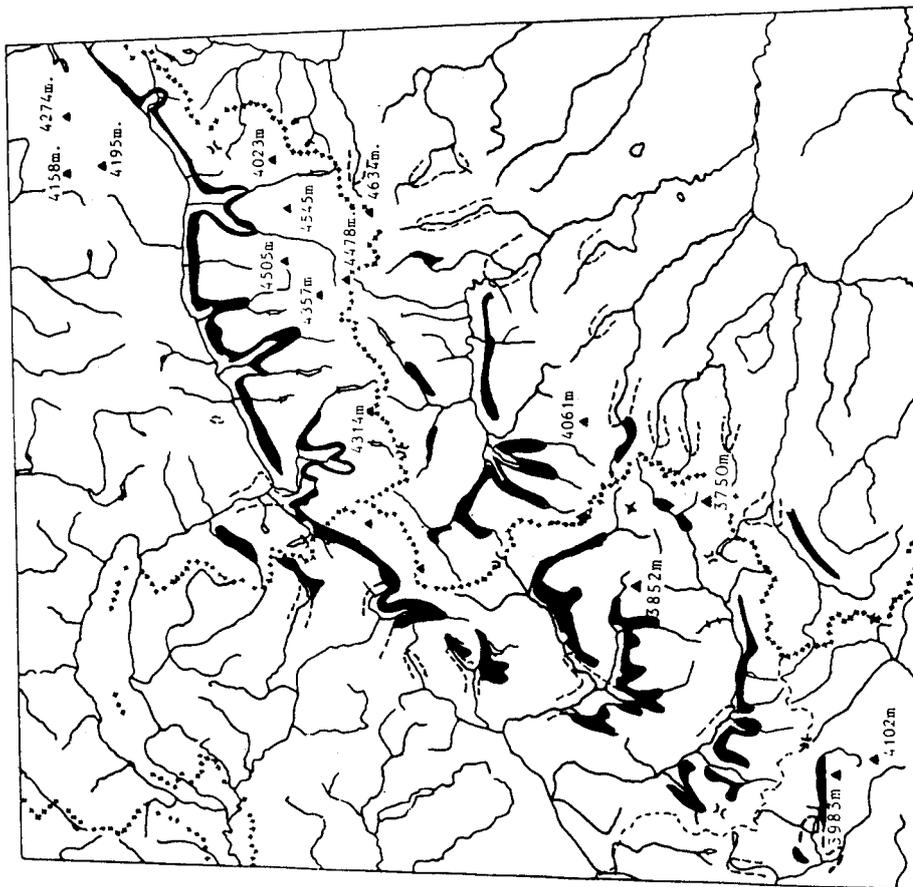
Trois aspects de la végétation des vallées internes doivent être discernés.

a) L'absence de groupement ou de série ayant leur optimum dans les zones alpines externes.

Exemples : série des chênaies à charme (Carpinion s.l.); série mésophile du hêtre (Cephalanthero-Fagion); série de la hêtraie-sapinière (Abieti-Fagion); série préalpine du pin à crochets.

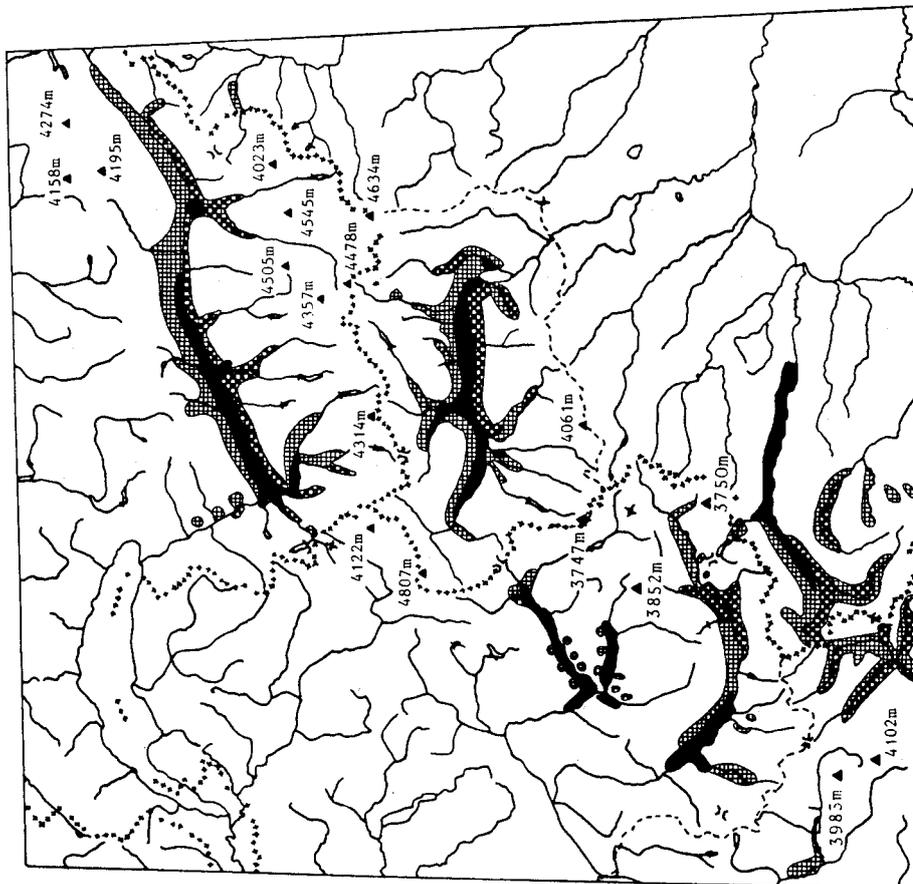
b) La présence d'ensembles mésoxérophiles caractéristiques des zones internes.

- Pelouses et landes xérothermophiles du Collinéen sur des sols d'adrets très superficiels et très secs en surface, inclus dans la série interne du chêne pubescent: Stipeto-Poion carniolicae Br.Bl. (1949) 1962; Festucetalia vallesiaca Br.Bl. et Tx. 1943. Les caractéristiques sont inféodées à ces vallées internes:



Série interne de la Sapinière-Pessière
 Limite approximative de l'aire du Hêtre

Fig.15.- La série interne de la Sapinière-Pessière, caractérise les vallées intermédiaires et internes.



Série interne du Chêne pubescent
 Série intraalpine du Pin sylvestre
 Série mésophile du Pin sylvestre

Fig.14.- Les séries de végétation collinienne et submontagnarde des vallées internes.

Festuca vallesiana, Koeleria vallesiana, Stipa capillata, Poa carniolica, Silene otites, Hyssopus officinalis. De nombreuses espèces sarmatiques se sont maintenues dans ces groupements: Ephedra helvetica (Valais), Kochia prostata (val d'Aoste). Les communications avec les régions méditerranéennes, possibles par la dépression du Pô et par un certain nombre de cols alpins (Galibier, Grand-Saint-Bernard, Mont-Cenis, Tende), ont permis l'arrivée d'espèces méridionales (Silene conica, Centaurea collina, Tragopogon crocifolius) ou de méditerranéo-montagnardes (Carlina acanthifolia, Laserpitium gallicum).

- Pinèdes montagnardes de pin sylvestre. Les pinèdes xérophiiles calcicoles de l'Ononido-Pinion occupent de vastes surfaces d'adret; sur des sols moins secs, des pinèdes mésoxérophiiles se répartissent entre plusieurs associations: pinèdes à Erica carnea (Maurienne), pinèdes à Polygala chamaebuxus.

Sur silice, le Deschampsio-Pinion est plus mésophile. Sur des surfaces plus rocailleuses, des landes à Juniperus sabina prennent de grands développements dans les vallées méridionales.

Le Pin à crochets s'implante parfois au sein de certaines de ces pinèdes, sur des supports très filtrants (gypses, quartzites).

- Pessièrès montagnardes d'adret. Sur des adrets moins xériques que ceux colonisés par des pinèdes, des pessièrès mésoxérophiiles souvent dégradées ont été réunies dans une série montagnarde de l'épicéa bien développée dans la Tarentaise, le Valais et le val d'Aoste.

c) Des groupements mésophiles ou mésoxérophiiles d'ubac communs aux zones internes et intermédiaires.

- Au niveau du Collinéen, des groupements de feuillus (tilleul, frêne, érable, bouleau) sont mal définis en raison de leur anthropisation;

- Dans le Montagnard, des sapinières ou des sapinières-pessièrès s'étendent largement sur des pentes mal ensoleillées où la faiblesse des précipitations est compensée par une irrigation diffuse en provenance des névés des étages alpin ou nival. La proportion d'épicéa augmente quand on pénètre dans le domaine interne. Plusieurs types de pessièrès-sapinières ont été différenciés d'après des critères édaphiques. Sapinières à Carex alba (BARTOLI, 1966), à Saxifraga cuneifolia (GENSAC, 1967; RICHARD, 1983), à Veronica latifolia (ELLENBERG et KLOTZLY, 1972), à Vaccinium myrtillus (RICHARD, 1983) et à hautes herbes, le long de vallons humides. Dans les parties les plus internes, le mélèze s'infiltré rapidement dans les trouées forestières.

- Dans le Subalpin, la série du pin cembro et du mélèze, et spécialement la sous-série à mélèze, caractérise les paysages des hautes vallées internes. Le Larix qui se trouve dans une zone biogéographique privilégiée bénéficie, par ailleurs, des pressions anthropozoogènes qui ont été néfastes à son concurrent, le pin cembro, et qui ont multiplié les zones déforestées facilement colonisables.

La série subalpine de l'épicéa caractérise le Subalpin inférieur de toutes les Alpes du Nord. La distinction de divers types écologiques de pessièrès subalpines est bien classique (BARBERO et OZENDA, 1979; GENSAC, 1972; OZENDA, 1983; RICHARD et PAUTOU, 1982). Les associations à hautes herbes deviennent moins fréquentes dans les zones internes. Au niveau des landes de substitution, communes d'ailleurs aux autres séries subalpines, les junipérais ont tendance à prendre le pas sur les rhodoraies, dans les vallées internes les plus xériques (val d'Aoste).

Parmi les groupements spécialisés signalons les aunaies d'aune vert qui se substituent aux forêts subalpines sur les pentes d'ubac avalancheuses, humides, à sols désaturés. Leur optimum écologique se situe sur les massifs cristallins externes mais la couverture forestière vigoureuse relègue les aunaies naturelles, ou aunaies primitives, sur des surfaces restreintes: pentes parcourues par des coulées de neige, flancs de ravins; les aunaies secondaires (aunaies anthropozoogènes) colonisent, classiquement, des pâturages abandonnés. Les zones intermédiaires et internes sont, climatiquement, moins favorables à l'Alnetum viridis mais les déforestations naturelles (avalanches) ou artificielles (pressions pastorales) laissent de vastes espaces disponibles à des aunaies plus strictement localisées sur des ubacs subalpins et qui se raréfient d'ailleurs dans les vallées les plus sèches (Suse, Aoste).

La série du pin cembro et du mélèze est surtout représentée par la sous-série à mélèze; les cembraies subsistent néanmoins dans des sites rocailleux, siliceux, difficilement parcourus par les troupeaux; elles ont été décimées dans la zone du flysch.

C - HISTOIRE DE LA VEGETATION

L'histoire de la recolonisation post-glaciaire rend compte, en partie, de l'originalité de ces vallées (BRAUN-BLANQUET, 1961). A la fin du Würm, de nombreuses espèces steppiques boréo-orientales colonisent les surfaces fraîchement déglacées: basses régions, flancs de vallées au-dessus des glaciers en régression. Arrivent ainsi très précocement: Ephedra distachya, Kochia prostata, Adonis vernalis, Astragalus austriacus, A. alopecuroïdes, de nombreuses espèces d'Artemisia, de Stipa. Le pin sylvestre, dont des zones de refuge devaient se trouver dans les Alpes méridionales, constitue rapidement des peuplements arborés clairiérés.

Les facteurs environnementaux sont favorables à ces espèces sarmatiques: climat sec et froid, faible concurrence de la part des pinèdes, sols alluvionnaires filtrants. L'installation ultérieure de chênaies à chêne pubescent n'apporte pas de perturbations majeures en raison de leur subordination aux pinèdes dans les vallées internes.

Par contre, l'arrivée de la forêt mésophile, dès le début de l'Atlantique, sous un climat plus humide, élimine, dans de très nombreuses vallées, la végétation steppique et coupe les axes d'immigration. Mais de nombreux flots subsistent, dans les vallées internes, en raison de conditions de milieu qui pouvaient freiner l'extension du charme, de l'orme et, plus tard du hêtre.

Un réchauffement transitoire du climat, au milieu de l'Atlantique (période "xérothermique" des auteurs suisses), favorise l'arrivée d'espèces méditerranéo-montagnardes (Carlina acanthifolia, Laserpitium gallicum...) voire méditerranéennes (Thymus vulgaris dans le val d'Aoste), sur de longs adrets chauds et secs où la concurrence arborée est faible.

Les pressions humaines précoces, intenses et très diversifiées dans le temps, ont dégradé les forêts climaciques d'adret, spécialement la série interne du chêne pubescent. L'abandon de nombreuses pentes cultivées et irriguées a facilité l'extension de pelouses xérophiles à Festuca vallesiana, Koeleria vallesiana, Poa concinna (= P. carniolica). Un phénomène de steppification (BRAUN-BLANQUET, 1961), due à la dégradation de la végétation et des sols, crée des conditions de milieu favorables au maintien, sinon à l'extension, des espèces steppiques ou oroméditerranéennes.

D - L'OCCUPATION HUMAINE

Elle s'est réalisée précocement et intensément, dans les vallées internes, en raison de la convergence de facteurs favorables.

a) Une pénétration facile, liée à la morphologie glaciaire, avec cependant des difficultés au niveau de gorges de raccordement et de resserrement, "d'étroits". Ces vallées ont toujours été des voies de communication classiques entre le Piémont et le versant occidental des Alpes grâce à des cols, accessibles en été, creusés entre 2 000 et 2 500 m d'altitude (Mont-Genèvre, Lautaret, Galibier, Petit-Saint-Bernard, Grand-Saint-Bernard, Simplon).

Aujourd'hui, le passage est facilité, en toutes saisons, par des tunnels routiers ou ferroviaires percés entre des bassins internes situés entre 1 100 et 1 500 m d'altitude et séparés, à vol d'oiseau, par 12 à 15 km (tunnels du Mont-Blanc, du Grand-Saint-Bernard, du Simplon, du Mont-Cenis). Les portions de vallées internes qui aboutissent aux tunnels ont subi des aménagements routiers qui ont souvent altéré les zones planitiaires.

b) Les conditions de milieu sont plus favorables à l'agriculture et à l'élevage que dans les zones externes en raison de l'allongement de la saison végétative et de la remontée des limites écologiques: pommes de terre, avoine, légumes sont fréquemment cultivés jusqu'à plus de 1 700 m d'altitude.

Ces pressions humaines, denses et anciennes, ont fortement altéré le manteau forestier sur les pentes douces, spécialement en adret.

c) Plus récemment, le tourisme hivernal a bénéficié de conditions favorables: vastes surfaces déforestées (pâturages) sans reliefs accidentés au pied des massifs élevés jouant le rôle de pôles de condensation en hiver et porteurs de névés en pentes douces. Le massif de la Vanoise, et plus précisément, les vallées drainées par la haute Isère (Tarentaise), ont, à cet égard, de très importantes potentialités dont une partie importante est déjà exploitée. Le Valais et le val d'Aoste montrent des hivers plus secs, sauf au pied de l'axe Mont-Blanc-Alpes pennines (Courmayeur, Breuil, Cervinia).

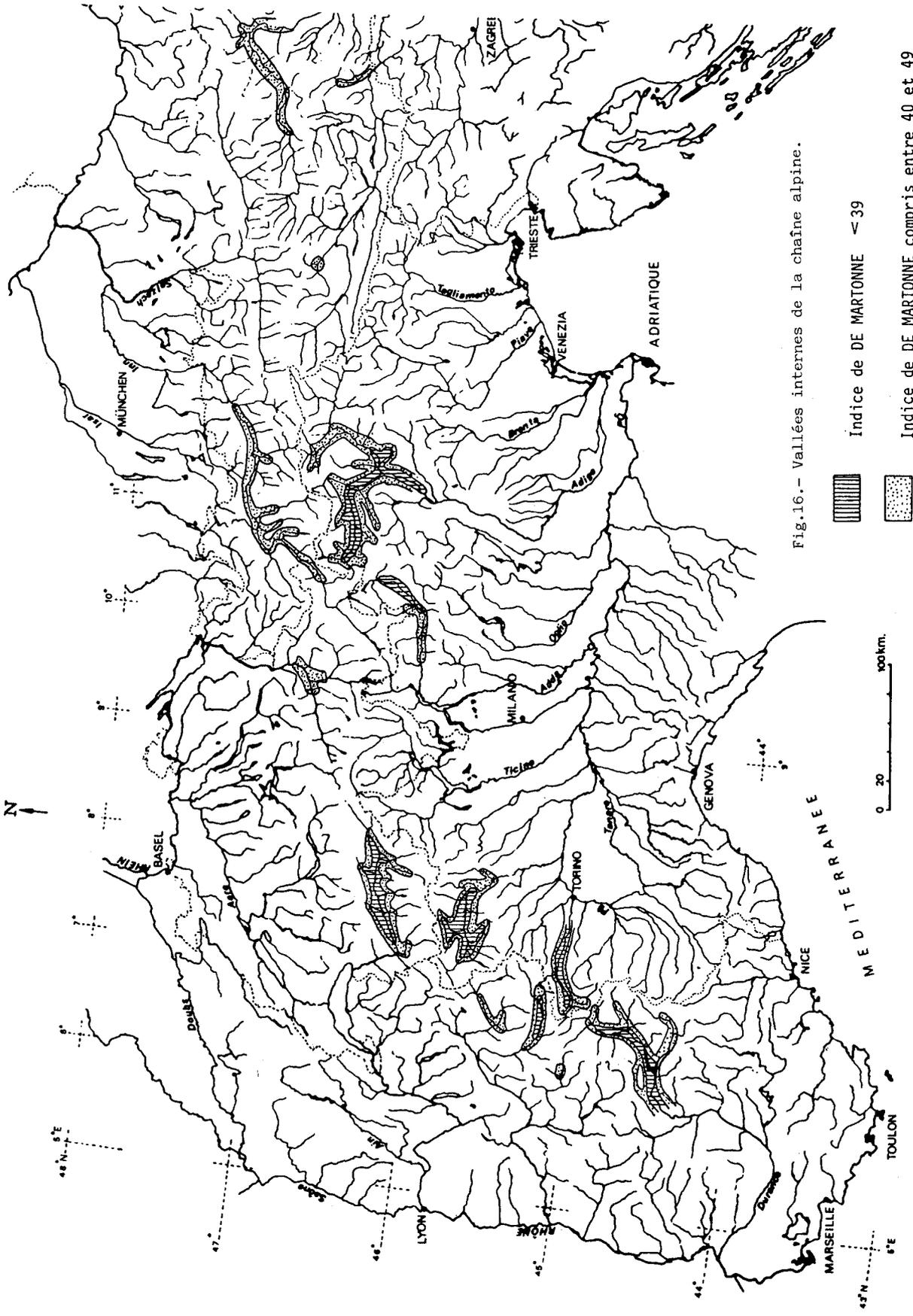


Fig.16.- Vallées internes de la chaîne alpine.

Indice de MARTONNE < 39
Indice de MARTONNE compris entre 40 et 49

CONCLUSIONS

Une des originalités de la chaîne alpine réside dans la présence de longues et profondes vallées glaciaires dilatées en bassins bien abrités par des barrières montagneuses hautes et épaisses; des changements brusques de direction, à l'aval, jumelés à des étranglements de la vallée, accentuent encore cet isolement. Ces bassins sont creusés au contact des massifs alpins internes ou même à leur intérieur; leur orientation générale ouest-est, ou est-ouest, de part et d'autre des cimes faitières, donne naissance à de longs adrets.

Des effets de foehn diminuent les précipitations, augmentent la période végétative, surtout au printemps, et engendrent une forte luminosité estivale.

Les grandes amplitudes altitudinales, entre les fonds de vallées à des altitudes collinéennes ou montagnardes et les crêtes bordières dépassant souvent 3 000 m d'altitude, s'accompagnent de forts contrastes thermiques saisonniers: fréquence des inversions de températures hivernales, étés chauds le long des adrets rocailloux.

Ces bassins internes offrent des étés plus secs et plus chauds que les vallées "externes" facilement envahies par des flux humides; ces contrastes sont saisissants dans les Alpes nord-occidentales et centrales soumises, à leur périphérie, aux influences océaniques ou lombardes; ils sont moins spectaculaires, dans les Alpes sud-occidentales, globalement plus sèches.

Ces originalités climatiques expliquent la survivance d'îlots de groupements xérophiles cernés par une végétation plus mésophile.

Ce caractère "interne", qualifié improprement de "continentalité" s'atténue avec l'altitude où les hauts sommets jouent le rôle de pôles de condensations avec de nombreux névés.

De nombreuses parentés entre les vallées internes les plus typiques situées globalement au nord du 45e parallèle ne doivent pas masquer des originalités résultant de situations biogéographiques variées, de divers degrés d'isolement dans la masse montagneuse, de colonisations différentes. Une gradation dans le degré de xéricité rend compte, en partie des différences de peuplements (fig. 16).

Pour les vallées internes des Alpes nord-occidentales, une comparaison des facteurs déterminants du milieu est exprimée par la figure 17. Elle permet d'établir un classement de ces vallées pour chacun de ces facteurs.

VALAIS									
	Pa	Pe	Ta	Te	Ma	Me	Ga	Ge	
SION 549m	588	159	9,8	18,5	28	22	43		
SAAS-FEL 1785m	866	210	2,8	11	68	-	66	65	

BRIANÇONNAIS									
	Pa	Pe	Ta	Te	Ma	Me	Ga	Ge	
BRIANÇON 1324m	753	151	7,6	16,7	42,7	23	60	65	
MONTGENEVRE 1850m	737	148	3,22	11	55,8	28	68	72	

TARENTEISE									
	Pa	Pe	Ta	Te	Ma	Me	Ga	Ge	
MOUTIERS 480m	900	218	10,4	19,8	44	29	28		
TIGNES-VILLARET 1750m	1080	294	5,1	11,9	57	53	57	56	

VAL D'AOSTE									
	Pa	Pe	Ta	Te	Ma	Me	Ga	Ge	
AOSTE 583m	585	120	10,4	19,5	29	16	45		
RHEMES-NOTRE DAME 1731 m	842	197	-	-	-	-	64	66	

MAURIENNE									
	Pa	Pe	Ta	Te	Ma	Me	Ga	Ge	
AVRIEUX 1100m	547	140	7,3	15,5	31	22	64	63	
BONNEVAL 1790m	990	226	3,6	11,8	72	-	61	-	

VAL DE SUSE									
	Pa	Pe	Ta	Te	Ma	Me	Ga	Ge	
OULX 1121m	672	128	6,7	14,8	40,2	19,8	59	65	
THURES 1763m	886	159	-	-	-	-	62	69	

OISANS									
	Pa	Pe	Ta	Te	Ma	Me	Ga	Ge	
Le CHAMBON 1050m	824	200	8,2	16,2	45	31	52	53	
Le CHAZELET 1750m	918	217	4,8	11,8	62	-	63	64	

Pa, précipitations annuelles
 Pe, précipitations estivales
 Ta, températures moyennes annuelles
 Te, températures moyennes estivales
 Ma, indice de Martonne annuel
 Me, indice de Martonne estival
 Ga, indice de Gams annuel
 Ge, indice de Gams estival

Fig.17.- Comparaison des caractéristiques bioclimatiques des différentes vallées.

BIBLIOGRAPHIE

- BARBERO (M.) et OZENDA (P.), 1979.- Carte de la végétation potentielle des Alpes piémontaises à 1/400 000. Doc. Cart. Ecol., XXI, 139-162.
- BARTOLI (Ch.), 1966.- Etudes écologiques sur les associations végétales forestières de la Haute-Maurienne. Ann. Sci. forest., 23, 432-751.
- BARTOLI (Ch.), 1967.- Carte phytosociologique des forêts de la Haute-Maurienne. Doc. Carte Vég. Alpes, V, 63-79.
- BAUMGARTNER (A.), REICHEL (E.) et WEBER (C.), 1983.- Wasserhaushalt der Alpen: Niederschlag, Verdunstung, Abfluss und Gletscherspende im Gesamtgebiet der Alpen im Jahres-Durchschnitt für die Normalperiode 1931-1960. Oldenburg Verlag, München, 343 p., 7 cartes.
- BRAUN-BLANQUET (J.), 1961.- Die inneralpine Trockenvegetation, von der Provence bis zur Steiermark. Fischer, Stuttgart, 273 p.
- BUCHOT (C.), 1978.- Le foehn en Haute-Tarentaise. Direction de la Météorologie nationale, n°108, 78 p.
- CADEL (G.) et GILOT (J.-Cl.), 1963.- Carte de la végétation des Alpes, Feuille Briançon 1/100 000. Doc. Carte Vég. Alpes, I, 91-140.
- CADEL (G.), 1980.- Séries de végétation et sols du Briançonnais sur roches-mères silico-alumineuses. Comparaison avec la Maurienne et la Tarentaise. Sciences du sol. Bull. A.F.E.S. 4, 249-264.
- DEBELMAS (J.), 1974.- Géologie de la France. Les Alpes franco-italiennes. Ed. Doin, Paris, 387-442.
- ELLENBERG (H.) et KLOTZLI (F.), 1972.- Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mém. Inst. suisse de Rech. forest., 48, 589-930.
- FLIRI (F.) et SCHUEPP (M.), 1984.- Synoptische Klimatographie der Alpen zwischen Mont-Blanc und Hohen Tauern (Schweiz, Tirol, Oberitalien), Alpine Wetter-ungolagen und europaisch Luftdruckverteilung. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck-29, 689 p., 459 cartes.
- GAMS (H.), 1923.- Von den Follateres zur Dent de Morcles. Beitr. Geobotan. Landesauf d. Schweiz, 15, 760 p.
- GAMS (H.), 1932.- Die Verteilung der Kontinentalität in den Alpen. Beilage zur Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde ZU Berlin.
- GAPILLOUT (A.), 1975.- Carte écologique du bassin de Bourg-Saint-Maurice. Doc. Cart. Ecol. XV, 41-58.
- GAUSSEN (H.), sans date.- Carte de la pluviosité annuelle des Alpes, du Bassin du Rhône et de la Corse, à 1/500 000. Ministère des Travaux publics, Paris.
- GENSAC (P.), 1967.- Feuilles de Bourg-Saint-Maurice et de Moûtiers. Doc. Carte Vég. Alpes, V, 7-61.
- GENSAC (P.), 1970.- Les Pessières de Tarentaise comparées aux autres Pessières alpestres. Veröff. d. geobot. Inst. ETM, Zürich, 43, 65-103.
- GENSAC (P.), 1972.- Notice explicative de la carte écologique de Moûtiers 1/100 000. Trav. sci. Parc nation. Vanoise, II, 49-71.
- GENSAC (P.), 1979.- Les pelouses supraforestières du massif de la Vanoise. Contribution à l'inventaire et à l'étude écologique des groupements végétaux du Parc National de la Vanoise. Trav. sci. Parc nation. Vanoise, X, 111-213.
- GIDON (M.).- Carte géologique simplifiée des Alpes occidentales du Léman à Digne. B.R.G.M. Didier Richard, Grenoble.
- GIORDANO (A.), MONDINO (G.P.), PALENZONA (M.), ROTA (L.) et SALANDIN (R.), 1974.- Ecologia ed utilizzazioni prevedibili della Valle di Susa. Ann. Ist. Sperim. per la selvicoltura Arezzo, V, 85-196.
- GIORDANO (A.), MONDINO (G.P.), SALANDIN (R.), 1969.- Suoli e vegetazione del Gran Bosco di Salbertrand. Ann. Ist. Sperim. per la selvicoltura, Arezzo, 29-82.
- GUYOT (H.), 1932.- Phytogéographie comparée du Valais et du val d'Aoste. Bull. Soc. Maurithienne 52, 16-35, Saint-Maurice.
- HAINARD (P.), 1969.- Signification écologique et biogéographique de la répartition des essences forestières sur l'adret valaisan. Thèse, Boisséria, 15, 159 p.
- HAINARD (P.) et JACQUEMOUD (F.), 1975.- Originalités de la région valaisanne de la carte 1/50 000 Chamonix. Ann. Centre Univ. Savoie, tome spécial, 101-105.
- JANIN (B.), 1968.- Une région alpine originale: le val d'Aoste, tradition et renouveau. Thèse, Grenoble, Allier, 583 p.
- LAVAGNE (A.), 1965.- Note sur Astragalus alopecuroides (A. centro-alpinus Br. Bl.). Bull. Mus. Hist. Nat. de Marseille, XXV 25-32.
- MONTACCHINI (F.) et CARAMIELLO (R.), 1968.- II Pinus mugo (Turra) e il Pinus uncinata in Piemonte. Note critiche e distribuzione. Giorn. Bota. Ital. 1968, 102-529.
- MONTACCHINI (F.), 1972.- Lineamenti della vegetazione dei boschi naturali in valle di Susa. Allionia, XVIII, 195-252.
- NEGRE (R.), 1950.- Contribution à l'étude phytosociologique de l'Oisans: la Haute vallée du Vénéon (Massif Meije-Ecrins-Pelvoux). Phytion, 2, 23-50.
- NEUBURGER (M.-C.), 1982.- Recueil et traitement d'une documentation scientifique sur le pays de la Vanoise en tant que cellule représentative du système alpin. Trav. sci. Parc nation. Vanoise, XII, 146 p.

- OZENDA (P.), 1955.- La température, facteur de répartition de la végétation en montagne. *Ann. Biol.*, 31, 51-68.
- OZENDA (P.), TONNEL (A.), VIGNY (F.), 1968.- Feuille de Vizille (XXXIII-35). *Doc. Carte Vég. Alpes*, VI, 71-87.
- OZENDA (P.), 1970.- L'originalité phytogéographique des Alpes occidentales. *Veröff. d. geobot. Inst. Rübel, Zurich*, 43, 3-15.
- OZENDA (P.), 1979.- Vegetation Map of the council of Europe member state. European committee for conservation of nature and natural resources. Strasbourg 100 p.
- OZENDA (P.), 1981.- Végétation des Alpes sud-occidentales. Editions CNRS, 258 p.
- OZENDA (P.), 1983.- La végétation de l'arc alpin. *Cons. de l'Europe. Coll. Sauvegarde de la Nature*, 29, 98 p.
- OZENDA (P.), 1985.- La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen. Masson, Paris, 330 p., 1 carte couleur.
- PAUTOU (G.) et al., 1978.- Carte de la Végétation de la France à 1/200 000, feuille 54, Grenoble, C.N.R.S., Toulouse.
- PEGUY (Ch.-P.), Equipe CNRS n°30. Carte climatologique détaillée de la France à 1/250 000. Feuille Lyon (1976). Annecy-Thonon (1979-79). Editions Ophrys.
- PERRIER de la BATHIE (E.), 1928.- Catalogue raisonné des plantes vasculaires de Savoie. *Mém. Acad. Sci. Belles lettres, Arts Savoie*, série 5.
- PEYRONEL (B.-Jr.), 1964a.- Escursione della Socetà Botanica in Val d'Aosta (20-22 Giugno 1963). *Giorn. Bot. Ital.*, 71: 183-196.
- PEYRONEL (B.-Jr.), 1964b.- Notizie sulle piante rare o critiche della Valle di Cogne (Gran Paradiso). III, *Astragalus alopecuroides L. nelle stazioni classiche e in nuove stazioni a valle di Cogne*. *Giorn. Bot. Ital.*, 71, 691-694.
- PEYRONEL (B. jr.), 1967.- Notize sulle piante rare o critiche della Valle di Cogne (Gran Paradiso). IV, *Nuova stazione di Astragalus centralpinus Br.-Bl.* *Giorn. Bot. Ital.*, 101, 308-309.
- RICHARD (J.L.), 1985.- Pelouses xérophiles alpines des environs de Zermatt (Valais suisse). *Botanica hevetica* 92/2, 193-211.
- RICHARD (L.), 1983.- Nouvelles données pour la zonation écologique des Alpes nord-occidentales et contribution à la notice de la carte écologique à 1/50 000 "Saint-Gervais". *Doc. Cart. Ecol.*, XXVI, 83-116.
- RICHARD (L.) et PAUTOU (G.), 1982.- Alpes du Nord et Jura méridional. Notice détaillée des feuilles 48 Annecy 54, Grenoble, Ed. CNRS, 316 p.
- SAINTIGNON (M.-F. de) et DOUGUEDROIT (A.), 1970.- Méthode d'étude de la décroissance des températures en montagnes de latitude moyenne: exemple des Alpes françaises du Sud. *Rev. Géogr. alpine*, LVIII, 3, 453-472.
- SCHMID (E.), 1939-1950.- Carte de la végétation de la Suisse à 1/200 000. Berne, Kümmerly et Frey, 4 feuilles.
- SCHUEPP (M.), 1967.- *Klimatologie der Schweiz*, C, 2-3. *Lufttemperatur Schweizeris-Zentralanstalt Zurich*.
- UTTINGER (H.), 1965.- *Klimatologie der Schweiz*, E., Niederschlag. *Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, Zurich*, 171-334.
- UTTINGER (H.), 1965.- Atlas de la Suisse. *Climats et temps*, II, 12. Service topographique fédéral. Wabern-Bern.
- VACCARI (L.), 1904-1911.- Catalogue raisonné des plantes vasculaires de la Vallée d'Aoste. *Soc. de la Fl. valdot.*, Aoste.
- WEGMULLER (S.), 1977.- *Pollenanalytische Untersuchungen zur spät-und postglazialen Vegetationsgeschichte der französischen Alpen (Dauphiné)*. Paul Haupt, Bern, 185 p.

SANS NOMS D'AUTEURS

- Atlas de la Suisse, 1970.- *Climat et temps*: 11, températures; 12, hauteurs et fréquences de pluie; 17, végétation. Service topographique Fédéral, Wabern.
- Laboratoire de Botanique et Biologie végétale de l'Université de Grenoble, 1974.- Carte de la végétation potentielle des Alpes nord-occidentales (partie française). *Doc. Cart. Ecol.*, XIII, 9-27.
- Ministero dei Lavori pubblici, 1959.- Servizio idrografico. *Publicazione 24. Precipitazioni medie mensili ed annue e numero dei giorni piovosi per il trentennio 1921-1950. Fascicolo XII, a, 260 p.* Roma.
- Ministero dei Lavori pubblici, 1966.- Servizio idrografico. *Publicazione 21. Distribuzione delle temperatura dell'aria in Italia nel trentennio 1926-1955, Fascicolo I, Italia settentrionale, 563 p.* Roma.

SOURCES D'INFORMATIONS DIVERSES

- Bulletins des Commissions climatologiques des départements de Haute-Savoie, Savoie, Isère.
- Equipe de Recherche CNRS n°30, Environnement climatique, Saint-Martin d'Hères, France.