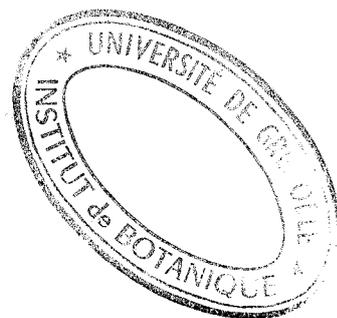


CARTE ECOLOGIQUE DU BASSIN DE BOURG-SAINTE-MAURICE

par A. GAPILLOUT (1)



I - SITUATION DU BASSIN DE BOURG-SAINTE-MAURICE.....	41
II - LES FACTEURS CLIMATIQUES.....	42
III - ELEMENTS D'ETUDE PEDOLOGIQUE.....	50
IV - DESCRIPTION DE LA VEGETATION.....	53
V - ETUDE COMPAREE DES FACTEURS DU MILIEU ET DE LA VEGETATION...	54
CONCLUSION : NOTION DE STATION ECOLOGIQUE.....	57
BIBLIOGRAPHIE.....	58

Résumé. - Le bassin de Bourg Saint-Maurice (Savoie) fait l'objet d'une étude détaillée mésoclimatique, microclimatique (celle-ci reposant entièrement sur des observations et des mesures de l'auteur) et pédologique (surtout humus et eau utile du sol). Les groupements végétaux sont rappelés, puis mis en relation avec les facteurs de milieu ; le cas de la Sapinière d'adret est particulièrement discuté.

Summary. - Mesoclimate, microclimate (based on author's data) and soils (mainly organic matter and soil water) of Bourg Saint-Maurice area (Savoie, France) are detailed. Relationships between vegetation and ecological data are emphasized. The characteristics of southern slopes Fir forest are pointed out.

I.- SITUATION DU BASSIN DE BOURG ST.MAURICE

A - PRESENTATION GEOGRAPHIQUE (fig. 1)

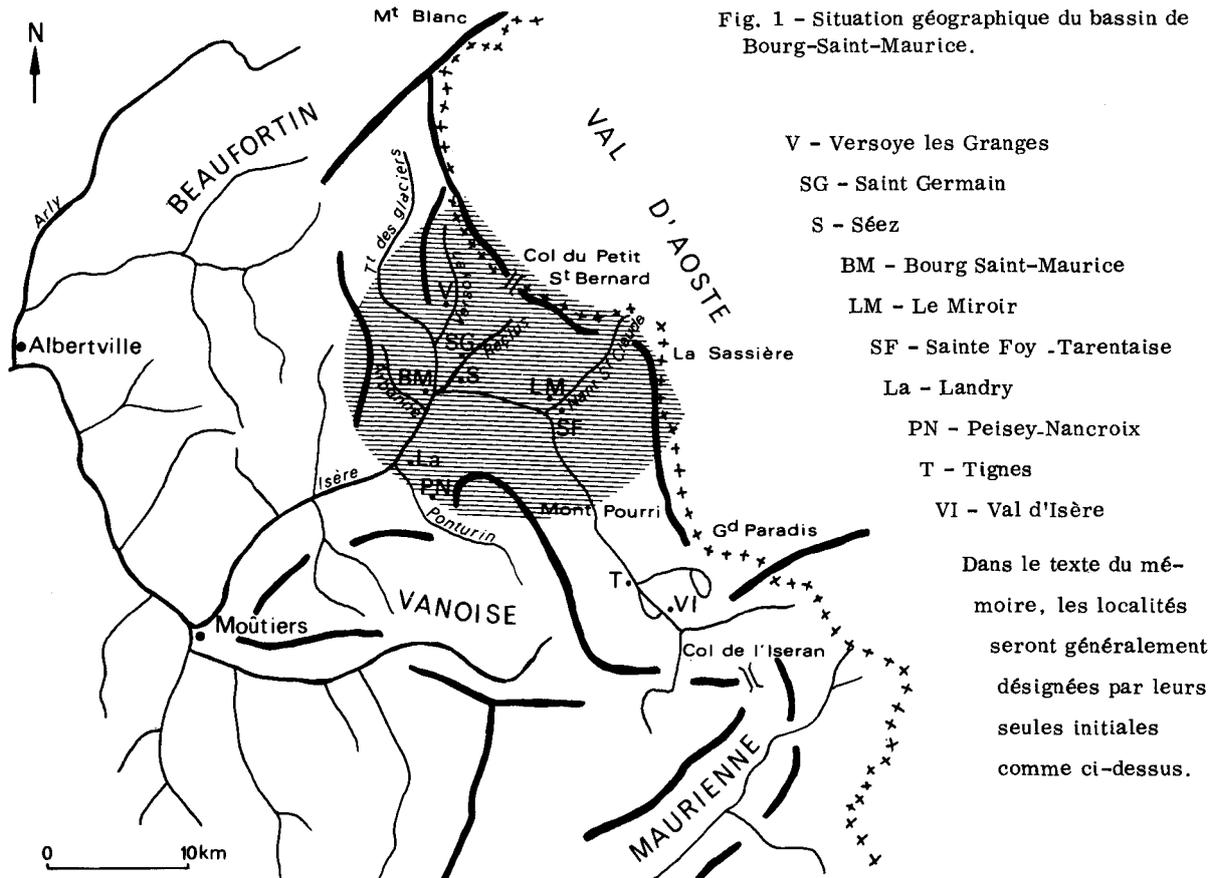
A la limite septentrionale de la zone périphérique du Parc National de la Vanoise, le bassin de Bourg-Sainte-Maurice, qualifié de "berceau Tarin" par R. BLANCHARD et défini géographiquement par H. ONDE, est la zone de transition en Tarentaise entre les domaines extra-alpin et intra-alpin.

Après Sainte-Foy, où elle s'écoule du S-SW vers le N-NW, l'Isère s'incurve à sa confluence avec le Nant Saint-Claude pour franchir un verrou glaciaire entre ViClaire et Longefoy et débouche dans le bassin de Bourg où elle s'oriente vers le SW : cette boucle détermine un éventail d'expositions intermédiaires sur les deux rives, jouant respectivement le rôle d'adret et d'ubac. Les vallées adjacentes présentent leurs versants à l'Ouest et à l'Est.

B . - GEOLOGIE

Les faciès du secteur étudié sont la base de l'étude lithologique. Ce secteur est situé à la bordure occidentale de la zone pennique avec, de l'Ouest vers l'Est, quatre unités tectoniques : 1°) la zone valaisane, formée par le flysch jurassique. nummulitique ; 2°) la zone briançonnaise avec une sous-zone de Permo-houiller peu métamorphique et une sous-zone métamorphique formant la 3ème unité Vanoise-Mont Pourri, dont le socle est le massif du Ruitor à l'Est du Petit Saint-Bernard. La couverture surtout triasique est comparable à celle de la zone suivante ; 4°) la zone piémontaise, métamorphique, qui comprend les schistes lustrés du Petit Saint-Bernard, tantôt très calcaires, tantôt gréseux, schisteux ou bréchiques, et plus siliceux ; la couverture triasique comprend des quartzites, des schistes, des gypses, des cargneules. Les alluvions quaternaires sont des moraines anciennes, des dépôts fluviatiles et torrentiels.

(1) Professeur au C.E.S. de Bourg Saint-Maurice (Savoie)



C. - PHYTOGEOGRAPHIE

Le périmètre étudié se situe, dans le cadre des Alpes nord-occidentales, dans le domaine phytogéographique intra-alpin : le Hêtre disparaît à Aime, le Sapin le remplace jusqu'à Sainte-Foy, le Mélèze et le Pin cembro apparaissent à l'Est d'Albertville sur les massifs cristallins externes, formant la série du Mélèze et du Cembro (P. OZENDA, D.C.V.A., IV, 1966). A l'intérieur de ce domaine intra-alpin, le secteur phytogéographique valaisan est caractérisé par le rôle fondamental joué par l'Epicéa dans le Montagnard et le Subalpin inférieur, avec un Piceetum montanum (faisant notamment défaut au Sud dans le secteur briançonnais). Le rôle effacé du Pin sylvestre, localisé dans le Montagnard, en adret, et concurrencé par l'Epicéa, est à souligner.

La faible extension de l'étage collinéen est remarquable et se trouve soulignée par la disparition des séries de feuillus, dont les stations mal caractérisées sont envahies par l'Epicéa, notamment en milieu plus frais. La série du Chêne pubescent (P. OZENDA, D.C.V.A., IV, 1966) disparaît à Aime et certaines espèces lui appartenant, à l'exclusion du Chêne pubescent, se retrouvent en amont de Bourg, entre le Versoyen et le Reclus. La série acidophile du Chêne sessile (P. OZENDA, D.C.V.A., IV, 1966) n'existe plus qu'en aval de Bellentre, à la limite du secteur étudié ; cette espèce est présente à l'adret, dans le Montagnard inférieur, avec une densité croissante vers Montvalezan, où son introduction vers 1600 par les moines du Presbytère de ce village est certaine. Le Chêne pédonculé colonise avec le Noisetier les versants les plus humides de l'adret et des sols plus acides, pénétrant largement dans les Pessières du Montagnard inférieur.

II.- LES FACTEURS CLIMATIQUES

La critique des documents recueillis permet de présenter un contexte mésoclimatique, introduisant une étude microclimatique originale ; nous ne retiendrons que les conclusions utilisables pour la connaissance du milieu naturel (chapitre IV).

A. - LES PARTICULARITES MESOCLIMATIQUES

A partir des données de la Météorologie Nationale (MN) et de l'Electricité de France (EDF), nous avons étudié l'influence du climat sur la végétation. Certaines de ces données n'avaient jamais été exploitées. Quatre stations de référence ont été retenues : - Bourg-Saint-Maurice (MN), à 865 m d'altitude (noté BM) ; - Le Miroir de Sainte-Foy (EDF), à 1250 m d'altitude (noté M) ; - Versoye les Granges (EDF), à 1300 m d'altitude (noté VG) ; - Peisey-Nancroix (EDF), à 1350 m d'altitude (noté PN). Les mesures de ces stations, sûres et récentes (1946 à 1970), synchronisées, sont intégrées dans des diagrammes originaux (fig. 2).

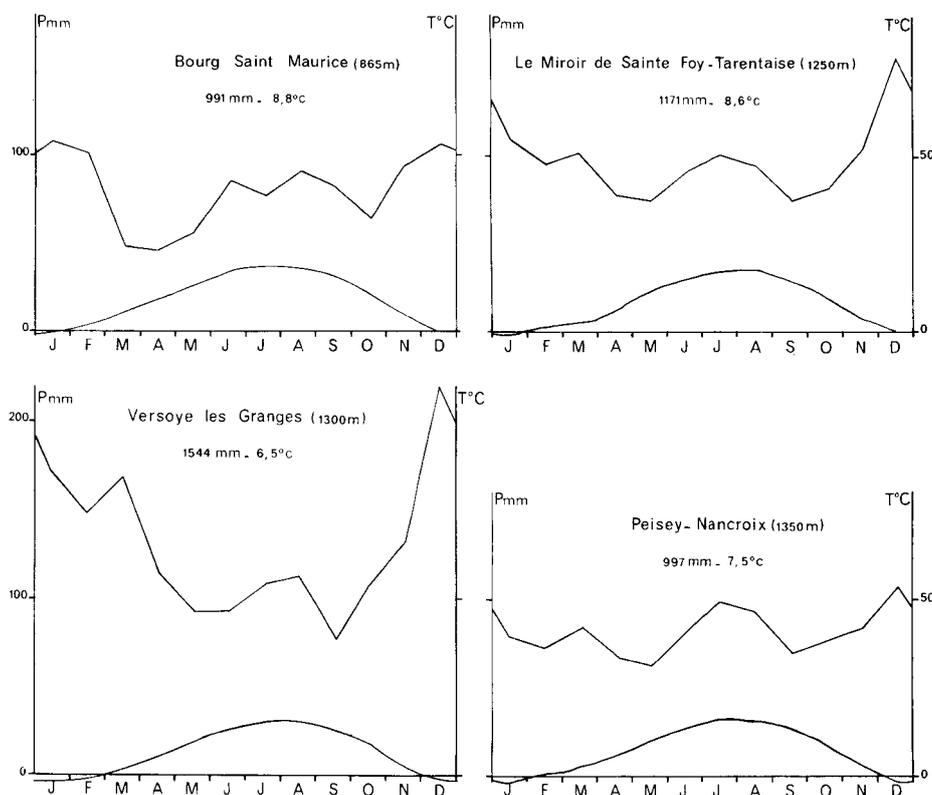


Fig. 2 - Diagrammes ombrothermiques

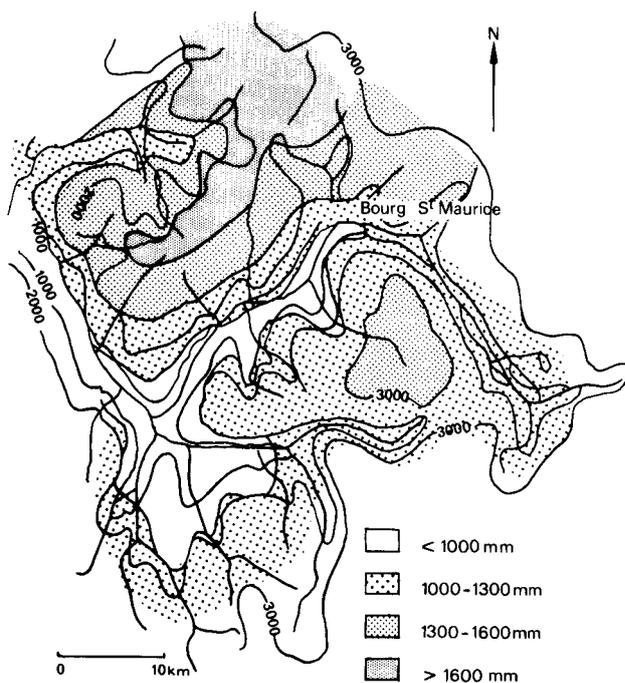


Fig. 3 - Carte des isohyètes

1 - Les précipitations

- Moyennes annuelles

Quoiqu'à des altitudes légèrement inférieures à celle de PN, les stations de VG et de LM reçoivent, la première 1544 mm, la seconde 1171 mm, donc davantage que cette station d'ubac dont les 997 mm se confondent avec les 991 mm de BM, 485 m plus bas. Le gradient pluviométrique augmenterait donc rapidement en adret, plus faiblement en ubac.

Cette première conclusion s'intègre parfaitement à une échelle plus petite. La carte des isohyètes établis à partir des moyennes pluriannuelles des stations de Tarentaise illustre ce fait (fig. 3).

- Répartition saisonnière

Les diagrammes ombrothermiques montrent, en considérant les stations dans l'ordre VG, LM, BM, PN, que juillet remplace progressivement décembre comme mois le plus arrosé. Les mois les moins arrosés sont septembre à VG, mai à PN. Le diagramme de répartition saisonnière des précipitations (fig. 4) montre que celles-ci sont liées à l'importance relative des régimes hivernal et estival.

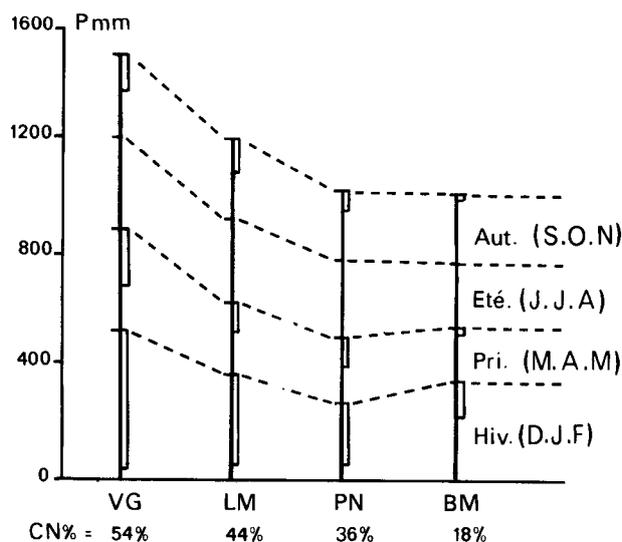
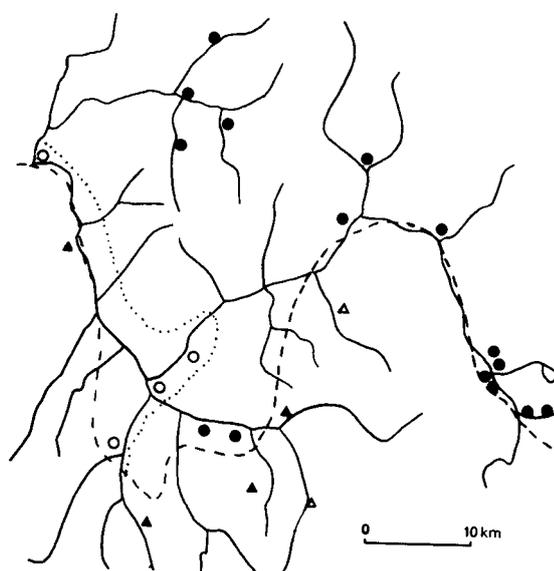


Fig. 4 - Répartition saisonnière des précipitations

Sur l'adret (VG, LM), l'hiver est la saison la plus arrosée et l'enneigement y est supérieur. Vers l'axe de la vallée (BM), les précipitations estivales deviennent plus importantes ; l'automne concurrence le printemps comme saison sèche. En ubac (PN), l'été remplace l'hiver comme saison la plus arrosée. Des faits identiques s'étendent à toute la Tarentaise comme en témoigne la carte des régimes saisonniers (fig. 5). L'étude du coefficient de niviosité, $CN \% = P_n \times 100 / PT$, pour une série 1959-1966, confirme que l'adret est plus enneigé que l'ubac. (P_n = précipitations neigeuses ; PT = précipitations totales).

Fig. 5 - Carte des régimes saisonniers.

- Précipitations hivernales prédominantes
 - Répartition saisonnière HEAP
 - " " HAEP
- Précipitations estivales prédominantes
 - ▲ Répartition saisonnière EHAP
 - △ " " EAHP
- - - Ligne de changement climatique HEAP / EHAP
- Ligne de changement climatique HAEP / HEAP



2 - La neige

L'importance accordée à ce facteur justifie ce chapitre spécial.

Durée du manteau neigeux et altitude : la station de Bourg dispose d'une série d'observations journalières, 1960-1969, des altitudes inférieures d'enneigement dont nous avons tiré les graphes des durées annuelles du manteau neigeux (fig. 6). La durée d'enneigement en adret est inférieure à celle de l'ubac. L'écart des durées s'atténue vers le fond de la vallée et disparaît vers 3200 m ; il est maximal à 1700 m.

Nous avons établi, en outre, que les années de fort enneigement, les écarts de durées sont plus atténués que les années de faible enneigement. Une telle étude offre un intérêt tant du point de vue écologique que du point de vue climatique, puisqu'elle n'a été menée dans les Alpes françaises qu'à Embrun par J. LOUP. Nos conclusions, dont nous ne pouvons donner ici le détail, recourent les siennes.

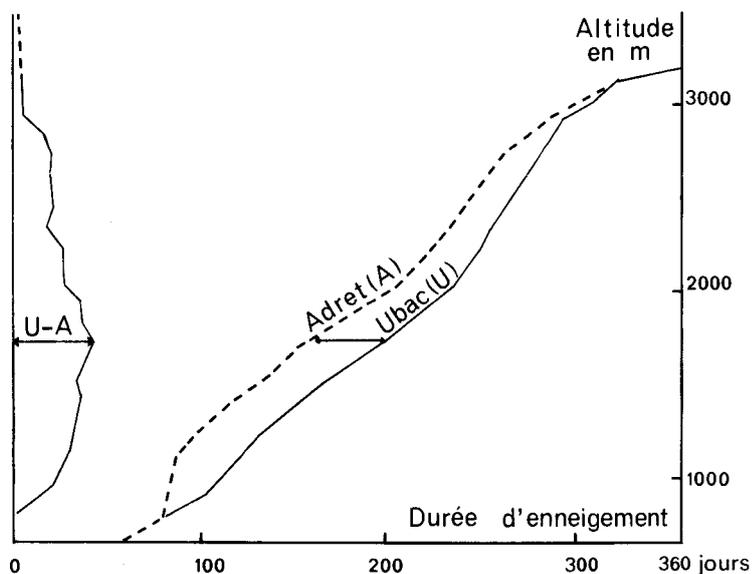


Fig. 6 - Moyenne des durées annuelles du manteau neigeux pour la période 1960-1969.

3 - Les températures (voir plus haut fig. 2)

En prenant pour base la température de Bourg, nous avons calculé la température moyenne annuelle théorique de chaque station, en admettant que le gradient thermique est $0,55^{\circ}\text{C}$ pour 100 m d'élévation (ANGOT). (tabl. I).

TABLEAU I

Stations	Moyennes annuelles ($T^{\circ}\text{C}$)		
	vraies T_v	théoriques T_t	$T_v - T_t$
Bourg-St-Maurice (BM)	8,8	8,8	0,0
Versoye les Granges (VG)	6,5	6,6	-0,1
Peisey-Nancroix (PN)	7,5	6,4	1,1
Le Miroir de Ste-Foy (LM)	8,6	6,9	1,7

VG se rattache au Beaufortin plus froid que la Tarentaise. Les écarts positifs de LM et de PN s'expliquent par l'exposition ; les températures les plus élevées étant dues à l'exposition W-SW en hiver (PN) que nous qualifions d'ubac secondaire et S-SE en été (LM) que nous qualifions d'adret secondaire.

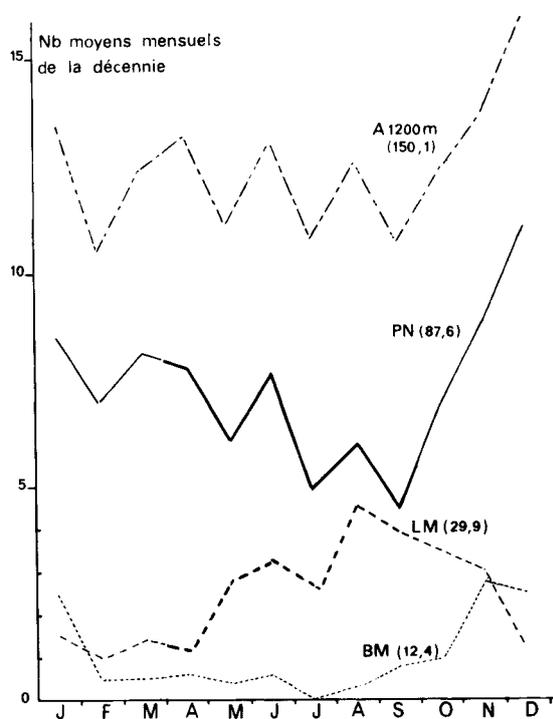


Fig. 7 - Fréquence des nuages bas

4 - Les brouillards (fig. 7)

L'étude systématique de ce facteur est délicate car il échappe plus ou moins à l'analyse quantitative. Nous en avons retenu un aspect avec la fréquence des nuages bas à différentes altitudes, à BM, LM, PN, et dans l'ensemble du bassin de Bourg à 1200 m. Sur la figure 7, les pourcentages des nombres moyens mensuels de jours de brouillard calculés à partir d'une série 1956-67 figurent en ordonnée ; les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre réel de jours de brouillard annuel (moyennes de 12 ans).

5 - Les vents (fig. 8)

Ils sont orientés par les vallées.

A VG, les vents dominants sont NE-SW (Versoyen), NW-SE (Torrent des glaciers). A LM parviennent les influences du vent d'Ouest remontant la vallée de l'Isère et du vent d'Est la descendant ; le Nant Saint-Claude conduit le flux NE (vent du col du Mont). BM est à la confluence de plusieurs couloirs et reçoit les influences précédentes, mais aussi un courant N.NE - E.NE par le reclus, N par l'Arbonne, S-SW par le Ponturin. A PN les flux S-SE et N-NW prédominent.

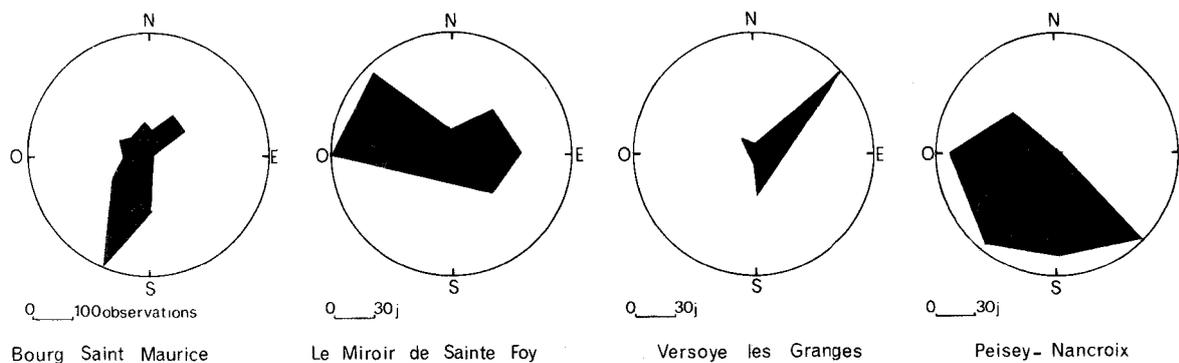


Fig. 8 - Rose des vents.

Action des vents dominants :

Elle est déduite d'un travail statistique que nous avons réalisé à partir des observations du poste météorologique de Bourg. Pour les précipitations, nous constatons avec C. BUCHOT que ce ne sont pas les vents du Nord qui amènent les plus grosses chutes de neige, mais le vent S-SW remontant la vallée de l'Isère. Il s'affronte avec le vent N-E accompagné souvent de pluie ou de neige sur les lignes de crête de la frontière franco-italienne et à l'amont des vallées affluentes de la rive droite de l'Isère. Vers l'aval, ce vent N-E s'est desséché et réchauffé ; il se comporte comme un foehn qui arrive à Bourg par le N-E, au Miroir par l'Est, à Peisey par le S-E. Il n'atteint pas Mottiers.

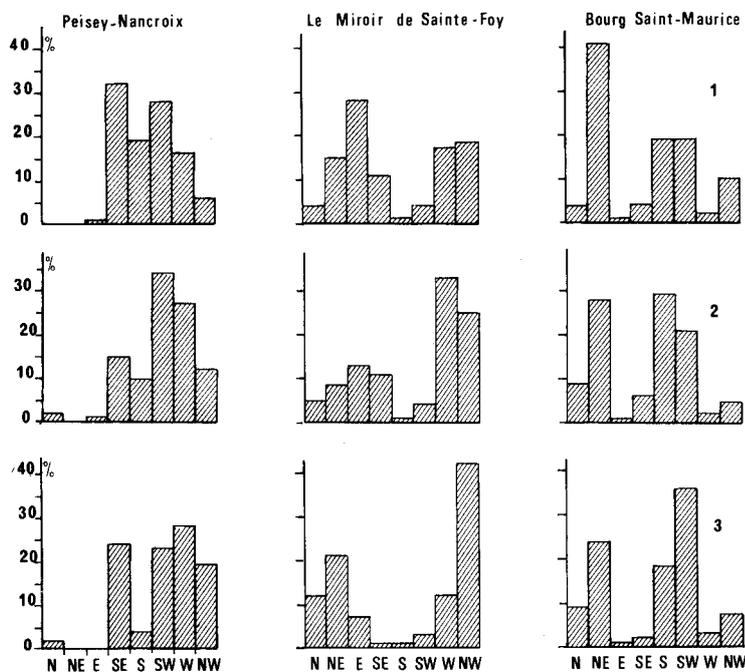
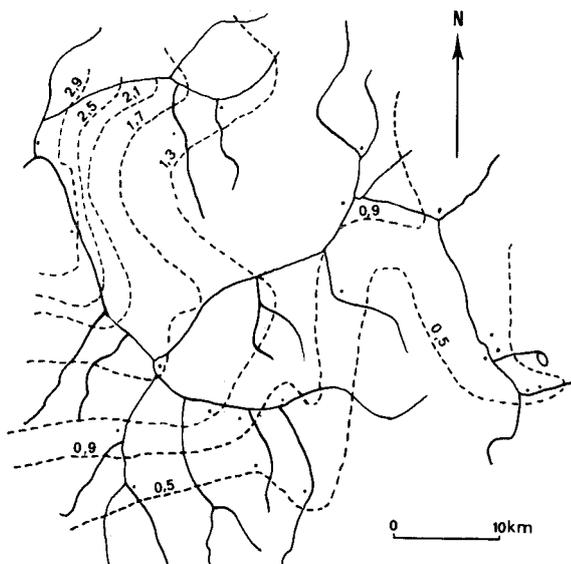


Fig. 9 - Influence thermique des vents au printemps.

- 1) Hausse thermique - 2) Baisse thermique -
3) Nombre de jours de gelée

Pour les températures, l'influence thermique des vents a été précisée pour le printemps, saison où les gelées sont néfastes à la végétation (mars, avril, mai). Nous avons noté pour une moyenne de quatre printemps (mars, avril, mai) d'une série 1956-1960, dans les cas de Peisey-Nancroix, Le Miroir et Bourg, le nombre de jours où a soufflé un vent dominant coïncidant avec une hausse thermique, ou une baisse thermique, ou une gelée (la hausse thermique étant définie par une variation positive de la température journalière, la baisse thermique par une variation négative et la gelée par une température égale à 0°C dans la journée). Ces durées ont été traduites en pourcentages (ordonnées des graphes de la fig. 9). Dans chaque cas (hausse ou baisse thermiques et gelées), ces durées se rapportent à un vent dominant, porté en abscisses. Par exemple à Peisey-Nancroix, on constate que le vent Sud-Est est synchrone de 32 % des hausses thermiques ; au Miroir le vent Ouest est synchrone de 33 % des baisses thermiques ; à Bourg le vent Sud-Ouest est synchrone de 31 % des gelées.

Une conclusion importante est l'augmentation de la continentalité du Nord vers le Sud, matérialisée par les variations de l'indice de GAMS, $I = P \text{ (mm)} / \text{Altitude (m)}$, permettant d'élaborer une carte où les stations d'indices voisins sont reliées par des lignes d'isocontinentalité croissante au Nord-Ouest vers le Sud-Est (fig. 10).

Fig. 10 - Carte des lignes d'isocontinentalité. (Indice de GAMS : $I = P/A$).

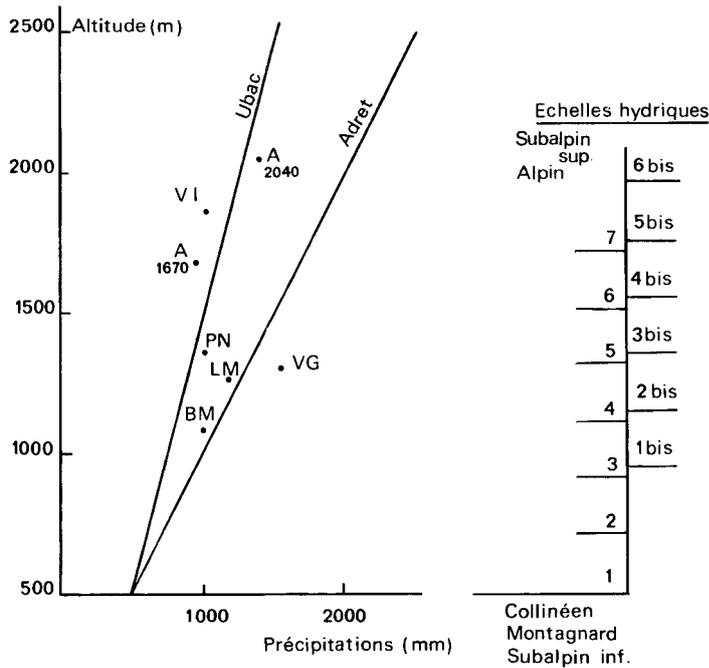


Fig. 11 et 11 bis - Répartition des précipitations en fonction de l'altitude et échelles hydriques.

B - ETUDE MICROCLIMATIQUE ORIGINALE

1 - Les précipitations

A l'exception de Bourg Saint-Maurice, les mesures ci-après sont inédites et originales.

Bourg St-Maurice : 965 m, fond de vallée, série 1946-70 : 991 mm.

Les Arcs : exposition NW ; les mesures pour 1970-71, comparées à celles de Bourg, ont permis les estimations suivantes :
 . Les Arcs (1670 m) : 947 mm
 . Les Arcs (2040 m) : 1400 mm.

Ces mesures, intégrées à celles fournies par d'autres stations météorologiques, permettent de préciser la répartition des précipitations dans le bassin de Bourg St-Maurice (fig. 11 et 11 bis). Pour l'interprétation de cette figure 11 bis, se référer au chapitre V.

2 - La neige (fig. 12 et 13)

Quarante huit perches à neige ont été installées en différents points, à toutes les expositions et altitudes, et les hauteurs d'enneigement hebdomadaires ont été relevées durant deux hivers : 1969-70 et 1970-71

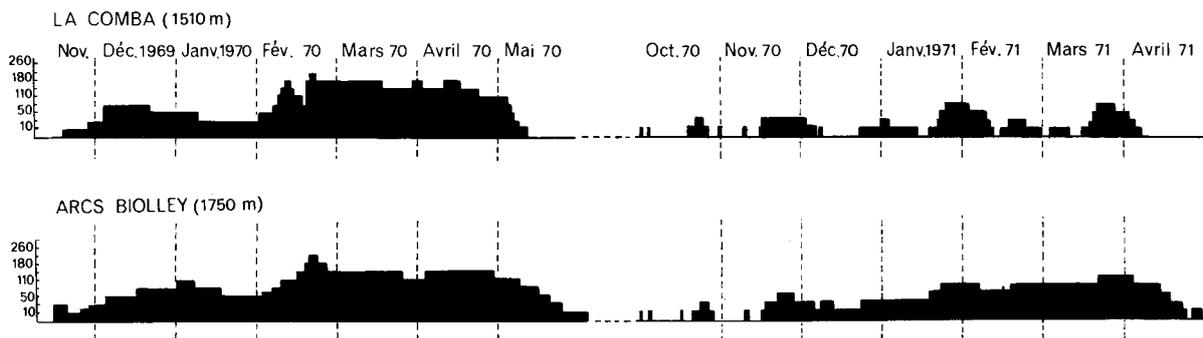


Fig. 12 - Hauteurs d'enneigement durant 2 hivers consécutifs

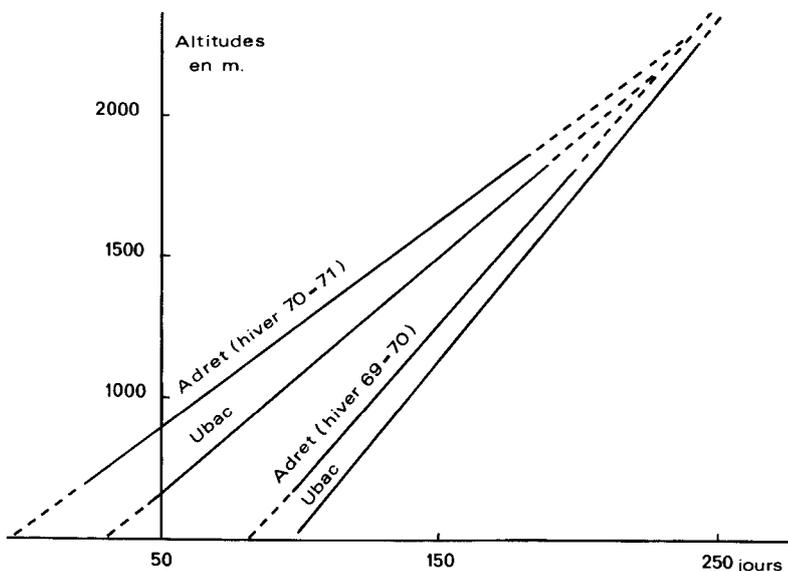


Fig. 13 - Durée du manteau nival en adret et en ubac.

La quantité de neige tombée croît avec l'altitude, mais sur une tranche altitudinale moyenne de 100 m, cette variation étant souvent atténuée par des facteurs locaux déterminants. Par ailleurs, les précipitations neigeuses sont plus importantes en adret qu'en ubac, et pour les zones exposées au SW recevant les vents porteurs de neige.

- Durée du manteau neigeux et altitude : la synthèse de nos mesures nous permet d'établir la durée d'enneigement en fonction de l'altitude pour l'adret et pour l'ubac. L'essentiel des conclusions précédemment établies demeure valable ; cependant les variations locales liées au relief sont estompées par la dispersion de nos mesures. On constate que l'écart des durées d'enneigement maximal à faible altitude décroît avec l'augmentation de celle-ci

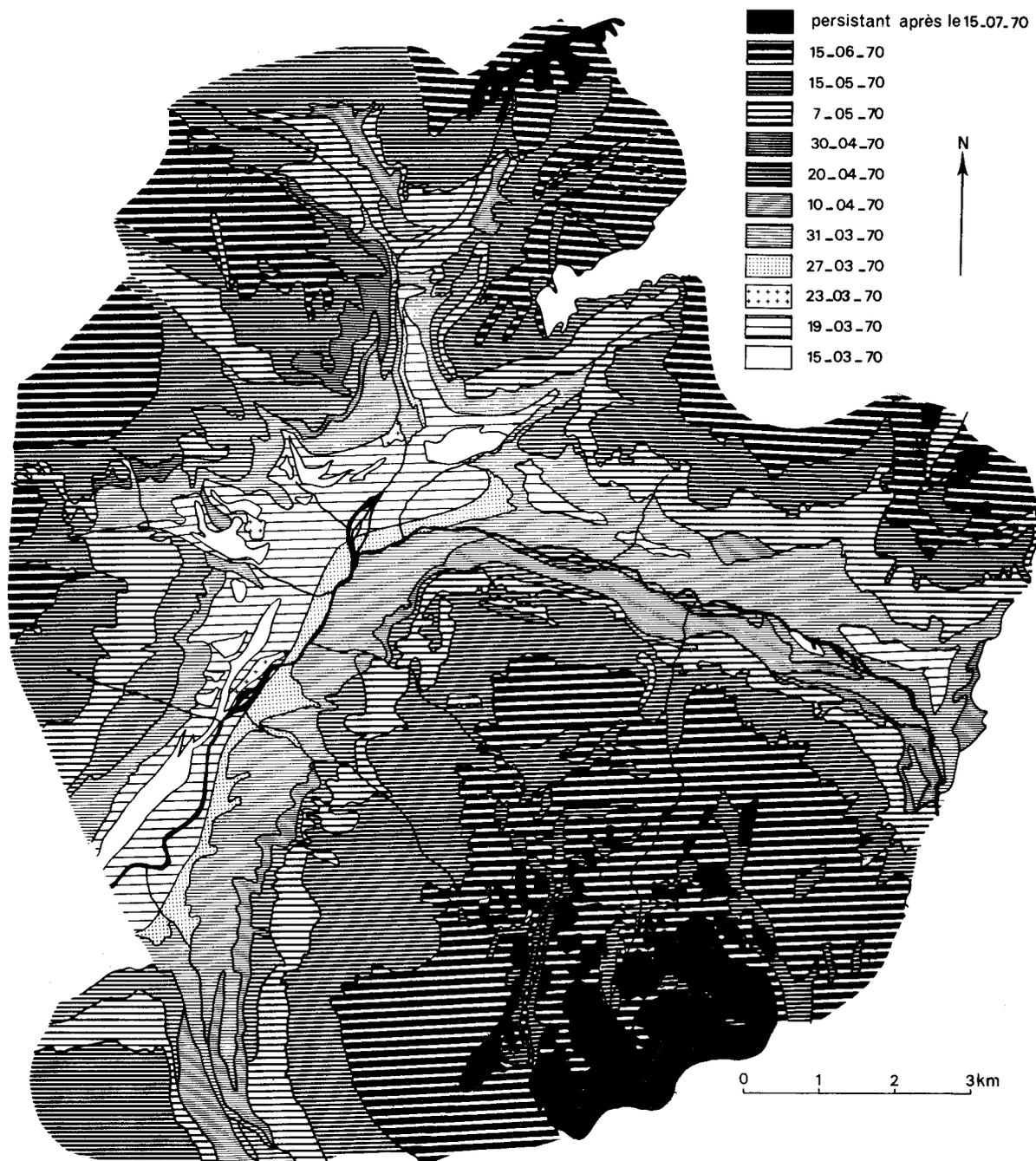


Fig. 14 - Carte du déneigement.

- Variations saisonnières du manteau neigeux : deux cartes du déneigement aux printemps 1970 et 1971 précisent les limites inférieures de l'enneigement à différentes dates et se comparent. Chaque figuré indique la zone déneigée à la date correspondante. Ces documents ont été établis à partir de relevés sur le terrain effectués aux différentes dates. Par cette technique apparaissent d'autres facteurs que l'altitude, facteurs microclimatiques, géographiques, biologiques, dont la combinaison donne au manteau neigeux une figure différente de la figure théorique (la figure 14 ne représente que la carte du déneigement en 1970) ; ce document indique un déneigement plus rapide en exposition NW en ubac, SW en adret, plus tardif en exposition NE en ubac, SE en adret; la distinction d'un adret secondaire W, d'un ubac secondaire E est donc justifiée. Les documents relatifs à l'enneigement ont été exploités pour définir les séries de végétation au chapitre IV.

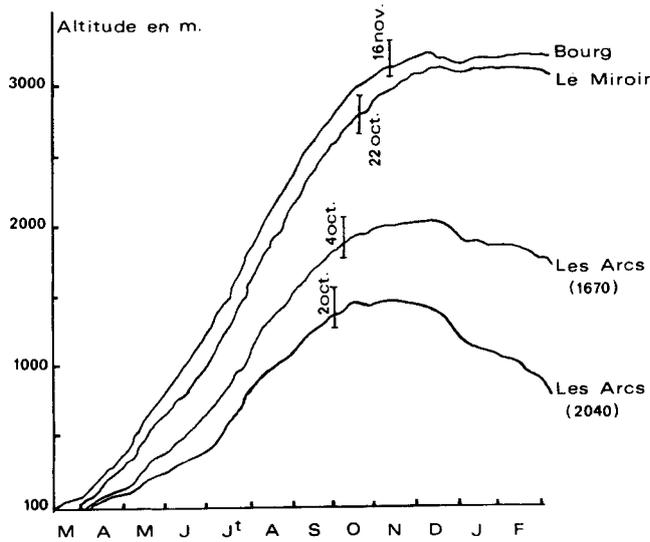
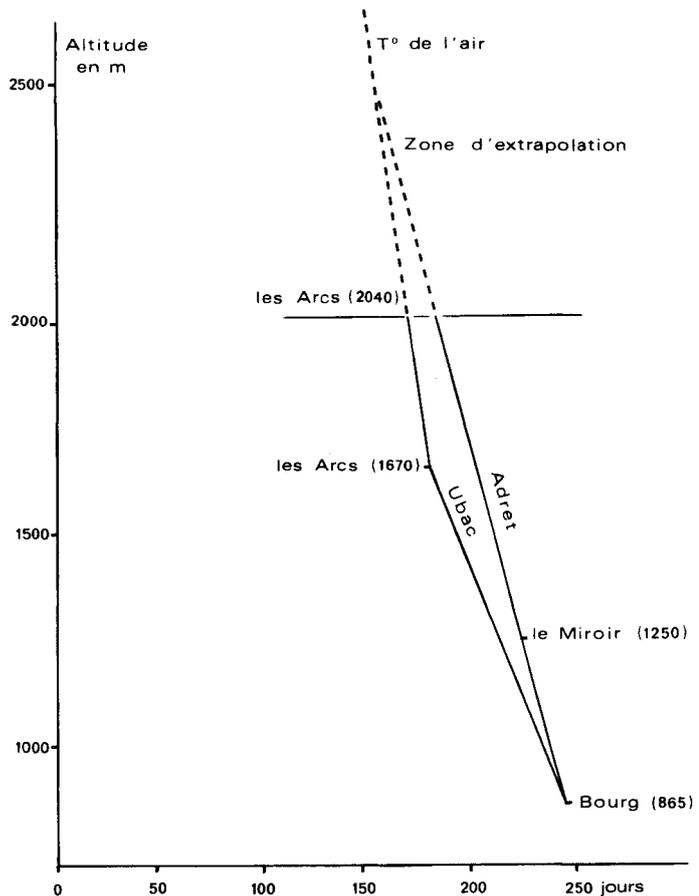


Fig. 15 - Périodes de végétation.

3 - Les températures

Dans cette étude, des mesures météorologiques originales et inédites, réalisées aux Arcs, ont été utilisées. Nous avons calculé les périodes de végétation D' à partir des températures moyennes journalières Tm, cumulées en degrés-jours (assimilés à des calories), pour quatre stations. Le début de D' correspond à la première variation positive de Tm, 5 jours de suite, avec un seuil thermique T = 0°C ; la fin de D' est marquée par la première variation négative sur 24 heures amorçant un palier de la courbe (fig. 15). La différence de durée entre ces deux variations est admise comme valeur de D'.

Fig. 16 - Périodes de végétation calculées à partir des températures cumulées de l'air. Sur cette figure, l'altitude A est une fonction linéaire de D'.



C - LA PHENOLOGIE

1 - Méthodologie

Nous avons effectué de nombreuses observations des états phénologiques de plusieurs espèces et établi pour chaque zone observée des moyennes sur deux ans, 1970 et 1971. Ces observations ont été transcrites par la méthode des degrés phénologiques sur un fond topographique, et la carte dessinée révèle des zones chaudes où les phénomènes sont plus précoces et des zones froides où ils sont plus tardifs. Nous avons attribué un degré (de 1 à 16) à chaque secteur où l'état de développement de la couverture végétale est homogène (K. F. SCHREIBER).

Ces secteurs sont situés le long de tracés aisés à parcourir rapidement afin de couvrir dans le minimum de temps le maximum d'espace. Le degré 1 correspond à la zone la plus chaude, le degré 16 à la plus froide. Des espèces-tests ont été retenues tant pour l'extension de leur aire naturelle que par la commodité offerte à l'observation des phénomènes phénologiques. Par exemple, dans un peuplement de Noisetiers, 100 bourgeons floraux répartis uniformément sont observés et permettent le calcul d'un pourcentage de floraison.

2 - Expression cartographique

La carte phénologique est construite en degrés phénologiques. L'intervalle entre deux degrés successifs est variable puisque ceux-ci correspondent à des isothermes relatifs.

Chaque série de végétation, voire chaque espèce dont l'aire est à établir au préalable, peuvent être définies par une fourchette de degrés phénologiques grâce à la superposition de la carte de la végétation et de la carte phénologique. Nous illustrons ici le cas des espèces avec *Helleborus foetidus* dont l'aire se localise dans la tranche définie par les degrés 1 à 6 (voir également chapitre V, tableau IV).

III.- ELEMENTS D'ETUDE PEDOLOGIQUE

A - FACTEURS LITHOLOGIQUES

Les faciès géologiques sont intégrés en trois séries : calcaire, siliceuse, argileuse, englobant les nombreuses roches-mères rencontrées.

B - METHODOLOGIE

La cartographie des sols n'a pas été envisagée sous l'angle génétique ou systématique. Nous n'avons retenu que certains caractères pédologiques bien définis, déterminant un contexte écologique en liaison avec d'autres facteurs. Cette étude a été abordée par des méthodes simples n'exigeant pas d'analyses poussées ou l'utilisation d'appareils complexes. L'étude classique basée sur l'étude des profils est complétée par l'observation de groupes écologiques de plantes indicatrices et de leurs corrélations avec les caractères du sol.

1 - Profondeurs des sols

L'épaisseur du sol (horizons A + B) est mesurée directement ; ces mesures sont étendues par approximations successives tenant compte de la lithologie et de la géomorphologie (tabl. II).

2 - Humus des sols (carte lithologique et des humus)

a) Etude du couvert végétal : dans chaque relevé phytosociologique, la distribution de groupes écologiques d'espèces indicatrices permet de définir le type d'humus du sol qui les héberge. L'appréciation des potentialités hydriques du sol est liée à la distinction d'espèces xérophiles, mésophiles, hygrophiles permettant la distinction d'humus secs, moyennement humides et humides (tabl. II).

b) Analyse directe de l'humus: basée sur les profils pédologiques, elle permet de retenir pour chaque type l'épaisseur de l'horizon A₀, la texture, la structure, la teneur en calcaire et le pH.

Pour la teneur en calcaire, nous avons distingué des types d'humus très riches (> 20 %), riches (5 à 20 %), pauvres (1 à 5 %) et dépourvus.

Le pH permet de distinguer des sous-types d'humus basique (> 7), neutre (6 à 7), neutre acide (5 à 6), acide (4 à 5), très acide (< 4).

3 - L'eau utile

La totalité des précipitations n'est pas utilisable par la végétation ; la plante se révèle là encore un instrument de mesure efficace et précis pour l'appréciation directe de la quantité d'eau qu'un sol offre à long terme aux espèces qui y vivent. Nous avons calculé pour différents sols le spectre hydrique des espèces qu'ils hébergeaient, schématisés par les pourcentages de xérophiles (X), mésophiles (M), hygrophiles (H). Deux échelles hydriques, valables l'une pour le Collinéen, le Montagnard, le Subalpin inférieur d'une part. le Subalpin supérieur, l'Alpin d'autre part, ont été établies, à cause de l'éloignement écologique des étages extrêmes rendant les espèces qui les peuplent difficilement comparables. Chaque degré des échelles désigné par un chiffre est déterminé par les pourcentages d'espèces X, M, H (pelouses et landes essentiellement).

TABLEAU II - Eléments d'étude pédologique.

Coordonnées x y	Groupements végétaux	Epaisseur (cm)	Texture	Structure	% Calcaire	pH	Potentialité hydrique	Humus
947 79	Pinède calciphile à <i>Pinus silvestris</i>	A ₀ = 2 A = 25	l	gG	tr - r	b	S	mull calciq
944 77	Pelouse xérophile à <i>Bromus erectus</i>	A ₀ < 1 A = 15	e	variée	tr	b	S	mull calciq
947 80	Pessière calciphile à <i>Pinus silvestris</i>	A ₀ = 2 A = 10	e	gG	tr	n	S	mull- moder calciq
950 73	Pelouse xérophile à <i>Sesleria coerulea</i> sur cargneule	A = 30	e	p et gf	r - p	n	S	mull- moder calciq
944 76	Chênaie à <i>Quercus</i> <i>pedunculata</i> sur moraines	A ₀ = 4 A = 40	e	gG	r - p	n	MH	mull eutrophe
947 78	Pessière-Sapinière à <i>Corylus avellana</i> sur Carbonifère	A ₀ = 4 A = 40	e	gG	p - d	na	MH	mull oligotrophe
947 77	Pelouse à <i>Arrhenathe-</i> <i>rum elatius</i> sur alluvions	A ₀ = 1 A = 10	variée	gG	variée	na	variée	mull
943 78	Bois hygrophile (<i>Alnetum glutinoso-</i> <i>incanae</i>) sur alluvions	A ₀ = 1 A = 5	l	gG	tr - r	b-n	H	hydromull
950 77	Pessière-Sapinière sur Carbonifère	A ₀ = 1 A = 10	l	ps et gf	p - d	n-a	MH	mull- moder
953 77	Pinède acidophile à <i>Pinus silvestris</i>	A ₀ = 2 A = 8	s	f	d	a	S	moder
952 85	Pelouse à <i>Nardus</i> <i>stricta</i>	A ₀ = 2 A = 12	s	ps	d	a	variée	moder
950 74	<i>Junipero-Arctostaphy-</i> <i>letum uncinetosum</i> sur quartzite	A ₀ = 20 A = 10	s	fi et ps	d	ta	S	moder- mor
948 74	<i>Rhodoreto-Vaccinietum</i> (faciès à <i>V. uliginosum</i>) sur gneiss	A ₀ = 5 A = 35	l	fi et ps	d	ta	H	hydromor
951 75	<i>Rhodoreto-Vaccinietum</i> <i>cembretosum</i> sur quartzite	A ₀ = 2 A = 20	la	fi et ps	d	ta	H	moder- mor
951 74	<i>Rhodoreto-Vaccinietum</i> <i>uncinetosum</i> sur calcaire	A ₀ = 6 A = 30	e	fi et gf	r - p	n	MH	mor mull- moder calciq
951 85	<i>Salicetea herbaceae</i> sur schistes noirs (<i>Salicetum retuso-</i> <i>reticulatae</i>)	A = 15	la	pa	r - p	na	H	anmoor calciq hydromor
957 82	<i>Salicetea herbaceae</i> sur conglomérats siliceux (<i>Salicetum herbaceae</i>)	A = 40	a	pa	d	a	H	anmoor acide hydromor

Texture : s sableuse, l limoneuse, a argileuse, la limono-argileuse, e équilibrée. - Structure : ps particulaire sableuse, pa particulaire argileuse, gG glomérulaire en gros grumeaux, gf glomérulaire en agrégats fins, f fragmentaire, fi fibreuse. - Teneur en calcaire : tr très riche, r riche, p pauvre, d dépourvus. - pH : b basique, n neutre, na neutre acide, a acide, ta très acide. - Potentialité hydrique : S sec, MH moyennement humide, H humide.

TABLEAU III - L'eau utile.

On lira pour chaque colonne, de haut en bas, le degré hydrique, les pourcentages d'indicatrices, les altitudes en mètres, les expositions, les pentes, les substrats géologiques, le groupement végétal le plus caractéristique.

► Echelle hydrique pour le Collinéen, le Montagnard, le Subalpin inférieur		
<u>1 - Sec</u>	<u>2 - Assez sec</u>	<u>3 - Moyennement sec</u>
50 % X 800-1100 SE à SW fortes variés Eboulis à Calamagrostis argentea et pelouse sèche à Bromus erectus et lande sèche à Juniperus communis et Berberis vulgaris	30 % X, 60 % M, 10 % H 800-1300 E-SW faibles-nulles alluvions glaciaires et torrentielles Pelouse mésophile à Bromus erectus	30 % X, 50 % M, 20 % H 800-1200 W moyennes variées et alluvions Pelouse à Arrhenatherum elatius (faciès à Salvia pratensis)
<u>4 - Peu humide</u>	<u>5 - Humide</u>	<u>6 - Très humide</u>
25 % X, 55 % M, 20 % H 1200-1600 W-E moyennes variés et alluvions Pelouse à Arrhenatherum elatius (faciès typique)	20 % X, 50 % M, 30 % H 1400-1800 E moyennes variés et alluvions Pelouse à Trisetum flavescens	30 % H 1500-2000 variable variable variés brousse de l'Alnetum viridis
	<u>7 - Très humide</u>	<u>7 - Très humide</u>
	50 % H variable variable nulles alluvions Bois hygrophiles Phragmitaies Prairie montagnarde à Cirsium palustre	Idem, sauf altitude (\neq 1600) Marais subalpino-alpins (Scheuzeria caricetea fuscae)
► Echelle hydrique pour le Subalpin et l'Alpin		
<u>2 bis - Assez sec</u>	<u>3 bis - Moyennement sec</u>	<u>4 bis - Peu humide</u>
50 % X, 20 % M, 30 % H 1800-2500 W-S moyennes à fortes calcaire Pelouse xérophile à Sesleria coerulea	40 % X, 30 % M, 30 % H 2000-2500 W-S variables calcaire décalcifié et roches siliceuses Lande xérophile du Junipero- Arctostaphyletum et Nardaies	20 % X, 50 % M, 30 % H 2000-2500 E-W variables siliceux Lande hygrophile du Rhodoreto- Vaccinietum et Nardaies
<u>5 bis - Humide</u>		
10 % X, 40 % M, 50 % H 2000-2500 N-E variables siliceux Lande très hygrophile du Rhodoreto-Vaccinietum et Nardaies	► Pour l'Alpin, le choix des degrés est difficile du fait que certains groupements, comme ceux des combes à neige (Salicetea herbaceae) sont très hygrophiles, alors que d'autres géographiquement voisins, comme l'Oxyrietum digynae (Androsacion alpinae), sont très xérophiles. Nous n'avons retenu que deux grands types, 1 bis - Sec et 6 bis - Humide. Une étude à très petite échelle et sa représentation seraient indispensables.	

IV.- DESCRIPTION DE LA VEGETATION

La liste des groupements et séries figurant dans la légende de la carte de la végétation, levée au 1/20 000, est inspirée partiellement des travaux de P. GENSAC. Leur définition floristique s'appuie sur nos propres relevés. Nous ne retiendrons ici que les faits originaux.

A - ETAGE COLLINEEN

Les formations de cet étage se rattachent à la série acidophile des Chênes, à la série mésophile des bois mixtes et à la série de l'Aune blanc.

B - ETAGE MONTAGNARD

1 - Groupements à faible enneigement

Ces groupements d'adret, dépourvus de Chêne pubescent, sont ici le domaine du Pin sylvestre concurrencé par l'Epicéa:

- sur sols calcimorphes : ces formations sont rattachées à la série interne du Pin sylvestre et à la série de la Pessière xérophile (Pessière calciphile dans la légende de la carte). Cependant les bois entre Versoyen et Reclus abritent des espèces communes aux séries interne et mésophile du Pin sylvestre (dont *Monotropa hypopitys*, considérée comme "une vraie caractéristique de la série mésophile dans toute son aire" (P. OZENDA, D.C.V.A., 1966) et des espèces de la série interne du Chêne pubescent. Nous nous trouvons ici à la limite orientale de pénétration des séries interne du Chêne pubescent et mésophile du Pin sylvestre.

Par ailleurs, les formations de la rive gauche de l'Arbonne (*Ononido-Pinetum silvestris uncinatae*) avec quelques individus de *Pinus mugus* évoquent la série du Pin mugo, mais *Erica carnea* est absente : il ne s'agit pas d'un groupement climacique, mais d'un peuplement consécutif à un reboisement où les graines utilisées appartenaient à l'ancienne espèce collective *Pinus montana*.

- sur sols silicimorphes : de Séez à Sainte-Foy, entre 1000 et 1650 m, une Pinède méso-xérophile acidophile (*Deschampsio-Pinetum silvestris*) serait un vicariant montagnard de la Pessière xérophile subalpine que nous évoquons ci-après. Lorsque l'Epicéa domine, en milieu plus humide, on peut l'assimiler à un *Piceetum montanum*.

2 - Groupements à moyen enneigement

Ces groupements d'ubac, sans Hêtre et où le Sapin est souvent remplacé par l'Epicéa, forment la série de la Pessière-Sapinière :

a - sous-série inférieure à Noisetier

b - sous-série supérieure sans feuillus (*Abietetum albae melampyretosum* et faciès mésophile d'un *Piceetum montanum*). L'absence de *Festuca flavescens*, fréquente dans les relevés de C. BARTOLI en Maurienne, paraît confirmer son endémisme. La rareté de *Larix decidua* dans cette sous-série supérieure s'oppose à son abondance relative dans la sous-série à Noisetier : elle est due au caractère héliophile du Mélèze.

C - ETAGE SUBALPIN

1 - Les bois (Subalpin inférieur)

a) La Pessière xérophile subalpine (*Piceetum subalpinum vaccinietosum vitis idaeae*). Caractérisée par la dominance du *Vaccinium vitis-idaea* sur *Vaccinietum myrtillus* et la présence d'*Arctostaphylos uva-ursi*, de *Larix decidua* dès 1300 m, de *Pinus silvestris* jusqu'à 1700 m. de *Pinus uncinata* au-delà, elle assure une transition entre le *Deschampsio-Pinetum* et les faciès les plus xériques de la série du Cembro-Mélèze. Il s'agit d'une formation subalpine dont la base montagnarde a été rattachée à la série thermophile de l'Epicéa par P. GENSAC. Nous la considérons comme une association voisine du *Piceetum subalpinum vaccinietosum vitis-idaea* soupçonnée par C. BARTOLI en Maurienne. Elle pourrait être considérée comme une sous-série xérophile de la série subalpine de l'Epicéa.

b) La Pessière mésophile subalpine (*Piceetum subalpinum vaccinietosum myrtillus*). Elle représente la série subalpine de l'Epicéa typique ; elle pourrait en constituer une sous-série mésophile.

c) *Alnus viridis* et *Rhododendron ferrugineum*, accompagnés d'hygrophiles, colonisent les couloirs humides formant l'association du *Piceetum subalpinum adenostyletosum* (analogie avec la Pessière à hautes herbes de P. GENSAC). Pour des raisons techniques, cette sous-série hygrophile a été figurée avec l'*Alnetum viridis* auquel elle se rattache d'ailleurs. Elle pourrait constituer une sous-série hygrophile.

2 - Les landes boisées (Subalpin supérieur)

Le Subalpin supérieur où l'Epicéa est remplacé par le Mélèze, le Pin cembro, le Pin à crochets, les espèces de landes, est le domaine de la série du Cembro-Mélèze.

a) Sous-série du Junipero-Arctostaphyletum. C'est une association d'adret ou localisée sur roche-mère calcaire et précocement déneigée. Caractérisée par l'abondance du Raisin d'Ours, la rareté de la Myrtille et du Rhododendron, on y trouve le Mélèze (Junipero-Arctostaphyletum-laricetosum) et surtout le Pin à crochets (Junipero-Arctostaphyletum uncinetosum).

b) Sous-série du Rhodoreto-Vaccinietum. C'est une association d'ubac, sur roche-mère siliceuse, tardivement déneigée. Caractérisée par l'abondance du Rhododendron et de la Myrtille, l'absence de Raisin d'Ours, un bon nombre d'espèces acidophiles des pelouses à *Nardus stricta*, on y trouve le Pin cembro (Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum), en exposition froide, sur roche-mère siliceuse, avec parfois en fond de vallée, sur roche-mère calcaire un faciès calciphile ; sur les ubacs secondaires (exposition Est) le Mélèze remplace le Pin cembro ; c'est une formation plus héliophile (Rhodoreto-Vaccinietum-laricetosum).

3 - Les pelouses

Elles ont été distinguées dans la carte de la végétation ; nous soulignons toutefois la présence de *Festuca spadicea* au Combottier (versant occidental du Petit Saint-Bernard) ; cette station, la plus septentrionale des Alpes françaises, n'était pas encore signalée.

D - ETAGE ALPIN

Les groupements caractérisés par leur durée d'enneigement figurent sur la carte de la végétation et seront évoqués au chapitre suivant (voir fig. 17)

V.- ETUDE COMPAREE DES FACTEURS DU MILIEU ET DE LA VEGETATION

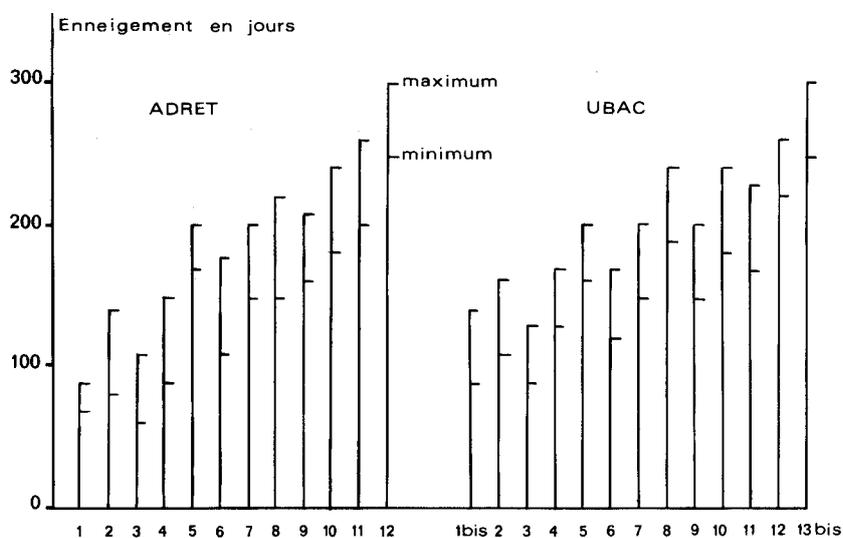
A - SOL ET VEGETATION

Cette comparaison figure dans le tableau IV pour les forêts et les landes. Codes de lecture : profondeur du sol : 1, sols squelettiques ; 2, épaisseur < 30 cm ; 3, 30 cm < épaisseur < 60 cm ; 4, 60 cm < épaisseur < 90 cm ; 5, épaisseur > 90 cm. Eau utile (voir tableau III). Degré phénologique (voir chapitre II, C).

B - EAU ET VEGETATION

1 - Essai de bilan hydrique

Sur la figure 11 bis (chapitre II), à chaque point de la droite $P = f(A)$ (P = précipitations totales en mm, A = altitude en m) correspond un degré hydrique sur la carte de l'eau utile porté sur ce schéma et un groupement sur la carte de la végétation. Une synthèse de ces trois paramètres est représentée par le tableau V.



2 - Enneigement

Ce paramètre modifie l'alimentation en eau de la végétation et mérite d'être connu avec précision. Les durées d'enneigement en jours sont rapportées aux associations sur la figure 17 ; elles figurent en maximum et minimum pour l'adret (a) et pour l'ubac (u). Ce graphe est tiré de la comparaison de la carte de la végétation et des documents relatifs à l'enneigement (voir chapitre II, B, 2).

Fig. 17 - Durée d'enneigement dans chaque association.

TABLEAU IV - Sol et végétation

Groupements	Lithologie	Profondeur	Humus	eau utile	Degré phénologique
<u>Collinéen</u> - série mésophile des bois mixtes et série acidophile des Chênes	Alluvions glaciaires schistes, grès du Carbonifère	3-4	Mull ou mull-moder calcique	2-3 adret 3-4 ubac	5-6
- série de l'Aune blanc	All. fluviatiles et torrentielles	4-5	Hydromull forestier	6-7	6-7
<u>Montagnard</u> - série interne du Pin sylvestre (sous-série calciphile) . Pinède . Pessièrè	Schistes noirs à ophiolites et schistes lustrés " "	2 3	Mull calcique forestier Mull-moder calcique forestier	2 3	2-4 4-5
. Ononido-Pinetum-silvestris uncinatae	Gypse	2	Mull calcique	1-3	6-8
- série interne du Pin sylvestre (sous-série acidophile) . Pinède . Pessièrè xérophile hygrophile	Schistes et grès du Carbonifère " " " "	3 4 3-5	Moder Mull-moder Mull forestier oligotrophe	3 4 3-4	5 7 7-8
- série de la Pessièrè-Sapinière (sous-série inf. à Noisetier) - série de la Pessièrè-Sapinière (sous-série sup. à Sapin) . Pessièrè . Sapinière	Schistes et grès métamorphiques du Carbonifère " " " "	3-4 4-5 4-5	" Mull moder forest. "	3 4 5	6 7 8
<u>Subalpin</u> - série subalpine de l'Epicéa (sous-série xérophile) - série subalpine de l'Epicéa (sous-série typique à Myrtille) - Alnetum viridis - Junipero-Arctostaphyletum (faciès à Pin à crochets) - Rhodoreto-Vaccinietum (faciès à Pin cembro-Mélèze)	Schistes et grès du Carbonifère Schistes et grès métamorphiques du Carbonifère Variable Quartzites et conglomérats siliceux Cargneules Quartzites	3 3 4-5 2 3-4 2-3	Moder Moder - mor humide Hydromull Moder - mor Mor calcique Moder - mor humide	4 5 6 3 bis 4 bis 5 bis	8-9 10 10-11 10 11-12 12-13

Code de la figure 17

1. - Lande xérophile à *Juniperus communis*, *Berberis vulgaris*, et pelouse xérophile à *Bromus erectus*. Série acidophile des Chênes. 2. - Lande mésophile à *Juniperus communis* et *Berberis vulgaris*, et pelouse mésophile à *Bromus erectus*. Série acidophile des Chênes. 3. - Série interne du Pin sylvestre (sous-série calciphile). 4. - Pinède et Pessièrè acidophiles à Pin sylvestre. 5. - Pelouse hygrophile à *Trisetum flavescens*. 6. - Pelouse thermophile à *Festuca spadicea* et pelouse xérophile à *Sesleria coerulea*. 7. - Pelouse à *Nardus stricta* (Subalpin). 8. - Lande à *Juniperus nana* et *Arctostaphylos uva-ursi*. 9. - Série subalpine de l'Epicéa, sous-série xérophile à Airelle rouge et Raisin d'Ours. 10. - Série subalpine de l'Epicéa, sous-série typique à Myrtille. 11. - Pelouse à *Carex curvula* (Alpin). 12. - Combes à neige.

1 bis. - Lande mésophile à *Juniperus communis* et *Berberis vulgaris* et pelouse mésophile à *Bromus erectus*. Série mésophile des bois mixtes. 2 bis. - Lande mésophile à *Juniperus communis* et *Berberis vulgaris* et pelouse à *Arrhenatherum elatius*. Série mésophile des bois mixtes. 3 bis. - Série de la Pessièrè-Sapinière, sous-série inférieure à Noisetier. 4 bis. - Série de la Pessièrè-Sapinière, sous-série supérieure à Sapin. 5 bis. - Pelouse hygrophile à *Trisetum flavescens*. 6 bis. - Pelouse thermophile à *Festuca spadicea* et pelouse xérophile à *Sesleria coerulea*. 7 bis. - Pelouse à *Nardus stricta* (Alpin). 8 bis. - Série du Cembro-Mélèze (*Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* et *laricetosum*). 9 bis. - Lande à *Loiseleuria procumbens*. 10 bis. - Lande à *Rhododendron* (*Rhodoreto-Vaccinietum*). 11 bis. - *Rhodoreto-Vaccinietum*, faciès à *Empetrum hermaphroditum*. 12 bis. - Série subalpine de l'Epicéa, sous-série typique à Myrtille. 13 bis. - Pelouse à *Carex curvula* (Alpin). 14 bis. - Combes à neige.

TABLEAU V - Essai de bilan hydrique

Groupements	Eau utile	Précipitations
Pelouse xérophile à <i>Bromus erectus</i> et lande à <i>Juniperus communis</i> . <i>Berberis vulgaris</i>	1	< 1100 (a)
Pelouse mésophile à <i>Bromus erectus</i>	2	< 900 (u) - < 1400 (a)
Pelouse à <i>Arrhenatherum elatius</i>	3	< 1000 (u)
. <i>Salvia pratensis</i> abondante	4	< 1100 (u) - < 1700 (a)
. <i>Salvia pratensis</i> rare		
Pelouse hygrophile à <i>Trisetum flavescens</i>	5	< 1200 (u) - < 1900 (a)
Alnetum viridis	6	< 1300 (u) - < 2100 (a)
Phragmitaie	7	1300 (u) - 2100 (a)
Marais subalpino-alpins (<i>Scheuzeria-Caricetea fuscae</i>)	7 bis	> 1300 (u) - > 2100 (a)
Eboulis (<i>Androsacion alpinae</i>)	1 bis	< 1000 (u) - < 1550 (a)
Pelouse xérophile à <i>Sesleria coerulea</i> (<i>Seslerion coeruleae</i>)	2 bis	< 1150 (u) - < 1750 (a)
Junipero-Arctostaphyletum	3 bis	< 1250 (u) - < 1950 (a)
Nardion	4 bis	< 1350 (u) - < 2150 (a)
Rhodoreto-Vaccinietum	5 bis	< 1450 (u) - < 2350 (a)
Salicetea herbaceae	6 bis	> 1450 (u) - > 2350 (a)
Série mésophile des bois mixtes et acidophile des Chênes	2 - 4	900 - 1700
Série de l'Aune blanc	6 - 7	1300 - > 2100
Série interne du Pin sylvestre (sous-série calciphile)		
. Pinède	2	< 1100 (a)
. Pessière	3	< 1400 (a)
. <i>Ononido-Pinetum silvestris uncinatae</i>	1 - 3	1100 - 1500 (a)
Série interne du Pin sylvestre (sous-série acidophile)		
. Pinède	3	> 1500 (a)
. Pessière		
.. xérophile	4	> 1700 (a)
.. hygrophile	3 - 4	1500 - 1700 (a)
Série de la Pessière-Sapinière (sous-série à Noisetier)	3	< 1000 (u)
Série de la Pessière-Sapinière (sous-série supérieure)		
. Pessière	4	< 1100 (u)
. Sapinière		
.. <i>Picea</i> dominant	5	< 1200 (u)
.. <i>Abies</i> dominant		
Série subalpine de l'Epicéa (sous-série xérophile)	4	< 1700 (a)
Série subalpine de l'Epicéa (sous-série typique mésophile à Myrtille)	5	< 1200 (u)

(Code de lecture : eau utile, voir tableau IV ; P = précipitations en mm ; a = adret ; u = ubac)

C - TEMPERATURE ET VEGETATION

Etablis sur des bases météorologiques (durée d'enneigement par exemple) ou biologiques (degré phénologique), les paramètres D (durée d'enneigement en jours), D' (durée de la période de végétation), Tm (température moyenne de la période de végétation), dp (degré phénologique), relèvent du même facteur thermique et présentent des rapports que nous avons essayé d'exprimer par des formules simples. Les données nécessaires au calcul de ces relations sont groupées dans le tableau VI.

Stations	Altitudes (m)	Sites	D	D'	Tm	dp
Bourg-Saint-Maurice	865	fond de vallée	80 à 102	244	12,7	4
Le Miroir	1250	adret	124	224	12,6	5
Peisey Nancroix	1350	ubac	136	223	11,8	6
Les Arcs	1670	ubac	182	178	8,7	10
Les Arcs	2040	ubac	219	164	7	12

Tous ces facteurs sont reliés deux à deux par une fonction assimilable à une fonction linéaire $y = ax + b$; il est possible de faire un ajustement linéaire de cette fonction aux variables x et y par la méthode statistique des moindres carrés, c'est-à-dire qu'à partir des mesures de référence constituant un nuage de points, il est possible de caractériser une fonction affine telle que, pour $y = ax + b$, on ait :

$$a = \frac{\sigma_{y x}}{\sigma^2 x} \quad \text{et} \quad b = \bar{y} - a \bar{x}$$

Nous ne pouvons ici développer les calculs et nous retiendrons seulement les résultats de relations entre :

$$D' \text{ et } Tm : D' = 12,87 Tm + 70,58$$

$$D' \text{ et } dp : D' = -9,68 dp + 278,63$$

$$A \text{ et } D \text{ à l'adret} : A = 8,7 D + 16,8, \text{ et à l'ubac} : A = 10 D - 150$$

$$A \text{ et } D' \text{ à l'adret} : A = 19,25 D' + 5562, \text{ et à l'ubac} : A = -12,19 D' + 3840$$

$$D \text{ et } D' \text{ à l'adret} : D = 620 - 2,3 D', \text{ et à l'ubac} : D = 400 - 1,2 D'$$

Ainsi, à partir des données ponctuelles D, D', Tm, dp, les relations exprimées ci-dessus permettent le calcul de trois paramètres à partir d'un seul.

CONCLUSION: NOTION DE STATION ECOLOGIQUE

Une station écologique est définie par sa végétation et ses facteurs (K. F. SCHREIBER) ; la description de toutes les stations serait trop longue ici ; à titre d'exemple nous avons retenu le cas de la Sapinière d'adret du Devin du Miroir au-dessus de Sainte-Foy de Tarentaise.

Présentation : Association : Abietetum albae melampyretosum. Situation : altitude 1500 à 1700 m, exposition S-SE, pente 40°. Facteurs édaphiques : roche-mère, schiste houiller, profondeur 4, humus moder, eau utile 4-5. Facteurs climatiques : précipitations moyennes annuelles calculées de 1270 à 1350 mm et évaluées (cf. ch. VB) 1200, D = 174 jours à 1700 m, 150 à 1500 m, températures moyennes de juillet 14,6° à 1500 m et 12,4° à 1700 m, de janvier -2,1° à 1500 m et -3,1° à 1700 m, Tm période de végétation 10,9° à 1500 m et 9,1° à 1700 m, D' = 188 jours à 1700 m et 212 jours à 1500 m, vents dominants E, autres vents SW à NE, brouillards maximums en juillet-août.

Discussion : Des causes locales semblent déterminer l'installation d'une Sapinière en adret. Topographiquement elle occupe un milieu moins chaud et moins sec au pied d'une falaise. C'est un adret secondaire moins chaud qu'un adret vrai. Les moyennes thermiques sont proches de celles avancées par C. BARTOLI pour la Maurienne : Tm janvier = -3°. Le jeune Sapin est sensible aux gelées printanières dont la fréquence est diminuée par le flux E agissant comme un foehn : nous avons calculé que le nombre maximal de jours de foehn coïncide au mois d'avril avec le début de la période de végétation. Les précipitations sont largement supérieures à celles avancées par BARTOLI pour une Sapinière d'ubac de Maurienne. Du fait de sa position topographique la Sapinière du Devin du Miroir bénéficie des précipitations apportées par les vents du SW et du NE. L'hygrométrie est favorable si l'on note que le nombre maximal de jours de brouillard à Sainte-Foy se situe en juillet-août : l'accroissement hygrométrique en résultant compense l'évaporation maximale en cette période. De plus ces brouillards diminuent la durée et l'intensité de l'insolation, fait favorable au Sapin, espèce sciaphile (facteurs déjà réduits par l'écran topographique du massif de l'Aiguille Rouge). Enfin l'action de l'homme a contribué au maintien de cette forêt, la plus ancienne de la région. Il s'agit d'un vestige antérieur à 1860, correspondant à une parcelle protectrice des avalanches ; elle a joué son rôle en évitant au Miroir l'effondrement de la Molluire au NE de ce village. Il est probable que ce dernier a été provoqué par une déforestation d'une Sapinière prolongeant celle du Devin, accentuant la xéricité des versants, accélérant l'érosion. Le reboisement amorcé au début du siècle en Mélèze, Pin sylvestre, Bouleau n'a pas encore fixé définitivement le sol et le Sapin n'est pas prêt de s'y régénérer. Les Sapinières d'adret étaient probablement plus nombreuses autrefois en Tarentaise.

BIBLIOGRAPHIE

Documents administratifs

Direction Départementale de l'Agriculture, Recensement Général Agricole de 1970 et ses résultats provisoires. - Chambéry, 1973.

Eaux et Forêts, 1971. - Inventaires Forestiers et Plans d'aménagement. - Bourg Saint-Maurice.

Electricité de France, 1970. - Service hydrométéorologique. Archives sur les mesures pluviométriques et thermiques du Sud-Est. - Challes-les-Eaux.

Météorologie Nationale, 1945-1970. - Archives de la station météorologique, Bourg-Saint-Maurice.

Ouvrages d'intérêt général

ANTOINE (P.) 1971. - La zone des brèches de Tarentaise entre Bourg Saint-Maurice et la frontière italo-suisse. - Trav. du Labor. de Géologie Univ. Grenoble, mém. n° 9, 367 p.

BROCHET (P.), DURAND (R.) et GERBIER (N.) 1973. - Recueil de données agroclimatologiques. - Monographie de la Météorologie Nationale, n° 83.

BUCHOT (C.) 1969. - Evolution du manteau neigeux en Haute Tarentaise. - Monographie de la Météorologie Nationale, n° 66, 39 p.

ELLENBERGER (H.) 1958. - Etude Géologique du Parc National de la Vanoise. - Mém. exploitation carte géologique. - Impr. Nationale, Paris, 561 p. 41 pl.

FERRIER (L.) 1972. - Le manteau neigeux dans les départements des deux Savoie. - Inst. Géogr. Alpine de Grenoble, D.E.S.

GAPILLOUT (A.) 1972. - Facteurs écologiques du bassin de Bourg Saint-Maurice. - A.F.A.S., rev. Sciences, III, n° 3.

GUERBER (L.) et HENNEQUIN (PL.) 1967. - Initiation à la statistique. - Biblioth. Enseign. Mathém., Alençon, 238 p.

LOUP (J.) 1969. - Durée de la couverture nivale sur un adret et un ubac de la région d'Embrun. - Rev. Géogr. Alpine, Grenoble, LVII, n° 3.

PEGUY (Ch. P.) 1961. - Précis de Climatologie. - Masson, Paris, 347 p.

Botanique et Ecologie

BARTOLI (Ch.) 1966. - Etudes écologiques sur les associations forestières de la Haute-Maurienne. - Impr. G. Thomas, Nancy.

BOGNIER (A.) 1965. - L'Epicéa en Haute Tarentaise. - Inst. Géogr. Alp. Grenoble, D.E.S.

DUCHAUFOUR (Ph.) 1965. - Précis de Pédologie. - Masson, Paris, 481 p.

GENSAC (P.) 1967. - Feuille de Bourg Saint-Maurice et de Moûtiers. - Doc. Carte Vég. Alpes, V, 7-61.

GENSAC (P.) 1970. - Carte lithomorphologique du Parc National de la Vanoise. - Trav. Scient. Parc Nat. Vanoise, I, 13-24.

GENSAC (P.) 1972. - Notice de la carte écologique de Moûtiers. - Trav. Scient. Parc Nat. Vanoise, II, 49-71.

RICHARD (L.) 1969. - Une interprétation écophysiological de la répartition de l'Aune vert. - Doc. Carte Vég. des Alpes, VII, 7-23.

SCHREIBER (K. F.) 1968. - Ecologie appliquée à l'agriculture dans le Nord Vaudois. - Ed. Hans Huber, Berne.