

CARTE ÉCOLOGIQUE DES ALPES AU 1/ 50 000 FEUILLE D'ANNECY_UGINE (XXXIV.31)

par L. RICHARD (1)



INTRODUCTION	18
I - LE MILIEU	19
II - LES FORMATIONS VEGETALES	27
III - LES ACTIVITES ECONOMIQUES	40
IV - LE LAC D'ANNECY	43
CONCLUSION	47
BIBLIOGRAPHIE	47

Résumé. - Carte écologique des Alpes au 1/50 000 : feuille d'Annecy-Ugine (XXXIV-31). Lors du levé de la première carte écologique relative à un secteur de la Haute-Savoie (Annecy 1/100 000), une diversité inattendue dans les massifs subalpins a été observée. La cluse d'Annecy avec ses bordures montagneuses est encore plus compliquée et la distinction des séries de végétation n'apparaît pas toujours nettement dans le paysage. La variété des altitudes, des expositions, des roches-mères à laquelle s'ajoute une forte empreinte humaine dans la région expliquent le nombre relativement important de séries (dix) ou de faciès qu'il a fallu distinguer. Le lac d'Annecy fait l'objet d'une étude particulière : il est aujourd'hui partiellement sauvé de l'eutrophisation à la suite de sévères mesures de protection.

Summary. - Ecological map at 1 : 50 000 scale Annecy-Ugine (XXXIV-31) sheet. When the first ecological map relating to a section of the Haute-Savoie (Annecy, 1 : 100 000 scale) has been designed, an unexpected difference in the subalpine massifs has been noticed. The Annecy valley with its mountain surroundings showed still more complicated and the distinction of vegetation series did not always appear clearly. The varieties of altitudes, expositions, matrix rocks and, in addition, a strong human action in the district explain the relatively important number of the series (10) or facies which has been necessary to classify. The Annecy lake is an object of peculiar study : today it is partially saved from eutrophisation following rigorous protection measures.

Zusammenfassung. - Ökologische Karte 1 : 50.000 : Blatt Annecy-Ugine (XXXIV-31). Anlässlich der Aufnahme der ersten ökologischen Karte in einem Sektor von Haute-Savoie (Annecy 1 : 100.000) wurde eine unerwartete Mannigfaltigkeit in den subalpinen Massiven festgestellt. Die Klause von Annecy mit ihrer Bergumrahmung ist noch komplizierter, und die Unterscheidung der Vegetations-serien in der Landschaft ist nicht immer ganz klar. Die Verschiedenheit der Höhen, der Exposition sowie der Grundgesteine -wazu noch starke menschliche Einflüsse treten - erklärt die relativ grosse Zahl von Serien (10), bzw. Fazies, die unterschieden werden mussten. Der See von Annecy ist Objekt einer besonderen Untersuchung : Er konnte nunmehr teilweise vor der Eutrophisierung gerettet werden als Folge sehr strenger Schutzmassnahmen.

Riassunto. - Carta ecologica al 50 000 : foglio di Annecy-Ugine (XXXIV-31). Al tempo della levata della prima carta ecologica relativa a un settore della Haute-Savoie (Annecy 1/100 000) si osserva una inattesa diversità nei massicci subalpini. La conca di Annecy con il suo contorno montagnosa si è rivelata ancor più complicata e la distinzione delle serie di vegetazione non è sempre chiaramente apprezzabile. Le notevoli variazioni di altitudini, esposizioni, roccia-madre, aggiunte ad una forte impronta umana, spiegano il numero relativamente elevato (10) delle serie o delle facies descritte. Il lago di Annecy è oggetto di uno studio particolareggiato : esso è attualmente, in seguito a severe misure protettive, parzialmente salvo dalla eutrofizzazione.

(1) Laboratoire de Biologie Végétale, Université I de Grenoble, B. P. 53, 38041 Grenoble-Cédex (France).

INTRODUCTION

La cluse d'Annecy (altitude moyenne 500 m) est la plus étroite des cluses subalpines et le lac qui la remplit tire son origine d'un surcreusement glaciaire et d'un barrage frontal.

Le massif des Bornes au Nord montre les hautes falaises monoclinales de la chaîne des Aravis (l'Etale 2484 m), le complexe de la Tournette (2351 m) et la klippe de Sulens (1818 m). Les Bauges, au Sud, offrent des reliefs plus faibles : longue croupe du Semnoz, synclinaux perchés d'Entreverne et du Charbon, massif de Cons (2664 m). Au Sud-Est, la cluse d'Annecy rejoint le sillon alpin (vallée de l'Arly) qui sépare les massifs subalpins du Beaufortin à peine représenté sur la carte (fig. 1).

La tectonique complexe de la région donne naissance à des orientations très variées et la diversité des affleurements géologiques change rapidement les pentes et les propriétés des sols. Les forêts subissent en outre une forte pression humaine (enrésinements) ou bien ont cédé la place à des pâturages. Il s'ensuit que les formations climaciques sont morcelées ou en partie dénaturées et les faciès de transition occupent des aires importantes vis-à-vis des formes typiques des séries.

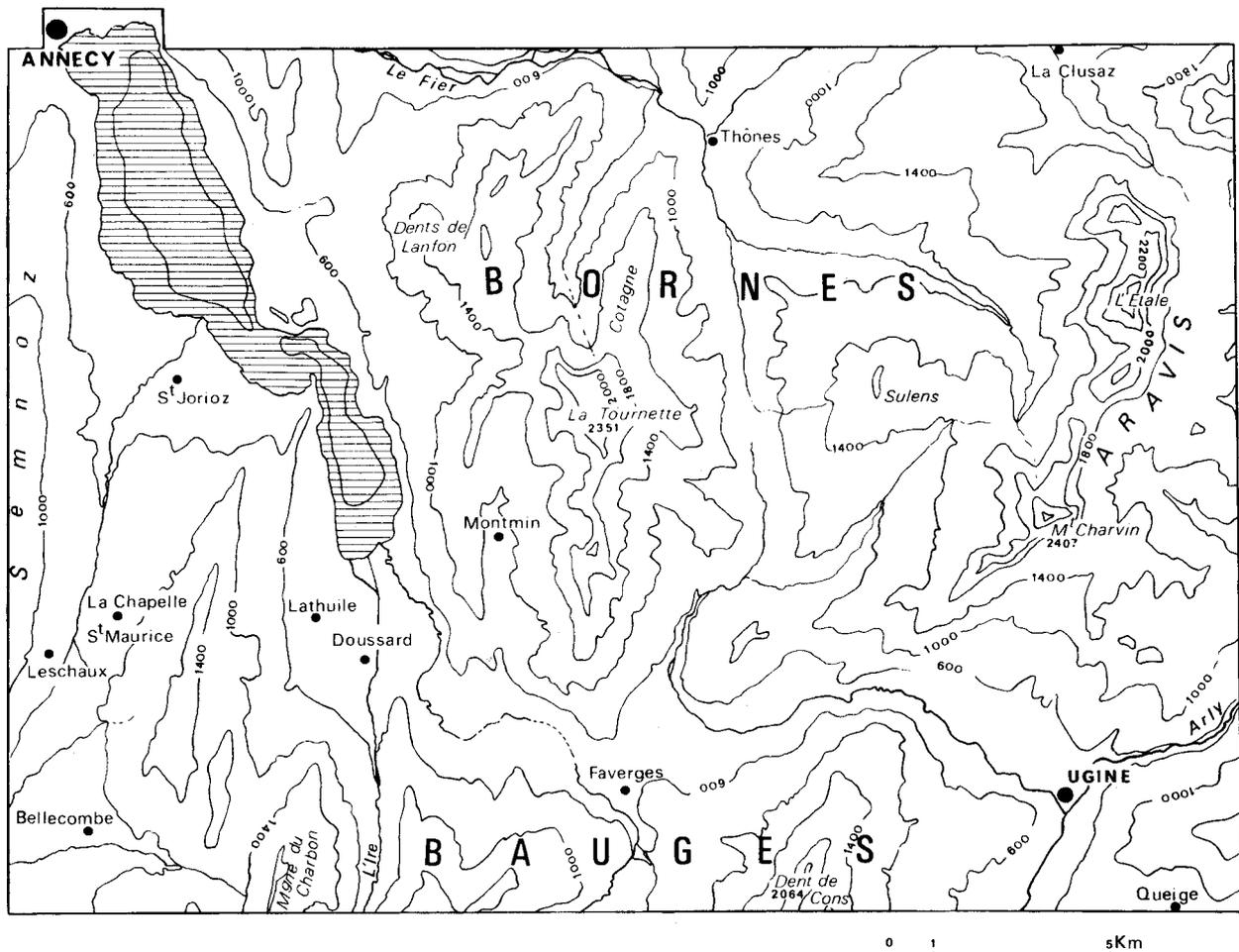


Fig. 1 - Régions naturelles et topographie.

I.- LE MILIEU

A.- FACTEURS ÉDAPHIQUES (tabl. I).

Les supports géologiques ont été répartis en cinq groupes :

a. Les calcaires

Des calcaires massifs forment l'ossature des Bornes et des Bauges. Peu altérables, ils portent des sols superficiels, secs, défavorables à la végétation forestière.

Des calcaires marneux constituent d'épais affleurements. Leur teneur en silicates s'élève dans les puissantes assises du Crétacé inférieur qui s'altèrent rapidement et engendrent des sols moyennement profonds, portant la moitié des Hêtraies-Sapinières.

TABLEAU I - Supports lithologiques, résultats d'analyses

Supports géologiques	Oxydes en %							Perte au feu	
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		CO ₂
Calcaires									
1. Massifs	0,1	0,06	0,02	55,8	0,1	0	0	44	44
2. Massifs	9,9	2,3	1	46		0,4			38
3. Marneux	12	3	1,2	44		0,7			37
4. Marneux	14	3,2	1,5	44	0,4	0,37	0,18	34	36
5. Marneux	8	2	0,8	49	0,2	0,3	0	38	39
6. Marneux	14	4,1	1,3	43	0,6	0,6	0,08	32	35
7. Gréseux	36	4	1,4	30	0,4	0,7	0,13	23	25
8. Gréseux	47	5,1	2,2	23		0,9			20
Schistes									
9. Calcaires	7,3	2,1	1,8	48,4	1,1	0,16	0,12	38	39
10. Marno-calcaires	24	3,4	1,5	38	0,4	0,43	0,30	29	31
11. Marneux	45	13,5	6,1	13		2,7			14
12. Gréseux	50	12	4,7	14	1,6	2,15	0,75	10	13
Flyschs et grès									
13. Molasse	45	7,3	3,7	18	4,9	1,1	1,1	14	18
14. Molasse	66	9,9	3,8	9		1,9			9
15. Grès schisteux	8,5	0,5	1	48	1,2	0,07	0,04	39	39,5
16. Grès de Taveyannaz	50	15	6	11	2	2,6	1,6	7	11
17. Grès	64,1	12	4,4	3,9		3			5
18. Grès	82	0,9	1	9	0,2	0,3	0	6	6,5
Micaschistes									
19.	90	4,9	1,2	0,8	0,2	0,3	1,1	0	0,7
20.	66	16	4,8	1,4	2	5,4	2,7	0,1	2,6
21.	59	18,7	8	1,1	2,9	5	2,2	0	3,7
Alluvions									
22. Fluviatiles									
a. Cailloux	11	1,4	0,6	47	0,4	0,19	0,12	37	38
b. Gravieres	10	1,3	0,8	48	0,5	0,17	0,05	37	38
c. Sables	19	2,6	1,4	40	0,5	0,33	0,08	31	35
23. Morainiques									
a. Cailloux	34	5,6	1,7	30	1	0,9	0,9	24	25
b. Gravieres	44	10	3,4	20	1	1,9	0,9	16	18
c. Sables	52	12,5	4,2	12	1,2	2,4	0,9	9	14

Origine des échantillons. - 1, route de Semnoz ; 2, Talloires ; 3, route de Montmin à Vésonne ; 4, Marlens ; 5, Montagne du Charbon ; 6, id. 3 ; 7, vallée de Thônes à Serraval ; 8, Montmin ; 9, Signal de Bisance ; 10, Ugine ; 11 et 12, Massif des Aravis ; 13, St-Eustache ; 14, route Les-chaux-Anney ; 15, Montagne du Charbon ; 16, La Clusaz ; 17, Thônes ; 18, Montagne du Charbon ; 19 à 21, Beaufortin ; 22, berges de l'Ire ; 23, Faverges.

b. Les schistes

Ils forment les reliefs mous du soubassement oriental de la chaîne des Aravis et une partie de la klippe de Sulens. De nombreux pâturages les recouvrent.

c. Les grès

Les profils adoucis de leurs placages, sur la chaîne des Aravis, ont facilité l'implantation des postes de ski (La Clusaz); leur altération donne des sols sableux, désaturés, favorables à l'Epicéa.

Les molasses affleurent dans la dépression de Leschaux. Bien carbonatées en profondeur, elles engendrent, en surface, des sols limono-sableux décalcifiés.

Des grès plus compacts se sont déposés dans de nombreux synclinaux des Bauges et des Bornes. Un peu calciques à la base, ils sont surmontés par de puissantes formations siliceuses ("grès de Taveyannaz"). D'autres types de grès, aux faciès très changeants, montrent un grand développement dans le massif de Sulens.

d. Les micaschistes

Abondants dans le massif du Beaufortin, ils donnent, sur des pentes douces, des sols profonds, bruns, acides, portant de belles forêts.

e. Les alluvions fluvioglacières

Les éléments grossiers des alluvions fluviales et les moraines des glaciers locaux offrent des pourcentages de CaO compris entre 40 et 50%. La teneur en chaux diminue dans les moraines de l'ancien glacier principal de la cluse d'Annecy où les sables fins sont fortement siliceux.

B.- FACTEURS CLIMATIQUES

Aux classiques moyennes arithmétiques, nous avons substitué, lorsque nous disposons de séries assez longues (supérieures à 30 ans) la notion statistique de "médiane". La fluctuation du phénomène de part et d'autre de la "médiane" se traduit par les valeurs des "déciles" inférieurs et supérieurs.

1.- Les précipitations liquides (fig. 2)

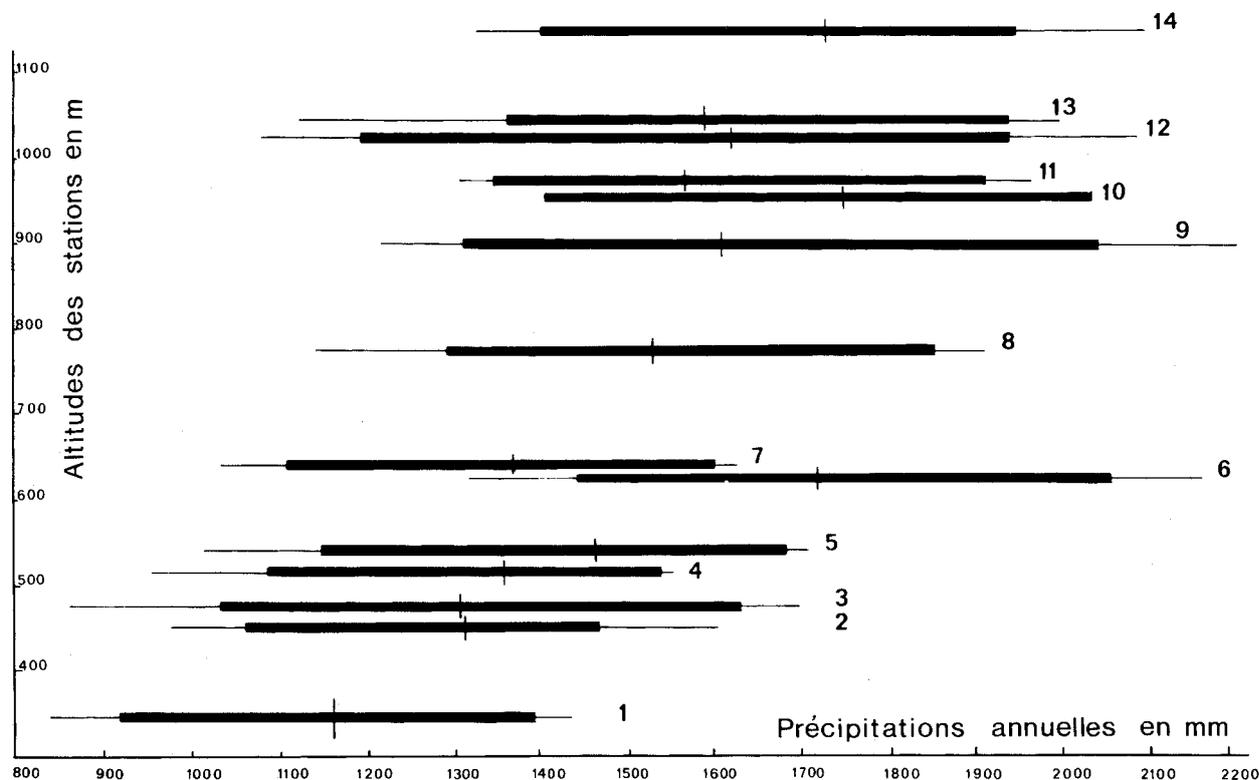


Fig. 2 - Précipitations annuelles pour 14 stations classées suivant leur altitude.

Pour chaque station sont indiquées : - la valeur de la médiane (proche de la moyenne mensuelle) par un trait vertical ; - les valeurs des quintiles extrêmes aux extrémités du trait gras ; - les valeurs des déciles extrêmes aux extrémités du trait fin.

1 - Rumilly (350 m). 2 - Annecy (450 m). 3 - St-Jorioz (453 m). 4 - Faverges (354 m). 5 - Ugine (425 m). 6 - Thônes (625 m). 7 - Lescheraine (520 m). 8 - Ecole en Bauges (830 m). 9 - Aillon Le Jeune (850 m). 10 - St-Jean de Sixt (973 m). 11 - Le Reposoir (975 m). 12 - Les Déserts (1015 m). 13 - Montmin (1045 m). 14 - Grand-Bornand (1200 m).

a. Leur total annuel

Dans les zones planitiales, un gradient positif de précipitations se manifeste de la zone molassique, au Nord-Ouest d'Annecy, vers le fond de la cluse, à Ugine.

Rumilly : 1134 mm

Annecy : 1289 mm

Faverges : 1360 mm

Ugine : 1400 mm

Ce phénomène se retrouve à l'entrée de la cluse de l'Arve et de celle du Giffre.

Dans le Submontagnard et le Montagnard, les totaux annuels varient amplement en fonction :

- de la hauteur et des dimensions du massif : une chaîne haute et étendue fait naître des ascendances plus marquées qu'un massif bas et disséqué. C'est ainsi qu'au pied de l'imposante chaîne des Aravis, La Clusaz reçoit, à 1150 m d'altitude, plus de 1700 mm d'eau, tandis que le Grand-Bornand, à 1200 m atteint 2000 mm. Dans les Bauges, massif moins élevé, la station la plus arrosée (Les Déserts, 1030 m) cumule moins de 1600 mm.

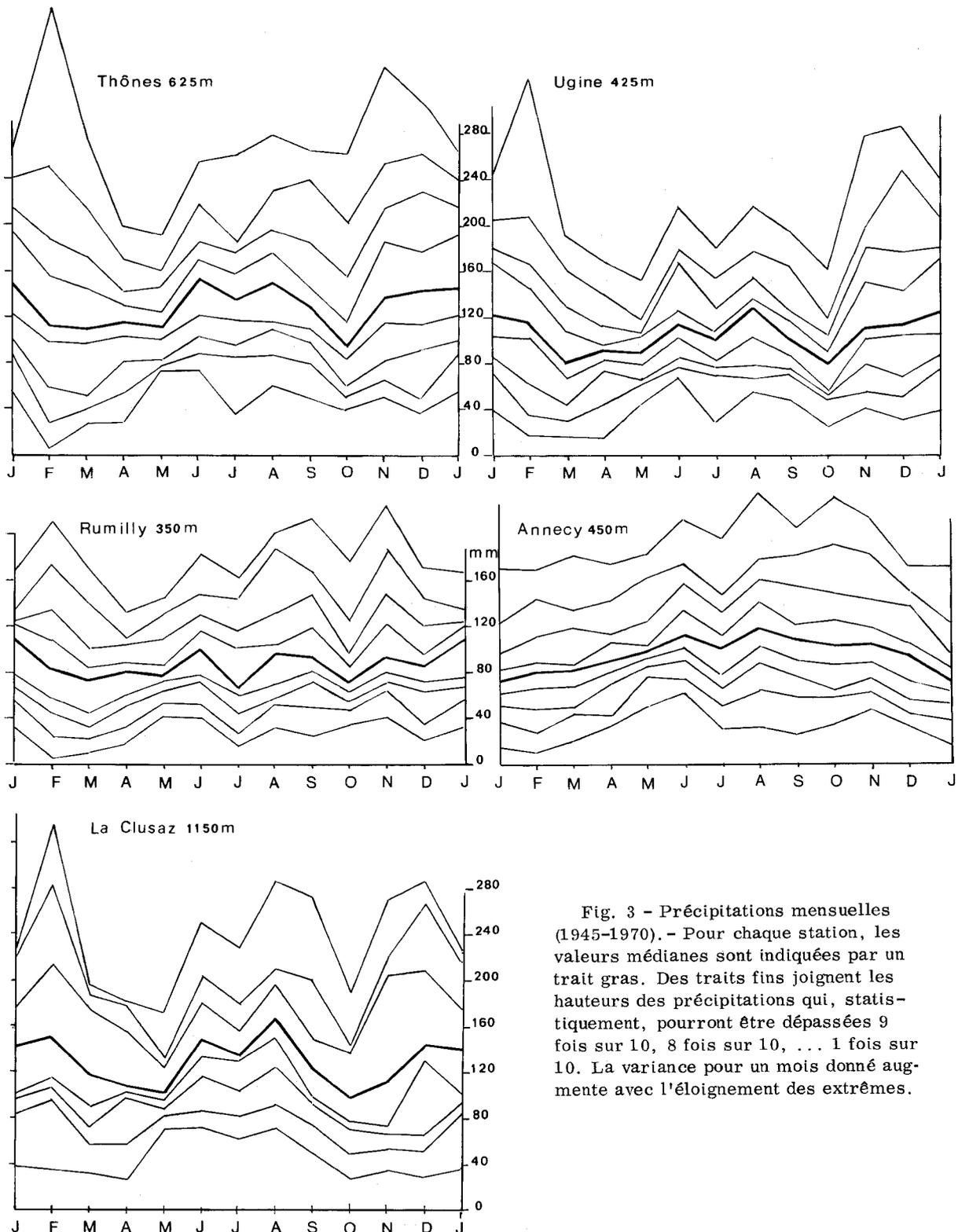


Fig. 3 - Précipitations mensuelles (1945-1970). - Pour chaque station, les valeurs médianes sont indiquées par un trait gras. Des traits fins joignent les hauteurs des précipitations qui, statistiquement, pourront être dépassées 9 fois sur 10, 8 fois sur 10, ... 1 fois sur 10. La variance pour un mois donné augmente avec l'éloignement des extrêmes.

- de la topographie et de l'orientation : les vallées ouvertes vers l'Ouest et encadrées par de hautes cimes deviennent le siège de condensations intenses : Thônes à 625 m d'altitude reçoit annuellement 1750 mm , alors que Lescheraine à 640 m, dans la dépression intérieure des Bauges, cumule moins de 1350 mm. Peuvent être comparées aussi La Clusaz (1150 m) sur le flanc Nord-Ouest des Aravis et Montmin (1045 m) au Sud de la Tournette qui reçoivent respectivement 1700 mm et 1600 mm d'eau.

Ces faits expliquent, en partie, la descente des Hêtraies-Sapinières à moins de 600 m d'altitude, sur les lisières occidentales, alors que, dans les bassins protégés, la série du Charme s'élève à 700 m.

b. Leur variation et leur répartition mensuelle (fig. 3, p. 21).

Deux maxima saisonniers s'observent fréquemment, l'un estival avec deux pointes (juin et août), l'autre hivernal, qui s'amplifie avec l'altitude mais n'est guère apparent sur la région annécienne. Les mois d'hiver et spécialement février présentent des déciles extrêmes très éloignés, ce qui se traduit par des enneigements capricieux. Une seconde période d'irrégularité apparaît en juillet-août ; par contre le début de l'automne montre un amenuisement constant des précipitations et de leur variabilité.

c. Le nombre de jours de précipitations

Il augmente avec l'altitude spécialement pour les stations de la chaîne des Aravis et de leurs "pieds de mont" où les orages sont fréquents :

Anancy (450 m) : 138 jours

Ugine (425 m) : 142 jours

Thônes (625 m) : 142 jours

Dans le cas particulier de la région d'Anancy, nous avons établi pour les mois de juin, juillet et août les histogrammes du nombre de jours de précipitations et des totaux de précipitation (fig. 4 et 5).

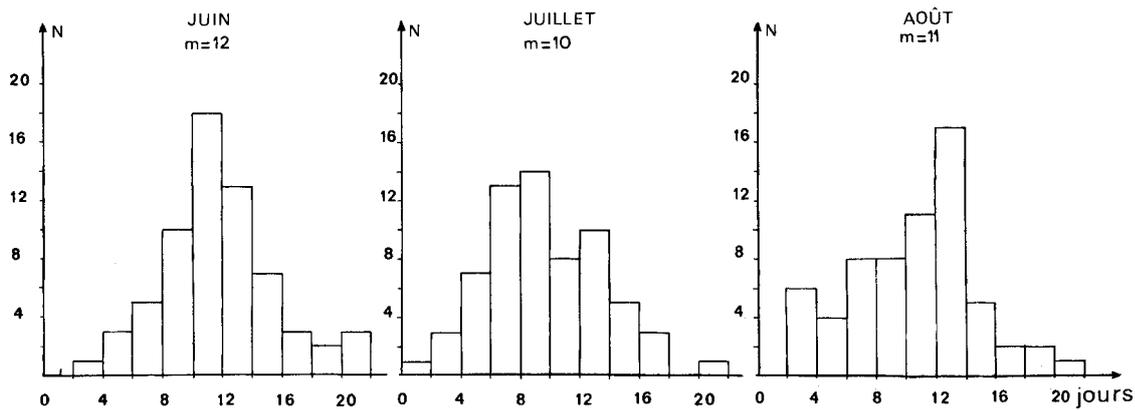


Fig. 4 - Histogramme de fréquence du nombre de jours de pluie à Anancy au cours des mois de Juin, Juillet et Août. (Fréquence pour une période de 80 années).

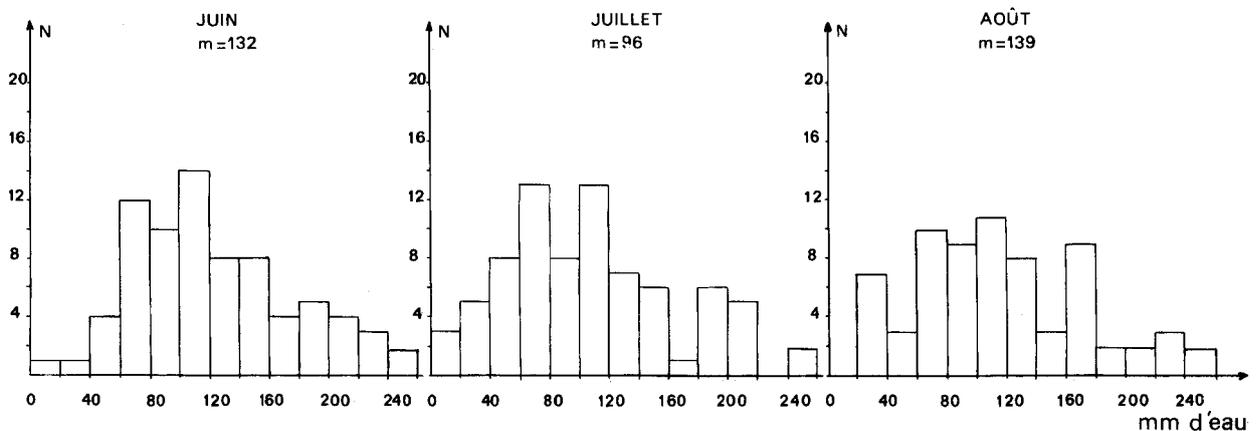


Fig. 5 - Histogramme de fréquence des hauteurs de précipitations à Anancy au cours des mois de Juin, Juillet et Août. (Fréquence pour une période de 80 années).

2.- L'enneigement

Pour caractériser la région étudiée, nous établirons quelques comparaisons avec des stations d'autres massifs préalpins (Samoëns, 700 m dans le Giffre; Abondance, 1100 m dans le Chablais); du hautsillon alpin (Megève, 1110 m) ou de vallées plus internes (Chamonix, 1035 m, les Contamines, 1200 m).

a. La hauteur cumulée de neige (fig. 6). Dans la cluse d'Annecy, elle augmente d'Annecy (53 cm) à Ugine (105 cm). Le Submontagnard (Thônes) accumule entre 1,50 et 2 m de neige, valeurs que nous retrouvons dans les Bauges (Lescheraine) et dans le massif du Giffre (Samoëns). Au niveau du Montagnard, les hauteurs de neige varient avec la topographie et l'orientation. La Clusaz accumule plus de 3 m sur le flanc Nord-Ouest des Aravis, alors que Montmin, plus abrité, au Sud de la Tournette, reçoit 2,70 m. A altitudes comparables, les vallées internes (Chamonix, Les Contamines) reçoivent moins de neige que les zones externes.

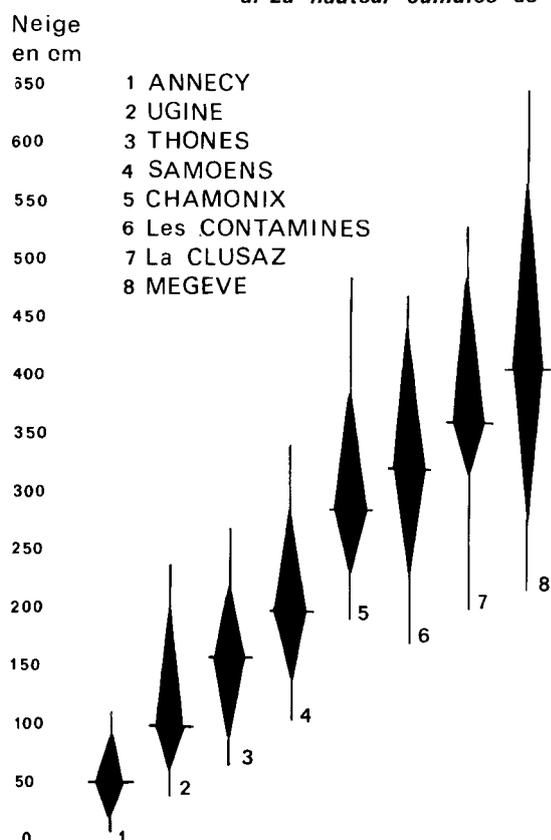


Fig. 6 - Hauteurs totales de neige cumulées en cm (moyenne de 25 à 60 hivers). La valeur médiane (proche de la moyenne arithmétique) correspond à la diagonale horizontale de chaque losange; les quintiles extrêmes sont donnés par les pointes des losanges et les déciles extrêmes par les extrémités des traits verticaux.

b. La valeur en eau de la neige et le coefficient de niviosité (tabl. II).

La lame d'eau de fusion traduit mieux l'importance des précipitations solides que les hauteurs de neige, mais sa mesure n'est pas toujours facile. Le coefficient de niviosité augmente avec l'altitude et, à altitudes comparables, il croît dans les zones internes.

TABLEAU II - Equivalent en eau de la neige et coefficient de niviosité en % (30 années).

Stations	mm	%	Stations	mm	%
Annecy (450 m)	65	5	Les Contamines (1 200 m)	240	17
Ugine (425 m)	117	8	Chamonix (1 035 m)	287	24
Samoëns (700 m)	202	12	Megève (1 110 m)	377	25
Thônes (625 m)	216	12			

c. La date des chutes de neige extrêmes (tabl. III).

Stations et Altitudes	Première chute			Dernière chute		
	Décile inférieur	Décile médian	Décile supérieur	Décile inférieur	Décile médian	Décile supérieur
Annecy 450 m	4 nov.	4 déc.	4 janv.	8 févr.	3 mars	7 avr.
Ugine 425 m	30 oct.	25 nov.	18 déc.	15 févr.	20 mars	23 avr.
Lescheraine 520 m	4 nov.	15 nov.	5 déc.	7 mars	3 avr.	2 mai
Thônes 625 m	26 oct.	14 nov.	15 déc.	22 févr.	10 avr.	7 mai
Samoëns 700 m	26 oct.	12 nov.	17 déc.	14 mars	13 avr.	3 mai
Montmin 1043 m		6 nov.			25 avr.	
La Clusaz 1150 m	13 oct.	28 oct.	25 nov.	22 mars	24 avr.	7 mai
Megève 1110 m	5 oct.	29 oct.	17 nov.	26 mars	23 avr.	19 mai
Les Contamines 1200 m	15 oct.	28 oct.	28 nov.	3 avr.	2 mai	22 mai
Chamonix 1035 m	28 sept.	25 oct.	29 nov.	26 mars	28 avr.	18 mai

La date "médiane" des premières neiges se situe fin novembre pour les zones planitiaires, vers la mi-novembre pour le Submontagnard et fin octobre pour le Montagnard. La variabilité se traduit par l'éloignement des déciles inférieurs et supérieurs d'une même station. Les dernières chutes de neige, au-dessus de 1 000 m, se produisent fin avril, mais les probabilités de giboulées, en mai, restent élevées.

d. La durée du manteau neigeux (tabl. IV).

Elle intègre de nombreux facteurs : durée de la période froide, importance des précipitations, microclimats. Les stations du Montagnard inférieur (La Clusaz) gardent leur manteau nivale de 100 à 150 jours, alors qu'il ne dépasse guère 70 jours dans le Submontagnard et 50 jours dans le Collinéen.

TABLEAU IV - Durée moyenne de la couverture nivale (1957-1971).

Ugine (425 m)	56 jours	Montmin (1045 m)	96 jours
Thônes (625 m)	70 jours	La Clusaz (1150 m)	138 jours
Samoëns (700 m)	96 jours	Abondance (1100 m)	150 jours
Lescheraine (520 m)	100 jours	Les Contamines (1200 m)	177 jours

3.- Les facteurs thermiques

Comme précédemment des comparaisons seront établies avec les régions voisines.

a. Les températures maximales et minimales (fig. 7).

Les fonds des vallées offrent des contrastes saisonniers accentués avec des maxima de juillet supérieurs à 25° et des minima de janvier s'abaissant au-dessous de -5°. Les amplitudes thermiques annuelles atteignent 30°, valeur dépassée dans les vallées internes (Chamonix).

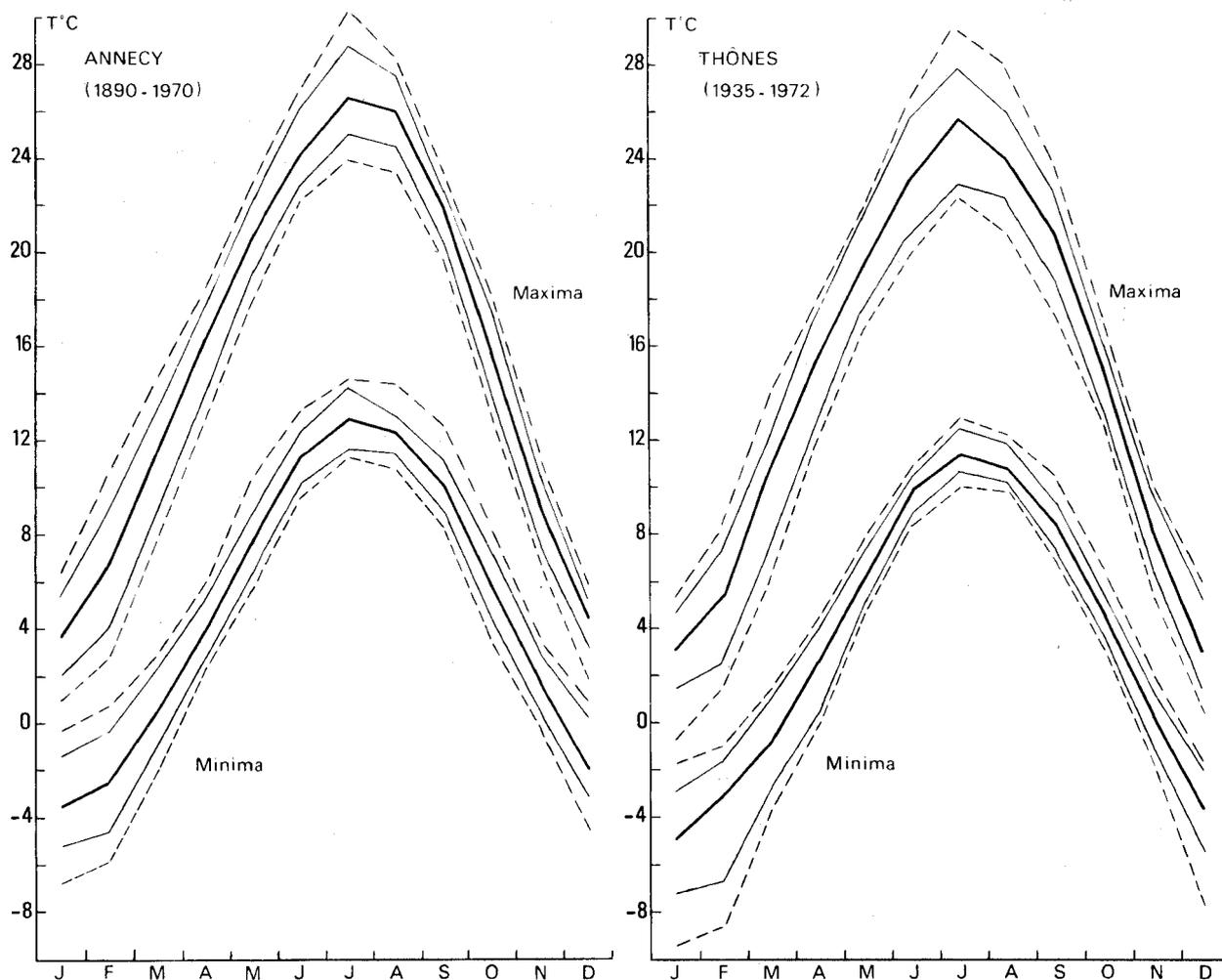


Fig. 7 - Températures mensuelles maximales et minimales. - En trait fort : valeurs médianes. - En trait fin : valeurs des quintiles extrêmes. - En trait pointillé : valeurs des déciles extrêmes.

Les rives du lac jouissent d'hivers plus cléments et le tableau V, qui donne pour quelques stations les températures extrêmes annuelles, montre bien ce phénomène.

Au-dessus de 900 m, les étés deviennent plus frais (21° pour La Clusaz). Les variabilités des températures paraissent moins prononcées que celles des précipitations. Les plus grands écarts s'observent en janvier et en août ; l'alternance d'hivers doux et d'hivers rudes, d'étés brûlants et d'étés frais est bien connue.

TABLEAU V - Moyenne des températures extrêmes annuelles.

Stations	Maxima absolus	Minima absolus	Période	Stations	Maxima absolus	Minima absolus	Période
Anney (450 m)	35,4	- 12,5	35 ans	Lescheraine (520 m)	33	- 16	30 ans
Ugine (425 m)	33,6	- 15,3	12 ans	La Clusaz (1150 m)	28,4	- 16,4	27 ans
Thônes (625 m)	33,5	- 15,6	35 ans	Chamonix (1035 m)	30,4	- 19	28 ans

b. Les gelées et le froid

Le froid peut être apprécié par les températures minimales (vues précédemment), mais aussi par les dates d'apparition et de fin du gel et, à l'intérieur de ces limites, par le nombre de jours de gelées. L'étude peut être affinée en différenciant le gel continu du gel simple et en tenant compte du nombre de jours très froids ($T^{\circ} \text{ min.}$ inférieure à $- 10^{\circ}\text{C}$).

Le tableau VI précise la durée de périodes froides et la figure 8 les dates médianes d'apparition et de fin de gel. Trois à quatre semaines séparent l'arrivée du gel entre Anney et Thônes ; les vallées enfoncées dans les hautes chaînes internes subissent plus précocement les premiers froids. Au printemps, les dernières gelées s'échelonnent sur plus d'un mois. Le nombre de jours de gelées hivernales atteint 100 dans le Collinéen, reste compris entre 100 et 150 dans le Submontagnard et le Montagnard inférieur et dépasse 150 dans les vallées du massif du Mont-Blanc.

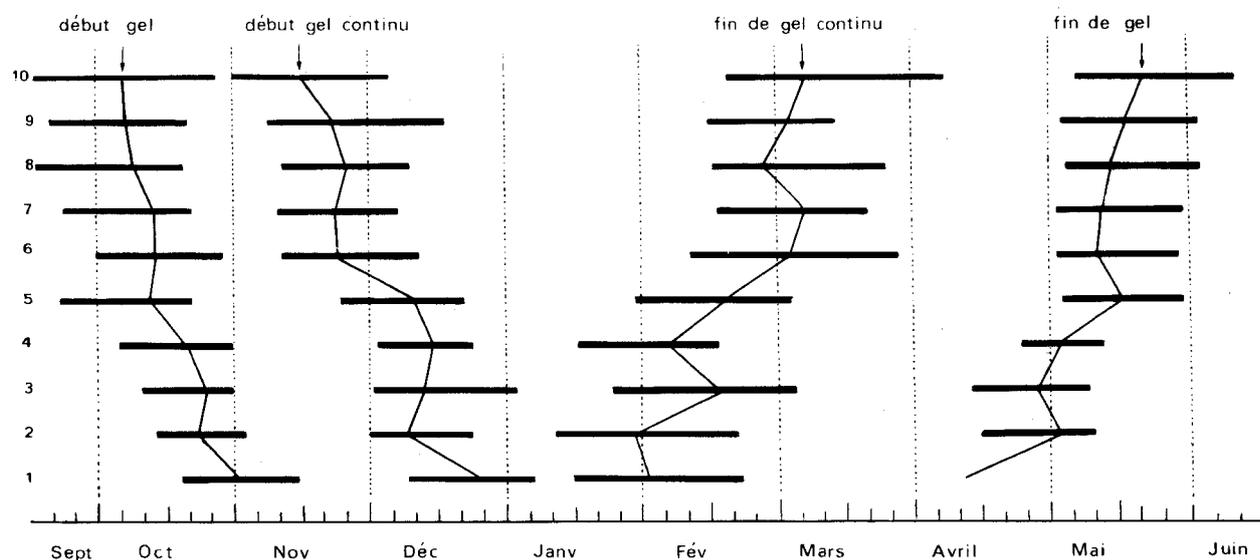


Fig. 8 - Date des gelées. - Pour chaque station, le trait gras horizontal joint les quintiles extrêmes ; les dates médianes sont réunies par les traits obliques. - 1 Anney ; 2 Ugine ; 3 Thônes ; 4 Samoëns ; 5 Lescheraine ; 6 La Clusaz ; 7 Megève ; 8 Chamonix ; 9 Les Contamines ; 10 Le Tour.

TABLEAU VI - Périodes froides.

Stations	Nbre d'années d'observations	Nombre de jours		
		de gelée	de gel continu	où T° min. < - 10°C
Anney (450 m)	48	88	8	5
Ugine (425 m)	30	108	14	12
Thônes (625 m)	36	121	18	15
Samoëns (700 m)	28	142	18	18
Lescheraine (530 m)	31	134	16	22
La Clusaz (1150 m)	28	136	27	18
Megève (1110 m)	28	147	37	28
Chamonix (1037 m)	28	160	44	38
Les Contamines (1200 m)	28	154	-	-

Les inversions de température hivernales affectent les vallées encaissées (partie amont de la cluse d'Anney, vallée de Thônes) qui disparaissent fréquemment sous une mer de brouillard où l'air froid stagne par temps calme. L'exemple suivant montre l'intensité du phénomène entre La Clusaz (1150 m) et Ugine (550 m) (tabl. VII)

TABLEAU VII - Un exemple d'inversion de température.

	La Clusaz		Ugine	
	Minima	Maxima	Minima	Maxima
5.12.1962	- 4,8	+ 3,1	- 8,4	- 0,6
6.12.1962	- 3,1	+ 5,2	- 8	- 0,8
7.12.1962	- 2,9	+ 6,2	- 9	- 0,6
8.12.1962	- 2,7	+ 7,2	- 8,8	- 0,2
9.12.1962	- 0,8		- 8,9	- 0,5

Des inversions prolongées favorisent la pénétration du gel dans le sol lorsque le recouvrement neigeux reste faible. Le nombre de jours annuels d'inversions dépasse parfois 60, mais il varie beaucoup d'une année à l'autre.

1959 : 64 jours	1962 : 36 jours
1969 : 15 "	1963 : 37 "
1961 : 57 "	1964 : 60 "

c. Durée de la période végétative et jours chauds (tabl. VIII).

La limitation, par les basses températures, de l'activité physiologique d'un végétal diffère suivant les espèces et suivant les saisons. De nombreux auteurs fixent comme limite inférieure une température de 5° à 6°. Le tableau VIII montre que cette période se réduit à 6 mois, dès 1100 m d'altitude. A altitudes comparables, elle semble croître, dans les vallées internes, en raison d'étés plus secs.

Le nombre de journées chaudes (moyenne $\geq 20^\circ$) et très chaudes (maxima $\geq 30^\circ$) diminue de 9/10 des basses régions au Montagnard inférieur. Les fonds de vallées submontagnardes (Thônes, Lescheraine, Samoëns), vers 600 - 700 m, offrent encore de 15 à 25 journées chaudes et apparaissent ainsi comme des zones de transition malgré l'intensité des précipitations et les froids hivernaux qui les rapprocheraient du Montagnard.

TABLEAU VIII - Période végétative et périodes chaudes.

Stations	Nombre d'années d'observ.	Période vég. en j. T $\geq 5^\circ\text{C}$	Journées chaudes T $\geq 20^\circ\text{C}$	Journées très chaudes moy. T $\geq 30^\circ\text{C}$	Dates médianes	
					1er j. à T $\geq 20^\circ\text{C}$	dernier j. à T $\geq 20^\circ\text{C}$
Anney (450 m)	40	267	51	28	9 mai	28 sept.
Ugine (425 m)	30	256	33	22	9 mai	28 sept.
Thônes (625 m)	35	239	26	10	16 mai	9 sept.
Lescheraine (530 m)	30	239	14	14	10 mai	15 sept.
Samoëns (700 m)	28	232	15	9	27 mai	9 sept.
La Clusaz (1150 m)	28	183	6	1	17 juin	24 août
Megève (1110 m)	27	208	6	1	17 juin	21 août
Chamonix (1037 m)	28	214	3	2	6 juin	4 sept.
Le Tour (1250 m)	26	185	3	3	6 juin	4 sept.

En conclusion :

Le dépouillement d'informations climatiques relatives à des périodes assez longues (au moins 3 décennies) révèle, outre les influences classiques de l'altitude sur les précipitations et sur les températures, la diversification de nombreux microclimats liés à la topographie et à l'orientation et montre, par ailleurs, une accentuation des froids, des gelées hivernales et une diminution des précipitations, à altitude comparable, en allant des massifs subalpins du secteur étudié aux vallées du Mont-Blanc.

4.- Autres facteurs climatiques relatifs à la région annécienne

a. Durée d'ensoleillement

Les moyennes mensuelles de la période 1959-1971 effectuées par les services de l'Equipement sont les suivantes :

Janv. 63 heures	Mai 215 heures	Sept. 180 heures
Fév. 91 heures	Juin 214 heures	Oct. 137 heures
Mars 142 heures	Juill. 231 heures	Nov. 63 heures
Avr. 178 heures	Août 220 heures	Déc. 41 heures

Les totaux annuels oscillent entre 1590 et 2261 heures.

L'effet écran dû aux montagnes diminue ces totaux sur les ubacs, d'où les différences dans la végétation et l'habitat entre les deux versants de la cluse.

b. Températures comparées de l'eau du lac en surface, du sol (à -30cm) et de l'air

Ces températures repérées à heure fixe (9 h), pendant une vingtaine d'années, au début du siècle, nous ont permis d'établir les moyennes suivantes : (tabl. IX).

TABLEAU IX

	J	F	M	A	M	J	J ^t	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
T°C de l'eau	3,9	4	5,3	7,6	11,9	16,5	19,7	19,9	17,5	13,5	9,5	5,9	11,2
T°C du sol	2,1	1,8	3,3	6,9	10,9	14,2	15,3	16,3	14,3	11,2	7,2	2,5	8,8
T°C de l'air	-1,4	-0,6	2,2	9,2	13,8	17,4	19,3	18,3	14,5	9,1	4	0,2	8,9

La moyenne annuelle des eaux superficielles dépasse celle de l'air et ce bénéfice apparaît surtout en hiver. La température du sol, à 30 cm de profondeur, montre une amplitude saisonnière atténuée, mais aussi un réchauffement assez précoce au printemps.

c. Fluctuations climatiques récentes

Les archives climatologiques d'Annecy renferment des relevés de températures effectués depuis 2 siècles. C'est la plus longue série connue dans le Sud-Est de la France et son étude a permis, à divers auteurs (MOUGIN, LE ROY LADURIE), de mettre en évidence un réchauffement de l'ordre de 0,5° à 1° suivant les saisons, entre 1850 et l'époque actuelle. Ce réchauffement lié au recul des glaciers de la vallée de Chamoinix peut expliquer l'avance de certaines dates phénologiques comme la maturation du raisin, mais il ne semble pas que cette variation ait provoqué un changement visible du manteau végétal dans la région étudiée.

II.- LES FORMATIONS VÉGÉTALES

A.- ÉTAGE COLLINÉEN

1.- Série de l'Aune glutineux

Elle s'étend sur d'anciennes cuvettes colmatées par des sédiments limono-argileux, avec nappe phréatique superficielle et stagnante. Ce sont essentiellement des prairies marécageuses (Phragmitaies, Cariçaies, Moliniaies) dont le tableau X précise quelques caractéristiques pédologiques. Le climax (Aunaie glutineuse) se réduit à quelques taillis.

1a. Les Phragmitaies

- Les alluvions récentes du "Bout du Lac" (tabl. I, n° 22) portent plusieurs hectares de roselières établies sur hydromull très calcique (tabl. X, échantillons 1 et 2). Leur composition floristique apparaît très classique (Phragmites communis, Mentha longifolia, Mentha aquatica, Convolvulus sepium, Lysimachia vulgaris, Lythrum salicaria, Symphytum officinale, Iris pseudacorus, Thalictrum flavum, Eupatorium cannabinum, Epilobium hirsutum, Oenanthe lachenalii).

- Sur des zones mal drainées (rives de l'Eau morte) naissent des sols plus humifères et moins calciques. Les Carex (C. elata) deviennent abondants ainsi que des flots de Salix cinerea. Gentiana pneumonanthe se rencontre çà et là, vers St-Jorioz. Cladium mariscus reste rare. Les fossés de drainage contiennent : Sparganium ramosum, Alisma plantago, Callitriche verna, Spiranthes aestivalis, Utricularia minor, Hippuris vulgaris, Myriophyllum spicatum, M. verticillatum et Nasturtium amphibium.

TABLEAU X - Caractéristiques pédologiques de formations liées à une nappe phréatique superficielle et établies sur alluvions fluvio-glaciaires. - 1 et 2 : Phragmitaie ; "Le Bout du Lac" (440 m) ; sol à Gley. - 3 à 5 : Phragmitaie ; rives de l'Eau morte (460 m) ; sol à Gley - 6 et 7 : Prairie à Molinie ; route de St-Jorioz à Duingt (500 m) ; sol à Gley. - 8 à 10 : Aunaie glutineuse-Frénaie ; "Le Bout du Lac" (450 m) ; sol alluvial limoneux mal drainé. - 11 à 13 : Aunaie blanche-Frénaie ; "Le Bout du Lac" (450 m) ; sol alluvial caillouteux bien drainé.

Références	Horizons	Profondeur en cm	Granulométrie terre fine				Calcimétrie		pH	Complexe absorbant			Fer mg par kg	Matières organiques			
			Cailloux Graviers	Sables	Limons	Argile	CO ₃ Ca total	CO ₃ Ca actif		S en meq %	T en meq %	S/T		C ‰	N ‰	C/N	Matière organiq. ‰
1	A ₁	4	0	1	78	21	51	17	8	20	20	100	13	21	1,8	11,3	36
2	G	40	0	18	67	15	52	17	8	20	20	100	5	26	2,3	11,4	45
3	A ₀ A ₁	2	0	-	-	-	20	5	7,6	34	34	100	-	83	8,2	10	144
4	A ₁	6	0	20	63	17	25	6	7,7	38	38	100	12	62	7,1	8,8	108
5	G	40	2	27	67	16	45	14	8,3	13	13	100	12	8	0,9	8,7	13
6	A ₀ A ₁	1	0	7	60	30	6,7	5,8	7,3	83	83	100	21	133	11,8	11,2	230
7	G	40	1	8	46	46	0,9	0,8	7,4	83	83	100	14	19	1,9	10	33
8	A ₀ A ₁	1	0	-	-	-	27	11	7,6	26	26	100	-	87	5,4	16	151
9	A ₁	6	0	12	63	25	29	12	7,7	18	18	100	13	68	3,9	17	118
10	G	50	0	16	68	16	23	11	7,9			100	7	37	3	12	63
11	A ₀ A ₁	2	7	-	-	-	55	10	7,7	24	24	100	-	47	3,4	13	80
12	A ₁	5	23	47	29	14	58	9	7,8	15	15	100	5,6	23	2	12	40
13	B	40	67	66	30	8	60	7	8	11	11	100	6	13	1	13	23

1b. Les Moliniaies

Un dessèchement des horizons superficiels facilite l'installation de la Molinie sur des sols humifères, compacts en profondeur (tabl. X, 6 - 7) ; Epipactis palustris, Galium palustre et Parnassia palustris sont des compagnes fidèles. Salix cinerea et Rhamnus frangula s'implantent fréquemment sur des buttes.

1c. Le climax: bosquets d'Aune glutineux et de Frêne

Le sol bien drainé en surface est gléifié en profondeur, en raison d'une texture limoneuse compacte (tabl. X, 8 - 9 - 10). La minéralisation rapide donne un mull riche. Aussi se juxtaposent plusieurs groupes écologiques : des espèces de sols limoneux compacts (Spirea ulmaria, Equisetum arvense, Salix cinerea, Caltha palustris, Deschampsia coespitosa) et des mésohygrophiles exigeantes (Urtica dioïca, Galeopsis tetrahit, Aegopodium podagraria, Stachys silvaticus).

2.- Série de l'Aune blanc

Elle colonise les alluvions torrentielles riches en cailloux et en sables calcaires avec nappe phréatique superficielle circulante.

2a. Formations pionnières sur alluvions récentes

Dans les lits du Fier et du torrent de Serraval, de vastes bancs de graviers sont rapidement colonisés par : *Melilotus albus*, *Artemisia vulgaris*, *Tussilago farfara*, *Reseda lutea*, *Galeopsis ladanum*, *Chaenorhinum minus*, *Ptychotis saxifraga*, *Echium vulgare*, *Erigeron canadensis*, *Verbena officinalis*, *Ononis spinosa*, *Hieracium staticaeifolium* et *Calamagrostis epigeios*. Puis apparaissent des *Salix* (*Salix incana*).

2b. Aunaies d'Aune blanc

- Des fragments d'Aunaies pures recouvrent des sols fixés, sablo-limoneux, à mull calcique, hydro-morphes en profondeur. Les taillis denses abritent des mésohygrophiles de sols riches (*Rubus coesius*, *Aegopodium podagraria* et *Solidago canadensis*). *Cornus sanguinea* et *Crataegus monogyna* abondent.

- Des Aunaies-Frénaies représentent l'essentiel des forêts riveraines en voie de consolidation. Leur sol caillouteux est toujours frais, drainé et aéré (tabl. X, 11 - 12 - 13). La fruticée s'enrichit en neutrophiles calcicoles (*Cornus sanguinea*, *Viburnum lantana*, *Lonicera xylosteum*, *Acer campestre*, *Ligustrum vulgare*). La strate herbacée se caractérise par des neutrophiles exigeantes (*Vinca minor*, *Mercurialis perennis*, *Brachypodium silvaticum*, *Asarum europaeum*, *Aegopodium podagraria*, *Paris quadrifolia*, *Polygonatum multiflorum*, *Euphorbia amygdaloides* et *Hedera helix*).

- Utilisations agricoles et forestières. Les territoires marécageux de la série de l'Aune glutineux sont demeurés, jusqu'à présent, improductifs à l'exception de faibles surfaces plantées en Peupliers. Les zones marginales, assez bien drainées en surface, fournissent des sols de cultures frais et limoneux convenant au Maïs, mais souvent envahis par des Prêles. Des prairies de fauche empiètent sur les Moliniaies les moins denses. Les meilleurs sols de culture se rattachent à la série de l'Aune blanc et à celle du Chêne pédonculé.

Les bois de la série de l'Aune blanc sont fréquemment enrésinés par l'Epicéa.

3.- Série du Chêne pédonculé

Elle s'étend sur les 3/4 des zones planitiaires. Elle est caractérisée par des sols alluviaux assez bien drainés en surface, mais parfois gléifiés en profondeur. Leurs bonnes aptitudes culturales et une topographie favorable en font les meilleures terres agricoles de la région.

La végétation spontanée est réduite à quelques flots de Chêne pédonculé sur les parcelles les moins fertiles en raison d'une granulométrie défectueuse comme l'illustre l'exemple suivant relatif à un lambeau de Chênaie à Molinie sur un sol très sableux et très humide en profondeur. (Commune de Faverges, 480 m, plat). (tabl. XI).

TABLEAU XI - Granulométrie d'un sol de Chênaie pédonculée sur alluvions fluviales.

Profondeur	Cailloux Graviers %	Terre fine %	Sables grossiers %	Sables fins %	Limons grossiers %	Limons fins %	Argiles %
2 cm (A ₀ -A ₁)	0	100	9	25	17	30	19
6 cm (A ₁)	7	93	9	24	29	23	15
40 cm (B - C)	72	28	53	19	9	15	4

Des travaux de drainage ou de rectification du lit de certains torrents ont tendance à abaisser le niveau de la nappe phréatique et la série s'étend aux dépens de prairies autrefois marécageuses.

4.- Série du Chêne pubescent

Elle dessine un liseré, à l'adret de la cluse d'Annecy, sur les pentes abruptes qui dominent la plaine alluviale. Quelques flots s'insinuent dans les vallées qui descendent du massif de la Tournette (vallées de Serraval et de Montmin). Les affleurements rocaillieux portent un *Quercetum pubescentis* typique ; mais, sur des sols plus profonds, s'installent des faciès mésophiles.

4a. Chênaies pubescentes xérophiles

Ces formations ouvertes, à tendance rupicole, montrent une strate arbustive caractérisée par : *Amelanchier rotundifolia*, *Cotoneaster tomentosa*, *Coronilla emerus*, *Arctostaphylos uva ursi*, *Viburnum lantana*, *Rhamnus alpina*. La strate herbacée juxtapose, à côté de caractéristiques des Chênaies pubescentes (*Teucrium chamaedrys*, *Anthericum ramosum*, *A. liliago*, *Polygala chamaebuxus*, *Carduus defloratus*, *Silene nutans*, *Polygonatum odoratum*, *Bupleurum falcatum*, *Vincetoxicum officinale*, *Hypericum montanum*, *Peucedanum cervaria*), des xérophiles pionnières sur rocaillies calcaires (*Sesleria coerulea*, *Laserpitium latifolium*, *Melica ciliata*, *Teucrium montanum*, *Dianthus caryophyllus*) et des xérophiles des Mesobrometum (*Globularia nudicaulis*, *Helianthemum ovatum*, *H. canum*, *Gentiana campestris*, *Carex glauca*, *Galium mollugo*, *Gymnadenia*

conopsea et *Bromus erectus*). Le Buis est très strictement localisé sur les falaises du Roc de Chère et de la montagne d'Entrevernes.

Dans les zones les plus chaudes (falaises du Roc de Chère, "Garide" de Vésonne) la Chênaie s'enrichit en thermophiles : *Geranium sanguineum*, *Lithospermum purpureo-caeruleum*, *Rubia peregrina*, *Lactuca perennis*, *Orchis purpurea*, *Orchis ustulata*, *Anacamptis pyramidalis*, *Limodorun abortivum*, *Odontites lutea*. Quelques effluves méridionales sont apportées par la présence de : *Acer monspessulanum*, *Astragalus monspessulanus*, *Scorzonera austriaca* et *Colutea arborescens*.

Les Chênaies pubescentes s'élèvent, jusqu'à 1100 m, sur les falaises du Mont Veyrier où elles sont accompagnées par *Anthyllis montana* et *Coronilla vaginalis*.

4b. Chênaies pubescentes mésophiles

Dans la strate arbustive, plus dense, apparaissent le Tilleul, le Noisetier et même le Charme. Au niveau de la strate herbacée, les thermophiles, citées précédemment, disparaissent ; par contre *Convallaria maialis*, *Rubus saxatilis*, *Cyclamen europaeum*, *Epipactis latifolia* deviennent fréquentes ainsi que certaines mésophiles des Charmaies comme *Mercurialis perennis* et *Brachypodium silvaticum*. Un faciès original à Molinie se rencontre le long du flanc oriental du Semnoz, vers 700 m d'altitude, sur des éboulis mêlés à des apports colluviaux. Cohabitent, d'une part, des espèces liées aux Chênaies xérophiles (*Acer opalus*, *Amelanchier rotundifolia*, *Berberis vulgaris*, *Vincetoxicum officinale*, *Anthericum ramosum*) et, d'autre part, des mésophiles du mull-moder aux endroits où l'influence de la roche-mère est atténuée par un sol plus épais, un peu acidifié (*Molinia coerulea*, *Teucrium scorodonia*, *Prenanthes purpurea*).

4c. Faciès à Pin sylvestre

Quelques flots de *Pinus sylvestris* végètent sur des sols ravinés. Leur spontanéité n'est pas évidente mais le fait que le Pin s'y maintienne et se régénère peut les faire considérer comme des lambeaux de paraclimax. Près de Thônes, d'assez belles plantations de Pin sylvestre et de Pin noir ont été effectuées au sein de ce faciès.

4d. Pelouses sèches

Des fragments de Mesobrometum ou même de Xerobrometum s'installent, sur des éboulis fixés, à la base des escarpements de la série du Chêne pubescent. Ces pelouses riches en Orchidées (*Orchis ustulata*) et souvent abandonnées sont colonisées par *Coronilla emerus*, *Cornus sanguinea* et *Juniperus communis*.

Productions végétales.

Les territoires de cette série n'ont aucune valeur forestière. Les longues et étroites parcelles de vignes qui s'accrochaient, autrefois, à la base des pentes ont pratiquement disparu.

5.- Série des Chênaies-Charmaies neutrophiles

Leur optimum se situe sur des pentes faibles, à sols colluviaux, frais, et bien aérés (tabl. XII) où elles forment une transition entre les formations planitiaires d'une part et les séries montagnardes d'autre part. La majeure partie des territoires de la série est occupée par des prairies mésophiles, aussi les formations climaciques occupent des surfaces réduites.

5a. Bois et taillis

La strate ligneuse est bien caractérisée par :

V <i>Carpinus betulus</i>	V <i>Lonicera xylosteum</i>	IV <i>Cornus sanguinea</i>
V <i>Quercus sessiliflora</i>	V <i>Corylus avellana</i>	III <i>Fagus silvatica</i>
V <i>Viburnum lantana</i>	V <i>Fraxinus excelsior</i>	III <i>Picea excelsa</i>
V <i>Acer campestre</i>	V <i>Tilia cordata</i>	III <i>Viburnum opulus</i>
V <i>Ilex aquifolium</i>	IV <i>Sorbus aria</i>	II <i>Abies pectinata</i>
V <i>Daphne laureola</i>	IV <i>Crataegus sp.</i>	II <i>Evonymus europaeus</i>

Dans la strate herbacée nous relevons :

V <i>Hedera helix</i>	IV <i>Lathyrus vernus</i>	II <i>Melica uniflora</i>
V <i>Euphorbia amygdaloides</i>	IV <i>Fragaria vesca</i>	II <i>Vinca minor</i>
IV <i>Brachypodium silvaticum</i>	IV <i>Carex montana</i>	II <i>Asperula odorata</i>
IV <i>Mercurialis perennis</i>	III <i>Lamium galeobdolon</i>	II <i>Ajuga reptans</i>
IV <i>Melica nutans</i>	III <i>Primula acaulis</i>	II <i>Convallaria maialis</i>
IV <i>Tamus communis</i>	III <i>Cyclamen europaeum</i>	I <i>Polygonatum multiflorum</i>

Baucoup de ces espèces se rencontrent dans les forêts riveraines en raison de convergences édaphiques (sols calciques aérés), mais les hygrophiles disparaissent et des mésophiles montagnardes s'infiltreront fréquemment.

5b. Prairies et cultures

Les prairies de fauche (*Arrhenatheretum*) offrent une composition floristique déjà analysée dans la notice de la feuille au 1/100 000 "Annecy". Les cultures fourragères, liées à un élevage prospère, recouvrent plus de 60 % des terres ; des vergers de Pommiers ont été plantés aux environs d'Ugine et de Faverges.

TABLEAU XII - Caractéristiques pédologiques de Chênaies - Charmaies. - 1 à 3 : Chênaie à Charme neutrophile sur éboulis calcaires fixés ; base Est, montagne d'Entrevernes (550 m) ; sol colluvial riche en squelette. - 4 à 7 : Chênaie acidiphile à Châtaignier sur dépôts morainiques. Route de St-Jorioz à Leschaux (660 m) ; sol brun acide lessivé.

Références	Horizons	Profondeur en cm	Granulométrie terre fine				Calcimétrie		pH	Complexe absorbant			Fer mg par kg	Matières organiques			
			Cailloux Graviers	Sables	Limons	Argile	CO ₃ Ca total	CO ₃ Ca actif		S	T	S/T		C ‰	N ‰	C/N	Matière organique ‰
										en meq %	en meq %						
1	A ₀ A ₁	1	5	29	39	32	3	0,1	7,4	32	32	100	14	54	5,5	10	93
2	A ₁	3	6	29	42	29	4	1	7,6	34	34	100	15	37	3	12	64
3	B	20	56	34	51	25	19	2	7,8	28	28	100	14	27	2,7	10	47
4	A ₀ A ₁	1	2	-	-	-	1	0	5,7	21	28	80		33	2,5	13,2	57
5	A ₁	2	7	36	42	22	1	0	5,6	16	21	70	10	27	2	13,5	47
6	A ₂	6	10	41	35	24	0,8	0	6	16	19	80	11	23	1,6	14,3	40
7	B	50	9	32	32	36	0,6	0	5,8	22	23	95	15	4	0,4	10	8

6.- Série des Chênaies- Charmaies acidiphiles (collinéennes et submontagnardes)

Elle affectionne les placages morainiques avec des sols brun lessivés, colmatés en profondeur (tabl. XII, 4 à 7). Les pelouses de fauche recouvrent les pentes douces ; les formations forestières colonisent les zones les moins fertiles.

Aux acidiphiles collinéennes se mêlent des espèces montagnardes car les sols souvent profonds et frais, la fréquence des orientations Nord-Ouest et Nord-Est donnent naissance à des microclimats thermiques plus froids. Au point de vue physiognomique, on constate d'une part, un enrésinement intense par l'Epicéa, et, d'autre part, la présence du Châtaignier.

D'un ensemble de 14 relevés, nous avons tiré la composition moyenne suivante :

ARBRES ET ARBUSTES

V <i>Castanea sativa</i>	III <i>Betula verrucosa</i>	II <i>Rhamnus frangula</i>
V <i>Picea excelsa</i>	III <i>Corylus avellana</i>	II <i>Juniperus communis</i>
V <i>Fagus sylvatica</i>	III <i>Populus tremula</i>	I <i>Pinus silvestris</i>
IV <i>Quercus sessiliflora</i>	II <i>Quercus pedunculata</i>	I <i>Fraxinus excelsior</i>
IV <i>Ilex aquifolium</i>	II <i>Sorbus aucuparia</i>	I <i>Rosa pendulina</i>
IV <i>Sorbus aria</i>	II <i>Carpinus betulus</i>	

SOUS ARBUSTES

V <i>Vaccinium myrtillus</i>	IV <i>Hedera helix</i>	III <i>Calluna vulgaris</i>
V <i>Lonicera periclymenum</i>	IV <i>Rubus</i> sp.	II <i>Vaccinium vitis-idaea</i>

STRATE HERBACEE

V <i>Luzula nivea</i>	II <i>Melampyrum silvaticum</i>	II <i>Solidago virga-aurea</i>
V <i>Prenanthes purpurea</i>	II <i>Melampyrum pratense</i>	I <i>Luzula pilosa</i>
IV <i>Pteridium aquilinum</i>	II <i>Lathyrus montanus</i>	I <i>Potentilla tormentilla</i>
IV <i>Hieracium murorum</i>	II <i>Veronica officinalis</i>	I <i>Carex pilosa</i>
III <i>Teucrium scorodonia</i>	II <i>Veronica latifolia</i>	I <i>Hieracium sabaudum</i>
III <i>Molinia coerulea</i>	II <i>Polystichum Filix-mas</i>	I <i>Festuca heterophylla</i>
III <i>Carex montana</i>	II <i>Maianthemum bifolium</i>	I <i>Euphorbia amygdaloides</i>
II <i>Galium silvaticum</i>	II <i>Viola silvestris</i>	

La strate herbacée rappelle celle des Hêtraies inférieures acidiphiles jurassiennes décrites par J. L. RICHARD.

Productions végétales.

- Les taillis de feuillus n'ont qu'une valeur minime mais beaucoup sont en voie d'enrésinement par l'Epicéa.
- Les productions agricoles proviennent essentiellement de pelouses de fauche (*Arrhenatheretum*) subacidiphiles avec *Rumex acetosa* et *Malva moschata*. Leur exploitation est rentable dans les zones à relief peu accentué où la mécanisation est possible.

B.- ÉTAGE MONTAGNARD

Il recouvre plus de 50 % du territoire étudié et des Hêtraies-Sapinières infiltrées par l'Epicéa en constituent l'essentiel. L'influence humaine est forte : sous le régime sarde, les coupes à blanc étaient de règle, ce qui favorisait les feuillus. Après le rattachement de la Savoie à la France, les services forestiers ont accéléré l'enrésinement des forêts communales, cependant que les bois particuliers ont longtemps fourni du bois de chauffage (Hêtre). Aujourd'hui il faut produire à tout prix du résineux, de l'Epicéa spécialement, et ces changements d'essences forestières entraînent une altération de la végétation herbacée climacique. Aussi, il est nécessaire de juxtaposer des critères floristiques, édaphiques et microclimatiques (liés à la topographie) pour définir correctement chaque série (tabl. XIII).

TABLEAU XIII - Caractéristiques écologiques comparées de séries montagnardes.

	Hêtraies		Hêtraies-Sapinières		Mégaphorbiaies
	Neutrophiles	Acidiphiles	Neutrophiles	Acidiphiles	
Topographie	Pentes accentuées à orientation générale O ou E		Ubacs		Combes et flancs de ravin à orientation N
Lithologie	Sols riches en squelette, bien drainés. Assez bonne capacité en eau		Sols profonds Bonne alimentation en eau		Sols colluviaux profonds Très humides
Climat	Précipitations estivales toujours abondantes ; pas de mois chauds				
	Ensoleillement moyen		Faible ensoleillement Etés très frais		Très froid - très ombré Enneigement long T° du sol basse
Zone optimum dans l'étage	Large répartition		Montagnard moyen et supérieur		Montagnard supérieur
Roches - mères	Calciques Éboulis fixés ou marnes calcaires	Moraines, grès Micaschistes	Calciques	Moraines, grès Micaschistes	Nombreux types mais optimum local sur roches tendres
Types de sols fréquents	Rendzines brunifiées à mull	Sols bruns acides à mull-moder	Sols humiques carbonatés à moor	Sols bruns acides et sols podzoliques à moor-moder	Stanogley à mull acide
Espèces typiques	<i>Asperula odorata</i> , <i>Dentaria pinnata</i> , <i>Lathyrus vernus</i>	<i>Luzula nivea</i> <i>Luzula pilosa</i>	<i>Elymus europaeus</i> , <i>Milium effusum</i>	<i>Melampyrum silvaticum</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i>	<i>Adenostyles alliariae</i> , <i>Rumex arifolius</i> , <i>Ranunculus aconitifolius</i>
Extension relative sur le territoire étudié	Moyenne	Faible	Forte	Forte	Faible

7.- Série du Hêtre

Elle trouve son optimum sur des pentes bien drainées, au sol caillouteux, sous des expositions autres que Nord. Dans des zones plus fraîches, la Hêtraie-Sapinière constitue la formation climacique la plus répandue. L'enrésinement par l'Epicéa conduit à des "pseudo-Pessières" montagnardes sous lesquelles la régénération du Hêtre est intense.

7a. Faciès neutrophile

Il s'établit sur des calcaires délités avec des sols superficiels. C'est ainsi que les éboulis fixés, riches en terre fine du massif de la Tournette portent de vastes Hêtraies pures qui montent jusqu'à la base du Subalpin sous l'aspect d'arbres tortueux, aux branches plaquées contre le sol. Des pentes accentuées, balayées fréquemment par de petites coulées de neige, favorisent aussi le Hêtre qui résiste assez bien aux chocs. Des talus de calcaire marneux portent, au-dessus de Chênaies sessiles à Charme du Collinéen, de beaux fragments de Hêtraies. L'analyse de quelques Hêtraies figure dans le tableau XIV, 1. Des mésophiles du mull, à grande amplitude altitudinale ont déjà été rencontrées sous les Charmaies (*Lamium galeobdolon*, *Mercurialis perennis*) ; elles se mêlent à des espèces plus montagnardes qui caractérisent bien ces Hêtraies : *Asperula odorata*, *Polygonatum verticillatum*, *Calamintha grandiflora*, *Sanicula europaea*.

TABLEAU XIV - Composition floristique comparée de Hêtraies-Sapinières.

1, mésophiles sur sols à mull ; 2, mésophiles sur sols à moor-moder ; 3, mésohygrophiles.

1 - ARBRES, ARBUSTES et SOUS-ARBUSTES							
a) Espèces à ample répartition.							
	1	2	3		1	2	3
<i>Picea excelsa</i>	V	V	V	<i>Sorbus aria</i>	II	II	II
<i>Fagus sylvatica</i>	V	IV	V	<i>Lonicera nigra</i>	II	II	II
<i>Abies pectinata</i>	V	IV	V	<i>Salix appendiculata</i>	I	II	II
<i>Sorbus aucuparia</i>	IV	V	IV	<i>Sambucus racemosa</i>	I	II	I
<i>Rubus sp.</i>	III	III	III	<i>Crataegus</i>	I	I	
<i>Rubus idaeus</i>	II	III	I				
b) Espèces liées aux Hêtraies - Sapinières mésophiles sur sols à mull.							
<i>Lonicera xylosteum</i>	IV	II	I	<i>Ribes alpinum</i>	II		
<i>Fraxinus excelsior</i>	III	III	I	<i>Taxus baccata</i>	II		
<i>Lonicera alpigena</i>	III	I		<i>Acer campestre</i>	II		
<i>Viburnum lantana</i>	III			<i>Daphne laureola</i>	I		
<i>Corylus avellana</i>	III	I	I	<i>Viburnum opulus</i>	I		
<i>Hedera helix</i>	II		I	<i>Tilia cordata</i>	I		
<i>Daphne mezereum</i>	II		I	<i>Acer opalus</i>	I		
c) Espèces liées aux Hêtraies - Sapinières mésophiles sur sols à moder.							
<i>Vaccinium myrtillus</i>		I	V	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>			II
<i>Betula verrucosa</i>			II	<i>Lonicera periclymenum</i>			I
<i>Populus tremula</i>			II	<i>Rhododendron ferrugineum</i>			I
<i>Castanea sativa</i>			II				
d) Espèces liées aux Hêtraies - Sapinières mésohygrophiles.							
<i>Acer pseudo-platanus</i>	IV	I	V	<i>Alnus viridis</i>		II	III
<i>Rosa pendulina</i>	III	I	V				
2 - STRATE HERBACEE							
a) Espèces à ample répartition.							
<i>Prenanthes purpurea</i>	V	V	V	<i>Epipactis latifolia</i>	II	II	I
<i>Polystichum Filix-mas</i>	IV	IV	III	<i>Epilobium montanum</i>	I	II	I
<i>Oxalis acetosella</i>	III	IV	III	<i>Polystichum spinulosum</i>	I	I	II
<i>Veronica latifolia</i>	III	III	II	<i>Knautia silvatica</i>	III	II	I
b) Espèces liées aux Hêtraies - Sapinières mésophiles sur sols à mull.							
<i>Asperula odorata</i>	V	IV		<i>Lilium martagon</i>	II	I	
<i>Polygonatum verticillatum</i>	V	III		<i>Dentaria digitata</i>	II	I	
<i>Mercurialis perennis</i>	IV	I		<i>Calamintha grandiflora</i>	II	I	
<i>Lathyrus vernus</i>	IV	I		<i>Valeriana tripteris</i>	II	I	
<i>Phyteuma spicatum</i>	IV	III	I	<i>Convallaria matialis</i>	II		
<i>Paris quadrifolia</i>	III	II		<i>Aspidium lobatum</i>	II	III	
<i>Carex silvatica</i>	III	II		<i>Dentaria pinnata</i>	I	I	
<i>Elymus europaeus</i>	III	I		<i>Milium effusum</i>	I	I	
<i>Rubus saxatilis</i>	III			<i>Melica nutans</i>	I	I	
<i>Sanicula europaea</i>	II	III	I	<i>Bromus asper</i>	I	I	
<i>Lamium galeobdolon</i>	II	III		<i>Valeriana montana</i>	I	I	
<i>Festuca silvatica</i>	II	I		<i>Neottia nidus-avis</i>	I	I	
<i>Melica uniflora</i>	II						
c) Espèces liées aux Hêtraies - Sapinières mésophiles sur sols à moder.							
<i>Luzula nivea</i>		I	III	<i>Galium rotundifolium</i>	I		II
<i>Luzula silvatica</i>	I	I	IV	<i>Dryopteris linnaeana</i>			I
<i>Melampyrum silvaticum</i>			IV	<i>Phyteuma michelii</i>			I
<i>Maianthemum bifolium</i>	II	I	IV	<i>Luzula pilosa</i>			I
<i>Veronica officinalis</i>			III	<i>Goodyera repens</i>			I
<i>Blechnum spicant</i>			III	<i>Listera cordata</i>			I
<i>Deschampsia flexuosa</i>			II	<i>Sphagnum sp.</i>			I
<i>Homogyne alpina</i>			II	<i>Deschampsia coespitosa</i>		I	I
d) Espèces liées aux Hêtraies - Sapinières hygrophiles.							
<i>Adenostyles alliariae</i>	I	V		<i>Thalictrum aquilegifolium</i>		II	
<i>Saxifraga rotundifolia</i>	I	IV		<i>Alchemilla vulgaris</i>		II	
<i>Geranium silvaticum</i>	I	III		<i>Lysimachia nemorum</i>		II	
<i>Spirea aruncus</i>	I	III		<i>Campanula rhomboidalis</i>		II	
<i>Rumex arifolius</i>		III		<i>Ajuga reptans</i>		II	
<i>Valeriana officinalis</i>	II	III		<i>Actaea spicata</i>		I	
<i>Geranium robertianum</i>	I	III		<i>Aconitum lycoctonum</i>		I	
<i>Heracleum montanum</i>	I	III		<i>Epilobium trigonum</i>		I	
<i>Aspidium lobatum</i>	II	III		<i>Cicerbita alpina</i>		I	
<i>Ranunculus breyninus</i>	I	II		<i>Melandryum silvestre</i>		I	
<i>Ranunculus aconitifolius</i>	I	III		<i>Geum rivale</i>		I	

7b. Hêtraies sur sols acides

Les roches silicatées portent des Hêtraies-Pessières qui relaient, en altitude, les Chênaies acides collinéennes. *Castanea sativa* subsiste encore à la base de la série ; *Populus tremula* colonise très rapidement les clairières.

Une analyse floristique (tabl. XIV, 2) montre l'importance des acidiphiles typiques (*Luzula nivea*, *L. pilosa*, *Melampyrum silvaticum*). De nombreuses prairies de fauche grignotaient autrefois les Hêtraies ; l'abandon de l'agriculture de montagne s'est accompagné d'une mise en valeur sylvicole grâce à de nombreuses plantations de résineux.

7c. Faciès riche en Epicéa

Il se substitue aux Hêtraies dans les zones gérées par l'Office des Forêts, et sa grande extension, à la base de l'étage, donne l'illusion d'une "Pessière montagnarde". Sur supports carbonatés, la forêt abrite encore de nombreuses espèces de Hêtraies neutrophiles. Sur roches décalcifiées l'Epicéa accélère l'acidification et apparaissent alors : *Vaccinium myrtillus*, *Veronica officinalis* et *Maianthemum bifolium*, qui caractérisent des moder (tabl. XV).

TABLEAU XV - Caractéristiques pédologiques de Hêtraies à Epicéa. - 1 à 4 : Col de Leschaux, sur moraine enrichie en calcaire (950 m) ; sol brun peu acide à mull-moder. - 5 à 8 : base Nord-Est du massif de Cons ; sur flysch (1100 m) ; sol brun acide à moder. - 9 à 12 : route de St-Jorioz - Col de Leschaux ; sur molasse décalcifiée superficiellement (920 m) ; sol brun acide à moder.

Références	Horizons	Profondeur en cm	Cailloux, Gravier	Granulométrie terre fine			Calci-métrie		pH	Complexe absorbant			Fer mg par kg	Matières organiques			
				Sables	Limons	Argile	CO ₃ Ca total	CO ₃ Ca actif		S en meq %	T en meq %	S/T		C o/oo	N o/oo	C/N	Matière organique o/oo
1	A ₀ A ₁	1	3	-	-	-	0,8	0	5,7	18	30	60	-	33	2,6	13	57
2	A ₁	3	3	46	30	24	0,6	0	6,1	17	23	70	12	23	2,2	12	44
3	A ₁ B	8	13	42	35	23	0,8	0	6,6	15	16	95	14	16	1,2	13	28
4	B	50	4	50	29	21	0,6	0	6,7	14	16	85	14	8	0,6	14	14
5	A ₀ A ₁	1	26	-	-	-	0,9	0	4,9	20	62	33	-	150	6,3	23	260
6	A ₁	5	23	18	56	26	0,8	0	5,2	8	20	41	13	26	2	13	45
7	A B	10	30	16	58	26	0,8	0	4,7	2	19	14	13	22	1,5	15	38
8	B	40	20	15	59	26	0,6	0	4,9	1	15	7	16	10	0,9	11	17
9	A ₀ A ₁	1	0	-	-	-	1	0	4,9	9	23	39	-	38	2,2	17	66
10	A ₁	3	1	37	29	24	1	0	4,8	11	20	52	12	19	1,4	13	33
11	B	10	0	39	37	24	0,6	0	5,8	10	18	58	11	10	0,8	11	17
12	B C	40	0	78	15	7	0,6	0	5,8	13	14	92	10	4	0,3	12	6

7d. Prairies mésophiles des séries 7 et 8

Incluses dans le domaine forestier, elles continuent à être utilisées comme pâturage d'été lorsque leur accès est facilité par une desserte routière. Sur les massifs de la Tournette et des Aravis, ces prairies contiennent : *Trisetum flavescens*, *Gentiana lutea*, *Centaurea montana*, *Phyteuma spicatum*, *Alchimilla vulgaris*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Campanula rhomboidalis* et *Veratrum album*. Un drainage défectueux fait apparaître : *Trollius europaeus*, *Geranium silvaticum* et *Astrantia major*. Des prairies sur micaschistes sont très riches en *Agrostis vulgaris*. Sur des replats intensément pâturés apparaît un faciès acidiphile assez proche des Nardaias subalpines. La survivance de ces pâturages s'explique par la valeur élevée des produits fromagers (Reblochon).

8.- Série du Sapin

Des Sapinières constituent le climax des ubacs sur sols frais, profonds, assez riches. Leur optimum altitudinal se situe vers 1300 m, mais elles descendent parfois à moins de 700 m. Elles s'étendent largement sur le rebord septentrional des Bauges et sur tous les ubacs du massif de la Tournette. Des Hêtraies-Pessières les relaient sur des pentes plus sèches.

Les facteurs lithologiques et l'alimentation en eau permettent de différencier plusieurs faciès (tabl. XVI).

TABLEAU XVI - Caractéristiques pédologiques de Sapinières. - 1 et 2 : vallée du Fier ; sur marnes valanginiennes (600 m) ; rendzine brunifiée. - 3 et 4 : Massif du Semnoz ; sur calcaire urgonien (1400 m) ; sol humique carbonaté. - 5 à 8 : base Nord-Est du massif de Cons ; sur flysch (1150 m) ; sol brun, profond, acide.

Références	Horizons	Profondeur en cm	Granulométrie terre fine			Calci-métrie		pH	Complexe absorbant			Fer mg par kg	Matières organiques				
			Cailloux, Graviers	Sables	Limons	Argile	CO ₃ Ca total		CO ₃ Ca actif	S	T		S/T	C o/oo	N o/oo	C/N	Matière organique o/oo
										en meq %	en meq %						
1	A ₁	5	47	21	70	9	0,8	0	6,4	34	38	90	10	46	3,8	12	79
2	A - C	30	56	19	55	26	0,8	0	6,1	21	23	94	12	15	1,3	12	26
3	A ₀ A ₁	1	0	-	-	-	1,2	0	4,2	69	188	36	-	459	17	27	790
4	A ₁	10	5	-	-	-	2	0	4,8	118	196	60	-	420	18	23	720
5	A ₀ A ₁	6	3	8	52	40	0,8	0	5,7	22	32	68	18	58	3,8	15	100
6	A ₁	2	8	9	52	39	0,8	0	5	12	26	46	21	25	2,3	11	43
7	B	10	1	9	54	37	0,6	0	5,4	17	24	70	25	10	1,1	9	18
8	B - C	80	23	23	54	23	6,5	2,3	7,7	22	22	100	21	5	0,5	10	10

8a. Sapinières et Hêtraies - Sapinières sur sols calciques (tabl. XVI, 1-2).

Leur flore compagne offre quelques analogies avec celle des Hêtraies de la série 7 - 1, mais les mésohygrophiles dominent (*Polygonatum verticillatum*, *Elymus europaeus*, *Melica uniflora*). Les "hautes herbes" (*Athyrium Filix - femina*, *Polystichum spinulosum*, *Polystichum Filix - mas*) annoncent le faciès à mégaphorbiate des combes. Sur des replats un peu acidifiés apparaissent quelques flots de moor avec *Vaccinium myrtillus* et *Pirola secunda*.

Une évolution originale se produit sur des calcaires massifs subhorizontaux (Massif du Semnoz) que recouvrent des Sapinières-Pessières sur sols humiques carbonatés ; leurs moder supportent de vastes tapis de Myrtilles (tabl. XVI, 3-4).

8b. Hêtraies - Sapinières sur sols décalcifiés (tabl. XVI, 5 à 8).

Les Luzules, le Mélampyre des bois, la Myrtille abondent comme dans la série 7 - 2 avec des acidiphiles mésohygrophiles (*Alnus viridis*, *Blechnum spicant* et *Homogyne alpina*). Le Prénanthe forme parfois des peuplements très denses et le Bouleau est toujours présent. Les grès siliceux portent, dès 1400 m, des faciès de transition avec le Subalpin, faciès riches en Ericacées (*Vaccinium myrtillus*, *Rhododendron ferrugineum*) et en Ptéridophytes (*Lycopodium annotinum*, *Blechnum spicant* et *Polystichum montanum*). Sur des placettes horizontales mal drainées se rencontrent des colonies de *Sphagnum* ceinturées de peuplements de *Listera cordata*.

Remarque : Le Gui du Sapin s'installe, à la base de la série, entre 700 et 1000 m d'altitude. Les Sapinières neutrophiles de l'ubac de la cluse d'Annecy sont les plus atteintes.

9.- Formations spécialisées des affleurements rocailloux

Leurs sols superficiels portent des formations xérophiles qui, sous un climat très humide, se maintiennent en raison du correctif édaphique puissant.

9a. Hêtraies mésoxérophiles

Sur des rocailloux où la terre fine remplit partiellement les interstices de la roche, se développe une fruticée xérophile (*Amelanchier rotundifolia*, *Lonicera alpigena*, *Viburnum lantana*, *Sorbus aria*, *Juniperus communis*, *Acer opalus*). Quelques Hêtres rabougris s'implantent quand le sol devient plus profond et le Chêne pubescent, hybridé avec le Chêne sessile, s'agrippe sur les rochers, jusqu'à 1300 m d'altitude. La strate herbacée montre des caractéristiques du xéromoder calcique (*Convallaria maialis*, *Rubus saxatilis*, *Sesleria coerulea*, *Hypericum montanum*, *Globularia nudicaulis*, *Carduus defloratus*, *Polygonatum odoratum*, *Euphorbia cyparissias* et *Silene nutans*).

Sur des pentes marneuses de l'adret de la cluse d'Annecy, entre 700 et 900 m, s'implantent des formations riches en Tilleul, intermédiaires entre les Hêtraies xérophiles et les Hêtraies-Charmaies. Le tableau XVII correspond à un faciès un peu mésophile de ces taillis qui, dans la représentation cartographique, ont été répartis entre les Charmaies, le Montagnard mésophile et le Montagnard xérophile. Ces formations sont particulièrement riches en *Cyclamen europaeum*, *Convallaria maialis* et *Melittis melissophyllum*.

TABLEAU XVII - Composition floristique de Hêtraies à Tilleul.

STRATE LIGNEUSE

V	Fagus silvatica Quercus sessiliflora Carpinus betulus Lonicera xylosteum Cornus sanguinea Acer opalus	IV	Hedera helix Corylus avellana Tilia cordata Viburnum opulus Coronilla emerus	III	Daphne laureola Crataegus sp. Sorbus aria Ilex aquifolium Taxus baccata
---	--	----	--	-----	---

STRATE HERBACEE

V	Cyclamen europaeum Convallaria maialis	IV	Fragaria vesca Prenanthes purpurea	II	Euphorbia amygdaloides Galium silvaticum
IV	Asperula spicatum Melittis melissophyllum Lathyrus vernus	III	Brachypodium silvaticum Tamus communis Carex glauca	II	Mercurialis perennis Rubus saxatilis Knautia silvatica

9b. Faciès à Pin sylvestre

De petits flots plus ou moins spontanés de *Pinus silvestris* colonisent des pentes ravinées où la sèche-resse élimine toute concurrence forestière. *Polygala chamaebuxus*, *Calamagrostis varia* y ont une fréquence élevée.

9c. Pelouses et prairies xérophiles

Elles recouvrent des talus caillouteux à exposition Sud. On y rencontre : *Gentiana lutea*, *Digitalis grandiflora*, *Calamintha alpina*, *Campanula glomerata*, *Anthyllis vulneraria*, *Vincetoxicum officinale*, *Trifolium montanum*. Sur des sols à granulométrie plus fine s'établissent : *Bromus erectus*, *Brachypodium pinnatum*, *Briza media* et *Rhinanthus alectorolophus*.

9d. Faciès rupicoles

- Sur les rocailles s'agrippent : *Arctostaphylos uva-ursi*, *Globularia cordifolia*, *Rhamnus alpina*, *Laserpitium siler*, *Anthyllis montana*, *Orobanche laserpitii-sileris* et *Melica ciliata*.

- Aux falaises s'accrochent : *Potentilla caulescens* et *Kernera saxatilis*.

- Des éboulis sont colonisés par *Rumex scutatus*, *Linaria alpina*, *Valeriana alpina*, *Poa cenisia* et *Dryopteris robertiana*.

Ces diverses associations, qui recouvrent de faibles surfaces, ont été groupées en un même ensemble sur la carte de la végétation.

10.- Formations spécialisées des zones humides**10a. Faciès à Erable**

Les combes en ubac offrent un microclimat froid, ombré, et des sols humides qui facilitent l'implantation d'une mégaphorbiaie luxuriante sous laquelle la régénération des résineux devient difficile.

Par contre, *Acer pseudo-platanus* s'installe facilement. L'Aune vert forme d'importantes traînées lorsque le sol ne contient pas de calcaire actif. Les hautes herbes appartiennent au cortège classique des hygrophiles montagnardes et subalpines mais avec une répartition inégale des espèces, suivant les secteurs ; *Cicerbita alpina* par exemple est très abondante sur la montagne de Sulens, plus rare ailleurs. Sur des zones moins humides s'installent des Sapinières riches en Fougère (tabl. XIV, 3).

10b. Cuvettes marécageuses

Elle proviennent, d'une part, de la topographie glaciaire et, d'autre part, de l'accumulation de sols colluviaux limoneux peu perméables. Leurs surfaces sont réduites et beaucoup d'entre elles sont en voie d'assèchement. Parmi les espèces les plus fréquemment rencontrées dans ces stations, citons : *Eriophorum angustifolium*, *Juncus effusus*, *J. lumprocarpus*, *J. conglomeratus*, *Scirpus silvaticus*, *Parnassia palustris*, *Pinguicula vulgaris*, *Carex paniculata*, *C. flava*, *Primula farinosa*, *Valeriana dioica*.

C.- ÉTAGE SUBALPIN

Dans le Subalpin, les formations rupicoles, les éboulis et les pelouses xérophiles prennent un grand développement. Dans les zones du flysch et des klippes (Sulens), les reliefs doux ont permis l'installation de vastes pâturages. Les seules formations forestières sont des Pessières établies sur des sols plus ou moins profonds, tandis que sur les escarpements rocheux s'accrochent, çà et là, quelques lambeaux de Pinède à *Pinus uncinata*.

11. - Série de l'Epicéa

Elle recouvre les territoires du Subalpin où ne surgissent pas de calcaires compacts. Les bois ont une extension plus faible que les landes et les pelouses.

11a. Pessières sur lithosols humiques carbonatés

Elles s'établissent sur des calcaires fissurés, des éboulis fixés dont la terre fine remplit les fissures ce qui permet une assez bonne alimentation en eau. Sur les pentes peu accentuées, l'accumulation des aiguilles conduit à la naissance d'un moor-moder épais, peu calcique en profondeur, mais acidifié en surface avec un revêtement de Myrtilles (analyse détaillée dans la notice de la feuille "Annecy" 1/100 000).

11b. Pessières sur sols bruns acides

Elles recouvrent des roches-mères pauvres en carbonates ou facilement décalcifiables avec des sols très désaturés (tabl. XVIII), mais qui en raison de leur profondeur, de leur bonne aération, conviennent à l'Epicéa. Le tapis de *Vaccinium myrtillus* est accompagné d'un cortège d'acidiphiles du moder : *Melampyrum silvaticum*, *Homogyne alpina*, *Luzula silvatica*, *Deschampsia flexuosa*, *Polystichum spinulosum*. Le *Pré-nanthe* est toujours fréquent. Dans les zones un peu clairiérées s'implantent : *Blechnum spicant* et *Gentiana purpurea*. Sur les berges de ravins, *Alnus viridis* forme de vastes traînées.

Vers 1700 m, ces Pessières s'entrouvrent et les landes subalpines les pénètrent avec *Rhododendron*, *Aune vert*, *Genévrier nain*, suivant les expositions.

TABLEAU XVIII - Caractéristiques pédologiques de formations de la série de l'Epicéa. - 1 à 4 : La Croix Fry, sur grès de Taveyannaz (1550 m) ; Pessièrre sur sol brun très acide avec tendance à la podzolisation. - 5 à 7 : Le "Bois du Plan", sur grès de Taveyannaz (1500 m) ; Pessièrre sur sol brun très acide. - 8 et 9 : Le "Crêt du Loup", sur grès de Taveyannaz (1750 m) , Rhodoraie. - 10 : Le "Crêt du Loup", sur grès de Taveyannaz (1750 m), Aunaie verte. - 11 : Col des Aravis, sur marnes gréseuses valanginiennes (1560 m), Aunaie verte.

Références	Horizons	Profondeur en cm	Cailloux, Graviers %	Granulométrie terre fine			Calci-métrie		pH	Complexe absorbant			Fer mg par kg	Matières organiques			
				Sables %	Limons %	Argile %	CO ₃ Ca total %	CO ₃ Ca actif %		S en meq %	T en meq %	S/T		C o/oo	N o/oo	C/N	Matière organique o/oo
1	A ₀ A ₁		0	-	-	-	0,9	0	4,1	37	101	37	-	452	15	30	780
2	A ₁		3	19	41	40	0,7	0	3,9	27	141	19	6	298	15	19	514
3	A ₂		23	58	37	5	1,1	0	5	1	22	4	20	69	4,2	16	118
4	B		31	70	20	10	1,7	0	5,5	0,1	50	2	19	72	4,5	16	125
5	A ₀ A ₁		5,1	-	-	-	0,4	0	4,2	25	88	29	-	440	16	28	760
6	A ₁		38	41	44	15	0,8	0	5,1	4,3	56	8	21	92	5,5	16	151
7	B		33	75	18	7	1,4	0	5,1	3	38	8	18	76	4,7	16	130
8	A ₁	5	-	48	35	17	0	0	5,6	5,3	61	8	-	150	8	19	260
9	A - C	10	-	75	17	8	0	0	6,1	3,5	27	13	-	40	2,5	18	70
10	A ₀ A ₁	3	5	40	32	28	0	0	5,1	9,3	44	21	-	166	17	10	286
11	A ₁	5	6	31	44	25	0	0	5,1	8,4	10	84	-	27	3	9	48

11c. Landes (tabl. XIX).

Aux landes climaciques s'adjoignent des landes secondaires provenant d'une lente évolution de pâturages abandonnés.

Leur physionomie et leur composition floristique dépendent de l'orientation et de l'alimentation en eau. Sur les faces Sud domine *Juniperus communis*, les combes Nord portent des brousses d'Aune vert et les expositions intermédiaires sont le domaine des Rhodoraies. Fréquemment, sur un même versant, naissent des mosaïques d'associations en liaison avec un support lithologique hétérogène. C'est ainsi que, sur le flanc Est du Merdassier (chaîne des Aravis), le flysch est recouvert d'éboulis calcaires, ce qui permet à des plantes de Rhodoraies de voisiner avec les constituants d'une pelouse à *Sesleria coerulea* et *Carex sempervirens*.

TABLEAU XIX - Composition floristique de landes à Ericacées. - 1, Rhodoraies ; 2, Phase de colonisation de Nardaies.

STRATE ARBUSTIVE								
	1	2		1	2		1	2
Rhododendron ferrugineum	V	I	Juniperus communis	II	I	Alnus viridis	II	
Vaccinium myrtillus	V	III	Sorbus chamaemespilus	IV		Salix appendiculata	II	
Picea excelsa	IV	I	Sorbus aria	II		Loiseleuria procumbens	I	
Vaccinium vitis-idaea	III	I						
STRATE HERBACEE								
Homogyne alpina	V	IV	Luzula nivea	I	I	Hieracium aurantiacum	I	
Gentiana purpurea	V	III	Antennaria dioica	I	I	Prenanthes purpurea	I	
Potentilla tormentilla	IV	IV	Ajuga pyramidalis	I	II	Nardus stricta	I	IV
Luzula silvatica	IV	III	Thesium alpinum	I	I	Plantago alpina	II	V
Deschampsia flexuosa	IV	II	Silene rupestris	I	I	Anthoxanthum odoratum	II	IV
Arnica montana	III	IV	Pedicularis tuberosa		I	Chaerophyllum hirsutum	II	III
Campanula barbata	III	II	Alchimilla alpina		I	Alchimilla vulgaris	I	IV
Leucorchis albida	III	II	Meum athamanticum		I	Luzula campestris	I	IV
Leontodon hispidus	III	II	Lycopodium selago		IV	Phleum alpinum	I	III
Gentiana kochiana	II	III	Melampyrum silvaticum		III	Crepis aurea	I	III
Potentilla aurea	II	II	Polystichum spinulosum		III	Plantago montana	I	II
Geum montanum	II	III	Matantherum bifolium		III	Veratrum album		II
Bartsia alpina	II	II	Lycopodium annotinum		II	Pedicularis verticillata		III
Astrantia minor	II	I	Listera cordata		II	Poa alpina		II
Orchis sambucina	I	I	Lycopodium clavatum		I	Nigritella nigra		II
Ranunculus montanus	I	I	Blechnum spicant		I	Coeloglossum viride		II

11d. Pelouses et prairies mésophiles

Leur origine anthropique est vraisemblable, mais en raison de leur évolution très lente, elles constituent un paraclimax.

- Subacidiphiles peu pâturées. Les plus fraîches sont caractérisées par *Carex ferruginea*, *Geranum silvaticum*, *Anemone narcissiflora* et *Chaerophyllum hirsutum*. Des faciès plus mésophiles voient apparaître *Avena pratensis*, *Leontodon hispidus*, *Lotus corniculatus* et *Carex sempervirens*.

- Subacidiphiles très pâturées (Nardaies). Les replats bien drainés, les pentes faibles favorisent le passage du bétail et l'installation de Nardaies. Leur étude a été faite dans la notice de la carte "Annecy" 1/100 000. Des peuplements d'*Arnica montana* deviennent parfois denses (flanc Ouest de la chaîne des Aravis) et la colonisation par *Veratrum album* est intense dans le massif de Sulens. L'évolution vers des landes à Ericacées est rapide sur des pentes à sols plus superficiels (tabl. XIX).

11e. Pelouses xérophiles

Elles recouvrent des pentes accentuées sur des supports carbonatés. Leur topographie en gradins est caractéristique. Peu pâturées, elles constituent des associations apparemment stables dont le tableau XX donne un aperçu de la composition floristique.

TABLEAU XX - Pelouses sur rocailles calcaires.

V <i>Sesleria coerulea</i>	III <i>Carduus defloratus</i>	II <i>Valeriana montana</i>
V <i>Anthyllis vulneraria</i>	III <i>Saxifraga aizoon</i>	II <i>Calamintha alpina</i>
V <i>Carex sempervirens</i>	III <i>Alchimilla hoppeana</i>	II <i>Polygala alpina</i>
V <i>Helianthemum ovatum</i>	III <i>Silene nutans</i>	II <i>Silene inflata</i>
V <i>Briza media</i>	III <i>Galium pumilum</i>	II <i>Phyteuma orbiculare</i>
V <i>Lotus corniculatus</i>	II <i>Hypericum montanum</i>	II <i>Pedicularis tuberosa</i>
V <i>Thymus serpyllum</i>	II <i>Brunella grandiflora</i>	II <i>Cirsium acaule</i>
III <i>Festuca ovina</i>	II <i>Dryas octopetala</i>	II <i>Campanula thyrsoidea</i>
III <i>Hieracium villosum</i>	II <i>Aster alpinus</i>	II <i>Gymnadenia conopsea</i>
III <i>Biscutella loevigata</i>	II <i>Gentiana clusii</i>	II <i>Hieracium murorum</i>
III <i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	II <i>Scabiosa columbaria</i>	II <i>Ranunculus thora</i>
III <i>Globularia nudicaulis</i>	II <i>Calamagrostis varia</i>	

Dans les zones subacidiphiles : II *Bartsia alpina*, *Pulsatilla alpina*, *Homogyne alpina*

Sur rocailles escarpées : *Anthericum liliago*, *Athamanta cretensis*, *Leontopodium alpinum*, *Primula auricula*, *Erinus alpinus*.

12.- Série du Pin à crochets

L'extension des Pinèdes à *Pinus uncinata* est faible à l'intérieur du périmètre étudié, mais plus au Nord (feuille Annecy-Bonneville) la série s'individualise nettement dans les massifs du Parmelan et de Sous - Dine. Elle atteint son optimum dans le Subalpin supérieur, sur de larges croupes urgoniennes dénudées et très lapiazées. Le long des falaises, le Pin à crochets arrive à s'installer sur des vires ou dans des fentes, mais il n'est alors qu'un élément d'une végétation rupicole très dispersée.

Dans le territoire de la carte Annecy-Ugine, la Pinède climacique se réduit à de petits flots sur des crêtes urgoniennes. Les parois abruptes apparaissent comme des biotopes potentiels pour *Pinus uncinata*, aussi nous avons discerné :

- Une série "sensu stricto" du Pin à crochets correspondant aux territoires sur lesquels peuvent s'établir des flots de Pinède climacique.
- Un ensemble de formations spécialisées des zones rocailleuses (falaises, éboulis) où le Pin devient rare ou même absent.

13. - Formations spécialisées des zones rocailleuses

13a. Végétation rupicole des falaises calcaires

(Pourrait être incluse dans une série "sensu largo" du Pin à crochets). Parmi les caractéristiques de ces stations, retenons : *Rhamnus pumila*, *Primula auricula*, *Potentilla caulescens*, *Kernera saxatilis*, *Athamanta cretensis* et *Androsace helvetica*. Sur de petites vires ou le long des fissures, *Leontopodium alpinum* se trouve assez fréquemment, dans le massif de la Tournette, au sein de pelouses ouvertes à *Sesleria coerulea*.

13b. Végétation des éboulis calcaires

Les éboulis dessinent de larges festons à la base des falaises de la Tournette et des Aravis. Les espèces pionnières en sont : *Thlaspi rotundifolia*, *Poa cenisia*, *Linaria alpina*, *Rumex scutatus*, *Campanula cochlearifolia*, *Valeriana montana*, *Adenostyles glabra*.

13c. Végétation des couloirs d'avalanche

Nom local : "lanches". On appelle "lanches" des combes évasées, à pentes très accentuées, creusées dans des marnes, à la base des falaises urgoniennes. Elles sont balayées, irrégulièrement, par des chutes de pierres ou par de petites coulées de neige. Leurs sols sont souvent secs, mais parfois des suintements d'eau à la base des falaises permettent l'établissement d'espèces mésohygrophiles. Les lanches sèches abritent : *Calama - grostis varia*, *Petasites niveus*, *Adenostyles glabra*, *Hieracium staticaefolium* et *Campanula cochlearifolia*. L'humidité en profondeur est trahie par *Molinia coerulea*. Certaines lanches, aux ubacs de la Tournette, sur des sols plus frais, contiennent *Oxyria digyna*, *Saxifraga oppositifolia* et sont bordées par des traînées d'*Alnus viridis*.

13d. Végétation des éboulis schisteux ou marneux, et de leurs crêtes

Les eaux de ruissellement creusent des gorges étroites aux pentes ébouleuses. Les sols humides en profondeur permettent l'installation de traînées d'Aune vert ; le Pin à crochets s'y installe rarement et le Pin cembro a été découvert sur certaines crêtes schisteuses de la face Nord de la Tournette, par Ph. GUINIER, en compagnie de *Pinus uncinata* et de *Rhododendron ferrugineum*.

14.- Formations spécialisées des zones humides

Les Aunaies vertes sont incluses dans le domaine des Pessières acidiphiles ; leurs traînées matérialisent les zones humides, froides et longtemps enneigées. Sur les marnes (massif de la Tournette) leur extension est limitée mais elles se montrent très envahissantes sur les grès de Taveyannaz, les schistes et les micaschistes, où elles colonisent les pâturages d'ubac et s'insinuent, le long des gorges, jusqu'au Montagnard inférieur. Sous des expositions Ouest s'établissent des Aunaies-Rhodoraies. Les coulées de neige fréquentes et la mégaphorbiaie étouffante éliminent l'Epicéa.

D.- ÉTAGE ALPIN

Il est limité aux parties sommitales des Aravis et de la Tournette. La distinction écologique des groupements cartographiés fait appel aux facteurs édaphiques et à la durée d'enneigement.

15.- Pelouses des pentes calcaires peu enneigées

Des pelouses ouvertes à *Sesleria coerulea*, *Avena pratensis*, *Oxytropis campestris* colonisent les sols les plus secs. Un relief moins accentué permettant une meilleure alimentation en eau du sol favorise l'installation de peuplements plus mésophiles à *Festuca violacea*.

16.- Pelouses des pentes douces sur flysch ou sur marnes plus longuement enneigées

Les sols s'acidifient facilement et parmi les espèces les plus caractéristiques citons: *Avena versicolor*, *Pedicularis verticillata*.

17.- Formations rupicoles

Elles ont été bien étudiées dans le massif de la Tournette par BEAUVERD et elles constituent les stations privilégiées de *Primula auricula*, *Androsace helvetica*, *A. pubescens*, *Athamanta cretensis*, *Draba alzoides*.

18.- Eboulis calcaires assez grossiers

Avec *Poa cenisia*, *Thlaspi rotundifolium*, *Trisetum distichophyllum*. Ils peuvent rester ensevelis assez longtemps sous la neige qui glisse des pentes et à leurs pieds s'étendent des combes à neige.

19.- Combes à neige

Avec *Salix retusa*, *S. reticulata*, *Gentiana bavarica*.

III.- LES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES

A.- PRODUCTIONS VÉGÉTALES

1.- Les forêts

Les productions forestières ne peuvent être appréciées, avec quelques précisions, que pour les parcelles communales gérées par l'Office des Forêts, et le tableau XXI précise, pour quelques zones écologiques, les surfaces inventoriées et la répartition des essences. Nous constatons la nette dominance du Sapin aux ubacs et celle de l'Epicéa sous des expositions plus chaudes. La régénération du Sapin se trouve facilitée, sous le couvert forestier, et, dans beaucoup de parcelles, l'importance relative du Sapin tend à augmenter (tabl. XXII) et celle des feuillus à diminuer.

TABLEAU XXI - Forêts communales : surfaces inventoriées et résultats de comptage.

	Surfaces inventoriées (en ha)	Comptages			
		Sapin	Epicéa	Mélèze	Pin
Forêts situées nettement en ubac	2 100	225 000	150 000	1 800	3 000
Forêts à orientation générale Nord ou Nord-Ouest	1 100	105 000	160 000	350	
Forêts à orientation Sud, Sud-Ouest, Sud-Est, Est	3 400	72 000	490 000	300	700
TOTAL	6 600	402 000	800 000	2 450	3 700

Les Pins correspondent à quelques zones rocailleuses et les Mélèzes proviennent de divers essais de reboisement.

La productivité est de l'ordre de 5 m³/ha/an, sauf pour certaines zones privilégiées dont un exemple classique est une partie de la forêt communale de Thônes où la production dépasse 9 m³/ha/an, dans une Sapinière-Pessière, à 1 300 m d'altitude, sur des pentes de grès siliceux facilement altérables orientés au Nord-Ouest, dans une région où les précipitations annuelles dépassent 1800 mm. La productivité apparaît plus élevée sur les flyschs et les dépôts morainiques qui donnent des sols plus profonds et frais que sur les supports calcaires. Pour l'ensemble de la forêt domaniale du Semnoz, établie sur calcaire urgonien, elle resterait inférieure à 3 m³/ha/an.

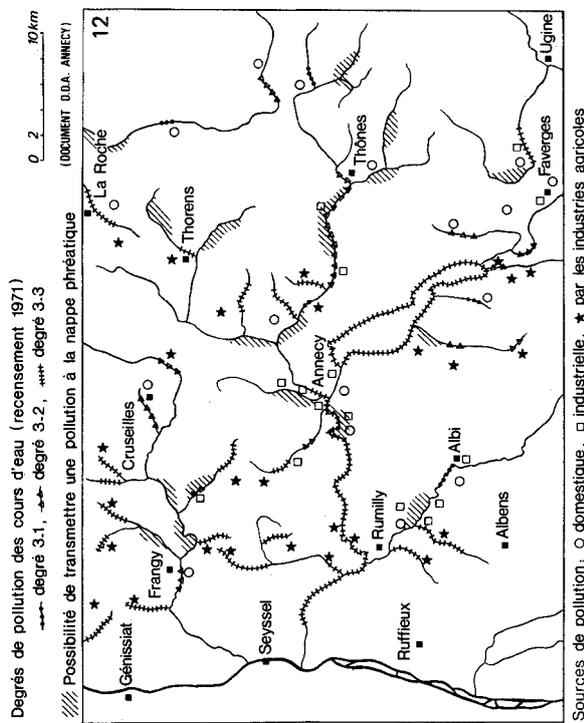
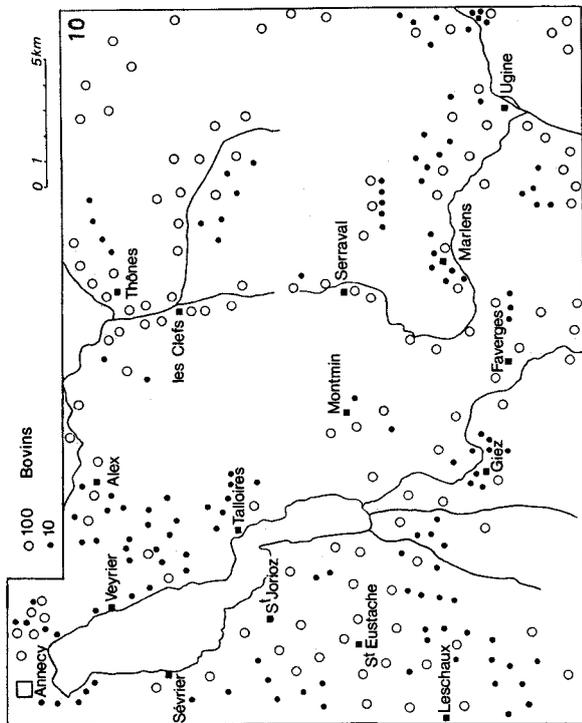
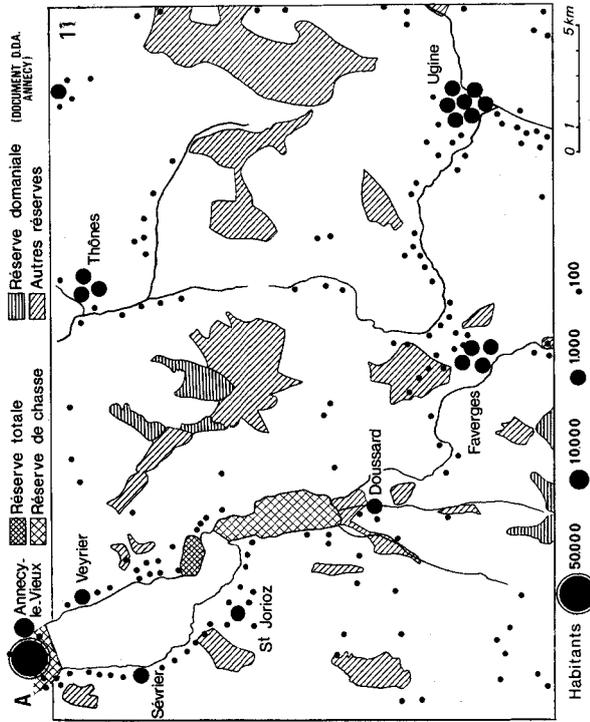
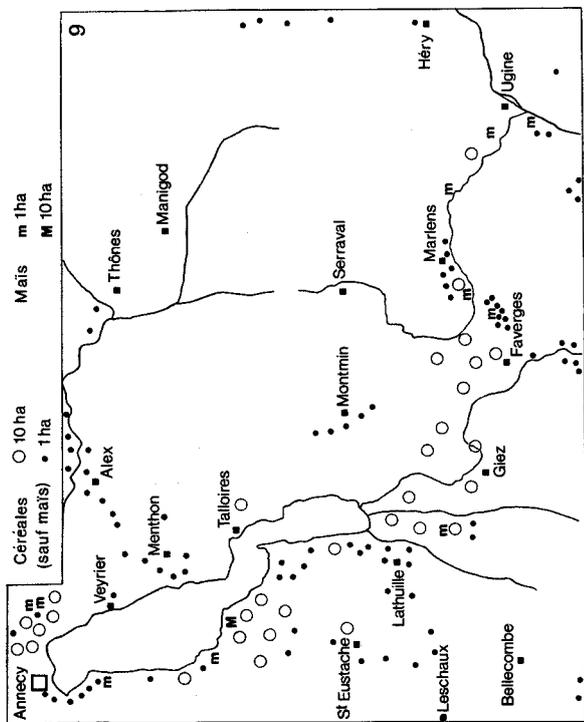


Fig. 9 - Productions céréalières (Inventaire Général de l'Agriculture 1971). - Fig. 10 - Répartition des bovins (Inventaire Général de l'Agriculture 1971). - Fig. 11 - Répartition des populations et zones de mise en réserve (D.D.A. Annecy). - Fig. 12 - Etat de pollution des cours d'eau et sources de pollution (D.D.A. Annecy).

TABLEAU XXII - Evolution de la composition de forêts communales de la cluse d'Annecy au cours d'un demi-siècle.

		Sapin %	Epicéa %	Pin %	Feuillus %
Forêt de Chevaline (ubac)	1902	52	27	-	21
	1951	66	28	-	6
Veyrier du Lac (forêt d'ubac)	1907	32	9	-	59
	1961	45	15	-	40
Forêt de Talloires (adret)	1904	5	44	3	48
	1951	9	41	4	46
Bouchet Mt-Charvin (ubac)	1903	0	58	-	42
	1966	2	97	-	1

Les forêts privées peuvent être évaluées à 16 000 ha dont la moitié est encore riche en feuillus.

De nombreuses opérations de reboisement ont eu pour but, d'une part, d'enrésiner des taillis, d'autre part, de réintroduire dans le domaine forestier des prairies abandonnées. La plupart des reboisements portent sur des surfaces restreintes et au cours des cinq dernières années, 110 ha ont été plantés par des particuliers dans le secteur haut-savoyard qui correspond aux trois quarts de la carte. La principale essence utilisée est l'Epicéa. L'Office des Forêts a mené à bien une opération de plus grande envergure (120 ha) pour enrésiner le massif du Mont-Veyrier en employant une large palette d'essences : *Picea excelsa* sur les sols profonds à exposition Ouest, *Pinus laricio* et *Cedrus atlantica* sur les pentes Sud-Ouest au sol superficiel. *Larix europaea* (originnaire des Sudètes) sur des pentes Nord - Ouest au sol profond et *Abies grandis* ainsi qu'*Abies nordmanniana* pour des sols profonds aux expositions fraîches.

2.- Les cultures

Les neuf dixièmes du territoire de la carte offrent des reliefs assez accidentés ; les seules zones planitaires correspondent à la cluse d'Annecy, souvent mal drainée, aussi les cultures céréalières sont peu développées et restent inférieures à 500 ha, dont 30 ha pour le Maïs (fig. 9). Des basses collines, vers l'extrémité Sud-Est de la cluse (cantons de Faverges et Ugine) portent une centaine d'hectares de vergers de pommes et de poires. Sur les adrets les plus chauds, quelques 20 ha de vignes recensés actuellement disparaîtront en grande partie dans un proche avenir.

Par contre les surfaces herbagères (prairies permanentes, pâturages d'altitude) dépassent 15 000 ha et les cultures fourragères intensives 1 100 ha, ce qui caractérise une région d'élevage.

3.- L'élevage

La production du lait pour la fabrication de fromages, (Emmenthal dans toutes les "fruitières", Reblochon dans les fermes du canton de Thônes) constitue la ressource essentielle du monde rural. Environ 15 000 bovins forment le cheptel des communes étudiées (fig. 10).

B.- L'INDUSTRIE

Les deux extrémités de la cluse sont devenues des pôles industriels importants : Ugine (aciéries) et Annecy (industries de précision) ; d'autres petites usines se sont implantées récemment à Faverges.

C.- LE TOURISME

Le lac d'Annecy et son cadre montagneux, l'importante station de ski de La Clusaz et celles plus modestes de Seythnax et du Semnoz, de fraîches stations comme Thônes apportent à la région de substantielles ressources touristiques.

Ces activités économiques assurent la subsistance d'environ 100 000 habitants concentrés essentiellement le long de la diagonale Annecy-Ugine et dont les trois quarts correspondent à l'agglomération annécienne et aux communes riveraines du lac dont l'accès est rendu de plus en plus difficile par la privatisation de nombreuses zones. En même temps de vastes surfaces de Phragmitaies semi-aquatiques disparaissent pour permettre l'installation de plages, de ports privés. Cette forte pression humaine sur les bords du lac a nécessité la création de divers types de réserves (fig. 11) et une politique de sauvegarde de territoires écologiques intéressants, comme le Roc de Chère et les Phragmitaies du Bout du Lac. Cette politique est conduite avec vigueur par les services de la D.D.A. Il faut signaler, d'autre part, l'effort accompli par certaines communes (Annecy, Annecy-le-Vieux) qui ont maintenu toutes leurs zones riveraines dans le domaine public.

Faisant suite à la protection des rives, la protection des affluents contre la pollution organique due essentiellement aux effluents de laiteries coopératives ou de porcheries (cas du Laudon, de l'Ire) peut être escomptée à la suite de construction de stations d'épuration ou d'un regroupement de petites fruitières en ensembles plus importants avec installations modernes. Quant à la pollution organique d'origine urbaine, jugulée pour les localités riveraines, elle pourrait s'intensifier dans les parties amont des bassins de St-Jorioz, de Doussart et de Faverges.

L'état de pollution des cours d'eau a été reporté sur la figure 12. Une circulaire ministérielle du 18 décembre 1970 a prévu la classification des cours d'eau sur les bases suivantes (Réf. : Document D.D.A. Haute-Savoie - "Plan départemental de lutte contre la pollution des eaux dans l'espace rural") :

Degré 1 : absence de toute pollution antérieure.

Degré 2 : seuls des accidents de pollution ont été constatés.

Degré 3 : existence de pollution permanente ou de pollutions répétées avec les sous-degrés suivants :

3-1 : vie piscicole et conditions de repeuplement apparemment normales ;

3-2 : vie piscicole apparemment normale mais conditions de reproduction précaires ou inexistantes ;

3-3 : vie piscicole perturbée dans son ensemble (reproduction, croissance, densité) ;

3-4 : vie piscicole pratiquement absente de manière permanente.

Dans le département de Haute-Savoie, il n'a pas semblé possible de classer les cours d'eau en catégorie 2, et, fort heureusement, le sous-degré 3-4 est encore inconnu.

IV.- LE LAC D'ANNECY

Cette brève présentation est tirée de la documentation mise à notre disposition par deux laboratoires dont les activités de recherche s'étendent sur le lac d'Annecy : la station d'Hydrobiologie lacustre et le Centre de Recherches Géodynamiques de Thonon-les-Bains. Monsieur LAURENT, Directeur de la station d'Hydrobiologie, peut être considéré comme l'un des "sauveteurs" du lac.

1.- Caractéristiques topographiques

Le lac (altitude 446,5 m) remplit, sur une longueur de 23,7 km et une superficie de 26,5 km², l'aval de la cluse Ugine-Annecy. La cuvette lacustre se compose de deux bassins, respectivement de 55,2 et 64,7 m de fond, séparés par une barre située à 49,3 m. La cuvette septentrionale, la plus profonde, possède également une dépression très étroite de 80,6 m au fond de laquelle arrive la source sous-lacustre du Boubioz. Le centre des deux cuvettes est constitué par une plaine régulière qui se raccorde généralement à la côte par un talus de forte pente et une beine de pente douce et d'extension variable (fig. 13).

2.- Bilan hydrologique

Le bassin d'alimentation recouvre une surface de 251 km² dont 47 % sont occupés par des forêts (fig. 13). L'altitude maximum est 2 254 m. Les principaux affluents proviennent de la partie Sud du bassin. Les plus importants sont l'Eau morte qui représente 40 % des apports liquides, puis l'Ire (15 %) et le Laudon (12 %). Le temps de renouvellement moyen des eaux du lac est de l'ordre de 3,8 années.

3.- Bilan des apports solides et dissous

a. Apports en suspension

Les affluents déversent dans le lac 160 000 tonnes annuelles de sédiments. Le Laudon, à lui seul, fournit le quart de ce total, ce qui lui permet d'édifier un cône de déjection qui pourrait, au cours des temps géologiques à venir, scinder définitivement le lac en deux cuvettes. Ces matériaux, arrachés aux montagnes environnantes sont très calciques et représentent, pour le bassin du Laudon, une érosion spécifique de 1 400 t/km²/an et de 800 t/km²/an pour les autres affluents

b. Apports en solution

Les ions Ca⁺⁺ et HCO₃⁻ constituent plus de 90 % des 80 000 tonnes de substances solubles que le lac reçoit annuellement. Citons aussi : SiO₂ (1000 t) et NO₃⁻ (100 t). Le bilan des entrées et des sorties fait apparaître une rétention, par le lac, des ions suivants :

- Ca⁺⁺ et HCO₃⁻ qui précipitent sous forme de Ca (HCO₃)₂ (15 000 t) en donnant des boues de fond

très calcaires :

- NO_3^- utilisé par le phytoplancton (56 t / an).

Il faut ajouter à ces apports "naturels" les eaux résiduaires, les égouts dont l'importance relative diminue, depuis 1967, date du début de la construction d'un collecteur ceinturant le lac et dont l'achèvement est prévu pour 1975.

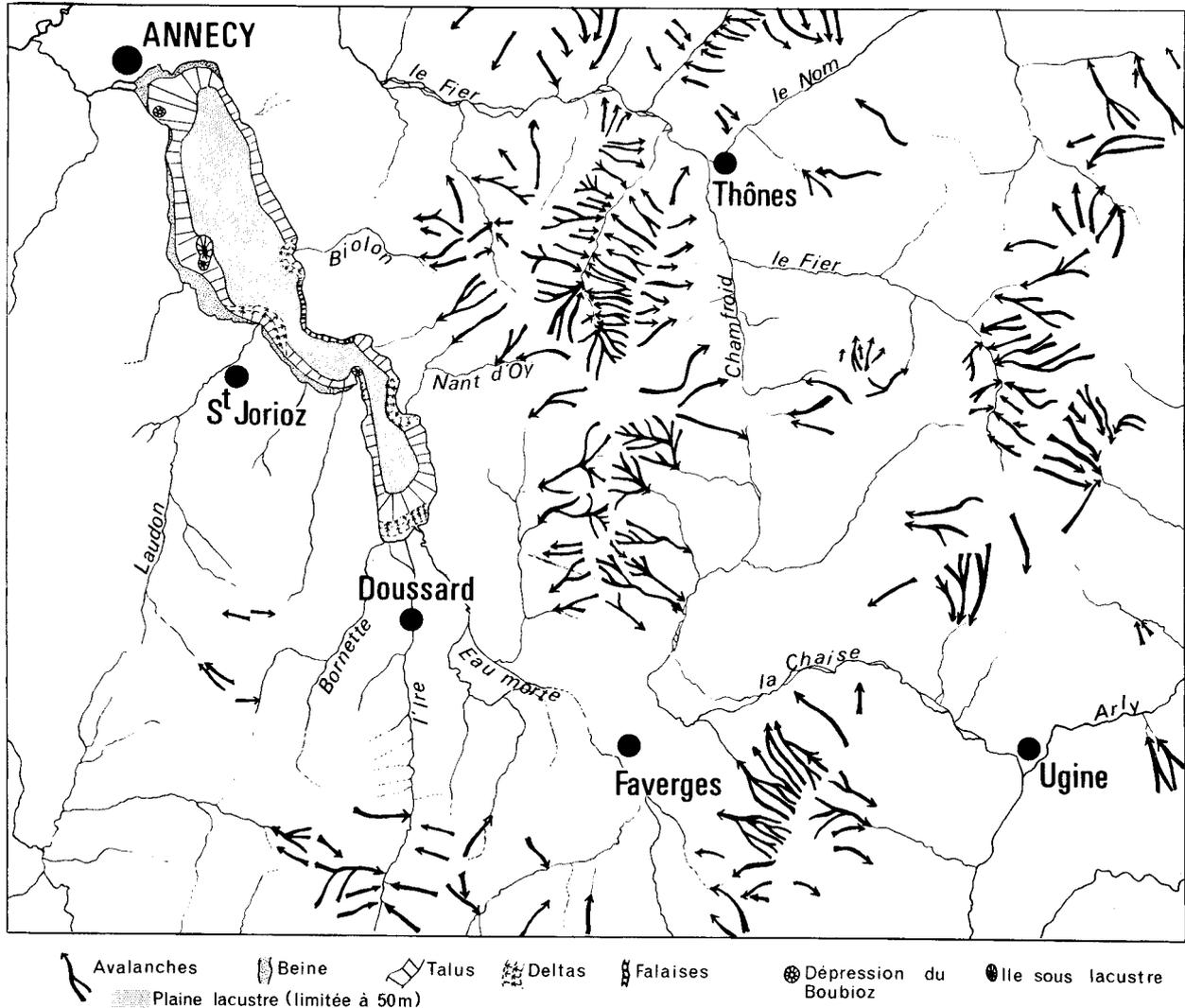


Fig. 13 - Bassin hydrographique du lac d'Annecy. Morphologie de la cuvette lacustre et couloirs d'avalanche. (D'après documents du Centre Géodynamique de Thonon et du Service de Restauration des terrains en montagne d'Annecy).

4.- Propriétés physico-chimiques des eaux du lac

a. Caractéristiques thermiques (tabl. XXIII).

Les eaux profondes restent froides toute l'année, l'amplitude des variations thermiques ne dépassant pas 1°C.

La période d'homogénéisation thermique parfaite des eaux, de la surface au fond, s'observe presque toujours en janvier et février. Plus tard, les eaux de surface se réchauffent jusqu'en juillet-août, pouvant dépasser des températures de 23°C et accusant une amplitude annuelle de variation de plus de 18°C. Les températures observées en avril et surtout en mai sont les plus variables, l'écart pouvant dépasser 8°C d'une année à l'autre. Les différences de température entre les eaux de surface et les eaux profondes déterminent une stratification qui dure d'avril à décembre.

b. Teneur en substances dissoutes

Le tableau XXIV donne la concentration en éléments dissous à deux époques, juin 1966 et février 1971.

Par rapport à des analyses plus anciennes, les éléments majeurs (Ca^{++} , HCO_3^- , SiO_2 , Mg^{++}) restent stationnaires mais il n'en est pas de même des éléments nutritifs : le phosphore soluble a été multiplié par 2,5 et les nitrates par 1,6 en 30 ans.

La teneur en oxygène diminue, près du fond, au moment de la stratification estivale et l'extension de la couche de moins d'un mg/l d' O_2 , passe de 2 m en 1937 à 4 m en 1967.

TABLEAU XXIII - Lac d'Annecy : variations de températures en surface et dans la zone la plus profonde (62,7 m) en 1971.

	J	F	M	A	M	J	J ^t	A	S	O	N	D
En surface	4,3	4,1	3,7	10,6	15,5	16,9	23,1	22,7	17,9	14,7	8,3	6,0
Au fond	4,4	4,1	3,8	4,5	4,3	4,4	4,8	4,6	4,6	4,6	4,8	4,7

TABLEAU XXIV - Concentration en éléments dissous (en mg/litre) dans le lac d'Annecy en Juin 1966 et en Février 1971, d'après BENEDETTI (simplifié) .

	pH	SiO_2	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+	Cl^-	SO_4^{--}	NH_4^+ en N	HCO_3^-	NO_3^- en N	PO_4^{---} en P	TOTAL
Juin 1966 :													
- Moyenne surface	-	0,54	52,0	3,6	1,05	0,83	1,9	7,7	-	166	0,077	-	234
- Moyenne fond	-	3,6	54,0	3,6	1,10	0,85	2,0	8,0	-	171	0,275	-	246
Février 1971 :													
- Moyenne surface	7,8	2,5	49,0	3,8	1,40	0,85	1,35	8,1	0,008	163	0,155	0,004	230
- Moyenne fond	7,7	2,7	49,0	3,8	1,40	0,86	1,40	8,3	0,009	166	0,180	0,006	234
Tonnage du lac en février 1971 (tonnes)		2 900	55 000	4 270	1 570	950	1 530	9 100	9,5	185 000	190	5,6	260 000

c. Les menaces d'eutrophisation .

Une forte évolution démographique (78 000 habitants sur les rives du lac auxquels s'adjoignent 20 000 estivants) et la présence d'un cheptel abondant (5 000 bovins) sur les pentes du bassin versant entraînent des rejets abondants de résidus organiques dont la biodégradation conduit à des éléments nutritifs pour le phytoplancton (nitrates, phosphates). Par ailleurs les eaux de lessivage des sols culturaux entraînent de plus en plus de nitrates en raison de la consommation accrue d'engrais. Il en est résulté :

- une augmentation de la densité du phytoplancton et plus spécialement des Cyanophycées qui représentaient plus de 90 % des individus à partir de 1960. Cela provoque indirectement, dans les couches superficielles, une sursaturation en O_2 et une diminution des bicarbonates (action de la photosynthèse) ; le pH augmente (7,8) et les éléments nutritifs (nitrates) diminuent ;

- une diminution de la transparence (moins de 6 m en 1960) et un aspect moins engageant de l'eau ;

- une diminution de l'oxygénation des eaux profondes en période de stratification estivale, en raison de l'augmentation des matières organiques réductrices. Il en résulte des conditions de milieu moins favorables pour les Ombles chevaliers qui deviennent rares.

5.- Les remèdes à l'état actuel du lac

La gravité de la situation du lac d'Annecy fut reconnue dès 1949 ; aussi, en 1955, la décision fut prise de ceinturer le plan d'eau d'un égout périphérique intercepteur des effluents en provenance des communes riveraines. La construction des ouvrages, commencée par l'aval et la station d'épuration qui déverse dans le Fier, s'est poursuivie en fonction des disponibilités financières. Le rythme du pourcentage de raccordements des populations riveraines a été le suivant :

1966	1967	1968	1969	1970	1971
21,4 %	32,6 %	44,1 %	51,3 %	56,6 %	63,6 %

A la suite de ces mesures de protection, on a observé des réactions favorables des eaux superficielles. Depuis 1968, la transparence moyenne des eaux du lac, évaluée à l'aide du disque de Secchi s'est accrue :

1961 (au Boubioz)	1967	1968	1969	1970	1971
5,70 m	6,86 m	6,79 m	6,50 m	6,48 m	7,35 m

On observe une tendance générale des eaux superficielles (de 0 à 20 m) à être moins sursaturées en oxygène dissous (les saturations sont produites par l'activité chlorophyllienne du phytoplancton).

Ainsi les valeurs moyennes annuelles de la saturation en oxygène ont été les suivantes (en %) :

	1961	1967	1968	1969	1970	1971
- à 5 m	108,9	107,1	106,9	103,4	102,9	104,0
- à 10 m	106,9	105,9	104,0	101,8	100,6	104,2

Depuis 1968 la fréquence des échantillons où le phosphore soluble n'est pas décelable s'accroît :

1968	1969	1970	1971
75,0 %	79 %	87,7 %	87,1 %

Simultanément, les teneurs moyennes en azote nitrique s'accroissent également :

1967	1968	1969	1970	1971
120 μ g/l	120 μ g/l	150 μ g/l	168 μ g/l	178 μ g/l

La composition du phytoplancton récolté mensuellement par tirée verticale d'un filet à toile filtrante de soie de 60 μ d'ouverture de maille a permis de constater des changements depuis 1968. Les pourcentages des différentes catégories d'algues, calculés sur des dénombrements de cellules donnent les résultats suivants :

	1961	1967	1968	1969	1970	1971
Chlorophycées	très rares	0,02	0,20	0,07	0,15	0,09
Cyanophycées	95,83	79,17	0,08	très rares	0,01	très rares
Diatomées	3,75	19,67	98,14	95,20	80,78	98,96
Conjuguées	0,01	0,02	0,07	0,02	0,03	0,02
Chrysophycées	0,38	0,99	1,33	4,47	18,73	0,75
Péridiniens	0,03	0,13	0,18	0,24	0,30	0,18

L'ensemble de ces constatations permet de dire que depuis 1968, époque où un peu moins de la moitié des effluents ont été détournés du lac d'Annecy, l'état des eaux superficielles s'est amélioré.

Dans la zone la plus profonde du lac par contre, la désoxygénation des eaux, observée dès 1937 en période de stagnation estivale, continue à se manifester. Entre les mois d'août et de novembre, le pourcentage de saturation en oxygène dissous peut s'abaisser au-dessous de 10 % et même tomber à 0. Les périodes de désoxygénation sont de durée variable suivant les années et dépendent notamment des conditions météorologiques. La désoxygénation des zones profondes s'accompagne d'une réduction des nitrates sous forme d'ammoniac et d'un accroissement des teneurs en phosphore minéral soluble, au voisinage du fond. Ces substances proviennent des sédiments accumulés dans le lac.

On observe ainsi une nette amélioration de la "santé" des couches superficielles mais les conséquences néfastes de l'eutrophisation sont encore sensibles en profondeur. Néanmoins ces résultats encourageants ont fait du lac d'Annecy l'exemple type de plan d'eau sauvé de la pollution. Signalons, par ailleurs, que la ville d'Annecy utilise l'eau du lac, pompée par 40 m de fond, dans une zone protégée. Cette eau est tout d'abord filtrée et le plancton retenu alimente un établissement de pisciculture. Un traitement par l'ozone assure ensuite l'aseptisation et l'eau obtenue est d'une excellente qualité.

CONCLUSION

L'étude précédente dresse un premier inventaire des diverses zones écologiques et les caractérise par leur végétation, leurs climats, leurs sols et leur utilisation économique.

Les facteurs du milieu permettent une grande extension de multiples faciès des séries montagnardes ainsi que du Collinéen mésophile. Dans ces territoires l'équilibre agro-sylvo-pastoral cher aux écologistes fut longtemps une réalité. L'exode rural qui a rompu brutalement cet équilibre dans de nombreuses vallées des Alpes s'est manifesté, ici, moins violemment. Une industrie laitière bien organisée, l'implantation de petites industries, la naissance de stations touristiques de taille moyenne ont permis par exemple à la population du canton de Thônes de rester stationnaire, malgré les transferts des hameaux purement agricoles vers les centres touristiques. Par contre, au niveau des zones planitiaires, la pression brutale de l'urbanisme menace de nombreux biotopes sur les rives du lac d'Annecy - cependant que l'eutrophisation des eaux atteignait un niveau critique. Une action vigoureuse des autorités locales a permis de stopper cette lente asphyxie et des mises en réserve sont en cours pour protéger le "Roc de Chère" et les Phragmitaies du "Bout du Lac". Il serait souhaitable, par ailleurs, d'arrêter la privatisation des rives du lac et même d'amorcer une politique inverse. D'autre part les plans d'utilisation du territoire devraient prévoir la sauvegarde des forêts riveraines et des marais qui bordent les petites rivières de la Cluse d'Annecy en raison du rôle épurateur et régulateur de ces formations.

Une connaissance de plus en plus fine du milieu apparaît nécessaire pour un aménagement rationnel, et c'est pourquoi il est dans nos intentions, après cette étude à moyenne échelle, d'établir, suivant les besoins, des documents à grande échelle relatifs à des secteurs où des transformations importantes sont envisagées.

BIBLIOGRAPHIE

I - TRAVAUX SUR LE TERRAIN

Effectués en 1971-1972 par l'auteur. A. ANDRE a collaboré au levé de la partie Sud-Est de la carte.

II - ANALYSES LITHOLOGIQUES ET EDAPHIQUES

- Les roches ont été confiées aux laboratoires des cimenteries Chiron (Chambéry) et Vicat (Grenoble).
- Les sols ont été analysés au Laboratoire Départemental de la Savoie (Chambéry).

III - DOCUMENTS CLIMATIQUES

- Laboratoire de Climatologie du C.N.R.S. de Grenoble.
- Archives E.D.F., Division Technique Générale, Lyon.
- Archives du Service de Restauration des terrains en montagne, Annecy.

IV - DOCUMENTS SUR LES ACTIVITES ECONOMIQUES

- 1) Recensement général de l'Agriculture, 1970.
- 2) Plans et Procès-Verbaux d'aménagement des forêts communales soumises. - Office National des Forêts, Centres de Gestion d'Annecy et de Chambéry.
- 3) Services de reboisement de la D.D.A. d'Annecy.

V - BIOLOGIE DU LAC D'ANNECY

Archives des deux Laboratoires suivants :

- Laboratoire d'Hydrobiologie (I.N.R.A.).
- Centre de Recherches Géodynamiques, Thonon-les-Bains.

VI - DOCUMENTS FLORISTIQUES

Une cinquantaine de compte-rendus d'herborisation, datant du début du siècle, se rapportent à la région. Une liste est citée par :

OFFNER, J. et LE BRUN, P. 1956-1957. - Un siècle de floristique à travers les Alpes françaises. - Bull. Soc. Bot. Fr., 103 et 104.

Parmi les études les plus originales, citons :

BEAUVERD, G. 1931. - Contribution à la géographie botanique des Alpes de Savoie. Recherches sur la flore vasculaire du massif de la Tournette. - Bull. Soc. Bot. Genève, 1930-1931, 418 p.

BRIQUET, J. 1891. - Recherches sur la flore du district savoisien et du district jurassique franco-suisse. - Engler's Bot. Jahrb., 47-105.

GUINIER, P. 1907. - Le Roc de Chère. - Rev. Savoisienne.

PERRIER DE LA BATHIE. 1917-1918. - Catalogue raisonné des plantes vasculaires de Savoie, départements de la Savoie et de la Haute-Savoie, plateau du Mont-Cenis. - Paris, Klincksieck, 2 vol.

VII - DOCUMENTS GEOGRAPHIQUES

VEYRET, P. 1969. - Les cluses d'Annecy et de l'Arve. Essai de synthèse sur les quatre cluses des Préalpes françaises du Nord. - R.G.A., LVIII, fasc. 1, 25-51.