

LE BASSIN DE BOURG D'OISANS, CARREFOUR PHYTOGEOGRAPHIQUE DES ALPES

THE BOURG D'OISANS BASIN (ISERE, FRANCE) A

PHYTOGEOGRAPHICAL MEETING POINT OF FRENCH ALPS

Guy PAUTOU,* Gérard CADEL* et Jacky GIREL*

Introduction	25
A - Une position complexe à l'articulation de gradients W-E et de gradients N-S	25
B - Un matériel floristique très diversifié	28
C - Les relations spatiales entre les groupements végétaux	31
D - La productivité des groupements végétaux dans les Alpes intermédiaires: l'exemple des sapinières	36
E - Bases d'une interprétation biogéographique du bassin de Bourg d'Oisans	37
Conclusion	39
Bibliographie	41

RESUME.- Le bassin de Bourg d'Oisans constitue un écotone d'une vingtaine de kilomètres entre les Alpes externes et les Alpes internes. Il occupe une position privilégiée au coeur des Alpes dauphinoises, entre des régions à conditions climatiques extrêmes: à l'ouest le massif de la Chartreuse est le plus arrosé des Préalpes; à l'est, le Briançonnais représente le pôle de sécheresse de tout l'arc alpin. La position remarquable qu'occupe le bassin, au carrefour des courants de migration septentrionaux et méridionaux d'une part, occidentaux et continentaux d'autre part, explique la juxtaposition de nombreux types physiologiques (toutes les espèces ligneuses, chefs de files des séries de végétation sont présentes) et la riche diversité biocénotique.

Les auteurs proposent une interprétation nouvelle de la mosaïque végétale. Elle repose sur une double approche:

- phytoécologique: établissement de corrélations entre paramètres climatiques, pédologiques et floristiques;

- cartographique: levé de la carte au 1/25 000, en vue de préciser la répartition des unités écologiques définies dans la phase précédente, d'évaluer les surfaces occupées par chacune d'entre elles et de montrer comment, les groupements végétaux s'organisent et s'assemblent dans l'espace en relation avec les changements des paramètres physiques et biotiques d'ouest en est et de bas en haut (individualisation de toposéquences).

L'approche cartographique et phytoécologique a permis de distinguer, d'une part de nombreuses biocénoses forestières et d'autre part de préciser leur barycentre. C'est la rareté des groupements spécifiques des Alpes intermédiaires qui apparaît comme le résultat essentiel, les influences externes ou internes étant selon les cas sinon prédominantes, tout au moins importantes. Mais cela renforce beaucoup l'intérêt phytogéographique des quelques groupements dont le centre de gravité est dans les Alpes intermédiaires

* Université Joseph Fourier Grenoble I, Laboratoire de Biologie Alpine, BP 53X - GRENOBLE CEDEX (France).

(frênaies, hêtraie à mélèze, pinèdes-hêtraies, sapinières-pessières). Il faut noter que les pinèdes du Briançonnais (Alpes internes est) sont beaucoup plus variées et ont une composition floristique assez différente de celles du bassin de Bourg d'Oisans. On peut répartir les groupements forestiers de ce bassin en quatre grandes catégories quant à leur signification phytogéographique:

- Alpes externes et Alpes intermédiaires ouest : n°15 à 20, 22, 23, 26 à 33, 39 à 44;
- Alpes intermédiaires ouest et (ou) est: n°21, 29, 32, 34 à 36, 45, 46;
- Alpes intermédiaires est et Alpes internes ouest : n°24, 25, 25 bis, 37, 53, 54, 57, 58;
- Alpes externes, intermédiaires et internes ouest: n°57, 59 à 61, 67.

Un autre résultat fondamental est de montrer que le bassin de Bourg d'Oisans n'est pas un cas unique mais s'intègre bien dans un modèle valable pour la plus grande partie des Alpes nord-occidentales (Dauphiné, Maurienne, Tarentaise).

MOTS-CLES.- Alpes intermédiaires, groupements végétaux, modèle régional, gradients, discontinuités, variabilité biocénotique, productivité.

SUMMARY.- The Basin of Bourg d'Oisans is situated between the external and internal Alps ranges. This geographical position between the Chartreuse massif (where the rainfalls are the most important of the Alps) and the Briançonnais region (where the rainfalls are the lowest), in fact, is interesting. Furthermore, this region is a meeting point of migration fluxes that explain the juxtaposition of numerous plant communities.

A new interpretation concerning vegetation mosaics was proposed; it was based on two approach-types :

- phytocology which establish interrelationships between climate, vegetation and soils factors;
- cartography : a 1/25 000 scale mapping is performed to point out the ecological units (composition and areas and to assess how the plant communities are organized and assembled in relation with physiographic and biotic factors along the longitudinal and altitudinal gradients (individualization of toposequences).

This method allowed to distinguish, on the one hand, numerous forest biocenosis, and, on the other hand, to indicate precisely their centre of gravity. The main information was concerning the rarity of the specific to Middle Alps plant communities. It, therefore, increase very much the phytogeographical interest of the few plant-communities that are having their gravity centre in the french Middle Alps : ash-, beech/larch-, pine/beech-, fir spruce- forests. The pine-forests that can grow in Briançonnais (Eastern Internal Alps) have a great plant-diversity showing significant differences with the Bourg d'Oisans Basin pine-forests.

The forest communities of this region are classified into four phytogeographical classes:

- External- and Western Middle Alps (n° from 15 to 20, 22, 23, from 26 to 33, from 39 to 44);
- Western- and (or) Eastern Middle Alps (n°21, 29, 32, 34, 35, 36, 45, 46);
- Eastern Middle Alps and Western Internal Alps (n°24, 25, 25b, 37, 53, 54, 58);
- External-, Middle- and Western Internal Alps (n°57, 59, 60, 61, 67).

The Bourg d'Oisans Basin is not an unique case but it may be easily integrated in a general model applicable to the most part of the french Northern Alps (Dauphiné, Maurienne and Tarentaise). This is, too, an other major result of the study.

Key-words.- Middle Alps, plant-community, regional pattern, gradients, discontinuities, biocenosis variability, productivity.

INTRODUCTION

Dans un précédent travail (PAUTOU, G. et GIREL, J., 1976), nous soulignons la complexité de l'étude phytosociologique du bassin de Bourg d'Oisans; celui-ci juxtapose, en effet, un grand nombre de groupements végétaux par suite de sa localisation dans les Alpes intermédiaires dans un cadre de hautes montagnes où expositions et pentes sont très variées. Il faut évoquer également les vastes surfaces en perpétuel rajeunissement: cônes d'éboulis, cônes de déjection, dépôts alluviaux. En conséquence, le bassin se caractérise par une gamme très large de situations écologiques, un grand nombre d'espèces et de groupements végétaux. Les objectifs de cette étude sont les suivants :

1) donner une description précise des groupements végétaux du bassin de Bourg d'Oisans, en mettant l'accent sur leurs liens de parenté avec leurs homologues des Alpes externes et des Alpes internes;

2) présenter un modèle d'organisation spatiale de ces groupements et des séries auxquels ils se rattachent. Dans ce but, une carte de la végétation a été réalisée à l'échelle du 1/25 000; la légende est présentée en prenant en compte la hiérarchie des facteurs écologiques déterminants;

3) examiner si le concept d'Alpes intermédiaires est validé ou infirmé par une analyse phytoécologique à grande échelle et, dans l'affirmative, dégager les spécificités de cette entité phytogéographique par rapport aux zones homologues de l'arc alpin.

A - UNE POSITION COMPLEXE A L'ARTICULATION DE GRADIENTS W-E ET DE GRADIENTS N-S.

Le bassin de Bourg d'Oisans occupe une position centrale au coeur des Alpes dauphinoises; cela se reflète aussi bien au niveau des précipitations, que des températures ou des sols.

1 - Les précipitations.

Les précipitations diminuent de plus de la moitié, de la Chartreuse (1 660 mm à St-Hilaire du Touvet, situé à 1 100 m d'altitude) au Briançonnais (800 mm pour Briançon, situé à 1 400 m d'altitude) soit une chute de près de 100 mm par 10 km. Il existe deux lignes de discontinuité, à partir desquelles on constate de fortes diminutions: Belledonne et le Taillefer constituent une première barrière à l'ouest; les Grandes Rousses et le Massif des Ecrins une seconde à l'intérieur de l'Oisans.

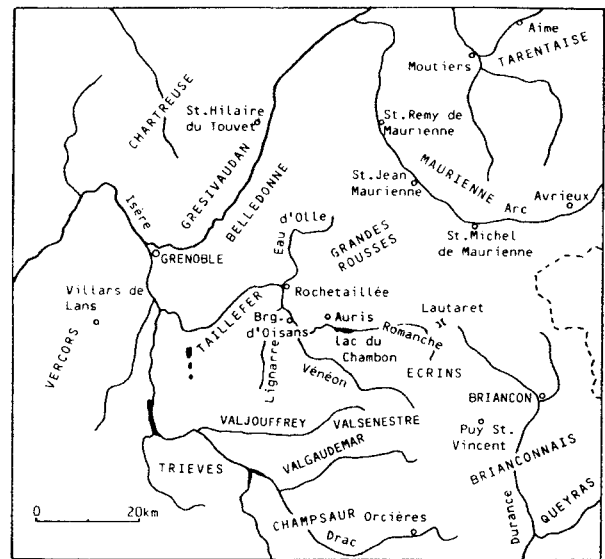


Fig. 1.- Carte de situation.

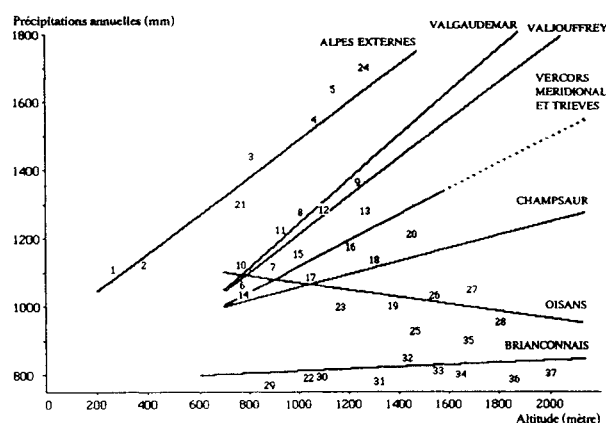
L'étude des séquences de mois secs (précipitations inférieures à 50 mm), de mois humides (précipitations supérieures à 100 mm) et hyperhumides (supérieures à 200 mm) pendant la période d'activité biologique permet une première approche prévisionnelle des bilans en eau dans le bassin de Bourg d'Oisans et les régions environnantes. Dans les massifs préalpins (Chartreuse) et le massif de Belledonne (y compris la vallée de l'Eau d'Olle), les séquences de mois secs sont exceptionnelles. En 1949, à une séquence de 5 mois secs observée dans le Briançonnais n'a correspondu qu'un mois sec (juillet). Du bassin de Bourg d'Oisans au barrage du Chambon, la probabilité pour que les mois de juin et d'août soient des mois secs est rare; seul le mois de juillet présente de façon régulière un déficit pluviométrique.

Du barrage du Chambon au Col du Lautaret, les séquences de mois secs s'allongent; cependant, des précipitations estivales (au cours du mois d'août) sont un obstacle au développement de longues séries telles qu'elles peuvent être observées plus à l'est.

Le caractère très xérique du Briançonnais et du Queyras est confirmé par 12 séquences de 3 mois secs (J.J.A.) et 13 séquences de 2 mois secs (J.J. ou J.A.) au cours d'une période de 40 ans. Le Briançonnais représente les conditions extrêmes du domaine intra-alpin. Compte tenu de l'altitude, cette pénurie des précipitations est tout à fait exceptionnelle. La haute vallée de la Maurienne (Avrieux, Aussois) présente des similitudes avec le Briançonnais par exemple une séquence commune de 5 mois secs (J., J., A., S., O.) au cours de l'année 1949; le déficit de précipitations peut même être plus marqué (6 mois secs à Avrieux en 1967 pour 5 dans le Briançonnais).

En automne les masses nuageuses venant du sud, de provenance méditerranéenne sont à l'origine de précipitations très élevées sur le flanc sud du massif des Ecrins (plus de 500 mm à Orcières); à cet égard il faut souligner le rôle de condensateur des masses nuageuses que joue ce massif. Les précipitations sont copieuses dans les stations situées sur les flancs sud mais aussi est (Orcières, les Claux, Puy St-Vincent). Au fur et à mesure que l'on s'éloigne vers l'est ou vers le nord, elles diminuent: ainsi le Briançonnais peut être arrosé, sans que la partie la plus intense de la Maurienne soit affectée.

Vers le sud où, de plus, l'altitude diminue, le climat devient plus sec (Embrun) mais on pénètre alors, dans l'étage supraméditerranéen (séquence de 6 mois secs).



- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 : La Terrasse | 20 : Orcières |
| 2 : La Rochette | 21 : Vaujany - Le Verney |
| 3 : Le Riondet | 22 : Le Chambon |
| 4 : Les Gaudes | 23 : Venosc-Plan du Lac |
| 5 : Saint-Hilaire | 24 : Le Rivier d'Allemont |
| 6 : La Trinité | 25 : Besse |
| 7 : Saint-Firmin | 26 : Saint-Christophe-en-Oisans |
| 8 : Villar-Loubière | 27 : L'Alpe de Venosc |
| 9 : Les Portes | 28 : Le Chazelet |
| 10 : Valbonnais | 29 : Embrun |
| 11 : La Chapelle -en-Valjouvrey | 30 : Champcella - Le Chambon |
| 12 : Lavalens | 31 : Briançon |
| 13 : Le Désert-en-Valjouvrey | 32 : Les Orres - Le Mezelet |
| 14 : Monestier-de-Clermont | 33 : Abriès |
| 15 : Chichilliane | 34 : Ceillac |
| 16 : Gresse-en-Vercors | 35 : Arvieux La Chalp |
| 17 : La Motte-en-Champsaur | 36 : Montgenèvre |
| 18 : Champoléon | 37 : Saint-Véran |
| 19 : Ancelle | |

Fig. 2.- Analyse des corrélations entre les précipitations et l'altitude.

2 - Les températures.

La température moyenne augmente avec la continentalité. Cette augmentation est plus forte aux basses altitudes.

L'amplitude thermique annuelle (différence entre la moyenne de juillet et la moyenne de janvier) diminue avec l'altitude; à une altitude donnée, elle augmente des Préalpes aux massifs internes (GILLOT, Ph., 1981).

Altitude	Belledonne	Oisans	Briançonnais
2 200 m	11,3	13,5	15,0
1 500 m	12,9	14,1	15,5
800 m	14,5	14,7	16,6

Le réchauffement printanier est plus précoce à l'est qu'à l'ouest et la période d'activité biologique plus longue (15 à 20 jours de plus).

Altitude	Belledonne	Oisans	Briançonnais
2 200 m	126	149	148
1 500 m	179	187	198
800 m	225	234	247

La durée d'insolation est nettement plus élevée dans les régions internes (2 345 h à Briançon contre 2 008 h à St-Hilaire du Touvet (CADEL G., GILOT J.C., 1963).

3 - Les sols.

Ils sont le reflet des conditions climatiques dont nous venons d'indiquer les principales caractéristiques mais aussi évidemment des roches-mères; à cet égard, plusieurs faits qui ont une grande importance pour la pédogénèse doivent être signalés. Aussi bien pour les roches-mères acides que pour les roches-mères carbonatées, celles qui sont les plus fréquentes en Oisans n'ont pas les compositions chimiques les plus courantes; en effet les calcaires durs pauvres en argiles et les roches très fortement siliceuses (quartzites, sables) ou silico-alumineuses (granite, grès) sont rares; sont par contre abondants les calcaires marneux liasiques et les amphibolites, roche-mère cristalline bien pourvue en bases et très riche en minéraux ferro-magnésiens (FERRAND, T., 1984).

La décomposition des calcaires marneux fournit une très grande proportion de limons (50 à 75 %) en A1 et des argiles en quantité beaucoup plus variable

TABLEAU I.- Caractères physico-chimiques des sols sur calcaire liasique en Oisans (montagnard et subalpin inférieur).

N°	Altitude en m	Exposition	Pente en °	Roche-mère	Horizon et niveau de prélèvement	Granulométrie						pH		M.O. %	C/N	Complexe absorbant en meq pour 100 g à pH7						Sol		
						Cailloux en % du volume	Terre fine %	SG + SF %	LG + LF %	A %	Texture	H2O	KCl			Ca++	Mg++	K+	S	T	S/T			
																							Ca++	Mg++
Adrets																								
1	1270	W-SW	30	Calcaire liasique	O: -2-5 A1: -8-15 (B1): -30-40 (B2): -65-75	0 0 10 15	999 868 883 838	247 162 801 216	690 63 37 37	63 Lf Lf Lf	6,98 8,00 8,40 8,60	6,59 7,50 7,65 7,80	542 84 36 28	25,60 12,10 6,90 6,40	6,74 1,00 13,04 12,54	0,15 0,08 0,82 0,81	0,05 0,28 0,08 0,08	7,05 22,42 13,94 13,42	11,37 22,42 13,94 13,42	0,62 1,00 1,00 1,00	394,00 450,00 458,00	120 133 139	Sol brun calcaire à moder	
2	1730	S-SW	25	Calcaire liasique	A1: -2-8 (B1): -25-35 (B2): -50-60	0 0 25	829 884 893	275 278 343	638 53 616	87 Lf Lf Lf	7,85 8,30 8,50	7,20 7,40 7,60	156 45 24	15,60 9,70 8,40	32,56 20,28 13,86	0,90 0,52 0,35	0,38 0,06 0,03	33,84 20,86 14,24	33,84 20,86 14,24	1,00 1,00 1,00	240,00 477,00 572,00	81 140 164	Sol brun calcaire	
3	1770	W-SW	30	Calcaire liasique	AL: -1-6 (B): -20-25 (B):C: -55-65	0 0 45	984 979 915	40 43 53	554 582 564	406 375 381	Al Laf Laf	5,79 6,26 7,70	4,84 5,09 6,93	134 62 34	11,50 10,00 4,70	23,55 22,45 25,82	1,73 0,41 0,23	0,11 0,07 0,05	25,39 22,93 26,21	39,15 31,67 26,21	0,65 0,73 1,00	1,60 1,60 23,00	0 0 15	Sol brun calcaire
Ubacs																								
4	1400	N	25	Calcaire liasique	A1: -1-8 (B): -20-25 (B):C: -55-60	0 0 40	820 846 564	113 121 295	612 591 645	275 288 60	Laf Laf Lf	7,50 7,85 8,40	6,65 6,70 7,40	114 68 27	15,40 12,90 14,88	33,79 23,67 14,88	1,49 1,84 1,25	0,12 0,09 0,05	35,40 25,60 16,18	36,44 25,60 16,18	0,97 1,00 1,00	3,00 4,00 187,00	0 0 61	Sol brun calcaire
5	1620	E-NE	25	Calcaire liasique	A1: -1-6 (A1)(B): -15-20 (B):C: -45-50	0 15 50	975 923 609	31 37 155	575 593 797	394 370 48	Laf Laf Lf	6,81 7,66 7,89	6,28 6,98 7,25	180 55 38	14,60 8,30 7,10	43,16 29,52 23,70	1,23 0,46 0,33	0,31 0,08 0,07	44,80 30,16 23,20	46,55 30,16 24,10	0,96 1,00 1,00	6,00 18,00 209,00	0 8 61	Sol brun calcaire
6	1740	N-NE	35	Calcaire liasique	0: -2-8 (A1): -15-20 (B): -40-50	0 0 10	841 741 737	152 224 328	726 688 625	122 88 47	Lf Lf Lf	7,70 8,05 8,45	7,20 7,00 7,60	238 76 18	15,90 11,50 6,30	55,70 25,61 9,34	2,30 1,18 0,71	0,23 0,09 0,03	58,23 30,88 10,08	58,23 26,88 10,08	1,00 1,00 1,00	226,00 385,00 492,00	37 99 126	S.b.c. à moder carbonaté
7	1640	E-NE	10	Calcaire liasique	AL: -2-10 (B1): -50-60 (B2): -95-105	0 0 0	996 949 820	90 131 241	506 536 536	404 333 223	Al Laf Laf	6,00 5,51 5,80	5,10 3,86 4,31	110 18 13	10,40 4,20 5,10	22,55 7,28 6,84	1,48 0,28 0,15	0,13 0,07 0,05	24,16 7,63 7,04	28,57 16,54 11,37	0,85 0,47 0,62	2,00 0,50 1,00	0 0 0	Sol brun

1: Pinède sylvestre à *Polygala chamaebuxus* (n°24); 2: Pessière à *Calamagrostis varia* (n°54) (limite montagnard) ; 3: Pessière à *Calamagrostis varia* (n°54); 4: Sapinière-Pessière à *Veronica urticifolia* (n°46); 5: Pessière à *Aster bellidiastrum* (n°58); 6: Pessière à *Aster bellidiastrum* (n°58); 7: Pessière à mégaphorbiaie (*Adenostyles alliariae*) (n°59).

TABLEAU II.- Caractères physico-chimiques des sols sur roche-mère acide en Oisans (montagnard et subalpin inférieur).

N°	Altitude en m	Exposition	Pente en °	Roche-mère	Horizon et niveau de prélèvement	Granulométrie						pH		M.O. %	C/N	Complexe absorbant en meq pour 100 g à pH7						Sol	
						Cailloux en % du volume	Terre fine %	SG + SF %	LG + LF %	A %	Texture	H2O	KCl			Ca++	Mg++	K+	S	T	S/T		
																							Ca++
Adrets																							
1	1350	S	20	Amphibolite	A1: -2-8 A1(B): -25-30 (B): -50-60 (B):C: -70-75		303 190 189 156	338 311 432 403	495 436 165 262	167 253 165 125	Lf L L LS	5,14 5,28 5,54 5,66	3,89 3,88 4,13 4,22	62 32 15 10	14,60 12,40 14,60 13,30	4,04 2,94 3,34 4,44	0,59 0,60 0,58 0,61	0,38 0,16 0,14 0,15	5,14 3,84 4,21 3,37	19,28 15,70 11,46 9,55	0,27 0,24 0,37 0,56		Sol brun acide
2	1550	S	40	Schistes cristallins	A1: 0-4 (B1): -10-15 (B2): -25-30		500 689 562	383 409 408	379 408 406	238 183 186	L L L	4,88 4,60 4,93	3,84 3,66 3,83	212 74 65	19,10 17,50 15,10	10,23 1,10 2,50	1,32 0,19 0,33	0,69 0,69 0,89	12,41 1,60 3,17	35,27 17,46 17,90	0,35 0,09 0,18		Sol brun acide
3	1650	S	20	Amphibolite	0: 0-4 A1: -5-10 (B): -30-35	0 10 25	606 639 621	414 472 430	353 338 386	233 190 184	L L L	5,90 6,05 6,15	4,80 5,00 4,80	133 58 52	17,50 14,40 15,00	20,25 10,30 9,00	1,51 0,97 0,91	1,15 0,72 0,51	22,91 11,99 10,42	26,13 20,60 19,29	0,88 0,58 0,54		Sol brun colluvial
4	1850	SW	25	Amphibolite	0: 0-3 A1: -5-10 (A1):C: -40-45	0 5 80	996 595 278	429 362 371	366 394 349	240 244 226	LA L LA	5,15 4,90 5,15	4,10 3,90 4,15	425 211 149	21,10 19,40 14,40	23,95 5,19 2,30	2,14 0,78 0,32	0,64 0,31 0,14	26,73 6,28 2,76	30,99 33,05 28,55	0,52 0,19 0,10		Ranker
Ubacs																							
5	490	N-NW	20	Amphibolite	A1: -1-8 (B1):C: -15-25 (B2):C: -55-65	10 75 80	535 467 310	365 396 539	100 137 151	LS L Lf	5,80 6,20 6,60	4,80 5,00 5,30	82 38 22	15,20 13,50 11,20	10,50 4,60 6,40	1,05 0,60 0,55	0,47 0,10 0,10	12,10 5,32 7,04	13,70 9,90 10,30	0,88 0,54 0,83		Sol brun colluvial	
6	1250	W	25	Amphibolite	A1: (B1): (B2):		434 513 498	388 389 400	388 422 420	224 189 180	L L L	5,60 6,20 6,50	4,45 4,70 5,05	138 58 45	21,80 19,70 17,50	13,31 7,37 6,41	1,07 0,77 0,76	0,98 1,15 1,41	15,36 9,29 8,58	28,57 15,37 14,09	0,54 0,60 0,61		Sol brun
7	1400	N	20	Amphibolite	A1: -3-10 (B): -25-30 (B):C: -70-80	10 35 45	336 458 601	450 344 264	214 198 135	L L LS	4,50 4,50 5,40	4,00 4,20 4,20	115 28 20	16,30 21,20 2,00	4,20 1,10 1,70	1,95 0,65 0,45	0,17 0,18 0,05	6,32 1,83 2,20	23,40 10,16 10,00	0,27 0,18 0,22		Sol brun acide	
8	1490	NW	10	Amphibolite	A1: -3-10 A1(B): -20-27 (B): -35-45 (B):C: -75-85	5 15 25 60	400 365 440 518	440 450 429 423	160 220 131 59	L L L LS	4,90 4,70 4,80 5,10	3,80 3,70 3,90 4,10	135 90 50 15	16,80 17,20 18,00 4,10	5,70 3,00 1,20 0,70	0,75 1,60 0,70 0,45	0,18 0,13 0,07 0,17	6,63 2,71 4,01 1,36	23,33 22,77 15,95 7,01	0,28 0,12 0,21 0,19		Sol brun acide	
9	1210	N	35	Amphibolite	A11: -5-10 A12: -16-18 (B): -18-22	15 5 5	566 632 440	450 420 445	291 308 320	259 272 235	LA LA L	5,75 5,75 5,75	4,66 4,70 4,43	72 78 48	9,50 10,70 9,00	13,74 13,03 7,72	1,55 1,75 1,27	0,31 0,30 0,16	15,60 15,08 9,15	24,30 25,40 18,01	0,64 0,59 0,51		Sol brun eutrophe
10	1700	W	10	Amphibolite	A1: -2-7 A1(B): -15-20 (B1): -50-60 (B2): -90-100	0 0 5 5	857 679 681 614	365 335 398 600	354 424 410 291	281 241 192 109	LA L L LS	4,45 5,00 5,15 6,00	3,55 3,95 4,15 4,50	288 97 48 5	18,40 13,50 11,80 5,80	14,30 3,21 3,89 3,80	0,91 0,26 0,06 0,03	0,84 0,15 0,06 0,03	16,05 3,62 4,01 3,92	52,91 26,99 15,57 10,12	0,30 0,13 0,26 0,39		Sol brun acide
11	1900	W-NW	20	Amphibolite	0: -1-6 A1(B): -17-22 (B): -50-60	5 50 55	663 630 585	419 437 441	297 280 347	284 283 212	L L L	5,05 4,90 5,10	3,85 3,95 4,15	503 152 111	17,80 14,70 15,80	11,27 3,96 1,31	1,81 0,40 0,20	0,92 0,33 0,19	14,00 4,69 1,70	49,31 30,33 27,86	0,28 0,15 0,06		Sol brun ocreux à moder

1: Hêtraie à *Vaccinium myrtillus* (n°23); 2: Hêtraie à *Vaccinium myrtillus* (n°23); 3: Hêtraie à *Vaccinium myrtillus* (n°23); 4: Pessière à *Vaccinium vitis-idaea* (n°53); 5: Charmaie à *Castanea sativa* (n°17); 6: Hêtraie à *Festuca heterophylla* (n°27); 7: Hêtraie-Sapinière à *Calamintha grandiflora* (n°40); 8: Hêtraie-Sapinière à *Ranunculus aconitifolius* (n°43); 9: Erablaie à *Acer pseudoplatanus* (n°44); 10: Pessière à *Vaccinium myrtillus* (n°57); 11: Rhodoraie (à l'ouest de la carte).

(4 à 40 %) (tableau I); pour les amphibolites les teneurs en limons sont un peu plus faibles (30 à 50 %) mais parcontre le taux d'argile obtenu est assez élevé (10 à 30 %) (tableau II).

En allant de l'extérieur vers l'intérieur de la chaîne alpine, l'assèchement général du climat favorise la brunification et limite de plus en plus la podzolisation. Dans le Briançonnais, elle est surtout freinée pour des raisons climatiques (CADEL, G., 1980) alors que dans l'Oisans, c'est la nature de la roche-mère (grande richesse en argiles et en éléments ferro-magnésiens) qui représente le handicap majeur.

Sur les amphibolites de la chaîne de Belledonne et du massif du Taillefer, la brunification accompagnée d'une acidification modérée prédomine dans le montagnard; ce n'est que dans le subalpin que la pédogénèse atteint le stade des sols ocreux (GILOT, J.C., 1972) ou des sols ocres podzoliques (FERRAND, T., 1984).

Sur les calcaires liasiques du bassin de Bourg d'Oisans, la richesse en argiles des sols et les précipitations assez copieuses permettent une bonne activité biologique et donc une incorporation rapide de la matière organique contrairement à ce qu'on observe en Chartreuse sur calcaire urgonien ou en Briançonnais sur calcaire triasique où la faible quantité d'argile favorise la formation d'un humus brut. Il n'y a donc pas dans notre dition de sols humo-calcaires, humo-calciques ou lithocalciques humifères mais des sols bruns; cependant l'évolution pédogénétique ne dépasse que rarement le stade des sols bruns calcaires.

La richesse en argiles des sols, les précipitations assez abondantes et l'existence de névés tardifs sont à l'origine d'une bonne réserve hydrique des sols.

Bonne activité biologique et bonne capacité hydrique des sols expliquent l'absence presque totale des rhodoraies et le grand développement de la série mésohygrophile de l'épicéa (n°59 à 62) ou des aunaies vertes (n°66 et 67).

Si les sols bruns acides ou calcaires dominant, il ne faut cependant pas oublier que les conditions topographiques très variées du bassin de Bourg d'Oisans permettent le maintien de sols jeunes (rendzines, rankers d'érosion) ou au contraire plus évolués (sols bruns lessivés) dans certaines parties de la plaine alluviale.

B - UN MATERIEL FLORISTIQUE TRES DIVERSIFIE.

La richesse du bassin de Bourg d'Oisans est bien connue des botanistes et des phytosociologues (BRAUN-BLANQUET, J., 1961, NEGRE, R., 1950, PAUTOU, G., GIREL, J., 1976, RICHARD, L., PAUTOU, G., 1982). Les expositions chaudes sont favorables à l'installation d'espèces supraméditerranéennes, d'orophytes sud-européennes, de sarmatiques. Les expositions fraîches accueillent des espèces médioeuropéennes qui trouvent leur plein épanouissement dans les Préalpes. Parmi les espèces supraméditerranéennes, les orophytes, et les sarmatiques nous citerons :

Lavandula vera, *Scrofularia hoppei*, *Echinops sphaerocephalus*, *Ruscus aculeatus*, *Erucastrum obtusangulum*, *Carlina acanthifolia*, *Festuca varia*, *Buphtalmum salicifolium*, *Astragalus monspessulanus*, *Koeleria vallesiaca*, *Stipa pennata*, *S. capillata*.

Par rapport au Briançonnais, on note un appauvrissement en espèces circumméditerranéennes; ainsi *Hyssopus officinalis* et *Catananche caerulea* semblent manquer dans le bassin. Il en est de même pour certains orophytes du centre et du sud-est de l'Europe qui caractérisent certaines pinèdes du Briançonnais: c'est le cas d'*Astragalus austriacus* et d'*A. vesicarius*.

Un fort contingent de taxons qui trouvent leurs conditions optimales dans les Alpes externes existe dans les groupements forestiers du bassin; nous citerons: *Asperula odorata*, *Calamintha grandiflora*, *Milium effusum*, *Cardamine heptaphylla*, *C. pentaphyllos*, *Mercurialis perennis* (OBERLINKELS *et al.*, 1990). Parmi les espèces ligneuses sans grande importance sylvicole mais présentant un intérêt au point de vue phytogéographique, nous signalerons la présence de *Taxus baccata*, d'*Ilex aquifolium*, d'*Acer monspessulanum*, de *Colutea arborescens*.

Taxus baccata qui est une espèce très répandue dans les Alpes externes est également fréquent dans les Alpes intermédiaires (montagnes du Cornillon), dans les Alpes internes ouest, ainsi que dans les montagnes méditerranéennes.

Ilex aquifolium est une espèce de répartition occidentale qui est très répandue dans la chaîne de Belledonne. Elle est rare dans le bassin de Bourg d'Oisans. Il serait intéressant de connaître sa limite orientale, car l'espèce ne pénètre pas dans les Alpes internes.

Acer monspessulanum est abondant sur les rochers où il se comporte comme une espèce rupicole. *Colutea arborescens* qui est une espèce euryméditerranéenne est présente dans quelques stations situées en versant sud; c'est le cas des pentes bordant la Lignarre.

En revanche *Genista cinerea* qui est une espèce de répartition ouest méditerranéenne est absent du bassin de Bourg d'Oisans. Il est largement répandu dans le Trièves. La station la plus septentrionale a été découverte près de la Chapelle en Valjouffrey.

Le nombre d'espèces arborescentes est maximal dans le bassin de Bourg d'Oisans; parmi les chefs de file des séries, nous citerons: le chêne pubescent, le chêne sessile, le charme, le sapin, l'épicéa, le mélèze, le hêtre, le pin sylvestre, le frêne commun, l'aune vert, l'aune blanc.

Précisons de façon sommaire la répartition et l'écologie des principales essences forestières dans le bassin de Bourg d'Oisans.

Alnus incana. C'est l'espèce la plus répandue de la plaine de Bourg d'Oisans. Les bois reliques, les haies bordant les parcelles et les fossés sont à base d'aune blanc. L'aunaie à *Alnus incana* peut être considérée comme le groupement climacique de la plaine alluviale.

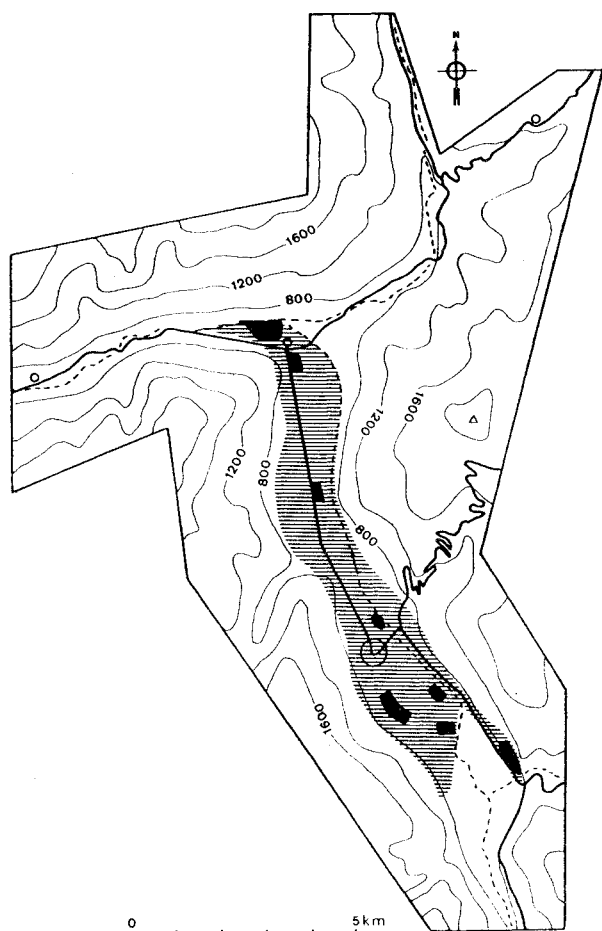


Fig. 3.- Distribution des Peupleraies et surface de la plaine d'inondation (en grisé) dans le bassin de Bourg d'Oisans.

Fraxinus excelsior. Le frêne commun participe au cortège floristique des forêts riveraines. Localement, il existe quelques frênaies authentiques dans la plaine de Bourg d'Oisans. A partir des Alpes intermédiaires, l'espèce occupe les sites écologiques favorables au charme dans les Alpes externes. Il est, de plus, très répandu dans les paysages bocagers de moyenne montagne.

Betula verrucosa. Le bouleau blanc est très répandu dans le bassin de Bourg d'Oisans. Cette espèce photophile et peu exigeante au point de vue des conditions pédologiques, colonise les cônes d'éboulis, les cônes de déjection, les alluvions fluviales grossières ainsi que les prairies hygrophiles abandonnées qui sont liées à un sol de texture sableuse ou graveleuse.

Populus tremula. Le peuplier tremble est une espèce qui occupe de vastes surfaces dans l'Oisans. C'est un colonisateur des éboulis à gros blocs; aussi s'implante-t-il facilement sur les pierriers qui sont fréquents dans la région étudiée. C'est avec le bouleau et quelques saules (*Salix pentandra*) un des rares feuillus de grande taille qui pénètrent dans les parties les plus internes des vallées de l'Oisans.

Quercus pubescens. Le chêne pubescent est présent dans les parties inférieures du versant sud de Belledonne. Il recherche plus particulièrement les éboulis à gros blocs. Dans la partie supérieure de l'étage collinéen, il est généralement subordonné à d'autres feuillus, le hêtre en particulier. Le chêne pubescent est également associé au pin sylvestre sur les calcaires marneux et à la faveur des expositions chaudes (versants sud de la vallée de la Lignarre).

Quercus petraea. Le chêne sessile est bien représenté dans le bassin de Bourg d'Oisans. Il recherche, préférentiellement, les expositions est. En adret il peut monter jusqu'à 1 500 m d'altitude; en ubac, on le trouve parfois dans les parties inférieures des hêtraies mésophiles. Sur les falaises, il est souvent associé à *Amelanchier ovalis*, *Acer campestre* et *A. monspesulanum*.

Castanea sativa. Le châtaignier qui présente un fort recouvrement sur le versant occidental de Belledonne pénètre dans la vallée de la Romanche, mais il est subordonné au charme et au chêne sessile. *Castanea sativa* est rare dans le bassin de Bourg d'Oisans; la station la plus interne se trouve dans la vallée de l'Eau d'Olle au-dessus d'Allemond. Les peuplements de châtaignier se rattachent à la série acidocline du chêne sessile (n°16).

Carpinus betulus. Le charme régulièrement présent dans la vallée de la Romanche jusqu'à Livet n'était pas connu plus à l'intérieur. Nous avons trouvé

une charmaie pure à 1 km environ à l'amont de Rochetaillée. C'est vraisemblablement, la station de *Carpinus betulus* la plus orientale des Alpes dauphinoises.

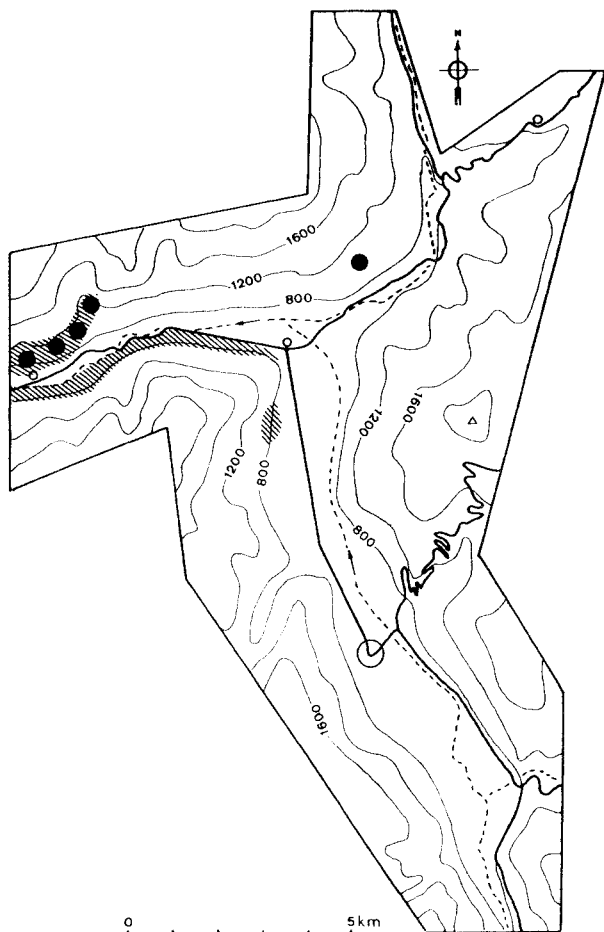


Fig. 4.- Distribution de *Carpinus betulus* et *Castanea sativa* (●) dans le bassin de Bourg d'Oisans.

Fagus sylvatica. Le hêtre est présent à toutes les expositions. Si l'espèce constitue de vastes peuplements dans l'étage montagnard (800 - 1 700 m) du versant sud de Belledonne, en revanche, il est moins abondant sur le versant ouest des Grandes Rousses. *Fagus sylvatica* disparaît à l'est du barrage du Chambon. Indifférent le plus souvent à la nature des sols, il perd de son dynamisme dans la partie est des Alpes intermédiaires surtout sur les matériaux marneux.

Pinus sylvestris. Peu fréquent sur le versant occidental de Belledonne, il occupe dans le bassin de Bourg d'Oisans de vastes surfaces dans le montagnard inférieur. Etant très rustique, il s'installe dans les sites qui sont peu attractifs pour les autres espèces. La nature de la roche mère est déterminante pour son implantation: les calcaires marneux, les schistes, les dépôts glaciaires lui sont particulièrement favorables; il colonise,

également, les cônes d'éboulis, les cônes de déjection, les dépôts alluvionnaires grossiers. L'abandon des pâturages d'accès difficile a facilité son extension. En revanche, l'espèce est moins représentée sur les amphibolites, les granites et les gneiss.

Abies alba. Le sapin présente un fort recouvrement sur les sols à bonne rétention hydrique en exposition nord: entre le pont d'Aveyrna et Rochetaillée, le sapin descend jusqu'à 800 m dans le montagnard inférieur. A la faveur des expositions est et ouest il est en mélange avec le hêtre dans le montagnard moyen. Il est parfois associé à l'épicéa dans le subalpin inférieur. Les diagrammes polliniques montrent que l'espèce a joué dès l'Atlantique un rôle fondamental (COUTEAUX M., 1981). Actuellement, l'espèce semble, à nouveau en progression.

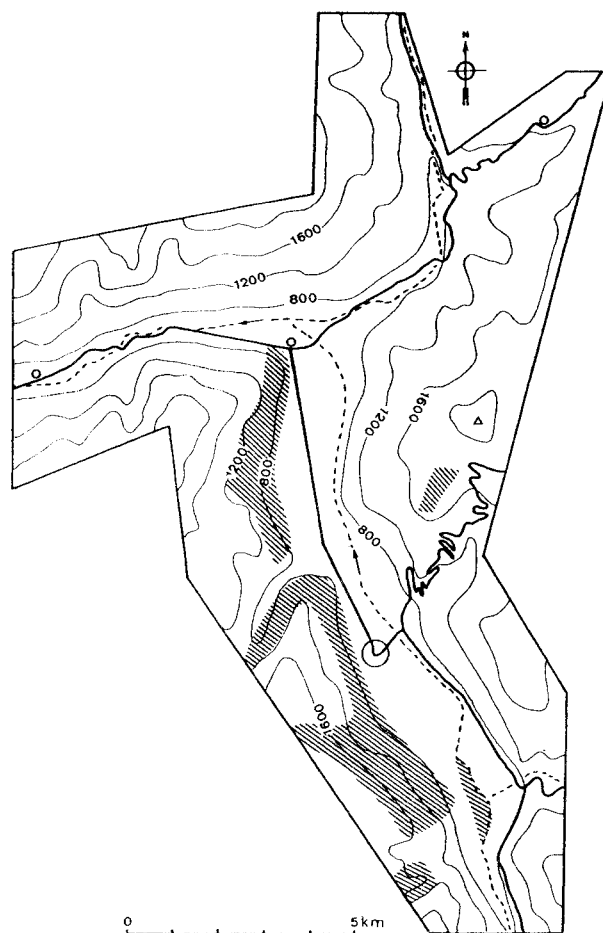


Fig. 5.- Distribution de *Larix decidua* dans le bassin de Bourg d'Oisans.

Picea excelsa. Bien qu'arrivé beaucoup plus récemment dans l'Oisans après le sapin, l'épicéa occupe de nombreuses situations écologiques. Il est associé au hêtre et au sapin en ubac. Sur les versants sud et sur calcaire marneux il s'associe au pin sylvestre dans le montagnard supérieur (n°25 bis). C'est également l'une

des essences qui s'établissent sur les éboulis en voie de stabilisation et dans les parties les plus hautes des dépôts alluviaux (bords du Vénéon par exemple). Il est associé au frêne dans les paysages bocagers. Enfin, il faut rappeler son fort recouvrement dans l'étage subalpin inférieur; dans ce cas c'est la seule essence, chef de file de séries. L'épicéa et le sapin sont les deux essences qui actuellement, progressent le plus rapidement dans les Alpes intermédiaires.

Larix decidua. Le mélèze évoque déjà les paysages du domaine interne. Il colonise les sites à faible compétition. Son affinité pour les sols bien pourvus en réserves hydriques explique sa présence sur les dépôts alluviaux liés à une nappe phréatique. Une étude des documents historiques permettrait de déterminer le rôle des reboisements dans l'extension du mélèze vers l'ouest, le versant oriental du Cornillon par exemple a été occupé par de maigres landes pendant de nombreuses décennies.

Pinus uncinata. Alors que le pin à crochets constitue de magnifiques populations dans le Briançonnais et dans les Préalpes, il n'existe qu'à l'état sporadique dans les Alpes intermédiaires. Sa rareté pourrait s'expliquer par le fort déboisement de l'Oisans mais également par la rareté des falaises de calcaires massifs qui jouent le rôle de stations refuges, en étant peu favorables aux pâturages.

Pinus cembra. Le pin cembro est répandu dans les Alpes internes sur roches-mères silicatées (Massif de Belledonne, Taillefer); la cembraie de Chamrousse a fait l'objet d'une étude floristique et pédologique précise (GILOT J.-C., 1972). Il est moins abondant dans les Alpes intermédiaires et internes ouest mais de nombreuses stations ont été répertoriées sur le territoire du Parc des Ecrins. *Pinus cembra* s'est implanté très anciennement dans l'Oisans. S. WEGMULLER (1977) considère qu'une grande partie des pollens de pin qui ont atteint les "Gypsières" durant le Subboréal, le Boréal et l'Atlantique appartiennent à cette espèce.

Alnus viridis. L'aune verte occupe de vastes surfaces dans le montagnard supérieur et le subalpin inférieur. De très beaux peuplements se trouvent entre l'Alpe d'Huez et Sardonne. Les aunaies à *Alnus viridis* sont fréquentes dans les Alpes intermédiaires, à la faveur des nombreux affleurements de roches silicatées bien alimentés par les névés.

C - LES RELATIONS SPATIALES ENTRE LES GROUPEMENTS VEGETAUX.

La limite supérieure de la forêt s'élève d'ouest en est. Elle se situe dans le Briançonnais 200 m au dessus de celle des massifs externes (2 400 m au lieu de 2 200 m).

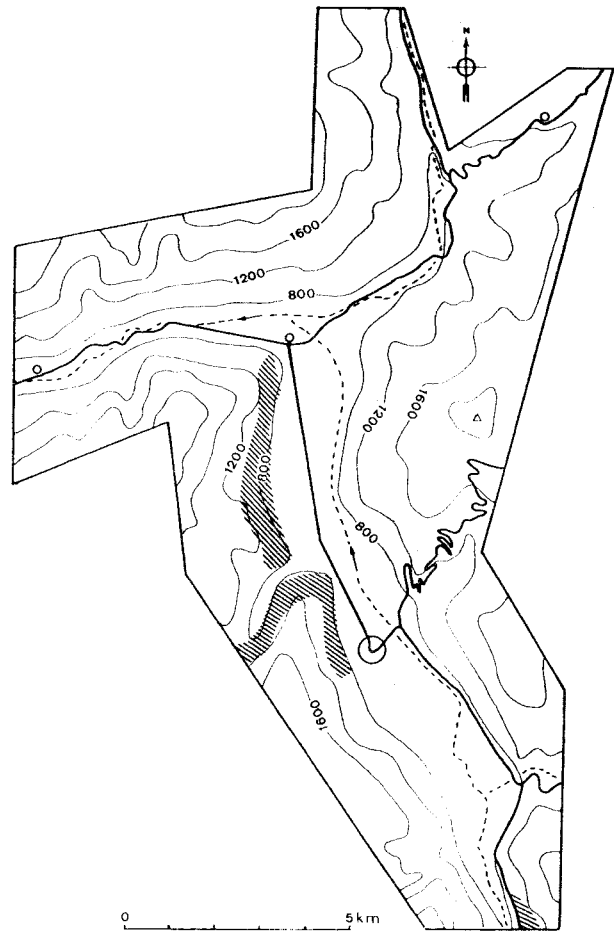


Fig. 6.- Distribution de *Pinus nigra* subsp. *nigra* dans le bassin de Bourg d'Oisans.

L'isotherme 10°C pour juillet correspond assez bien à cette limite supérieure de la forêt; il en est de même pour l'isotherme annuel de 0°C.

Dans le bassin de Bourg d'Oisans, la limite supérieure théorique de la forêt se situerait vers 2 300 m, mais la limite réelle est comprise entre 1 950 et 2 000 m. L'absence de groupements forestiers dans le subalpin supérieur semble trouver en partie son origine dans les interventions humaines (COUTEAUX M., 1981, 1983).

Dans le cadre de ce travail, l'étude phytogéologique a porté principalement sur les groupements végétaux forestiers. La composition de chaque type de groupement peut être décrite en prenant en compte les rapports quantitatifs entre les groupes écologiques présents : xérophiles, mésoxérophiles, mésophiles, mésohygrophiles, calciphiles, neutrophiles, acidophiles, montagnardes, subalpines, photophiles, sciaphiles.

Au pôle externe, dans les massifs très arrosés des Préalpes, les espèces mésophiles et sciaphiles dominent dans des communautés fermées où elles sont

capables de régénérer en sous-bois. Au pôle interne, dans les régions très sèches du Briançonnais, les espèces arborées chefs de file des groupements forestiers sont des essences de lumière : pin sylvestre, mélèze, pin à crochets. Elles constituent des groupements ouverts, organisés en mosaïques dans l'espace horizontal (alternance de plages ensoleillées et de plages ombragées) et dans l'espace vertical (alternance de plages herbacées, de plages à structure forestière, de plages de régénération). L'ouverture des groupements et les conditions xériques du climat favorisent l'épanouissement d'espèces photophiles et xérophiles. Ce n'est que dans les ubacs subalpins sur roches-mères acides que l'on trouve les mésophiles et quelques rares mésohygrophiles. C'est certainement pour trouver des conditions conformes à ses exigences en eau que le sapin du Briançonnais est localisé dans le subalpin.

Dans les Alpes intermédiaires et plus particulièrement dans le bassin de Bourg d'Oisans, il existe une gamme étalée de situations écologiques qui permettent l'épanouissement de nombreuses espèces depuis les xérophiles jusqu'aux mésohygrophiles.

Les xérophiles diminuent fortement de bas en haut; elles sont bien représentées dans le montagnard d'adret sur roches-mères calcaires en particulier dans les pinèdes. Celles-ci accueillent aussi beaucoup de mésoxérophiles dont certaines présentent une grande amplitude altitudinale tout en étant assez abondantes comme *Calamagrostis varia*.

Les mésophiles sont peu représentées en adret; ce n'est qu'au niveau du montagnard supérieur que quelques unes apparaissent dans les hêtraies (n°23). Par contre dans les ubacs, les mésophiles du *Carpinion* et du *Fagion* forment l'ossature de nombreux groupements (charmaies, frênaies, hêtraies, hêtraies-sapinières, voire même quelques pinèdes ou pessières).

Les mésohygrophiles déjà nombreuses dans les hêtraies-sapinières ou les érablaies du montagnard supérieur (n°39 à 44) s'épanouissent dans les groupements subalpins [pessières à *Adenostyles alliariae* (n°59) ou à *Peucedanum ostruthium* (n°60)]. L'importance prise par le groupe des mésohygrophiles dans le bassin de Bourg d'Oisans est la résultante de facteurs climatiques (précipitations assez copieuses, présence de glaciers) et de facteurs édaphiques (sols à bonne rétention hydrique issus de l'altération des amphibolites).

Aux deux extrémités ouest et est du Dauphiné les espèces mésohygrophiles sont moins bien représentées pour des raisons différentes. Dans les Préalpes calcaires (Chartreuse, Vercors) les fortes précipitations représentent un élément favorable; en revanche, les sols issus de l'altération des calcaires durs stockent de faibles quantités d'eau. Dans le

Briançonnais, le climat sec ne permet que de faibles réserves en eau dans les sols si bien que l'implantation des mésohygrophiles n'est possible que dans quelques rares stations; les aunaies vertes sont presque totalement exclues.

L'analyse de la répartition des espèces en fonction de leur appartenance phytosociologique corrobore les informations obtenues en prenant en compte les groupes écologiques. On observe une diminution des *Fagetalia* avec la continentalité croissante : elles sont prépondérantes dans les Alpes externes, encore très bien représentées dans les Alpes intermédiaires, réduites à quelques représentants dans le Briançonnais. En revanche, on constate une augmentation des espèces des *Pinetalia*, groupe qui n'est représenté dans les Alpes externes qu'à la faveur de conditions stationnelles (grés albiens) ou de situations particulières (coupes de bois) alors qu'en Briançonnais il représente l'ossature principale de beaucoup de groupements climaciques. Dans le bassin de Bourg d'Oisans les espèces des *Pinetalia* n'ont pas une très grande abondance mais elles sont présentes dans un grand nombre de groupements; pour quelques uns, le climax stationnel domine (n°47 et 50) mais pour les autres il ne peut être question de les considérer de la même façon puisqu'il s'agit de groupements forestiers (n°24, 25, 25 bis, 34, 35, 36, 54) colonisant l'ensemble des roches-mères carbonatées. Certes, ces dernières induisent un pédoclimat plus sec mais cela ne justifie pas pour autant de considérer l'ensemble des groupements forestiers sur roches-mères calcaires comme des groupements stationnels. Le bassin de Bourg d'Oisans est une des zones les plus intéressantes des Alpes françaises pour comprendre comment beaucoup d'espèces des *Pinetalia* passent d'une signification strictement stationnelle dans les Préalpes à une signification climatique dans le Briançonnais.

Les représentants des *Vaccinio-Piceetalia* et surtout les plus acidophiles sont peu nombreux dans le bassin de Bourg d'Oisans; ceci est dû à la prédominance comme roches-mères acides des amphibolites qui donnent des sols à assez bonne activité biologique. Lorsque les roches-mères sont favorables (gneiss, grés) les espèces acidophiles sont bien présentes mais la variété est faible car l'acidification des sols s'accompagne d'appauvrissement floristique et d'uniformisation; cela est particulièrement net dans les sapinières-pessières (n°45) de la partie sud-est du bassin.

Pour le tableau III nous avons adopté un type de représentation synthétique montrant l'étagement des groupements végétaux en fonction de la nature de la roche-mère combinée à l'économie de l'eau. Nous distinguons ainsi des toposéquences calciphiles, neutrophiles, acidophiles et nous prenons aussi en compte les expositions dominantes où sont localisés les groupements.

TABLEAU III.- Répartition des groupements végétaux forestiers du bassin de Bourg d'Oisans.

Altitude	Groupements acidophiles		Groupements neutrophiles		Groupements calciphiles	
	Exposition S	Exposition E-W	Exposition E-W-N	Exposition E-W-N	Exposition S	Exposition E-W-N
2000						
1900	Pessière à <i>Vaccinium vitis-idaea</i> 53	Cembraie à <i>Rhododendron ferrugineum</i>	Aunaie à <i>Alnus viridis</i> 67	Aunaie à <i>Alnus viridis</i> 67	Pessière à <i>Calamagrostis varia</i> 54	Pessière à <i>Aster bellidiastrum</i> 58
1800		Pessière à <i>Vaccinium myrtillus</i> 57	Pessière à <i>Peucedanum ostruthium</i> 60 et 61	Pessière à <i>Peucedanum ostruthium</i> faciès à <i>Larix decidua</i> 62		
1700			Pessière à <i>Adenostyles alliariae</i> 59	Pessière à <i>Adenostyles alliariae</i> 59		
1600	Hêtraie à <i>Vaccinium myrtillus</i> 23	Sapinière à <i>Maianthemum bifolium</i> 45	Hêtraie-Sapinière à <i>Ranunculus acotifolius</i> 43	Frênaie à <i>Betula verrucosa</i> et <i>Picea abies</i> 32 et 52	Pinède sylvestre et Pessière à <i>Calamagrostis varia</i> 25 bis	Pinède à <i>Sesleria varia</i> 36
1500		Hêtraie à <i>Deschampsia flexuosa</i> 28			Pinède sylvestre à <i>Calamagrostis varia</i> 25	Sapinière-Pessière à <i>Veronica urticifolia</i> 46
1400			Hêtraie-Sapinière à <i>Calamintha grandiflora</i> et faciès à <i>Tilia platyphyllos</i> 40 et 41	Hêtraie-Sapinière à <i>Calamintha grandiflora</i> faciès à <i>Larix decidua</i> 42		Pinède-Hêtraie à <i>Hylocomium splendens</i> 35
1300	Hêtraie à <i>Melampyrum nemorosum</i> 22	Hêtraie à <i>Festuca heterophylla</i> 27	Hêtraie à <i>Asperula odorata</i> 31	Hêtraie à Méléze 29	Pinède sylvestre à <i>Polygala chamaebuxus</i> 24	et Pinède à <i>Fraxinus excelsior</i> 37
1200			Hêtraie-Sapinière à <i>Hedera helix</i> et <i>Salvia glutinosa</i> 39			
1100		Hêtraie à <i>Ilex aquifolium</i> 26	Hêtraie à <i>Mercurialis perennis</i> 30	Frênaie à <i>Corylus avellana</i> 51		Pinède-Hêtraie à Orchidées 34
1000	Chênaie à <i>Quercus petraea</i> avec <i>Fagus sylvatica</i> 18	Chênaie à <i>Quercus petraea</i> avec <i>Carpinus betulus</i> ou <i>Castanea sativa</i> 17	Charmaie à <i>Aegopodium podagraria</i> 20	Frênaie à Érables 21	Chênaie à <i>Quercus pubescens</i> et <i>Pinus sylvestris</i> 15	Landes à Érables et <i>Pinus sylvestris</i> 49
900						
800	Chênaie à <i>Quercus petraea</i> avec <i>Quercus pubescens</i> 16					
700						

mésoxérophile

mésophile

(mésophile) à mésohygrophile intermédiaire ouest

mésophile à (mésohygrophile) intermédiaire est

xérophile à mésoxérophile

mésophile

Quatre essences dominent dans le collinéen (*Alnus incana*, *Quercus petraea*, *Carpinus betulus*, *Quercus pubescens*), cinq dans le montagnard (*Fagus sylvatica*, *Pinus sylvestris*, *Abies alba*, *Picea abies*, *Fraxinus excelsior*) avec de plus deux espèces introduites (*Larix decidua*, *Pinus nigra* subsp. *nigra*); deux espèces structurent les groupements dans le subalpin: *Picea abies* et *Alnus viridis*.

Plusieurs faits se dégagent de l'examen du tableau III, et de la comparaison des toposéquences présentées avec les zonations altitudinales caractéristiques des Alpes externes (RICHARD L., PAUTOU G., 1982, OZENDA P., 1985) et des Alpes internes (CADEL G., GILOT J.Cl., 1963, OZENDA P., 1981 et 1985, CADEL G., 1980).

1 - Plusieurs groupements à large répartition dans les Alpes externes sont rares ou peu représentés.

- La chénaie delphino-jurassienne à *Quercus pubescens* n'existe que sur quelques versants de calcaires marneux orientés au sud ou à l'ouest; on peut trouver une explication dans le fait que l'altitude du bassin est assez élevée: le niveau de base est à 710 m ce qui exclut le collinéen inférieur. Il faut aussi noter un appauvrissement floristique avec surtout l'absence de *Buxus sempervirens*; par contre *Pinus sylvestris* est assez abondant (n°15).

- La limite orientale des charmaies eutrophes à *Aegopodium podagraria* (n°20) se trouve au niveau de la Tête des Sables dans la moitié nord du bassin. On peut considérer que les frénaies à érables (n°21), à noisetier (n°51), à bouleau (n°32 et 52) constituent des groupements vicariants de la charmaie dans le sous-secteur oriental; mais il faut noter un appauvrissement en représentants des *Fagetalia* à distribution affirmée dans les Alpes externes (OBERLINKELS M. et al., 1990).

- La chénaie à *Quercus petraea* dans son faciès à *Castanea sativa* (n°17) ne dépasse pas sur les contreforts orientaux de Belledonne le niveau d'Allemond dans la vallée de l'Eau d'Olle.

- Une association bien représentée dans les Alpes externes, l'*Aceri-Fagetum* (n°44) se trouve à sa limite orientale, à l'entrée du bassin, sur l'ubac du Taillefer.

2 - La chénaie acidocline à *Quercus petraea* (n°16) qui occupe le versant sud de Belledonne prolonge un groupement bien représenté dans toutes les Préalpes (série collinéenne du chêne sessile). Plusieurs faciès existent: faciès à *Quercus pubescens* sur les sols squelettiques et en position d'abri, à *Carpinus betulus* et *Castanea sativa* (n°17) sur les replats, à *Fagus sylvatica*

(n°18) dans le collinéen supérieur sur les pentes peu favorables aux interventions humaines.

3 - Les hêtraies pures, bien que présentes dans l'ensemble du bassin de Bourg d'Oisans (n°22, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31) sont surtout bien développées sur les adrets montagnards de roches-mères acides. Il n'existe que des différences assez faibles au sein de la composition des groupes écologiques concernant la série mésoxérophile acidocline du hêtre (n°22 et 23) et la sous-série acidophile de la série mésophile du hêtre (n°26 à 28); dans les deux cas *Vaccinium myrtillus* est abondant.

4 - Le hêtre peut être en mélange avec le sapin au sein de la série de la hêtraie-sapinière (n°39 à 43) mais là aussi les différences ne sont pas très importantes avec la série mésophile du hêtre; on remarque surtout une plus grande abondance des mésophiles des *Fagetalia* dans cette dernière série.

5 - Le hêtre est aussi en étroit mélange avec le pin sylvestre dans certains versants ouest ou est sur calcaire liasique (n°34 et 35); ces groupements sont particulièrement intéressants car ils semblent stables et témoignent ainsi de la position intermédiaire du bassin de Bourg d'Oisans dans un transect phytogéographique des Alpes dauphinoises.

6 - Le pin sylvestre forme dans les adrets calcaires des pinèdes mésoxérophiles caractérisées par *Polygala chamaebuxus* ou *Calamagrostis varia*; le plus souvent à l'état pur (n°24 et 25) il se mélange cependant avec l'épicéa dans le montagnard supérieur (n°25 bis). Installées sur des sols bruns calcaires parfois légèrement décarbonatés (tableau I) ces forêts sont écologiquement proches de la pessière à *Berberis vulgaris* de Tarentaise (GENSAC P., 1967). Dans les versants ouest ou est plus humides mais toujours sur calcaire, le pin sylvestre en mélange avec le hêtre individualise des groupements plus mésophiles (n°34 à 37); ils sont voisins de la pessière à *Valeriana tripteris* de Tarentaise (GENSAC P., 1967) et des sapinières à *Picea abies* et *Carex alba* du Valais.

L'épanouissement des pinèdes à *Pinus sylvestris* nous semble tout autant lié à la nature de la roche-mère qu'à des modifications climatiques par rapport aux Alpes externes. Dans les Préalpes, les rares pinèdes sylvestres sont localisées sur des grès sénoniens ou albiens très filtrants du Vercors et représentent donc un climax strictement édaphique (FAURE Ch., 1968, RAMEAU J.C., 1985, 1987). Par contre, si l'influence édaphique ne peut être négligée dans le bassin de Bourg d'Oisans, il faut remarquer la plus grande variété des pinèdes sylvestres où l'influence des facteurs climatiques comme l'exposition et l'altitude est manifeste; d'autant qu'il ne faudrait pas considérer les calcaires liasiques comme donnant toujours des sols à faible capacité hydrique puisque des pessières mésophiles (n°58) et

même des sapinières-pessières (n°46) peuvent s'y installer.

7 - Dans la partie sud-est du bassin de Bourg d'Oisans (Alpes intermédiaires est) le hêtre devient rare dans le montagnard moyen et supérieur si bien que la hêtraie-sapinière typique (n°39 à 43) n'existe plus et est remplacée par une sapinière à épicéa (n°45 et 46) qui est assez voisine de l'*Abietetum albae melampyretosum* décrit par R. KUOCH (1954) mais la partie inférieure est plus riche en hêtre que le type suisse. La sapinière-pessièrre à *Veronica urticaefolia* (n°45), installée sur calcaire liasique est un groupement floristiquement riche et à bonne productivité.

Par contre, la sapinière-pessièrre à *Maianthemum bifolium* (n°46), développée sur des roches-mères très acides, est plus chétive et sa flore compagne est particulièrement pauvre. De façon générale, aussi bien en adret qu'en ubac, la strate herbacée des sols acides est pauvre; c'est très net dans les hêtraies acidophiles (n°26 à 28).

L'acidification amène donc un appauvrissement mais aussi une uniformisation, si bien que les différences floristiques entre adret et ubac sont plus marquées sur calcaire que sur roche-mère acide que l'on soit dans le montagnard moyen, supérieur ou le subalpin inférieur.

8 - Dans notre dition ce n'est qu'au niveau du subalpin que l'épicéa retrouve sa suprématie. Les différentes pessières distinguées existent pour la plupart dans d'autres régions des Alpes mais la composition floristique est ici souvent plus pauvre.

C'est pour la pessière à *Vaccinium myrtillus* (n°57) et celle à *Adenostyles alliariae* (n°59) que les ressemblances sont les plus nettes avec les types déjà décrits. La pessière à *Vaccinium vitis-idaea* (n°53) est plus pauvre que celles signalées en Suisse (BRAUN-BLANQUET J. et al., 1954) ou en Maurienne (BARTOLI C., 1966) mais avec les pelouses à *Festuca paniculata* et les landes à *Juniperus nana* (n°55 et 56) elle individualise bien le subalpin d'adret acide.

Les deux pessières sur calcaire, même si elles n'occupent pas de grandes surfaces, sont très intéressantes car elles témoignent bien de la situation intermédiaire du bassin de Bourg d'Oisans entre les Alpes externes et les Alpes internes. La pessière mésocalciphile à *Aster bellidiastrum* (n°58) a des affinités avec la pessière à *Valeriana tripteris* de Tarentaise (GENSAC P., 1967) même si elle a une tonalité nettement plus sèche par disparition presque totale des mésohygrophiles. Quant à la pessière mésoxérophile à *Calamagrostis varia* (n°54) sa signification est très importante malgré sa faible étendue

à l'ouest d'Auris en Oisans; elle nous montre les conditions les plus sèches (climatiques et édaphiques) que l'épicéa puisse supporter en adret. En zone plus interne donc plus sèche, l'épicéa ne peut plus coloniser à lui seul les adrets subalpins calcicoles : il est en Maurienne, très dominé par le pin à crochet (BARTOLI C., 1966) et en Briançonnais totalement exclu (CADEL G., GILOT J.C., 1963). La pessière à *Calamagrostis varia* est voisine de celle à *Berberis vulgaris* décrite en Tarentaise (GENSAC P., 1967). Certes la pessière tarine débute beaucoup plus bas (1150 m) et est surtout localisée dans le montagnard mais comme le dit P. GENSAC "on peut cependant, en plusieurs endroits, envisager l'existence d'une pessière subalpine sèche sur calcaire, par la présence de nombreux petits épicéas clairsemés". Cette remarque est tout à fait applicable à l'Oisans dont on sait qu'il a subi des déboisements importants par place à l'heure actuelle, avec la diminution du pâturage, l'épicéa colonise puissamment les pelouses au voisinage d'Auris en Oisans.

9 - Les stations de mélèze du bassin de Bourg d'Oisans représentent sa limite nord-ouest en Dauphiné (DUCHAUFOR P., FOURCHY P., 1952). Ce qui est étonnant ce n'est pas de le rencontrer dans l'étage montagnard, ce qui est déjà le cas dans les Alpes internes lorsque les sols sont bien pourvus en eau mais sa quasi absence de l'étage subalpin. On peut penser que des actions anthropiques expliquent au moins en partie ce phénomène: tous les sites subalpins où la capacité hydrique des sols serait favorable au mélèze ont depuis longtemps été déboisés pour laisser place à de riches pâturages. Dans le montagnard, le mélèze a par contre été favorisé par l'homme qui a effectué de nombreux reboisements pour stabiliser les terrains.

10 - Les groupements végétaux qui occupent le plancher alluvial ne figurent pas sur le tableau, mais comme les groupements de versants ils présentent des particularités intéressantes. La végétation alluviale est également très diversifiée par suite de la position d'interface de la plaine de l'Oisans entre l'étage collinéen et l'étage montagnard et l'existence d'une gamme variée de biotopes entre le chenal principal de la Romanche et les dépressions marginales situées au pied des reliefs. Les aunaies à *Alnus incana* (n°1 à 3) occupent de vastes surfaces. Malgré l'altitude relativement basse (780 m), ces aunaies ne se rattachent pas à l'*Equiseto-Alnetum* submontagnard à *Equisetum hiemale* et *Impatiens glandulifera* présent dans la vallée du Grésivaudan. Trois types de groupements sont présents: l'aunaie à *Aegopodium podagraria* (n°2) proche de l'*Alnetum incanae* d'E. OBERDORFER (1957), l'aunaie à *Fraxinus excelsior* et *Pinus sylvestris* (n°3) proche de l'*Alnetum incanae pinetosum* décrit par P. SEIBERT (1958). Sur les sols limono-argileux en rapport avec une nappe phréatique de surface existe une aunaie à *Alnus incana* et *Carex acutiformis* (n°1) dont la composition

floristique est proche de l'aunaie hydromorphe à *Alnus glutinosa*. L'absence de cette espèce dans les marais périphériques pose un problème: en effet *Alnus glutinosa* est répandu dans les régions voisines à des altitudes plus élevées (910 m) au bord des lacs de Laffrey. Dans les parties les plus hautes du lit d'inondation sur les sols à fort pourcentage de sables fins s'implante une aunaie mixte à *Alnus incana*, *Fraxinus excelsior* et *Acer pseudoplatanus* (n°3). A cette altitude, la forêt de bois durs de type *Quercus-Ulmetum* est absente; plusieurs espèces qui en sont les composantes habituelles sont absentes: *Quercus robur*, *Ulmus minor*, *Populus alba*, *Robinia pseudacacia*. Sur les sols stabilisés à l'extérieur des digues une pinède mésophile à *Pinus sylvestris* comportant des feuillus divers et des résineux (*Picea*, *Larix*, *Abies*) s'implante sur les alluvions filtrantes. Sur la carte, ces pinèdes font partie de la série alluviale du pin sylvestre à *Hippophae rhamnoides* (n°13).

11 - Le bassin de Bourg d'Oisans s'individualise aussi par une grande diversité de groupements spécialisés qui souvent sont communs à plusieurs étages. Parmi ceux qui sont localisés dans le collinéen et le montagnard, citons: le groupement rupicole à *Amelanchier ovalis* et *Acer monspessulanum* (n°50) sur falaises et blocs rocheux siliceux et riche en représentants de l'*Androsacion vandellii*, les éboulis à *Achnatherum calamagrostis* et *Centranthus angustifolius* (n°47) très riches en éléments thermophiles de la flore oroméditerranéenne, les frênaies à *Corylus avellana* (n°51) et celles à *Betula verrucosa* (n°52) installées sur les éboulis consolidés. L'étude de ces deux derniers groupements est délicate car dans ces forêts les conditions écologiques varient très vite: topographie très tourmentée, granulométrie très hétérogène, alimentation hydrique très variable. De ce fait, il y a cohabitation d'un grand nombre de groupes écologiques; on compte parfois plus de trente phanérophyles. Les forêts installées sur éboulis apparaissent très composites et peuvent être considérées comme des mosaïques d'association.

Dans le montagnard supérieur et le subalpin il faut souligner la grande place occupée dans la partie nord du bassin de Bourg d'Oisans par les aunaies à *Alnus viridis* (n°67). Nécessitant une bonne capacité hydrique des sols, on les rencontre principalement sur roches-mères acides; les sols assez argileux provenant des amphibolites leur conviennent très bien. Les versants nord du Taillefer et nord-ouest du massif des Grandes-Rousses alimentés l'été par l'eau de fusion des névés ou des glaciers sont très favorables à l'implantation de l'aune vert.

La forte diminution du hêtre, l'apparition de l'*Abietetum albae* et de pinèdes sylvestres à déterminisme mi-édaphique, mi-climatique indique clairement que nous avons quitté les Alpes externes. L'absence du *Piceetum montanum* et dans les adrets de

vastes pinèdes qui n'apparaissent que plus à l'est (Vénéon, Briançonnais), montre bien que nous ne sommes pas encore dans les Alpes internes. Le bassin de Bourg d'Oisans appartient donc à une troisième entité, celle des Alpes intermédiaires où les conditions moins tranchées qu'aux deux pôles extrêmes permettent l'individualisation d'un grand nombre de groupements forestiers.

Mais devant chaque cas on peut se poser la question : est-ce que la ressemblance est plus forte avec les Alpes externes ou avec les Alpes internes ? Cela nous semble être un faux problème dans la mesure où les deux réponses sont possibles selon l'endroit considéré. En effet, il y a dans notre région une évolution rapide des groupements forestiers entre le nord-ouest et le sud-est, différences encore accentuées par une prédominance des roches-mères acides au nord-ouest et des calcaires au sud-est. En résumé, la partie au nord de Bourg d'Oisans ressemble beaucoup aux Alpes externes alors que celle au sud montre de sérieuses affinités avec les Alpes internes.

D - LA PRODUCTIVITE DES GROUPEMENTS VEGETAUX DANS LES ALPES INTERMEDIAIRES : L'EXEMPLE DES SAPINIÈRES.

1 - Le calcul de l'indice de PATERSON, qui permet d'évaluer la production ligneuse potentielle d'une région, exprime de façon synthétique les interactions entre le bilan de l'eau (flux d'entrée) et le bilan radiatif.

$$I = \frac{T_o \times P \times G \times E}{T_a \times 12 \times 100}$$

To : température moyenne mensuelle du mois le plus chaud.

Ta : l'écart en degrés séparant les températures moyennes mensuelles du mois le plus chaud d'une part et du mois le plus froid d'autre part.

P : pluviosité moyenne annuelle en mm.

G : la longueur en mois de la saison de végétation (température supérieure à 7°C).

E : un facteur de réduction pour évaporation, dont la valeur est fonction de la latitude. Il exprime en neuvièmes la valeur du rapport de la radiation solaire au pôle à la radiation à la station considérée.

Sur un transect vertical la valeur du rapport augmente avec les précipitations, bien qu'il y ait chute de température. De Grenoble (220 m) à St-Hilaire du Touvet (1 120 m) les précipitations augmentent de 680 mm, alors que la température diminue de 4°C.

I = 410 à Grenoble (210 m), soit une productivité potentielle de 6m3/ha/an et I = 500 à St-Hilaire du Touvet, soit une productivité de 7m3/ha/an. Si on compare avec Villard de Lans, qui est approximativement à la même altitude, I tombe à 241, soit une productivité de 5m3/ha/an. Cette chute s'explique par la diminution des précipitations. A Bourg d'Oisans (750 m), malgré une pluviosité comparable à celle de Grenoble, l'altitude plus élevée fait baisser l'indice à 280 soit une productivité de l'ordre de 5,3 m3/ha/an. A Briançon (1 380 m), l'indice chute à 216, soit une productivité de 4,5 m3/ha/an.

Cet indice ne présente un intérêt qu'à titre comparatif. Comme d'ailleurs la majorité des indices, il accorde trop d'importance aux précipitations, les autres variables n'ayant qu'une valeur de pondération. De plus, il ne prend pas en compte la variabilité stationnelle et nous pouvons voir ci-après la grande importance qu'elle peut avoir (tableau IV).

TABLEAU IV.- Variation de la productivité des sapinières dauphinoises selon les zones bioclimatiques et les types de station.

a - Le long du gradient bioclimatique des Alpes occidentales.

Zone et sous-secteurs bioclimatiques	Moyenne (m3/ha/an)	Valeurs extrêmes
Alpes externes (I)	5 - 6	3,5 - 8
Alpes intermédiaires (II, III)	3,8 - 4,5	2,5 - 8
Alpes internes (IV, V)	2,5 - 3	2 - 4,5

b - Variations stationnelles (Phytoécologie) dans les Alpes intermédiaires.

Type de sapinière ou sapinière-pessière à	Hl.dominante à 100 ans (m)	Volume S/pied m3/ha	Productivité max. m3/an	Peuplement le + fréquent
<i>Luzula nivea</i>	17	375 + 79	4 - 5	Futaie jard.
<i>Festuca sylvatica</i>	22	260 + 73	7 - 8	- id -
<i>Geranium nodosum</i>	23 - 26	285 + 45	8 - 12	F.j. et F.r. vieilles
<i>Adenostyles alliariae</i>	19	433 + 101	6 - 7	F.r. vieilles
<i>Aster bellediastrum et Calamagrostis varia</i>	19	444 + 111	5 - 7	F.r. vieilles

Ces mesures de terrain effectuées par l'O.N.F. confirment bien la diminution de la productivité d'ouest en est.

Dans les Alpes externes, l'élévation en altitude s'accompagne d'une diminution de l'énergie calorifique et de l'énergie lumineuse, à cause de la nébulosité (dans

le montagnard et le subalpin inférieur); en revanche, l'augmentation des précipitations et leur distribution saisonnière (apports estivaux) assurent des réserves en eau satisfaisantes pendant la période végétative. Compte tenu des potentialités des espèces présentes (hêtre, sapin, épicéa), c'est l'étage montagnard, entre 800 et 1 600 m, qui présente la plus forte productivité primaire; elle est de l'ordre de 5 à 6 m³/ha/an et peut atteindre ou même dépasser 8m³/ha/an dans les meilleures stations de la Chartreuse ou de la partie occidentale de Belledonne. Cette productivité diminue un peu dans l'étage collinéen (5m³/ha/an) mais les évaluations ne concernent pas les forêts alluviales.

Dans les Alpes intermédiaires, la diminution très sensible des flux météoriques au-delà de la crête de Belledonne induit une baisse très sensible de productivité. Mais c'est dans cette zone que la variation stationnelle est la plus forte si bien qu'elle s'individualise par une gamme étalée de valeurs de productivité (2,5 à 8m³/ha/an). La présence de sols bien pourvus en argiles (amphibolites) ou en limons (calcaires liasiques), donc à bonne capacité hydrique, compensent en ubac la chute de la pluviosité; en revanche, sur les adrets la productivité est souvent faible.

Dans les Alpes internes du Briançonnais, les valeurs plus élevées en altitude de l'énergie calorifique et de l'énergie lumineuse ne compensent pas la diminution des flux hydriques; ainsi pour les sapinières, la productivité n'est plus que de l'ordre de 2,5 à 3m³/ha/an. Le palier altitudinal où la productivité primaire est maximale se situe plus haut que dans les Alpes externes, dans les montagnard supérieur et le subalpin inférieur entre 1 500 et 1 800 m. La productivité est aussi très différente selon les essences même si elles sont bien adaptées au type de climat: en gardant la même amplitude altitudinale que ci-dessus, elle est bonne pour le mélèze, de l'ordre de 5 à 7 m³/ha/an alors que pour le pin sylvestre elle n'est que 1,5 à 2,5m³/ha/an.

E - LES BASES D'UNE INTERPRETATION BIOGEOGRAPHIQUE DU BASSIN DE BOURG D'OISANS.

Si on ne peut nier l'existence de relations entre modifications des variables climatiques et zonation biogéographique, on est conduit à nuancer les interprétations lorsqu'on prend comme unité d'analyse, le groupement végétal en tant qu'entité écologique.

La diminution des précipitations d'ouest en est, est un phénomène majeur qui a des répercussions sur la nature des groupements végétaux, leur extension, leur composition floristique mais c'est encore plus la réserve hydrique des sols dépendant de ces précipitations mais aussi des reliefs avoisinants et de la topographie (pente,

orientation) qui représente le principal facteur de répartition des groupements végétaux.

Le sol, par les caractéristiques physiques (épaisseur, granulométrie, notamment taux d'argile) ou chimiques (pH, S/T, CO₃Ca, Fe) des différents horizons, représente un puissant facteur de diversification (compensation ou aggravation); à cela s'ajoutent parfois des conditions stationnelles privilégiées (sites au pied de névés). La grande diversité des sols et des situations topographiques particulières sont à l'origine de discontinuités qui interrompent de façon brutale les variations plus progressives qui sont sous la dépendance de gradients climatiques, le plus important d'entre eux étant la diminution des précipitations de la Chartreuse au Briançonnais.

Nous donnerons deux exemples :

- la série mésohygrophile de l'épicéa (n°59 à 62) occupe de vastes surfaces dans le bassin de Bourg d'Oisans alors qu'elle est moins représentée dans les Préalpes calcaires qui bénéficient d'apports en eau beaucoup plus copieux. Ceci est dû à la présence d'amphibolites et de calcaires liasiques qui donnent des sols profonds riches en limons et en argile ayant des capacités hydriques plus élevées que pour les sols formés sur dalle urgonienne; c'est aussi le reflet de la fusion progressive des névés très vite disparus dans les Préalpes calcaires;

- les rhodoraies, groupements acidophiles et mésophiles du subalpin, sont plus rares en Oisans même sur substrat acide que dans les Préalpes calcaires ou en Briançonnais. Les sols profonds de l'Oisans, riches en argile, à assez bonne activité biologique sont défavorables à la formation d'un humus brut alors que ce dernier se forme mieux sur la dalle de calcaire urgonien des Préalpes ou sur les grès houillers, voire même les calcaires triasiques du Briançonnais en climat pourtant plus sec.

A la faveur de ces phénomènes de compensation, plusieurs types de groupements ou leurs vicariants sont communs à l'ensemble des Alpes dauphinoises malgré les grandes différences de climat (OBERLINKELS *et al.*, 1990).

D'autre part, un groupement déterminé peut exister sous plusieurs faciès; ainsi en est-il des formations mésohygrophiles à hautes herbes qui existent sous plusieurs faciès (à sapin, à épicéa, à mélèze, à aune vert) mais possèdent un même contenu biocénotique.

Enfin pour des raisons historiques (vitesse de progression des espèces, interventions humaines), il n'y a pas nécessairement superposition entre surfaces occupées par une essence et surfaces potentielles. Ainsi le sapin et

l'épicéa sont en progression constante et leurs aires actuelles sont inférieures à leurs aires potentielles; par contre le mélèze qui a beaucoup été utilisé en reboisements ne semble représenter en certains endroits du bassin de Bourg d'Oisans qu'une essence transitoire.

Cette très large répartition de plusieurs types de groupements ou de leurs vicariants, cette multiplication des types physiologiques pour un même groupement, cette histoire différente pour les essences chefs de file des séries rendent difficiles l'élaboration de modèles biogéographiques.

Par quels caractères le bassin de Bourg d'Oisans en tant que cellule représentative des Alpes intermédiaires se distingue-t-il des Alpes externes et des Alpes internes ? Rappelons tout d'abord brièvement, les particularités de ces deux entités.

Les Alpes externes permettent l'épanouissement des séries où les représentants des *Fagetalia* trouvent des conditions optimales: série neutrophile du charme, série acidocline du chêne sessile, série de la hêtraie-sapinière, unité compréhensive qui regroupe de nombreuses associations; les groupements spécifiques des Préalpes calcaires ne sont que le reflet de conditions édaphiques particulières (*Quercus-Buxetum*, *Buxo-Fagetum*, *Asplenio-Piceetum*, etc.). Dans un précédent article nous avons indiqué que la Chartreuse et le versant ouest de Belledonne appartiennent en réalité à la même entité phytogéographique (CADEL G., PAUTOU G., 1984).

- le sous-secteur occidental correspond au bassin de la Haute-Romanche et du Vénéon; son interprétation est assez difficile à cause de la rareté des forêts. Cependant la présence de pessières affines du *Piceetum montanum* et de mélèzeins en fait une cellule assez voisine, malgré un début d'influences méridionales, des régions classiquement rattachées aux Alpes internes du nord (Haute-Tarentaise, Haut-Valais, Haut-Val d'Aoste);

- le sous-secteur oriental (Briançonnais) fait partie des Alpes internes du sud; il a une originalité beaucoup plus marquée puisqu'il représente un pôle de sécheresse pour l'ensemble des Alpes (CADEL G., 1980). Plus que le développement des mélèzeins qui caractérisent les Alpes internes dans leur ensemble c'est la présence massive des pinèdes sylvestres et des pinèdes à crochets, l'absence presque totale des pessières qui donnent une forte spécificité à cette région. Les adrets sont entièrement occupés par différents types de pinèdes même dans le subalpin sur roche-mère acide; la pessière à airelle rouge bien développée dans les Alpes internes du nord est exclue et la cembraie xérophile a une aire très restreinte. Dans les ubacs sur calcaire, ce sont encore les pins qui dominent largement; sur roche-mère acide c'est le mélèze en mélange avec le pin cembro qui forme l'essentiel des communautés forestières.

En Briançonnais, l'épicéa a une existence encore plus marginale que le sapin. Son enracinement assez superficiel lui fait très vite épuiser les réserves hydriques de sa rhizosphère alors que le sapin peut, grâce à un enracinement plus profond, se réfugier dans certaines stations topographiques particulières (CADEL G., 1976, 1980).

Les études menées par F. GILLOT (1985) sur le fonctionnement hydrique de l'épicéa et du sapin donnent une explication écophysiological à l'extrême rareté de l'épicéa dans les zones les plus sèches. Il utilise moins de la moitié de la réserve hydrique à sa disposition et maintient une forte transpiration lorsque le sol se dessèche, s'exposant ainsi à l'action létale des potentiels extrêmes. Le sapin utilise un pourcentage plus élevé (près des 2/3) de la réserve hydrique à sa disposition, réagit plus rapidement à la dessiccation du sol en limitant ses échanges gazeux et ne s'expose donc pas à l'action létale des potentiels extrêmes.

Le secteur dauphinois des Alpes intermédiaires bien centré sur le bassin de Bourg d'Oisans est caractérisé par des groupements souvent appauvris par rapport à leurs homologues des Alpes externes ou des Alpes internes mais aussi par des groupements spécifiques sinon au niveau de leur flore tout au moins par les essences forestières et la combinaison des groupes écologiques.

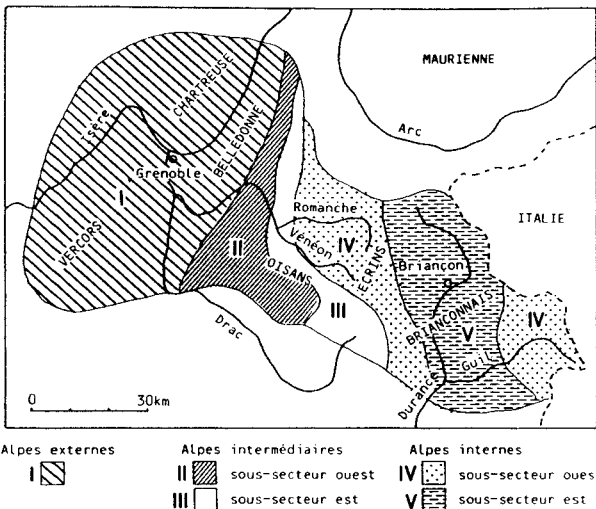


Fig. 7.- Divisions phytogéographiques des Alpes dauphinoises.

A l'autre extrémité, le secteur dauphinois des Alpes internes (Haute-Romanche et Briançonnais) s'individualise par la présence assez massive du mélèze et la disparition totale du hêtre; cet aspect chorologique, bien que fondamental, est loin de rendre compte de l'originalité de cette zone. Il faut y distinguer deux sous-secteurs assez différents :

Parmi les faits saillants rappelons les suivants :

- appauvrissement des représentants des *Fagetalia* et augmentation de ceux des *Pinetalia* par rapport aux Alpes externes;
- remplacement de la série du charme (n°20) par la série du frêne et des érables (n°21);
- appauvrissement de la série de la hêtraie-sapinière (n°39 à 44);
- forte représentation de la série mésohygrophile de l'épicéa dans le subalpin inférieur (n°59 à 62);
- apparition d'une série de la sapinière-pessière (n°45 et 46);
- apparition de nouvelles séries et de groupements stables sur calcaire: pinèdes-hêtraies (n°34 à 38), pinèdes-pessières (n°25 bis) pessières (n°53, 54, 57, 58) voire pinèdes (n°24 et 25) dans les situations les plus xériques.

Les interprétations phytogéographiques que nous proposons prennent en compte les tendances évolutives en cours et qui vont s'affirmer au cours des prochaines décennies.

Les observations effectuées sur la régénération des principales essences forestières indiquent que l'on se trouve au début d'une phase d'extension du manteau forestier. Trois essences vont jouer un rôle essentiel : le mélèze, le sapin et l'épicéa. Le sapin est un des plus vieux occupants de l'Oisans; d'après M. COUTEAUX (1981) le climax forestier de l'Atlantique au niveau de l'Alpe d'Huez devait être une sapinière.

On peut penser que les sapinières se généraliseront sur les ubacs des Alpes intermédiaires et supplanteront des essences pionnières comme le mélèze. Dans des vallées, comme celles du Valsenestre et du Valjouffrey, le mélèze a profité de l'abandon de l'espace rural pour coloniser les banquettes bordant les cours d'eau mais on peut envisager que le sapin sera le deuxième occupant et le mélèze sera alors refoulé dans son étage d'origine (subalpin). Le mélèze peut aussi profiter des milieux neufs créés par l'action des eaux courantes mais lorsque les éboulis se stabilisent et que le milieu se ferme il a des difficultés pour se régénérer; on n'observe donc de jeunes arbustes que dans les parties où il y a des phénomènes de rajeunissement. En revanche l'épicéa colonise et régénère abondamment dans les zones stabilisées. Le mélèze devrait aussi pouvoir coloniser en adret les anciennes cultures et prairies de fauche du sous-secteur oriental des Alpes intermédiaires mais surtout du sous-secteur occidental des Alpes internes et ce d'autant plus facilement que l'on s'élève et que l'on se dirige vers l'est. Mais il n'est pas le seul: le bouleau blanc, le peuplier tremble, le pin sylvestre et surtout l'épicéa sont également possibles.

Ce dernier est à notre avis l'essence d'avenir; il suffit pour s'en convaincre de voir le nombre d'individus qui sont à la conquête des pâturages abandonnés aux environs d'Auris en Oisans. L'épicéa n'est arrivé que récemment en Oisans puisque M. COUTEAUX (1981) considère que l'implantation débute avec le deuxième millénaire de notre ère; on peut penser que les populations vont progresser rapidement.

CONCLUSION

Ce qui frappe en examinant la carte des peuplements forestiers du bassin de Bourg d'Oisans et de ses abords immédiats c'est leur grand nombre sur une surface réduite où le décalage longitudinal est très faible (environ 14 km). Quels sont les principaux faits d'ordre physique ou biologique qui sont à l'origine de cette caractéristique majeure ?

Le bassin de Bourg d'Oisans est situé en plein coeur des Alpes dauphinoises sur un transect qui permet de passer de la région la plus arrosée des Alpes occidentales du Nord à la plus sèche des Alpes occidentales du Sud et ceci avec une différence de longitude inférieure à 80 km et une différence de latitude inférieure à 40 km. Cette forte diminution des précipitations ne se fait pas de façon continue mais montre des changements brutaux en rapport avec les principaux obstacles orographiques (Belledonne, Taillefer, Grandes Rousses, Ecrins). Outre l'orographie, cause majeure des secteurs climatiques que nous avons antérieurement précisés (CADEL G., PAUTOU G., 1984; OBERLINKELS *et al.*, 1990) et repris dans le présente article, d'autres facteurs stationnels (et/ou microclimatiques), à effet donc beaucoup plus localisé, contribuent à la grande diversité des conditions écologiques, qui sont à l'origine de la diversification des groupements végétaux forestiers. Ces facteurs stationnels, intervenant dans chacun des secteurs climatiques peuvent être d'ordre édaphique (juxtaposition de sols à capacité hydrique très différente), topographique (expositions et pentes très variables, apports hydriques plus ou moins importants dus à la fusion nivale ou glaciaire), anthropique (inégalité de la déprise agricole ou du déboisement).

C'est pour la même raison mais à une échelle encore plus fine que la diversité floristique n'est pas la même dans tous les groupements. Parfois un facteur dominant et également réparti (bonne alimentation hydrique sur un matériau homogène) a un effet de simplification; c'est ce qui se passe dans l'aunaie verte (n°67) qui n'abrite qu'un ou deux groupes écologiques massivement représentés. Au contraire, certains sites à forte hétérogénéité (éboulis à granulométrie très

variable) permettent la cohabitation d'un grand nombre de groupes écologiques (n°51 et 52). C'est pourquoi, seule une analyse à grande échelle permet de rendre compte des multiples variations spatiales qui font l'intérêt et la difficulté de l'étude phytogéographique du bassin de Bourg d'Oisans.

En dernier lieu, il est intéressant de voir comment l'entité des Alpes intermédiaires bien représentée en Dauphiné dans le bassin de Bourg d'Oisans se modifie dans d'autres régions des Alpes occidentales. Peut-on notamment y distinguer deux sous-secteurs ?

En Maurienne, dans la vallée de l'Arc, les Alpes intermédiaires ne sont guère plus larges qu'en Oisans; elles débutent à St-Rémy de Maurienne en aval de la Chambre (BASSUEL S., 1976) et se terminent peu à l'amont de St-Michel de Maurienne (BARTOLI C., 1966; FOURNIER J., 1985) ce qui correspond à un décalage longitudinal d'environ 18 km. Il est intéressant de remarquer que l'étude bioclimatologique (FOURNIER J., PELTIER J.P., 1987) confirme les limites attribuées à la zone intermédiaire par l'étude des groupements forestiers. Les Alpes internes débutent par l'individualisation en adret d'une pinède sylvestre acidophile climacique et en ubac d'une sapinière à *Festuca flavescens*. Quant à diviser la zone intermédiaire en deux sous-secteurs c'est plus difficile que dans la vallée de la Romanche car en Maurienne les hêtraies d'adret arrivent jusqu'à la limite de la zone interne; cependant il y a entre St-Jean de Maurienne et St-Michel de Maurienne, une zone "mixte" où cohabitent hêtre et mélèze (BARTOLI C., 1966); comme en Oisans on peut la rattacher aux Alpes intermédiaires est et St-Jean de Maurienne peut donc être considéré comme la limite entre deux sous-secteurs.

En Tarentaise, les Alpes intermédiaires conservent une largeur très voisine de celle signalée pour la Maurienne; elles commencent quelques kilomètres à l'amont d'Albertville et se terminent au niveau d'Aime (GENSAC P., 1967b et 1972). Les mêmes raisons que précédemment rendent délicate une séparation en deux sous-secteurs. Il est cependant logique de placer une limite au niveau d'Aigueblanche à l'aval de Moûtiers; le sous-secteur est serait caractérisé par une coexistence du hêtre et du mélèze et aussi par l'apparition du pin sylvestre comme essence à déterminisme en partie climatique (mélange avec l'épicéa dans les adrets calcaires (GENSAC P., 1967a) et apparition en ubac d'une pinède sylvestre mésophile (GENSAC P., 1972); il est frappant de voir comme la place du pin sylvestre à l'amont de Moûtiers est voisine de celle qu'il a dans la moitié sud-est du bassin de Bourg d'Oisans.

Dans les Alpes de Haute-Savoie et plus particulièrement dans la vallée de l'Arve, le problème du

découpage phytogéographique se pose différemment (RICHARD L., PAUTOU G., 1982; RICHARD L., 1985). Alors que les Alpes intermédiaires débutent au voisinage de St-Gervais on constate que le hêtre ne s'arrête que quelques kilomètres à l'est près de Servoz et est donc exclu du bassin de Chamonix bien que cette région soit très humide puisqu'il n'y a jamais de séquences de 2 à 3 mois secs et que les précipitations estivales soient très copieuses; il faut donc attribuer l'absence du hêtre non pas à une trop grande sécheresse mais aux gelées printanières tardives qui sont fréquentes dans cette vallée encaissée. Cette région doit donc être incluse dans les Alpes intermédiaires malgré l'absence du hêtre. Là aussi le découpage en deux sous-secteurs n'est pas aisé, mais il ne faut peut être pas prétexter de la présence du mélèze pour exclure une grande partie du bassin de Chamonix des Alpes intermédiaires ouest: en effet plus l'on se dirige vers le nord plus le mélèze paraît se rapprocher de la zone externe préfigurant ainsi ce qui se passe dans les Alpes orientales où il se mélange avec le hêtre dans les Préalpes (OZENDA P., 1985); il devient ainsi un indicateur de continentalité beaucoup moins net que dans les Alpes occidentales. Alors que le pin sylvestre est pratiquement inexistant dans la vallée de Chamonix, il constitue quelques forêts dans celle de Vallorcine; c'est un argument qui permet de rattacher cette vallée aux Alpes intermédiaires est. Les exemples précédemment étudiés montrent qu'il y a pour les Alpes nord-occidentales un modèle d'Alpes intermédiaires assez constant dans trois vallées (Oisans, Maurienne, Tarentaise); ce n'est que dans la partie la plus au nord (vallée de Chamonix) que les Alpes intermédiaires ont une structure différente.

Au sud de l'Oisans, la diminution vers l'est des précipitations est moins rapide à cause d'une orographie moins puissante; les Alpes intermédiaires s'élargissent fortement et occupent l'ensemble des vallées situées au sud-ouest du massif des Ecrins (Valsenestre, Valjouffrey, Valgaudemar, Champsaur) (OBERLINKELS M. *et al.*, 1990).

Lorsque l'on atteint les Alpes sud-occidentales la zonation bioclimatique, Alpes externes, intermédiaires et même internes subit le contre-coup d'un changement d'orientation de la chaîne et de la remontée des influences méditerranéennes par de nombreuses vallées ouvertes au sud (Durance, Verdon, Var, Tinée); l'important développement d'une série mésophile du pin sylvestre est une des caractéristiques des Alpes intermédiaires sud-occidentales (OZENDA P., 1981).

Quant au versant piémontais de la chaîne alpine, il est particulièrement étroit et fortement entaillé par des vallées orientées à l'est ce qui permet aux précipitations d'origine insubrienne et padane de pénétrer profondément vers l'intérieur. Le hêtre remonte beaucoup vers l'amont des vallées alors que "le mélèze

s'avance assez loin en direction de la plaine du Pô sur les hautes crêtes" (BARBERO M., OZENDA P., 1979); mais, d'après ces auteurs, cette zone où hêtre et mélèze se côtoient ne peut être assimilée aux Alpes intermédiaires et ils considèrent que l'on passe presque sans transition, d'une zone externe avec hêtraie-sapinière à une zone interne où prédominent mélèze, épicéa et pin sylvestre; la zone intermédiaire est donc laminée.

Cet examen rapide de la notion d'Alpes intermédiaires dans les Alpes occidentales explique pourquoi nous avons choisi le bassin de Bourg d'Oisans pour illustrer la variété et la variation des biocénoses forestières. Deux critères ont guidé notre choix: d'une part la présence d'une cellule représentative et non pas unique et d'autre part sa localisation sur le transect qui joint le massif le plus humide (Chartreuse) à la région la plus sèche (Briançonnais).

BIBLIOGRAPHIE

- BACH (R.), KUOCH (R.), IBERG (R.), 1954.- Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weisstanne. Entscheidende Standortsfaktoren und Böden. *Mitt Schweiz Anst Forst Vers* 30: 261-314.
- BARBERO (M.), OZENDA (P.), 1979.- Carte de la végétation potentielle des Alpes piémontaises au 1/400 000. *Doc. Cart. Ecol.* Grenoble, XXI: 139-162.
- BARTOLI (Ch.), 1966.- Etudes écologiques sur les associations forestières de la Haute-Maurienne. *Ann. Sc. Forest.*, 23: 432-751.
- BASSUEL (S.), 1976.- *Etude écologique de la partie septentrionale de la chaîne de Belledonne*. Thèse de 3^e cycle, Univ. Sc. Méd., Grenoble, 66 p.
- BRAUN-BLANQUET (J.), 1961.- *Die inneralpine Trockenvegetation*. G. Fischer, Stuttgart, 273 p.
- BRAUN-BLANQUET (J.), PALLMANN (H.), BACH (R.), 1954.- Vegetation und Böden der Wald- und Zwergstranchgesellschaften (*Vaccinio-Piceetalia*). In: *Résultats des recherches scientifiques entreprises au Parc National Suisse* IV: 1-198.
- CADEL (G.), 1976.- La Névachie: son intérêt botanique. *Rapport Parc National des Ecrins*, 16 p., 1 carte.
- CADEL (G.), 1980.- Séries de végétation et sols du Sub-alpin Briançonnais sur roches-mères silico-alumineuses. Comparaison avec la Maurienne et la Tarentaise. *Sci. Sol* 4: 249-264.
- CADEL (G.), GILOT (J.-Cl.), 1963.- Carte de la végétation des Alpes. Feuille de Briançon (XXXV-36). *Documents carte vég. Alpes*, Grenoble, I: 91-139.
- CADEL (G.), PAUTOU (G.), 1984.- Les groupements forestiers des Alpes intermédiaires dauphinoises: particularités biogéographiques, phytosociologiques et écologiques. Colloque Ecologie des milieux montagnards et de haute altitude. *Doc. Ecol. pyrénéenne*, III-IV: 21-27.
- COUTEAUX (M.), 1981.- Caractérisation pollenanalytique en Oisans des milieux forestiers et des milieux supraforestiers dans l'état actuel et dans le passé. *C.R. Colloque: la limite supérieure de la forêt et sa valeur de seuil*. Perpignan, 139-158.
- COUTEAUX (M.), 1982.- Recherches pollenanalytiques en Oisans: le plateau de Brande. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, 115: 91-106.
- COUTEAUX (M.), 1983.- Déboisement d'altitude par les charbonniers de l'Oisans: contribution pollenanalytique. *108^e Congrès nat. Soc. Sav.*, Grenoble, 69-87.
- DUCHAUFOR (Ph.), FOURCHY (P.), 1952.- Etude sur l'écologie et la sylviculture du mélèze. Pédologie et facteurs biotiques. *Ann. ENEF*, XIII: 139-195.
- FAURE (Ch.), 1968.- Feuille de Vif 1/50 000 (XXXII-35). *Documents carte vég. Alpes*, Grenoble, VI: 7-69.
- FERRAND (T.), 1984.- *Etude d'une séquence bioclimatique (sol, végétation) sur amphibolites: Massif de Belledonne, Taillefer*. Mémoire DEA Biol. Physiol. Pédo. Nancy et Univ. Sci. et Méd. Grenoble I, 88 p.
- FOURCHY (P.), 1951.- Les peuplements forestiers de l'Oisans. Les essences qui les composent et leur répartition. *Ann. Ec. Nat. Eaux et Forêts*, Nancy, 12: 411-462.
- FOURNIER (J.), 1985.- *Contribution à l'étude des Alpes intermédiaires françaises: la Moyenne-Maurienne. Bioclimatologie, groupements végétaux forestiers et impacts humains*. Thèse 3^e cycle, Ecologie, Univ. Sci. et Méd., Grenoble I, 88 p.

- FOURNIER (J.), PELTIER (J.-P.), 1987.- Les secteurs biogéographiques de la Maurienne (Savoie): leur délimitation par l'étude des précipitations et des groupements végétaux forestiers. *Documents Carte Ecol.*, Grenoble, XXX: 3-24.
- GENSAC (P.), 1967a.- Les forêts d'Épicéa de Moyenne Tarentaise. Recherche des différents types de pessières. *Rev. Gén. Bot.*, 74: 425-528.
- GENSAC (P.), 1967b.- Feuille de Bourg St-Maurice (XXXV-31) et de Moûtiers (XXX-32). *Documents carte vég. Alpes*, Grenoble, V: 7-61.
- GENSAC (P.), 1972.- Notice de la carte écologique Moûtiers. Parc National de la Vanoise. *Trav. Scient. Parc Nat. Van.*, II: 49-71.
- GILLOT (Ph.), 1981.- *Le montagnard et le subalpin d'adret dans les Alpes intermédiaires dauphinoises*. Mémoire DEA Ecologie appl., Univ. Sci. et Méd., Grenoble I, 133 p.
- GILLOT (Ph.), 1985.- *Economie de l'eau chez l'épicéa (Picea abies (L.) Karsten) en condition de détresse hydrique: variabilité écophysiological des individus dans les Alpes dauphinoises; comparaison avec le sapin (Abies alba Mill.)*. Thèse 3^e cycle, Ecologie, Univ. Sci. et Méd., Grenoble I, 107 p.
- GILLOT (J.-C.), 1972.- Note sur la Cembraie de Chamrousse (Isère) et la végétation environnante. *Documents carte vég. Alpes*, Grenoble, X: 25-40.
- KUOCH (R.), 1954.- Wälder der schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weisstanne. *Ann. Inst. Fed. Rech. Forest.*, 30: 131-260.
- MAYER (H.), 1974.- *Wälder des Ostalpenraumes*. Gustav Fischer, Stuttgart, 344 p.
- NEGRE (R.), 1950.- Contribution à l'étude phytosociologique de l'Oisans: la haute vallée du Vénéon (Massif Meije-Ecrins-Pelvoux). *Phyton*, 2: 23-50.
- OBERDORFER (E.), 1957.- *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. Gustav Fischer, Stuttgart, 563 p.
- OBERLINKELS (M.), 1983.- *Les groupements forestiers d'ubac de Bourg d'Oisans à St-Christophe en Oisans; contribution à l'étude d'un transect dans les Alpes dauphinoises*. Mémoire DEA Ecol. Univ. Sci. et Méd., Grenoble I, 36 p.
- OBERLINKELS (M.), 1987.- *Etude phytoécologique des vallées occidentales du massif des Ecrins*. Thèse Univ. Joseph Fourier, Grenoble I, 123 p.
- OBERLINKELS (M.), CADEL (G.), PAUTOU (G.), LACHET (B.), 1990.- Zonation biogéographique des Alpes dauphinoises à partir de l'étude comparative des sapinières à *Abies alba* et des pessières à *Picea abies*. *Ann. Sci. Forest.*, 47: 461-481.
- OZENDA (P.), 1981.- Végétation des Alpes sud-occidentales. *Centre Nat. Rech. Scient.*, Paris, 258 p.
- OZENDA (P.), 1985.- *La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen*. Masson, Paris, 344 p.
- OZENDA (P.), WAGNER (H.), 1975.- Les séries de végétation de la chaîne alpine et leurs équivalences dans les autres systèmes phytogéographiques. *Documents Cart. Ecol.* Grenoble, XVI: 49-64.
- PAUTOU (G.), GIREL (J.), 1976.- Eléments pour l'étude phytogéographique du bassin de Bourg d'Oisans et des vallées situées à l'ouest du Parc National des Ecrins. *Rapport Parc National des Ecrins*, Gap, 26 p.
- RAMEAU (J.-C.), 1985.- Phytosociologie forestière : caractères et problèmes spécifiques. Relations avec la typologie forestière. Colloque "Phytosociologie Forestière". ENGREF, Nancy, 44 p.
- RAMEAU (J.-C.), 1987.- *Contribution phytoécologique et dynamique à l'étude des écosystèmes forestiers. Applications aux forêts du nord-est de la France*. Thèse Doctorat d'Etat, Univ. de Franche-Comté, Besançon, 344 p.
- RICHARD (L.), 1978.- Carte écologique des Alpes au 1/100 000^e. Feuilles de Chamonix et Thonon les Bains. *Documents Cart. Ecol.*, Grenoble, XX: 1-39.
- RICHARD (L.), 1985.- Contribution à l'étude bioclimatique de l'arc alpin. *Documents Cart. Ecol.*, Grenoble, XXVIII: 33-64.
- RICHARD (L.), PAUTOU (G.), 1983.- *Végétation des Alpes du Nord et du Jura méridional. Notice détaillée des feuilles 48 Annecy-54 Grenoble*. Editions du CNRS, Paris, 315 p.

SEIBERT (P.), 1958.- Die Pflanzengesellschaften im Naturschutzgebiet: Pupplinger Au". Bayer Landestelle für Gewässerkunde. Heft, 1, 79 p.

TONNEL (A.), OZENDA (P.), 1964.- Séries de végétation de la moitié sud du département de l'Isère. *Documents cart. vég. Alpes*, Grenoble, II: 9-35.

WAGNER (H.), 1971.- Natürliche Vegetation, in *Osterreich-Atlas IV/3*.

WEGMULLER (S.), 1977.- *Pollenanalytische Untersuchungen zur spät-und postglazialen Vegetationsgeschichte der französischen Alpen (Dauphiné)*. Thèse, Univ. Berne, 185 p.

ERRATA : un caisson et son figuré ont été oubliés sur la carte ci-jointe. 25 bis : Pinède à *Picea abies* et *Calamagrostis varia* du Montagnard supérieur (1 500 - 1 700 m). Pour le caisson 25 le libellé correct est : Pinède à *Calamagrostis varia* du Montagnard moyen (1 350 - 1 500 m).