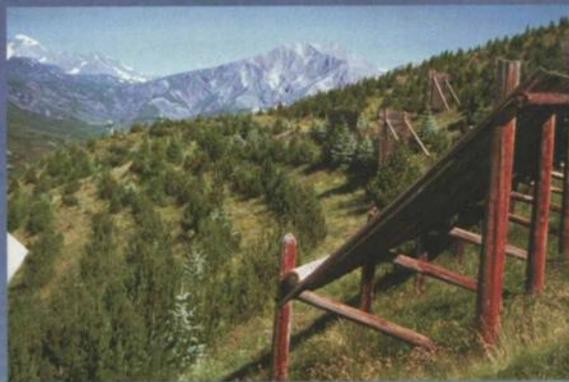


REBOISEMENTS D'ALTITUDE

Pierre Mullenbach



Cemagref
EDITIONS

REBOISEMENTS D'ALTITUDE

Pierre Mullenbach

PHOTOS

Photos de l'auteur.

Couverture : voir légendes des photos 3, 4, 5 pages 7 et 8 ; reboisement paravalanche du Chazelet (05), 2050 m pour la photo en bas à droite.

Reboisements d'altitude - Pierre Mullenbach. ©2000 Cemagref Éditions. ISBN 2-85362-543-5. Dépôt légal 1^{er} trimestre 2001. Traitement des photos et dessins *Françoise Peyriguer*. Maquette et mise en page *Maurice Merlin*. Impression BIALEC. Vente par correspondance : PUBLI-TRANS, BP 22, 91167 Longjumeau, Cedex 9 ; tél. : 01 69 10 85 85. Diffusion aux libraires : TEC et DOC, 14 rue de Provigny, 94236 Cachan, Cedex ; tél. : 01 47 40 67 00. Prix : 250 FTTC ; 38,11 €TTC.

Préface

C'est une tournée au Tyrol qui me fit découvrir en 1968 l'importance mais aussi les difficultés du reboisement des pentes avalancheuses au sommet de l'étage subalpin, et l'ampleur des efforts qu'y consacraient les forestiers autrichiens et suisses. Ainsi fus-je heureux de recruter en Pierre MULLENBACH un botaniste assez montagnard et germanophone pour m'aider à exploiter des études scientifiques ou techniques rédigées en allemand, et pour envisager des échanges avec des chercheurs des Alpes centrales.

Autrichiens et Suisses ne se sont cependant guère intéressés aux possibilités offertes par l'introduction d'essences forestières exotiques, comme l'ont fait les forestiers français depuis 1 ou 2 siècles avec le magnifique Cèdre de l'Atlas ou le rustique Pin noir. Certaines similitudes de climat des Alpes avec les Montagnes Rocheuses laissaient pourtant espérer pour l'étage subalpin des trouvailles intéressantes dans le Nouveau Monde, plus ménagé que l'Ancien par les glaciations quaternaires grâce à une orientation Nord-Sud des massifs facilitant la migration des espèces. Dans un souci de complémentarité par rapport aux recherches centre-alpines, nous orientâmes donc nos recherches vers l'essai d'essences nouvelles.

Le CNRF (Centre l'Orléans), grâce à la compréhension de Jean-François LACAZE et d'Yves BIROT, nous livra généreusement de nombreux lots de semis de résineux exotiques, d'espèces surtout américaines adaptées aux altitudes élevées, et de provenances contrôlées, bien identifiées par leurs coordonnées géographiques. Ces semis furent confiés, pour éducation des plants, à l'ingénieur et compétent pépiniériste haut-alpin, Max ROBIN, qui les repiqua dans ses parcelles de St-Laurent du Cros (05) à 1100m d'altitude.

Ce fut alors le travail opiniâtre de Pierre MULLENBACH que d'installer les essais comparatifs en altitude, avec les difficultés combinées de la rudesse du climat et de la faiblesse des crédits : au-delà des dispositifs scientifiquement conçus, installés et suivis par le Cemagref, il s'attacha à saisir toutes les occasions possibles pour introduire, dans les chantiers de plantation entrepris par les services forestiers, divers essais sur les méthodes d'installation des plants.

La moisson est aujourd'hui abondante, et son exploitation n'est pas toujours facile. Au moins des éléments qualitatifs ont ils été apportés : l'existence de plants bien développés de telle ou telle espèce dans des conditions a priori extrêmes est une donnée essentielle en soi, même lorsque les conditions de suivi sont mal connues. Les dispositifs statistiquement les plus solides, comme ceux du Chazelet ou du col de Larche, permettent d'avancer des éléments chiffrés sur les taux de réussite et les hauteurs de croissance – relatifs cependant à des milieux donnés, pour des séries climatiques données.

Dans un contexte aussi aléatoire que celui de la haute montagne, les conclusions ne sont jamais définitives, et on doit leur concéder un certain niveau de précarité sous peine de ne jamais les produire. Aussi faut-il rendre hommage à Pierre MULLENBACH d'avoir proposé dans cet univers complexe une synthèse didactique et pratique, en appuyant ses convictions sur un ensemble exceptionnel d'exemples et de résultats acquis par 25 ans d'expérience.

André PONCET
I.C. au GREF (e.r.),
ex Chef de la Division « Protection contre les Érosions »
au Cemagref de Grenoble

Briançon, le 7 août 2000

Remerciements

Ce livre est avant tout dû à André PONCET, qui me fit il y a trente ans l'honneur de me confier le sujet des reboisements d'altitude, et me fait aujourd'hui l'amitié de signer la préface. Qu'il reçoive ici l'expression de toute ma gratitude.

Mes remerciements vont aussi aux chercheurs de l'INRA Jean-François LACAZE et Yves BIROT, qui nous fournirent les graines, et au pépiniériste Max ROBIN, qui sut s'adapter de bonne grâce à nos exigences bien particulières.

Que MM. PAUTOU et PELLETIER, professeurs au Laboratoire de Botanique de Grenoble, soient assurés de ma reconnaissance pour la relecture de mon travail, ainsi que Christophe CHAUVIN, responsable de l'équipe forêt de montagne au Cemagref.

Je remercie également tous les gestionnaires de terrain qui nous apporté un concours décisif pour l'installation des essais sur le terrain, et tout particulièrement MM. BASTIDE et GAYRAUD, de l'ONF des Hautes-Alpes, pour leur implication dans l'important dispositif du Chazelet.

Comment citer enfin à leur juste place tous les collègues du Cemagref qui ont contribué à ces travaux et à leur exploitation scientifique?

Mes pensées vont avec une chaleur toute particulière à mes premiers compagnons d'aventure sur le terrain, Jean-Paul PERNEY, Jean-Claude BROTONS, Claude GUET, Alain BEDECARRATS, Jean-Emmanuel OLIVIER, Hervé LAPIERRE. A eux et à ceux qui ont pris le relais, qu'il me soit permis d'exprimer ici mon amicale reconnaissance.

Nicole SARDAT a apporté beaucoup de talent et de patience à la réalisation des dessins. Qu'elle soit ici vivement remerciée.

J'adresse enfin toute ma reconnaissance à Mmes Huguette COLLET-MATTRAS, Louise JUVY, Martine GIRIER, Denise VARET, Geneviève JOSÉ, ainsi qu'à Henri HERRERO qui ont avec persévérance et compréhension réalisé la frappe et la reproduction des textes.

Pierre MULLENBACH

Sommaire

CHAPITRE 1 - CONDITIONS, ÉCOLOGIE EN ALTITUDE

1	GÉNÉRALITÉS	19
2	ALTITUDE	19
3	ORIENTATION ET TOPOGRAPHIE	20
4	LE SOL	22
5	LA VÉGÉTATION	26
6	LES PRÉCIPITATIONS	30
7	RAYONNEMENT	35
8	LA TEMPÉRATURE	45
9	LE GEL ET LES TRÈS BASSES TEMPÉRATURES	47
10	LE MANTEAU NEIGEUX ET LA NEIGE	49
11	LE VENT	66
12	LA LIMITE SYLVESTRE	74

CHAPITRE 2 - ESPÈCES ET PROVENANCES

1	LES CONIFÈRES D'ALTITUDE RENCONTRÉS DANS L'ARC ALPIN : CONIFÈRES AUTOCHTONES	89
1.1	<i>Pinus cembra</i> (Arolle - Cembro - Auvier)	89
1.2	Pin à crochets - <i>Pinus uncinata ramondin</i> D.C.	96
1.3	Le mélèze d'Europe - <i>Larix europea</i> .	101
1.4	Épicéas (<i>Picea abies</i>)	109
1.5	Le Sapin et le Pin sylvestre	123
2	LE CHOIX DES ESPÈCES EN FONCTION DES STATIONS : ESPÈCES AUTOCHTONES - STATIONS ALPINES OU PYRÉNÉENNES D'ALTITUDE	125
2.1	Les espèces de haute altitude sont limitées à quatre	125
2.2	Stabilité et longévité des futurs reboisements mis en place : nécessité des forêts hétérospécifiques	126
2.3	L'aire de répartition des espèces est nettement séparée	127
2.4	Espèces colonisatrices et climaciques	127
2.5	La régénération naturelle du peuplement en place	127
2.6	Action et réaction par rapport au phénomène neige	128
2.7	Orientation	128
2.8	Récapitulation	128
2.9	Résumé	129
3	LISTE DES ESPÈCES ET PROVENANCES DE CONIFÈRES EXOTIQUES EXPÉRIMENTÉS	130

4	CONIFÈRES EXOTIQUES : RÉSULTATS	144
4.1	Remarques	144
4.2	Les meilleures espèces et provenances rencontrées au cours de l'expérimentation	144
4.3	Espèces ayant donné des résultats moyens ou assez bons. Indication des provenances les meilleures	166
4.4	Espèces de très mauvaise venue, détruits ou ayant été mises en place en mauvais état	167
4.5	Conclusion : limites à l'utilisation actuelle des conifères exotiques ; espèces retenues	168

CHAPITRE 3 - TECHNIQUES

1	PÉPINIÈRE – MYCORHIZES – TAILLE DES ARBRES	175
2	ARRACHAGE ET CONDITIONNEMENT, ÉPOQUE DE PLANTATION, AOÛTEMENT - DÉBOURREMENT	189
3	PLANTS EN GODETS, CONTENEURS	197
4	PRÉLÈVEMENT DES PLANTS EN PÉPINIÈRE, CONDITIONNEMENT ET TRANSPORT	214
5	PRÉPARATION DES CHANTIERS, LES OUVRIERS, LES JAUGES, LE TRANSPORT	217
6	MÉLANGE DES ESPÈCES, STABILITÉ DE LA FORÊT	218
7	ÉPOQUES DE PLANTATION : Automne - Printemps	220
8	ORIENTATION ET TOPOGRAPHIE DES STATIONS	227
9	DIFFÉRENTES MÉTHODES DE PLANTATION	236
10	PROBLÈMES PHYTOSANITAIRES	269
11	PROTECTION CONCERNANT LES REBOISEMENTS	276
12	ENTRETIEN DES REBOISEMENTS	282

CONCLUSION

1	LE BUT	285
2	LES PROBLÈMES ÉTUDIÉS	285
2.1	Caractéristiques écologiques des stations d'altitude	285
2.2	Choix des espèces et provenances	286
2.3	Prise en compte des spécificités et particularités des techniques devant être utilisées pour les reboisements d'altitude	286

ANNEXES

Annexe 1 :	Les différentes stations expérimentales et leur écologie	291
Annexe 2 :	Répartition des sites d'expérimentations en zones bioclimatiques de valeur écologique comparable	299
Annexe 3 :	Espèces - techniques - choix biogéographiques	305
	Bibliographie	325

Photo 1 : Guillestre , Cugulet (05). Reboisement d'altitude réalisé jusqu'à 2475 m à l'aide de Pins à crochets.

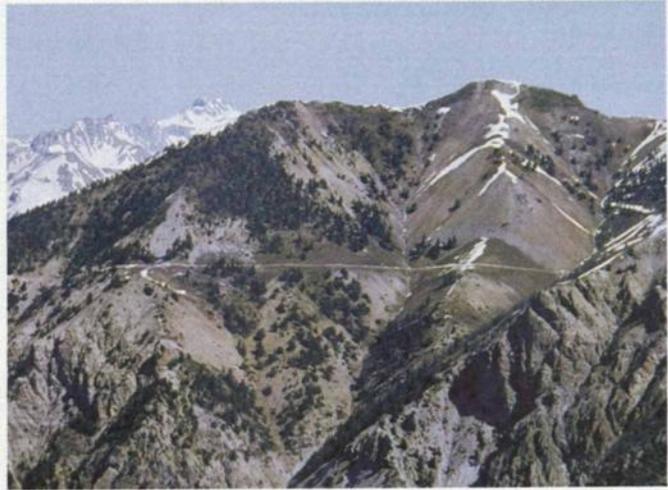


Photo 2 : La Salette (38). Jeune reboisement sur banquettes (Mélèze, Pin à crochets), sud-ouest, 1800 m.



Photo 3 : Col de Larche (04), site du Combal. Reboisement sur banquettes, biotope particulièrement difficile à recoloniser. Expérimentation de conifères exotiques, sud-ouest, 2000 à 2150 m. Dispositifs I1 à I7.





Photo 4 : Villard Saint Christophe (38). Jeune reboisement sur banquettes, face sud-ouest, 1800 m.

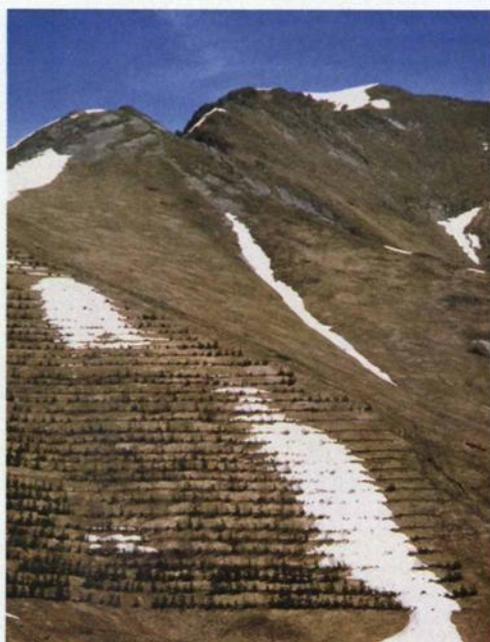


Photo 5 : Chazelet (La Graves 05). 1900 à 2150 m, sud-est. Dispositif expérimental X concernant l'étude des techniques.

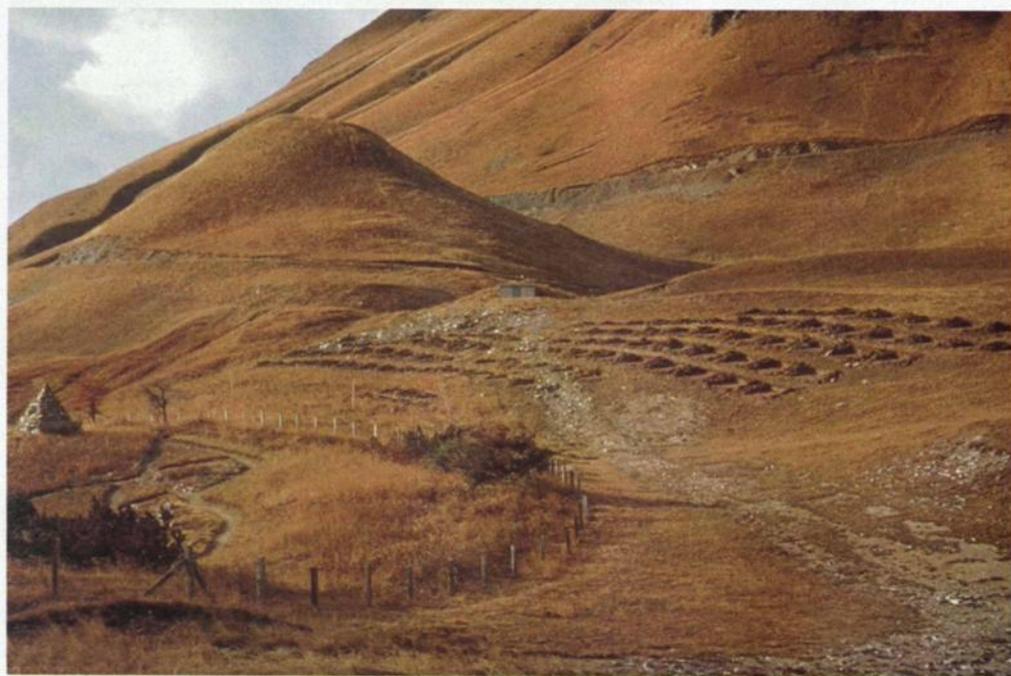


Photo 6 : Col du Lautaret : installation de l'Arboretum, 2150 m, collection de conifères exotiques.

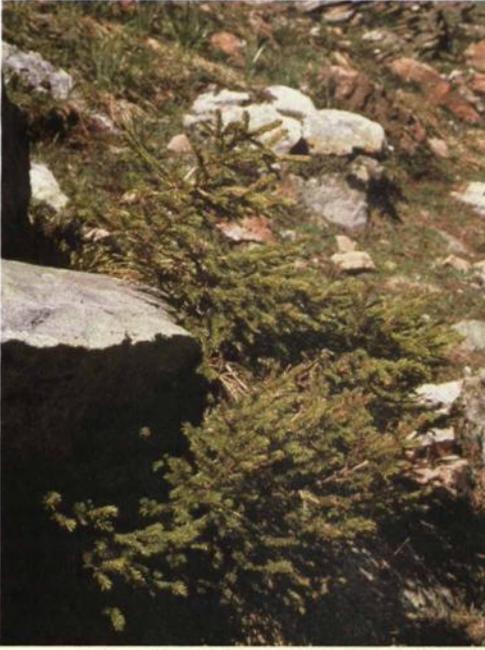


Photo 7 : Épicéa de 60 à 80 ans bénéficiant de la protection d'un rocher. Alpes d'Huez (38) 2100 m.

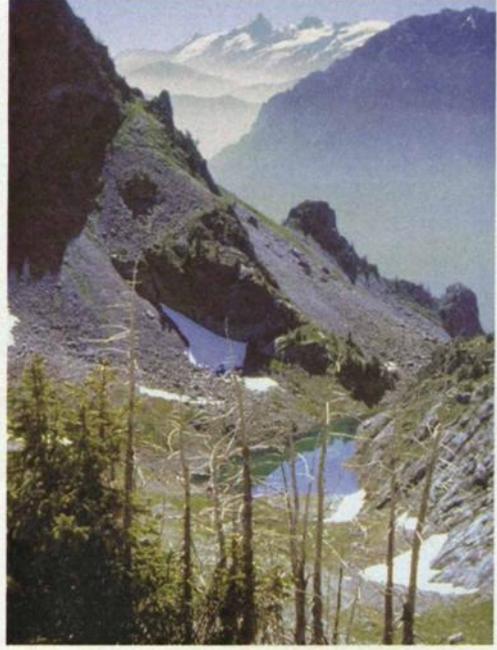


Photo 8 : La sécheresse physiologique, l'excès de rayonnement et le froid détruisent les flèches des Épicéas non protégés par le manteau neigeux. Lac Robert - Grand Vent Belledonne (38).



Photo 9 : Influence du vent sur la limite sylvestre. Izoard (05).



Photo 10 : Clône d'Épicéas végétant et se développant grâce au phénomène de marcottage. Chartreuse (38) 1800 m. Âge probable 80 à 120 ans.



Photo 11 : Destruction presque complète de la cime d'un jeune Épicéa (30 ans) très bien venant les années précédant un hiver caractérisé par un manteau neigeux déficitaire. Arboretum du Lautaret (05), 2150 m.



Photo 12 : Jeune Épicéa pungens dont les aiguilles situées au sud ont été détruites par la réflexion du rayonnement sur la neige. Chazelet-Lagrange (05), 2000 m, sud-ouest.

*Photo 13 : Bourgeons de Pin à crochets protégés par la neige.
Roc de la Calme, Font-Romeu
(Pyrénées-Orientales), 2100 m.*



Photo 14 : Pin à crochets se développant en cépée. Phénomène fréquent quand la pente dépasse 20 à 25 ° et que le sol manque de rugosité. Chazelet-La Grave (38), sud-est, 2100 m.



Photo 15 : Jeune Épicéa écrasé et déformé par le glissement du manteau neigeux, Villard-St-Christophe (38), 1800 m, sud-ouest.





Photo 16 : Épicéas de 32 ans écrasés par un manteau neigeux particulièrement important et peu fréquent. Arboretum du Lautaret (05). Pente faible, 2150 m.



Photo 17 : Épicéa présentant la déformation en crosse due à la reptation du manteau neigeux. Cellier, Savoie, 1900 m.

Photo 18 : Branches basses de Mélèze prises dans la neige et souvent arrachées. Arboretum du Lautaret (05). Pente nulle, 2150 m.

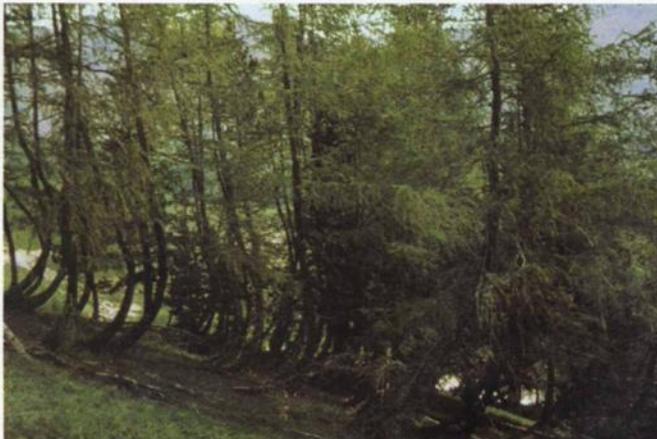


Photo 19 : Mélèzes. Courbure en crosse du collet. Même phénomène que celui rencontré chez l'Épicéa. La Sallette (38), 1700 m, sud-ouest.



Photo 20 : Pin à crochets qui avait perdu sa flèche. Le poids du manteau neigeux a fait éclater la jonction des branches du candélabre qui s'était formé. Chazelet-La Grave (05). 2100 m.



Photo 21 : Pin à crochets. Blessures correspondant aux branches arrachées par le poids et la reptation du manteau neigeux. Font-Romeu, Pyrénées-Orientales. Roc de La Calme, 2050 m.



Photo 22 : Pin à crochets pris dans le manteau neigeux et dont le tronc (diamètre 8 cm) a carrément éclaté. Font-Romeu, Roc de La Calme. 2100 m, pente 20°.



Photo 23 : Jeune Pin Cembro enfoui au cours de l'hiver dans la terre, ce qui favorise l'attaque des champignons au printemps. Chazelet (05), 2000 m.



Photo 24 : Jeunes pousses de Mélèze non suffisamment aoûtées et détruites par le froid, l'excès de rayonnement et la sécheresse physiologique en hiver. Pelvoux (05), 2000 m.

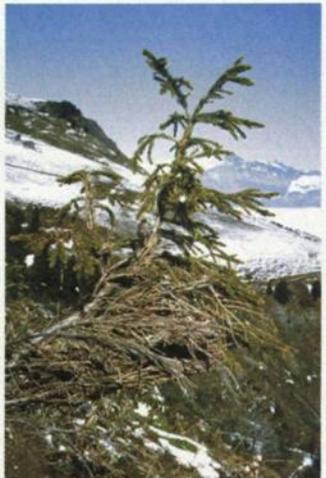


Photo 25 : Épicéa, écrasé au sol par la neige et attaqué par *Herpotrichia nigra*.



Photo 26 : Trois barrières à neige (châtaignier refendu) favorisant la bonne reprise d'un jeune reboisement car elles augmentent l'épaisseur et la durée du manteau protecteur. Chazelet, 2050 m.



Photo 27 : Mélèze, branches et tronc abroustés par les moutons. Villard-St-Christophe (38). 1750 m.

Photo 28 : Épicéa pungens dont une des cimes a été détruite en hiver par la sécheresses physiologique, le gel ou l'excès de rayonnement. Chazelet (05), 2050 m.



Photo 29 : Bande boisée, une ligne de plants (Épicéa pungens). Dépôt de neige sous le vent de la barrière à neige ainsi réalisée. Col de Man (05), 1100 m.

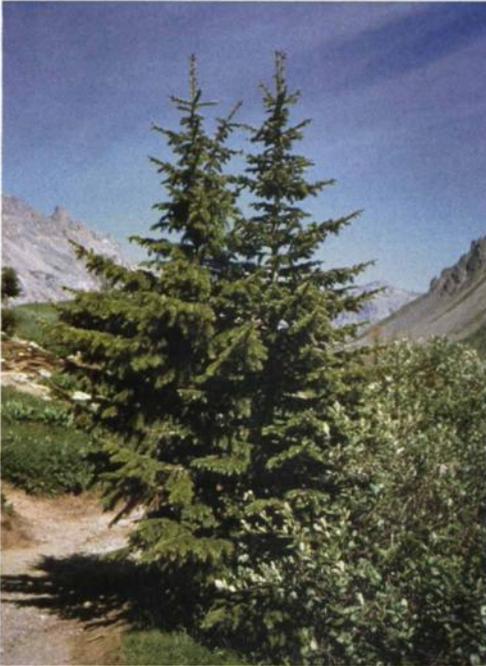


Photo 30 : *Épicéa engelmannii*. Jardin botanique du Lautaret (05), 2100 m.



Photo 31 : *Pinus contorta*. Arboretum du Lautaret (05).



Photo 32 : *Abies lasocarpa*. Chazelet (05). La Grave 2050 m, sud-ouest.



Photo 33 : *Tsuga mertensiana*. Arboretum du Lautaret (05), 2100 m.

CHAPITRE 1

Conditions, écologie en altitude

