

Les stations forestières des Alpes internes

Jean LADIER
Marc DELAHAYE PANCHOUT

Décembre 2003

Dactylographie: M-C FRASSANITO

*Etude réalisée avec le concours financier
de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur
et de la Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt*

AVANT-PROPOS

Ce travail répond à un double besoin :

- compléter l'étude de stations réalisée sur les mélèzeins des Alpes internes. En effet, les mélèzeins étant pratiquement cantonnés aux ubacs, la typologie de stations établie par Didier BONNASSIEUX était de fait restreinte à un faciès forestier (le mélèzein) d'une partie des stations (celles où le mélèzein est fréquent). En outre, la zone d'application de cette typologie s'étendait initialement jusque dans la Haute-Tinée (nous ne disposions pas encore du zonage pluviométrique sur lequel est assise la délimitation actuelle), ce qui engendrait une hétérogénéité gênante. Il s'agissait donc d'étendre cette typologie sous mélèzeins à l'ensemble des faciès et des conditions écologiques des Alpes internes, dans un cadre géographique mieux défini.
- fournir aux gestionnaires forestiers un outil simple, facile à mettre en œuvre, plutôt qu'un référentiel exhaustif très précis. La prise en compte de ce besoin quant à la forme du résultat se concrétise par une typologie explicite bâtie sur un petit nombre de critères et une clef de détermination concise et pratique.

C'est ce qui a justifié le financement de cette étude par la région PACA et la Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt, avec l'idée de valoriser ensuite rapidement ces résultats sous forme d'un guide pratique.

Sommaire

1. PRÉSENTATION DE LA RÉGION ÉTUDIÉE.....	3
Délimitation.....	3
<i>Limites adoptées</i>	3
<i>Correspondance avec les découpages existants</i>	3
Climat	4
<i>Continentalité.....</i>	4
<i>Précipitations et températures.....</i>	5
Roches et sols.....	5
<i>Contexte géologique.....</i>	6
<i>Substrats.....</i>	6
Flore et végétation	8
<i>Mise en place et évolution de la couverture forestière.....</i>	8
<i>Etages de végétation et principales formations forestières</i>	8
<i>Principales essences forestières.....</i>	9
2. DÉFINITIONS DES STATIONS FORESTIÈRES.....	10
Travaux antérieurs	10
<i>VARESE, 1989</i>	10
<i>BONNASSIEUX, 1997.....</i>	11
Description des données.....	12
<i>Contenu des relevés.....</i>	12
<i>Description de l'échantillon.....</i>	12
Analyse floristique	13
<i>Traitement des données.....</i>	13
<i>Groupe floristiques.....</i>	14
<i>Tableaux floristiques.....</i>	19
Typologie.....	20
<i>Facteurs climatiques.....</i>	20
<i>Facteurs topo-édaphiques.....</i>	21
<i>Nomenclature</i>	22
<i>Tableau de correspondance avec la typologie des stations sous mélèzeins</i>	23
Clef de détermination	24
<i>Clef des stations sur versant</i>	24
<i>Clef des stations de fond de vallée</i>	26
3. ELÉMENTS DE GESTION	27
Essences adaptées.....	27
<i>Le Sapin pectiné.....</i>	27
<i>Le Mélèze d'Europe.....</i>	27
<i>Le Pin sylvestre</i>	28
<i>Le Pin à crochets.....</i>	28
<i>Le Pin cembro</i>	28
<i>Les feuillus.....</i>	29
Synthèse des potentialités	29
Evolution naturelle.....	30
Régénération naturelle du mélèze	32
<i>Décaper et limiter le pâturage</i>	33
<i>Contrôler la lumière</i>	34
BIBLIOGRAPHIE	35

1. Présentation de la région étudiée

La région naturelle étudiée se situe en bordure nord-est de la région PACA. Elle couvre globalement le Briançonnais et le Queyras dans le département des Hautes-Alpes, et la Haute-Ubaye dans le département des Alpes-de-Haute-Provence, ce qui représente 175 000 ha dont environ 35 000 ha boisés.

Son individualisation est justifiée par des critères climatiques et par une zonation assez nette de la végétation forestière.

Délimitation

Limites adoptées

La zone d'application de cette typologie peut être délimitée par les repères topographiques suivants :

- à l'Est, la ligne de crête des Alpes qui constitue la frontière avec l'Italie
- au Nord, la crête du mont Thabor qui constitue la limite de la région PACA
- à l'Ouest une ligne joignant la cîme de la Condamine (excluant la vallée de la Guisane en amont du Monétier-les-Bains), le Roc de Serre Chapelle (excluant la vallée de la Durance en aval de Prelles), Guillestre, le pic de Chabrières, le Grand Parpaillon en suivant la crête, et coupant la vallée de l'Ubaye juste en amont de Barcelonnette lorsqu'elle se reserre
- au Sud, la crête qui rejoint le rocher des Trois Evêques par le col de la Bonette

Correspondance avec les découpages existants

La région étudiée est couverte par trois régions naturelles au sens de l'**IFN** : moitié Est du Briançonnais, Queyras dans son ensemble, moitié Est de l'Ubaye en excluant au Sud la vallée du Bachelard.

Elle est couverte par les petites régions naturelles et 146-Briançonnais – Queyras (partie Est) et 145-Ubaye – bassin de Barcelonnette (partie Est) du **Guide Technique du Forestier Méditerranéen Français du Cemagref**, qui sont caractérisées par des précipitations annuelles assez faibles et des précipitations estivales relativement abondantes (respectivement 875 mm et 221 mm en moyenne pour le type pluviométrique 4), et des températures froides à très froides.

Elles correspondent à la région « Alpes internes » du découpage pluviométrique de la région PACA, établi par **Tiziano PANINI (CRPF)** en 1999.

Climat

Continentalité

La continentalité hygrique est le caractère climatique principal des Alpes internes. Il s'agit d'un déficit pluviométrique relatif au regard de l'altitude élevée de la région. En règle générale, la pluviométrie (P) augmente avec l'altitude (A) dans les massifs montagneux. Cette augmentation peut être quantifiée par le rapport P/A, ou par l'angle de continentalité hygrique de Gams : $G = \text{arccotg}(P/A)$

Ozenda (1981) a établi un zonage de la chaîne alpine à partir de ce paramètre, distinguant les alpes externes avec un angle de Gams inférieur à 40°, les Alpes internes avec un angle de Gams supérieur à 50°, et une zone intermédiaire.

Les valeurs obtenues pour les postes météorologiques de la zone d'étude, comparées à celles d'autres localités moins continentales, sont données dans le tableau ci-dessous. On constate que ces valeurs sont décalées par rapport au seuil fixé par Ozenda. Et de fait, nous adoptons ici une définition plus restrictive des Alpes internes (pour Ozenda, cette zone est plus large et se prolonge au sud jusqu'en Haute-Tinée).

région		localité	altitude (m)	précipitations moyennes annuelles (mm)	angle de continentalité de Gams (°)
Alpes internes	Briançonnais	Briançon	1324	759	60
		Cervière	1640	693	67
		Montgenèvre	1850	804	67
		Névaches	1610	766	65
	Queyras	Abriès	1560	774	64
		Arvieux	1675	878	62
		Ceillac	1665	754	66
		Château-Ville-Vieille	1355	684	63
		St Véran	2010	710	71
		Haute-Ubaye	La Condamine	1325	671
	Jausiers		1510	688	65
	St Paul sur Ubaye		1903	899	65
Alpes intermédiaires		Barcelonnette	1150	731	58
		Guillestre	980	703	54
		Embrun	871	729	50
Alpes externes		Gap	750	890	40
		Digne	585	801	36
		Sisteron	485	895	28

tableau 1 : angle de continentalité de Gams

Les Alpes internes représentent le pôle de continentalité hygrique des Alpes françaises. Le taux élevé d'ensoleillement, utilisé comme argument touristique par Briançon et les stations environnantes, en est une des concrétisations.



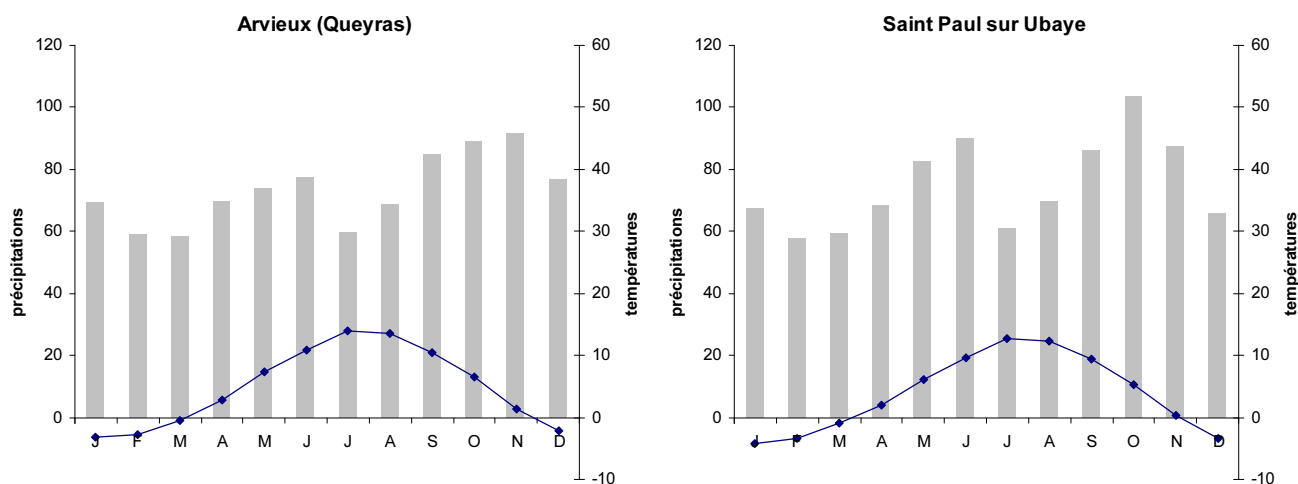
figure 2 : carte de l'angle de continentalité de Gams

Précipitations et températures

Le régime de précipitations montre un maximum en automne, ce qui est le cas général depuis la côte méditerranéenne jusqu'aux Alpes du sud, et un minimum en hiver ce qui est par contre une particularité des Alpes internes. La « sécheresse » continentale se manifeste donc surtout en hiver, et s'ajoute au creux estival de type méditerranéen, qui est ici atténué.

Les températures, liées étroitement aux altitudes élevées, sont basses, induisant une saison de végétation d'autant plus courte que l'on s'élève sur les versants, et des gelées tardives fréquentes.

Les diagrammes ombrothermiques ne montrent pas de mois sec au sens de Gaussens ($P < 2T$). Cependant, l'irrégularité interannuelle des précipitations peut provoquer une sécheresse estivale certaines années. De même, les précipitations hivernales, essentiellement neigeuses, sont très variables d'une année sur l'autre.



figures 3 à 5 : diagrammes ombrothermiques pour trois localités des Alpes internes

Roches et sols

Contexte géologique

Les Alpes internes, définies ci-dessus selon un critère climatique de continentalité, appartiennent également du point de vue géologique à la zone interne alpine, où le plissement alpin a atteint son paroxysme et dont la structure est extrêmement complexe. La compression des terrains y a été tellement intense qu'ils se sont empilés, formant des nappes de charriage, et portant à plus de 2000 mètres d'altitude des fragments de plancher océanique.

Le **compartiment autochtone** n'affleure que localement dans la Haute-Ubaye. Il est représenté par les terres noires oxfordiennes dans le bassin de Barcelonnette, et par des grès de l'Eocène qui forment les reliefs les plus méridionaux.

La majeure partie de la Haute-Ubaye est assise sur des **nappes de flyschs à helminthoïdes**, formation calcaro-gréseuse surmontant des schistes noirs, dont la limite avec le compartiment autochtone est marquée à l'ouest par un niveau d'écaillés tectoniques.

Les **nappes briançonnaises**, constituées d'un agencement très complexe de grès houillers du Carbonifère, fréquents surtout dans le Briançonnais, de terrains variés rattachés au Trias (quartzites, cargneules, gypse, calcaires et dolomies), et de calcaires peu épais datés du Jurassique à l'Eocène inférieur, couvrent le Nord-Est de la Haute-Ubaye, la moitié Ouest du Queyras, et l'ensemble du Briançonnais. La morphologie de cette zone à dominante de calcaires durs est très accidentée, avec de multiples chevauchements vers l'Ouest.

La partie la plus orientale de la zone d'étude, extrémité de la Haute-Ubaye et surtout Haut-Queyras, est constituée par des **nappes de schistes lustrés**, roches métamorphiques généralement calcaires riches en mica. Ces roches plus sensibles à l'érosion forment des reliefs moins accidentés, plus mous que les roches dures de la zone briançonnaise. Le contraste est net dans le Queyras lorsqu'on débouche des gorges du Guil, taillées dans la zone briançonnaise, pour trouver les paysages ouverts du Haut-Queyras. Au sein de ces nappes se trouvent des écaillés formées de roches magmatiques, basaltes gabbros et serpentines, caractéristiques des fonds océaniques, et réunies sous l'appellation de « roches vertes ».

Substrats

Les altérites

Etant donnée la grande variété des types de roches, nous ne parlerons ici que des faciès les plus représentatifs.

Les différents niveaux de **calcaire dur** des nappes briançonnaises sont attaqués par le gel et la dissolution. Les sols qui s'y forment sont généralement caillouteux, peu épais et décarbonatés en surface (calcosols ou calcisols). Ils produisent également des éboulis (voir ci-dessous).

Les **quartzites et grès** s'altèrent dans la masse en arènes, engendrant des sols acides à texture sableuse. L'évolution de ces sols est généralement peu poussée ; les rankosols et brunisols sont largement dominants et les signes de podzolisation sont rares, probablement à cause du contexte climatique. Les sols issus de quartzite sont particulièrement pauvres. Inversement, les grès micacés du carbonifère qui abondent autour de Briançon donnent des sols souvent riches et épais.

Les **flyschs à helminthoïdes** de la nappe du Parpaillon sont composés d'une superposition rythmique de séquences granoclassées, décimétriques, à dominante calcaire avec une faible proportion de grès fins à ciment calcaire. Ces roches grises relativement dures s'altèrent par fractionnement et dissolution. La fraction siliceuse permet notamment une décarbonatation efficace qui se manifeste par la formation d'une gangue ocre décarbonatée de quelques centimètre d'épaisseur à la périphérie des fragments. Les sols sur altérites de flyschs sont souvent peu profonds, mais fracturation favorise la prospection racinaire.

Les **schistes lustrés** regroupent un ensemble à dominante de calcschistes. Les débits en plaquettes sont très riches en micas et très luisants (d'où le qualificatif de « lustrés »). Ces roches s'altèrent assez facilement, sur une grande épaisseur. Les sols sont généralement profonds à texture limoneuse ou argilo-limoneuse bien structurés, décarbonatés sur quelques décimètres, et parfois même acides en surface. Ils sont caractérisés par une bonne réserve en eau, ce qui explique probablement la qualité des peuplements d'adret dans le Queyras.

Les **marnes noires** qui affleurent à proximité de Barcelonnette produisent des substrats souvent ingrats d'autant plus qu'elles se présentent généralement sous forme de robines dans des zones en érosion. L'altérite meuble peut donner l'impression trompeuse d'un volume prospectable important, alors qu'elle est

massive et saturée en calcaire actif. On y trouve donc des sols calcaires peu évolués, souvent superficiels et peu fertiles (régosol et rendosols). Dans les conditions favorables, replats notamment, ces marnes sont généralement recouvertes par des moraines (voir ci-dessous) et les sols qui s'y développent n'ont alors plus de lien génétique direct avec elles.

Les matériaux allochtones

Les **moraines** sont des sédiments mobilisés, transportés puis déposés par un glacier. Elles n'ont généralement pas subi de remaniement important depuis leur dépôt. Sur le terrain, on les reconnaît à leurs éléments grossiers, de toutes tailles, très émoussés et parfois striés. La nature des galets et de la matrice est représentative de celle des terrains dans érodés par le glacier ; elle dépend donc de l'ampleur et de l'hétérogénéité de la vallée. La règle générale est une hétérogénéité des éléments grossiers dans une matrice fine carbonatée. Ce sont des matériaux épais souvent de plusieurs mètres, qui donnent des sols profonds est fertiles malgré une forte charge en éléments grossiers ($\simeq$ 60 %). Les moraines couvrent une grande partie des ubacs. C'est sur ce type de matériaux que l'on trouve les plus beaux mélèzes.

Les **éboulis** sont des formations de versant constituées de fragments anguleux arrachés par des cycles de gel et dégel à un niveau de roche dure généralement visible en amont. Ils sont souvent générés par des calcaires.

Asylvatiques lorsqu'ils sont actifs, les éboulis récents peuvent être progressivement fixés par la végétation et peuvent permettent à terme l'installation d'un couvert forestier. Mais ils restent des substrats ingrats très filtrants, avec entre les éléments grossiers plus de vide que de terre fine. Ils ne sont favorables que lorsqu'ils sont suintants, à la faveur d'une résurgence.

Les éboulis anciens sont colmatés par de la terre fine d'origine colluviale qui est venue boucher les interstices entre les blocs. Leur potentialité est proche de celle de substrats caillouteux issus d'altérite.

Flore et végétation

Les forêts des Alpes internes méridionales se distinguent d'une part de celles des Alpes du Nord, plus humides, par la faible extension du sapin pectiné et de l'Épicéa commun et l'importance du mélèze, d'autre part de celles des zones externe et intermédiaire, moins continentales, par l'absence du hêtre.

Les subdivisions phytogéographiques du massif alpin diffèrent quelque peu selon les auteurs. Notre zone d'étude correspond aux Alpes internes au sens de Rameau (in Greslier, 1993) et est couverte par le secteur briançonnais défini par Ozenda (1981).

Mise en place et évolution de la couverture forestière

Le cortège d'espèces orophiles qui occupaient le massif alpin au début du quaternaire a été considérablement appauvri par les glaciations au détriment en particulier des espèces à caractère subtropical dont ne subsistent aujourd'hui que quelques témoins comme *Juniperus thurifera*.

La rudesse extrême du climat limitait la végétation à des formations steppiques, permettant seulement pendant les stades interglaciaires le développement de formations forestières similaires à l'actuelle taïga, à base de bouleaux et de pins.

Les phases climatiques postglaciaires ont ensuite permis la constitution par étapes de la couverture forestière, avec l'arrivée du sapin pectiné par le sud, puis du hêtre dans les Alpes externes, et avec la mise en place des étages de végétation.

Puis intervient l'homme. Les derniers millénaires ont vu la forêt régresser et se dégrader dans l'ensemble du massif, face au pâturage et aux défrichements pour mise en culture, jusqu'à ce que, depuis un peu plus d'un siècle, cette pression anthropique diminue, laissant la place aux forêts pionnières de pins et de mélèze.

Étages de végétation et principales formations forestières

Les principaux étages de végétation présents dans les Alpes internes sont l'étage montagnard, l'étage subalpin, et l'étage alpin, l'étage supraméditerranéen étant marginal.

Ces étages sont déterminés essentiellement par le gradient altitudinal de température moyenne

Étage supraméditerranéen

L'étage supraméditerranéen, est cantonné à la partie inférieure des adrets du fait de l'altitude élevée des vallées dans les Alpes internes. Il est occupé par la série interne du chêne pubescent, décrite comme une variante appauvrie de la série supraméditerranéenne du chêne pubescent, avec laquelle elle est en contact au-dessus de Guillestre et près du Lauzet. En fait, les formations forestières qui s'y rattachent sont peu typées et souvent dominées par le pin sylvestre.

Étage montagnard

L'étage montagnard est classiquement assimilé à l'extension de la hêtraie. Cette définition simple et pratique ne s'applique pas dans les Alpes internes où le hêtre est absent ; il semble qu'il ne supporte pas la continentalité qui caractérise la région. D'après les phytogéographes, l'étage montagnard est donc le domaine de la série interne du sapin dans les situations fraîches, et de la série xérophile du pin sylvestre dans les conditions plus sèches.

Les adrets sont effectivement occupés par la pineraie de pin sylvestre, et ce faciès, qui est un dans le reste des Alpes du sud un stades pionnier transitoire, semble ici stable. La situation est similaire en ubac dans le sous-étage montagnard inférieur.

Par contre, le Sapin pectiné est très peu répandu, même en ubac. Les versants frais sont couverts au-dessus de 1350 mètres par des mélèzeins qui représentent sans doute le plus souvent une phase transitoire vers la sapinière.

Étage subalpin

C'est dans l'étage subalpin que les forêts des Alpes internes montrent vraiment leur originalité. Il est occupé principalement en ubac par la série du Pin cembro et du Mélèze et en adret par la série du Pin à crochets. Ces trois essences sont emblématiques des forêts alticoles des Alpes internes.

Le pin cembro n'est pas très abondant dans les Alpes du sud et y forme peu de peuplements purs, contrairement à ce qui est constaté dans les Alpes du nord. On le trouve le plus souvent en mélange avec le mélèze, dominant des landes à rhododendron et myrtille. La Sapin a potentiellement sa place sur ces landes

acidiphiles dans la frange inférieure de l'étage subalpin, déterminant une série subalpine du sapin, mais les peuplements constitués sont rares.

En adret, le pin cembro et le mélèze sont moins à l'aise et laissent plus de possibilité d'extension au pin à crochets, mieux armé pour résister au stress hydrique.

Etage alpin

L'étage alpin se situe par définition au-dessus de la limite des forêts. Les contraintes climatiques drastiques qui y règnent sont incompatibles avec la vie des arbres, et les formations climaciques sont des pelouses.

Principales essences forestières

La répartition des principales essences dans les trois régions INF selon des résultats du dernier inventaire (1993 pour les Hautes-Alpes, 1994 pour les Alpes-de-Haute-Provence) confirme le tableau général brossé ci-dessus :

Essence	Briançonnais (ha)	Queyras (ha)	Ubaye (ha)	Total (ha)	Total (%)
feuillus	1286	133	481	1900	3
Pin sylvestre	3506	2072	6345	11923	20
Pin à crochets	4486	2565		7051	12
Mélèze	11987	10037	9785	31809	53
Sapin pectiné			1809	1809	3
Epicéa commun			2072	2072	3
<i>autres conifères</i>	<i>1090</i>	<i>835</i>	<i>2001</i>	<i>3926</i>	<i>6</i>
total conifères	21069	15509	22012	58590	97
surface boisée	22355	15642	22493	60490	100

surface de la région (ha)	133930	64796	96964	295690
taux de boisement (%)	17	24	23	20

tableau 2 : surface couverte par les principales essences (source IFN)

Ces chiffres montrent bien la faible extension des feuillus.

Il faut aussi noter que les surfaces en sapin et épicéa ne sont pas significatives dans le Briançonnais et dans le Queyras, et qu'elles se situent essentiellement en aval de Barcelonnette (donc hors de la région étudiée) dans Ubaye.

La très grande majorité des boisements est donc constituée d'essences pionnières.

2. Définitions des stations forestières

Travaux antérieurs

Rappelons (cf. avant-propos) que les mélèzeins, qui constituent les forêts les plus intéressantes et les plus productives des Alpes internes, ont déjà été étudiés. Les analyses décrites dans la suite intègrent l'ensemble des données utilisées par Didier BONNASSIEUX pour l'étude des stations sous mélèzeins. De même, la typologie de stations résultante est compatible avec celle qui avait été établie sous mélèzeins, mais avec une nomenclature un peu différente. Un tableau de correspondance est livré à la fin de cette partie.

Un travail également intéressant avait été mené en 1989 par Paolo VARESE en forêt de Marassan (Queyras), dont les résultats sont résumés ci-dessous.

VARESE, 1989

L'analyse floristique fait ressortir en premier lieu :

- le gradient altitudinal
- Les sylvofaciès : sapinières, mélèzeins et pineraies

L'analyse fait apparaître les limites d'altitude suivantes :

NB. la forêt de Marassan est située en ubac

Etage	Sous-étage	Limite d'altitude
Alpin	-----	2400 m
	supérieur	2150 m
	moyen	2000 m
Subalpin	inférieur	1850 m
	-----	1850 m
	supérieur	1650 m
Montagnard	moyen	

L'influence dominante de l'altitude et des sylvofaciès masque l'effet des autres facteurs écologiques.

Une analyse plus fine, complétée par des profils écologiques, permet cependant de décliner des groupes floristiques non seulement par classe d'altitude, mais aussi par niveau trophique et hydrique.

Cette approche floristique est complétée par des éléments de géomorphologie, de phytosociologie et de dynamique forestière.

La structuration écologique adoptée et la typologie des stations correspondantes sont bâties sur 4 critères hiérarchisés :

1. Type géologique (schistes lustrés / tufs calcaires / alluvions)
2. Etage et sous étage de végétation
3. Niveau trophique
4. Niveau hydrique

16 types de stations sont ainsi individualisés et décrits.

BONNASSIEUX, 1997

La typologie établie par Didier BONNASSIEUX est basée sur les critères suivants :

1. classe d'exposition (ubac / adret)
2. position topographique (replat / autre situation sur versant)
3. classe d'altitude

ubac		adret
	<i>subalpin supérieur</i>	
2100 m -----		2100 m
	<i>subalpin inférieur</i>	
1800 m -----		1900 m
	<i>montagnard supérieur</i>	
1600 m -----		
	<i>montagnard moyen</i>	
1350 m -----		
	<i>montagnard inférieur</i>	

4. niveau hydrique (1 à 3)
5. niveau trophique (acide / calcaire)

26 types de stations sont individualisés et décrits.

Description des données

La présente étude est basée essentiellement sur des observations ponctuelles de terrain formalisés (relevés), qui intègrent les facteurs du milieu (dits abiotiques) tels que le climat local et le sol, et la « réponse » de la végétation forestière.

Ces observations ont été réparties selon une stratégie d'échantillonnage de façon à couvrir au mieux l'étendue des Alpes internes et la gamme des conditions de milieux qu'elles présentent.

Contenu des relevés

Sur chaque point d'observation ont été notés les éléments suivants (cf. fiche de relevé en annexe) :

- Identification : numéro, auteurs, date
- Localisation : département, petite région naturelle, forêt + pointage sur carte et saisie sur SIG
- Climat : altitude (en m), exposition du versant (en secteur), exposition de la placette (en °), pente (en %), masque (en %)
- Topographie : topographie générale (note sur 3), topographie locale (note sur 3) + schéma de situation
- Substrat : affleurements de roche et de blocs (%), roche-mère ou matériau parental,
 - . texture et charge en éléments grossiers (%) de l'horizon 25-35cm,
 - . profondeur d'observation, profondeur d'apparition d'une réaction visible à HCl,
 - . profondeur d'apparition d'une charge en éléments grossiers supérieure à 30%, à 60%
 - . profondeur d'apparition de l'horizon C, de la roche
 - . schéma
- Recouvrement des strates arborescente, arbustive, herbacée, muscinale (en 1/10)
- Espèces constitutives du peuplement : nom, code, coefficient d'abondance-dominance
- Espèces constitutives du sous-bois : nom, code, coefficient d'abondance-dominance
- Comportement des essences principales (appréciation notée sur 10)

Description de l'échantillon

Nous disposons au total de 291 relevés qui se répartissent comme suit :

- par petite région naturelle :

Briançonnais	107
Queyras	82
Haute Ubaye	102
- par tranche d'altitude :

1000-1200 m	7
1200-1400 m	17
1400-1600 m	51
1600-1800 m	83
1800-2000 m	67
2000-2200 m	48
2200-2400 m	18
- par classe d'exposition :

adret	125
ubac	158
vallée	8
- par essence dominante :

mélèzein	154
pineraie de Pin sylvestre	67
pineraie de Pin à crochets	36
sapin pectiné	23
pineraie de Pin cembro	4
(milieu ouvert)	7

Les stations de vallées ont fait l'objet d'observation informelles complémentaires.

Analyse floristique

Le but de l'analyse floristique est d'abord de bâtir des groupes d'espèces indicatrices, et ensuite de mettre en évidence à l'aide de ces groupes floristiques les facteurs de structuration du tapis végétal, sur lesquels sera basée la typologie de stations.

Les observations faites en fond de vallée ont été traitées à part d'emblée. L'analyse détaillée ici concerne uniquement les situations de versants.

Traitement des données

Les données ont été traitées de façon classique par Analyse Factorielle des Correspondances (AFC).

L'AFC fait apparaître sans surprise les paramètres climatiques comme facteurs principaux d'explication de la flore : le rayonnement direct (exposition combinée avec la pente) est fortement corrélé à l'axe 1, tandis que l'altitude (qui doit être interprétée comme un gradient thermique négatif) explique l'axe 2.

Les dimensions suivantes de l'espace sont liées aux conditions locales telles que le bilan hydrique et le niveau trophique du sol, mais avec un déterminisme plus flou.

En outre, les espèces arborescentes montrent un comportement très typé.

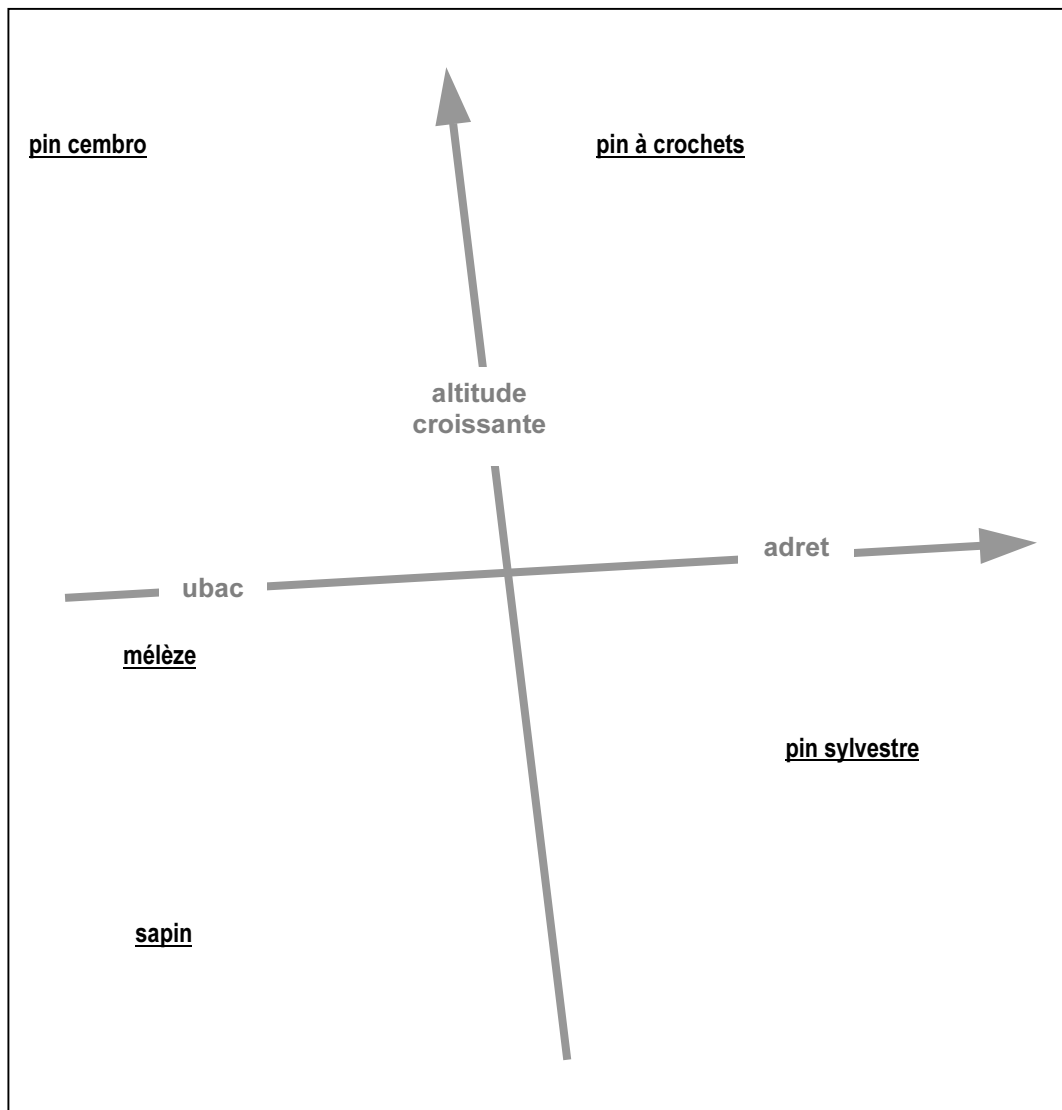


figure 6 : représentation schématique du plan 1X2 de l'AFC

Groupe floristiques

L'interprétation de l'AFC a permis de constituer les groupes floristiques suivants :

Espèces subalpines

♦ espèces forestières mésophiles à hygroclines

<i>Homogyne alpina</i>	Homogyne des Alpes
<i>Lonicera coerulea</i>	Camerisier bleu
<i>Luzula sylvatica subsp.si</i>	Luzule des bois
<i>Pinus cembra</i>	Pin cembro
<i>Poa chaixii</i>	Pâturin de Chaix
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	Rhododendron ferrugineux
<i>Soldanella alpina</i>	Soldanelle des Alpes
<i>Sorbus chamaemespilus</i>	Alisier nain
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Myrtille
<i>Vaccinium vitis idaea</i>	Airelle rouge

♦ espèces héliophiles mésohygroclines

<i>Dryas octopetala</i>	Dryade à huit pétales
<i>Festuca paniculata</i>	Fétuque paniculée
<i>Festuca violacea</i>	Fétuque violacée
<i>Gentiana brachyphylla</i>	Gentiane à feuilles courtes
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	Liondent des Pyrénées
<i>Nardus stricta</i>	Nard raide
<i>Polygonum viviparum</i>	Renouée vivipare
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Airelle des marais
<i>Viola calcarata</i>	Pensée éperonnée

♦ espèces héliophiles mésophiles

<i>Antennaria dioica</i>	Antennaire dioïque
<i>Geum montanum</i>	Benoîte des montagnes
<i>Luzula pediformis</i>	Luzule pediforme
<i>Poa alpina</i>	Pâturin des Alpes
<i>Polygala vulgaris</i>	Polygale commun
<i>Ranunculus pyrenaicus</i>	Renoncule des Pyrénées
<i>Rumex acetosa</i>	Rumex petite oseille
<i>Trifolium alpinum</i>	Trèfle des Alpes

Espèces subalpines et montagnardes

♦ espèces hygroclines

<i>Myosotis sylvatica</i>	Myosotis des forêts
<i>Phleum alpinum</i>	Fléole des Alpes
<i>Polygonum bistorta</i>	Renouée bistorte
<i>Ranunculus platanifolius</i>	Renoncule à feuilles de platane
<i>Rumex arifolius</i>	Rumex à feuilles de Gouet
<i>Silene dioica</i>	Compagnon rouge
<i>Taraxacum officinale</i>	Pissenlit officinal
<i>Trollius europaeus</i>	Trolle d'Europe
<i>Urtica dioica</i>	Ortie dioïque

♦ espèces forestières mésophiles

<i>Ajuga pyramidalis</i>	Bugle pyramidale
<i>Campanula rhomboidalis</i>	Campanule à feuilles en losange
<i>Festuca altissima</i>	Grande Fétuque
<i>Festuca heterophylla</i>	Fétuque à feuilles de deux sortes
<i>Luzula luzulina</i>	Luzule jaunâtre

♦ **espèces héliophiles mésophiles**

<i>Achillea millefolium</i>	Achillée millefeuille
<i>Alchemilla flabellata</i>	Alchemille flabellée
<i>Bunium bulbocastanum</i>	Bunium noix de terre
<i>Centaurea uniflora</i>	Centaurée à un capitule
<i>Cerinth minor</i>	Petit mélinet
<i>Daphne mezereum</i>	Bois joli
<i>Festuca laevigata</i>	Fétuque lisse
<i>Festuca nigrescens</i>	Fétuque noirâtre
<i>Gentianella campestris</i>	Gentiane champêtre
<i>Geum urbanum</i>	Benoîte commune
<i>Plantago serpentina</i>	Plantain serpentant
<i>Poa trivialis</i>	Pâturin commun
<i>Potentilla crantzii</i>	Potentille alpestre
<i>Potentilla grandiflora</i>	Potentille à grandes fleurs
<i>Ranunculus montanus</i>	Renoncule des montagnes
<i>Silene vulgaris</i>	Silène enflé
<i>Thesium alpinum</i>	Thésium des Alpes
<i>Thymus alpestris</i>	Thym des alpes
<i>Trifolium montanum</i>	Trèfle des montagnes
<i>Trifolium pratense</i>	Trèfle des prés
<i>Trifolium repens</i>	Trèfle rampant
<i>Trisetum flavescens</i>	Triset pourpre
<i>Veronica allionii</i>	Véronique d'Allioni

♦ **espèces héliophiles xéroclines**

<i>Carex sempervirens</i>	Laïche toujours verte
<i>Cotoneaster nebrodensis</i>	Cotoneaster laineux
<i>Cotoneaster integerrimus</i>	Cotoneaster commun
<i>Helianthemum nummularium</i>	Hélianthème nummulaire
<i>Helictotrichon sedenense</i>	Avoine des montagnes
<i>Juniperus nana</i>	Genévrier nain
<i>Lotus alpinum</i>	Lotier des Alpes
<i>Orthilia secunda</i>	Pyrole unilatérale
<i>Pulsatilla alpina</i>	Pulsatille des Alpes
<i>Saxifraga paniculata</i>	Saxifrage paniculée
<i>Sedum album</i>	Orpin blanc
<i>Sesleria albicans</i>	Seslérie blanchâtre

♦ **espèces héliophiles xérophiles calcaricoles**

<i>Anthyllis montana</i>	Anthyllide des montagnes
<i>Astragalus sempervirens</i>	Astragale toujours vert
<i>Carex hallerana</i>	Laïche de Haller
<i>Epipactis atrorubens</i>	Epipactis pourpre noirâtre
<i>Galium sp.</i>	
<i>Globularia cordifolia</i>	Globulaire à feuilles en coeur
<i>Helianthemum italicum</i>	Hélianthème d'Italie
<i>Hieracium juranum</i>	Epervière du Jura
<i>Hieracium lanatum</i>	Epervière laineuse
<i>Laserpitium siler</i>	Laser siler
<i>Leontodon crispus</i>	Liondent crispé
<i>Paradisea liliastrium</i>	Paradisie faux lis
<i>Plantago alpina</i>	Plantain des Alpes

Espèces montagnardes ou à large amplitude altitudinale

♦ espèces forestières hygroclines

<i>Aconitum vulparia</i>	Aconit tue-loup
<i>Alchemilla xanthochlora</i>	Alchemille vulgaire
<i>Astrantia major</i>	Grande astrance
<i>Carex ferruginea</i> ssp. <i>australpina</i>	Laîche des Alpes méridionales
<i>Centaurea montana</i>	Centaurée des montagnes
<i>Chaerophyllum aureum</i>	Chérophylle doré
<i>Chaerophyllum villarsi</i>	Chérophylle de Villars
<i>Clematis alpina</i>	Clématite des Alpes
<i>Empetrum nigrum</i>	Camarine noire
<i>Geranium rivulare</i>	Géranium des ruisseaux
<i>Geranium sylvaticum</i>	Géranium des bois
<i>Hedysarum boutygnanum</i>	Hédysarum de Boutigny
<i>Heracleum sphondylium</i>	Berce sphondyle
<i>Lathyrus vernus</i>	Gesse printanière
<i>Lonicera alpigena</i>	Camerisier des Alpes
<i>Oxalis acetosella</i>	Oxalide petite oseille
<i>Peucedanum ostruthium</i>	Impératoire
<i>Phyteuma ovatum</i>	Raiponce ovoïde
<i>Rosa pendulina</i>	Rosier des Alpes
<i>Saxifraga cuneifolia</i>	Saxifrage à feuilles en coin
<i>Veratrum album</i>	Vérâtre blanc
<i>Veronica urticaefolia</i>	Véronique à feuilles d'ortie

♦ espèces forestières mésophiles

<i>Aquilegia atrata</i>	Ancolie noirâtre
<i>Galium aristatum</i>	Gaillet aristé
<i>Luzula nivea</i>	Luzule blanc-de-neige
<i>Phyteuma spicatum</i>	Raiponce en épi
<i>Prenanthes purpurea</i>	Prenanthes pourpre
<i>Rubus saxatilis</i>	Ronce des rochers
<i>Euphorbia dulcis</i>	Euphorbe douce
<i>Gentiana lutea</i>	Gentiane jaune
<i>Hepatica nobilis</i>	Anémone hépatique
<i>Hieracium prenanthoides</i>	Epervière faux prenanthe
<i>Lathyrus pratensis</i>	Gesse des prés
<i>Lilium martagon</i>	Lis martagon
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	Mélampyre des forêts
<i>Melica nutans</i>	Mélique penchée
<i>Ranunculus nemorosus</i>	Renoncule des bois
<i>Valeriana montana</i>	Valériane des montagnes
<i>Valeriana tripteris</i>	Valériane triséquée
<i>Campanula persicaefolia</i>	Campanule à feuilles de pêcher
<i>Dactylis glomerata</i>	Dactyle aggloméré
<i>Fourraea alpina</i>	Arabette à fleurs peu nombreuses
<i>Fragaria vesca</i>	Fraisier des bois
<i>Galium verum</i>	Gaillet vrai
<i>Poa nemoralis</i>	Pâturin des bois
<i>Primula veris</i>	Primevère officinale
<i>Rosa montana</i>	Rosier des montagnes
<i>Sorbus aucuparia</i>	Sorbier des oiseleurs
<i>Trifolium alpestre</i>	Trèfle alpestre
<i>Veronica chamaedrys</i>	Véronique petit-chêne
<i>Veronica officinalis</i>	Véronique officinale des collines
<i>Vicia sepium</i>	Vesce des haies
<i>Viola sylvestris</i> s.l.	Violette des bois

♦ **espèces mésophiles acidiclinales**

<i>Alchemilla hoppeana</i>	Alchemille de Hoppe
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Flouve odorante
<i>Deschampsia flexuosa</i>	Canche flexueuse
<i>Festuca flavesces</i>	Fétuque jaunâtre

♦ **espèces xéroclines**

<i>Campanula rotundifolia</i>	Campanule à feuilles rondes
<i>Cardus defloratus</i>	Chardon décapité
<i>Carex humilis</i>	Laïche humble
<i>Carlina acaulis</i>	Carlina à tige courte
<i>Galium mollugo</i>	Gaillet mollugine
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Grande marguerite
<i>Silene nutans</i>	Silène penchée

♦ **espèces héliophiles xéroclines**

<i>Acinos alpinus</i>	Sarriette des Alpes
<i>Arabis hirsuta</i>	Arabette hérissée
<i>Astragalus danicus</i>	Astragale du Danemark
<i>Bupleurum ranunculoides</i>	Buplèvre fausse renoncule
<i>Cirsium eriophorum</i>	Chardon laineux
<i>Euphorbia cyparissias</i>	Euphorbe petit cyprès
<i>Gentianella ciliata</i>	Gentiane ciliée
<i>Hieracium pilosella</i>	Epervière piloselle
<i>Koeleria vallesiana</i>	Koelérie du Valais
<i>Poa pratensis ssp. angustifolia</i>	Pâturin à feuilles étroites
<i>Scutellaria alpina</i>	Scutellaire, Toque des Alpes
<i>Sempervivum arachnoideum</i>	Joubarbe à toile d'araignée
<i>Senecio doronicum</i>	Séneçon doronic
<i>Thymus serpyllum</i>	Thym serpolet

♦ **espèces héliophiles xérophiles**

<i>Anthyllis vulneraria</i>	Anthyllide vulnéraire
<i>Artostaphylos uva-ursi</i>	Raisin d'ours
<i>Biscutella laevigata</i>	Lunetière lisse
<i>Hippocrepis comosa</i>	Hippocrépide à toupet
<i>Pinus uncinata</i>	Pin à crochets

♦ **espèces thermophiles xérophiles**

<i>Anthericum liliago</i>	Phalangère à fleurs de lis
<i>Carlina acanthifolia</i>	Carlina à feuille d'acanthé
<i>Cirsium acaule</i>	Cirse acaule
<i>Coronilla minima</i>	Petite coronille
<i>Festuca ovina</i>	Fétuque ovine
<i>Lactuca perennis</i>	Laitue vivace
<i>Lotus corniculatus</i>	Lotier corniculé, Pied de poule
<i>Ononis cristata</i>	Bugrane du Mont-Cenis
<i>Ononis natrix</i>	Bugrane natrix
<i>Ononis rotundifolia</i>	Ononis à feuilles rondes
<i>Ononis spinosa</i>	Bugrane épineuse

Espèces montagnardes et supraméditerranéennes

♦ espèces mésoxéroclines calciclinales

<i>Brachypodium pinnatum</i>	Brachypode penné
<i>Bromus erectus</i>	Brome érigé
<i>Calamagrostis varia</i>	Calamagrostide des montagnes
<i>Campanula rapunculoides</i>	Campanule fausse raiponce
<i>Digitalis grandiflora</i>	Digitale à grandes fleurs
<i>Epilobium angustifolium</i>	Epilobe en épi
<i>Laserpitium latifolium</i>	Laser à feuilles larges
<i>Onobrychis montana</i>	Esparcette des montagnes
<i>Phyteuma betonicifolium</i>	Raiponce à feuilles de bétoune
<i>Phyteuma orbiculare</i>	Raiponce orbiculaire
<i>Pimpinella major</i>	Grand boucage
<i>Plantago media</i>	Plantain intermédiaire
<i>Polygala chamaebuxus</i>	Polygale petit buis
<i>Pulmonaria saccharata</i>	Pulmonaire saupoudrée
<i>Ribes alpinum</i>	Groseillier des Alpes
<i>Ribes uva crista</i>	Groseillier à maquereau
<i>Solidago virgaurea</i>	Solidage verge d'or

♦ espèces thermophiles xéroclines calcicoles

<i>Berberis vulgaris</i>	Epine-vinette
<i>Bupleurum falcatum</i>	Buplèvre en faux
<i>Juniperus communis</i>	Genévrier commun
<i>Pimpinella saxifraga</i>	Boucage saxifrage
<i>Rhamnus alpina</i>	Nerprun des Alpes
<i>Thalictrum foetidum</i>	Pigamon fétide

♦ espèces héliophiles xérocalcicoles

<i>Achnatherum calamagrostis</i>	Calamagrostide argentée
<i>Amelanchier ovalis</i>	Amélanchier
<i>Asperula cynanchica</i>	Herbe à l'esquinancie
<i>Astragalus monspessulanus</i>	Astragale de Montpellier
<i>Centaurea scabiosa</i>	Centauree scabieuse
<i>Juniperus sabina</i>	Genévrier sabine
<i>Laserpitium gallicum</i>	Laser de France
<i>Sanguisorba minor</i>	Pimprenelle
<i>Stachys recta</i>	Epiaire droite
<i>Teucrium chamaedrys</i>	Germandrée petit-chêne

Espèces supraméditerranéennes♦ **espèces forestières mésophiles**

<i>Corylus avellana</i>	Noisetier
<i>Fraxinus excelsior</i>	Frêne commun
<i>Lonicera xylosteum</i>	Camerisier à balais
<i>Polygonatum odoratum</i>	Sceau de Salomon odorant
<i>Prunus brigantina</i>	Prunier de Briançon
<i>Rosa canina</i>	Rosier des chiens
<i>Sorbus aria</i>	Alisier blanc
<i>Viburnum lantana</i>	Viorne lantane
<i>Vicia cracca</i>	Vesce cracca

♦ **espèces thermophiles xérocalcicoles**

<i>Acer opalus</i>	Erable à feuilles d'obier
<i>Campanula trachelium</i>	Campanule gantelée
<i>Cephalanthera longifolia</i>	Céphalanthère à longues feuilles
<i>Coronilla emerus</i>	Coronille arbrisseau
<i>Crataegus monogyna</i>	Aubépine monogyne
<i>Cytisophyllum sessilifolium</i>	Cytise à feuilles sessiles
<i>Helleborus foetidus</i>	Hellébore fétide
<i>Hippocrepis emerus</i>	Coronille arbrisseau
<i>Lavandula angustifolia</i>	Lavande commune
<i>Ligustrum vulgare</i>	Troène
<i>Odontites lutea</i>	Odontite jaune
<i>Onobrychis saxatilis</i>	Sainfoin des rochers
<i>Ononis fruticosa</i>	Ononis ligneux
<i>Prunus mahaleb</i>	Cerisier de Sainte-Lucie
<i>Rhamnus saxatilis</i>	Nerprun des rochers
<i>Thalictrum minus</i>	Petit pigamon
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	Dompte-venin officinal

Tableaux floristiques

Le classement des relevés en fonction de leur composition floristique fait ressortir en premier lieu les compartiments climatiques : classes d'exposition (adret/ubac), puis classes d'altitude dans chaque classe d'exposition.

Ensuite, le critère de distinction le plus fort est le faciès forestier, avec une opposition entre les mélézeins et les pineraies. Cela vient brouiller l'interprétation des facteurs stationnels, comme l'avait constaté Paolo VARESE (1989).

Le seul paramètre édaphique qui apparaisse clairement est la chimie du sol : les sols calcaires se distinguent des sols non calcaires, soit décarbonatés sur plus de 25 cm, soit issus de roches acides. Il est intéressant de noter que des espèces de tempérament acidiphile se rencontrent fréquemment sur roche calcaire, pour peu que le sol soit en partie décarbonaté. Il semble que l'opposition entre espèces calcicoles et calcifuges s'estompe avec l'altitude jusqu'à disparaître dans l'étage subalpin où même la myrtille et le rhododendron sont indifférents au substrat.

Le niveau hydrique résultant de la topographie locale, de l'épaisseur du sol et de sa pierrosité a peu d'influence sur la composition floristique, alors que la physionomie des peuplements forestiers (croissance et forme des arbres) lui est fortement corrélée. Seules les espèces hygroclines distinguent certaines des stations d'ubac les plus favorables.

Typologie

La structuration écologique reprend les facteurs mis en évidence lors de l'analyse des données, en distinguant versants et fonds de vallées, et en intégrant le niveau de fertilité pour les versants. Elle est ensuite traduite dans la nomenclature et dans la clef de détermination.

Facteurs climatiques

Les gradients de rayonnement direct et d'altitude ne sont pas linéaires : la composition floristique fait apparaître des seuils plus ou moins nets.

Sur les versants

Ainsi, la limite entre adret et ubac sur versant est assez tranchée, et on retrouve les valeurs critiques déjà mises en évidence par les études précédentes dans les Alpes du Sud : on passe en exposition fraîche (ubac) dès qu'on a une composante nord, l'Est et l'Ouest se rattachant aux adrets.

Ensuite se dégagent les seuils d'altitude permettant de distinguer des étages bioclimatiques :

ubac	adret
<i>alpin</i>	
2350 m	2350 m
<i>subalpin supérieur</i>	
2100 m	2100 m
<i>subalpin inférieur et moyen</i>	
1800 m	1850 m
<i>montagnard supérieur</i>	
1600 m	1700 m
<i>montagnard moyen</i>	
1350 m	1400 m
<i>montagnard inférieur</i>	
	1200 m
<i>supraméditerranéen</i>	

Ce découpage confirme et complète celui qui avait été obtenu par l'étude des mélézeins. La transition entre les étages subalpin et alpin correspond à la limite supérieure de la forêt.

Les limites supérieures de l'étage montagnard s'avèrent un peu plus basses qu'elles n'avaient été initialement déterminées.

Par contre, la limite inférieure de l'étage montagnard moyen en ubac, que Didier BONNASSIEUX avait fixée à 1350 mètres par défaut, puisqu'il s'agissait de la limite inférieure des mélézeins étudiés, ne se trouve pas modifiée par les nouvelles données intégrées. Notons cependant que cette valeur de 1350 m semble élevée au vu des références bibliographiques et de la limite correspondante observée dans le reste des Alpes du sud (1250 m dans les Alpes intermédiaires humides et les préalpes sèches).

En adret, les limites inférieures de l'étage montagnard et de ses sous-étages sont conformes aux attentes.

L'étage supraméditerranéen, cantonné à la frange inférieure de quelques versants d'adret, est très marginal. La chaleur et la xéricité des basses altitudes y sont généralement en partie compensées par le confinement et l'humidité qui règne en fond de vallée. En outre, les potentialités et la gestion potentielle des stations qui s'y rattachent sont similaires à celles du montagnard inférieur d'adret. La distinction de cet étage supraméditerranéen d'adret n'est donc pas conservée dans la typologie.

Dans les vallées

Les situations concernées sont les fonds de vallées plats, permettant la constitution de forêts ripicoles. Cela exclut les vallons pentus, qui sont dans un contexte de versant.

En fond de vallée, la pente est très faible et l'exposition ne joue plus. Par contre, le rayonnement direct est généralement limité par un masque, et l'encaissement engendre des coulées d'air froid et la formation de brumes qui rapprochent ces situations des ubacs plutôt que des adrets du point de vue thermique et

hydrique. Le découpage altitudinal adopté est donc calé sur celui des ubacs, en ne distinguant que deux cas :

- les vallées de basse altitude, en dessous de 1350 mètres
- les vallées montagnardes, au dessus de 1350 mètres

Remarque : aucune station analogue n'a été observée dans l'étage subalpin.

Facteurs topo-édaphiques

Sur les versants

En premier lieu, nous avons privilégié le **niveau hydrique local** qui intègre la topographie locale et la réserve utile du sol, puisque c'est ce facteur qui conditionne principalement la production forestière.

Les sols d'épaisseur moyenne (entre 25 et 50 cm) en topographie régulière constituent le cas le plus fréquent.

Les conditions défavorables limitant le niveau hydrique par rapport à ces stations médianes sont la minceur du sol (moins de 25 cm) ou un taux de cailloux élevé. On constate aussi que les sols pauvres et filtrants développés sur quartzite sont toujours peu favorables, même lorsqu'ils sont relativement profonds. On peut également englober dans ces stations sèches les versants d'adret très pentus, généralement occupés par une pineraie sylvestre médiocre. Les stations sur roche affleurante ou sur éboulis vif constituent bien sûr les types extrêmes, sans potentiel forestier à moyen terme.

A l'opposé, une situation de replat, c'est-à-dire une pente faible (< 35 %) alimentée par un versant, ou une topographie concave sont garants d'un bilan hydrique favorable. Un sol épais, qu'il coïncide ou non avec une situation topographique favorable est aussi un caractère de station fraîche. Les moraines, en particulier, constituent des substrats épais et prospectables. Lorsqu'elles se trouvent sur des pentes modérées (< 55 %), les stations sur moraines bénéficient donc d'un bon bilan hydrique. Les stations les plus fertiles sont souvent indiquées par la présence d'espèces hygroclines, susceptibles de constituer une mégaphorbiaie (végétation de hautes herbes) : Trolle d'Europe, Géranium des forêts,...

En second lieu, nous intégrons le **niveau trophique**, en distinguant les sols acides développés sur grès et quartzite, les sols calcaires, et les sols décarbonatés sur roche calcaire, qui peuvent être calciques ou plus ou moins déssaturés. Ce niveau de structuration n'est pas toujours utile ; on pourra légitimement le négliger dans les forêts assises sur un substrat géologique homogène, ou dans des parcelles peu accessibles.

Dans les vallées

Les deux facteurs locaux importants sont la proximité par rapport au cours d'eau et la profondeur d'apparition de la nappe.

Dans le lit mineur se trouvent des formations linéaires le long des berges. Ces stations sont régulièrement rajeunies par les crues, et caractérisées par des sols alluviaux jeunes. Elles sont occupées principalement par des saules, *Salix incana* en particulier.

Le lit majeur est constitué par des terrasses plus ou moins surélevées par rapport au niveau de l'eau, qui représentent la majeure partie de la surface des fonds de vallées. Les sols sont sains sur quelques décimètres d'épaisseur, et stables entre les épisodes de crue exceptionnelles. Ces stations sont occupées par les mêmes espèces que les versants environnants : mélèze et pin à crochets dans les étages montagnards moyen et supérieur, pin sylvestre à basse altitude.

On distingue enfin des stations mouilleuses, de niveau inférieur aux précédentes, correspondant sans doute à des bras morts du cours d'eau. Les sols engorgés dès la surface portent des forêts alluviales de feuillus divers, peupliers et bouleaux, à Molinie et grands carex.

Nomenclature

La nomenclature adoptée traduit la structuration écologique exposée ci-dessus, et la hiérarchie des facteurs :

Stations sur versants

- classe d'exposition : 1 lettre majuscule
- étage bioclimatique : 2 lettres majuscules
- la combinaison de ces deux facteurs définit les compartiments climatiques
- niveau hydrique : 1 chiffre
- niveau trophique : 1 lettre minuscule (optionnel)

avec les modalités suivantes :

classe d'exposition	étage bioclimatique	niveau hydrique	niveau trophique
A = Adret	AL = Alpin	0 = très sec	a = acide
U = Ubac	SS = Subalpin supérieur	1 = sec	c = calcaire
	SI = Subalpin inférieur et moyen	2 = moyen	n = « neutre »
	MS = Montagnard supérieur	3 = frais	
	MM = Montagnard moyen	4 = très frais	
	MI = Montagnard inférieur		

Exemple :

une station sur **sol épais sur roche acide en climat montagnard moyen d'ubac** sera codée **UMM3a**

Stations de fond de vallée

- contexte de fond de vallée : lettre V
- classe d'altitude : 1 lettre majuscule
- régime hydrique : 1 chiffre

avec les modalités suivantes :

situation	classe d'Altitude	régime Hydrique
V = vallée	M = Montagnard > 1350 m	1 = berge du lit mineur
	B = Basse altitude < 1350 m	2 = station mouilleuse du lit majeur
		3 = terrasse du lit majeur

Exemple :

une station sur **berge de lit mineur dans une vallée montagnarde** sera codée **VM1**

Tableau de correspondance avec la typologie des stations sous mélèzeins

<i>type de station sous mélèzein</i>	<i>type « Alpes internes »</i>	
Mélèzein de versant d'adret du subalpin supérieur sur sol profond	AV11	ASS3
Mélèzein de versant d'adret du subalpin supérieur sur sol superficiel	AV13	ASS1
Mélèzein de versant d'adret du subalpin inférieur sur sol profond	AV21	ASI3
Mélèzein de versant d'adret du subalpin inférieur sur sol superficiel	AV23	ASI1
Mélèzein de versant d'adret du montagnard supérieur sur sol profond	AV31	AMS3
Mélèzein en situation de replat de versant d'adret dans le montagnard supérieur et subalpin inférieur sur sol profond (Haute-Tinée)	AR31	(sans objet)
Mélèzein de versant d'adret du montagnard supérieur sur sol peu profond	AV32	AMS2
Mélèzein de versant d'adret du montagnard supérieur sur sol superficiel	AV33	AMS1
Mélèzein en situation de replat sur versant d'ubac dans le subalpin inférieur sur sol profond	UR211	USI4
Mélèzein en situation de replat sur versant d'ubac dans le montagnard supérieur sur sol profond	UR311	UMS4
Mélèzein en situation de replat de versant d'ubac dans le montagnard moyen sur sol profond morainique	UR411	UMM4c
Mélèzein de versant d'ubac du subalpin supérieur sur sol profond issu de matériau carbonaté (ou grès houillers)	UV111	USS3c
Mélèzein de versant d'ubac du subalpin supérieur sur sol profond issu de matériau acide	UV112	USS3a
Mélèzein de versant d'ubac du subalpin supérieur sur sol peu profond	UV121	USS2c
Mélèzein de versant d'ubac du subalpin supérieur sur sol superficiel généralement carbonaté	UV131	USS1c
Mélèzein de versant d'ubac du subalpin inférieur sur sol profond	UV21	USI3
Mélèzein de versant d'ubac du subalpin inférieur sur sol peu profond	UV22	USI2
Mélèzein de versant d'ubac du montagnard supérieur sur sol profond issu de roche carbonatée	UV311	UMS3c
Mélèzein de versant d'ubac du montagnard supérieur sur sol profond issu de matériaux siliceux (peu acide)	UV312	UMS3a
Mélèzein de versant d'ubac du montagnard supérieur sur sol peu profond issu de matériaux carbonatés	UV32	UMS2c
Mélèzein de versant d'ubac du montagnard moyen sur sol profond morainique	UV411	UMM3c
Mélèzein de versant d'ubac du montagnard moyen sur sol profond d'éboulis siliceux	UV412	UMM3a
Mélèzein de versant d'ubac du montagnard moyen sur sol profond morainique	UV421	UMM2c
Mélèzein de versant d'ubac du montagnard moyen sur sol superficiel issu d'altérite mince de roche siliceuse	UV432	UMM1a
Mélèzein de versant d'ubac du montagnard inférieur en Haute-Tinée cristalline sur sol profond	UV512	(sans objet)
Mélèzein de versant d'ubac du collinéen en Haute-Tinée cristalline sur sol profond	UV612	(sans objet)

tableau 3 : correspondance entre les types définis sous mélèzein et la typologie des Alpes internes

Clef de détermination

- situation sur versant _____ clef des stations sur versant
- situation en fond de vallée alluviale, en pente très faible _____ clef des stations de fond de vallée

Clef des stations sur versant

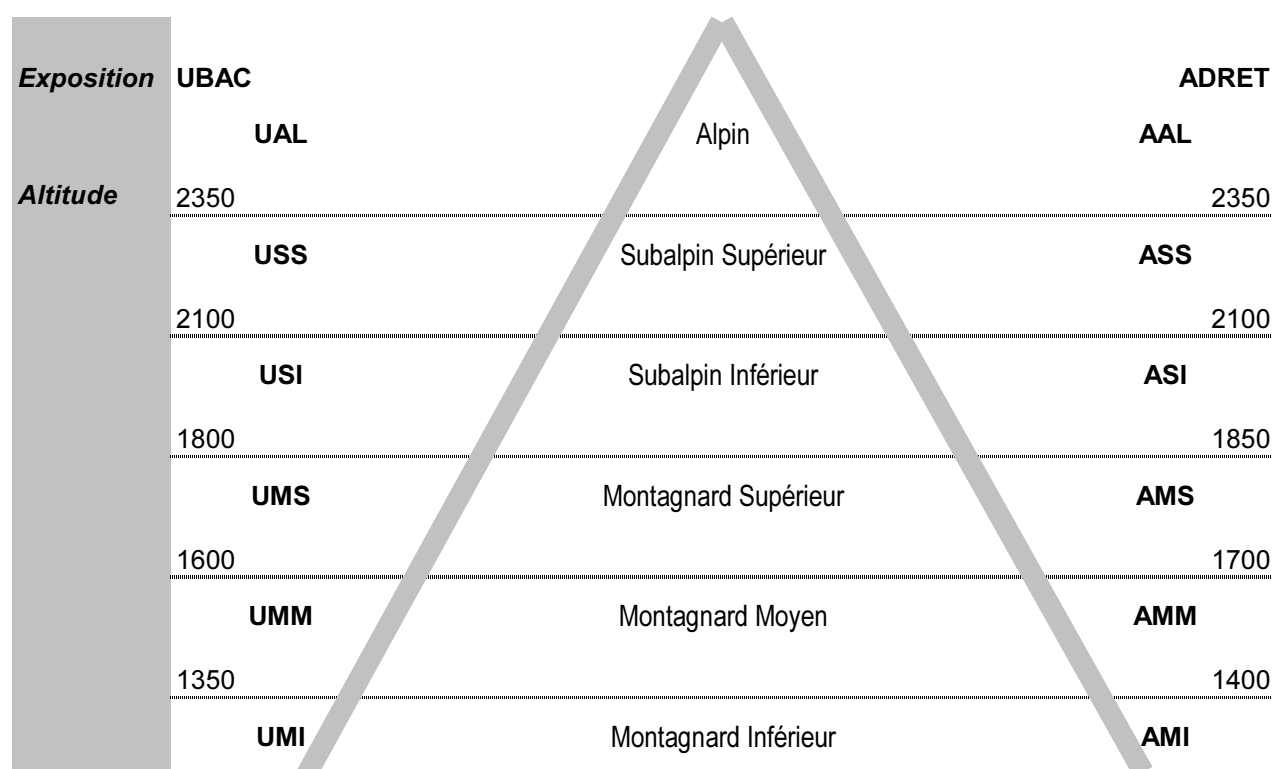
La détermination du type de station se fait en 3 étapes :

1. détermination du compartiment bioclimatique
2. détermination du niveau hydrique local
3. évaluation du niveau trophique (optionnel)

1. détermination du compartiment climatique

Se situer dans les classes d'exposition et d'altitude

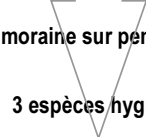
Remarque : les classes d'altitude sont susceptibles d'adaptation à l'échelle du versant ou de la forêt



2. détermination du bilan hydrique local

Le tableau doit être parcouru de haut en bas :

- d'abord le faciès isole les cas extrêmes
- en dehors de ces cas particuliers, la topographie met à part les situations favorables
- dans le cas général on se retrouve dans la colonne du milieu "topographie plane ou convexe" et il faut alors examiner dans l'ordre les facteurs susceptible de déclasser (vers 1) ou de réévaluer (vers 3) la station (flèches horizontales)
- à défaut de facteur correctif on arrive à 2

Faciès	asylvatique : éboulis vif ou roche > 50%			mégaphorbiaie : espèces hygroclines couvrant 1/4 de la surface	
	Topographie locale	topographie plane ou convexe		topographie favorable : replat ou concavité	
Substrat			 ← pente > 80% sur adret ← station sur quartzite ← roche affleur. > 5% ← volume de cailloux dans le sol > 2/3 ← horizon C < 25 cm	 3 espèces hygroclines	
	 moraine sur pente < 55%				
Profondeur du sol	< 25 cm		25 - 50 cm	> 50 cm	
Niveau hydrique	0	1	2	3	4

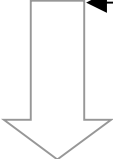
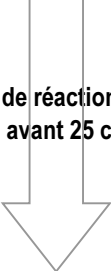
Liste des espèces hygroclines

<i>Aconitum vulparia</i>	Aconit tue-loup
<i>Astrantia major</i>	Grande astrance
<i>Chaerophyllum villarsi</i>	Chérophylle de Villars
<i>Geranium sylvaticum</i>	Géranium des bois
<i>Heracleum sphondylium</i>	Berce sphondyle
<i>Peucedanum ostruthium</i>	Impératoire
<i>Phleum alpinum</i>	Fléole des Alpes
<i>Phyteuma ovatum</i>	Raiponce ovoïde
<i>Polygonum bistorta</i>	Renouée bistorte
<i>Ranunculus platanifolius</i>	Renoncule à feuilles de platane
<i>Rumex arifolius</i>	Rumex à feuilles de Gouet
<i>Silene dioica</i>	Compagnon rouge
<i>Trollius europaeus</i>	Trolle d'Europe
<i>Veratrum album</i>	Vérâtre blanc

3. évaluation du niveau trophique

Le tableau doit être parcouru de haut en bas en déterminant :

- d'abord l'origine siliceuse ou calcaire du substrat
- ensuite le niveau de décarbonatation

Roche "mère"	substrat siliceux issu de grès ou de quartzite	substrat issu de roche calcaire	
			 pas de réaction à HCl avant 25 cm
Sol	acide	neutre ou calcique	calcaire
	a	n	c
Niveau trophique			

Clef des stations de fond de vallée

La détermination du type de station se fait en 2 étapes :

1. détermination du compartiment bioclimatique

- altitude > 1350 m _____ vallée montagnarde **VM**
- altitude < 1350 m _____ vallée de basse altitude **VB**

2. détermination du régime hydrique

- berge du lit mineur _____ **1**
- station mouilleuse du lit majeur _____ **2**
- terrasse du lit majeur _____ **3**

3. Éléments de gestion

Essences adaptées

Le Sapin pectiné

Abies alba Mill.

Exigences climatiques

Le Sapin pectiné est une essence typiquement montagnarde, exigeante en humidité. Dans les Alpes du sud, il trouve sa place en ubac dans les sous étages du montagnard moyen et supérieur. La sécheresse atmosphérique des Alpes internes limite sa croissance. Ce facteur est d'autant plus limitant à basse altitude dans le montagnard inférieur et en adret où sa faible vigueur le rend de plus sensible aux problèmes sanitaires.

Son extension dans l'étage subalpin est limitée par le froid. Son installation est possible dans le subalpin inférieur, mais avec une croissance très faible.

Exigences édaphiques

Le Sapin pectiné est peu sensible à la chimie du sol, même si les sols riches sont plus favorables et si des problèmes de chlorose sont signalés sur sol calcaire. Il réagit beaucoup plus aux composantes du bilan hydrique local : topographie, épaisseur du sol, pierrosité.

Dynamique naturelle

La place du Sapin pectiné est particulièrement réduite dans les Alpes internes, jusqu'à faire douter certains auteurs de son adaptation dans cette région. Pourtant des éléments incitent à penser que cette répartition résulte d'une pression anthropique séculaire très forte. On sait en effet que l'arrachage ou la coupe des semis de sapin était une pratique traditionnelle pour favoriser le mélèze ; et on constate depuis quelques décennies qu'avec l'abandon de cette pratique et la diminution de la pression anthropique, le sapin gagne peu à peu sous le mélèze.

Il est donc probable que le sapin pectiné se substitue naturellement à terme au mélèze en climat montagnard d'ubac, si la gestion forestière ne s'y oppose pas (voir à ce sujet le guide « la sapinière à la reconquête de son territoire »).

Le Mélèze d'Europe

Larix decidua Mill

Exigences climatiques

Le Mélèze est l'essence emblématique des Alpes du sud, et en particulier des Alpes internes du sud. Il est bien adapté au climat sec et froid de la région, et occupe la plus grande partie des ubacs du montagnard moyen au subalpin inférieur. Il a également sa place en adret au-dessus de 1700 m, aux côtés des pins sylvestre et à crochets.

Exigences édaphiques

Espèce très plastique, le mélèze s'accommode de presque tous les substrats, avec bien sûr une préférence pour les sols profonds : les fortes productions sont obtenues sur les replats morainiques.

Dynamique naturelle

Le mélèze est comme le pin sylvestre, une essence pionnière. Son extension actuelle s'explique par la colonisation d'espaces autrefois déboisés et surpâturés. Il s'installe facilement dans les espaces ouverts sur les sols nus, mais a du mal à se régénérer sous lui-même. (voir l'annexe concernant la régénération naturelle du Mélèze). Le mélèzein est donc un faciès transitoire sur l'essentiel de sa surface, et son extension actuelle, qui est symétrique de celle du sapin tend à se réduire naturellement au bénéfice de celui-ci. Le maintien du mélèze, qui a un intérêt non strictement forestier, mais plus largement écologique, pastoral et touristique passe donc par une gestion interventionniste.

Le Pin sylvestre

Pinus sylvestris L.

Exigences climatiques

Dans les Alpes du sud, le Pin sylvestre est une essence supraméditerranéenne et montagnarde, omniprésente sur les versants d'adret. Résistant à la fois à la chaleur, à la sécheresse et au froid, il ne trouve sa limite que dans l'étage subalpin, où les Pins cembro et à crochets sont mieux adaptés.

Exigences édaphiques

Le Pin sylvestre s'accommode de tous les substrats, mais sa forme et sa croissance ne sont satisfaisantes que sur sols non calcaires assez profonds.

Dynamique naturelle

Essence pionnière par excellence, le Pin sylvestre a occupé tous les espaces ingrats de l'étage montagnard, le mélèze ayant colonisé (favorisé par l'homme ?) les stations favorables. Sa place en adret et sur les stations rocheuses n'est pas menacée, et on peut penser que dans bien des cas la pineraie de Pin sylvestre constitue, faute de concurrence, le stade ultime d'évolution.

Le Pin à crochets

Pinus uncinata Ramond

Exigences climatiques

Le Pin à crochets est une espèce alticole, qui trouve son optimum dans l'étage subalpin. Héliophile et très résistant à la sécheresse, on le trouve donc surtout en haut des adrets. Il ne craint pas les altitudes moins élevées, mais il semble que le pin sylvestre soit plus dynamique que lui dans l'étage montagnard.

Exigences édaphiques

Le Pin à crochets n'a aucune exigence quant au sol, ni sur le plan hydrique, ni sur le plan chimique. Il s'installe en particulier sur les substrats calcaires superficiel qui rebutent les autres essences.

Dynamique naturelle

Le Pin à crochets est une espèce pionnière peu expansionniste. Il sera supplanté par le sapin ou le pin cembro dans les stations relativement favorables, mais se maintiendra seul ou en mélange dans les conditions drastiques où son extrême plasticité lui a permis de s'installer.

Le Pin cembro

Pinus cembra L.

Exigences climatiques

Le Pin cembro n'existe pratiquement que dans les Alpes internes. C'est une espèce très résistante au froid et essentiellement subalpine. Il n'a pas, contrairement aux autres pins et au mélèze, un tempérament héliophile, et les quelques peuplements importants connus se trouvent tous en ubac.

Exigences édaphiques

Le Pin cembro n'apprécie pas les sols superficiels. Il est réputé acidophile, voire calcifuge, mais cela ne se traduit pas par une répartition tranchée puisque la décarbonatation des horizons de surface est presque constante dans l'étage subalpin où il se trouve.

Dynamique naturelle

Le Pin cembro a une graine lourde, sans aile. Il doit sa capacité d'extension au Cassenoix moucheté qui ouvre les cônes et enfouit les graines dans des caches. Il n'a donc pas les difficultés de régénération que rencontre le mélèze en ubac et est appelé à le remplacer dans l'étage subalpin, voire dans le montagnard supérieur. Par ailleurs, il a aussi sa place en adret d'altitude hors des sols superficiels, même si sa progression est plus lente qu'en ubac. La xéricité du climat des Alpes internes sud-occidentales explique sans doute que sa dynamique soit lente et sa place actuelle relativement réduite.

Les feuillus

Les feuillus sont peu présents dans les Alpes internes, en particulier les essences principales susceptibles de constituer des peuplements de production dans les régions voisines ; le Hêtre est extrêmement rare et la chênaie de Chêne pubescent semble absente contrairement à ce que laissait penser la définition par les phytogéographes d'une série interne du Chêne pubescent. Les essences secondaires telles que le peuplier tremble, les érables et les alisiers sont cependant fréquentes en accompagnement des conifères et en sous-bois dans l'étage montagnard inférieur. Elles ont par ailleurs un comportement assez dynamique de colonisation des surfaces en déprise agricole, à partir des lisières forestières et des haies, toujours à basse altitude.

Synthèse des potentialités

Le comportement des essences principales a été noté lors des relevés phyto-écologiques, par une appréciation qualitative de la croissance et de la forme des individus dominants. La synthèse de ces « notes », complétée dans certains cas (pour le Sapin pectiné notamment) a permis de bâtir le tableau ci-dessous, qui peut être utilisé pour choisir la (ou les) essence(s) objectif(s) selon le type de station.

Le premier critère est l'adaptation au compartiment climatique :

- des notes en gras indiquent une bonne adaptation climatique, l'essence concernée est donc susceptible d'avoir une croissance optimale si les ressources du sol le permettent
- des notes en caractère normal indiquent une adaptation climatique moyenne, le climat est donc un facteur limitant sur la vigueur ou la dynamique de l'espèce
- l'absence de note indique une mauvaise adaptation ; il n'est pas conseillé de miser sur cette essence

Le second critère est le bilan topo-édaphique. Les notes sur 5 reflètent le comportement relatif de chaque espèce en fonction du type de station, dans un sens décroissant. Le niveau trophique n'a été distingué que pour le Pin sylvestre et le Pin cembro ; ils sont toujours plus beaux sur substrat acide que sur sol calcaire. Les autres essences ont un tempérament moins typé, et nous ne disposons pas de données suffisamment précises pour évaluer leur réponse au niveau trophique.

Attention : ces notes résultent d'observations et non de mesures dendrométriques, il ne s'agit donc pas de classes de fertilité

stations d'ubac	sapin pectiné	mélèze d'Europe	pin cembro	pin à crochets	pin sylvestre	stations d'adret
USS3		3	3 / 2			ASS3
USS2		4	4 / 3			ASS2
USS1		5	5 / 4			ASS1
USI4	4	2	?	?		-
USI3	4	3	2 / 1	2		ASI3
USI2	5	4	3 / 2	3		ASI2
USI1	5	5	4 / 4	4		ASI1
UMS4	3	1	?	?	?	-
UMS3	3	2	3 / 2	2	?	AMS3
UMS2	4	3	4 / 3	3	?	AMS2
UMS1	5	4	5 / 4	4	?	AMS1
UMM4	2	1		?	?	-
UMM3	3	2		2	2 / 1	AMM3
UMM2	4	3		3	3 / 2	AMM2
UMM1	5	4		4	4 / 3	AMM1
UMI3	4	3			2 / 1	AMI3
UMI2	5	4			3 / 2	AMI2
UMI1	5	5			4 / 3	AMI1

tableau 4 : estimation de la fertilité des types de stations pour les principales essences

de 1 pour une bonne fertilité à 5 pour une très mauvaise fertilité ;

la deuxième note distingue les substrats siliceux pour le Pin cembro et le Pin sylvestre

Evolution naturelle

Le tempérament et l'adaptation des principales espèces, tel qu'il a été décrit ci-dessus permet de d'entrevoir l'évolution naturelles des formations forestières. Par ailleurs, des études plus précises ont déjà été menées sur ce thème, dont le travail de synthèse de Didier BONNASSIEUX (2000) sur la place du mélèze dans les Alpes du sud et son évolution.

Le facteur principal qui oriente l'évolution naturelle de la végétation est le climat. Les compartiments bioclimatiques qui ont servi de base à la typologie de station sont donc pertinents pour prévoir cette évolution. Ensuite, le caractère acide ou calcaire du sol et son épaisseur discriminent des groupement plus ou moins typés.

Dans l'étage subalpin, le Pin cembro est l'essence climacique qui est appelée à remplacer le plus souvent les pionniers que sont le Mélèze et le Pin à crochets. Ces derniers ne trouvent de conditions favorables à leur maintien que sur les sols superficiels (notamment pour le pin à crochets) et dans les couloirs d'avalanches ou les pré-bois d'altitude (notamment pour le mélèze). Cette évolution devrait être lente et incomplète en adret, où le rayonnement et l'ouverture du couvert freinent la dynamique du Pin cembro.

L'étage montagnard d'ubac est le domaine du Sapin pectiné. Selon la proximité de semenciers, il devrait envahir plus ou moins rapidement les mélèzeins et supplanter à terme le Mélèze. Il est probable qu'il se mêle au Pin cembro dans le subalpin inférieur, malgré sa faible vigueur dans ce compartiment. A basse altitude, on peut penser que le Pin sylvestre puisse résister à l'invasion du Sapin et se maintenir en mélange.

Dans l'étage montagnard d'adret, il n'existe aucune dryade vraiment adaptée susceptible de prendre la place du pin sylvestre. Il semble donc que la dynamique soit bloquée au stade de la pineraie de Pin sylvestre.

Les tableaux ci-dessous reprennent la répartition de ces stades ultimes d'évolution par classe d'exposition, avec leur rattachement phytosociologique lorsque celui-ci n'est pas ambigu :

stations d'ubac	cas général	sols superficiels calcaires (stations de type UXX1c)
(alpin) 2350 m		
subalpin supérieur 2100 m	Cembraie à Mélèze * <i>Vaccinio myrtilli-Pinetum cembrae</i>	Cembraie à Pin à crochets et Mélèze
subalpin moyen et inférieur 1800 m	Sapinière-cembraie à Rhododendron * <i>Rhododendro ferruginei- Abietetum albae</i>	Sapinière à Pin à crochets et Seslerie
montagnard supérieur 1600 m	Sapinière à Véronique à feuilles d'Ortie * <i>Veronico urticifoliae- Abietetum albae</i>	Sapinière à Pin sylvestre et Calamagrostis varia
montagnard moyen 1350 m		
montagnard inférieur	Pineraie mésophile de Pin sylvestre à Polygale petit buis, Pyroles, mousses <i>Ericeto-Pinetum</i>	

tableau 5 : terme de l'évolution forestière en fonction du type de station en ubac

* habitat d'intérêt communautaire

stations d'adret	cas général	substrat siliceux (stations de type AXXYa)
(alpin) 2350 m		
subalpin supérieur 2100 m	Cembraie à Mélèze et Pin à crochets * <i>Vaccinio myrtilli-Pinetum cembrae ?</i>	Cembraie xérophile à Cotonéaster * <i>Cotoneastro integerrimae- Pinetum cembrae</i>
subalpin moyen et inférieur 1850 m	Pineraie xérophile de Pin à crochets ** <i>Ononido rotundifoliae- Pinetum uncinatae</i>	Pineraie de Pin à crochets et Pin cembro
montagnard supérieur 1700 m	Pineraie xérophile de Pin sylvestre <i>Ononido rotundifoliae- Pinetum sylvestris</i>	Pineraie xérophile de Pin sylvestre <i>Deschampsio flexuosae- Pinetum sylvestris</i>
montagnard moyen 1400 m		
montagnard inférieur		

tableau 6 : terme de l'évolution forestière en fonction du type de station en adret

* habitat d'intérêt communautaire

** habitat prioritaire

Plusieurs des formations citées sont des habitats d'intérêt communautaire : sapinières montagnardes, sapinières subalpines, et cembraies. Et les pineraies de Pin à crochets sur calcaire sont des habitats prioritaires.

Ces tableaux ne sont pas exhaustifs, faute d'observations suffisamment nombreuses et typées. Dans le cas général figure la formation la plus représentative, avec un niveau de précision variable ; les cembraies d'ubac en particulier ne sont pas détaillées. Les stations traitées à part, sols superficiels calcaires en ubac et substrats siliceux en adret, ne couvrent bien sûr pas la gamme des cas particuliers, mais plutôt des situations relativement fréquentes dans lesquels le substrat oriente ou bloque la dynamique naturelle. On se reportera utilement pour plus de précision aux ouvrages de référence tels que le prodrome des végétations de France et les cahiers d'habitats.

Régénération naturelle du mélèze

La réussite de la régénération naturelle du mélèze dépend essentiellement de la gestion appliquée et peu de la station, et semble pouvoir être garantie sur replats et pentes faibles par l'observation de quatre règles simples :

- ouvrir le peuplement pour assurer une durée d'insolation de 5 à 8 heures au niveau du sol
- attendre une année de bonne fructification
- éliminer la végétation concurrente par le décapage, ou par une autre technique efficace
- limiter le pâturage au moins tant que les semis n'ont pas dépassé 10 cm de hauteur.

Les gestionnaires forestiers des Alpes du Sud ont parfois des difficultés à régénérer naturellement les mélèzeins, malgré l'application de techniques sylvicoles adaptées comme le décapage. C'est pourquoi une étude a été demandée par les services de gestion, pour mettre en évidence des relations éventuelles entre facteurs écologiques d'ordre climatique ou édaphique et régénération naturelle du mélèze. Cette question a été traitée en parallèle avec l'étude des stations forestières sous mélèzein dont elle était d'ailleurs une des motivations.

Comme les données recueillies intègrent le contexte sylvicole des placettes, elles permettent en second lieu d'évaluer l'impact de la gestion appliquée et son importance relative par rapport à la station.

La campagne de terrain a eu lieu en 1997 dans les Alpes internes.

Les observations ont été faites dans des parcelles mises en régénération avec ouverture du peuplement par trouées, par bande ou par coupe progressive, et préparation du sol par décapage ou crochetage.

La régénération a été observée dans 90 sites, sur des placettes de 2 m² disposées par couples au centre et aux 4 points cardinaux de chaque site, chaque couple étant composé d'une placette décapée et d'une placette témoin non décapée.

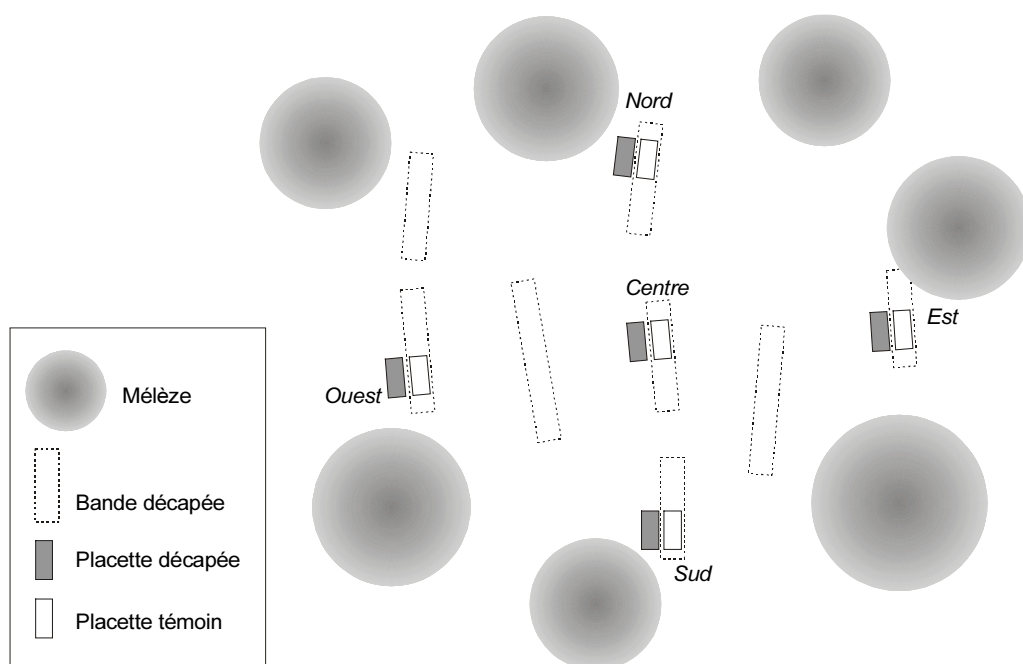


figure 7 : répartition des placettes sur un site

♦ Installation et développement de la régénération : des conditions différentes

L'analyse des données a d'abord buté sur le comportement différent des petits et des grands semis. Cela a conduit à scinder le jeu de données en 2 parties et à les traiter séparément.

On peut considérer que les sites décapés depuis moins de 5 ans, qui ne portent que des petits semis, correspondent à la phase d'installation. La variable expliquée est la densité de semis.

Les autres sites, qui portent des semis de toutes tailles, correspondent à la phase de croissance. La variable expliquée est alors la hauteur relative de la régénération, assimilable à une vitesse de croissance. Cette variable présente le double avantage d'être indépendante de la densité d'installation et de l'année du décapage.

Décaper et limiter le pâturage

La préparation du sol et le pâturage dominent toutes les autres variables. Ils expliquent à eux seuls plus de la moitié de la variabilité de la densité de semis.

Préparation du sol		pâturage		total
		non pâturé	pâturage bovin	
Témoin	nb placettes	55	65	120
	Moyenne	0,04	0,09	0,07
Décapé	nb placettes	55	65	120
	Moyenne	18,27	9,88	13,73

tableau 7 : densité de semis (en nb/m²) en fonction de la préparation du sol et du pâturage

La très forte influence bénéfique du décapage sur l'installation de la régénération était attendue : 119 placettes décapées sur 120 portent des semis, dont la densité varie de 1 à plus de 25/m², alors que seules 4 placettes témoins sur 120 portent des semis, avec une densité inférieure à 5/m².

L'ancienneté du décapage et le recouvrement de la végétation concurrente ont aussi une influence négative significative (moins que le pâturage) sur la densité de semis. Deux raisons concourent à cela :

- seule une partie des jeunes semis survit d'une année sur l'autre ; beaucoup meurent dès la première année.
- l'efficacité du décapage décroît avec le temps, d'autant plus rapidement que la station est fertile. Ainsi, une bande décapée dans une station sèche de l'étage subalpin sera encore réceptive au bout de 10 ans, alors qu'elle se salira en moins de 5 ans sur une station moyenne de l'étage montagnard moyen.

Comme la fructification du mélèze est capricieuse, la plupart des échecs constatés s'expliquent par un décapage à contretemps ; lorsqu'enfin il y a un bon ensemencement, les bandes décapées ne sont plus réceptives, et le forestier s'est souvent résigné à planter entre-temps ! D'où l'importance de faire coïncider les travaux de décapage avec les années de fructification efficace, ce qui est maintenant possible (voir encadré).

Une fructification capricieuse

Le mélèze, comme de nombreuses autres essences, a une production de graines très irrégulière. D'abord, le nombre de cônes est fonction des conditions météorologiques de l'année précédente. Ensuite, le taux de germination des graines dépend du niveau de population de plusieurs mouches parasites des cônes, dont le cycle de développement pluriannuel est calé sur la production de cônes.

Un bon ensemencement résulte donc d'une forte fructification et d'une faible population de parasites (consécutive par exemple à un froid hivernal inhabituel), ce qui se produit tous les 7 à 8 ans en moyenne. Depuis quelques années, l'INRA, qui suit la production de cônes et élève parallèlement les principaux parasites, est à même de prévoir ces heureuses coïncidences dont le gestionnaire doit profiter.

Après la phase d'installation, le recouvrement de la végétation concurrente montre au contraire une forte corrélation positive avec la croissance des semis qui est a priori surprenante. Il faut l'interpréter comme un révélateur de la fertilité, qui favorise la croissance de l'ensemble de la végétation, semis compris. La végétation accompagnatrice exerce donc peu de concurrence pour la croissance des semis, alors qu'elle limitait leur densité lors de la phase d'installation.

Un test de comparaison de moyennes permet de légitimer la distinction des modalités de pâturage sur placettes décapées. On peut donc affirmer que **le pâturage bovin a un impact négatif** hautement significatif sur l'installation des semis après décapage (les conséquences du pâturage ovin n'ont pu être

évaluées). Les densités en moyenne deux fois plus faibles sur les sites pâturés restent cependant acceptables, même si elles masquent une grande hétérogénéité. Il semble donc nécessaire de contrôler le pâturage dans les parcelles en régénération, sans l'exclure systématiquement.

Pendant la phase de croissance, par contre, le pâturage n'apparaît plus comme un facteur important ; quand ils sont suffisamment grands, les semis risquent moins le piétinement.

Contrôler la lumière

L'ensoleillement ressort aussi comme un facteur important.

Dans notre échantillon, seules les placettes décapées en 1994 permettent d'évaluer l'influence de la lumière sur l'installation des semis, mais la tendance est assez nette ; la densité de semis est maximale quand le peuplement est peu ouvert, décroît en restant suffisante avec une insolation de 5 à 8 heures, et semble nettement plus faible sous un ensoleillement fort. Une trop forte ouverture du peuplement risque donc de compromettre l'installation des semis.

	insolation en heures				Total
	3 à 4,5	5 à 6,5	7 à 8,5	9	
Nombre de placettes	6	8	19	2	35
Moyenne	23,50	13,31	12,50	4,50	14,11

tableau 8 : densité de semis (en nb/m²) en fonction de l'insolation sur les placettes décapées en 1994.

Le tableau suivant confirme l'importance de l'éclairement sur la croissance, mais avec une tendance inverse ; la durée d'insolation doit être supérieure ou égale à 5 heures pour permettre une croissance normale des semis.

	insolation en heures				Total
	0 à 4	5 à 6	7 à 8	9 et +	
Nombre de placettes	28	51	75	46	200
Moyenne	48	113	107	94	98

tableau 9 : hauteur relative de la régénération (en %) en fonction de la durée d'insolation

Comme on peut difficilement passer deux fois en coupe, avant et après l'installation des semis, il faut doser au mieux la coupe d'ensemencement en assurant une durée d'insolation au sol de 5 à 8 heures. Si l'on opte pour les trouées, cela correspond à des ouvertures de 20 à 40 mètres de diamètre, plus petites en adret qu'en ubac.

◆ Et la station ?

Les expositions chaudes semblent plus propices que les ubacs pour la croissance des semis, mais ce facteur est peu significatif. Les autres éléments utilisés par la typologie des stations n'ont aucune influence mesurable sur la réussite de la régénération. Il en est de même pour la porosité et la compacité du sol.

◆ Perspectives

Cette approche globale de la régénération des mélèzeins sur les pentes mécanisables amène d'autres questions. Il serait notamment souhaitable d'étudier plus précisément l'incidence de la charge pastorale sur l'apparition et le développement de la régénération (quantitatif et qualitatif).

Par ailleurs, ce travail ne permet pas d'établir les facteurs de réussite de la régénération sur les versants pentus qui représentent la majeure partie des mélèzeins et où le décapage est impossible. Une étude complémentaire serait donc bienvenue pour traiter ces situations, en profitant des enseignements acquis, avec une approche et un protocole qui seraient forcément différents.

Certaines observations laissent à penser que le pâturage améliore la réceptivité du sol sur pente forte. En effet, le tapis herbacé se trouve non seulement tondu, mais déchaussé localement par les sabots du bétail, chaque empreinte constituant une niche potentielle de germination pour une graine. Le pâturage, qui est néfaste pendant l'installation des semis, serait-il en préalable un complément possible au décapage pour préparer le sol dans ce type de conditions ?

Bibliographie

- BARDAT J. et al**, 2002 – Prodrome des végétations de France, 147 p.
- BOISSEAU B., NOUALS D., RIPERT C.**, 1992 - Guide technique du forestier méditerranéen français "Stations forestières" - Cemagref Aix-en-Provence.
- BONNASSIEUX D., LADIER J.**, 1997.- Typologie des stations forestières sous mélèzein : Briançonnais, Queyras, Haute-Ubaye et Haute-Tinée - ONF / Manosque –Cellule régionale d'appui technique, 129 pages + annexes
- BONNASSIEUX D.**, 2000.- Les mélèzeins des Alpes du sud : répartition climatique et évolution naturelle - ONF / Manosque – Cellule régionale d'appui technique, 68 pages
- BOURCET J.**, 1984 - Le Mélèze dans les Alpes internes - Revue Forestière Française - Tome XXXVI-1.
- Cahiers d'habitats Natura 2000**, 2001 – Tome 1, Habitats forestiers, volume 2 - La documentation Française, 423 p.
- CHAS E.**, 1994 - Atlas de la Flore des Hautes Alpes - Conservatoire botanique national alpin de Gap-Charance, 816 p.
- DEBELMAS J.**, 1987 – Découverte géologique des Alpes du Sud – éditions du BRGM, 82 p.
- DUCHAUFOR Ph.**, 1952 - Etude sur l'écologie et la sylviculture du Mélèze - Pédologie et facteurs biotiques - Annales de l'ENGREF, Tome XIII, fascicule 1.
- FOURCHY P.**, 1952 - Etude sur l'écologie et la sylviculture du Mélèze - Ecologie du Mélèze particulièrement dans les Alpes françaises - Annales de l'ENGREF, Tome XIII, fascicule 1.
- GRESLIER N.**, 1993 - Inventaire des forêts subnaturelles de l'Arc alpin français - Mémoire de 3ème année de formation des ingénieurs forestiers – Engref, 65 p. + annexes.
- Groupe de travail sur la sylviculture du Mélèze**, 1998 - Sylviculture du Mélèze en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Aix en Provence - ONF, direction régionale PACA. 72 p. + annexes
- LADIER J.**, 2003 – Régénération naturelle du mélèze d'Europe. La gestion compte plus que la station – RenDez-Vous techniques n°2 – ONF, pp. 32 à 34.
- OZENDA P.**, 1981 – Végétation des Alpes sud-occidentales – carte de la végétation de la France au 200 000^e, notice détaillée des feuilles de 60 Gap – 61 Larche – 67 Digne – 68 Nice – 75 Antibes – CNRS, 258 p.
- PANINI T.**, 1999 – Etude des potentialités forestières des terres agricoles délaissées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur - CRPF PACA, 159 p.
- SANDOZ H.**, 1987 - Recherches taxonomiques, biogéographiques et phytoécologiques sur les principaux conifères subalpins des Alpes : Mélèze d'Europe, Pin cembro, Pin à crochets et Pin mugho. Thèse de l'université d'Aix-Marseille III - Faculté des Sciences et Techniques Saint Jérôme. 650 p.
- VARESE P.**, 1989 - Approche stationnelle de la Forêt de Marassan - Queyras.
- VARESE P.**, 1989 - Préétude pour la typologie des stations forestières du Queyras.

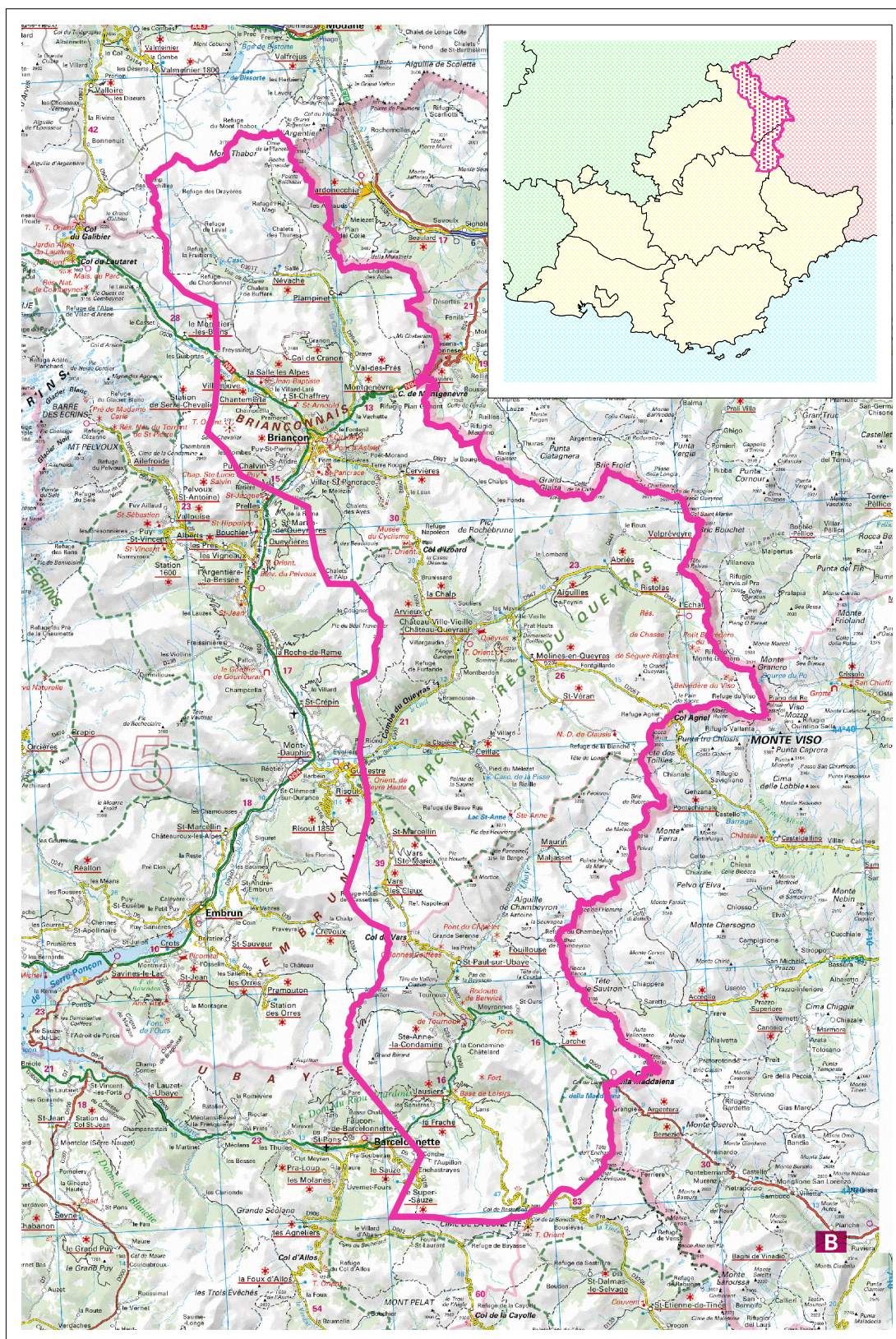


figure 1 : délimitation des Alpes internes et situation dans la région PACA
carte au 1 : 500 000