



HAL
open science

Guide des sylvicultures de montagne pour les Alpes du sud françaises

Jean Ladier, Freddy Rey, Philippe Dreyfus

► **To cite this version:**

Jean Ladier, Freddy Rey, Philippe Dreyfus. Guide des sylvicultures de montagne pour les Alpes du sud françaises. ONF Office National des Forêts, Département des Recherches Techniques, 306 p., 2012, 978-2-84207-352-7. hal-02809918

HAL Id: hal-02809918

<https://hal.inrae.fr/hal-02809918>

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Guide des Sylvicultures de Montagne Alpes du Sud françaises

Jean Ladier, Freddy Rey, Philippe Dreyfus



Centre Régional de la Propriété Forestière



Provence
Alpes
Côte d'Azur



INRA



irstea



Office National des Forêts

Guide des Sylvicultures de Montagne Alpes du Sud françaises

Jean Ladier, Freddy Rey, Philippe Dreyfus

Ce Guide a été élaboré par
l'Office national des forêts

avec la collaboration

d'**Irstea**, Centre de Grenoble

*Convention particulière « ONF - Irstea » de recherche, développement et conseil technique -
Action 2 « Gestion des forêts de montagne » - Sous-programme Alpes du Sud (2005 - 2009)*

de l'**Institut national de la recherche agronomique**, Centre PACA, Unité de Recherche Écologie des Forêts
Méditerranéennes

Contrat de prestation de service « Appui au Guide de Sylviculture Alpes du Sud »

du **Centre régional de la propriété forestière** de Provence-Alpes-Côte d'Azur

avec le concours financier

du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire

du Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

de l'Union Européenne, de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur et du Conseil général des Hautes-Alpes
projet INTERREG IV A - Alcotra « Forêts de protection » (2009 - 2011)

ISBN 978-2-84207-352-7

© **ONF, Irstea** - 2012

Rédaction

Jean LADIER ¹, Freddy REY ², Philippe DREYFUS ³,

ainsi que

Guy CALÈS ¹, Sylvie SIMON-TEISSIER ¹, Bernard BARBÉ ¹,
Thierry QUESNEY ¹, Daniel REBOUL ¹, Gérard DECAIX ¹, Lilian MICAS ¹, Lionel MAZOYER ¹

Comité de pilotage

Louis AMANDIER ⁴, Bernard BARBÉ ¹, Michel BON ¹, Gilles BOSSUET ⁴, Philippe BOURDENET ¹,
Guy CALÈS ¹, Yves CASSAYRE ¹, Jean-Marc COURDIER ¹, Jean-Michel DECOUD ¹,
Sylvie DEMIRDJIAN ¹, Louis-Michel DUHEN ⁴, Xavier GAUQUELIN ¹, Michel GOUEFFON ¹,
Antoine HURAND ¹, Yves LE JEAN ¹, Alain MACAIRE ¹, Frédéric MORTIER ¹, Thierry QUESNEY ¹,
Jean-Pierre REQUILLART ¹, Gilbert RODTS ¹, Denis SABATIER ¹, Sylvie SIMON-TEISSIER ¹, Claude VÉРАН ¹

Remerciements

Les services de gestion et services RTM des Alpes-de-Haute-Provence, des Hautes-Alpes et des Alpes-Maritimes,
Frédéric BERGER ², Thierry SARDIN ¹, l'Inventaire forestier national (IFN)

Maquette, illustrations

Nicole SARDAT ²

Photographies

Couverture : F. REY, M. DELAHAYE PANCHOUT, F. REY, J. LADIER

J. LADIER (pages 8, 11n°3, 16, 20 bas, 21, 24, 28, 35, 41, 92 à 104, 106 à 116, 118, 136 & 147, 148 & 153, 166 & 177, 180 & 191, 199, 200 & 207, 208 & 215, 218, 220, 222, 226, 229, 233, 237, 240, 256, 262, 272, 296, 298, 299, F. REY (pages 4, 6, 11n°1 & 12, 18, 11n°2 & 40, 44 à 56, 58 à 70, 122 & 135, 218 haut), ONF (pages 9, 15, 217, 294), P. GARGIS (page 13), P. ROCHAS (pages 14, 280 haut), T. QUESNEY (pages 19 & 72 à 84), C. CHENOST (pages 20 haut & 86 à 90), R. FAY (page 37), M. TEYCHENÉ (pages 154 & 165, 297 haut), A. PROCHASSON (pages 178 & 231), M. DELAHAYE PANCHOUT (pages 192, 11n°4 & 216, 224, 235, 290), L. MICAS (pages 265, 295), Ch.TESSIER (page 266), G. CALÈS (page 280 bas), H. DALBIÈS (page 286), P. DELORD (page 297 bas)

4^e de couverture : F. REY

Document validé par le Directeur technique et commercial bois de l'Office national des forêts le 5 mai 2011

¹ Office national des forêts (ONF)

² Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea)

³ Institut national de la recherche agronomique (INRA)

⁴ Centre régional de la propriété forestière (CRPF)

Préambule

Le Guide des Sylvicultures de Montagne pour les Alpes du Sud françaises regroupe sous forme de fiches techniques synthétiques l'ensemble des informations disponibles dans les guides de sylviculture des différentes essences, en les actualisant au vu des informations plus récentes et de l'expérience acquise. Il élargit les problématiques de la sylviculture pour une meilleure appréhension de la multifonctionnalité des forêts en intégrant notamment les résultats de la recherche concernant le rôle de protection des formations végétales.

En zone de montagne, la forêt peut, en effet, être considérée comme un ouvrage de protection contre les risques naturels ; lorsqu'elle intervient en complément d'ouvrages de génie civil, la prise en compte des peuplements forestiers permet de limiter significativement les coûts globaux de mise en sécurité des enjeux socio-économiques. Le rôle de protection des formations végétales doit donc toujours être intégré dans les choix de gestion ou les interventions à réaliser. De fait, une grande part des forêts des Alpes du Sud est héritée de la RTM (Restauration des terrains en montagne). Le renouvellement des peuplements de première génération, entamé il y a une quarantaine d'années, doit être poursuivi avec le souci de pérenniser leur fonction de protection à moindre coût.

Les forêts des Alpes du Sud assurent aussi une fonction de production de bois, limitée principalement par les contraintes d'accessibilité et d'exploitation. Globalement, elles fournissent surtout des bois d'industrie, le bois d'œuvre étant presque marginal en volume, sinon en valeur. Ceci s'explique moins par la qualité intrinsèque des bois que par la structure de la filière régionale, dominée par la papeterie. En conséquence, les sylvicultures appliquées sont souvent extensives et caractérisées par des prélèvements forts. Ces forêts sont par ailleurs soumises à diverses dynamiques naturelles avec lesquelles le forestier doit composer.

Cet ouvrage est le pendant pour les Alpes du Sud du « Guide des Sylvicultures de Montagne - Alpes du Nord françaises ».



Sommaire

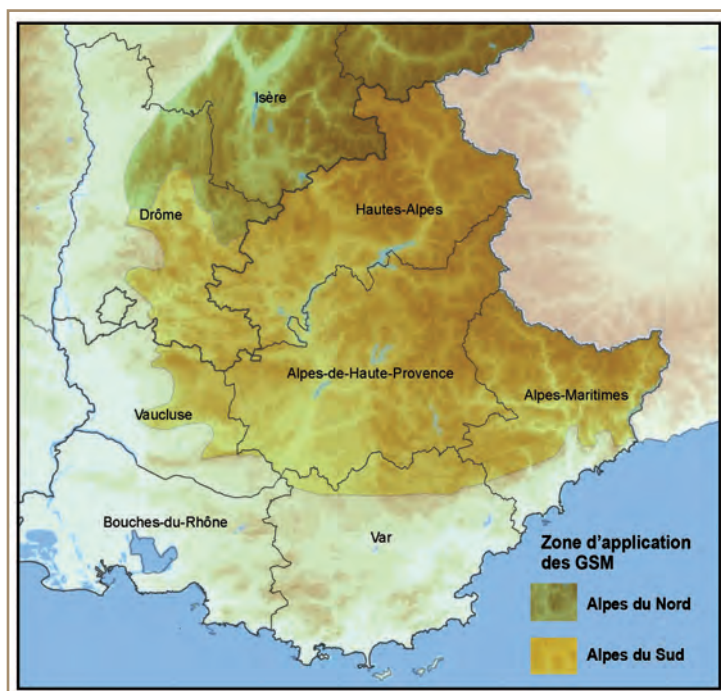
Présentation du guide	6
Domaine d'application	6
Contraintes et limites	10
Organisation	11
Diagnostics	12
Contraintes d'exploitation	14
Diagnostic du rôle de protection	16
Diagnostic écologique	35
Proposition de fiche de terrain	38
Gestion des forêts à rôle de protection contre les aléas naturels	40
Érosion - ravine de moins de 1 ha	44
Érosion - versant ou grande ravine (plus de 1 ha)	58
Bassin versant torrentiel	72
Glissement de terrain	86
Chute de blocs	92
Avalanche	106
Gestion des forêts de production	118
Peuplements de Pin noir d'Autriche	122
Peuplements de Pin sylvestre	136
Peuplements de Pin à crochets	148
Peuplements de Mélèze d'Europe	154
Peuplements de Sapin pectiné	166
Peuplements d'Épicéa commun	178
Peuplements de Cèdre de l'Atlas	180
Peuplements de Hêtre	192
Peuplements de Chêne pubescent	200
Peuplements mélangés	208
Fiches thématiques	216
Principales essences forestières	218
Écologie forestière et dynamique végétale	240
Influence de la forêt et de la végétation sur les aléas naturels	256
Sylviculture et exploitation	262
Dendrométrie et croissance des peuplements	272
Équilibre entre forêt et ongulés	280
Sylvo-pastoralisme	286
Biodiversité forestière	290
Forêt et paysage	296

Présentation du guide

Domaine d'application

Régions concernées

La surface d'application s'étend sur l'ensemble des Alpes du Sud françaises (carte ci-dessous), complétant ainsi au Sud la zone d'application du « Guide des Sylvicultures de Montagne – Alpes du Nord françaises » (Gauquelin et Courbaud, 2006). Les terrains relevant du régime forestier y occupent environ 550 000 ha. Cette aire recouvre des conditions écologiques très variées, de la Haute-Provence aux montagnes briançonnaises, avec une influence méditerranéenne qui s'estompe vers le nord. Le climat est cependant toujours assez contraignant, caractérisé à la fois par une large amplitude thermique journalière et annuelle et par une irrégularité du régime pluviométrique. Les étages de végétation reflètent le gradient altitudinal : à l'étage supraméditerranéen, largement représenté en Haute-Provence, succèdent les étages montagnard et subalpin, plus étendus dans le cœur du massif.



Zone d'application du guide

Essences et peuplements

Le tableau ci-dessous donne la ventilation par essence prépondérante des surfaces des forêts publiques dans la zone d'application du guide (surfaces en hectares issues des inventaires départementaux de l'IFN).

Essence principale	Alpes-de-Haute-Provence	Hautes-Alpes	Alpes-maritimes	Drôme	Var	Vaucluse	TOTAL
Pin noir d'Autriche	22 300	8 000	1 900	11 800	0	4 800	48 800
Pin sylvestre	30 500	20 400	26 900	13 500	1 800	3 400	96 500
Pin à crochets	3 000	8 200	300	600	0	1 100	13 200
Pin cembro	0	900	0	0	0	0	900
Mélèze d'Europe	14 700	28 200	10 100	0	0	0	53 000
Sapin pectiné	3 200	7 000	9 000	2 300	0	100	21 600
Épicéa commun	2 500	800	2 800	200	0	0	6 300
Cèdre de l'Atlas	800	0	100	50	50	2 100	3 100
Autres conifères	1 500	300	1 700	350	1 600	900	6 350
Hêtre	12 100	7 000	600	7 700	200	1 200	28 800
Chêne pubescent	14 500	2 900	4 200	3 600	1 400	5 900	32 500
Autres feuillus	2 500	900	3 200	800	700	6 000	14 100
TOTAL formations boisées « de production »	107 600	84 600	60 800	40 900	5 750	25 500	325 150
Autres formations boisées et terrains non boisés	83 700	69 100	53 700	0	7 650	6 500	220 650
Total espace géré	191 300	153 700	114 500	40 900	13 400	32 000	545 800

Les forêts des Alpes du Sud sont constituées majoritairement de formations pionnières.

- ▶ Le Pin noir d'Autriche a été la principale essence utilisée par la RTM pour stabiliser les terres noires de l'arrière-pays méditerranéen. Il constitue l'essentiel des forêts domaniales des Préalpes.
- ▶ Le Pin sylvestre est une espèce pionnière ubiquiste dont l'extension a été favorisée depuis 150 ans par l'abandon progressif des terres agricoles et des parcours sur lesquels il s'installe spontanément. Il est aujourd'hui la première essence forestière des Alpes sud-occidentales par la surface occupée.
- ▶ Le Pin à crochets couvre peu de surface dans les départements autres que les Hautes-Alpes. Bien que naturel dans les Alpes internes, il est surtout représenté par des reboisements RTM. Il a été utilisé pour stabiliser les sols érodables, au même titre que le Pin noir d'Autriche, mais à des altitudes généralement plus élevées.
- ▶ Le Pin cembro est une essence climacique des Alpes internes qui est actuellement en pleine expansion à partir des quelques peuplements constitués existants.
- ▶ Le Mélèze d'Europe est l'essence emblématique des Alpes internes méridionales, dont il apprécie particulièrement le climat. Peu exigeant écologiquement et très plastique, il s'est largement installé sur les pelouses d'altitude et couvre une surface très importante dans les montagnes sud-alpines.
- ▶ Le Sapin pectiné n'a qu'une place secondaire, bien moindre que celle qu'il occupe dans les Alpes du Nord. Autour des peuplements adultes, parfois trop âgés, il s'étend progressivement sous le couvert du Mélèze et des Pins. Pourtant, on sait maintenant qu'il régressera inéluctablement à basse altitude du fait des changements climatiques.
- ▶ L'Épicéa commun est presque marginal dans les Alpes du Sud. Il supporte mal les sécheresses estivales et réclame des altitudes élevées.

- ▮ Le Cèdre de l'Atlas a été, jusqu'à présent, peu utilisé en montagne. Son tempérament en fait cependant la première alternative identifiée pour l'adaptation des forêts des Préalpes du Sud aux changements climatiques.
- ▮ Le Hêtre et le Chêne pubescent ont tous deux une place importante dans les Préalpes. Ce sont, dans cette région, les essences climaciques à moyenne et basse altitude. Leur progression y est d'ailleurs visible sous les essences pionnières. La modélisation de l'aire potentielle du Hêtre dans le contexte des changements climatiques fait cependant craindre une régression de cette essence dans les décennies à venir.

Les forêts domaniales sont majoritairement issues de boisements réalisés dans le cadre de la politique RTM des 19^e et 20^e siècles. Le Pin noir d'Autriche, le Mélèze et le Pin à crochets sont particulièrement concernés. L'origine anthropique de la plupart des peuplements et le tempérament pionnier de la plupart des essences spontanées font que les structures régulières sont largement majoritaires au sein des peuplements.

Les forêts communales sont généralement constituées d'une part de peuplements plus anciens de Chêne et de Hêtre, mis en défens et traditionnellement traités en taillis pour la production de bois de chauffage, ou de Sapin, souvent de belle venue. Elles englobent d'autre part des pineraies sylvestres et des mélèzeins, installés sur d'anciens parcours et une surface importante de milieux ouverts, toujours pâturés par des troupeaux d'ovins et de bovins.

Le guide propose des règles de gestion pour toutes les essences principales des Alpes du Sud : Pin noir d'Autriche, Pin sylvestre, Pin à crochets, Mélèze d'Europe, Sapin pectiné, Épicéa commun, Cèdre de l'Atlas, Hêtre et Chêne pubescent. Les itinéraires sylvicoles sont plus ou moins précis et robustes selon les éléments disponibles. Il ne manque à cette liste que le Pin cembro, dont la sylviculture reste à définir.

En plus des peuplements forestiers, le guide aborde également la gestion des landes, des pelouses et des terrains peu végétalisés vis-à-vis de la protection contre les aléas.

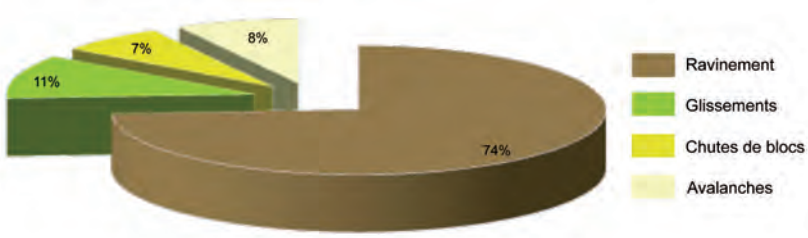


Aléas naturels

Les résultats de l'enquête menée par Jean Sonnier, consacrée à l'analyse du rôle des forêts domaniales de montagne dans la protection contre les aléas naturels (Sonnier, 1990), permettent de quantifier les surfaces soumises aux différents aléas naturels.

Les forêts domaniales à rôle de protection marqué couvrent, dans les trois départements sud-alpins (04, 05 et 06) 73 500 ha, soit 38 % des forêts domaniales étudiées

Remarque : le guide n'est pas restreint à ces trois départements, ni aux forêts domaniales, mais nous ne disposons pas des chiffres correspondant à l'ensemble de sa zone de validité.

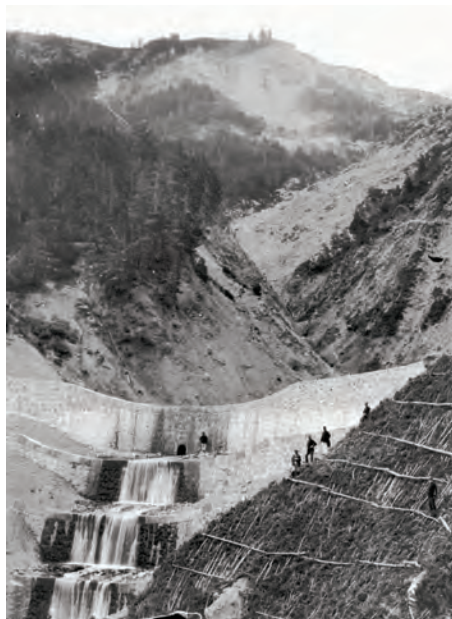


On constate que le « ravinement », qui englobe l'érosion et les crues torrentielles, représente de très loin l'aléa majoritaire dans les Alpes du Sud françaises. Le reste de la surface est concerné à part égale par les glissements de terrain, les chutes de blocs et les avalanches.

Le Pin noir d'Autriche est l'essence prépondérante dans les forêts domaniales à rôle de protection marqué (31 % de la surface), suivi du Pin sylvestre (20 %) et du Mélèze (18 %). Viennent ensuite le Chêne pubescent (8 %), le Hêtre (8 %), le Pin à crochets (7 %) et le Sapin pectiné (moins de 2 %). Cette hiérarchie est conservée pour chacun des aléas, excepté pour les avalanches qui concernent essentiellement les mélézeins.

Le guide traite de l'ensemble de ces aléas : érosion superficielle, crue torrentielle, glissement de terrain, chute de blocs et avalanche, l'érosion superficielle ayant fait l'objet d'un travail particulièrement approfondi.

L'aléa incendie n'est pas abordé, car il est globalement moins prégnant en zone de montagne et, surtout, il requiert une approche spécifique très différente de celle qui est développée ici, la forêt n'étant pas un ouvrage de protection, mais une composante de l'aléa.

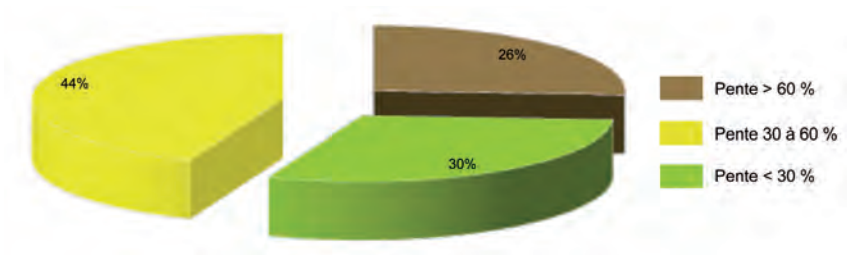


Contraintes et limites

Contraintes liées au relief et à la desserte

Un gros effort a été consenti durant les années 1970 à 1990 pour améliorer la desserte forestière. Les contraintes de relief restent cependant limitantes techniquement pour la mobilisation des bois et pénalisantes économiquement pour la rentabilité des exploitations. De ce fait, une proportion croissante des peuplements ne peut bénéficier d'une sylviculture classique. Les conséquences sont d'une part le non renouvellement des peuplements à rôle de protection physique, avec le risque d'une diminution de leur efficacité, d'autre part une mobilisation de bois très inférieure à l'accroissement biologique. Le schéma ci-dessous donne une ventilation des surfaces de forêts publiques en fonction de la pente moyenne déduite du modèle numérique de terrain (MNT au pas de 50 m).

Remarque : une pente moyenne de 30 % calculée sur le MNT peut inclure des pentes locales plus fortes (jusqu'à 40 %) sur le terrain.



Prise en compte des changements climatiques dans les sylvicultures

L'adaptation des peuplements aux changements climatiques suppose une bonne adéquation de l'essence objectif avec la station et est favorisée par le maintien des essences secondaires. Au-delà de ces principes qui sont systématiquement intégrés dans la gestion courante, les principales mesures sylvicoles proposées par les chercheurs sont une réduction de l'âge d'exploitabilité et une diminution des densités associée à un contrôle de la surface foliaire.

La sylviculture présentée dans ce guide n'apporte qu'une réponse partielle sur ces deux points :

- ▮ Les itinéraires sylvicoles des forêts de production sont aussi dynamiques que possible compte-tenu des contraintes physiques et économiques régionales. Ils sont calés sur des diamètres d'exploitabilité souvent inférieurs à ceux qui étaient recherchés auparavant et, de fait, proposent des âges d'exploitabilité généralement plus faibles. Lorsque la fertilité devient limitante, c'est l'âge qui devient le critère d'exploitabilité, soit parce que la croissance plafonne (pour le Pin à crochets, par exemple), soit parce que le risque sanitaire devient prégnant (pour le Sapin pectiné, par exemple).
- ▮ On n'a aucun recul sur les sylvicultures à faible densité supposées plus économes en eau. Leur pertinence en montagne méridionale doit être vérifiée et leurs modalités doivent être précisées pour chaque essence avant qu'elles ne soient érigées en référence. Des études sur ce sujet sont en cours, dont les résultats pourraient entraîner une mise à jour de ce guide.

Organisation

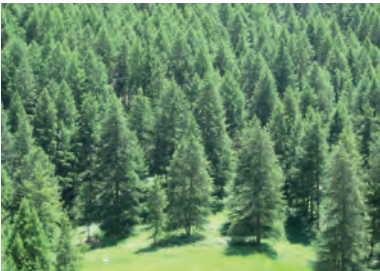
Le guide comprend quatre parties :



► La **première partie** propose des méthodes de **diagnostic** du rôle de protection physique, des contraintes d'exploitation et des autres facteurs déterminants, ainsi qu'une clé de **décision** permettant d'établir des priorités d'interventions dans les forêts à rôle de protection.



► La **deuxième partie** définit des **règles d'intervention** dans les peuplements forestiers assurant un rôle de **protection physique** contre les aléas naturels, sans objectif de production associé. Elle est constituée de fiches groupées par aléa naturel et déclinées par essence ou type de milieu.



► La **troisième partie** définit des itinéraires sylvicoles pour les forêts de **production**, dont celles qui assurent parallèlement un rôle de protection physique. Elle est constituée de fiches déclinées par essence principale.



► La **quatrième partie** rassemble sous forme de **fiches thématiques** des éléments de connaissance pour divers sujets transversaux auxquels les clés de diagnostic ou les fiches de gestion font référence.



1

Diagnostics



Contraintes d'exploitation	14
L'exploitabilité technique : une première approche	14
L'exploitabilité économique : un bilan nécessaire	15
Diagnostic du rôle de protection	16
Aléas naturels	16
Enjeux socio-économiques et risques naturels	22
Résistance des peuplements forestiers et évolution des milieux	24
Maîtrise des aléas naturels par la végétation	28
Stratégie d'intervention	34
Diagnostic écologique	35
Dynamique forestière	35
Impact de la faune	36
Préservation d'espèces et milieux rares ou remarquables	37
Proposition de fiche de terrain	38





Contraintes d'exploitation

En forêt de montagne, le relief et les distances de débardage rendent la vidange des bois souvent plus difficile. Ce handicap est déterminant pour la rentabilité économique des chantiers d'exploitation. De plus, il subsiste des points noirs sur les pistes forestières et le réseau routier public, ainsi que des limitations de tonnage qui interdisent le transport des bois. Une bonne analyse de la desserte existante est donc nécessaire avant d'engager une opération de martelage.

Par ailleurs, il est indispensable de bien connaître les atouts et contraintes des différentes techniques d'exploitation utilisables (*voir la fiche thématique « Sylviculture et exploitation »*).

L'exploitabilité technique : une première approche

En 1996, un travail de classification des coupes de bois a été mené en Rhône-Alpes ; 4 classes de difficulté ont été identifiées, de la plus facile (D1) à la plus difficile (D4).

Cette classification, qui a prouvé son efficacité dans les Alpes du Nord, est reprise ici pour les Alpes du Sud, bien que l'on manque de recul sur son application et que la qualité et la valorisation des bois soient souvent inférieures.

Contraintes d'exploitation	Techniques préconisées	Observations
Difficulté d'exploitation D1		
Traînage des bois inférieur à 1500 m Pente faible (40 % maximum sur le terrain, 30 % maximum sur le modèle numérique de terrain) Accessibilité totale du tracteur au sein du peuplement	Tracteur débusqueur ou abatteuse et porteur	Accès du tracteur restreint aux voies d'accès désignées (pistes, traînes, cloisonnements) pour limiter les dégâts aux réserves et au sol
Difficulté d'exploitation D2		
Traînage des bois inférieur à 1500 m Pente moyenne ou forte (> 40 % sur le terrain ou > 30 % sur le modèle numérique de terrain) Coupe intégralement treuillable	Tracteur débusqueur	Accès du tracteur restreint aux pistes, traînes et replats Distance maximale de treuillage des bois 150 m à l'aval et 50 m à l'amont
Difficulté d'exploitation D3		
Traînage des bois inférieur à 1500 m Pente supérieure à 60 % ou obstacles sur la coupe Coupe partiellement treuillable	Câble-mât	Bois à plus de 50 m à l'amont d'une piste
Traînage des bois supérieur à 1500 m Pente quelconque	Tracteur débusqueur ou abatteuse et porteur	Ce cas constitue un surcoût plus qu'une difficulté technique
Difficulté d'exploitation D4		
Aucune accessibilité au tracteur (et moins de 800 m de longueur de débardage)	Câble-mât	Accessibilité le plus souvent à l'amont de la coupe
Aucune accessibilité au tracteur (et plus de 800 m de longueur de débardage)	Câble long	

L'exploitabilité économique : un bilan nécessaire

Au-delà des contraintes techniques, il importe de faire un bilan économique de la gestion forestière.

La gestion ne peut être bénéficiaire que si, à l'échelle de l'unité de gestion, la valeur des bois « bord de route » couvre les coûts d'exploitation (abattage, façonnage, débusquage, débardage) et les travaux sylvicoles. Si ce n'est pas le cas, on ne peut se fixer un objectif de production.

Il est impossible de détailler une méthode de détermination du seuil de rentabilité du fait de la multiplicité des paramètres entrant dans la formation du coût d'exploitation et surtout des fluctuations des cours des bois.

Malgré ces incertitudes, il est souhaitable que le gestionnaire anticipe cette question économique et puisse, le cas échéant, adapter la sylviculture pour rendre la gestion rentable.





Diagnostic du rôle de protection

La démarche de diagnostic présentée (voir page ci-contre) a été mise au point conjointement par le Cemagref (centre de Grenoble) et l'ONF (services RTM et de gestion). Elle est développée dans l'ouvrage « Forêts de protection contre les aléas naturels : diagnostics et stratégies - Alpes du Sud françaises (Rey et al., 2009) » dont plusieurs figures sont reprises.

Aléas naturels

Notion d'aléa

L'aléa est un phénomène naturel susceptible de se produire en un lieu donné. Il s'agit d'une notion complexe caractérisée par une extension spatiale, un temps de retour, une « intensité » plus ou moins forte du phénomène. L'objectif principal étant la gestion des peuplements dans leur fonction de protection, la méthode utilisée pour caractériser chaque aléa s'attache surtout à déterminer l'extension potentielle et l'intensité du phénomène, la fréquence n'intervenant pas en tant que telle.

On s'intéresse ici aux phénomènes d'érosion superficielle, de crue torrentielle, de glissement de terrain, de chute de blocs et d'avalanche.

Notion d'unité fonctionnelle d'aléa

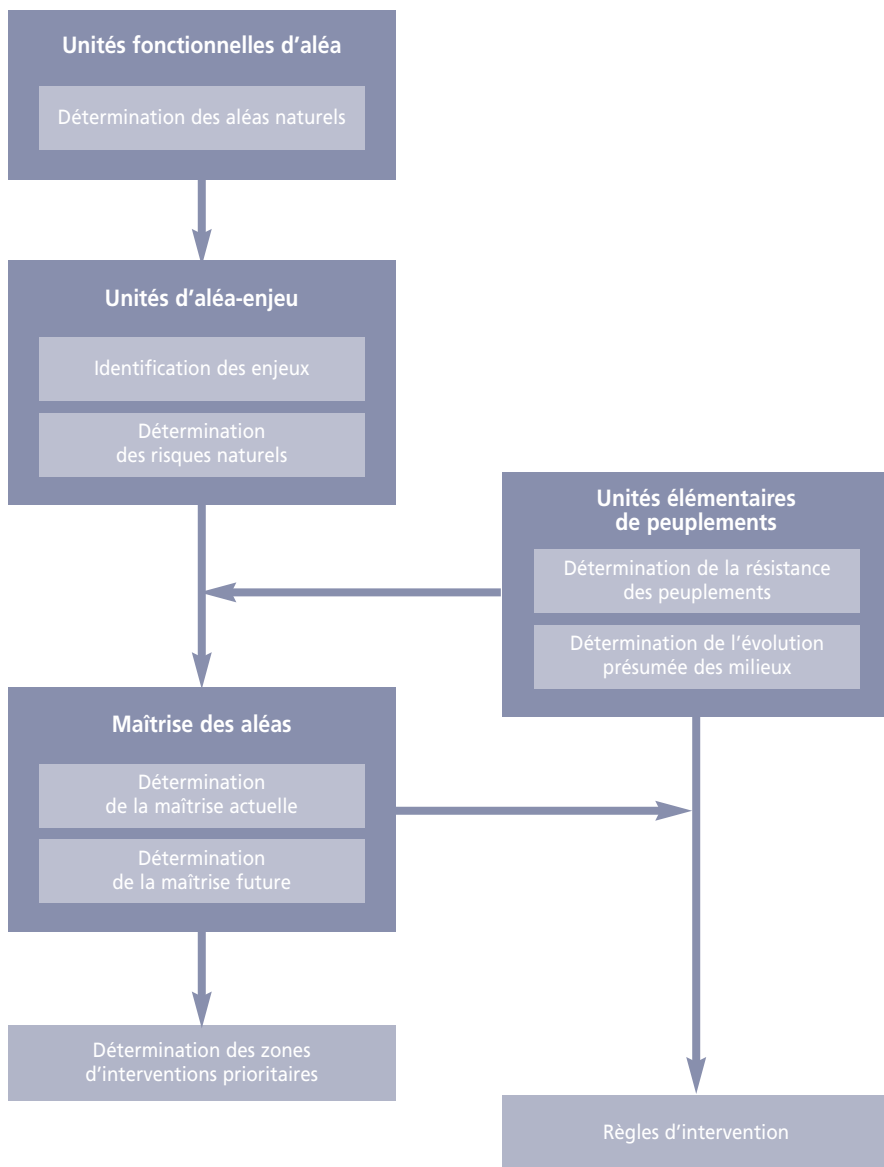
L'approche développée et testée lors de l'élaboration de ce guide se traduit notamment par la définition de l'unité fonctionnelle d'aléa : une surface de terrain qui couvre les zones de genèse, de manifestation (déclarée ou potentielle) et d'extinction d'un aléa. Ces 3 zones correspondent généralement respectivement aux zones de départ, de transit et d'arrêt du phénomène. Les unités fonctionnelles d'aléa peuvent être de superficie très variable. Leurs limites sont indépendantes des limites des peuplements.

Chaque unité fonctionnelle d'aléa se voit attribuer une note traduisant l'intensité du phénomène naturel (tableau ci-dessous). L'attribution des notes est détaillée dans les pages suivantes. L'érosion superficielle, qui est l'aléa le plus répandu dans les Alpes du Sud françaises, se distingue des autres par une note maximale plus faible car il s'agit d'un phénomène diffus. Son importance est due à la grande étendue des terrains touchés et à la distance des enjeux socio-économiques concernés par des dépôts de matériaux. Par contre, son impact sur un enjeu standard tel qu'un bâtiment est faible.

		Note d'aléa				
		Érosion	Crue torrentielle	Glissement de terrain	Chute de blocs	Avalanche
Intensité du phénomène	Faible	1	2	2	2	1
	Fort	2	3	3	3	3

L'extension spatiale et l'intensité des phénomènes naturels doivent être estimées en faisant abstraction de la couverture végétale présente ainsi que des éventuels ouvrages de protection, afin de bien traduire les aléas potentiels.

Démarche de diagnostic du rôle de protection



Les superpositions d'aléas

Les cinq catégories d'aléas (érosion superficielle, crue torrentielle, glissement de terrain, chute de blocs, avalanche) sont cartographiées indépendamment et peuvent se superposer. L'analyse doit être effectuée pour un site donné autant de fois que d'aléas répertoriés, la gestion étant ensuite orientée en fonction de l'aléa le plus prégnant en terme de risque ou de contrainte technique.

L'aléa érosion



On considère ici les phénomènes d'érosion superficielle susceptibles d'affecter la plupart des reliefs des Alpes du Sud. Cet aléa inclut le ravinement, mais n'intègre pas l'affouillement par les torrents, qui est appréhendé spécifiquement

(N.B. : dans la suite, le terme « érosion » signifie érosion superficielle).

Le diagnostic de l'aléa érosion peut s'appuyer sur l'identification des témoins suivants :

- Zones dénudées avec des formes ravinées (incision > 1 m)
- Zones dénudées avec des rigoles (incision < 1 m)

- Accumulations de sédiments à l'amont des troncs ou de la végétation basse
- Végétation basse ou base des arbres enfouies sous des coulées de sédiments
- Envasement de barrages, seuils, retenues
- Reboisements RTM
- Ouvrages de protection (génie biologique, petit génie civil)
- Dégâts sur des infrastructures (dépôts de sédiments, buses bouchées...)

L'unité fonctionnelle d'aléa érosion est un versant ou une partie de versant, généralement drainé par un torrent. Lorsque le versant est très entaillé, ce qui se constate sur les substrats tendres (marnes, alluvions, moraines würmiennes), la segmentation du phénomène conduit à individualiser chaque ravine comme une unité fonctionnelle d'aléa. Quand cela est possible, il est alors souhaitable de descendre jusqu'à l'échelle d'un hectare, sans que cela se traduise forcément par une cartographie de chaque unité fonctionnelle d'aléa. En effet, la végétation peut maîtriser l'érosion dans une ravine d'un hectare, tandis que cela est difficile dans une ravine plus grande.

On distingue donc deux types d'unité fonctionnelle d'aléa érosion :

- ▶ les ravines de moins d'un hectare. Une petite ravine présente une zone de départ et de transit, les flancs de la ravine et une zone d'arrêt constituée par son lit.
- ▶ les autres cas, grandes ravines et versants peu incisés. La distinction de zones de départ, de transit et d'arrêt est plus délicate et peu utile.

La cotation de l'aléa est essentiellement fonction de la lithologie :

- versant sur roches dures non érodables ou pente faible < 20 % **note 0**
- éboulis et formations détritiques libérés par des roches dures **note 1**
- roches tendres ravinées ou non **note 2**

L'aléa crue torrentielle



Une crue est générée par la collecte, au sein du bassin d'alimentation, d'un gros volume d'eau, qui se concentre dans le lit du torrent. En outre, l'occurrence de laves torrentielles, jugée selon leur observation passée ou des signes précis de laves sur le terrain, est un critère utile.

On peut également s'appuyer sur l'identification des témoins suivants :

- Reboisements RTM
- Embâcles
- Berges affouillées
- Barrages atterris
- Ouvrages de protection (seuils, enrochements sur berges, surdimensionnement des ouvrages d'art)
- Cours d'eau endigués
- Dégâts sur des infrastructures (routes emportées...)
- Laises de crues (traces de passage : branchages, déchets...)

L'activité du torrent est fonction de la quantité d'eau amenée par la pluie, mais aussi de la capacité de la végétation et des sols à en retenir une partie dans le bassin d'alimentation. La végétation présente permet ainsi d'atténuer les crues, en repoussant leur seuil de déclenchement et en écrétant leurs pointes. Cependant, il est également admis que les crues torrentielles les plus dévastatrices sont dues à de très fortes pluies pour lesquelles le rôle de la végétation dans la zone amont est négligeable, ses capacités de rétention étant largement dépassées.

Cela conduit à deux façons d'appréhender l'aléa « crue torrentielle ».

Soit on s'intéresse aux événements les plus dévastateurs et à leur impact sur les enjeux socio-économiques proches. On peut alors se cantonner au torrent lui-même, chenal d'écoulement et berges, pour le diagnostic et les règles de gestion qui en découlent. C'est l'approche des services RTM pour la cartographie des aléas.

Soit on s'intéresse au fonctionnement d'ensemble du phénomène et au rôle que peut jouer la végétation pour l'atténuer. On prend alors en compte l'ensemble d'un bassin versant. C'est l'approche développée pour les Alpes du Sud où le boisement des bassins versants torrentiels est moins systématique que dans les Alpes du Nord ou les Pyrénées. On définit ainsi une unité fonctionnelle d'aléa « bassin versant torrentiel » qui comprend une zone de départ correspondant au bassin d'alimentation, une zone de transit correspondant au chenal d'écoulement du torrent et une zone d'arrêt correspondant au cône de déjection.

Pour coter l'unité fonctionnelle d'aléa, on généralise au bassin versant le diagnostic effectué le long du lit du torrent.

Le lit du torrent est majoritairement constitué de :

- | | |
|--|---------------|
| ■ secteurs non affouillables | note 0 |
| ■ zones de régulation des transports solides | note 2 |
| ■ secteurs pentus affouillables | note 3 |

L'aléa glissement de terrain



On considère l'ensemble d'un versant sensible au glissement, englobant toute la zone d'activité constatée et potentielle, en se référant aux critères classiques que sont la nature du substrat, la pente et les venues d'eau.

On peut notamment se fier aux témoins suivants :

- Décrochements de terrains, niches d'arrachement, terrain mamelonné
- Suintement sur les versants
- Peuplements forestiers instables (forêt ivre, arbres penchés ou déracinés)

- Ouvrages de protection active (drains)
- Dégâts sur des infrastructures (bâtiments fissurés, routes déformées...)
- Rupture sur le profil en long des routes

On peut distinguer au sein de l'unité fonctionnelle d'aléa glissement de terrain une zone de départ, une zone de transit et une zone d'arrêt de la masse glissée.

Pour coter l'aléa, on se réfère principalement à la profondeur présumée du glissement. Il est, en effet, admis que la stabilité des glissements superficiels peut être améliorée par la végétation (effet d'ancrage et de pompage dû à la prospection racinaire dans le sol), ce qui n'est pas le cas pour les glissements profonds. Le seuil de profondeur de 2 m est retenu pour les distinguer :

- glissement d'une profondeur inférieure à 2 m **note 2**
- glissement d'une profondeur supérieure à 2 m **note 3**

L'aléa chute de blocs



On considère les zones de déplacement potentiel des blocs susceptibles d'être libérés sur un versant.

L'unité fonctionnelle d'aléa est délimitée en utilisant les connaissances ponctuelles des phénomènes et en s'aidant, si besoin, des outils de modélisation existants.

On peut aussi se baser sur l'identification des témoins suivants :

- Présence en falaise de zones de couleurs différentes et très contrastées (points de départ)
- Traces d'impact au sol (« cratères »)
- « Cortèges » de blocs orientés dans la ligne de plus grande pente

- Arbres blessés au pied côté amont
- Blocs posés au sol, arrêtés sur des arbres, des souches ou des troncs
- Trouées avec des bois cassés
- « Coulées » de feuillus et de végétation arbustive, ou de peuplement jeune équiète
- Présence d'ouvrages de protection
- Dégâts sur des infrastructures

On peut généralement distinguer au sein d'une unité fonctionnelle d'aléa chutes de blocs une zone de départ, typiquement une barre rocheuse en corniche, une zone de transit, en pente forte, et une zone d'arrêt des blocs, en pente plus faible.

La zone de transit, surtout lorsqu'elle est boisée, recèle des blocs arrêtés qui sont parfois susceptibles d'être remis en mouvement. Pour autant, elle ne doit pas être confondue avec une zone de départ.

Pour coter l'aléa, on estime la taille moyenne des blocs susceptibles de chuter. On sait en effet que les peuplements forestiers ont très peu d'influence sur de gros volumes en mouvement. Pour les Alpes du Sud, on estime à 1 m³ le seuil de volume d'un bloc en deçà duquel la forêt peut avoir un rôle de protection efficace.

- blocs de volume moyen inférieur à 1 m³ **note 2**
- blocs de volume moyen supérieur à 1 m³ **note 3**

L'aléa avalanche



On considère les zones de propagation d'une avalanche.

Pour délimiter et coter l'aléa, on distingue deux cas :

- s'il s'agit d'avalanches « potentielles », qui pourraient se produire si les peuplements forestiers en place venaient à disparaître : le contour est tracé à dire d'expert à partir de l'information « panneaux déclencheurs » (couches SIG diffusées dans les services RTM) **note 1**

- s'il s'agit d'avalanches constatées : on reprend le contour de la plus grande extension historique (critère de la Carte de Localisation des Phénomènes Avalancheux - CLPA) **note 3**

On peut également s'aider des témoins suivants :

- Présence d'arbres crossés, couchés au sol sans être déracinés
- Arbres en drapeau
- Chablis et volis orientés dans la ligne de plus grande pente
- Arbres écorcés et/ou ébranchés côté amont

- Bris de cimes à la même hauteur
- Impression d'« effet de souffle » de part et d'autre de l'axe principal de propagation
- « Coulées » de feuillus et de végétation arbustive
- Zone occupée par un peuplement plus jeune et dont les arbres ont tous le même âge
- Remontée de végétation atypique sur le versant opposé et dans l'axe de propagation
- Amas de débris côté amont des obstacles en place
- Sol « propre » et « décapé »
- Régénération ne s'établissant qu'à l'abri d'obstacles
- Traces d'anciens dépôts (bourrelet, cône de déjection...)
- Présence d'ouvrages de protection
- Dégâts sur des infrastructures

On distingue au sein de l'unité fonctionnelle d'aléa une zone de départ, une zone de transit et une zone d'arrêt de l'avalanche.

Enjeux socio-économiques et risques naturels

Notion de risque naturel

Un risque naturel est une menace qu'un aléa naturel fait peser sur des enjeux socio-économiques identifiés.

Un niveau de risque jugé trop élevé impose des interventions pour maîtriser l'aléa. Par contre, en l'absence d'enjeu socio-économique, un aléa même fort ne justifie pas de mesures spécifiques au titre de la protection.

Appréciation des enjeux socio-économiques

Niveau d'enjeu socio-économique

Le niveau de chaque enjeu est déterminé selon la grille suivante, établie par la délégation nationale RTM avec et Irtsea et validée par le Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement.

Niveau d'enjeu	Fort	Moyen	Faible	Nul
Type d'enjeu socio-économique	3	2	1	0
Habitat	Dense, plus de 10 logements	Dispersé, 2 à 10 logements	Bâtiment isolé	
Voie de communication (route, rail)	Voies structurantes d'intérêt national	Voies d'intérêt départemental ou accès unique d'un pôle important d'activités	Voies d'intérêt local	Pistes forestières
Réseaux		Ligne HT	Conduite forcée, desserte locale (électrique, eau, téléphone, gaz)	
Tourisme	Camping, centre d'accueil, colonie de vacances		Pistes de ski, équipements touristiques	Sentier de randonnée
Industries et commerces	Centre industriel	Commerces	Artisanats	
Agriculture			Bâtiment agricole, terres cultivées	Parcours pastoraux
Forêt			Peuplement de production	Espaces naturels
Patrimonial		Bâtiment historique		
Autres enjeux publics	École, hôpital, centre de secours	Autres bâtiments publics	Captage d'eau, station d'épuration	Ouvrages de protection

Remarque : les forêts, les sols, les ouvrages de protection et les pistes forestières ne sont pas des enjeux socio-économiques au sens de l'analyse des risques, bien que le maintien de leurs fonctionnalités soit important pour la régulation de l'aléa.

Enjeux socio-économiques multiples

Le cas des enjeux multiples sur un même site est traité en considérant globalement que trois enjeux d'un niveau donné conduisent à passer au niveau de cotation supérieur :

- un ou plusieurs enjeux forts, ou 3 enjeux moyens 3 ou 3 + 3 ou 2 + 2 + 2 niveau 3
- un ou deux enjeux moyens, ou 3 enjeux faibles 2 ou 2 + 2 ou 1 + 1 + 1 niveau 2
- un ou deux enjeux faibles 1 ou 1 + 1 niveau 1
- enjeux nuls, ou absence d'enjeu 0 + 0 + 0 niveau 0

Enjeux socio-économiques indirectement exposés

Les éléments précédents permettent l'identification et la cotation des enjeux directement exposés, qui se trouvent à l'intérieur de l'unité fonctionnelle d'aléa. Des enjeux situés plus loin peuvent également être indirectement menacés par l'aléa. Cela concerne essentiellement les aléas érosion, crue torrentielle et glissement de terrain, pour lesquels il existe généralement au moins un enjeu faible à l'aval. Ces enjeux indirectement exposés se voient attribuer un poids décroissant de l'amont vers l'aval, selon leur position par rapport à l'unité d'aléa.

Le recensement réalisé par les services RTM permet d'identifier des sites « dépendants » et d'affecter automatiquement à chaque unité d'aléa le niveau d'enjeu résultant.

Notion d'unité d'aléa-enjeu

Le croisement ou la combinaison des unités fonctionnelles d'aléas avec les enjeux socio-économiques génère des unités d'aléa-enjeu. Une unité d'aléa-enjeu est une surface caractérisée par d'une part une même notation d'aléa et d'autre part une même notation d'enjeu.

Le plus souvent, les unités d'aléa-enjeu ont les mêmes limites que les unités fonctionnelles d'aléa dont elles découlent. Dans certains cas, cependant, la situation ou le niveau des enjeux peut imposer de découper l'unité fonctionnelle d'aléa en plusieurs unités d'aléa-enjeu. Cela peut se produire pour les glissements de terrain lorsqu'une partie seulement du glissement engendre un risque, pour les chutes de blocs avec des enjeux ponctuels sous un versant étendu, pour un versant avalancheux dont une partie menace un chalet, etc.

Remarque : Le protocole national RTM et le GSM Alpes du Sud ont été élaborés conjointement autour de la notion clé d'unité d'aléa-enjeu. Deux différences opérationnelles doivent pourtant être signalées :

- ▶ pour l'érosion superficielle, la méthodologie RTM ne distingue pas les morphologies de ravines et se base uniquement sur la lithologie pour délimiter les unités d'aléa-enjeu.
- ▶ pour les crues torrentielles, le protocole RTM définit une unité d'aléa-enjeu « crue torrentielle » restreinte au linéaire de torrent et segmentée en fonction de la lithologie du lit. Il ne prend en compte qu'indirectement la végétation du bassin versant, par le biais du diagnostic réalisé parallèlement pour l'aléa érosion/ravinement.

Détermination du niveau de risque naturel

La détermination du niveau de risque est classiquement réalisée en croisant la note d'aléa et le niveau d'enjeu socio-économique de chaque unité d'aléa-enjeu.

		Niveau d'enjeu socio-économique			
		Nul 0	Faible 1	Moyen 2	Fort 3
Note d'aléa	0	Risque nul	Risque nul	Risque nul	Risque nul
	1	Risque nul	Risque faible	Risque faible	Risque moyen
	2	Risque nul	Risque faible	Risque moyen	Risque fort
	3	Risque nul	Risque moyen	Risque fort	Risque fort

Les notes d'aléa ne tenant pas compte de la présence éventuelle d'ouvrages ou de peuplements ; il en est de même des niveaux de risques obtenus.

En cas d'aléas multiples, on retient l'évaluation maximale. Il ne paraît en effet pas utile d'ajouter les aléas dans la mesure où aucune considération de fréquence n'est prise en compte.

Résistance des peuplements forestiers et évolution des milieux

Notion d'unité élémentaire de peuplement

L'unité élémentaire de peuplement correspond à une zone définie par la nature de la formation végétale.

On distingue :

- ▶ les peuplements forestiers dont le couvert arboré est supérieur ou potentiellement supérieur (pour les stades de régénération) à 30 %, déclinés par essence principale ;
- ▶ les landes et pelouses : comprenant les formations arbustives et herbacées dont le couvert est supérieur à 30 %, et dont le couvert arboré est inférieur à 30 % (remarque : certaines de ces formations peuvent être classées en « boisé » par l'Inventaire forestier national) ;
- ▶ les terrains non ou peu végétalisés : comprenant les terrains avec moins de 30 % de couvert végétal quel qu'il soit.

Résistance des peuplements forestiers

La résistance d'un peuplement forestier est sa capacité à résister aux perturbations biotiques et abiotiques. L'objectif est d'estimer la probabilité de disparition du peuplement à court ou moyen terme, c'est-à-dire sur une durée d'application d'un à deux aménagements.

L'observation porte sur quelques critères simples, directement liés à la vitalité ou la stabilité des peuplements : âge, état sanitaire, composition, structure, élancement. Le diagnostic de résistance résulte de la combinaison de ces critères.

On distingue 3 niveaux de résistance des peuplements forestiers :

- ▶ résistance bonne : assurée pour une durée supérieure à deux aménagements, soit plus de 30 à 40 ans ;
- ▶ résistance moyenne : vraisemblable pour une durée comprise entre un et deux aménagements, soit entre 15 à 20 ans et 30 à 40 ans ;
- ▶ résistance mauvaise : d'une durée inférieure à un aménagement, soit moins de 15 à 20 ans.

Ce diagnostic est un constat établi d'après l'état du peuplement au moment de la description. Il comporte une marge d'incertitude qui ne peut être réduite facilement, les phénomènes susceptibles d'anéantir un peuplement étant de natures diverses et peu maîtrisables : incendie, tempête, attaque de ravageurs, changement climatique.



Tableau de détermination de la résistance des peuplements forestiers

Essence principale	Pin noir ou Pin sylvestre	Indice	Pin à crochets	Indice	Mélèze	Indice	Sapin pectiné	Indice	Hêtre ou Chêne pubescent	Indice
Âge des arbres de la strate prépondérante	> 100 ans	2	Peuplement artificiel en montagnard - adret > 60 ans - ubac > 80 ans	2	Peuplement artificiel en montagnard inférieur > 120 ans	1	> 130 ans	2	> 100 ans	2
	60 à 100 ans	1		1						
	< 60 ans	0	Autre peuplement	0	Autre peuplement	0	< 130 ans	0	< 100 ans	0
Taux de dépérissement de mortalité ou d'infestation par le gui ⁽¹⁾	> 50 %	2	> 50 %	2	> 50 %	2	> 50 %	2		
	10 à 50 %	1	10 à 50 %	1	10 à 50 %	1	10 à 50 %	1	> 25 %	1
	< 10 %	0	< 10 %	0	< 10 %	0	< 10 %	0	< 25 %	0
Composition du peuplement	Pins > 75 % ⁽²⁾	1	Pins > 75 % ⁽²⁾	1	Mélèze > 75 %	1	Sapin > 75 %	1	Hêtre > 75 % Chêne > 75 %	1
	Autres > 25 %	0	Autres > 25 %	0	Autres > 25 %	0	Autres > 25 %	0	Autres > 25 %	0
Structure du peuplement	Régulier ⁽³⁾	1	Régulier ⁽³⁾	1	Régulier ⁽³⁾	1	Régulier ⁽³⁾	1	Régulier ⁽³⁾	1
	Irrégulier	0	Irrégulier	0	Irrégulier	0	Irrégulier	0	Irrégulier	0
Stabilité physique ⁽⁴⁾	$H_0/D_g > 65$ ou nombreux arbres penchés	1	$H_0/D_g > 65$ ou nombreux arbres penchés	1	$H_0/D_g > 80$ ou nombreux arbres penchés	1	$H_0/D_g > 65$ ou nombreux arbres penchés	1	$H_0/D_g > 80$ ou nombreux arbres penchés	1
	Autre cas	0	Autre cas	0	Autre cas	0	Autre cas	0	Autre cas	0

L'addition des indices donne la classe de résistance :

- notes 0 à 2 : **résistance bonne**
- notes 3 à 5 : **résistance moyenne**
- notes 6 et 7 : **résistance mauvaise**

⁽¹⁾ les attaques de tordeuse grise ne font pas partie des signes de dépérissement

⁽²⁾ il s'agit de la proportion globale de Pin noir, Pin sylvestre et Pin à crochets, le mélange ne prend donc en compte que les essences autres que ces pins

⁽³⁾ un peuplement est jugé régulier s'il est homogène en âges ou en dimensions :

- soit l'écart entre les arbres les plus jeunes et les plus âgés n'excède pas la moitié de l'âge d'exploitabilité
- soit il est monostratifié avec une répartition des ϕ centrée sur une classe de ϕ

⁽⁴⁾ avec H_0 = hauteur dominante et $D_g = \phi$ quadratique moyen = ϕ de l'arbre de surface terrière moyenne

Évolution présumée des milieux

L'évolution présumée des milieux est une vision à moyen terme, sur une durée de 30 à 40 ans, de chaque unité élémentaire de peuplement, en l'absence d'intervention. Le but est de pouvoir estimer ensuite comment évoluera la maîtrise de l'aléa par la végétation.

Pour les aléas chute de blocs et avalanche, le diagnostic fait appel à des critères dendrométriques (voir les clés de maîtrise de ces aléas) dont l'évolution à moyen terme ne peut être qu'estimée à dire d'expert.

Pour les aléas érosion, crue torrentielle et glissement de terrain, ce diagnostic est guidé par la clé suivante, qui indique le type de formation végétale vers lequel tendent les milieux, forestiers ou non. Lorsque la résistance du peuplement (cf. pages précédentes) est jugée bonne, on considère que le faciès forestier est stable à moyen terme.

On distingue 3 types d'évolution présumée des milieux :

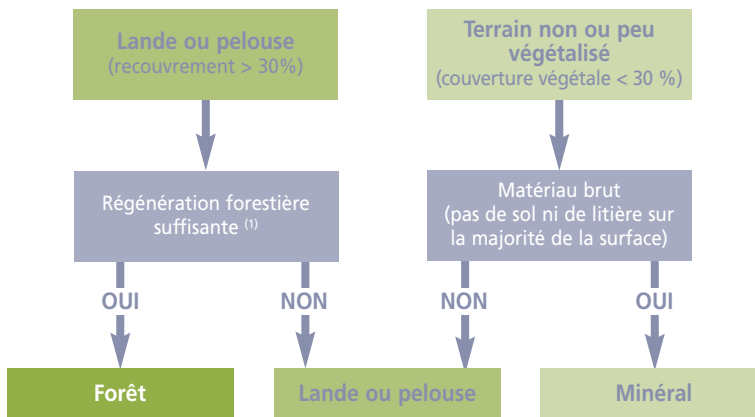
- ▶ vers une forêt
- ▶ vers une lande ou une pelouse (couvert arbustif ou herbacé > 30 %)
- ▶ vers un terrain minéral (couvert végétal < 30 %)

En l'absence d'indice d'évolution en cours ou présumée, cette variable est notée « indéterminé ».

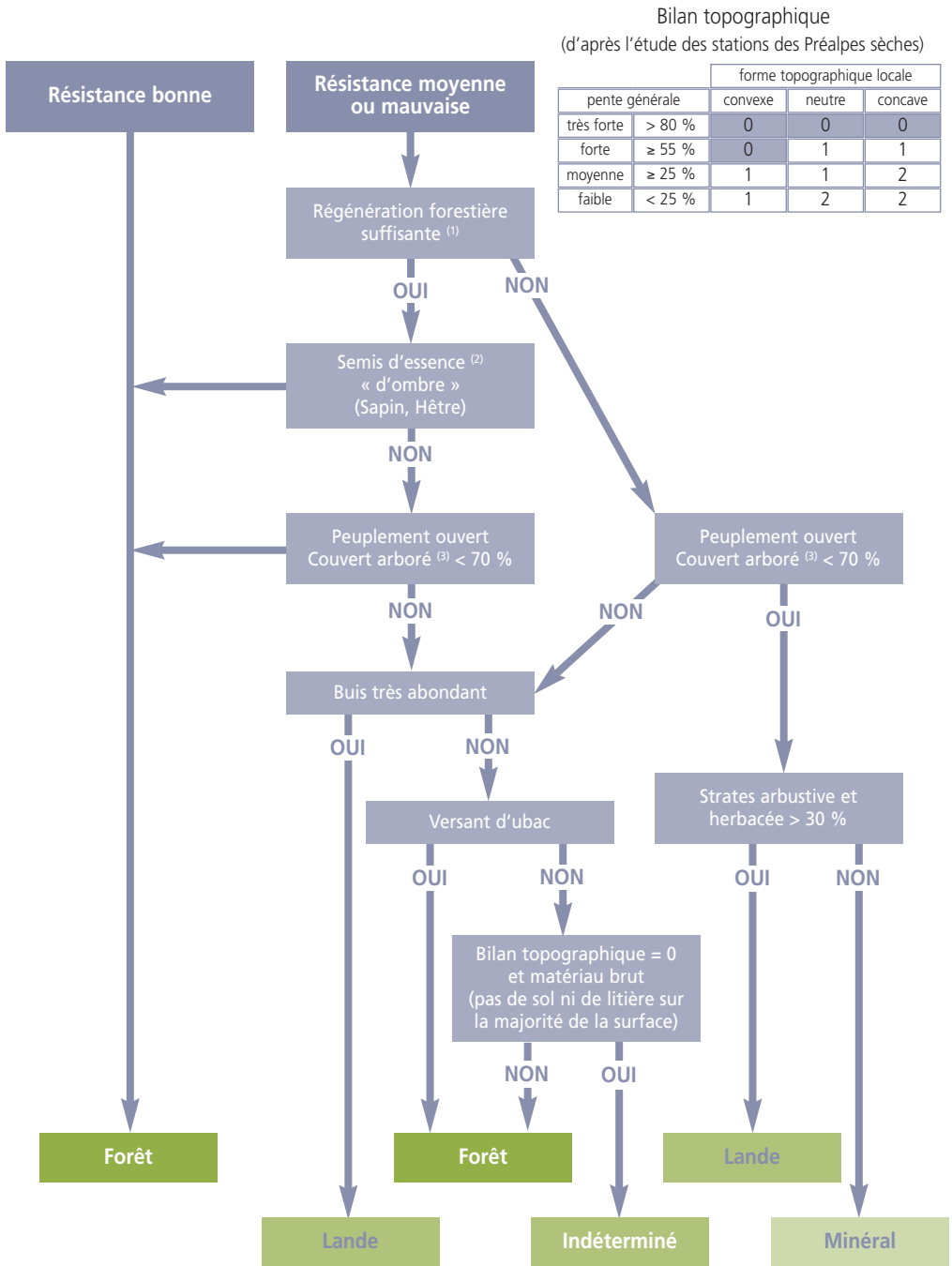
On se base pour cela sur l'état du peuplement et de la végétation, sur les manifestations visibles de la dynamique végétale et, à défaut, sur quelques critères écologiques simples. Ce diagnostic peut être remis en cause par une perturbation suffisamment importante pour déstabiliser la végétation ou anéantir une régénération forestière. Un nouvel état des lieux et un nouveau diagnostic sont alors nécessaires. De plus, les critères utilisés ici ne sont pas adaptés à une surface ayant subi un incendie dans les deux années précédentes.

Enfin, la maîtrise des populations animales, domestiques et sauvages, notamment de grands ongulés, et de leur impact est une condition indispensable pour la pérennité des formations végétales, tant pour limiter la dégradation du couvert herbacé et arbustif que pour éviter les échecs de régénération des essences forestières (voir la clé « impact de la faune »).

Détermination de l'évolution présumée des milieux non forestiers à moyen terme



Détermination de l'évolution présumée des milieux forestiers à moyen terme



(1) L'observation de la régénération porte sur la densité de semis viables, toutes essences forestières confondues. Un semis est jugé viable s'il fait plus de 50 cm, si la station lui convient et si son développement n'est pas mis en cause par des perturbations externes telles que l'abroustissement ou l'écorçage. À défaut de référence précise pour les forêts de protection, on préconise une densité minimale de 800 semis par hectare, soit un espacement moyen inférieur à 4 m

(2) Essences dominantes au sein de la régénération

(3) Le couvert arboré est celui du « peuplement forestier » en place, celui-ci pouvant être de hauteur inférieure à 7 m sur les stations les moins fertiles

Maîtrise des aléas naturels par la végétation

Remarque : le nouveau manuel d'aménagement contient une fiche dédiée à la détermination de la maîtrise des aléas. Bien que présentées différemment, cette fiche et les clés proposées dans les pages qui suivent sont totalement compatibles.

Rôle actuel de la forêt et de la végétation dans la protection contre les aléas naturels

Le rôle de la forêt et de la végétation dans la protection contre les aléas naturels doit être évalué à l'échelle d'une unité d'aléa-enjeu ou d'un peuplement homogène au sein de l'unité aléa-enjeu. Les méthodes de détermination sont présentées dans les pages suivantes. Trois classes de rôle sont définies : efficace, moyen, faible, en écartant les situations dans lesquelles la végétation ne peut maîtriser l'aléa.

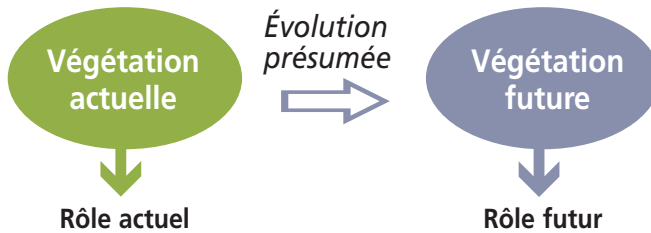
Attention : un rôle « efficace » ne signifie pas que la protection contre l'aléa est assurée à 100 %, mais que la forêt et la végétation atténuent sensiblement les manifestations de cet aléa.

Rôle futur de la forêt et de la végétation dans la protection contre les aléas naturels

Il est nécessaire d'estimer le rôle futur de la forêt ou autre végétation dans la protection contre les aléas naturels. L'évolution présumée de chaque unité élémentaire de peuplement permet de constituer une « image » de ce que pourrait être la future couverture végétale de l'unité d'aléa-enjeu, à une échelle de temps correspondant à deux aménagements forestiers, soit une durée de 30 à 40 ans.

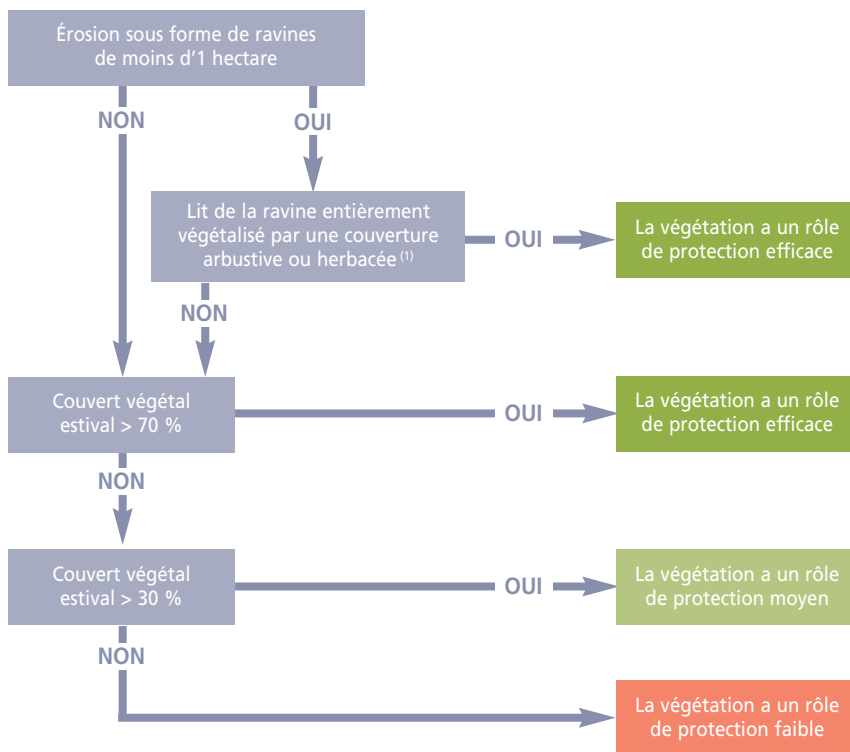
Le rôle futur peut alors être évalué en utilisant à nouveau les clés de détermination par aléa.

Cette démarche peut être faite par l'observateur sur le terrain ou avec à l'aide d'outils de type SIG.

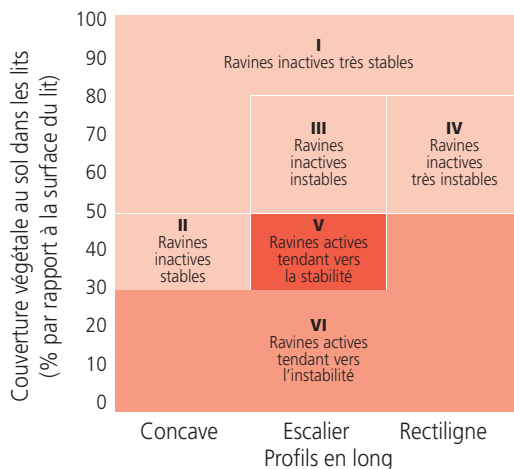


Diagnostic à réaliser à l'échelle de l'unité d'aléa-enjeu

Bassin versant de montagne



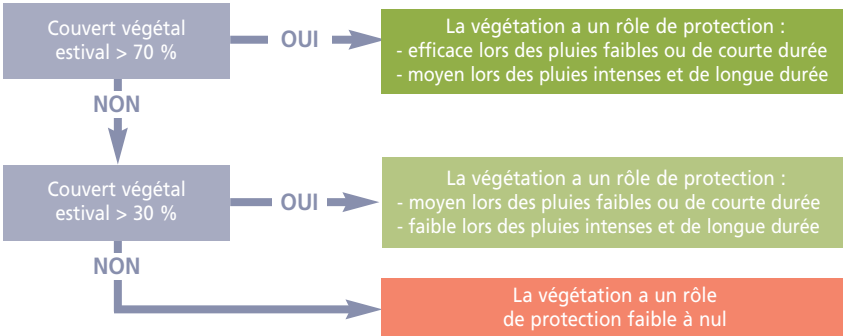
(1) Typologie de ravines



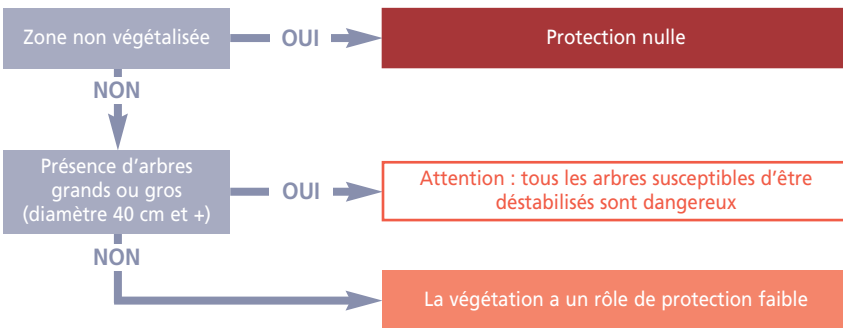
Rôle de la forêt et de la végétation
dans la protection contre les crues torrentielles

Diagnostic à réaliser à l'échelle de chaque partie de l'unité d'aléa-enjeu

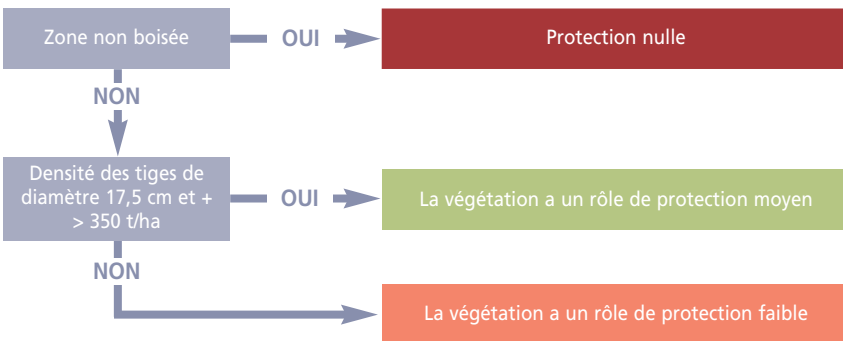
Zone de départ : bassin versant de montagne



Zone de transit : lit et berges du torrent

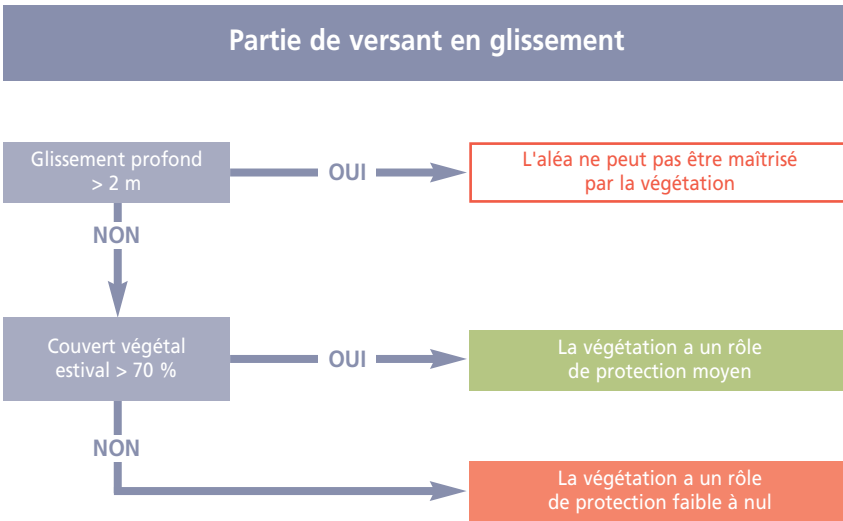


Zone de dépôt : cône de déjection



Rôle de la forêt et de la végétation
dans la protection contre les glissements de terrain

Diagnostic à réaliser à l'échelle de l'unité d'aléa-enjeu



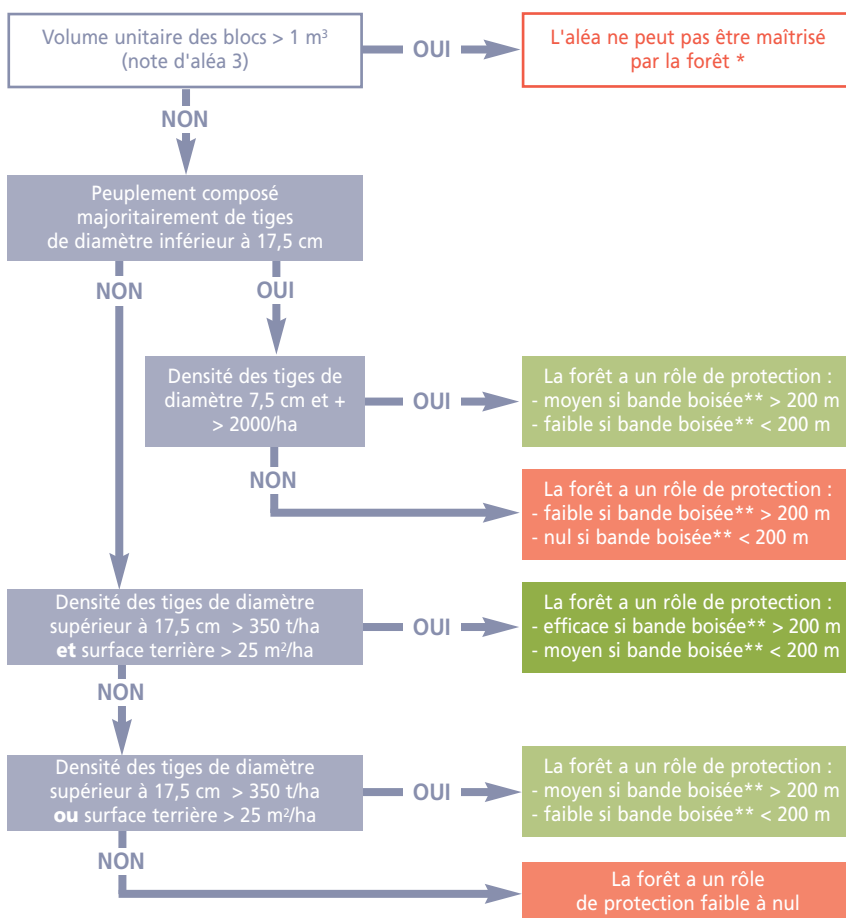
Rôle de la forêt et de la végétation
dans la protection contre les chutes de blocs

Diagnostic à réaliser à l'échelle d'une unité de peuplement

Dans la zone de départ

La forêt n'a pas de rôle de protection ;
au contraire, les arbres instables peuvent déchausser des blocs

Dans la zone de transit et de dépôt



* Le maintien de la forêt est bénéfique même lorsqu'elle ne peut, à elle seule, assurer une protection efficace.

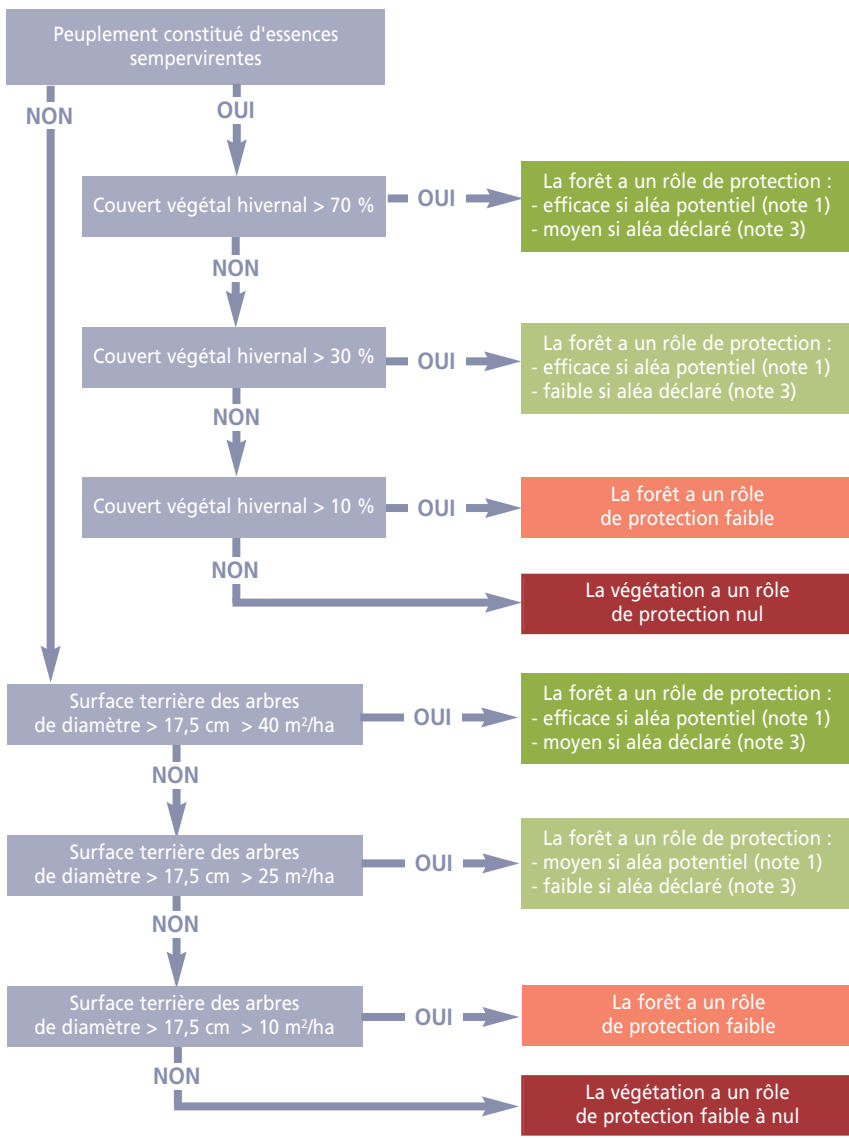
** Longueur planimétrique de la bande boisée dans le sens de la pente

Remarque : ce diagnostic relève d'une approche volontairement grossière. En effet, la multiplicité des paramètres déterminants (taille, forme et nature des blocs, pente, distance d'entrée, structure et nature du peuplement) rend l'expertise de la maîtrise des chutes de blocs particulièrement complexe. Un outil précis de détermination du rôle de la forêt est disponible sur www.rockfor.net

Rôle de la forêt et de la végétation dans la protection contre les avalanches

Diagnostic à réaliser à l'échelle d'une unité de peuplement

Dans la zone de départ



Dans la zone de transit et de dépôt

La forêt peut freiner certaines coulées de neige, mais ne peut maîtriser l'avalanche

Stratégie d'intervention

Assurer au mieux la pérennité de la fonction de protection jouée par les forêts implique de renouveler des surfaces très importantes de peuplements âgés ou dépérissants en quelques décennies. Les gestionnaires forestiers ont donc besoin d'une stratégie pour échelonner leurs interventions. À cette fin, une méthode de hiérarchisation est proposée pour définir une stratégie d'intervention.

Le niveau de risque permet une première hiérarchisation des priorités d'intervention :

Rappel de la grille d'évaluation du risque

		Niveau d'enjeu socio-économique			
		Nul 0	Faible 1	Moyen 2	Fort 3
Note d'aléa	0	Risque nul	Risque nul	Risque nul	Risque nul
	1	Risque nul	Risque faible	Risque faible	Risque moyen
	2	Risque nul	Risque faible	Risque moyen	Risque fort
	3	Risque nul	Risque moyen	Risque fort	Risque fort

On considère ensuite qu'il faut d'abord intervenir là où le risque lié à une reprise de l'aléa est le plus important et le plus imminent. Inversement, il est inutile d'intervenir lorsque l'évolution spontanée de la végétation garantit le maintien ou l'amélioration du niveau de protection. Des zones d'interventions prioritaires peuvent ainsi être déterminées en fonction du rôle actuel et du rôle futur de la forêt et de la végétation. Le tableau ci-dessous propose trois niveaux de priorités.

Les cas où la forêt ne peut maîtriser l'aléa ne sont pas repris ici, puisque la réponse doit être d'une autre nature que sylvicole.

Méthode de détermination des zones d'interventions prioritaires

		Rôle actuel de la forêt et de la végétation		
		efficace	moyen	faible
Rôle futur de la forêt et de la végétation	efficace	Priorité 3	Priorité 3	Priorité 3
	moyen	Priorité 2	Priorité 2	Priorité 3
	faible	Priorité 1	Priorité 1	Priorité 2

Bien sûr, d'autres critères tels que les difficultés d'accès peuvent également être pris en compte pour décider des interventions.

À l'issue de cette démarche, le gestionnaire a tous les éléments techniques pour juger de la priorité d'une intervention au titre de la protection contre les aléas naturels. En cas de nécessité, et seulement dans ce cas, il doit se reporter à la partie 2 « Gestion des forêts à rôle de protection contre les aléas naturels » où sont déclinées les interventions préconisées.

Diagnostic écologique

Dynamique forestière

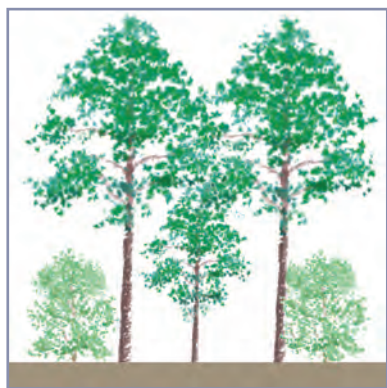
Les forêts des Alpes du Sud sont majoritairement constituées de faciès pionniers qui évoluent selon des dynamiques forestières plus ou moins rapides. Ce phénomène se concrétise par le retour du Hêtre, du Sapin pectiné et du Pin cembro sous le couvert des essences pionnières. Le forestier sait cependant qu'une régénération vigoureuse sous couvert ne garantit nullement une bonne adaptation de l'essence. Cela se produit notamment avec le Sapin pectiné qui gagne vers l'aval, au-delà des conditions écologiques qui lui conviennent.

Par ailleurs, ces forêts subissent et subiront, sans doute plus que dans les autres montagnes françaises, les effets des changements climatiques. La sécheresse qui a sévi de 2003 à 2007 a déjà provoqué des dépérissements parfois massifs.

La gestion de ces évolutions est délicate tant à court terme pour la sylviculture à appliquer qu'à long terme pour le choix de l'essence objectif. Quelques préconisations sylvicoles pour la gestion du peuplement en place sont données en parties 2 et 3 notamment dans la fiche « Peuplements mélangés » pour les forêts de production.

Le choix de l'essence objectif nécessite, quant à lui, des diagnostics de la dynamique végétale, de la station et de l'adaptation actuelle et future des essences en place. Il n'est pas possible de fournir ici tous les critères de décisions requis. En particulier, le diagnostic stationnel nécessite de se référer à la typologie en vigueur dans la région (voir la fiche thématique « Écologie forestière et dynamique végétale »).

Concurrence faible ou substitution lente



Ex. : *Chêne pubescent* sous *Pin sylvestre*

L'essence concurrente se développe sous couvert, mais son installation n'est pas très dynamique. Une régénération naturelle de l'essence dominante est possible.

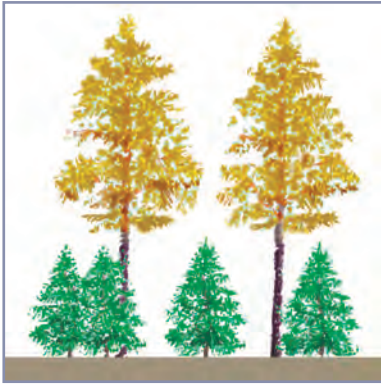
Le gestionnaire peut orienter le peuplement soit vers un mélange, en favorisant l'essence pionnière au moins pour la révolution suivante, soit vers une transformation en favorisant l'essence concurrente.

Ce choix sera fonction de critères écologiques et économiques :

- l'état sanitaire de l'essence dominante et le risque éventuel de dépérissement,
- l'adaptation de l'essence concurrente à la station et son avenir dans le contexte de changements climatiques,
- les intérêts économiques respectifs du mélange et d'un peuplement pur de l'essence concurrente,
- les contraintes d'intervention pour l'exploitation et les travaux.

Les leviers pour adapter la gestion sont le dosage du couvert et le dosage des essences dans la régénération naturelle.

Substitution rapide



Ex. : Sapin pectiné sous Mélèze

L'essence concurrente montre une dynamique de colonisation importante et rapide, avec une abondante régénération naturelle, ou est en train de fermer le sous-bois. Sauf à envisager des travaux coûteux, l'essence pionnière ne peut se régénérer, et sera donc inévitablement supplantée.

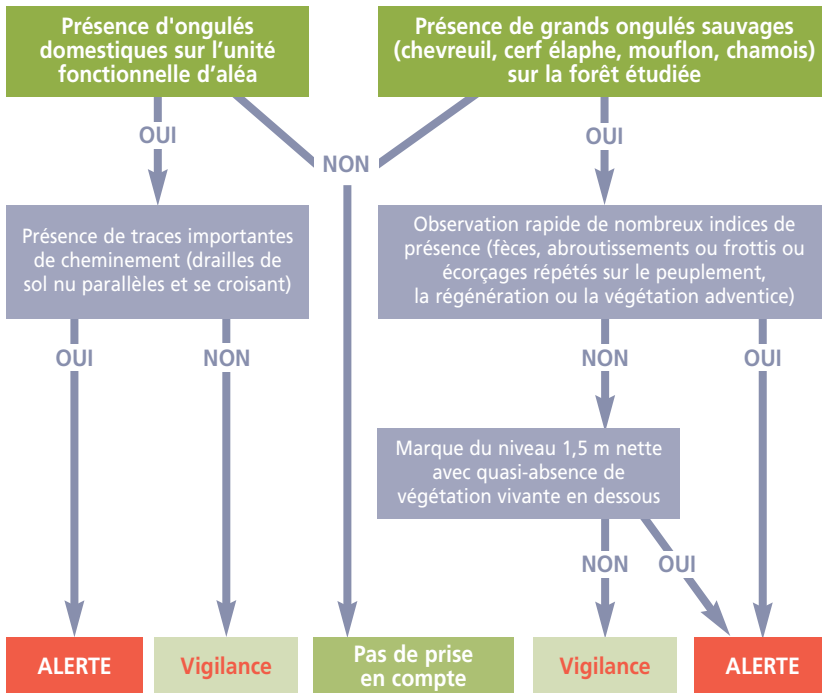
Le forestier n'a d'autre choix que d'accompagner l'évolution en cours, en gérant le peuplement en place selon le modèle de l'essence pionnière dominante jusqu'à obtention du peuplement objectif, qui sera exploité pour changer d'essence.

La dynamique forestière prime donc sur l'objectif de gestion (la future essence objectif peut être moins intéressante, notamment en terme de produit, que l'essence pionnière) et même sur l'avenir de l'essence concurrente (la future essence objectif peut être hors station et promise à des problèmes sanitaires). Le forestier peut ainsi se trouver face à une impasse que seule une anticipation de la situation aurait pu lui permettre d'éviter.

Impact de la faune

Une surfréquentation d'ongulés sauvages ou domestiques peut dégrader la couverture végétale du sol et éventuellement compromettre le renouvellement des peuplements. Ce phénomène est accentué en montagne, avec notamment des concentrations de populations sur les versants bien exposés qui sont déneigés plus tôt en saison. Le rôle de protection des sols qu'assurent la végétation basse et la forêt, et qui a motivé les reboisements RTM au XIX^e siècle, pourrait ainsi être moins efficace, voire remis en question.

La clé présentée ci-dessous permet, à partir de critères simples, d'établir un diagnostic de prise en compte de l'impact des ongulés sauvages et domestiques sur les milieux. Des précisions sur son utilisation sont données page suivante. Les mesures à prendre en fonction du diagnostic sont déclinées dans la fiche thématique « Équilibre entre forêt et ongulés ».



La présence de grands ongulés sauvages est généralement connue (dire d'expert, résultats des plans de chasse). Elle ne peut être appréciée qu'à l'échelle du massif.

À la différence des ongulés sauvages, les ongulés domestiques ont un parcours maîtrisé. Par conséquent, leur présence, confirmée par l'existence de concessions pluriannuelles ou de droits d'usage, peut être diagnostiquée à l'échelle de l'unité d'aléa-enjeu.

« **ALERTE** » : cela signifie que les ongulés sauvages ou domestiques ont sur le milieu un impact dégradant, ou qui risque fortement de le devenir. Le gestionnaire forestier qui diagnostique l'alerte doit avoir à l'esprit cette contrainte forte dans toutes les actions de gestion (régénération naturelle et artificielle, travaux dans les jeunes peuplements, demande et suivi de l'exécution du plan de chasse, calcul des charges de pâturage, organisation des parcours de pâturage...), en particulier lorsque cela est rappelé dans les fiches de gestion. Se référer à la fiche thématique « Équilibre entre forêt et ongulés ».

« **Vigilance** » : cela signifie que l'impact des grands ongulés sauvages ou domestiques sur le milieu n'est pas en mesure de remettre en cause le rôle de la végétation sur la protection des sols tous aléas confondus. Néanmoins, au regard des augmentations parfois rapides de l'effectif des populations d'ongulés sauvages, la vigilance du gestionnaire doit être continue. À ce titre, toutes actions de génie biologique ou de régénération artificielle devront faire l'objet d'une réflexion préalable. Celle-ci doit porter sur la disponibilité alimentaire locale, l'appétence des espèces plantées, l'organisation des parcours de pâturage ainsi que les modalités de mise en place de dispositifs de protection individuelle ou globale (à titre d'exemple, une plantation de Sapin pectiné dans un versant essentiellement constitué de pinèdes avec peu de végétation basse sera, du fait de son appétence, systématiquement très sensible à l'impact des grands ongulés quel que soit l'effectif de la population).

« **Pas de prise en compte** » : l'absence de grands ongulés sauvages sur la forêt étudiée et domestiques sur l'unité d'aléa-enjeu permet au gestionnaire d'agir sans contrainte.

Préservation d'espèces et milieux rares ou remarquables

La préservation des espèces patrimoniales et des milieux fragiles ou remarquables est un souci constant du forestier. La gestion ordinaire est généralement compatible avec cette préservation. Lorsque cela pourrait ne pas être le cas, une simple adaptation de la méthode ou de la période d'intervention suffit souvent à limiter les perturbations.

Il subsiste cependant quelques situations très particulières qui, localement, imposent des mesures spécifiques telles que le renoncement à une coupe ou, au contraire, le maintien d'une ouverture. Ces situations, aussi rares soient-elles, doivent être anticipées pour éviter bien sûr des dommages écologiques, pour éviter également de discréditer la gestion forestière dans son ensemble.



Proposition de fiche de terrain

Fiche de terrain

Contexte

Exploitabilité

Difficulté d'exploitation	D1 / D2 / D3 / D4
Bilan économique	Bénéficiaire / Déficitaire

Protection contre les aléas naturels

Aléa naturel	Aucun / E / T / G / P / A
Niveau d'enjeu	Aucun / Nul / Faible / Moyen / Fort
Niveau de risque	Nul / Faible / Moyen / Fort

Description des unités de peuplement

Forêt (code FRT) :*

Parcelle / Unité de peuplement :

Description générale

Occupation du sol	Forêt / Lande / Pelouse / Éboulis / ...
Essence 1 et proportion	
Essence 2 et proportion	
Structure	FR / FIR / TS / TSF
Âge (si peuplement régulier)	
H ₀ (si peuplement régulier)	
Surface terrière	
Densité	
État sanitaire	

Description complémentaire en présence d'un risque naturel

Résistance du peuplement	Bonne / Moyenne / Faible
Dynamique végétale	Forêt / Lande / Pelouse / Terrain peu végétalisé
Couvert végétal estival (pour E, T, G)	
Couvert arboré hivernal (pour A)	
Densité des tiges de diamètre 7,5 cm et + (pour P si peuplement composé majoritairement de tiges de diamètre < 17,5 cm)	
Densité des tiges de diamètre 17,5 cm et + (pour T/dépôt et P)	
Surface terrière des tiges de diamètre 17,5 cm et + (pour P, A si feuillage caduque)	

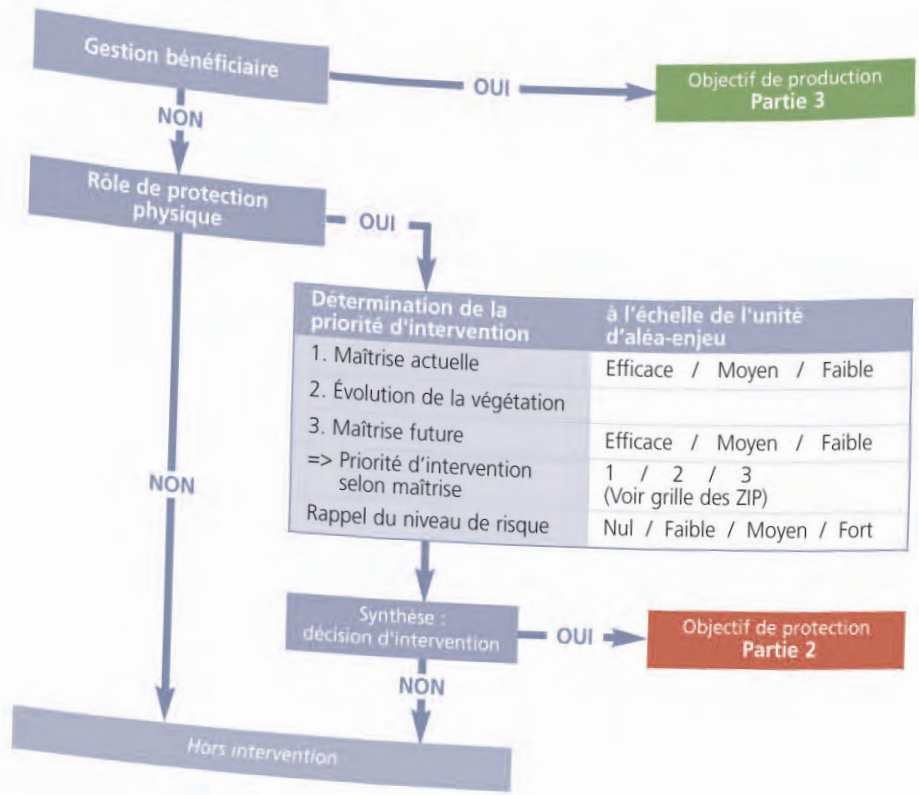
Diagnostic écologique

Dynamique forestière	Non / Lente / Rapide
Essence concurrente & adaptation à la station	Adaptée / Non adaptée
Diagnostic faune	Pas de prise en compte / Vigilance / Alerte
Habitat remarquable	
Espèce remarquable	
Statut de protection	

Autres contraintes

Sensibilité paysagère	Faible / Moyenne / Forte
-----------------------	--------------------------

Décision et type d'intervention



2

Gestion des forêts à rôle de protection contre les aléas naturels



		Objectif de production	
		NON	OUI
Rôle de protection	OUI	partie 2	voir partie 3
	NON	hors intervention	voir partie 3

Érosion - ravine de moins d'un hectare

Pin noir, Pin sylvestre, Pin à crochets	44
Mélèze d'Europe	46
Sapin pectiné, Épicéa commun	48
Hêtre	50
Chêne pubescent	52
Lande ou pelouse	54
Terrain peu végétalisé	56

Érosion - versant ou grande ravine

Pin noir, Pin sylvestre, Pin à crochets	58
Mélèze d'Europe	60
Sapin pectiné, Épicéa commun	62
Hêtre	64
Chêne pubescent	66
Lande ou pelouse	68
Terrain peu végétalisé	70

Bassin versant torrentiel

Pin noir, Pin sylvestre, Pin à crochets	72
Mélèze d'Europe	74
Sapin pectiné, Épicéa commun	76
Hêtre	78
Chêne pubescent	80
Lande ou pelouse	82
Terrain peu végétalisé	84

Glissement de terrain

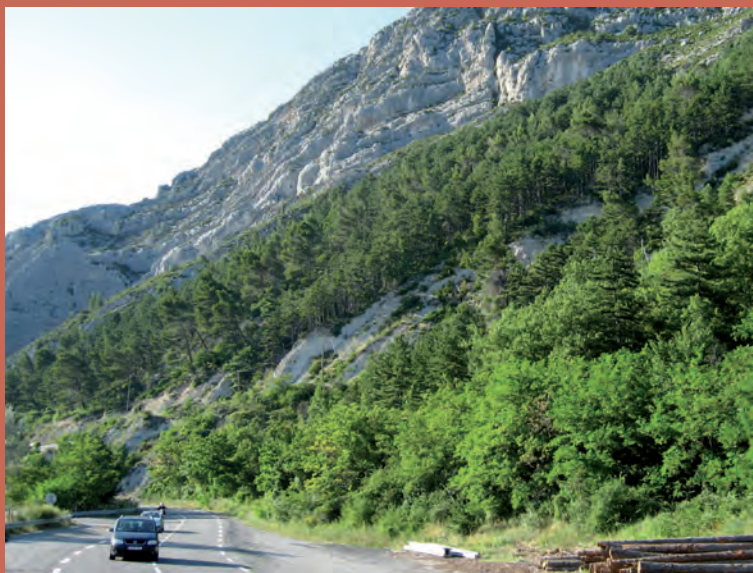
Toute formation forestière	86
Lande ou pelouse	88
Terrain peu végétalisé	90

Chute de blocs

Pin noir, Pin sylvestre, Pin à crochets	92
Mélèze d'Europe	94
Sapin pectiné, Épicéa commun	96
Hêtre	98
Chêne pubescent	100
Lande ou pelouse	102
Terrain peu végétalisé	104

Avalanche

Pin noir, Pin sylvestre, Pin à crochets	106
Mélèze d'Europe	108
Sapin pectiné, Épicéa commun	110
Hêtre	112
Lande ou pelouse	114
Terrain peu végétalisé	116



Introduction

Rappel important : les préconisations de gestion présentées dans cette seconde partie ne doivent être mises en œuvre que si une intervention au titre de la protection contre les aléas naturels est jugée nécessaire à l'issue du diagnostic préalable (cf. partie 1).

Les règles d'intervention sont présentées sous forme de fiches, avec un jeu par aléa et, dans ce jeu, une fiche par formation végétale. Chaque fiche rappelle l'objectif imposé par la fonction de protection et donne les règles sylvicoles à appliquer pour l'atteindre ou le maintenir.

Les interventions préconisées sont par nature :

- soit cycliques (ex. : renouvellement jardinatoire par trouées...). Sauf perturbation importante, elles sont soumises à une rotation de 15 à 20 ans.
- soit uniques (ex : coupe par pieds d'arbres laissant au minimum 70 % de couvert végétal). L'opportunité d'une autre intervention et la détermination de ses modalités nécessitent un nouveau diagnostic, à prévoir au bout de 15 à 20 ans également.

Le critère de « régénération forestière suffisante » est souvent utilisé. L'observation de la régénération porte sur la densité de semis viables, toutes essences forestières confondues. Un semis est jugé viable s'il fait plus de 50 cm, si la station lui convient et si son développement n'est pas mis en cause par des perturbations externes telles que l'abroustissement ou l'écorçage. À défaut de référence précise pour les forêts de protection, on préconise une densité minimale de 800 semis par hectare.

Les fiches contiennent aussi des pictogrammes permettant de les alléger de paragraphes très répétitifs :



Laisser les rémanents sur place en cas d'intervention.
Voir la fiche thématique « Exploitation et sylviculture » pour plus de détails



La maîtrise de l'impact de la faune sauvage est un préalable. Une forte pression de la faune sauvage est susceptible de remettre en cause l'objectif de l'intervention (régénération naturelle ou artificielle notamment) ou la pérennité du rôle de protection de la végétation en place.
Voir la fiche de diagnostic « Impact de la faune » et la fiche thématique correspondante



La maîtrise du pâturage est un préalable. Le pâturage est susceptible de remettre en cause l'objectif de l'intervention (génie écologique notamment) ou l'évolution de la végétation en place.



Impact visuel moyen. Cela concerne l'abattage laissant des souches de 1,30 m de haut et la disposition des bois abandonnés en oblique dans la pente. Prévoir une action de communication si besoin.



Impact visuel fort. Cela concerne les plantations par collectif. Faire varier la dimension des collectifs et éviter une répartition trop systématique et géométrique sur le versant.



Impact visuel très fort. Cela concerne les coupes rases, notamment avant dépérissement. Réflexion sur les forces visuelles et formes pour atténuer, si possible, l'impact de l'intervention. Prévoir une action de communication si besoin.

Érosion - ravine de moins d'un hectare

Unité d'aléa-enjeu

L'unité d'aléa-enjeu est un petit bassin versant avec une forme en V marquée, de moins d'un hectare.

On peut distinguer :





▶ une zone de départ et de transit en amont : les flancs de la ravine,



▶ une zone d'arrêt en aval : le fond de la ravine, plus ou moins élargi à son exutoire, où les matériaux érodés peuvent se déposer.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ Transit	Toute	Toute	Toute situation
 Arrêt	Forêt, Lande, Pelouse	Toute	Absence de strate basse sous un peuplement fermé
			Autres cas
	Minéral ou indéterminé	Moyenne	Couvert arboré clair < 70 %
			Couvert arboré dense > 70 %
Minéral ou indéterminé	Mauvaise	Couvert arboré clair < 70 %	
		Couvert arboré dense > 70 %	

Pin noir, Pin sylvestre, Pin à crochets

Objectifs

Dans la partie amont (zones de départ et de transit) :

⇒ aucune exigence particulière.




Dans la partie aval (zone d'arrêt) :

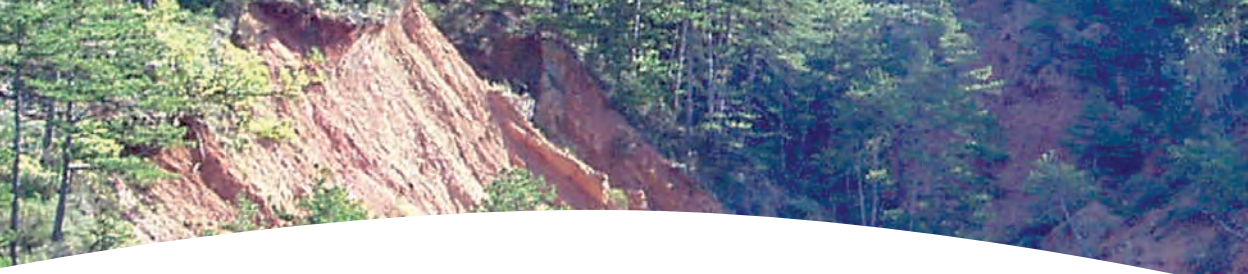
⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal minimal d'un 1/3 à l'échelle de l'unité d'aléa-enjeu, ce couvert devant se trouver au sol (strates basses) et dans la partie aval de chaque ravine,

⇒ conserver et ne pas dégrader la végétation présente dans le lit des ravines, quelle qu'elle soit.

Rappel : en cas de superposition d'une unité d'aléa-enjeu érosion et d'une unité d'aléa-enjeu bassin versant torrentiel, les objectifs et critères d'intervention à prendre en compte sont ceux de cette dernière.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	⇒ pas d'intervention	⇒ aucune restriction particulière	
	⇒ intervention laissant 70 % de couvert arboré	⇒ coupe laissant au minimum 70 % de couvert végétal	 
	⇒ pas d'intervention	⇒ coupe laissant au minimum 70 % de couvert végétal	
	⇒ génie biologique	⇒ pas de coupe ⇒ génie biologique	
	⇒ intervention par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré	⇒ coupe laissant au minimum 70 % de couvert végétal	
	⇒ génie biologique	⇒ récolte totale avant dépérissement + génie biologique « renforcé »	
	⇒ intervention par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré + génie biologique	⇒ récolte avant dépérissement laissant 30 % de couvert arboré + génie biologique « renforcé »	



Érosion - ravine de moins d'un hectare

Unité d'aléa-enjeu

L'unité d'aléa-enjeu est un petit bassin versant avec une forme en V marquée, de moins d'un hectare.

On peut distinguer :





▶ une zone de départ et de transit en amont : les flancs de la ravine,



▶ une zone d'arrêt en aval : le fond de la ravine, plus ou moins élargi à son exutoire, où les matériaux érodés peuvent se déposer.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ Transit	Toute	Toute	Toute situation
 Arrêt	Forêt, Lande, Pelouse	Toute	Absence de strate basse sous un peuplement fermé
			Autres cas
	Minéral ou indéterminé	Moyenne	Couvert arboré clair < 70 %
			Couvert arboré dense > 70 %
Mauvaise	Couvert arboré clair < 70 %		
	Couvert arboré dense > 70 %		

Mélèze d'Europe

Objectifs

Dans la partie amont (zones de départ et de transit) :

⇒ aucune exigence particulière.





Dans la partie aval (zone d'arrêt) :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal minimal d'un 1/3 à l'échelle de l'unité d'aléa-enjeu, ce couvert devant se trouver au sol (strates basses) et dans la partie aval de chaque ravine,

⇒ conserver et ne pas dégrader la végétation présente dans le lit des ravines, quelle qu'elle soit.

Rappel : en cas de superposition d'une unité d'aléa-enjeu érosion et d'une unité d'aléa-enjeu bassin versant torrentiel, les objectifs et critères d'intervention à prendre en compte sont ceux de cette dernière.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	⇒ pas d'intervention	⇒ aucune restriction particulière	
	⇒ intervention laissant 70 % de couvert arboré	⇒ coupe laissant au minimum 70 % de couvert végétal	
	⇒ pas d'intervention	⇒ coupe laissant au minimum 70 % de couvert végétal	
	⇒ génie biologique	⇒ pas de coupe ⇒ génie biologique	
	⇒ intervention par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré	⇒ coupe laissant au minimum 70 % de couvert végétal	
	⇒ génie biologique	⇒ récolte totale avant dépérissement + génie biologique « renforcé » 	
	⇒ intervention par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré + génie biologique	⇒ récolte avant dépérissement laissant 30 % de couvert arboré + génie biologique « renforcé »	

Érosion - ravine de moins d'un hectare

Unité d'aléa-enjeu

L'unité d'aléa-enjeu est un petit bassin versant avec une forme en V marquée, de moins d'un hectare.

On peut distinguer :





▶ une zone de départ et de transit en amont : les flancs de la ravine,



▶ une zone d'arrêt en aval : le fond de la ravine, plus ou moins élargi à son exutoire, où les matériaux érodés peuvent se déposer.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ Transit	Toute	Toute	Toute situation
 Arrêt	Forêt, Lande, Pelouse	Toute	Absence de strate basse sous un peuplement fermé
			Autres cas
	Minéral (pour mémoire) ou indéterminé	Moyenne	Couvert arboré clair < 70 %
			Couvert arboré dense > 70 %
Mauvaise	Couvert arboré clair < 70 %		
	Couvert arboré dense > 70 %		

Sapin pectiné, Épicéa commun

Objectifs

Dans la partie amont (zones de départ et de transit) :

⇒ aucune exigence particulière.

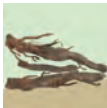

Dans la partie aval (zone d'arrêt) :

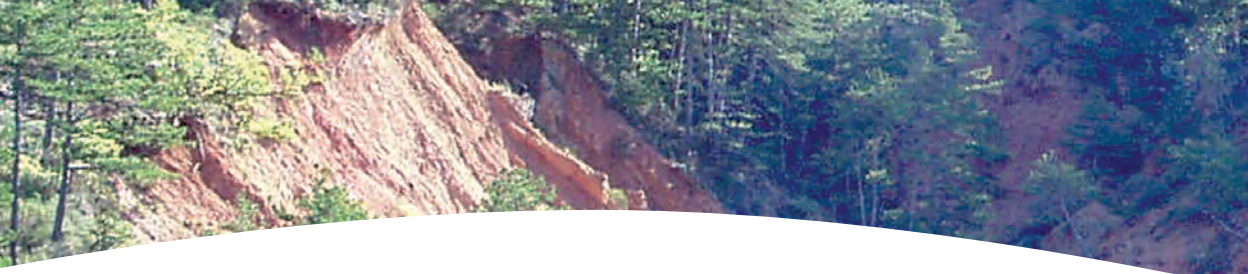
⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal minimal d'un 1/3 à l'échelle de l'unité d'aléa-enjeu, ce couvert devant se trouver au sol (strates basses) et dans la partie aval de chaque ravine,

⇒ conserver et ne pas dégrader la végétation présente dans le lit des ravines, quelle qu'elle soit.

Rappel : en cas de superposition d'une unité d'aléa-enjeu érosion et d'une unité d'aléa-enjeu bassin versant torrentiel, les objectifs et critères d'intervention à prendre en compte sont ceux de cette dernière.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	⇒ pas d'intervention	⇒ aucune restriction particulière	
	⇒ intervention laissant 70 % de couvert arboré	⇒ coupe laissant au minimum 70 % de couvert végétal	 
	⇒ pas d'intervention	⇒ coupe laissant au minimum 70 % de couvert végétal	
	⇒ génie biologique	⇒ pas de coupe ⇒ génie biologique	
	⇒ intervention par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré	⇒ coupe par pied d'arbres laissant au minimum 70 % de couvert végétal	
	⇒ génie biologique	⇒ récolte totale avant dépérissement + génie biologique « renforcé »	
	⇒ intervention par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré + génie biologique	⇒ récolte avant dépérissement laissant 30 % de couvert arboré + génie biologique « renforcé »	



Érosion - ravine de moins d'un hectare

Unité d'aléa-enjeu

L'unité d'aléa-enjeu est un petit bassin versant avec une forme en V marquée, de moins d'un hectare.

On peut distinguer :





▶ une zone de départ et de transit en amont : les flancs de la ravine,



▶ une zone d'arrêt en aval : le fond de la ravine, plus ou moins élargi à son exutoire, où les matériaux érodés peuvent se déposer.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ Transit	Toute	Toute	Toute situation
 Arrêt	Forêt, (Lande, pelouse pour mémoire)	Toute	Toute situation
	Minéral (pour mémoire) ou indéterminé	Toute	Couvert arboré clair < 70 % Couvert arboré dense > 70 %

Objectifs

Dans la partie amont (zones de départ et de transit) :

⇒ aucune exigence particulière.



Dans la partie aval (zone d'arrêt) :

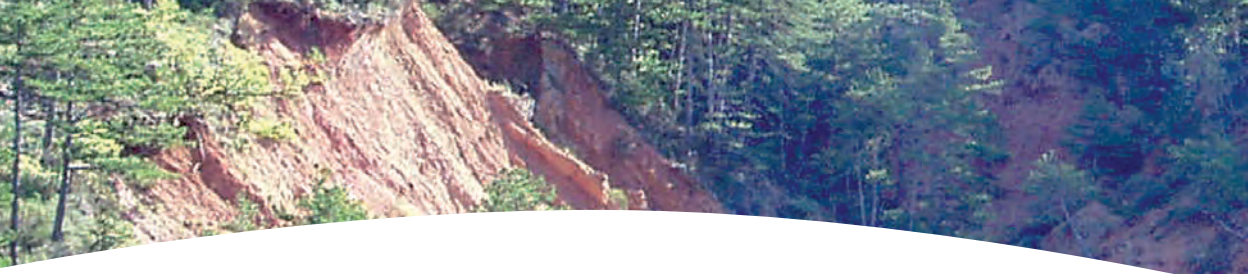
⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal minimal d'un 1/3 à l'échelle de l'unité d'aléa-enjeu, ce couvert devant se trouver au sol (strates basses) et dans la partie aval de chaque ravine,

⇒ conserver et ne pas dégrader la végétation présente dans le lit des ravines, quelle qu'elle soit.

Rappel : en cas de superposition d'une unité d'aléa-enjeu érosion et d'une unité d'aléa-enjeu bassin versant torrentiel, les objectifs et critères d'intervention à prendre en compte sont ceux de cette dernière.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	⇒ pas d'intervention	⇒ aucune restriction particulière	
	⇒ pas d'intervention	⇒ coupe laissant au minimum 70 % de couvert végétal	
	⇒ génie biologique	⇒ pas de coupe ⇒ génie biologique	
	⇒ intervention par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré	⇒ coupe laissant au minimum 70 % de couvert végétal	



Érosion - ravine de moins d'un hectare

Unité d'aléa-enjeu

L'unité d'aléa-enjeu est un petit bassin versant avec une forme en V marquée, de moins d'un hectare.

On peut distinguer :





▶ une zone de départ et de transit en amont : les flancs de la ravine,



▶ une zone d'arrêt en aval : le fond de la ravine, plus ou moins élargi à son exutoire, où les matériaux érodés peuvent se déposer.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ Transit	Toute	Toute	Toute situation
 Arrêt	Forêt, (Landé, pelouse pour mémoire)	Toute	Toute situation
	Minéral (pour mémoire) ou indéterminé	Toute	Couvert arboré clair < 70 % Couvert arboré dense > 70 %

Chêne pubescent

Objectifs

Dans la partie amont (zones de départ et de transit) :



- ⇒ aucune exigence particulière.

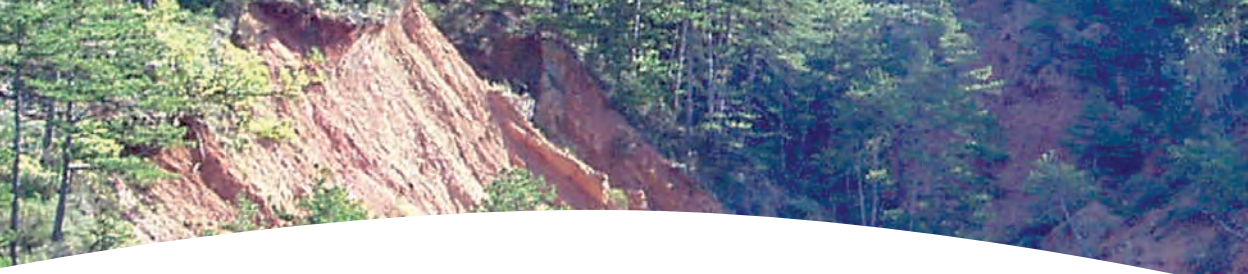
Dans la partie aval (zone d'arrêt) :

- ⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal minimal d'un 1/3 à l'échelle de l'unité d'aléa-enjeu, ce couvert devant se trouver au sol (strates basses) et dans la partie aval de chaque ravine,
- ⇒ conserver et ne pas dégrader la végétation présente dans le lit des ravines, quelle qu'elle soit.

Rappel : en cas de superposition d'une unité d'aléa-enjeu érosion et d'une unité d'aléa-enjeu bassin versant torrentiel, les objectifs et critères d'intervention à prendre en compte sont ceux de cette dernière.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	⇒ pas d'intervention	⇒ aucune restriction particulière	
	⇒ pas d'intervention	⇒ coupe laissant au minimum 70 % de couvert végétal	 
	⇒ génie biologique	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas de coupe ⇒ génie biologique 	
	⇒ intervention par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré	⇒ coupe laissant au minimum 70 % de couvert végétal	



Érosion - ravine de moins d'un hectare

Unité d'aléa-enjeu

L'unité d'aléa-enjeu est un petit bassin versant avec une forme en V marquée, de moins d'un hectare.

On peut distinguer :





▶ une zone de départ et de transit en amont : les flancs de la ravine,



▶ une zone d'arrêt en aval : le fond de la ravine, plus ou moins élargi à son exutoire, où les matériaux érodés peuvent se déposer.

Situations

Position	Évolution	Autres critères
 Départ Transit	Toute	Toute situation
 Arrêt	Toute	Toute situation

Lande ou pelouse

Objectifs

Dans la partie amont (zones de départ et de transit) :

⇒ aucune exigence particulière.

Dans la partie aval (zone d'arrêt) :

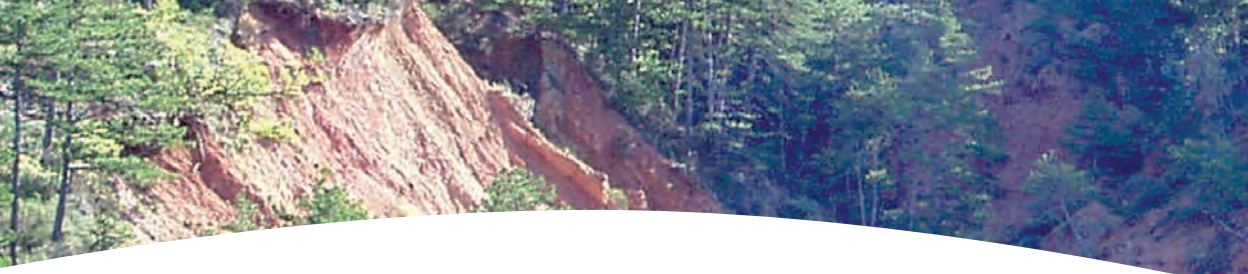
⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal minimal d'un 1/3 à l'échelle de l'unité d'aléa-enjeu, ce couvert devant se trouver au sol (strates basses) et dans la partie aval de chaque ravine,

⇒ conserver et ne pas dégrader la végétation présente dans le lit des ravines, quelle qu'elle soit.

Rappel : en cas de superposition d'une unité d'aléa-enjeu érosion et d'une unité d'aléa-enjeu bassin versant torrentiel, les objectifs et critères d'intervention à prendre en compte sont ceux de cette dernière.

Interventions

Sans récolte	Préconisations générales
⇒ pas d'intervention	
⇒ génie biologique pour compléter le couvert si nécessaire	 



Érosion - ravine de moins d'un hectare

Unité d'aléa-enjeu

L'unité d'aléa-enjeu est un petit bassin versant avec une forme en V marquée, de moins d'un hectare.

On peut distinguer :





▶ une zone de départ et de transit en amont : les flancs de la ravine,



▶ une zone d'arrêt en aval : le fond de la ravine, plus ou moins élargi à son exutoire, où les matériaux érodés peuvent se déposer.

Situations

Position	Évolution	Autres critères
 Départ Transit	Toute	Toute situation
 Arrêt	Lande, Pelouse	Évolution rapide
	Minéral indéterminé	Évolution lente
	Minéral indéterminé	Toute situation

Terrain peu végétalisé

Objectifs

Dans la partie amont (zones de départ et de transit) :

⇒ aucune exigence particulière.

Dans la partie aval (zone d'arrêt) :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal minimal d'un 1/3 à l'échelle de l'unité d'aléa-enjeu, ce couvert devant se trouver au sol (strates basses) et dans la partie aval de chaque ravine,

⇒ conserver et ne pas dégrader la végétation présente dans le lit des ravines, quelle qu'elle soit.

Rappel : en cas de superposition d'une unité d'aléa-enjeu érosion et d'une unité d'aléa-enjeu bassin versant torrentiel, les objectifs et critères d'intervention à prendre en compte sont ceux de cette dernière.

Interventions

	Sans récolte	Préconisations générales
	<p>➔ pas d'intervention</p>	
	<p>➔ pas d'intervention</p>	 
	<p>➔ génie biologique</p>	
	<p>➔ génie biologique</p>	



Érosion - versant ou grande ravine


Unité d'aléa-enjeu

L'unité d'aléa-enjeu est un versant ou un bassin versant, souvent drainé par un torrent, le linéaire de torrent étant exclu.



► On ne fait pas de distinction entre des zones de départ, de transit et d'arrêt.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ Transit Arrêt	Forêt, Lande, Pelouse	Toute	Absence de strate basse sous un peuplement fermé
			Autres cas
	Minéral ou indéterminé	Moyenne	Couvert arboré clair < 70 %
			Couvert arboré dense > 70 %
	Mauvaise	Couvert arboré clair < 70 %	
		Couvert arboré dense > 70 %	

Pin noir, Pin sylvestre, Pin à crochets

Objectifs




Sur l'ensemble de l'unité d'aléa-enjeu :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total minimal de 2/3, quel qu'il soit, sans forcément chercher à rester ou aller au-delà. Si ce seuil n'est pas atteint, tout couvert végétal joue tout de même un rôle non négligeable et doit être préservé.

Remarque : le renouvellement du peuplement doit se faire par trouées si l'on souhaite favoriser les pins

Rappel : en cas de superposition d'une unité d'aléa-enjeu érosion et d'une unité d'aléa-enjeu bassin versant torrentiel, les objectifs et critères d'intervention à prendre en compte sont ceux de cette dernière.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ intervention par trouées (0,25 ha) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant au minimum 70 % de couvert végétal 	 
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant au minimum 70 % de couvert végétal 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ génie biologique 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas de coupe ➔ génie biologique 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ intervention par trouées (0,25 ha) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant au minimum 70 % de couvert végétal 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ génie biologique 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ récolte totale avant dépérissement + génie biologique « renforcé » 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ intervention par trouées (0,25 ha) par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré + génie biologique 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ récolte avant dépérissement laissant 30 % de couvert arboré + génie biologique « renforcé » 	



Érosion - versant ou grande ravine


Unité d'aléa-enjeu

L'unité d'aléa-enjeu est un versant ou un bassin versant, souvent drainé par un torrent, le linéaire de torrent étant exclu.



On ne fait pas de distinction entre des zones de départ, de transit et d'arrêt.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ Transit Arrêt	Forêt, Lande, Pelouse	Toute	Absence de strate basse sous un peuplement fermé
			Autres cas
	Minéral ou indéterminé	Moyenne	Couvert arboré clair < 70 %
			Couvert arboré dense > 70 %
		Mauvaise	Couvert arboré clair < 70 %
			Couvert arboré dense > 70 %

Mélèze d'Europe

Objectifs





Sur l'ensemble de l'unité d'aléa-enjeu :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total minimal de 2/3, quel qu'il soit, sans forcément chercher à rester ou aller au-delà. Si ce seuil n'est pas atteint, tout couvert végétal joue tout de même un rôle non négligeable et doit être préservé.

Remarque : le renouvellement du peuplement doit se faire par trouées si l'on souhaite favoriser le Mélèze.

Rappel : en cas de superposition d'une unité d'aléa-enjeu érosion et d'une unité d'aléa-enjeu bassin versant torrentiel, les objectifs et critères d'intervention à prendre en compte sont ceux de cette dernière.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ intervention par trouées (0,25 ha) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant au minimum 70 % de couvert végétal 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant au minimum 70 % de couvert végétal 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ génie biologique 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas de coupe ➔ génie biologique 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ intervention par trouées (0,25 ha) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant au minimum 70 % de couvert végétal 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ génie biologique 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ récolte totale avant dépérissement + génie biologique « renforcé » 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ intervention par trouées (0,25 ha) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré + génie biologique 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ récolte avant dépérissement laissant 30 % de couvert arboré + génie biologique « renforcé » 	



Érosion - versant ou grande ravine


Unité d'aléa-enjeu

L'unité d'aléa-enjeu est un versant ou un bassin versant, souvent drainé par un torrent, le linéaire de torrent étant exclu.



On ne fait pas de distinction entre des zones de départ, de transit et d'arrêt.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ Transit Arrêt	Forêt, Lande, Pelouse	Toute	Absence de strate basse sous un peuplement fermé
			Autres cas
	Minéral ou indéterminé	Moyenne	Couvert arboré clair < 70 %
		Mauvaise	Couvert arboré clair < 70 %
			Couvert arboré dense > 70 %

Sapin pectiné, Épicéa commun

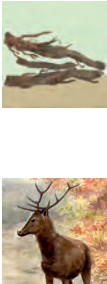

Objectifs

Sur l'ensemble de l'unité d'aléa-enjeu :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total minimal de 2/3, quel qu'il soit, sans forcément chercher à rester ou aller au-delà. Si ce seuil n'est pas atteint, tout couvert végétal joue tout de même un rôle non négligeable et doit être préservé.

Rappel : en cas de superposition d'une unité d'aléa-enjeu érosion et d'une unité d'aléa-enjeu bassin versant torrentiel, les objectifs et critères d'intervention à prendre en compte sont ceux de cette dernière.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ intervention par trouées (10 ares) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant au minimum 70 % de couvert végétal 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant au minimum 70 % de couvert végétal 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ génie biologique 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas de coupe ➔ génie biologique 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ intervention par trouées (10 ares) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant au minimum 70 % de couvert végétal 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ génie biologique 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ récolte totale avant dépérissement + génie biologique « renforcé » 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ intervention par trouées (10 ares) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré + génie biologique 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ récolte avant dépérissement laissant 30 % de couvert arboré + génie biologique « renforcé » 	



Érosion - versant ou grande ravine


Unité d'aléa-enjeu

L'unité d'aléa-enjeu est un versant ou un bassin versant, souvent drainé par un torrent, le linéaire de torrent étant exclu.



► On ne fait pas de distinction entre des zones de départ, de transit et d'arrêt.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ Transit Arrêt	Forêt, (lande, pelouse, pour mémoire)	Toute	Toute situation
	Minéral (pour mémoire) ou indéterminé	Toute	Couvert arboré clair < 70 %
			Couvert arboré dense > 70 %

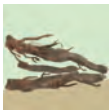

Objectifs

Sur l'ensemble de l'unité d'aléa-enjeu :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total minimal de 2/3, quel qu'il soit, sans forcément chercher à rester ou aller au-delà. Si ce seuil n'est pas atteint, tout couvert végétal joue tout de même un rôle non négligeable et doit être préservé.

Rappel : en cas de superposition d'une unité d'aléa-enjeu érosion et d'une unité d'aléa-enjeu bassin versant torrentiel, les objectifs et critères d'intervention à prendre en compte sont ceux de cette dernière.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> coupe par trouées (0,5 ha maximum) ou par pieds d'arbres laissant au minimum 70 % de couvert végétal 	 
	<ul style="list-style-type: none"> génie biologique 	<ul style="list-style-type: none"> pas de coupe génie biologique 	
	<ul style="list-style-type: none"> intervention par trouées (10 ares) ou par pieds d'arbre laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> coupe par trouées (0,5 ha maximum) ou par pieds d'arbres laissant au minimum 70 % de couvert végétal 	



Érosion - versant ou grande ravine


Unité d'aléa-enjeu

L'unité d'aléa-enjeu est un versant ou un bassin versant, souvent drainé par un torrent, le linéaire de torrent étant exclu.



► On ne fait pas de distinction entre des zones de départ, de transit et d'arrêt.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ Transit Arrêt	Forêt, (lande, pelouse, pour mémoire)	Toute	Toute situation
	Minéral (pour mémoire) ou indéterminé	Toute	Couvert arboré clair < 70 %
			Couvert arboré dense > 70 %

Chêne pubescent



Objectifs

Sur l'ensemble de l'unité d'aléa-enjeu :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total minimal de 2/3, quel qu'il soit, sans forcément chercher à rester ou aller au-delà. Si ce seuil n'est pas atteint, tout couvert végétal joue tout de même un rôle non négligeable et doit être préservé.

Rappel : en cas de superposition d'une unité d'aléa-enjeu érosion et d'une unité d'aléa-enjeu bassin versant torrentiel, les objectifs et critères d'intervention à prendre en compte sont ceux de cette dernière.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> coupe par trouées (0,5 ha maximum) ou par pieds d'arbres laissant au minimum 70 % de couvert végétal 	 
	<ul style="list-style-type: none"> génie biologique 	<ul style="list-style-type: none"> pas de coupe génie biologique 	
	<ul style="list-style-type: none"> intervention par trouées (10 ares) ou par pieds d'arbre laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> coupe par trouées (0,5 ha maximum) ou par pieds d'arbres laissant au minimum 70 % de couvert végétal 	



Érosion - versant ou grande ravine


Unité d'aléa-enjeu

L'unité d'aléa-enjeu est un versant ou un bassin versant, souvent drainé par un torrent, le linéaire de torrent étant exclu.



► On ne fait pas de distinction entre des zones de départ, de transit et d'arrêt.

Situations

Position	Évolution	Autres critères
 Départ Transit Arrêt	Toute	Toute situation

Lande ou pelouse


Objectifs

Sur l'ensemble de l'unité d'aléa-enjeu :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total minimal de 2/3, quel qu'il soit, sans forcément chercher à rester ou aller au-delà. Si ce seuil n'est pas atteint, tout couvert végétal joue tout de même un rôle non négligeable et doit être préservé.

Rappel : en cas de superposition d'une unité d'aléa-enjeu érosion et d'une unité d'aléa-enjeu bassin versant torrentiel, les objectifs et critères d'intervention à prendre en compte sont ceux de cette dernière.

Interventions

Sans récolte	Préconisations générales
⇒ génie biologique pour compléter le couvert si nécessaire	



Érosion - versant ou grande ravine


Unité d'aléa-enjeu

L'unité d'aléa-enjeu est un versant ou un bassin versant, souvent drainé par un torrent, le linéaire de torrent étant exclu.



► On ne fait pas de distinction entre des zones de départ, de transit et d'arrêt.

Situations

Position	Évolution	Autres critères
 Départ Transit Arrêt	Lande, Pelouse	Évolution rapide
		Évolution lente
	Minéral indéterminé	Toute situation

Terrain peu végétalisé

Objectifs

Sur l'ensemble de l'unité d'aléa-enjeu :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total minimal de 2/3, quel qu'il soit, sans forcément chercher à rester ou aller au-delà. Si ce seuil n'est pas atteint, tout couvert végétal joue tout de même un rôle non négligeable et doit être préservé.

Rappel : en cas de superposition d'une unité d'aléa-enjeu érosion et d'une unité d'aléa-enjeu bassin versant torrentiel, les objectifs et critères d'intervention à prendre en compte sont ceux de cette dernière.

Interventions

	Sans récolte	Préconisations générales
	⇒ pas d'intervention	
	⇒ génie biologique	
	⇒ génie biologique	






Bassin versant torrentiel




Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « bassin versant torrentiel » est constituée par un bassin versant drainé par un site torrentiel, en incluant le linéaire de torrent et le cône de déjection.

Elle peut être découpée en :

-  une zone de départ (bassin d'alimentation),
-  une zone de transit (linéaire de torrent),
-  une zone d'arrêt (cône de déjection et certaines larges zones de régulation au sein du linéaire de torrent).

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ	Forêt	Toute	Absence de strate basse sous un peuplement fermé
			Autres cas
	Lande, Pelouse, Minéral ou indéterminé	Moyenne	Couvert arboré clair < 70 %
			Couvert arboré dense > 70 %
	Mauvaise	Couvert arboré clair < 70 %	
		Couvert arboré dense > 70 %	
 Transit	Toute	Toute	Toute situation
 Arrêt	Toute	Toute	Toute situation

Pin noir, Pin sylvestre, Pin à crochets

Objectifs

Dans la zone de départ (bassin d'alimentation) :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total, de préférence forestier > 70 %.

Dans la zone de transit :




⇒ stabiliser les berges.

Dans la zone aval :

⇒ maintenir le cas échéant un peuplement forestier adulte susceptible de jouer un rôle de peigne.

Remarque : le renouvellement du peuplement doit se faire par trouées si l'on souhaite favoriser les Pins.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ intervention par trouées (0,25 ha) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant 60 % de couvert arboré 	
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant 60 % de couvert arboré 	
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ génie biologique à objectif forestier 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas de coupe ⇒ génie biologique à objectif forestier 	
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ intervention par trouées (0,25 ha) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant 60 % de couvert arboré 	
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ génie biologique à objectif forestier 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ récolte totale avant dépérissement + génie biologique « renforcé » 	
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ intervention par trouées (0,25 ha) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré + génie biologique à objectif forestier 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ récolte totale avant dépérissement par pieds d'arbres laissant 30 % de couvert arboré + génie biologique « renforcé » 	
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ couper les arbres risquant de déstabiliser les berges (arbres trop gros ou trop grands) ou risquant de former un embâcle dans le lit du torrent. Récolter les bois et ne laisser aucun rémanent dans le torrent, à proximité immédiate et dans les talwegs secondaires ⇒ favoriser les feuillus (traités préférentiellement en taillis ou en recépages) et préserver toute végétation ligneuse basse sur les berges ⇒ éviter les busages intempestifs (sauf temporaires pendant les exploitations) et favoriser les gués (radiers) 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ aucune restriction particulière 	



Bassin versant torrentiel

Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « bassin versant torrentiel » est constituée par un bassin versant drainé par un site torrentiel, en incluant le linéaire de torrent et le cône de déjection.

Elle peut être découpée en :

- ▶ une zone de départ (bassin d'alimentation),
- ▶ une zone de transit (linéaire de torrent),
- ▶ une zone d'arrêt (cône de déjection et certaines larges zones de régulation au sein du linéaire de torrent).

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
	Forêt	Toute	Absence de strate basse sous un peuplement fermé Autres cas
		Lande, Pelouse, Minéral ou indéterminé	Moyenne
	Mauvaise		Couvert arboré clair < 70 % Couvert arboré dense > 70 %
			Toute
	Toute	Toute	Toute situation

Mélèze d'Europe

Objectifs

Dans la zone de départ (bassin d'alimentation) :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total, de préférence forestier > 70 %.

Dans la zone de transit :





⇒ stabiliser les berges.

Dans la zone aval :

⇒ maintenir le cas échéant un peuplement forestier adulte susceptible de jouer un rôle de peigne.

Remarque : le renouvellement du peuplement doit se faire par trouées si l'on souhaite favoriser le Mélèze.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ intervention par trouées (0,25 ha) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant 60 % de couvert arboré 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant 60 % de couvert arboré 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ génie biologique à objectif forestier 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas de coupe ➔ génie biologique à objectif forestier 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ intervention par trouées (0,25 ha) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant 60 % de couvert arboré 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ génie biologique à objectif forestier 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ récolte totale avant dépérissement + génie biologique « renforcé » 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ intervention par trouées (0,25 ha) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré + génie biologique à objectif forestier 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ récolte totale avant dépérissement par pieds d'arbres laissant 30 % de couvert arboré + génie biologique « renforcé » 	
<ul style="list-style-type: none"> ➔ couper les arbres risquant de déstabiliser les berges (arbres trop gros ou trop grands) ou risquant de former un embâcle dans le lit du torrent. Récolter les bois et ne laisser aucun rémanent dans le torrent, à proximité immédiate et dans les talwegs secondaires ➔ favoriser les feuillus (traités préférentiellement en taillis ou en recépages) et préserver toute végétation ligneuse basse sur les berges ➔ éviter les busages intempestifs (sauf temporaires pendant les exploitations) et favoriser les gués (radiers) 			
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ aucune restriction particulière 	






Bassin versant torrentiel




Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « bassin versant torrentiel » est constituée par un bassin versant drainé par un site torrentiel, en incluant le linéaire de torrent et le cône de déjection.

Elle peut être découpée en :

-  une zone de départ (bassin d'alimentation),
-  une zone de transit (linéaire de torrent),
-  une zone d'arrêt (cône de déjection et certaines larges zones de régulation au sein du linéaire de torrent).

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ	Forêt	Toute	Absence de strate basse sous un peuplement fermé
			Autres cas
	Lande, Pelouse, Minéral ou indéterminé	Moyenne	Couvert arboré clair < 70 %
			Couvert arboré dense > 70 %
	Mauvaise	Couvert arboré clair < 70 %	
		Couvert arboré dense > 70 %	
 Transit	Toute	Toute	Toute situation
 Arrêt	Toute	Toute	Toute situation

Sapin pectiné, Épicéa commun

Objectifs

Dans la zone de départ (bassin d'alimentation) :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total, de préférence forestier > 70 %.




Dans la zone de transit :

⇒ stabiliser les berges.

Dans la zone aval :

⇒ maintenir le cas échéant un peuplement forestier adulte susceptible de jouer un rôle de peigne.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ intervention par trouées (10 ares) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant 60 % de couvert arboré 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant 60 % de couvert arboré 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ génie biologique à objectif forestier 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas de coupe ➔ génie biologique à objectif forestier 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ intervention par trouées (10 ares) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ coupe par trouées (0,5 ha) ou par pieds d'arbres laissant 60 % de couvert arboré 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ génie biologique à objectif forestier 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ récolte totale avant dépérissement + génie biologique « renforcé » 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ intervention par trouées (10 ares) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré + génie biologique à objectif forestier 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ récolte totale avant dépérissement par pieds d'arbres laissant 30 % de couvert arboré + génie biologique « renforcé » 	
<ul style="list-style-type: none"> ➔ couper les arbres risquant de déstabiliser les berges (arbres trop gros ou trop grands) ou risquant de former un embâcle dans le lit du torrent. Récolter les bois et ne laisser aucun rémanent dans le torrent, à proximité immédiate et dans les talwegs secondaires ➔ favoriser les feuillus (traités préférentiellement en taillis ou en recépages) et préserver toute végétation ligneuse basse sur les berges ➔ éviter les busages intempestifs (sauf temporaires pendant les exploitations) et favoriser les gués (radiers) 			
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ aucune restriction particulière 	






Bassin versant torrentiel




Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « bassin versant torrentiel » est constituée par un bassin versant drainé par un site torrentiel, en incluant le linéaire de torrent et le cône de déjection.

Elle peut être découpée en :

-  ▶ une zone de départ (bassin d'alimentation),
-  ▶ une zone de transit (linéaire de torrent),
-  ▶ une zone d'arrêt (cône de déjection et certaines larges zones de régulation au sein du linéaire de torrent).

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ	Forêt	Toute	Toute situation
	Lande, Pelouse, Minéral (pour mémoire) ou indéterminé	Toute	Couvert arboré clair < 70 % Couvert arboré dense > 70 %
 Transit	Toute	Toute	Toute situation
 Arrêt	Toute	Toute	Toute situation

Objectifs

Dans la zone de départ (bassin d'alimentation) :

- ⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total, de préférence forestier > 70 %.



Dans la zone de transit :

- ⇒ stabiliser les berges.

Dans la zone aval :

- ⇒ maintenir le cas échéant un peuplement forestier adulte susceptible de jouer un rôle de peigne.

Interventions

Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ coupe par trouées (0,5 ha maximum) ou par pieds d'arbres laissant 60 % de couvert arboré 	 
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ génie biologique à objectif forestier 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas de coupe ⇒ génie biologique à objectif forestier 	
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ intervention par trouées (10 ares) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ coupe par trouées (0,5 ha maximum) ou par pieds d'arbres laissant 60 % de couvert arboré 	
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ couper les arbres risquant de déstabiliser les berges (arbres trop gros ou trop grands) ou risquant de former un embâcle dans le lit du torrent. Récolter les bois et ne laisser aucun rémanent dans le torrent, à proximité immédiate et dans les talwegs secondaires ⇒ favoriser les feuillus (traités préférentiellement en taillis ou en recépages) et préserver toute végétation ligneuse basse sur les berges ⇒ éviter les busages intempestifs (sauf temporaires pendant les exploitations) et favoriser les gués (radiers) 		
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ aucune restriction particulière 	






Bassin versant torrentiel




Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « bassin versant torrentiel » est constituée par un bassin versant drainé par un site torrentiel, en incluant le linéaire de torrent et le cône de déjection.

Elle peut être découpée en :

-  ▶ une zone de départ (bassin d'alimentation),
-  ▶ une zone de transit (linéaire de torrent),
-  ▶ une zone d'arrêt (cône de déjection et certaines larges zones de régulation au sein du linéaire de torrent).

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ	Forêt	Toute	Toute situation
	Lande, Pelouse, Minéral (pour mémoire) ou indéterminé	Toute	Couvert arboré clair < 70 % Couvert arboré dense > 70 %
 Transit	Toute	Toute	Toute situation
 Arrêt	Toute	Toute	Toute situation

Chêne pubescent

Objectifs

Dans la zone de départ (bassin d'alimentation) :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total, de préférence forestier > 70 %.



Dans la zone de transit :

⇒ stabiliser les berges.

Dans la zone aval :

⇒ maintenir le cas échéant un peuplement forestier adulte susceptible de jouer un rôle de peigne.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	⇒ pas d'intervention	⇒ coupe par trouées (0,5 ha maximum) ou par pieds d'arbres laissant 60 % de couvert arboré	 
	⇒ génie biologique à objectif forestier	⇒ pas de coupe ⇒ génie biologique à objectif forestier	
	⇒ intervention par trouées (10 ares) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert arboré	⇒ coupe par trouées (0,5 ha maximum) ou par pieds d'arbres laissant 60 % de couvert arboré	
	⇒ couper les arbres risquant de déstabiliser les berges (arbres trop gros ou trop grands) ou risquant de former un embâcle dans le lit du torrent. Récolter les bois et ne laisser aucun rémanent dans le torrent, à proximité immédiate et dans les talwegs secondaires ⇒ favoriser les feuillus (traités préférentiellement en taillis ou en recépages) et préserver toute végétation ligneuse basse sur les berges ⇒ éviter les busages intempestifs (sauf temporaires pendant les exploitations) et favoriser les gués (radiers)		
	⇒ pas d'intervention	⇒ aucune restriction particulière	






Bassin versant torrentiel




Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « bassin versant torrentiel » est constituée par un bassin versant drainé par un site torrentiel, en incluant le linéaire de torrent et le cône de déjection.

Elle peut être découpée en :

-  ▶ une zone de départ (bassin d'alimentation),
-  ▶ une zone de transit (linéaire de torrent),
-  ▶ une zone d'arrêt (cône de déjection et certaines larges zones de régulation au sein du linéaire de torrent).

Situations

Position	Évolution	Autres critères
 Départ	Forêt	Toute situation
	Lande, Pelouse	Toute situation
 Transit	Toute	Toute situation
 Arrêt	Toute	Toute situation

Lande ou pelouse

Objectifs

Dans la zone de départ (bassin d'alimentation) :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total, de préférence forestier > 70 %.

Dans la zone de transit :

⇒ stabiliser les berges.

Dans la zone aval :

⇒ maintenir le cas échéant un peuplement forestier adulte susceptible de jouer un rôle de peigne.

Interventions

	Sans récolte	Préconisations générales
	⇒ pas d'intervention	
	⇒ génie biologique à objectif forestier	
	⇒ préserver toute végétation ligneuse basse sur les berges	
	⇒ pas d'intervention	






Bassin versant torrentiel




Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « bassin versant torrentiel » est constituée par un bassin versant drainé par un site torrentiel, en incluant le linéaire de torrent et le cône de déjection.

Elle peut être découpée en :

-  ▶ une zone de départ (bassin d'alimentation),
-  ▶ une zone de transit (linéaire de torrent),
-  ▶ une zone d'arrêt (cône de déjection et certaines larges zones de régulation au sein du linéaire de torrent).

Situations

Position	Évolution	Autres critères
 Départ	Landé, Pelouse	Évolution rapide
		Évolution rapide
	Minéral ou indéterminé	Toute situation
 Transit	Toute	Toute situation
 Arrêt	Toute	Toute situation

Terrain peu végétalisé

Objectifs

Dans la zone de départ (bassin d'alimentation) :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total, de préférence forestier > 70 %.

Dans la zone de transit :

⇒ stabiliser les berges.

Dans la zone aval :

⇒ maintenir le cas échéant un peuplement forestier adulte susceptible de jouer un rôle de peigne.

Interventions




	Sans récolte	Préconisations générales
	➔ pas d'intervention	
	➔ génie biologique	
	➔ génie biologique	
	➔ génie biologique	
	➔ pas d'intervention	

Glissement de terrain



Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « glissement de terrain » est constituée par l'ensemble d'un versant sensible, englobant toute la zone d'activité et potentielle.

Elle peut être découpée en :

-  une zone de départ,
-  une zone de transit,
-  une zone d'arrêt de la masse glissée.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ	Forêt, Lande, Pelouse	Toute	Toute situation
	Minéral ou indéterminé	Moyenne	Couvert arboré clair < 70 %
			Couvert arboré dense > 70 %
		Mauvaise	Couvert arboré clair < 70 %
Couvert arboré dense > 70 %			
 Transit Arrêt	Toute	Toute	Toute situation

Toute formation forestière

Objectifs

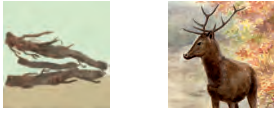

Dans la zone de départ :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total minimal de 2/3, préférentiellement avec des ligneux bas.

Dans la zone de transit et d'arrêt :

⇒ aucune exigence particulière.

Interventions

Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
<ul style="list-style-type: none"> pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> coupe par trouées (0,5 ha maximum) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert végétal 	<ul style="list-style-type: none"> couper les arbres instables risquant de déstabiliser les sols, notamment en tête de niche d'arrachement 
<ul style="list-style-type: none"> génie biologique 	<ul style="list-style-type: none"> pas de coupe génie biologique 	
<ul style="list-style-type: none"> ouverture laissant 70 % de couvert arboré 	<ul style="list-style-type: none"> coupe par trouées (0,5 ha maximum) ou par pieds d'arbres laissant 70 % de couvert végétal 	<ul style="list-style-type: none"> éviter l'ouverture ou l'élargissement de pistes <p>en cas de nécessité, prévoir une étude géotechnique, une hauteur des talus < 2 m et un fruit < 2 pour 1</p>
<ul style="list-style-type: none"> génie biologique 	<ul style="list-style-type: none"> récolte totale avant dépérissement + génie biologique « renforcé » 	
<ul style="list-style-type: none"> ouverture laissant 70 % de couvert arboré + génie biologique 	<ul style="list-style-type: none"> récolte totale avant dépérissement + génie biologique « renforcé » 	<ul style="list-style-type: none"> remettre en état les réseaux de drainage ; ne pas laisser de mares ; éviter la concentration du ruissellement
<ul style="list-style-type: none"> pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> aucune restriction particulière 	






Glissement de terrain



Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « glissement de terrain » est constituée par l'ensemble d'un versant sensible, englobant toute la zone d'activité et potentielle.

Elle peut être découpée en :

-  une zone de départ,
-  une zone de transit,
-  une zone d'arrêt de la masse glissée.

Situations

Position	Évolution	Autres critères
 Départ	Toute	Toute situation
 Transit Arrêt	Toute	Toute situation

Lande ou pelouse

Objectifs



Dans la zone de départ :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total minimal de 2/3, préférentiellement avec des ligneux bas.

Dans la zone de transit et d'arrêt :

⇒ aucune exigence particulière.

Interventions

Sans récolte	Préconisations générales
<p>⇒ pas d'intervention</p>	<p>⇒ éviter l'ouverture ou l'élargissement de pistes</p> <p>en cas de nécessité, prévoir une étude géotechnique, une hauteur des talus < 2 m et un fruit < 2 pour 1</p> <p>⇒ remettre en état les réseaux de drainage ; ne pas laisser de mares ; éviter la concentration du ruissellement</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px;">   </div>
<p>⇒ pas d'intervention</p>	






Glissement de terrain



Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « glissement de terrain » est constituée par l'ensemble d'un versant sensible, englobant toute la zone d'activité et potentielle.

Elle peut être découpée en :

-  une zone de départ,
-  une zone de transit,
-  une zone d'arrêt de la masse glissée.

Situations

Position	Évolution	Autres critères
 Départ	Lande, Pelouse	Évolution rapide
		Évolution lente
	Minéral ou indéterminé	Toute situation
 Transit Arrêt	Toute	Toute situation

Terrain peu végétalisé

Objectifs



Dans la zone de départ :

⇒ maintenir ou atteindre un couvert végétal total minimal de 2/3, préférentiellement avec des ligneux bas.

Dans la zone de transit et d'arrêt :

⇒ aucune exigence particulière.

Interventions

Sans récolte	Préconisations générales
<p>⇒ pas d'intervention</p>	<p>⇒ éviter l'ouverture ou l'élargissement de pistes</p>
<p>⇒ génie biologique</p>	<p>en cas de nécessité, prévoir une étude géotechnique, une hauteur des talus < 2 m et un fruit < 2 pour 1</p>
<p>⇒ génie biologique, végétalisation avec ligneux bas</p>	<p>⇒ remettre en état les réseaux de drainage ; ne pas laisser de mares ; éviter la concentration du ruissellement</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px;">   </div>
<p>⇒ pas d'intervention</p>	

Chute de blocs

Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « chute de blocs » est constituée par les zones de déplacement des blocs considérés sur un versant.

Elle peut être découpée en :



► une zone de départ,





► une zone de transit,



► une zone d'arrêt des blocs.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères	
 Départ	Toute	Toute	Toute situation	
 Transit Arrêt	Forêt	Bonne	Futaie régulière jeune < 40 ans	
			Futaie régulière > 40 ans ou irrégulière	Bande boisée > 300 m
	Moyenne ou mauvaise	Durée de survie faible ou bande boisée < 300 m		
Lande, Pelouse, Minéral ou indéterminé	Toute	Autre cas		
		Bande boisée > 300 m		
		Bande boisée < 300 m		

Pin noir, Pin sylvestre, Pin à crochets

Objectifs

En amont :

⇒ limiter autant que possible la distance d'entrée des blocs dans la forêt (moins de 20 m).

Dans la zone de transit et d'arrêt :

⇒ maintenir ou atteindre une longueur planimétrique de la bande boisée supérieure à 200 m dans le sens de la pente (soit 250 à 300 m sur le terrain),

avec un couvert forestier avec plus de 350 tiges/ha d'arbres de diamètre 20 cm et plus.

⇒ irrégulariser les peuplements pour y garantir le maintien d'une densité suffisante d'arbres adultes.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ abattre les arbres instables (H/D > 65) 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ abattre les arbres instables (H/D > 65) ⇒ pas d'autre contrainte 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renoncer à toute intervention qui déstabiliserait des blocs ⇒ disposer les bois abandonnés en oblique, en s'assurant qu'ils ne puissent pas être mis en mouvement
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'intervention 		<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renoncer à toute intervention qui déstabiliserait les blocs arrêtés sur le versant ⇒ adapter le diamètre des arbres adultes à la taille des blocs (conserver les gros bois si risque de chute de gros blocs, renouveler le peuplement plus rapidement si risque de chute de petits blocs)
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renouvellement jardinatoire par trouées de 40 m maximum dans le sens de la pente et totalisant 10 à 15 % de la surface ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		<ul style="list-style-type: none"> ⇒ couper les arbres en laissant des souches de 1,30 m de hauteur ⇒ disposer les bois abandonnés en oblique dans la pente, si possible à l'intérieur même des couloirs en s'assurant qu'ils ne puissent pas être mis en mouvement
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ intervention d'ensemencement maintenant une densité maximale compatible avec l'apparition et le développement des semis ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		<ul style="list-style-type: none"> ⇒ prévoir éventuellement un crochetage du sol pour faciliter la régénération naturelle
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ intervention d'ensemencement maintenant une densité maximale compatible avec l'apparition et le développement des semis ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renouvellement jardinatoire par trouées de 40 m maximum dans le sens de la pente et totalisant 15 à 20 % de la surface ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ ouverture de trouées de 40 m maximum dans le sens de la pente et totalisant 15 à 20 % de la surface + plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Intervention par pieds d'arbres maintenant une densité de 300 t/ha + plantation 		



Chute de blocs

Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « chute de blocs » est constituée par les zones de déplacement des blocs considérés sur un versant.

Elle peut être découpée en :



► une zone de départ,





► une zone de transit,



► une zone d'arrêt des blocs.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères	
 Départ	Toute	Toute	Toute situation	
 Transit Arrêt	Forêt	Bonne	Futaie régulière jeune < 80 ans	
			Futaie régulière > 80 ans ou irrégulière	Bande boisée > 300 m
	Moyenne ou mauvaise	Durée de survie faible ou bande boisée < 300 m		
Lande, Pelouse, Minéral ou indéterminé	Toute	Autre cas		
		Bande boisée > 300 m		
		Bande boisée < 300 m		

Mélèze d'Europe

Objectifs

En amont :

⇒ limiter autant que possible la distance d'entrée des blocs dans la forêt (moins de 20 m).

Dans la zone de transit et d'arrêt :





⇒ maintenir ou atteindre une longueur planimétrique de la bande boisée supérieure à 200 m dans le sens de la pente (soit 250 à 300 m sur le terrain),

avec un couvert forestier avec plus de 350 tiges/ha d'arbres de diamètre 20 cm et plus.

⇒ irrégulariser les peuplements pour y garantir le maintien d'une densité suffisante d'arbres adultes.

Remarque : les petites trouées ne favorisent pas la régénération naturelle du Mélèze, mais on ne cherche pas à renouveler le peuplement à l'identique

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ abattre les arbres instables (H/D > 80) 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ abattre les arbres instables (H/D > 80) ⇒ pas d'autre contrainte 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renoncer à toute intervention qui déstabiliserait des blocs ⇒ disposer les bois abandonnés en oblique, en s'assurant qu'ils ne puissent pas être mis en mouvement
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'intervention 		<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renoncer à toute intervention qui déstabiliserait les blocs arrêtés sur le versant ⇒ adapter le diamètre des arbres adultes à la taille des blocs (conserver les gros bois si risque de chute de gros blocs, renouveler le peuplement plus rapidement si risque de chute de petits blocs) ⇒ couper les arbres en laissant des souches de 1,30 m de hauteur ⇒ disposer les bois abandonnés en oblique dans la pente, si possible à l'intérieur même des couloirs en s'assurant qu'ils ne puissent pas être mis en mouvement ⇒ prévoir un décapage du sol pour faciliter la régénération naturelle des mélèzeins purs    
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renouvellement jardinatoire par trouées de 40 m maximum dans le sens de la pente et totalisant 10 à 15 % de la surface ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ intervention d'ensemencement maintenant une densité maximale compatible avec l'apparition et le développement des semis ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ intervention d'ensemencement maintenant une densité maximale compatible avec l'apparition et le développement des semis ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renouvellement jardinatoire par trouées de 40 m maximum dans le sens de la pente et totalisant 15 à 20 % de la surface ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ ouverture de trouées de 40 m maximum dans le sens de la pente et totalisant 15 à 20 % de la surface + plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Intervention par pieds d'arbres maintenant une densité de 300 t/ha + plantation 		

Chute de blocs

Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « chute de blocs » est constituée par les zones de déplacement des blocs considérés sur un versant.

Elle peut être découpée en :



► une zone de départ,





► une zone de transit,



► une zone d'arrêt des blocs.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères	
 Départ	Toute	Toute	Toute situation	
 Transit Arrêt	Forêt	Bonne	Futaie régulière jeune < 60 ans	
			Futaie régulière > 60 ans ou irrégulière	Bande boisée > 300 m
	Moyenne ou mauvaise	Durée de survie faible ou bande boisée < 300 m		
Lande, Pelouse, Minéral ou indéterminé	Toute	Autre cas		
		Bande boisée > 300 m		
		Bande boisée < 300 m		

Sapin pectiné, Épicéa commun

Objectifs

En amont :

⇒ limiter autant que possible la distance d'entrée des blocs dans la forêt (moins de 20 m).

Dans la zone de transit et d'arrêt :

⇒ maintenir ou atteindre une longueur planimétrique de la bande boisée supérieure à 200 m dans le sens de la pente (soit 250 à 300 m sur le terrain),

avec un couvert forestier avec plus de 350 tiges/ha d'arbres de diamètre 20 cm et plus.

⇒ irrégulariser les peuplements pour y garantir le maintien d'une densité suffisante d'arbres adultes.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ abattre les arbres instables (H/D > 65) 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ abattre les arbres instables (H/D > 65) ⇒ pas d'autre contrainte 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renoncer à toute intervention qui déstabiliserait des blocs ⇒ disposer les bois abandonnés en oblique, en s'assurant qu'ils ne puissent pas être mis en mouvement
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'intervention 		<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renoncer à toute intervention qui déstabiliserait les blocs arrêtés sur le versant ⇒ adapter le diamètre des arbres adultes à la taille des blocs (conserver les gros bois si risque de chute de gros blocs, renouveler le peuplement plus rapidement si risque de chute de petits blocs) ⇒ couper les arbres en laissant des souches de 1,30 m de hauteur ⇒ disposer les bois abandonnés en oblique dans la pente, si possible à l'intérieur même des couloirs en s'assurant qu'ils ne puissent pas être mis en mouvement 
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renouvellement jardinatoire par trouées de 40 m maximum dans le sens de la pente et totalisant 10 à 15 % de la surface ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renouvellement jardinatoire par pieds d'arbres ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ intervention d'ensemencement maintenant une densité maximale compatible avec l'apparition et le développement des semis ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renouvellement jardinatoire par trouées de 40 m maximum dans le sens de la pente et totalisant 15 à 20 % de la surface ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ ouverture de trouées de 40 m maximum dans le sens de la pente et totalisant 15 à 20 % de la surface + plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Intervention par pieds d'arbres maintenant une densité de 300 t/ha + plantation 		

Chute de blocs

Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « chute de blocs » est constituée par les zones de déplacement des blocs considérés sur un versant.

Elle peut être découpée en :



► une zone de départ,





► une zone de transit,



► une zone d'arrêt des blocs.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ	Toute	Toute	Toute situation
 Transit Arrêt	Forêt	Bonne	Peuplement régulier jeune < 40 ans
			Peuplement régulier > 40 ans ou irrégulier
	Moyenne ou mauvaise	Durée de survie faible ou bande boisée < 300 m	
Autre cas			
	Lande, Pelouse, Minéral ou indéterminé	Toute	Toute situation

Objectifs

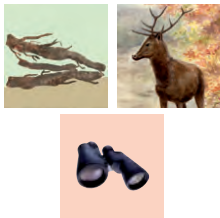
En amont :

- ⇒ limiter autant que possible la distance d'entrée des blocs dans la forêt (moins de 20 m).

Dans la zone de transit et d'arrêt :

- ⇒ maintenir ou atteindre une longueur planimétrique de la bande boisée supérieure à 200 m dans le sens de la pente (soit 250 à 300 m sur le terrain), avec un couvert forestier avec plus de 350 tiges/ha d'arbres de diamètre 20 cm et plus.
- ⇒ irrégulariser les peuplements pour y garantir le maintien d'une densité suffisante d'arbres adultes.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ abattre les arbres instables (H/D > 80) 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ abattre les arbres instables (H/D > 80) ⇒ pas d'autre contrainte 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renoncer à toute intervention qui déstabiliserait des blocs ⇒ disposer les bois abandonnés en oblique, en s'assurant qu'ils ne puissent pas être mis en mouvement
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'intervention 		<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renoncer à toute intervention qui déstabiliserait les blocs arrêtés sur le versant ⇒ adapter le diamètre des arbres adultes à la taille des blocs (conserver les gros bois si risque de chute de gros blocs, renouveler le peuplement plus rapidement si risque de chute de petits blocs) ⇒ couper les arbres en laissant des souches de 1,30 m de hauteur ⇒ disposer les bois abandonnés en oblique dans la pente, si possible à l'intérieur même des couloirs en s'assurant qu'ils ne puissent pas être mis en mouvement
	soit renouvellement jardinatoire par trouées de 20 m maximum dans le sens de la pente et totalisant 10 à 15 % de la surface <ul style="list-style-type: none"> ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation soit taillis fureté 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renouvellement jardinatoire par trouées de 20 m maximum dans le sens de la pente et totalisant 15 à 20 % de la surface + plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renouvellement jardinatoire par trouées de 20 m maximum dans le sens de la pente et totalisant 15 à 20 % de la surface ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ ouverture de trouées de 20 m maximum dans le sens de la pente et totalisant 15 à 20 % de la surface + plantation 		

Chute de blocs

Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « chute de blocs » est constituée par les zones de déplacement des blocs considérés sur un versant.

Elle peut être découpée en :



► une zone de départ,





► une zone de transit,



► une zone d'arrêt des blocs.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ	Toute	Toute	Toute situation
 Transit Arrêt	Forêt	Toute	Peuplement régulier jeune < 40 ans
	Lande, Pelouse, Minéral ou indéterminé	Toute	Peuplement régulier > 40 ans ou irrégulier
			Toute situation

Chêne pubescent

Objectifs


En amont :

- ⇒ limiter autant que possible la distance d'entrée des blocs dans la forêt (moins de 20 m).

Dans la zone de transit et d'arrêt :

- ⇒ maintenir ou atteindre une longueur planimétrique de la bande boisée supérieure à 200 m dans le sens de la pente (soit 250 à 300 m sur le terrain),
avec un couvert forestier avec plus de 350 tiges/ha d'arbres de diamètre 20 cm et plus.
- ⇒ irrégulariser les peuplements pour y garantir le maintien d'une densité suffisante d'arbres adultes.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ abattre les arbres instables (H/D > 80) 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ abattre les arbres instables (H/D > 80) ⇒ pas d'autre contrainte 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renoncer à toute intervention qui déstabiliserait des blocs ⇒ disposer les bois abandonnés en oblique, en s'assurant qu'ils ne puissent pas être mis en mouvement
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'intervention 		<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renoncer à toute intervention qui déstabiliserait les blocs arrêtés sur le versant ⇒ adapter le diamètre des arbres adultes à la taille des blocs (conserver les gros bois si risque de chute de gros blocs, renouveler le peuplement plus rapidement si risque de chute de petits blocs) ⇒ couper les arbres en laissant des souches de 1,30 m de hauteur ⇒ disposer les bois abandonnés en oblique dans la pente, si possible à l'intérieur même des couloirs en s'assurant qu'ils ne puissent pas être mis en mouvement
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renouvellement jardinatoire par trouées de 20 m maximum dans le sens de la pente et totalisant 10 à 15 % de la surface ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ ouverture de trouées de 20 m maximum dans le sens de la pente et totalisant 15 à 20 % de la surface + plantation 		

Chute de blocs

Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « chute de blocs » est constituée par les zones de déplacement des blocs considérés sur un versant.

Elle peut être découpée en :



► une zone de départ,





► une zone de transit,



► une zone d'arrêt des blocs.

Situations

Position	Évolution	Autres critères
 Départ	Toute	Toute situation
 Transit Arrêt	Forêt	Dynamique forestière forte
		Dynamique forestière faible
	Lande, Pelouse	Toute situation

Lande ou pelouse

Objectifs

Dans la zone de départ :

⇒ aucune exigence particulière.

Dans la zone de transit et d'arrêt :

⇒ constituer une bande boisée de plus de 200 m de longueur planimétrique dans le sens de la pente (soit 250 à 300 m sur le terrain).

Interventions

	Sans récolte	Préconisations générales
	➔ pas d'intervention	
	➔ pas d'intervention	
	➔ plantation	
	➔ plantation ou ➔ génie civil si impossibilité stationnelle d'implanter une forêt	

Chute de blocs

Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « chute de blocs » est constituée par les zones de déplacement des blocs considérés sur un versant.

Elle peut être découpée en :



► une zone de départ,





► une zone de transit,



► une zone d'arrêt des blocs.

Situations

Position	Évolution	Autres critères
 Départ	Toute	Toute situation
 Transit Arrêt	Forêt	Toute situation
	Lande, Pelouse	Toute situation

Terrain peu végétalisé

Objectifs

Dans la zone de départ :

⇒ aucune exigence particulière.

Dans la zone de transit et d'arrêt :

⇒ constituer une bande boisée de plus de 200 m de longueur planimétrique dans le sens de la pente (soit 250 à 300 m sur le terrain).

Interventions

	Sans récolte	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas d'intervention 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ plantation ou ➔ génie civil si impossibilité stationnelle d'implanter une forêt 	 
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas d'intervention forestière génie civil : implanter des ouvrages de protection (filets...) 	

Avalanche

Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « avalanche » est constituée par les zones de propagation d'une avalanche.

Chaque unité d'aléa-enjeu peut elle-même être découpée en :



▶ une zone de départ,





▶ une zone de transit,



▶ une zone d'arrêt.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ	Forêt	Bonne	Futaie régulière jeune < 40 ans Futaie régulière > 40 ans ou irrégulière
		Moyenne ou mauvaise	Durée de survie faible Autre cas
	Lande, Pelouse, Minéral ou indéterminé	Toute	Durée de survie faible Autre cas
 Transit Arrêt	Toute	Toute	Toute situation

Pin noir, Pin sylvestre, Pin à crochets

Objectifs


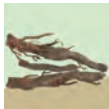

Dans la zone de départ :

- ⇒ maintenir ou atteindre un couvert forestier le plus élevé possible.
- ⇒ irrégulariser les peuplements pour y garantir le maintien d'une densité suffisante d'arbres adultes.

Dans la zone de transit et d'arrêt :

- ⇒ aucune exigence particulière.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'intervention 		<ul style="list-style-type: none"> ⇒ favoriser les essences sempervirentes ⇒ abatte progressivement les arbres instables ($H/D > 65$) ⇒ couper les arbres en laissant des souches de 1,30 m de hauteur ⇒ disposer les bois abandonnés de telle sorte qu'ils ne puissent pas être mis en mouvement ⇒ prévoir éventuellement un crochetage du sol pour faciliter la régénération naturelle ⇒ créer ou favoriser des collectifs   
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renouvellement jardinatoire par trouées de 1 H x 1,5 H maximum dans le sens de la pente (H étant la hauteur du peuplement) et totalisant 10 à 15 % de la surface ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ intervention d'ensemencement maintenant une densité maximale compatible avec l'apparition et le développement des semis ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renouvellement jardinatoire par trouées de 1 H x 1,5 H maximum dans le sens de la pente (H étant la hauteur du peuplement) et totalisant 15 à 20 % de la surface ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ intervention par pieds d'arbres maintenant une densité de 300 t/ha + plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ ouverture de trouées de 1 H x 1,5 H maximum dans le sens de la pente (H étant la hauteur du peuplement) et totalisant 15 à 20 % de la surface + plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ aucune contrainte 	

Avalanche

Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « avalanche » est constituée par les zones de propagation d'une avalanche.

Chaque unité d'aléa-enjeu peut elle-même être découpée en :



► une zone de départ,





► une zone de transit,



► une zone d'arrêt.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ	Forêt	Bonne	Futaie régulière jeune < 80 ans Futaie régulière > 80 ans ou irrégulière
		Moyenne	Toute situation
	Lande, Pelouse, Minéral ou indéterminé	Toute	Toute situation
 Transit Arrêt	Toute	Toute	Toute situation

Mélèze d'Europe

Objectifs





Dans la zone de départ :

- ⇒ maintenir ou atteindre une surface terrière la plus élevée possible.
- ⇒ irrégulariser les peuplements pour y garantir le maintien d'une densité suffisante d'arbres adultes.
- ⇒ favoriser les résineux à feuillage persistant pour augmenter le couvert hivernal.

Dans la zone de transit et d'arrêt :

- ⇒ aucune exigence particulière.

Interventions




	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas d'intervention 		<ul style="list-style-type: none"> ➔ favoriser les essences résineuses à feuillage persistant ➔ abattre progressivement les arbres instables ($H/D > 80$) ➔ couper les arbres en laissant des souches de 1,30 m de hauteur ➔ disposer les bois abandonnés de telle sorte qu'ils ne puissent pas être mis en mouvement ➔ prévoir un décapage du sol pour faciliter la régénération naturelle des mélèzeins purs ➔ créer ou favoriser des collectifs <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ ouverture de trouées de 1 H x 1,5 H maximum dans le sens de la pente (H étant la hauteur du peuplement) et totalisant 10 à 15 % de la surface + plantation d'une essence résineuse à feuillage persistant 		
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ ouverture du couvert maintenant une densité maximale compatible avec l'apparition et le développement des plants + plantation d'une essence résineuse à feuillage persistant 		
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ ouverture de trouées de 1 H x 1,5 H maximum dans le sens de la pente (H étant la hauteur du peuplement) et totalisant 15 à 20 % de la surface + plantation d'une essence résineuse à feuillage persistant 		
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ aucune contrainte 	

Avalanche



Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « avalanche » est constituée par les zones de propagation d'une avalanche.

Chaque unité d'aléa-enjeu peut elle-même être découpée en :

-  une zone de départ,
-  une zone de transit,
-  une zone d'arrêt.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ	Forêt	Bonne	Futaie régulière jeune < 60 ans Futaie régulière > 60 ans ou irrégulière
		Moyenne ou mauvaise	Durée de survie faible Autre cas
	Lande, Pelouse, Minéral ou indéterminé	Toute	Durée de survie faible Autre cas
 Transit Arrêt	Toute	Toute	Toute situation

Sapin pectiné, Épicéa commun

Objectifs

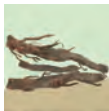


Dans la zone de départ :

- ⇒ maintenir ou atteindre un couvert forestier le plus élevé possible.
- ⇒ irrégulariser les peuplements pour y garantir le maintien d'une densité suffisante d'arbres adultes.

Dans la zone de transit et d'arrêt :

- ⇒ aucune exigence particulière.

Interventions

	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'intervention 		<ul style="list-style-type: none"> ⇒ favoriser les essences sempervirentes ⇒ abatte progressivement les arbres instables (H/D > 65) ⇒ couper les arbres en laissant des souches de 1,30 m de hauteur ⇒ disposer les bois abandonnés de telle sorte qu'ils ne puissent pas être mis en mouvement ⇒ créer ou favoriser des collectifs <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renouvellement jardinatoire par pieds d'arbres ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ intervention d'ensemencement maintenant une densité maximale compatible avec l'apparition et le développement des semis ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ renouvellement jardinatoire par trouées de 1 H x 1,5 H maximum dans le sens de la pente (H étant la hauteur du peuplement) et totalisant 15 à 20 % de la surface ⇒ si régénération forestière insuffisante au bout de 10 ans : plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ intervention par pieds d'arbres maintenant une densité de 300 t/ha + plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ ouverture de trouées de 1 H x 1,5 H maximum dans le sens de la pente (H étant la hauteur du peuplement) et totalisant 15 à 20 % de la surface + plantation 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ aucune contrainte 	

Avalanche

Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « avalanche » est constituée par les zones de propagation d'une avalanche.

Chaque unité d'aléa-enjeu peut elle-même être découpée en :



▶ une zone de départ,





▶ une zone de transit,



▶ une zone d'arrêt.

Situations

Position	Évolution	Résistance	Autres critères
 Départ	Forêt	Bonne	Peuplement régulier jeune < 40 ans Peuplement régulier > 40 ans ou irrégulier
		Moyenne ou mauvaise	Durée de survie faible Autre cas
	Lande, Pelouse, Minéral ou indéterminé	Toute	Toute situation
 Transit Arrêt	Toute	Toute	Toute situation

Objectifs




Dans la zone de départ :

- ⇒ maintenir ou atteindre une surface terrière la plus élevée possible.
- ⇒ irrégulariser les peuplements pour y garantir le maintien d'une densité suffisante d'arbres adultes.
- ⇒ favoriser les résineux à feuillage persistant pour augmenter le couvert hivernal.

Dans la zone de transit et d'arrêt :

- ⇒ aucune exigence particulière

Interventions




	Sans récolte	Récolte possible	Préconisations générales
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'intervention 		<ul style="list-style-type: none"> ⇒ favoriser les essences sempervirentes ⇒ abattre progressivement les arbres instables ($H/D > 80$) ⇒ couper les arbres en laissant des souches de 1,30 m de hauteur ⇒ disposer les bois abandonnés de telle sorte qu'ils ne puissent pas être mis en mouvement ⇒ créer ou favoriser des collectifs <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>
	<ul style="list-style-type: none"> Soit ouverture de trouées de 1 H x 1,5 H maximum dans le sens de la pente (H étant la hauteur du peuplement) et totalisant 10 à 15 % de la surface + plantation d'une essence sempervirente Soit taillis fureté 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ ouverture de petites trouées de 2 à 3 ares maximum totalisant le tiers de la surface + plantation d'une essence sempervirente 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ ouverture de trouées de 1 H x 1,5 H maximum dans le sens de la pente (H étant la hauteur du peuplement) et totalisant 15 à 20 % de la surface + plantation d'une essence sempervirente 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ ouverture de trouées de 1 H x 1,5 H maximum dans le sens de la pente (H étant la hauteur du peuplement) et totalisant 15 à 20 % de la surface + plantation d'une essence sempervirente 		
	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ pas d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ aucune contrainte 	

Avalanche



Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « avalanche » est constituée par les zones de propagation d'une avalanche.

Chaque unité d'aléa-enjeu peut elle-même être découpée en :

-  une zone de départ,
-  une zone de transit,
-  une zone d'arrêt.

Situations

Position	Évolution	Autres critères
 Départ	Forêt	Dynamique forestière forte
		Dynamique forestière faible
	Lande, Pelouse	Toute situation
 Transit Arrêt	Toute	Toute situation

Lande ou pelouse

Objectifs

Dans la zone de départ :

⇒ atteindre un couvert forestier hivernal élevé, constitué si possible d'essences à feuillage persistant.

Dans la zone de transit et d'arrêt :

⇒ aucune exigence particulière

Interventions

	Sans récolte	Préconisations générales
	<p>➔ pas d'intervention</p>	<p>➔ favoriser les essences à feuillage persistant</p> 
	<p>➔ boisement (éventuellement par collectifs)</p> 	
	<p>➔ boisement par collectifs</p> 	
	<p>➔ pas d'intervention</p>	


Avalanche

Unité d'aléa-enjeu

L'enveloppe de l'unité d'aléa-enjeu « avalanche » est constituée par les zones de propagation d'une avalanche.



Chaque unité d'aléa-enjeu peut elle-même être découpée en :

 une zone de départ,

 une zone de transit,

 une zone d'arrêt.

Situations

Position	Évolution	Autres critères
 Départ	Lande, Pelouse	Toute situation
	Minéral	Toute situation
 Transit Arrêt	Toute	Toute situation

Terrain peu végétalisé

Objectifs

Dans la zone de départ :

⇒ atteindre un couvert forestier hivernal élevé, constitué si possible d'essences à feuillage persistant.

Dans la zone de transit et d'arrêt :

⇒ aucune exigence particulière

Interventions

	Sans récolte	Préconisations générales
	<p>⇒ boisement par collectifs</p> 	<p>⇒ favoriser les essences à feuillage persistant</p>  
	<p>⇒ pas d'intervention forestière (génie civil)</p>	
	<p>⇒ pas d'intervention</p>	

3 Gestion des forêts de production



		Objectif de production	
		NON	OUI
Rôle de protection	OUI	voir partie 2	partie 3
	NON	hors intervention	partie 3

Peuplements de Pin noir d'Autriche		Peuplements de Sapin pectiné	
Croissance des peuplements	122	Croissance des peuplements	166
Objectifs sylvicoles	123	Objectifs sylvicoles	167
Conduite par interventions uniquement par trouées	124	Conduite par interventions uniquement par trouées	168
Conduite en futaie régulière ou par parquets	125	Conduite en futaie régulière ou par parquets	169
Conduite en futaie irrégulière par bouquets	133	Conduite en futaie irrégulière sur pente faible	173
Régénération artificielle	134	Régénération des peuplements	176
Essences associées	135	Essences associées	177
Peuplements de Pin sylvestre		Peuplements d'Épicéa commun	
Croissance des peuplements	136	Croissance des peuplements	178
Objectifs sylvicoles	137	Objectifs sylvicoles	178
Conduite par interventions uniquement par trouées	138	Conduite par interventions uniquement par trouées	179
Conduite en futaie régulière ou par parquets	139	Peuplements de Cèdre de l'Atlas	
Conduite en futaie irrégulière par bouquets	145	Croissance des peuplements	180
Régénération artificielle	146	Objectifs sylvicoles	181
Essences associées	147	Conduite par interventions uniquement par trouées	182
Peuplements de Pin à crochets		Conduite en futaie régulière ou par parquets	183
Croissance des peuplements	148	Conduite en futaie irrégulière par bouquets	189
Objectifs sylvicoles	149	Régénération artificielle	190
Conduite par interventions uniquement par trouées	150	Essences associées	191
Conduite en futaie régulière ou par parquets	151	Peuplements de Hêtre	
Régénération des peuplements	153	Croissance des peuplements	192
Essences associées	153	Objectifs sylvicoles	193
Peuplements de Mélèze d'Europe		Conduite en taillis simple ou en taillis sous futaie	194
Croissance des peuplements	154	Conduite en taillis simple par bouquets	195
Objectifs sylvicoles	155	Conversion et conduite en futaie régulière	196
Conduite par interventions uniquement par trouées	156	Essences associées	198
Conduite en futaie régulière ou par parquets	157	Peuplements de Chêne pubescent	
Conduite en futaie irrégulière par bouquets	163	Croissance des peuplements	200
Mélézain et pastoralisme	164	Objectifs sylvicoles	201
Régénération artificielle	164	Conduite en taillis simple	202
Essences associées	165	Conduite en taillis simple par bouquets	203
		Conversion et conduite en futaie régulière	204
		Essences associées	206
		Trufficulture	207
		Peuplements mélangés	
		Mélange d'espèces pionnières ou post-pionnières	209
		Essence pionnière et essence « climacique »	210

Introduction

Rappel : un objectif de production suppose que la gestion soit bénéficiaire.

Une faible valeur des bois, un coût d'exploitation ou de transport élevé peuvent être compensés par une massification de l'offre. C'est pourquoi la constitution de lots importants dépassant 1000 à 2000 m³ doit être recherchée, par regroupement de zones d'intervention au sein d'un même article de vente.

Détermination du traitement : la clé maîtresse

Les traitements sylvicoles préconisés sont déterminés d'abord par les contraintes d'exploitation et de protection physique :

- ▶ Sur pente forte, dès lors que les bois ne peuvent être treuillés depuis une piste distante de moins de 50 m, les contraintes d'exploitation conduisent à intervenir par trouées dont la taille et la forme seront liées au mode d'exploitation et à l'essence. La surface cumulée des trouées doit être importante pour permettre la mobilisation d'un volume suffisant : un tiers de la surface totale pour une exploitation par câble, un quart à un tiers de la surface totale pour une exploitation au treuil par tracteur. Dans ces situations, où les interventions concernent tout ou partie d'un versant, le suivi se fera à une échelle plus large que l'unité de gestion.
- ▶ La protection durable contre les chutes de blocs et les avalanches impose une structure irrégulière par bouquets qui, seule, permet le maintien d'arbres adultes tout en limitant la taille des ouvertures. Sur pente forte, en zone de départ des avalanches et en zone de transit des blocs, des interventions par trouées répondent à cet impératif, à condition que la taille des trouées et l'échelonnement des coupes soient ajustés. Les zones d'arrêt des blocs sont en pente faible. On peut y pratiquer une sylviculture plus fine par coupes jardinatoires combinant ouverture de trouées et amélioration entre les trouées.
- ▶ En l'absence de ces contraintes, la structure recherchée est généralement la futaie régulière ou la futaie par parquets, qui convient bien aux essences pionnières. Un rôle de protection contre l'érosion, les crues torrentielles ou les glissements de terrain est compatible avec ces structures et avec les interventions requises.

On aboutit donc aux cas de figure suivants :

	Production seule	Production associée à la protection contre l'érosion, les crues torrentielles, les glissements de terrain	Production associée à la protection contre les chutes de blocs ou les avalanches
Exploitation facile D1	Futaie régulière Futaie par parquets Futaie irrégulière (sapin)	=> idem (situation rare)	Futaie irrégulière (situation rare)
Exploitation au treuil D2	Futaie irrégulière Futaie par parquets (interventions uniquement par trouées au-delà de 50 m des pistes)	=> idem	Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées)
Exploitation difficile D3 à D4	Futaie irrégulière Futaie par parquets (interventions uniquement par trouées)	=> idem	Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées)

Ce schéma est appliqué et adapté à chaque essence.

Notons que la protection contre des risques naturels va souvent de pair avec une pente forte. Par ailleurs, une faible fertilité ne permet généralement pas de maintenir un objectif de production avec des contraintes de pente ou de protection.

Lorsque la protection contre les chutes de blocs ou les avalanches impose un traitement en futaie irrégulière, le dosage et la périodicité des coupes doivent être définis en fonction du peuplement en place :

- Pour maintenir une structure irrégulière équilibrée, le temps de retour en trouées de régénération doit être égal à l'âge d'exploitabilité.
- Pour irrégulariser une futaie régulière, il faut anticiper les premières coupes et adapter leur périodicité à la durée de survie du peuplement :

Surface cumulée des trouées en fonction de la durée de survie estimée et de la périodicité de passage en coupe

		Durée de survie				
		40 ans	60 ans	80 ans	100 ans	120 ans
Périodicité	10 ans	1/4				
	15 ans	1/3	1/4			
	20 ans		1/3	1/4		
	30 ans				1/3	1/4
	40 ans					1/3

Pictogrammes

Les fiches contiennent des pictogrammes permettant de les alléger de paragraphes répétitifs tout en alertant l'utilisateur sur des contraintes autres que sylvicoles qui peuvent influencer sur la gestion :



La constitution de lots importants, dépassant 1000 à 2000 m³, doit être recherchée, par regroupement de zones d'intervention au sein d'un même article de vente.



La maîtrise de l'impact de la faune sauvage ou domestique est un préalable. Une forte pression de la faune sauvage est susceptible de contrarier la régénération du peuplement.

Voir la fiche de diagnostic « Impact de la faune » et la fiche thématique correspondante



L'impact visuel potentiel des interventions peut justifier des précautions particulières, voire une expertise paysagère lorsque l'enjeu paysager est important.

Voir la fiche thématique « Forêt et paysage »

Faible

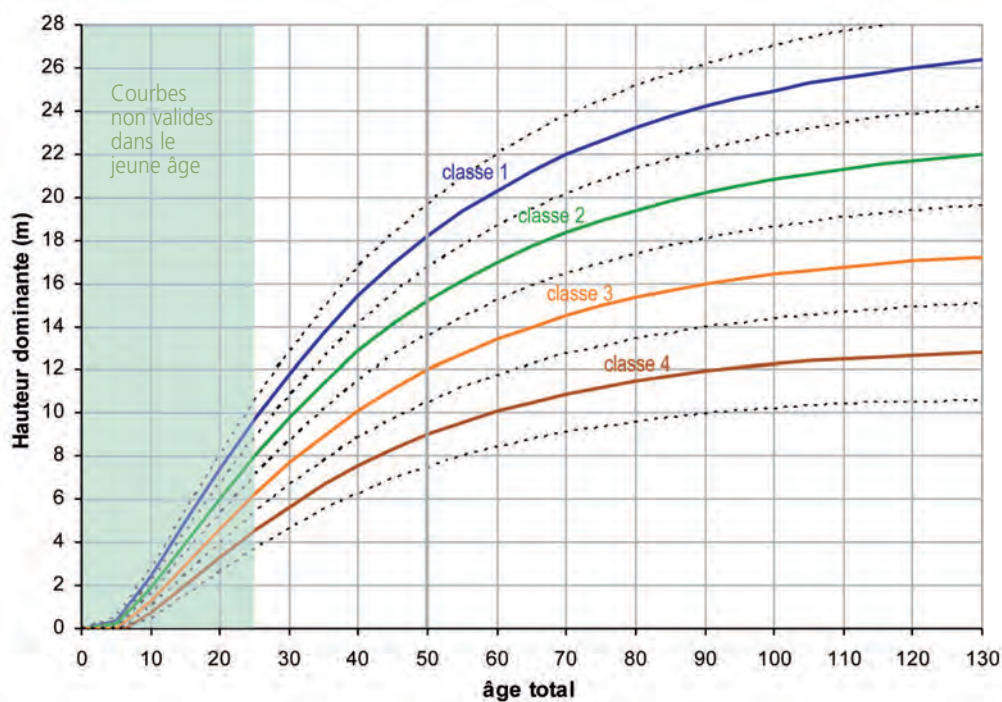
Moyen

Fort

Peuplements de Pin noir d'Autriche

Croissance des peuplements

Les courbes de croissance en hauteur des peuplements ont été établies à partir des données des placettes de l'IFN des départements Alpes-de-Haute-Provence, Hautes-Alpes, Lozère, Pyrénées-Orientales, Vaucluse (Dreyfus INRA-URFM Avignon). 4 classes de fertilité ont été définies en fonction de la hauteur dominante à 50 ans.



Objectifs sylvicoles

Les caractéristiques technologiques du Pin noir permettent une utilisation en sciage, mais la grande majorité est utilisée en bois d'industrie ou de papeterie. Lorsque la fertilité le permet, on cherche à obtenir des grumes de 40 à 45 cm de diamètre.

Traitement

	Production seule ou associée à la protection contre l'érosion, les crues torrentielles, les glissements de terrain	Production associée à la protection contre les chutes de blocs ou les avalanches
Exploitation facile D1	Futaie régulière Futaie par parquets	Futaie irrégulière (renouvellement par trouées < 0,5 ha)
Exploitation au treuil D2	Futaie par parquets (interventions uniquement par trouées > 0,5 ha au-delà de 50 m des pistes)	Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)
Exploitation difficile D3 à D4	Futaie par parquets (interventions uniquement par trouées > 0,5 ha)	Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)

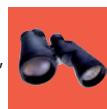
Critères d'exploitabilité

Fertilité 1	Diamètre 40 à 45 cm pour 250 à 300 t/ha	<i>âge correspondant 95 ans à 110 ans</i>
Fertilité 2	Diamètre 40 à 45 cm pour 200 à 250 t/ha	<i>âge correspondant 100 ans à 120 ans</i>
Fertilité 3	Diamètre 35 cm pour 300 t/ha	<i>ou âge 120 ans</i>
Fertilité 4	Âge 100 ans	

Conduite par interventions uniquement par trouées

Caractéristiques de l'itinéraire sylvicole

Conditions	Pente forte > 40 % (exploitabilité D2 à D4) Bilan économique positif
Type de coupe	Coupe rase par trouées de 0,5 à 1 ha (sauf contrainte de protection) totalisant 1/4 (uniquement si exploitation au tracteur) à 1/3 de la surface, de préférence dans les plages de peuplement mûr
Rotation des coupes	15 à 40 ans selon la proportion de surface exploitée à chaque passage
Préparation du sol	Non préconisée
Complément de régénération	En classe de fertilité 1 ou 2 Si, 20 ans après la coupe, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha sur une surface cumulée de plus de 1,5 ha dans une même unité de gestion Densité objectif 1100 t/ha après complément
Réduction de la végétation concurrente	Dans le cadre de la régénération naturelle, aucune opération de dégagement ou de nettoyage n'est nécessaire
Dépressage	Conditions d'intervention : - classe de fertilité 1 ou 2 - densité initiale forte > 4000 t/ha - hauteur dominante moyenne de 3 m - impérativement en automne (période optimale octobre à décembre), pour limiter les attaques de scolytes Densité objectif : 800 t/ha



Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

Érosion Bassin versant torrentiel Glissement de terrain	Maintenir un couvert végétal maximal dans les trouées
Protection contre les chutes de blocs	Irrégularisation par bouquets Trouées n'excédant pas 40 m dans le sens de la pente Complément de régénération après 10 ans en cas de densité très inégale ou inférieure à 800 t/ha dans une trouée Pas de dépressage
Protection contre les avalanches	Irrégularisation par bouquets Trouées n'excédant pas H (hauteur du peuplement) le long des courbes de niveau et 1,5 H dans le sens de la pente, sans descendre en deçà de 20 m et 30 m Complément de régénération après 10 ans en cas de densité très inégale ou inférieure à 800 t/ha dans une trouée Pas de dépressage

Pour maintenir une structure irrégulière équilibrée, le temps de retour en trouées de régénération doit être égal à l'âge d'exploitabilité (environ 120 ans). Pour irrégulariser une futaie régulière, il faut anticiper les premières coupes et adapter leur périodicité en fonction de la durée de survie du peuplement.

Conduite en futaie régulière ou par parquets

Caractéristiques des itinéraires sylvicoles

Conditions	Exploitation facile : D1 ou proximité des pistes en D2 Pas de rôle de protection contre les chutes de blocs ou les avalanches	
Régénération	Préférer la régénération naturelle lorsqu'elle est possible	
Complément de régénération	En classe de fertilité 1 à 3 Si, 15 ans après la coupe d'ensemencement, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha sur une surface cumulée de plus de 1,5 ha dans une même unité de gestion Densité objectif 1100 t/ha après complément	
Dépressage	Conditions d'intervention : - classe de fertilité 1 ou 2 - densité forte > 4000 t/ha - hauteur dominante moyenne de 3 m - impérativement en automne (période optimale octobre à décembre), pour limiter les attaques de scolytes Densité objectif : 1100 t/ha	
Première éclaircie	Condition : classe de fertilité 1 à 3 Déclenchement : dès que la coupe est commercialisable (volume unitaire des tiges dépassant 0,1 m ³ et volume prélevé atteignant si possible 80 m ³ /ha)	
Éclaircies suivantes	Déclenchement et intensité d'intervention : densité en fonction de l'âge	
Coupes de régénération	Coupe d'ensemencement laissant 60 % de couvert, soit 125 tiges par hectare (150 à 250 t/ha dans les itinéraires extensifs en faible fertilité) Pas de coupe secondaire	
Coupe définitive	Coupe définitive sur régénération installée (semis de 50 cm à 3 m de hauteur avec une densité minimale de 1100 t/ha) au plus tard 15 ans après la coupe d'ensemencement	

Sylviculture de rattrapage

Rattrapage de la norme en une fois si la densité des tiges dépasse de moins de 30 % la densité de référence avant intervention et en deux fois dans le cas contraire.

Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

Érosion Bassin versant torrentiel Glissement de terrain	Maintenir un couvert végétal (toutes strates confondues) supérieur à 2/3 Traitement par petits parquets
Chute de blocs	Irrégularisation (voir futaie irrégulière par bouquets)
Avalanche	(sans objet sur pente faible)

Itinéraires sylvicoles en futaie régulière

Fertilité	Régénération dense	Régénération peu dense
1	Itinéraire PO1_d4 dépressage + 4 éclaircies	Itinéraire PO1_5 sans dépressage, 5 éclaircies
2	Itinéraire PO2_d4 dépressage + 4 éclaircies	Itinéraire PO2_5 sans dépressage, 5 éclaircies
3	Itinéraire PO3_4 sans dépressage, 4 éclaircies	Itinéraire PO3_1 sans dépressage, 1 éclaircie
4	Itinéraire PO4_0 sans dépressage, ni éclaircie	

Ces itinéraires ont été simulés à l'aide d'un modèle de croissance développé par l'INRA URFM (Avignon, Ph. Dreyfus).

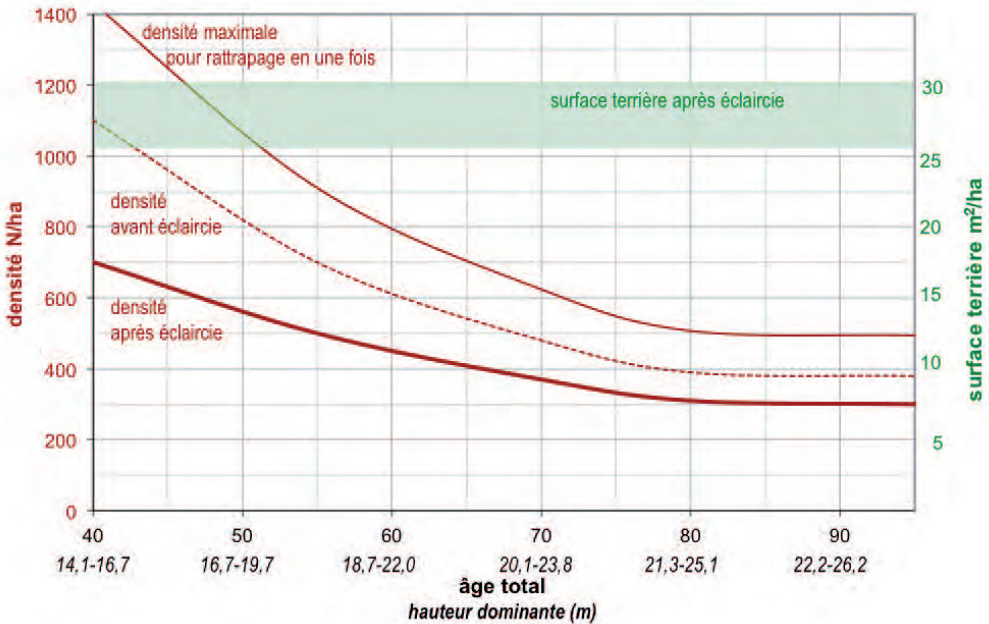
Itinéraire PO1_d4 : classe de fertilité 1 avec dépressage ou après plantation, 4 éclaircies

Critères d'exploitabilité : diamètre 40 à 45 cm (volume unitaire moyen 1,4 m³)
 âge correspondant 95 ans
 Récolte moyenne annuelle : ~7,4 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	H ₀ m	avant coupe			coupe			après coupe		
			Dens N/ha	G m ² /ha	Do cm	Nb %	Vol m ³ /ha	Dg cm	Dens N/ha	G m ² /ha	S %
Dépressage	12	(3,0)	6000	-	-	-	-	-	1100	-	-
Éclaircie 1	40	15,1	1075	35	25	36	75	19	700	25	27
Éclaircie 2	55	19,1	685	36	30	29	72	23	500	28	25
Éclaircie 3	70	21,7	495	38	36	24	76	28	380	31	25
Éclaircie 4	80	23,1	380	37	39	21	71	33	300	30	27
Ensemencement	95	24,5	300	39	45	58	238	40	125	17	39
Définitive	105	25,2	125	22	48	100	242	47	0	0	

N.B. : les valeurs de densité, de surface terrière et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



Production

Itinéraire PO1_5 : classe de fertilité 1 sans dépressage, 5 éclaircies

Cet itinéraire sans dépressage n'est possible que si la concurrence au sein de la régénération est suffisamment faible (soit une densité initiale inférieure à 4000 t/ha) pour permettre la croissance en diamètre et l'obtention de volumes unitaires exploitables avant 50 ans.

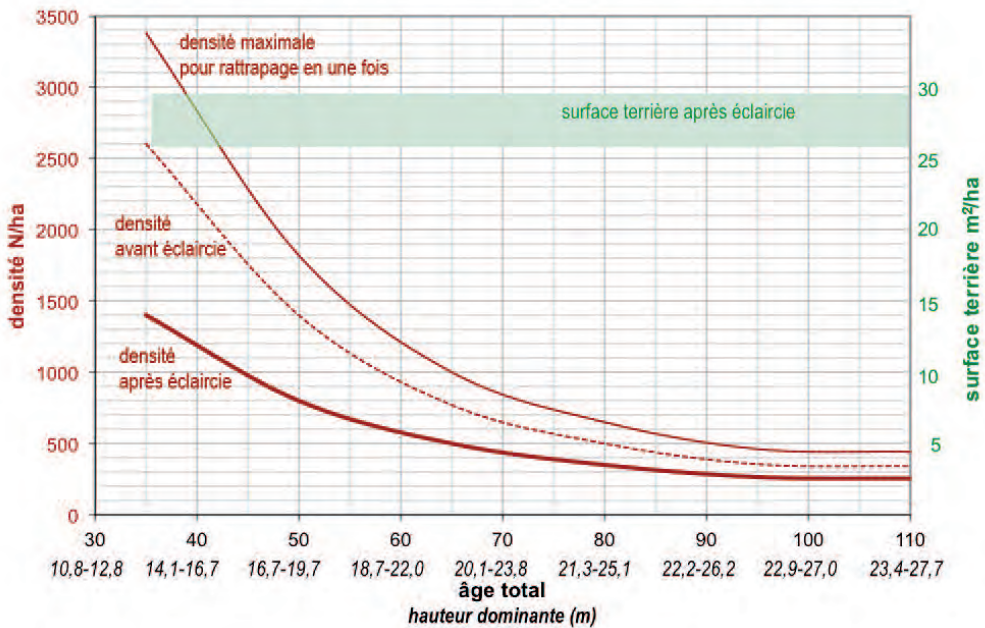
Critères d'exploitabilité : diamètre 40 à 45 cm (volume unitaire moyen 1,6 m³)
 âge correspondant 110 ans

Récolte moyenne annuelle : ~8,6 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	H _o m	avant coupe			coupe			après coupe		
			Dens N/ha	G m²/ha	Do cm	Nb %	Vol m³/ha	Dg cm	Dens N/ha	G m²/ha	S %
	12	(3,0)	3000	-	-						
Éclaircie 1	35	13,6	2935	-	21	-	> 80	15	1400	29	21
Éclaircie 2	50	18,0	1370	42	26	46	> 100	18	750	27	22
Éclaircie 3	65	21,1	745	37	31	33	100	23	500	27	23
Éclaircie 4	80	23,1	495	36	36	30	94	28	350	28	25
Éclaircie 5	95	24,6	345	36	42	25	75	32	260	29	27
Ensemencement	110	25,4	260	37	47	52	207	41	125	19	38
Définitive	120	26,0	125	23	50	100	266	49	0	0	

N.B. : les valeurs de densité, de surface terrière et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



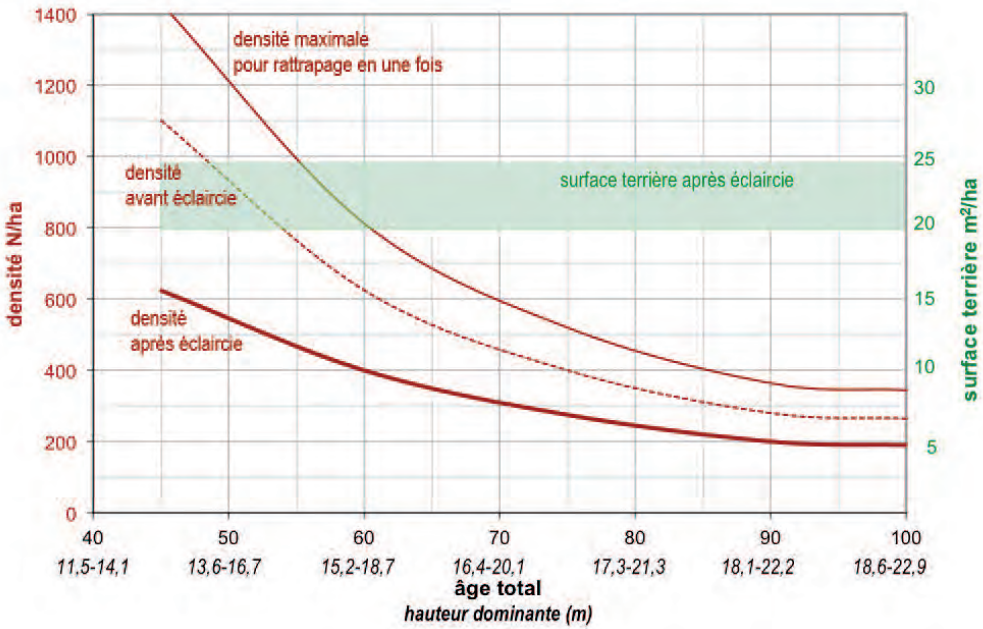
Itinéraire PO2_d4 : classe de fertilité 2 avec dépressage ou après plantation, 4 éclaircies

Critères d'exploitabilité : diamètre 40 à 45 cm (volume unitaire moyen 1,3 m³)
 âge correspondant 100 ans
 Récolte moyenne annuelle : ~5,6 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	H _o m	avant coupe			coupe			après coupe		
			Dens N/ha	G m ² /ha	Do cm	Nb %	Vol m ³ /ha	Dg cm	Dens N/ha	G m ² /ha	S %
Dépressage	15	(3,0)	6000	-	-	-	-	-	1100	-	-
Éclaircie 1	45	13,8	1070	29	22	43	70	17	625	19	31
Éclaircie 2	60	16,7	620	30	28	36	75	23	400	21	32
Éclaircie 3	75	18,6	400	30	35	31	73	29	275	22	35
Éclaircie 4	90	19,9	275	32	42	27	69	35	200	24	38
Ensemencement	100	20,4	200	30	47	38	98	42	125	20	47
Définitive	110	20,9	125	25	52	100	236	50	0	0	

N.B. : les valeurs de densité, de surface terrière et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



Itinéraire PO2_5 : classe de fertilité 2 sans dépressage, 5 éclaircies

Cet itinéraire sans dépressage n'est possible que si la concurrence au sein de la régénération est suffisamment faible (soit une densité initiale inférieure à 4000 t/ha) pour permettre la croissance en diamètre et l'obtention de volumes unitaires exploitables.

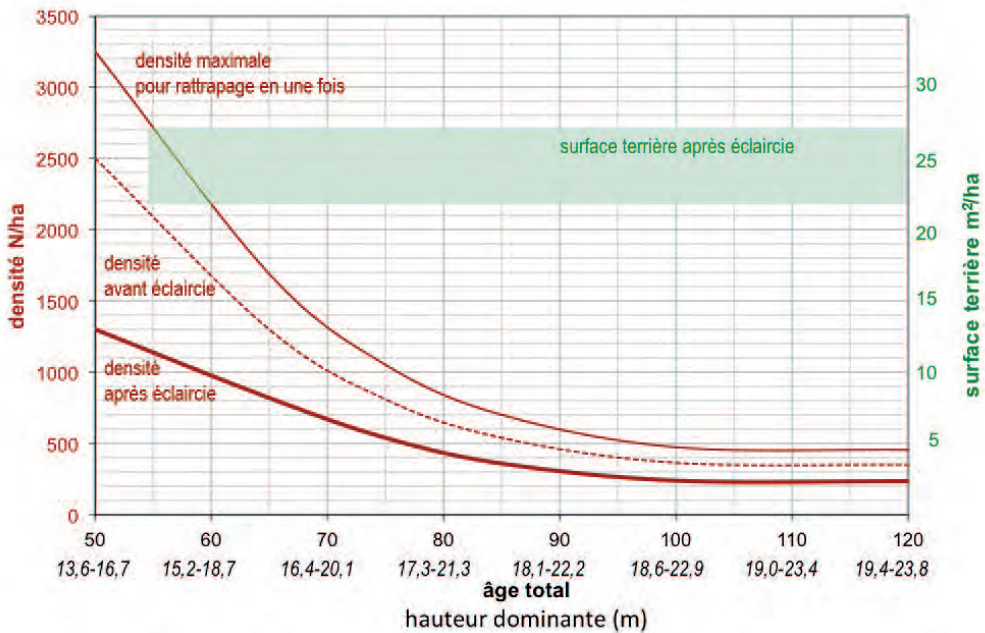
Critères d'exploitabilité : diamètre 40 à 45 cm (volume unitaire moyen 1,4 m³)
 âge correspondant 120 ans

Récolte moyenne annuelle : ~6,5 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	H _o m	avant coupe			coupe			après coupe		
			Dens N/ha	G m²/ha	Do cm	Nb %	Vol m³/ha	Dg cm	Dens N/ha	G m²/ha	S %
	15	(3,0)	3000	-	-						
Éclaircie 1	50	14,7	2780	-	21	-	> 80	14	1300	27	20
Éclaircie 2	65	17,2	1250	37	25	37	80	17	820	27	22
Éclaircie 3	75	18,4	810	33	28	34	79	20	540	25	25
Éclaircie 4	85	19,4	535	30	32	33	77	24	360	22	29
Éclaircie 5	100	20,5	360	30	37	33	82	30	240	22	34
Ensemencement	120	21,3	240	35	47	48	153	42	125	19	45
Définitive	130	21,6	125	23	51	100	230	49	0	0	

N.B. : les valeurs de densité, de surface terrière et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



Itinéraire PO3_4 : classe de fertilité 3 sans dépressage, 4 éclaircies

Cet itinéraire sans dépressage n'est possible que si la concurrence au sein de la régénération est suffisamment faible (soit une densité initiale inférieure à 4000 t/ha) pour permettre une croissance en diamètre compatible avec une première éclaircie pas trop tardive. Si la densité initiale est forte, voir l'itinéraire avec une seule éclaircie.

Critères d'exploitabilité : diamètre 35 cm (volume unitaire moyen 0,7 m³)

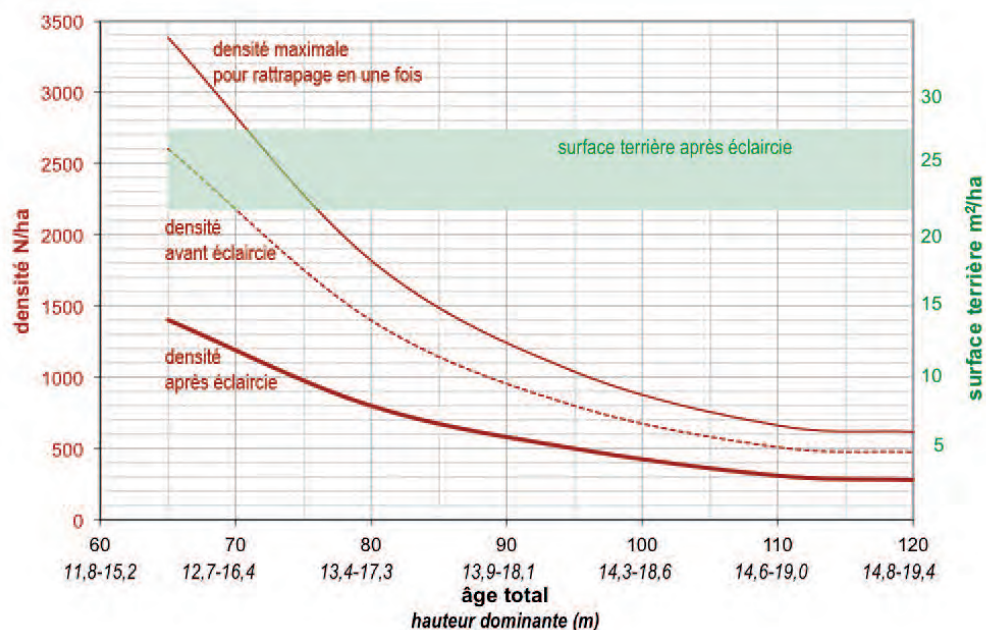
âge correspondant 120 ans

Récolte moyenne annuelle : ~4,7 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	H _o m	avant coupe			coupe			après coupe		
			Dens N/ha	G m²/ha	Do cm	Nb %	Vol m³/ha	Dg cm	Dens N/ha	G m²/ha	S %
	15	(3,0)	3000	-	-						
Éclaircie 1	65	13,7	2630	-	21	-	> 80	14	1400	29	21
Éclaircie 2	80	15,0	1350	36	25	43	83	16	800	25	25
Éclaircie 3	95	15,9	780	32	29	38	70	20	500	24	30
Éclaircie 4	110	16,4	490	31	34	40	78	25	300	22	38
Ensemencement	120	16,8	300	27	38	58	121	33	125	12	57
Définitive	130	17,0	125	16	41	100	130	40	0	0	

N.B. : les valeurs de densité, de surface terrière et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



Production

Itinéraire PO3_1 : classe de fertilité 3 sans dépressage, 1 éclaircie

Attention, si la régénération naturelle est dense, le peuplement est instable jusqu'à ~100 ans. Si la densité initiale est faible, l'itinéraire à 4 éclaircies est plus adapté.

Critères d'exploitabilité : 120 ans,
diamètre correspondant 20 cm (0,2 m³)

Récolte moyenne annuelle : ~3,7 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe			coupe			après coupe		
			Dens N/ha	G m ² /ha	Do cm	Nb %	Vol m ³ /ha	Dg cm	Dens N/ha	G m ² /ha	S %
	(15)	(3,0)	6000	-	-						
Éclaircie	80	15,1	4080	-	19	3180	> 100	12	900	10	24
Ensemencement	120	16,8	760	28	33	605	148	19	150	10	52
Définitive	130	17,0	150	14	37	150	113	34	0	0	

N.B. : les valeurs de densité, de surface terrière et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.

Itinéraire PO4_0 : classe de fertilité 4 sans dépressage, sans éclaircie

Itinéraire calé sur une densité initiale faible (< 4000 t/ha). Si la régénération naturelle est dense, ou si les volumes unitaires sont trop faibles, on préconise pour l'ensemencement une coupe unique à 100 ans préservant des bouquets de semenciers, non récoltés ensuite.

Critères d'exploitabilité : 100 ans
diamètre correspondant 15 cm (volume unitaire moyen < 0,1 m³)

Récolte moyenne annuelle : ~2,3 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe			coupe			après coupe		
			Dens N/ha	G m ² /ha	Do cm	Nb %	Vol m ³ /ha	Dg cm	Dens N/ha	G m ² /ha	S %
	15	2,0	3000	-	-						
Ensemencement	100	11,9	2435	-	22	2185	> 120	14	250	7	57
Définitive	110	12,2	250	11	28	250	71	24	0	0	

N.B. : les valeurs de densité, de surface terrière et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.

Conduite en futaie irrégulière par bouquets

Caractéristiques de l'itinéraire sylvicole

Conditions	Pente faible (exploitabilité D1) Protection contre la chute de pierres et blocs Bilan économique positif
Type de coupe	Coupes jardinatoires avec ouverture de trouées n'excédant pas 0,5 ha et 40 m dans le sens de la pente, de préférence dans les plages de peuplement mûr et totalisant 1/4 à 1/3 de la surface Amélioration entre les trouées dans les bois moyens
Rotation des coupes	15 à 30 ans selon la proportion de surface exploitée à chaque passage
Préparation du sol	Une préparation du sol est généralement inutile Crochetage éventuel sur un tiers à la moitié de la surface à régénérer, si la concurrence herbacée est forte ou si la régénération tarde à s'installer
Complément de régénération	Si, après 10 ans, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha ou une répartition très inégale dans une trouée Densité objectif 1100 t/ha après complément
Réduction de la végétation concurrente	Dans le cadre de la régénération naturelle, aucune opération de dégagement ou de nettoyage n'est nécessaire
Dépressage	Conditions d'intervention : - classe de fertilité 1 ou 2 , - densité forte > 4000 t/ha - hauteur dominante moyenne de 3 m - impérativement en automne (période optimale octobre à décembre), pour limiter les attaques de scolytes. Densité objectif : 1100 t/ha



Dosage et périodicité des interventions (voir le document d'aménagement)

Pour maintenir une structure irrégulière équilibrée, le temps de retour en trouées de régénération doit être égal à l'âge d'exploitabilité (100 à 120 ans). Pour irrégulariser une futaie régulière, il faut anticiper les premières coupes et adapter leur périodicité en fonction de la durée de survie du peuplement.

Régénération artificielle

Hormis les cas de substitution d'essence, réservés à des stations fertiles, la régénération naturelle doit être choisie dès lors que le peuplement en place valorise bien la station et que celle-ci permet l'apparition et la survie des semis (voir la fiche « Autécologie »).

Provenances	Utilisation de la provenance locale recommandée : PNI 902 – Sud-Est
Type de plants	Racines nues 1+1 ou 2+1 en conditions favorables En godets 1-0G en conditions difficiles
Densité de plantation	1100 plants par ha
Préparation du terrain	Broyage mécanique si besoin Potets mécaniques
Réduction de la végétation concurrente	Dans le cadre de la régénération artificielle, aucune intervention supplémentaire n'est nécessaire si le terrain a été bien préparé
Regarnis	Si la plantation présente un taux de réussite inférieur à 60 % sur une surface cumulée supérieure à 1,5 ha au sein de l'unité de gestion
Protection	Aucune protection n'est nécessaire

Essences associées

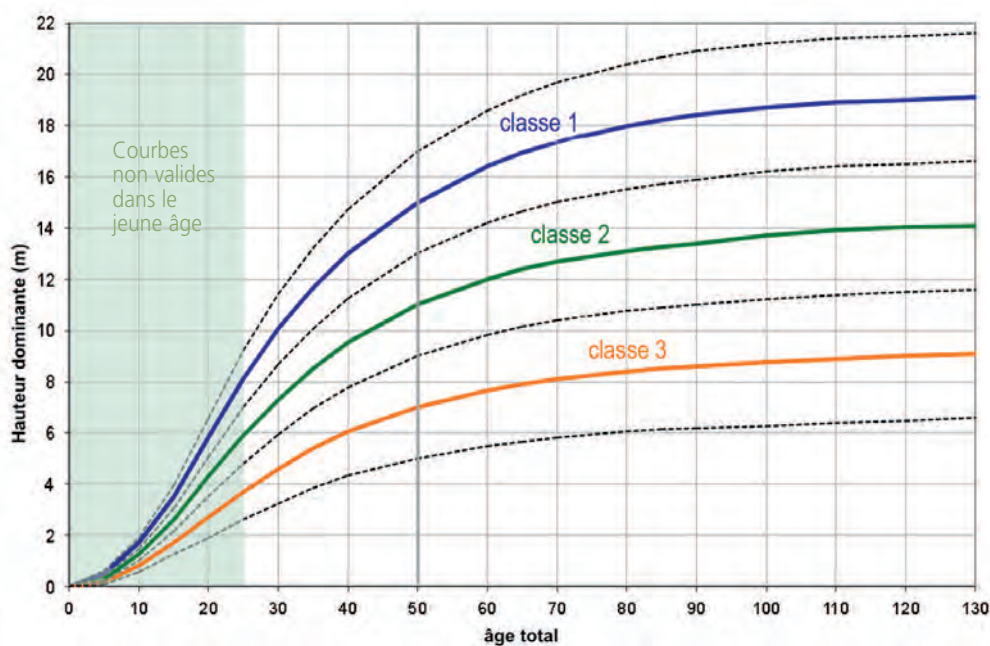
<p>Chêne pubescent</p>	<p>Le Chêne pubescent s'installe progressivement en sous-bois en climat supraméditerranéen</p> <p>Le maintien du mélange est possible (cf. <i>peuplements mélangés</i>)</p>
<p>Hêtre</p>	<p>La colonisation par le Hêtre sous le couvert du Pin en climat montagnard est une situation classique de substitution en seconde génération forestière</p> <p>Le maintien du Pin est difficile sur le long terme (cf. <i>peuplements mélangés</i>)</p>
<p>Feuillus divers</p>	<p>Les pineraies noires de première génération, issues de plantation, sont très pures. Il faut éviter cette monospécificité dans les peuplements de deuxième génération en préservant les essences secondaires feuillues qui s'installent spontanément</p>



Peuplements de Pin sylvestre

Croissance des peuplements

Les courbes de croissance en hauteur des peuplements ont été établies à partir des données des placettes de l'IFN (Dreyfus INRA-URFM Avignon). Trois classes de fertilité ont été définies en fonction de la hauteur dominante à 50 ans. La classe 1 regroupe moins de 15 % de la surface des pineraies sylvestres des Alpes du Sud.



Remarque : on notera, dans les tableaux décrivant les itinéraires sylvicoles en futaie régulière, un écart entre la hauteur dominante atteinte et celle correspondant au centre de la classe de fertilité concernée. Cet écart est dû au fait que la simulation (à l'aide d'un modèle de croissance) démarre à partir d'un peuplement considéré comme plus représentatif, d'après ses caractéristiques dendrométriques, des peuplements situés dans cette classe.

Objectifs sylvicoles

Les caractéristiques technologiques du Pin sylvestre permettent une utilisation en bois d'œuvre, charpente ou sciage, mais la grande majorité est utilisée en bois d'industrie ou de papeterie. Les peuplements de belle qualité fournissent des grumes de 40 cm de diamètre.

Les pineraies sylvestres des Alpes du Sud assurent souvent un rôle de protection générale des milieux et des paysages. La gestion qui leur est appliquée est extensive, caractérisée par des interventions peu fréquentes et de forte intensité.

Traitement

	Production seule ou associée à la protection contre l'érosion, les crues torrentielles, les glissements de terrain	Production associée à la protection contre les chutes de blocs ou les avalanches
Exploitation facile D1	Futaie régulière Futaie par parquets	Futaie irrégulière (renouvellement par trouées < 0,5 ha)
Exploitation au treuil D2	Futaie par parquets (interventions uniquement par trouées > 0,5 ha au-delà de 50 m des pistes)	Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)
Exploitation difficile D3 à D4	Futaie par parquets (interventions uniquement par trouées > 0,5 ha)	Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)

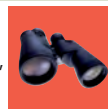
Critères d'exploitabilité

Fertilité 1	Diamètre 40 cm pour 250 t/ha	âge correspondant 100 ans à 130 ans
Fertilité 2	Diamètre 35 à 40 cm pour 250 t/ha	âge correspondant 105 ans
Fertilité 3	Âge 100 ans	diamètre correspondant 10 à 15 cm

Conduite par interventions uniquement par trouées

Caractéristiques de l'itinéraire sylvicole

Conditions	Pente forte > 40 % (exploitabilité D2 à D4) Bilan économique positif
Type de coupe	Coupe rase par trouées de 0,5 à 1 ha (sauf contrainte de protection) totalisant 1/4 (uniquement si exploitation au tracteur) à 1/3 de la surface, de préférence dans les plages de peuplement mûr
Rotation des coupes	15 à 40 ans selon la proportion de surface exploitée à chaque passage
Préparation du sol	Non préconisée
Complément de régénération	En classe de fertilité 1 Si, 20 ans après la coupe, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha sur une surface cumulée de plus de 1,5 ha dans une même unité de gestion Densité objectif 1100 t/ha après complément
Réduction de la végétation concurrente	Dans le cadre de la régénération naturelle, aucune opération de dégagement ou de nettoyage n'est nécessaire
Dépressage	Conditions d'intervention : - classe de fertilité 1 ou 2 - densité initiale forte > 4000 t/ha - hauteur dominante moyenne de 3 m - impérativement en automne (période optimale octobre à décembre), pour limiter les attaques de scolytes Densité objectif : 800 t/ha



Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

Érosion Bassin versant torrentiel Glissement de terrain	Maintenir un couvert végétal maximal dans les trouées
Protection contre les chutes de blocs	Irrégularisation par bouquets Trouées n'excédant pas 40 m dans le sens de la pente Complément de régénération après 10 ans en cas de densité très inégale ou inférieure à 800 t/ha dans une trouée Pas de dépressage
Protection contre les avalanches	Irrégularisation par bouquets Trouées n'excédant pas H (hauteur du peuplement) le long des courbes de niveau et 1,5 H dans le sens de la pente, sans descendre en deçà de 20 m et 30 m Complément de régénération après 10 ans en cas de densité très inégale ou inférieure à 800 t/ha dans une trouée Pas de dépressage

Pour maintenir une structure irrégulière équilibrée, le temps de retour en trouées de régénération doit être égal à l'âge d'exploitabilité (120 à 140 ans). Pour irrégulariser une futaie régulière, il faut anticiper les premières coupes et adapter leur périodicité en fonction de la durée de survie du peuplement.

Conduite en futaie régulière ou par parquets

Caractéristiques des itinéraires sylvicoles

Conditions	Exploitation facile : D1 ou proximité des pistes en D2 Pas de rôle de protection contre les chutes de blocs ou les avalanches	
Régénération	Préférer la régénération naturelle lorsqu'elle est possible	
Complément de régénération	En classe de fertilité 1 ou 2 Si, 15 ans après la coupe d'ensemencement, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha sur une surface cumulée de plus de 1,5 ha dans une même unité de gestion Densité objectif 1100 t/ha après complément	
Dépressage	Conditions d'intervention : - classe de fertilité 1 ou 2 - densité forte > 4000 t/ha - hauteur dominante moyenne de 3 m - impérativement en automne (période optimale octobre à décembre), pour limiter les attaques de scolytes Densité objectif 1100 t/ha	
Première éclaircie	Condition : classe de fertilité 1 ou 2 Déclenchement : dès que la coupe est commercialisable (volume unitaire des tiges dépassant 0,1 m ³ et volume prélevé atteignant si possible 80 m ³ /ha)	
Éclaircies suivantes	Déclenchement et intensité d'intervention : densité en fonction de l'âge	
Coupes de régénération	Coupe d'ensemencement laissant 60 % de couvert, soit 125 tiges par hectare (250 t/ha dans les itinéraires extensifs en faible fertilité) Pas de coupe secondaire	
Coupe définitive	Coupe définitive sur régénération installée (semis de 50 cm à 3 m de hauteur avec une densité minimale de 1100 t/ha) au plus tard 15 ans après la coupe d'ensemencement	

Sylviculture de rattrapage

Rattrapage de la norme en une fois si la densité des tiges dépasse de moins de 30 % la densité de référence avant intervention et en deux fois dans le cas contraire.

Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

Érosion Bassin versant torrentiel Glissement de terrain	Maintenir un couvert végétal (toutes strates confondues) supérieur à 2/3 Traitement par petits parquets
Chute de blocs Avalanche	Irrégularisation (voir futaie irrégulière par bouquets)

Itinéraires sylvicoles en futaie régulière

Fertilité	Régénération dense	Régénération peu dense
1	Itinéraire PS1_d3 dépressage + 3 éclaircies	Itinéraire PS1_4 sans dépressage, 4 éclaircies
2	Itinéraire PS2_d2 dépressage + 2 éclaircies	Itinéraire PS2_1 sans dépressage, 1 éclaircie
3	Itinéraire PO3_0 sans dépressage ni éclaircie	

Ces itinéraires ont été simulés à l'aide d'un modèle de croissance développé par l'INRA URFM (Avignon, Ph. Dreyfus). En classe 1, les éclaircies doivent favoriser les tiges de meilleure conformation. En classe 2, elles visent plutôt à maximiser la production ligneuse en favorisant les arbres les plus vigoureux, quelle que soit leur conformation.

Itinéraire PS1_d3 : classe de fertilité 1 avec dépressage ou après plantation, 3 éclaircies

Le dépressage est indispensable dès lors que la concurrence au sein de la régénération naturelle est forte (soit une densité initiale supérieure à 4000 t/ha) pour ne pas compromettre la croissance en diamètre et la stabilité du peuplement.

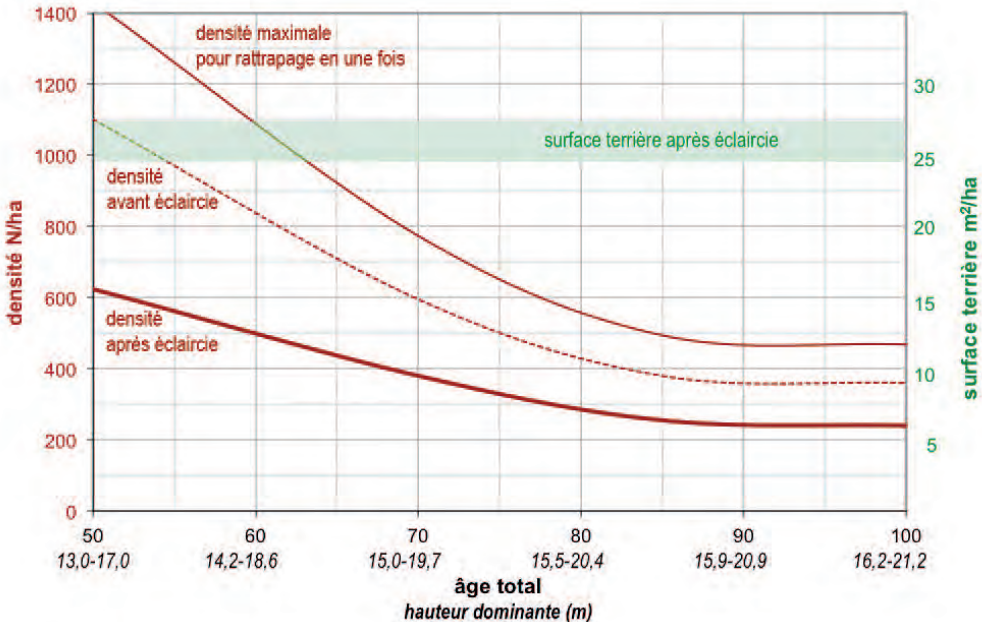
Critères d'exploitabilité : diamètre 40 cm (volume unitaire moyen 1,0 m³)
 âge correspondant 100 ans

Récolte moyenne annuelle : ~4,7 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	H _o m	avant coupe			coupe			après coupe		
			Dens N/ha	G m ² /ha	Do cm	Nb %	Vol m ³ /ha	Dg cm	Dens N/ha	G m ² /ha	S %
Dépressage	(15)	(3,0)	6000	-	-	-	-	-	1100	-	-
Éclaircie 1	50	14,8	1020	37	26	43	77	20	625	25	29
Éclaircie 2	70	16,5	595	38	33	36	82	26	380	27	33
Éclaircie 3	85	17,2	370	35	39	34	73	33	250	26	40
Ensemencement	100	17,4	240	34	46	50	109	41	125	19	55
Définitive	110	17,5	125	23	50	100	173	49	0	0	

N.B. : les valeurs de densité, de surface terrière et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



Itinéraire PS1_4 : classe de fertilité 1 sans dépressage, 4 éclaircies

Cet itinéraire sans dépressage n'est possible que si la concurrence au sein de la régénération est suffisamment faible (soit une densité initiale inférieure à 4000 t/ha) pour permettre la croissance en diamètre et l'obtention de volumes unitaires exploitables avant 60 ans.

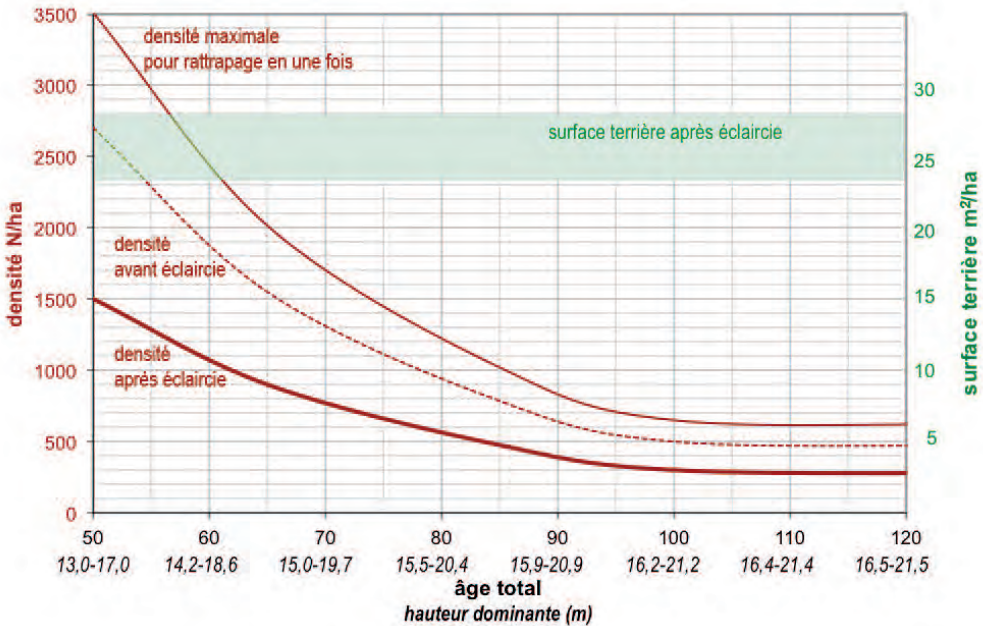
Critères d'exploitabilité : diamètre 40 cm (volume unitaire moyen 1,0 m³)
 âge correspondant 130 ans

Récolte moyenne annuelle : ~5,0 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe			coupe			après coupe		
			Dens N/ha	G m ² /ha	Do cm	Nb %	Vol m ³ /ha	Dg cm	Dens N/ha	G m ² /ha	S %
	(15)	(3,0)	3000	-	-						
Éclaircie 1	50	14,6	2700	51	20	44	> 100	15	1500	29	19
Éclaircie 2	65	16,0	1430	37	24	41	82	16	850	26	23
Éclaircie 3	85	16,9	805	36	30	38	79	21	500	26	28
Éclaircie 4	100	17,3	480	33	35	38	75	27	300	23	36
Ensemencement	130	17,6	275	38	48	55	139	40	125	19	54
Définitive	140	17,7	125	24	51	100	178	50	0	0	

N.B. : les valeurs de densité, de surface terrière et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



Itinéraire PS2_d2 : classe de fertilité 2 avec dépressage ou après plantation, 2 éclaircies

Le dépressage est indispensable dès lors que la concurrence au sein de la régénération naturelle est forte (soit une densité initiale supérieure à 4000 t/ha) pour ne pas compromettre la croissance en diamètre et atteindre des volumes unitaires exploitables.

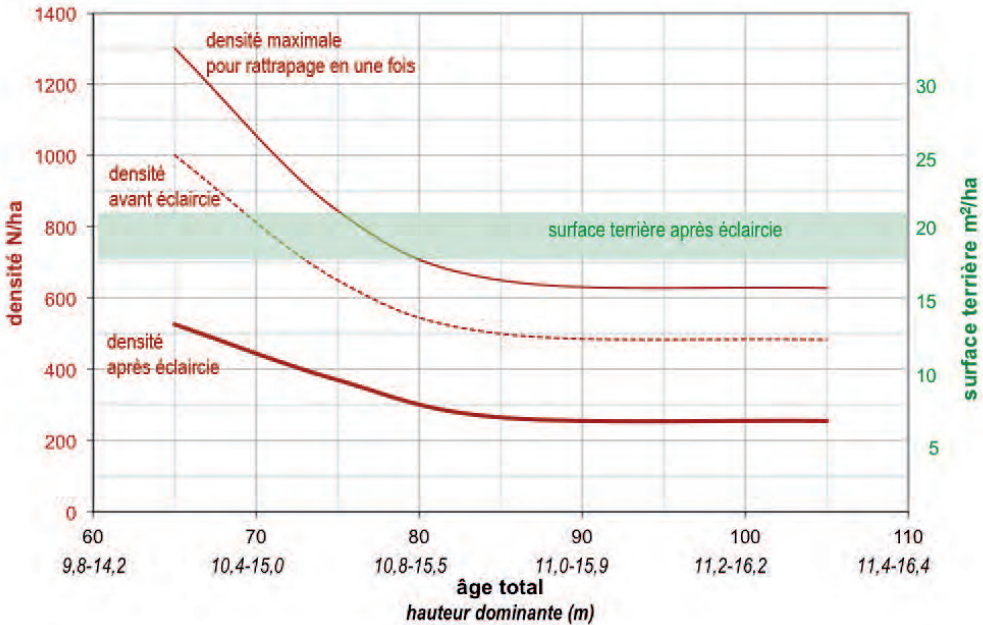
Critères d'exploitabilité : diamètre 35 à 40 cm (volume unitaire moyen 0,6 m³)
 âge correspondant 105 ans

Récolte moyenne annuelle : ~2,9 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe			coupe			après coupe		
			Dens N/ha	G m ² /ha	Do cm	Nb %	Vol m ³ /ha	Dg cm	Dens N/ha	G m ² /ha	S %
Dépressage	(15)	(3,0)	6000	-	-	-	-	-	1100	-	-
Éclaircie 1	65	11,9	1000	33	25	48	71	19	525	20	39
Éclaircie 2	85	12,6	490	30	33	47	72	26	260	18	53
Ensemencement	105	12,9	250	29	42	50	77	37	125	15	75
Définitive	115	13,0	125	20	46	100	113	45	0	0	

N.B. : les valeurs de densité, de surface terrière et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



Itinéraire PS2_1 : classe de fertilité 2 sans dépressage, 1 éclaircie

Cet itinéraire sans dépressage n'est possible que si la concurrence au sein de la régénération est suffisamment faible (soit une densité initiale inférieure à 4000 t/ha) pour permettre la croissance en diamètre et l'obtention de volumes unitaires exploitables.

Critères d'exploitabilité : diamètre 20 à 25 cm (volume unitaire moyen 0,2 m³)
 âge correspondant 125 ans

Récolte moyenne annuelle : ~2,6 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe			coupe			après coupe		
			Dens N/ha	G m ² /ha	Do cm	Nb %	Vol m ³ /ha	Dg cm	Dens N/ha	G m ² /ha	S %
	(15)	(3,0)	3000	-	-						
Éclaircie	100	12,6	2285	45	24	-	> 80	14	900	24	28
Ensemencement	125	12,9	840	34	32	-	> 80	21	225	13	55
Définitive	135	13,0	225	18	36	100	104	32	0	0	

N.B. : les valeurs de densité, de surface terrière et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.

Itinéraire PS3_0 : classe de fertilité 3 sans dépressage, sans éclaircie

Critères d'exploitabilité : 100 ans
 diamètre correspondant 10 à 15 cm (volume unitaire moyen < 0,1 m³)

Récolte moyenne annuelle : ~1,7 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe			coupe			après coupe		
			Dens N/ha	G m ² /ha	Do cm	Nb %	Vol m ³ /ha	Dg cm	Dens N/ha	G m ² /ha	S %
	(20)	(3,0)	3000 6000	-	-						
Ensemencement	100	8,0	2350 4650	48 36	27 18	-	150 130	15 10	250	10 4	85
Définitive	110	8,1	250	15 8	33 25	100	61 33	28 21			

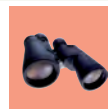
La coupe d'ensemencement peut laisser les semenciers répartis soit par pieds d'arbres, soit par petits bouquets. La coupe définitive est facultative.

N.B. : les valeurs de densité, de surface terrière et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.

Conduite en futaie irrégulière par bouquets

Caractéristiques de l'itinéraire sylvicole

Conditions	Pente faible (exploitabilité D1) Protection contre la chute de pierres et blocs Bilan économique positif
Type de coupe	Coupes jardinatoires avec ouverture de trouées n'excédant pas 0,5 ha et 40 m dans le sens de la pente, de préférence dans les plages de peuplement mûr et totalisant 1/4 à 1/3 de la surface Amélioration entre les trouées dans les bois moyens
Rotation des coupes	15 à 30 ans selon la proportion de surface exploitée à chaque passage
Préparation du sol	Une préparation du sol est généralement inutile Crochetage éventuel sur un tiers à la moitié de la surface à régénérer, si la concurrence herbacée est forte ou si la régénération tarde à s'installer
Complément de régénération	Si, après 10 ans, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha ou une répartition très inégale dans une trouée Densité objectif 1100 t/ha après complément
Réduction de la végétation concurrente	Dans le cadre de la régénération naturelle, aucune opération de dégagement ou de nettoyage n'est nécessaire
Dépressage	Conditions d'intervention : - classe de fertilité 1 ou 2 , - densité forte > 4000 t/ha - hauteur dominante moyenne de 3 m - impérativement en automne (période optimale octobre à décembre), pour limiter les attaques de scolytes. Densité objectif : 1100 t/ha



Dosage et périodicité des interventions (voir le document d'aménagement)

Pour maintenir une structure irrégulière équilibrée, le temps de retour en trouées de régénération doit être égal à l'âge d'exploitabilité (100 à 120 ans). Pour irrégulariser une futaie régulière, il faut anticiper les premières coupes et adapter leur périodicité en fonction de la durée de survie du peuplement.

Régénération artificielle

Hormis les cas de substitution d'essence, la régénération naturelle doit être choisie dès lors que le peuplement en place valorise bien la station et que celle-ci permet l'apparition et la survie des semis (*voir la fiche « Autécologie »*).

Les plantations sont réservées à des **cas exceptionnels** (certaines stations favorables du montagnard en classe 1 uniquement), en cas d'absence de régénération, dans la mesure où il serait impossible de distinguer les plants des semis lors du dépressage.

Provenances	Utilisation de la provenance locale recommandée : - soit PSY501 Préalpes du Sud - soit PSY502 Alpes internes du Sud
Type de plants	Racines nues 1+1 ou 2+1 en conditions favorables En godets 1-0G en conditions difficiles
Densité de plantation	1100 plants par ha
Préparation du terrain	Broyage mécanique si besoin Potets mécaniques
Réduction de la végétation concurrente	Dans le cadre de la régénération artificielle, aucune intervention supplémentaire n'est nécessaire si le terrain a été bien préparé
Regarnis	Si la plantation présente un taux de réussite inférieur à 60 % sur une surface cumulée supérieure à 1,5 ha au sein de l'unité de gestion
Protection	Aucune protection n'est nécessaire

Essences associées

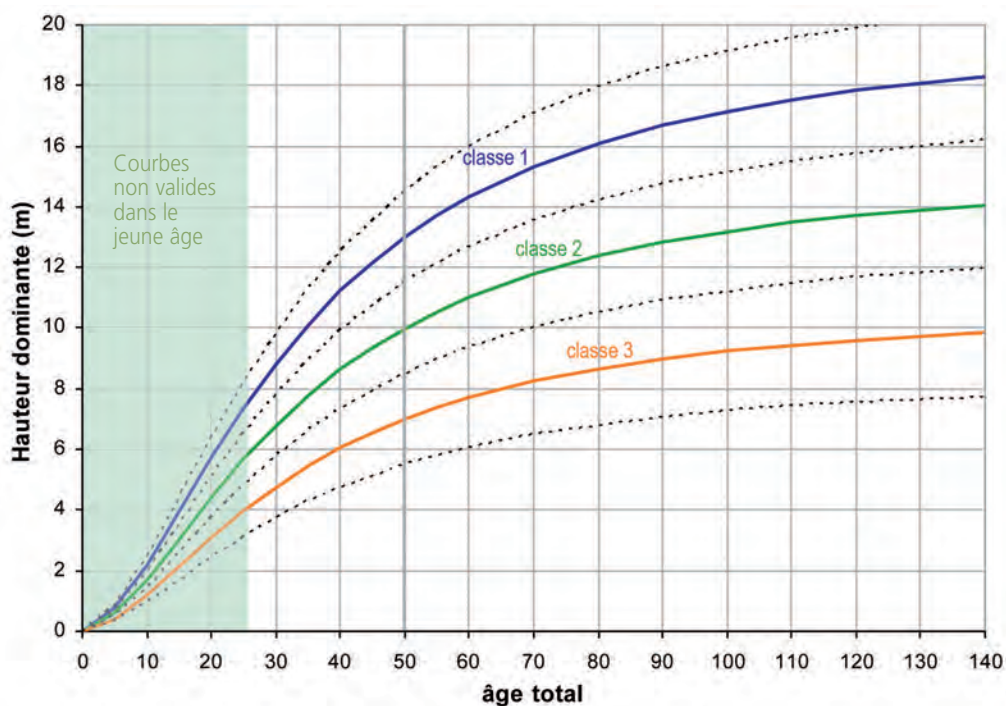
Chêne pubescent	Le Chêne pubescent tend à se développer sous le couvert du Pin Un mélange stable est possible (cf. <i>peuplements mélangés</i>)
Hêtre ou Sapin pectiné	L'installation du Hêtre ou du Sapin en sous-étage conduit souvent inéluctablement à une transformation en hêtraie ou sapinière (cf. <i>peuplements mélangés</i>). Cependant, l'installation dynamique d'une de ces essences ne garantit pas une bonne adaptation à la station
Pin à crochets	Le Pin sylvestre se trouve en transition avec le Pin à crochets dans les Alpes internes, avec des hybridations possibles. Le tempérament des deux essences est similaire et le Pin à crochets s'accommode de la gestion appliquée au Pin sylvestre
Feuillus divers	Les feuillus précieux (Érables, Alisier blanc, Cormier, Merisier) accompagnent assez souvent le Pin sylvestre. Leur apport bénéfique en terme de biodiversité milite en faveur de leur maintien, en veillant à ce qu'ils ne constituent pas une concurrence forte pour le renouvellement du Pin



Peuplements de Pin à crochets

Croissance des peuplements

Les courbes de croissance en hauteur des peuplements ont été établies à partir des données des placettes de l'IFN des départements 04, 05, 48, 66, 84 (Dreyfus INRA-URFM Avignon). Trois classes de fertilité ont été définies en fonction de la hauteur dominante à 50 ans.



Objectifs sylvicoles

Le Pin à crochets est assez longévif, en particulier dans l'étage subalpin, mais sa vitalité est moins bonne au-delà de 140 ans. Sa faible croissance radiale rend illusoire l'obtention de diamètres importants, même à un âge avancé. La valorisation actuelle est la caisserie, usage pour lequel on gagne peu en valeur au-delà de 35 cm de diamètre. On cherche donc à obtenir des grumes de 35 cm à un âge de 140 ans lorsque la fertilité le permet.

Traitement


	Production seule ou associée à la protection contre l'érosion, les crues torrentielles, les glissements de terrain	Production associée à la protection contre les chutes de blocs ou les avalanches
Exploitation facile D1	Futaie régulière Futaie par parquets	Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)
Exploitation au treuil D2	Futaie par parquets Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha au-delà de 50 m des pistes)	Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)
Exploitation difficile D3 à D4	Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)	Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)

Critères d'exploitabilité

Fertilité 1	Diamètre 30 à 35 cm pour 800 t/ha	âge correspondant 120 ans à 140 ans
Fertilité 2	Âge 140 ans	diamètre correspondant 20 à 25 cm
Fertilité 3	Âge 140 ans	diamètre correspondant 15 à 20 cm

Conduite par interventions uniquement par trouées

Caractéristiques de l'itinéraire sylvicole

Conditions	Pente forte > 40 % (exploitabilité D2 à D4) Fertilité 1 ou 2 Bilan économique positif	
Type de coupe	Coupe rase par trouées de 0,25 à 0,5 ha totalisant 1/4 (uniquement si exploitation au tracteur) à 1/3 de la surface, de préférence dans les plages de peuplement mûr	
Rotation des coupes	15 à 40 ans selon la proportion de surface exploitée à chaque passage	
Préparation du sol	Une préparation du sol est généralement inutile Crochetage éventuel sur un tiers à la moitié de la surface à régénérer, si la concurrence herbacée est forte ou si la régénération tarde à s'installer	
Complément de régénération	Pas de complément de régénération sauf en cas de protection contre les chutes de blocs ou les avalanches	
Réduction de la végétation concurrente	Dans le cadre de la régénération naturelle, aucune opération de dégagement ou de nettoyage n'est nécessaire	
Dépressage	Conditions d'intervention : - classe de fertilité 1 - densité forte > 4000 t/ha - hauteur dominante moyenne de 3 m - impérativement en automne (période optimale octobre à décembre), pour limiter les attaques de scolytes Densité objectif : 2000 t/ha	

Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

Érosion Bassin versant torrentiel Glissement de terrain	Maintenir un couvert végétal maximal dans les trouées
Protection contre les chutes de blocs	Irrégularisation par bouquets Trouées n'excédant pas 40 m dans le sens de la pente Complément de régénération après 10 ans en cas de densité très inégale ou inférieure à 800 t/ha dans une trouée Densité objectif 1500 t/ha après complément Pas de dépressage
Protection contre les avalanches	Irrégularisation par bouquets Trouées n'excédant pas H (hauteur du peuplement) le long des courbes de niveau et 1,5 H dans le sens de la pente, sans descendre en deçà de 20 m et 30 m Complément de régénération après 10 ans en cas de densité très inégale ou inférieure à 800 t/ha dans une trouée Densité objectif 1500 t/ha après complément Pas de dépressage

Pour maintenir une structure irrégulière équilibrée, le temps de retour en trouées de régénération doit être égal à l'âge d'exploitabilité (140 ans). Pour irrégulariser une futaie régulière, il faut anticiper les premières coupes et adapter leur périodicité en fonction de la durée de survie du peuplement.

Conduite en futaie régulière ou par parquets



Itinéraires sylvicoles pour la futaie régulière

Le Pin à crochets présente une mortalité naturelle faible dans le jeune âge. Cela justifie un dépressage en classe de fertilité 1 lorsque la densité de la régénération est supérieure à 4000 t/ha sans différenciation naturelle des tiges. Il améliore la stabilité du peuplement malgré une réactivité moins forte que celle des autres Pins.


Compte-tenu de la faible croissance radiale du Pin à crochets et de sa faible réactivité, une coupe d'amélioration n'est normalement possible et utile que dans des peuplements de bonne fertilité. Elle reste envisageable en fertilité moyenne si des opportunités de débouchés le permettent (affouage, bois énergie).

Le Pin à crochets se distingue par son port colonnaire, avec un houppier plus étroit que ceux des autres Pins, surtout en altitude, quelle que soit la fertilité et l'espacement des tiges. Il en découle une relation inhabituelle entre densité et surface terrière d'une part, et couvert d'autre part : un peuplement adulte de densité supérieure à 1000 t/ha et de surface terrière supérieure à 40 m²/ha conserve un couvert relativement clair. La régénération peut ainsi être obtenue avec une densité beaucoup plus forte que pour le Pin noir d'Autriche ou le Pin sylvestre.

Classe de fertilité 1 ou 2 : dépressage possible, une éclaircie

Conditions	Exploitation facile : D1 ou proximité des pistes en D2 Pas de rôle de protection contre les chutes de blocs ou les avalanches	
Régénération	Préférer la régénération naturelle lorsqu'elle est possible	
Complément de régénération	Si, 20 ans après la coupe d'ensemencement, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha sur une surface cumulée de plus de 1,5 ha dans une même unité de gestion Densité objectif 1500 t/ha après complément	
Dépressage	Conditions d'intervention : - densité forte > 4000 t/ha, sans différenciation des tiges - hauteur dominante moyenne de 3 m - impérativement en automne (période optimale octobre à décembre), pour limiter les attaques de scolytes Densité objectif 2500 t/ha	
Éclaircie unique	Âge d'intervention : 70 ans Densité après intervention : 1200 à 1300 t/ha Surface terrière après intervention : 40 m ² /ha	
Coupe d'ensemencement	Déclenchement : 800 tiges de 30 cm de diamètre (pour une densité totale de 1200 t/ha) ou 140 ans Laisse 800 t/ha (50 à 60 % de couvert) Pas de coupe secondaire	
Coupe définitive	Coupe définitive sur régénération installée (semis de 50 cm à 3 m de hauteur avec une densité minimale de 1100 t/ha) 10 à 20 ans après la coupe d'ensemencement	

Classe de fertilité 2 ou 3 : sans dépressage ni éclaircie

Conditions	Exploitation facile : D1 ou proximité des pistes en D2 Pas de rôle de protection contre les chutes de blocs ou les avalanches	
Coupe d'ensemencement	Déclenchement : 140 ans Laisse 800 t/ha (50 à 60 % de couvert), ou 300 t/ha abandonnées sur pied	
Coupe définitive	Sur régénération installée, 10 à 30 ans après la coupe d'ensemencement	

Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

Érosion Bassin versant torrentiel Glissement de terrain	Maintenir un couvert végétal (toutes strates confondues) supérieur à 2/3 Traitement par petits parquets
Chute de blocs Avalanche	Irrégularisation (voir interventions par trouées)

Régénération des peuplements

Hormis pour une substitution d'essence, la régénération naturelle doit être choisie dès lors que le peuplement en place valorise bien la station et que celle-ci permet l'apparition et la survie des semis (*voir la fiche « Autécologie »*). La plantation de Pin à crochets n'a pas d'intérêt dans un but de production. Seul un complément de régénération naturelle est prévu si nécessaire.

Provenances	Le Pin à crochets n'a pas fait l'objet de la définition de régions de provenance. Son utilisation n'est donc pas soumise à la réglementation sur les matériels forestiers de reproduction Dans les Alpes du Sud, il est cependant conseillé d'utiliser une provenance locale alpine plutôt qu'une provenance pyrénéenne
Type de plants	Racines nues 1+1 ou 2+1 en conditions favorables En godets 1-0G en conditions difficiles
Densité après complément	1500 par hectare au total

Essences associées

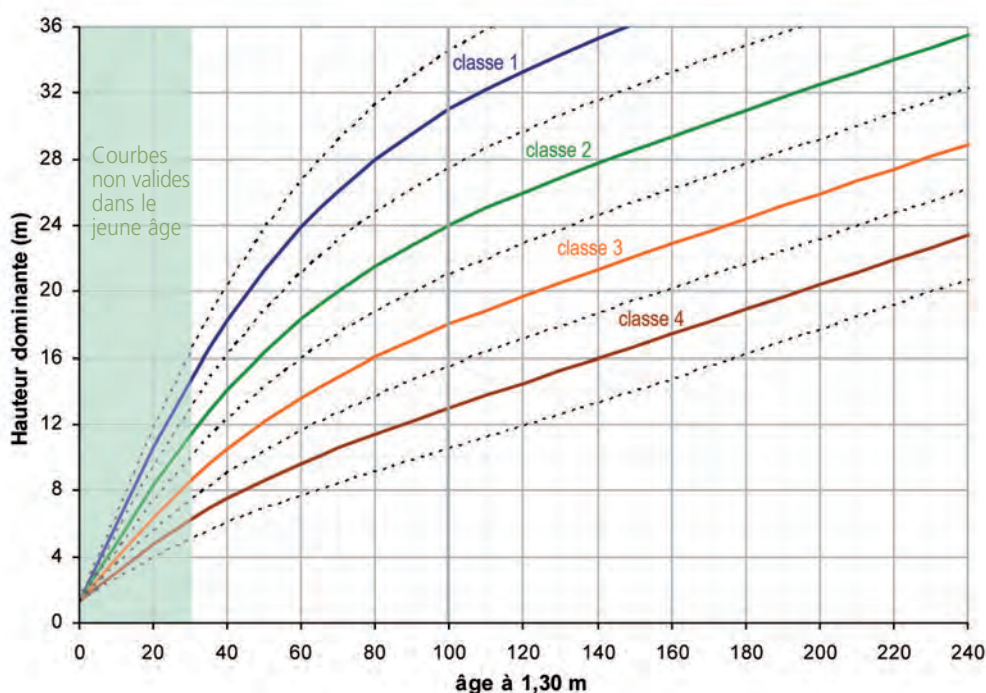
Pin sylvestre	Le Pin à crochets se trouve en transition avec le Pin sylvestre dans les Alpes internes, avec des hybridations possibles. Le tempérament des deux essences est similaire et le Pin sylvestre s'accommode de la gestion appliquée au Pin à crochets
Pin cembro	Le Pin cembro a la capacité de s'installer sous couvert en climat montagnard supérieur et subalpin et de supplanter progressivement le Pin à crochets, en particulier sur substrat siliceux
Sapin pectiné	L'installation du Sapin en sous-étage conduit inéluctablement à une transformation en sapinière à plus ou moins long terme (<i>cf. peuplements mélangés</i>)



Peuplements de Mélèze d'Europe

Croissance des peuplements

Le modèle de croissance en hauteur dominante a été établi par analyse de tiges par l'ONF (Calès coord., 1998). Quatre classes de fertilité définies par la hauteur du peuplement à l'âge de 100 ans mesuré à 1,30 m ont été retenues pour cadrer les modèles sylvicoles proposés :



Les provenances alpines ont une croissance en hauteur médiocre par rapport aux provenances de plaine (Pologne, Sudètes).

Objectifs sylvicoles

Le bois de Mélèze présente des qualités exceptionnelles qui permettent des usages très variés tant en structure qu'en menuiserie intérieure ou extérieure. On cherche à obtenir des arbres de 50 à 55 cm de diamètre avec des accroissements modérés, dès lors que la fertilité le permet. Ringard préconise d'obtenir un cerne de 1 à 1,5 mm, ce qui correspondrait à une densité de 100 à 200 tiges/ha pour des peuplements de 150 à 200 ans (diamètre 40-60 cm).

Plus largement, le maintien du mélèzein, d'origine sylvo-pastorale ou artificielle (RTM), a un intérêt non seulement forestier mais également écologique, pastoral et touristique, qui nécessite une gestion interventionniste.

Traitement




	Production seule ou associée à la protection contre l'érosion, les crues torrentielles, les glissements de terrain	Production associée à la protection contre les chutes de blocs ou les avalanches
Exploitation facile D1 à D2	Futaie régulière Futaie par parquets	Futaie irrégulière (renouvellement par trouées < 0,5 ha)
Exploitation difficile D3 à D4	Futaie irrégulière ou par parquets (interventions uniquement par trouées)	Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)

Critères d'exploitabilité

Fertilité 1	Diamètre 50 cm	<i>âge correspondant 120 ans</i>
Fertilité 2	Diamètre 45 à 50 cm	<i>âge correspondant 170 ans</i>
Fertilité 3	Diamètre 40 cm	<i>âge correspondant 220 ans</i>
Fertilité 4	Diamètre 30 à 35 cm	<i>âge correspondant 240 ans</i>

Conduite par interventions uniquement par trouées

Caractéristiques de l'itinéraire sylvicole

Conditions	Pente forte > 60 % (exploitabilité D3 ou D4) Bilan économique positif	
Type de coupe	Coupe rase par trouées de 0,25 à 1 ha (sauf contrainte de protection) totalisant 1/4 (uniquement si exploitation au tracteur) à 1/3 de la surface, de préférence dans les plages de peuplement mûr	 
Rotation des coupes	15 à 50 ans selon la proportion de surface exploitée à chaque passage	
Préparation du sol	Décapage à la pelle araignée en classe de fertilité 1 ou 2	
Complément de régénération	En classe de fertilité 1 ou 2 Si, 20 ans après la coupe, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha sur une surface cumulée de plus de 1,5 ha dans une même unité de gestion Densité objectif 1100 t/ha après complément	
Réduction de la végétation concurrente	Un dégagement peut s'avérer nécessaire dans les stations de l'étage montagnard	
Dépressage	Conditions d'intervention : - classe de fertilité 1 ou 2 - densité forte > 4000 t/ha, sans différenciation des tiges - hauteur dominante moyenne de 4 m - période optimale septembre à avril, pour limiter les attaques de scolytes Densité objectif : 800 t/ha	

Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

Érosion torrentielle Glissement	Maintenir un couvert végétal maximal dans les trouées
Protection contre les chutes de blocs	Irrégularisation par bouquets Trouées n'excédant pas 40 m dans le sens de la pente Complément de régénération après 10 ans en cas de densité très inégale ou inférieure à 800 t/ha dans une trouée Pas de dépressage
Protection contre les avalanches	Irrégularisation par bouquets Trouées n'excédant pas H (hauteur du peuplement) le long des courbes de niveau et 1,5 H dans le sens de la pente, sans descendre en deçà de 20 m et 30 m. Complément de régénération avec une essence résineuse sempervirente, après 10 ans, en cas de densité très inégale ou inférieure à 800 t/ha dans une trouée Pas de dépressage

Pour maintenir une structure irrégulière équilibrée, le temps de retour en trouées de régénération doit être égal à l'âge d'exploitabilité (150 à 240 ans). Pour irrégulariser une futaie régulière, il faut anticiper les premières coupes et adapter leur périodicité en fonction de la durée de survie du peuplement.

Conduite en futaie régulière ou par parquets

Caractéristiques des itinéraires sylvicoles

Conditions	Exploitation facile : D1 ou D2 Pas de rôle de protection contre les chutes de blocs ou les avalanches
Régénération	Préférer la régénération naturelle lorsqu'elle est possible
Préparation du sol	Décapage mécanique impératif (lorsqu'il est possible) sur 35 à 50 % de la surface par places de 5 à 10 m ² . Il peut être réalisé lors de l'exploitation de la coupe d'ensemencement 
Complément de régénération	En classe de fertilité 1 à 3 Si, 20 ans après la coupe d'ensemencement, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha sur une surface cumulée de plus de 1,5 ha dans une même unité de gestion Densité objectif 1100 t/ha après complément
Réduction de la végétation concurrente	Un dégagement peut s'avérer nécessaire dans les stations de l'étage montagnard
Dépressage	Conditions d'intervention : - classe de fertilité 1 ou 2 - densité forte > 4000 t/ha, sans différenciation des tiges - hauteur 4 m - période optimale septembre à avril, pour limiter les attaques de scolytes Densité objectif 1100 t/ha
Première éclaircie	Déclenchement : dès que la coupe est commercialisable (volume unitaire des tiges dépassant 0,1 m ³ et volume prélevé atteignant 60 m ³ /ha) 
Éclaircies suivantes	Condition : classe de fertilité 1 à 3 Déclenchement et intensité d'intervention : densité en fonction de l'âge (rotation: 15 ans en fertilité 1 ; 20 ans en fertilité 2 ; 30 ans en fertilité 3)
Coupes de régénération	Coupe d'ensemencement : - soit par pieds d'arbres laissant 25 à 30 % de couvert en ubac et 40 % en adret, avec possibilité d'une coupe secondaire si le peuplement est très dense au départ - soit par trouées de 0,25 ha (de préférence) à 1 ha (maximum)  
Coupe définitive	Coupe définitive sur régénération installée (semis de 50 cm à 3 m de hauteur avec une densité minimale de 1100 t/ha) au plus tard 20 ans après la coupe d'ensemencement 

Les pontes de mouches dans les cônes de Mélèze réduisent fortement le taux de graines viables et perturbent la réussite des régénérations. Il est donc préférable de faire coïncider la coupe d'ensemencement et le décapage avec les années de faible infestation, qui succèdent à plusieurs hivers froids consécutifs.

Sylviculture de rattrapage

Rattrapage de la norme en une fois si la densité des tiges dépasse de moins de 30 % la densité de référence avant intervention et en deux fois dans le cas contraire.

Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

Érosion Bassin versant torrentiel	Maintenir un couvert végétal (toutes strates confondues) supérieur à 2/3 Traitement par petits parquets Décapage limité à 35 % de la surface, sur de petites surfaces unitaires
Glissement de terrain	Idem érosion + maintien des feuillus
Chute de blocs Avalanche	Irrégularisation (voir futaie irrégulière)

Itinéraires sylvicoles en futaie régulière

Fertilité 1	Itinéraire ME1_d5	dépressage + 5 éclaircies
Fertilité 2	Itinéraire ME2_d6	dépressage + 6 éclaircies
Fertilité 3	Itinéraire ME3_3	sans dépressage, 3 éclaircies
Fertilité 4	Itinéraire ME4_1	extensif, sans dépressage, 1 éclaircie

Itinéraire ME1_d5 : fertilité 1 avec dépressage, 5 éclaircies

Critères d'exploitabilité : diamètre 50 cm (volume unitaire moyen 2,2 m³)

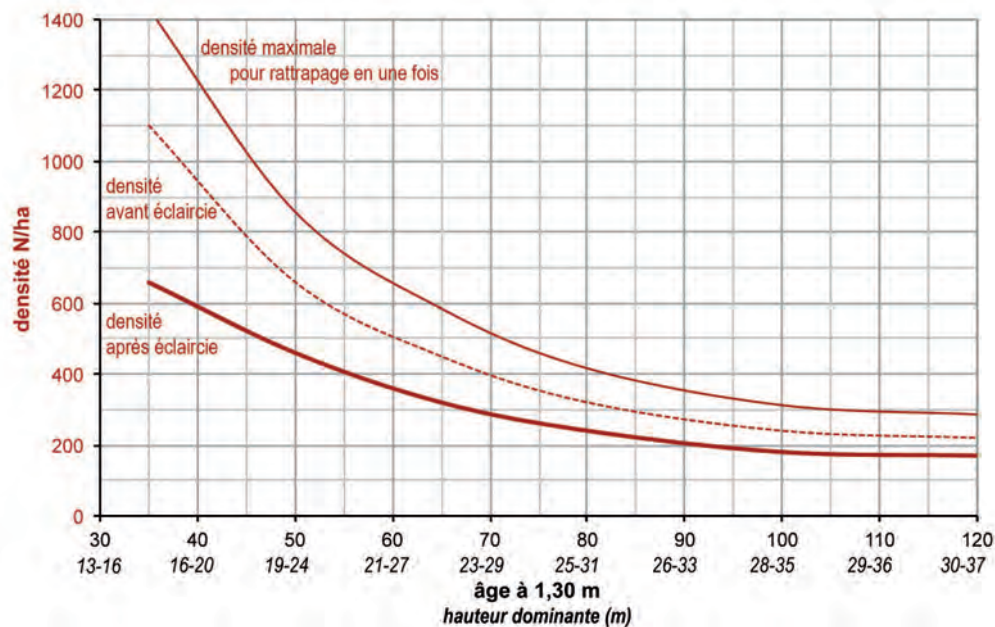
âge correspondant 120 ans

Récolte moyenne annuelle : 6,5 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe	coupe			après coupe	
			Dens N/ha	Nb %	Vol m ³ /ha	Dg cm	Dens N/ha	S %
Dépressage		4,0	(6000)	-	-	-	1100	-
Éclaircie 1	35	16,5	1100	40	66	17	660	25
Éclaircie 2	50	21,3	660	30	80	24	460	24
Éclaircie 3	65	25,1	460	30	98	30	320	24
Éclaircie 4	80	28,0	320	25	96	36	240	25
Éclaircie 5	100	31,0	240	25	90	40	180	26
Ensemencement	120	33,3	180	44	170	46	100	32
Définitive	140	35,3	100	100	250	52	0	

N.B. : les valeurs de densité et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



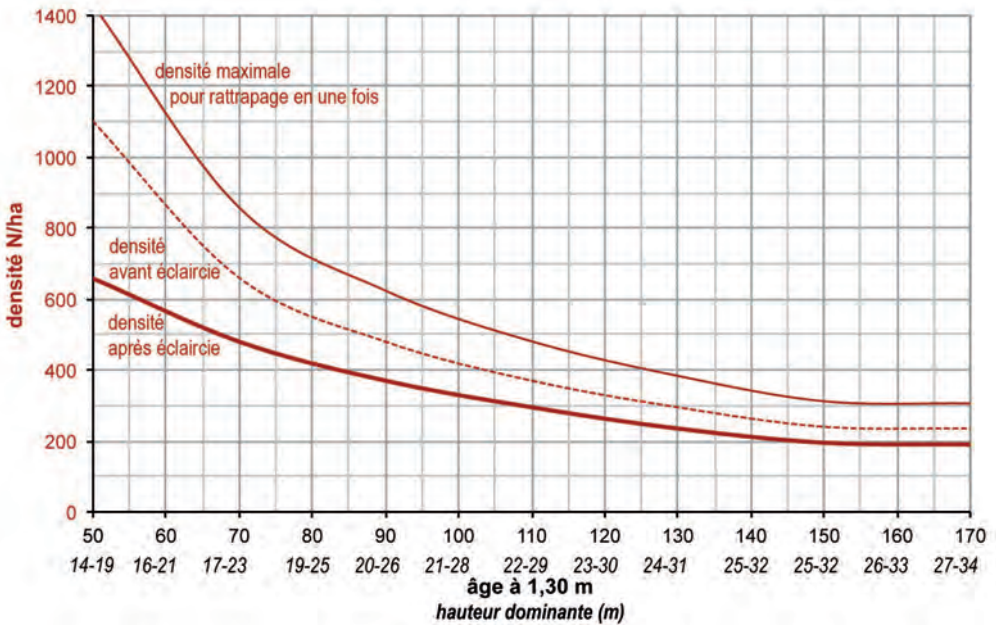
Itinéraire ME2_d6 : fertilité 2 avec dépressage, 6 éclaircies

Critères d'exploitabilité : diamètre 45/50 cm (volume unitaire moyen 2,0 m³)
 âge correspondant 170 ans
 Récolte moyenne annuelle : 4,3 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe	coupe			après coupe	
			Dens N/ha	Nb %	Vol m³/ha	Dg cm	Dens N/ha	S %
Dépressage		4,0	(6000)	-	-	-	1100	-
Éclaircie 1	50	16,4	1100	40	57	17	660	26
Éclaircie 2	70	20,1	660	27	72	25	480	24
Éclaircie 3	90	22,8	480	23	61	28	370	24
Éclaircie 4	110	25,0	370	20	53	31	295	25
Éclaircie 5	130	26,9	295	19	61	37	240	26
Éclaircie 6	150	28,6	240	21	75	42	190	27
Ensemencement	170	30,2	190	47	180	47	100	36
Définitive	190	31,7	100	100	240	51	0	

N.B. : les valeurs de densité et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



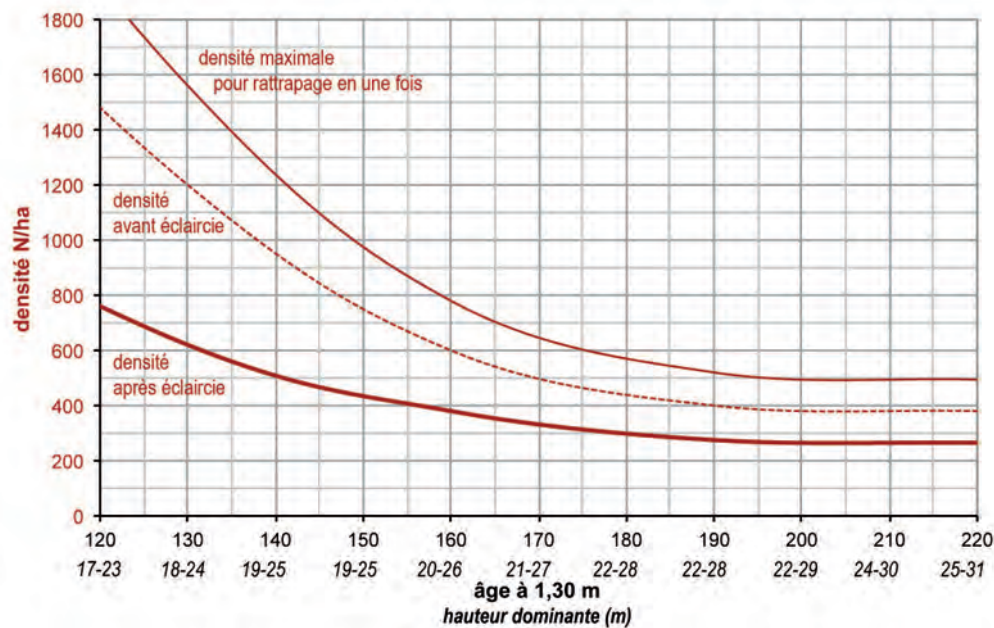
Itinéraire ME3_3 : fertilité 3 sans dépressage, 3 éclaircies

Critères d'exploitabilité : diamètre 40 cm (volume unitaire moyen 1,1 m³)
 âge correspondant 220 ans
 Récolte moyenne annuelle : 2,8 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe	coupe			après coupe	
			Dens N/ha	Nb %	Vol m ³ /ha	Dg cm	Dens N/ha	S %
Éclaircie 1	130	20,5	(2000)	-	> 80	21	600	21
Éclaircie 2	160	22,9	600	33	90	28	400	23
Éclaircie 3	190	25,1	400	31	100	35	275	26
Ensemencement	220	27,4	275	45	142	40	150	33
Définitive	240	28,9	150	100	220	45	0	

N.B. : les valeurs de densité et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



Production

Itinéraire ME4_1 : fertilité 4 sans dépressage, 1 éclaircie

Critères d'exploitabilité : diamètre 30/35 cm (volume unitaire moyen 0,55 m³)

âge correspondant 240 ans

Récolte moyenne annuelle : 1,0 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe	coupe			après coupe	
			Dens N/ha	Nb %	Vol m ³ /ha	Dg cm	Dens N/ha	S %
Éclaircie + ensemencement	180	18,9	(900)	-	84	19	300	33
Définitive	240	23,4	300	100	165	32	0	

N.B. : prévoir des pertes de tiges en chablis après l'éclaircie.

Conduite en futaie irrégulière par bouquets

Caractéristiques de l'itinéraire sylvicole

Conditions	Exploitable D1 ou D2 Protection contre la chute de pierres et blocs ou contre les avalanches Bilan économique positif
Type de coupe	Coupes jardinatoires avec ouverture de trouées n'excédant pas 0,5 ha, de préférence dans les plages de peuplement mûr et totalisant 1/4 à 1/3 de la surface Amélioration entre les trouées dans les bois moyens
Rotation des coupes	15 à 40 ans selon la proportion de surface exploitée à chaque passage
Préparation du sol	Décapage mécanique impératif (lorsqu'il est possible) sur 35 à 50 % de la surface par places de 5 à 10 m ² . Il peut être réalisé lors de l'exploitation de l'ouverture des trouées
Couverture du sol	Maintenir un couvert végétal supérieur à 2/3 toutes strates confondues
Complément de régénération	Si, après 10 ans, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha ou une répartition très inégale dans une trouée Densité objectif 1100 t/ha après complément
Réduction de la végétation concurrente	Un dégagement peut s'avérer nécessaire dans les stations de l'étage montagnard
Dépressage	Conditions d'intervention : - classe de fertilité 1 ou 2 - densité forte > 4000 t/ha, sans différenciation des tiges - hauteur 4 m - période optimale septembre à avril, pour limiter les attaques de scolytes Densité objectif : 1100 t/ha
Contraintes liées au rôle de protection contre les chutes de blocs	Trouées n'excédant pas 40 m dans le sens de la pente Maintenir une densité forte si les blocs à arrêter sont petits
Contraintes liées au rôle de protection contre les avalanches	Largeur (le long des courbes de niveau) des trouées n'excédant pas H (hauteur du peuplement) et longueur (dans le sens de la pente) n'excédant pas 1,5 H Rechercher le mélange avec des résineux à feuillage persistant Complément de régénération éventuel (cf. ci-dessus) avec une essence sempervirente

Dosage et périodicité des interventions (voir le document d'aménagement)

Pour maintenir une structure irrégulière équilibrée, le temps de retour en trouées de régénération doit être égal à l'âge d'exploitabilité (150 à 180 ans). Pour irrégulariser une futaie régulière, il faut anticiper les premières coupes et adapter leur périodicité en fonction de la durée de survie du peuplement.

Mélèzein et pastoralisme

La pratique pastorale n'est pas un obstacle majeur à l'apparition des semis (sauf cas de tassement du sol), mais il est impératif de protéger les zones en régénération contre le bétail qui peut entraîner des pertes très importantes par piétinement et engendrer également l'apparition ou l'extension du fomes (communication orale Département Santé des Forêts). La nécessité de protection impose des traitements de régénération par plages de taille suffisante afin de limiter les coûts (futaie régulière, futaie par parquets). Dans la mesure où la protection est assurée, les techniques de régénérations naturelles ou artificielles peuvent être employées indifféremment.

La protection individuelle des plants, très coûteuse, n'est à envisager que dans des cas très particuliers. Elle n'est satisfaisante que dans les cas de pâturage ovin.

Régénération artificielle

Le recours à la régénération naturelle, si le décapage est possible, sera systématiquement préféré, car présentant généralement un coût de revient moindre et assurant un renouvellement avec le matériel génétique local. Dans le cas d'impossibilité de travail mécanique du sol, il sera procédé directement à une régénération artificielle, sauf en classe de fertilité 4.

Provenances	Utilisation de la provenance locale recommandée : LDE504 - Alpes internes du Sud – catégorie sélectionnée
Type de plants	Plants en godets 1+1 - 320 cm ³ Les plants à racines nues peuvent être utilisés à basse altitude
Densité de plantation	Densité standard : 1100 plants par ha de 800 tiges/ha en zone « extensive » ou en classe 3 à 1600 tiges/ha ou plus en zone de protection marquée
Préparation du terrain	Potets mécaniques si possible (70 cm x 70 cm x 70 cm), sinon manuels Sous-solage en futaie régulière en partie basse de l'aire
Réduction de la végétation concurrente	Dégagements manuels (<i>cf. fiche thématique</i>) 0 à 3 passages selon le niveau de concurrence La plantation sur potet mécanique d'une taille suffisante doit permettre d'éviter les dégagements pendant 3 ans au moins
Regarnis	Si la plantation présente un taux de réussite inférieur à 60 % sur une surface cumulée supérieure à 1,5 ha au sein de l'unité de gestion
Protection	Protection individuelle non préconisée À réserver à des cas particuliers (<i>cf. ci-dessus et fiche thématique faune</i>)

Essences associées

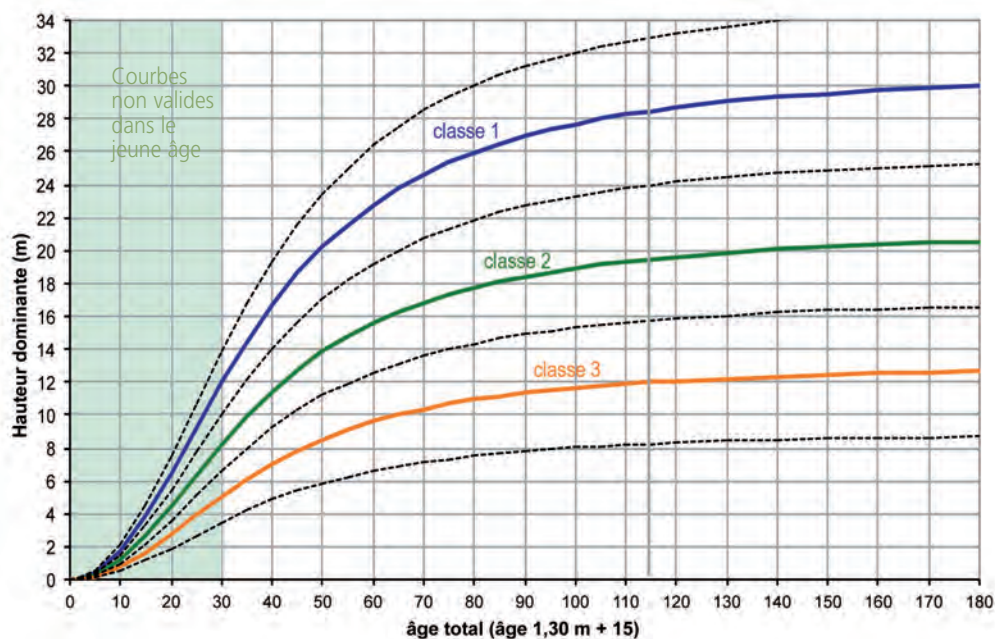
<p>Pin sylvestre Pin à crochets</p>	<p>Le mélèzein peut comporter des Pins pionniers (Pin sylvestre, Pin à crochets, parfois Pin noir d'Autriche). La régénération naturelle du Mélèze apparaît alors très aisée sans même qu'il soit pratiqué d'opérations spécifiques comme le décapage du sol</p>
<p>Pin cembro</p>	<p>Dans les zones de concurrence avec le Pin cembro, le Mélèze n'est pas menacé en situation de prés-bois d'altitude. Par contre, son maintien nécessite de le favoriser par des ouvertures assez fortes et la pratique des décapages ou de plantations de Mélèze, le Pin cembro colonisant naturellement pour sa part</p>
<p>Sapin pectiné</p>	<p>La colonisation par le Sapin sous l'abri du Mélèze est souvent très vigoureuse. S'il semble illusoire de vouloir lutter contre cette évolution naturelle avec des investissements importants, il est par contre nécessaire de favoriser systématiquement le Mélèze en matière de régénération lorsque le Sapin n'est que peu implanté (coupes à blanc ou très claires avec décapage pour provoquer la régénération du Mélèze) et d'extraire les semenciers de Sapin pectiné afin de contenir l'extension de celui-ci</p>
<p>Feuillus divers</p>	<p>Les feuillus divers, qui trouvent des conditions favorable à leur développement sous le couvert du Mélèze dans l'étage montagnard, peuvent compliquer le renouvellement du peuplement. C'est notamment le cas du Sorbier des oiseleurs qui est localement envahissant et doit être contenu</p>



Peuplements de Sapin pectiné

Croissance des peuplements

Le modèle de croissance en hauteur dominante du Sapin pectiné a été élaboré à partir des données des placettes IFN, après élimination des peuplements dans lesquels l'âge des arbres varie de plus de 20 % (Dreyfus, INRA - URFM Avignon). Trois classes de fertilité ont été définies en fonction de la hauteur dominante à 100 ans (âge à 1,30 m).



Objectifs sylvicoles

Le Sapin pectiné produit un bois d'œuvre apprécié, notamment en charpente. Cependant, les petits bois ont peu de valeur et il n'y a plus de marché pour les gros diamètres, au-delà de 60 cm. Il faut donc produire des bois de 45 à 55 cm, lorsque les contraintes de fertilité et de santé des peuplements le permettent.

Traitement

La sapinière se prête à tout traitement. La majorité des sapinières des Alpes du Sud sont actuellement traitées en futaie irrégulière par bouquets. Les contraintes d'exploitation sur pente forte imposent une gestion par trouées. On maintiendra une futaie irrégulière lorsque le rôle de protection est déterminant. En l'absence de ces contraintes, le choix du gestionnaire sera fonction de la structure du peuplement en place et de la fertilité.

	Production seule ou associée à la protection contre l'érosion, les crues torrentielles, les glissements de terrain	Production associée à la protection contre les chutes de blocs ou les avalanches
Exploitation facile D1	Futaie régulière, futaie par parquets Futaie irrégulière par bouquets ou par pieds d'arbres	Futaie irrégulière par bouquets (renouvellement par trouées < 0,5 ha)
Exploitation au treuil D2	Futaie irrégulière par bouquets Futaie par parquets (interventions uniquement par trouées au-delà de 50 m des pistes)	Futaie irrégulière par bouquets (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)
Exploitation difficile D3 à D4	Futaie irrégulière par bouquets Futaie par parquets (interventions uniquement par trouées)	Futaie irrégulière par bouquets (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)

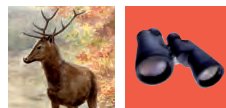
Critères d'exploitabilité

Fertilité 1	Diamètre 45 cm pour 200 t/ha	âge correspondant 100 ans
Fertilité 2	Diamètre 40 cm pour 250 t/ha	âge correspondant 150 ans
Fertilité 3	Âge 150 ans	diamètre correspondant 35 cm

Conduite par interventions uniquement par trouées

Caractéristiques de l'itinéraire sylvicole

Conditions	Pente forte (exploitabilité D2 à D4) ou fertilité faible Bilan économique positif
Type de coupe	Coupe rase par trouées de 0,25 ha minimum (ne pas dépasser 1 ha) totalisant 1/4 (uniquement si exploitation au tracteur) à 1/3 de la surface, dans les plages de peuplement mûr
Rotation des coupes	15 à 40 ans selon la proportion de surface exploitée à chaque passage
Préparation du sol	Non préconisée
Complément de régénération	Si 20 ans après la coupe, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha sur une surface cumulée de plus de 1,5 ha dans une même unité de gestion Pas forcément en Sapin Densité objectif 1100 t/ha après complément
Réduction de la végétation concurrente	Dégagement aux dépens des accrus feuillus si nécessaire
Dépressage	Non préconisé. Il n'est pas indispensable dans les trouées





Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

Érosion Bassin versant torrentiel Glissement de terrain	Maintenir un couvert végétal maximal dans les trouées
Protection contre les chutes de blocs	Irrégularisation par bouquets Trouées n'excédant pas 40 m dans le sens de la pente Complément de régénération après 10 ans en cas de densité très inégale ou inférieure à 800 t/ha dans une trouée Pas de dépressage
Protection contre les avalanches	Irrégularisation par bouquets Trouées n'excédant pas H (hauteur du peuplement) le long des courbes de niveau et 1,5 H dans le sens de la pente, sans descendre en deçà de 20 m et 30 m Complément de régénération après 10 ans en cas de densité très inégale ou inférieure à 800 t/ha dans une trouée Pas de dépressage

Pour maintenir une structure irrégulière équilibrée, le temps de retour en trouées de régénération doit être égal à l'âge d'exploitabilité (150 ans). Pour irrégulariser une futaie régulière, il faut anticiper les premières coupes et adapter leur périodicité en fonction de la durée de survie du peuplement.

Conduite en futaie régulière ou par parquets

Caractéristiques des itinéraires sylvicoles

Conditions	Exploitation facile : D1 ou proximité des pistes en D2 Pas de rôle de protection contre les chutes de blocs ou les avalanches	
Régénération	Préférer la régénération naturelle lorsqu'elle est possible	
Préparation du sol	Non préconisée	
Complément de régénération	Fertilité 1 ou 2 Si, après 10 ans, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha sur une surface cumulée de plus de 1,5 ha dans une même unité de gestion Densité objectif 1100 t/ha après complément	
Réduction de la végétation concurrente	Dégagement aux dépens des accrus feuillus si nécessaire	
Dépressage	Conditions d'intervention : - classe de fertilité 1 - faible différenciation des semis et forte densité (> 4000 t/ha) - hauteur dominante moyenne de 6 à 8 m , pour maintenir une phase de compression et favoriser l'élagage naturel - période optimale août à décembre, pour limiter les attaques de scolytes Densité objectif : 1600 t/ha	
Première éclaircie	Déclenchement : dès que la coupe est commercialisable (volume unitaire des tiges dépassant 0,1 m ³ et volume prélevé atteignant 80 m ³ /ha)	
Éclaircies suivantes	Déclenchement et intensité d'intervention : densité en fonction de l'âge	
Coupes de régénération	<p>Coupe d'ensemencement laissant 70 % de couvert, soit 125 à 150 t/ha Conserver en priorité les sujets hauts à houppier volumineux et « longs » même si leur distribution spatiale n'est pas régulière</p> <p>Coupe secondaire conservant la moitié des tiges restantes, à réaliser sur régénération installée (c'est-à-dire, semis de plus de 50 cm, avec une densité supérieure à 1100 /ha)</p>	 
Coupe définitive	Lorsque la régénération atteint au maximum 3 m de haut	
Inflexion imposée par un risque de dépérissement ou la présence de gui	<p>En classe de fertilité 1 : dépressage plus intensif à 1100 t/ha en conservant les essences en mélange</p> <p>En classe de fertilité 2 : réduction du nombre d'éclaircies et anticipation de la récolte</p>	

Sylviculture de rattrapage

Rattrapage de la norme en une fois si la densité des tiges dépasse de moins de 30 % la densité de référence avant intervention et en deux fois dans le cas contraire.

Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

Érosion Bassin versant torrentiel Glissement de terrain	Maintenir un couvert végétal (toutes strates confondues) supérieur à 2/3 Traitement par petits parquets
Chute de blocs Avalanche	Irrégularisation (voir futaie irrégulière)

Itinéraires sylvicoles en futaie régulière

Fertilité 1	Itinéraire SP1_d5	dépressage + 5 éclaircies
Fertilité 2	Itinéraire SP2_4	sans dépressage, 4 éclaircies
Fertilité 3	(pas d'itinéraire adapté)	

Ces itinéraires ont été simulés à l'aide d'un modèle de croissance développé par l'INRA URFM (Avignon, Ph. Dreyfus).

N.B. : si la sapinière est infestée par le gui ou très affaiblie par les accidents climatiques ou si elle se trouve en bioclimat montagnard inférieur ou en adret, elle est en situation critique face au changement climatique. La sylviculture doit être adaptée pour réduire l'âge du peuplement final, car le risque de dépérissement ou de mortalité des arbres âgés augmente, et pour favoriser une essence moins sensible que le Sapin au stress hydrique.

- dans les futaies jeunes : prévoir éclaircies plus fréquentes ou plus fortes (une tige sur deux) pour obtenir une densité de 300 à 350 tiges à 100 ans en préservant les essences susceptibles de remplacer le Sapin à terme.
- dans les futaies adultes : ne pas entamer la régénération naturelle du Sapin, mais prévoir une coupe définitive des Sapins vers 120 ans et un changement d'essence, soit par voie naturelle en favorisant d'autres espèces présentes, soit par plantation.

Itinéraire SP1_d5 : classe de fertilité 1, dépressage, 5 éclaircies

Critères d'exploitabilité : diamètre 45 cm (volume unitaire moyen 1,9 m³)

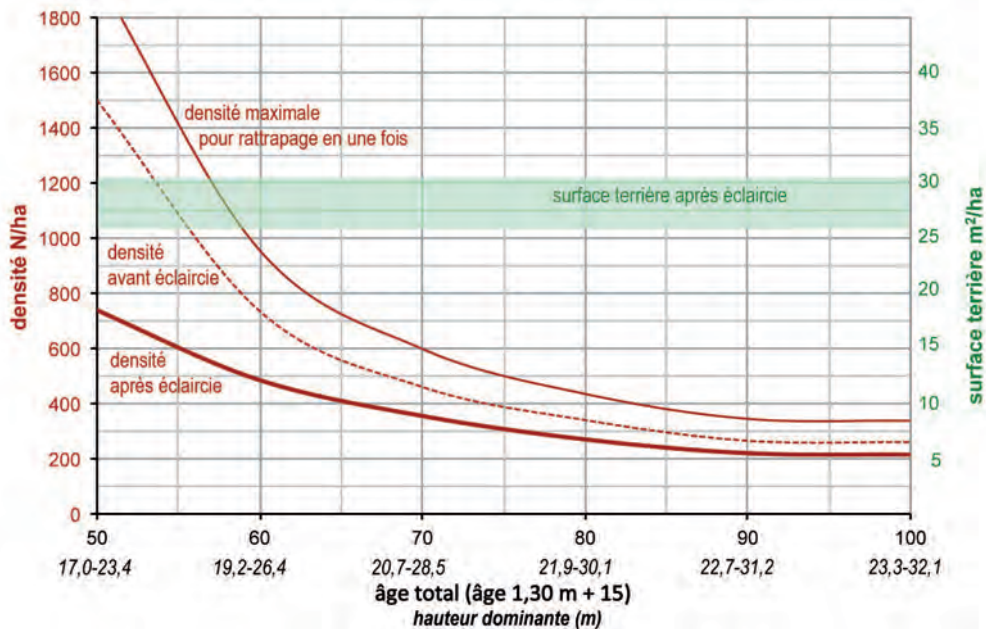
âge correspondant 100 ans

Récolte moyenne annuelle : ~ 8,1 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe			coupe			après coupe		
			Dens N/ha	G m ² /ha	Do cm	Nb %	Vol m ³ /ha	Dg cm	Dens N/ha	G m ² /ha	S %
Dépressage	-	6 - 8	-	-	-	-	-	-	1600	-	-
Éclaircie 1	50	20,1	1500	41	32	50	> 80	22	735	29	20
Éclaircie 2	60	22,1	710	42	37	32	> 80	27	485	29	22
Éclaircie 3	70	23,6	475	39	41	25	96	32	355	29	24
Éclaircie 4	80	24,5	350	38	45	23	91	36	270	29	27
Éclaircie 5	90	25,1	265	35	48	17	61	39	220	30	29
Ensemencement	100	24,2	215	35	51	42	171	46	125	20	40
Secondaire	110	23,8	125	24	51	52	151	50	60	12	58
Définitive	120	24,3	60	14	55	100	169	55	0	0	

N.B. : les valeurs de densité, de surface terrière et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



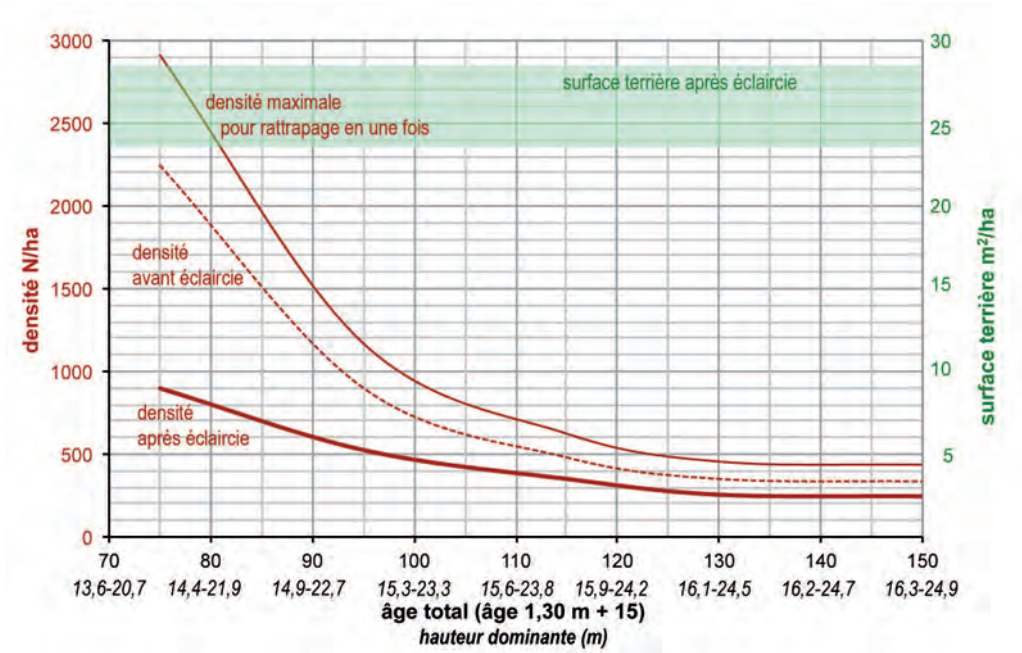
Itinéraire SP2_4 : classe de fertilité 2, sans dépressage, 4 éclaircies

Critères d'exploitabilité : diamètre 40 cm (volume unitaire moyen 1,1 m³)
 âge correspondant 150 ans
 Récolte moyenne annuelle : ~ 4,7 m³/ha.an

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe			coupe			après coupe		
			Dens N/ha	G m ² /ha	Do cm	Nb %	Vol m ³ /ha	Dg cm	Dens N/ha	G m ² /ha	S %
	70	17,0	2300	43	24						
Éclaircie 1	75	17,2	2240	50	26	60	> 100	16	900	23	21
Éclaircie 2	95	18,3	850	40	33	38	> 80	23	525	27	26
Éclaircie 3	115	18,9	505	39	39	29	83	30	360	29	30
Éclaircie 4	135	19,0	340	37	44	26	78	36	250	28	36
Ensemencement	150	18,7	235	32	47	36	94	40	150	22	47
Secondaire	160	17,9	150	24	49	50	104	45	75	13	69
Définitive	170	18,0	75	15	50	100	135	50	0	0	

N.B. : les valeurs de densité, de surface terrière et de volume sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



Conduite en futaie irrégulière sur pente faible

Typologie des peuplements irréguliers

5 catégories de grosseurs de bois :

Reg	Fourré, gaulis, bas perchis	0 à 10
PB	Petits Bois	15 à 25
BM	Bois Moyens	30 à 40
GB	Gros Bois	45 à 55
TGB	Très Gros Bois	60 et +

7 types de peuplements sont définis par la proportion de ces classes de diamètre dans la surface terrière :

- Type P : PB prépondérants en surface terrière
- Type PM : GB déficitaires en surface terrière
- Type M : BM dominants en surface terrière
- Type GM : PB déficitaires en surface terrière
- Type G : GB et TGB dominants en surface terrière
- Type PG : BM déficitaires en surface terrière
- Type J : PB, BM et GB équilibrés en surface terrière

Règles de culture

La sylviculture en futaie irrégulière consiste avant tout à récolter les arbres ayant atteint le diamètre d'exploitabilité, tout en respectant la valeur cible après coupe à l'échelle de l'unité de gestion (dans le cadre d'une situation proche de l'équilibre) et les niveaux minimal et maximal de prélèvement pour respectivement rendre la coupe commercialisable et ne pas déstabiliser le peuplement. Une éclaircie dans les bois moyens est souvent nécessaire en complément, plus rarement dans les petits bois.

Lorsque la structure par bouquets est recherchée, la récolte des gros bois ayant atteint leur diamètre d'exploitabilité se fait par bouquet complet en respectant les lisières internes vertes.

La surface terrière est le critère le plus pertinent pour quantifier le prélèvement, avec un minimum de 6 m²/ha et un maximum de 30 %.



Type	Règles de culture
P	Éclaircie dans les PB limitée aux plages faiblement hiérarchisées en diamètre
PM	Éclaircie dans les BM pour les aider à atteindre rapidement le diamètre d'exploitabilité
M	Éclaircie énergique dans les BM (la surface terrière locale d'un bouquet de BM doit toujours être ramenée à moins de 30 m ² /ha)
GM	Récolte des GB ayant atteint le diamètre d'exploitabilité d'autant plus rapide que la surface terrière avoisine 30 m ² /ha, en favorisant la régénération installée (cette récolte profite aux BM)
G	Récolte des GB ayant atteint le diamètre d'exploitabilité, d'autant plus énergiquement que la surface terrière avoisine 30 m ² /ha, pour provoquer la régénération
PG	Récolte des GB ayant atteint le diamètre d'exploitabilité, en priorité au profit de PB dominés
J	Récolte des GB ayant atteint le diamètre d'exploitabilité Éclaircie dans les BM
Tous types	Réserver des feuillus d'accompagnement dans toutes les strates, en maintenant si possible 3 à 5 m ² /ha de surface terrière feuillue concentrée sur les BM

Modulation en fonction du contexte écologique

Sapinière « sèche »

Classe de fertilité	2
Production moyenne	5 m ³ /ha.an
Organisation spatiale	par bouquets
Diamètre d'exploitabilité	45 cm
Rotation	15 ans
Surface terrière moyenne après coupe	20 m ² /ha

Sapinière montagnarde « fraîche »

Classe de fertilité	1
Production moyenne	8 m ³ /ha.an
Organisation spatiale	par bouquets ou pied à pied
Diamètre d'exploitabilité	50 à 55 cm
Rotation	10 à 12 ans
Surface terrière après coupe	25 m ² /ha (prélèvement maximum 30 % de G)

Sapinière subalpine « froide »

Classe de fertilité	2
Production moyenne	5 m ³ /ha.an
Organisation spatiale	par bouquets
Diamètre d'exploitabilité	45 cm
Rotation	15 ans
Surface terrière moyenne après coupe	20 à 25 m ² /ha

Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

<p>Érosion Bassin versant torrentiel Glissement de terrain</p>	Aucune contrainte supplémentaire
<p>Contraintes liées à la protection contre les chutes de blocs</p>	Ouvertures n'excédant pas 40 m dans le sens de la pente Complément de régénération en cas de densité très inégale ou inférieure à 800 t/ha dans une trouée – densité objectif 1100 t/ha après complément
<p>Contraintes liées à la protection contre les avalanches</p>	(sans objet sur pente faible)

Régénération des peuplements

La régénération naturelle est le mode de renouvellement recommandé, dans la mesure où le Sapin pectiné a un avenir sur la station. Les changements climatiques imposent de prévoir un changement d'essence pour les sapinières de basse altitude, en particulier si elles présentent une fertilité faible ou sont infestées par le gui.

La régénération artificielle n'est pas préconisée. En effet, la croissance initiale très lente des plants de Sapin pectiné fait que le suivi des plantations est presque impossible.

Cependant, des compléments de régénération peuvent être nécessaires.

Provenances	Utilisation de la provenance locale recommandée : AAL503 - Alpes internes du Nord AAL504 - Alpes intermédiaires AAL505 - Préalpes de Haute-Provence AAL506 - Mercantour
Type de plants	En godets 2 à 4 ans Racines nues 5 ans maximum, en conditions favorables uniquement
Densité après complément	1100 par hectare au total

Essences associées

Hêtre	La présence du Hêtre doit être favorisée pour améliorer la résilience des peuplements. En climat montagnard inférieur surtout, où le Sapin est en situation critique, mais aussi en climat montagnard moyen
Épicéa	Essence marginale dans les Alpes du Sud, l'Épicéa se trouve généralement en compagnie du Sapin. De tels mélanges pied à pied ou par bouquets se rencontrent notamment sur substrat acide à partir de 1000 m d'altitude. On connaît l'intérêt cultural de cette essence, qui mérite à ce titre d'être conservée en accompagnement
Feuillus divers	À conserver en accompagnement en climat montagnard, Érables notamment





Peuplements d'Épicéa commun

Croissance des peuplements

Nous ne disposons pas de modèle de croissance en hauteur dominante pour l'Épicéa dans les Alpes du Sud.

Objectifs sylvicoles

Le bois d'Épicéa est généralement d'excellente qualité, surtout lorsqu'il présente des accroissements fins. Il est pourtant peu recherché dans les Alpes du Sud, car il a la réputation d'être souvent touché par la pourriture rouge, ce qui impose une purge importante de la bille de pied. Comme pour le Sapin pectiné, on cherche à produire des bois de 45 à 55 cm, lorsque les contraintes de fertilité et de santé des peuplements le permettent.

Traitement

Le renouvellement de la pessière se fait de préférence par trouées. C'est donc ce type de gestion qui est préconisé dans toutes les situations, puisqu'il répond à la fois aux exigences écologiques et aux contraintes d'exploitation tout en permettant de pérenniser un rôle de protection.

	Production seule ou associée à la protection contre l'érosion, les crues torrentielles, les glissements de terrain	Production associée à la protection contre les chutes de blocs ou les avalanches
Exploitation facile D1	Futaie irrégulière par bouquets Futaie par parquets (interventions uniquement par trouées)	Futaie irrégulière par bouquets (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)
Exploitation au treuil D2	Futaie irrégulière par bouquets Futaie par parquets (interventions uniquement par trouées)	Futaie irrégulière par bouquets (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)
Exploitation difficile D3 à D4	Futaie irrégulière par bouquets Futaie par parquets (interventions uniquement par trouées)	Futaie irrégulière par bouquets (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)

Conduite par interventions uniquement par trouées

Comme on ne dispose pas de règles spécifiques pour l'Épicéa et que celui-ci est le plus souvent associé au Sapin pectiné, on appliquera les mêmes préconisations que pour le Sapin pectiné.

Caractéristiques de l'itinéraire sylvicole

Conditions	Pente forte (exploitabilité D2 à D4) ou fertilité faible Bilan économique positif
Type de coupe	Coupe rase par trouées de 0,25 ha minimum (ne pas dépasser 1 ha) totalisant 1/4 (uniquement si exploitation au tracteur) à 1/3 de la surface, dans les plages de peuplement mûr
Rotation des coupes	15 à 40 ans selon la proportion de surface exploitée à chaque passage
Préparation du sol	Non préconisée
Complément de régénération	Si 20 ans après la coupe, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha sur une surface cumulée de plus de 1,5 ha dans une même unité de gestion Densité objectif 1100 t/ha après complément
Réduction de la végétation concurrente	Dégagement aux dépens des accrus feuillus si nécessaire
Dépressage	Non préconisé. Il n'est pas indispensable dans les trouées



Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

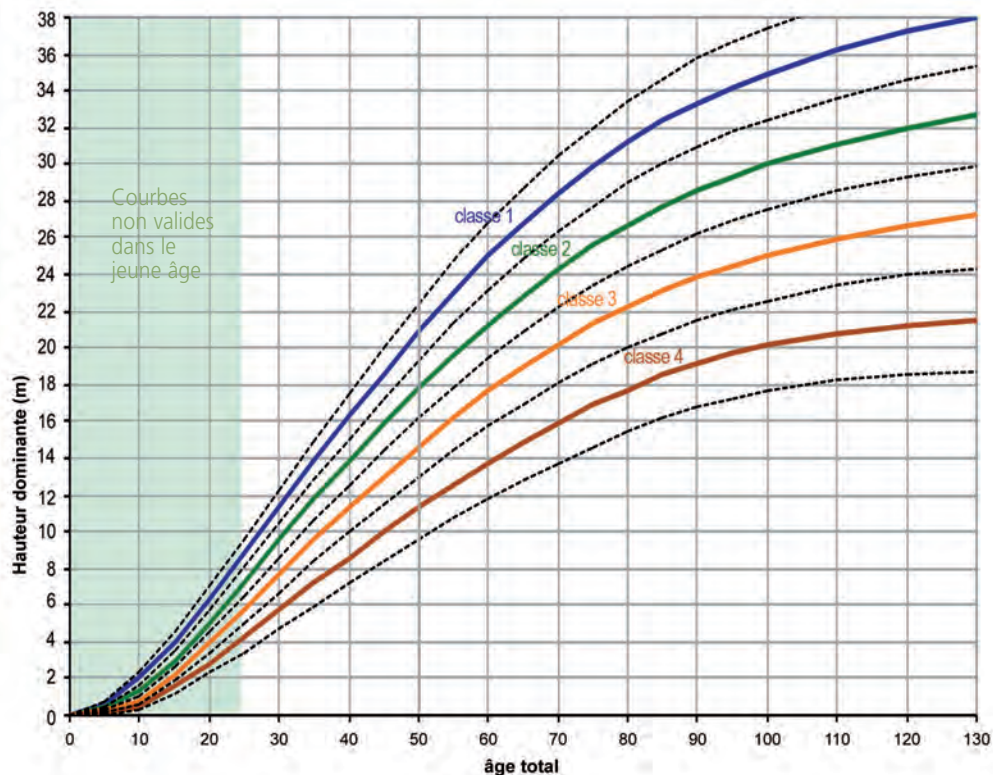
Érosion Bassin versant torrentiel Glissement de terrain	Maintenir un couvert végétal maximal dans les trouées
Protection contre les chutes de blocs	Irrégularisation par bouquets Trouées n'excédant pas 40 m dans le sens de la pente Complément de régénération après 10 ans en cas de densité très inégale ou inférieure à 800 t/ha dans une trouée Pas de dépressage
Protection contre les avalanches	Irrégularisation par bouquets Trouées n'excédant pas H (hauteur du peuplement) le long des courbes de niveau et 1,5 H dans le sens de la pente, sans descendre en deçà de 20 m et 30 m Complément de régénération après 10 ans en cas de densité très inégale ou inférieure à 800 t/ha dans une trouée Pas de dépressage

Pour maintenir une structure irrégulière équilibrée, le temps de retour en trouées de régénération doit être égal à l'âge d'exploitabilité (150 ans). Pour irrégulariser une futaie régulière, il faut anticiper les premières coupes et adapter leur périodicité en fonction de la durée de survie du peuplement.

Peuplements de Cèdre de l'Atlas

Croissance des peuplements

Le modèle de croissance en hauteur dominante a été établi par analyse de tiges (Courbet et Evans, INRA - URFM Avignon). Ce modèle s'applique aux peuplements de plus de 30 ans. Quatre classes de fertilité sont définies.



Objectifs sylvicoles

L'objectif principal assigné aux cédraies est la production de bois d'œuvre. On cherche à obtenir des grumes de 50 à 55 cm de diamètre.

Traitement

Les structures recherchées sont la futaie régulière et la futaie par parquets. La futaie irrégulière est plus adaptée en cas de forte contrainte de protection physique, mais cette situation n'existe pas actuellement.

	Production seule ou associée à la protection contre l'érosion, les crues torrentielles, les glissements de terrain	Production associée à la protection contre les chutes de blocs
Exploitation facile D1	Futaie régulière Futaie par parquets	Futaie irrégulière (renouvellement par trouées < 0,5 ha)
Exploitation au treuil D2	Futaie par parquets Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées de 0,5 ha) au-delà de 50 m des pistes	Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)
Exploitation difficile D3 à D4	Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées de 0,5 ha)	Futaie irrégulière (interventions uniquement par trouées < 0,5 ha)

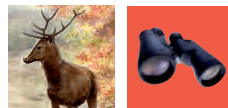
Critères d'exploitabilité

Fertilité 1	Diamètre 50 cm pour 200 t/ha	<i>âge correspondant 95 ans</i>
Fertilité 2	Diamètre 45 cm pour 200 t/ha	<i>âge correspondant 105 ans</i>
Fertilité 3	Diamètre 45 cm pour 200 t/ha	<i>âge correspondant 120 ans</i>
Fertilité 4	Diamètre 40 cm pour 250 t/ha	<i>âge correspondant 140 ans</i>

Conduite par interventions uniquement par trouées

Caractéristiques de l'itinéraire sylvicole

Conditions	Pente forte (exploitabilité D3 ou D4) Bilan économique positif
Type de coupe	Coupe rase par trouées de 0,5 ha dans les plages de peuplement mûr, totalisant 1/4 (uniquement si exploitation au tracteur) à 1/3 de la surface
Rotation des coupes	15 à 40 ans selon la proportion de surface exploitée à chaque passage
Préparation du sol	Non préconisé : le remaniement du sol lors de l'exploitation suffit
Complément de régénération	En classe de fertilité 1 à 3 Si, 20 ans après la coupe, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha sur une surface cumulée de plus de 1,5 ha dans une même unité de gestion Densité objectif 1100 t/ha après complément
Réduction de la végétation concurrente	Un dégagement éventuel en fonction de l'arrivée de la régénération et de la concurrence
Dépressage	Conditions d'intervention : - classe de fertilité 1 à 3 - faible différenciation des semis et densité supérieure à 2500 t/ha - hauteur dominante moyenne de 3 m - impérativement en automne (période optimale octobre à décembre), pour limiter les attaques de scolytes Densité objectif : 800 t/ha



Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

Érosion Bassin versant torrentiel Glissement de terrain	Maintenir un couvert végétal maximal dans les trouées
Protection contre les chutes de blocs	Irrégularisation par bouquets Trouées n'excédant pas 40 m dans le sens de la pente Complément de régénération après 10 ans en cas de densité très inégale ou inférieure à 800 t/ha dans une trouée Pas de dépressage
Protection contre les avalanches	Irrégularisation par bouquets Trouées n'excédant pas H (hauteur du peuplement) le long des courbes de niveau et 1,5 H dans le sens de la pente, sans descendre en deçà de 20 m et 30 m Complément de régénération après 10 ans, en cas de densité très inégale ou inférieure à 800 t/ha dans une trouée Pas de dépressage

Pour maintenir une structure irrégulière équilibrée, le temps de retour en trouées de régénération doit être égal à l'âge d'exploitabilité (environ 140 ans). Pour irrégulariser une futaie régulière, il faut anticiper les premières coupes et adapter leur périodicité en fonction de la durée de survie du peuplement.

Conduite en futaie régulière ou par parquets

Caractéristiques des itinéraires sylvicoles

Conditions	Exploitation facile : D1 ou proximité des pistes en D2 Pas de rôle de protection contre les chutes de blocs ou les avalanches	
Régénération	Préférer la régénération naturelle lorsqu'elle est possible	
Préparation du sol	Sur substrat calcaire : broyage de la végétation basse, au moment de la coupe d'ensemencement Sur substrat acide : mise en andains des rémanents de coupe et de la végétation basse, puis crochetage sur la moitié de la surface	
Complément de régénération	Fertilité 1 à 3 – non préconisé en fertilité 4 Si, 15 ans après la coupe d'ensemencement, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha sur une surface cumulée de plus de 1,5 ha dans une même unité de gestion Densité objectif 1100 t/ha après complément	
Réduction de la végétation concurrente	Sur substrat calcaire : un dégagement éventuel en fonction de l'arrivée de la régénération et de la concurrence Sur substrat acide : prévoir 2 ou 3 dégagements	
Dépressage	Conditions d'intervention : - classe de fertilité 1 à 3 - densité supérieure à 2500 t/ha - hauteur dominante moyenne de 3 m - impérativement en automne (période optimale octobre à décembre), pour limiter les attaques de scolytes Densité objectif : 1100 t/ha	
Sélection et élagage	Condition : classe de fertilité 1 ou 2 1 ^{er} élagage à 3 m de hauteur : - déclenchement à 8 m de hauteur dominante - sur 300 tiges/ha préalablement désignées 2 ^e élagage à 6 m de hauteur : - déclenchement à 15 m de hauteur dominante, avant la 1 ^{ère} éclaircie - sur 200 tiges/ha préalablement sélectionnées parmi les 300 désignées	
Première éclaircie	Déclenchement en fonction de la hauteur dominante (cf. tableaux) Enlèvement impératif des arbres co-dominants gênant les arbres d'avenir et des dominés Densité après intervention : 600 t/ha (800 si densité initiale forte)	
Éclaircies suivantes	Rotation : 10 à 15 ans	
Coupes de régénération	Sur substrat calcaire : coupe d'ensemencement enlevant la moitié à un tiers des tiges suivie ou non d'une coupe secondaire Sur substrat acide : coupe d'ensemencement enlevant le quart à un tiers des tiges suivie d'une coupe secondaire 5 à 10 ans après	 
Coupe définitive	Coupe définitive sur régénération installée (semis de 50 cm à 3 m de hauteur avec une densité minimale de 1100 t/ha) au plus tard 15 ans après la coupe d'ensemencement	

Sylviculture de rattrapage

Rattrapage de la norme en une fois si la densité des tiges dépasse de moins de 30 % la densité de référence avant intervention et en deux fois dans le cas contraire.

Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

Érosion Bassin versant torrentiel Glissement de terrain	Maintenir un couvert végétal (toutes strates confondues) supérieur à 2/3 Traitement par petits parquets
Chute de blocs Avalanche	Irrégularisation (voir futaie irrégulière)

Itinéraires sylvicoles en futaie régulière

Fertilité 1	Itinéraire CA1_d5	<i>dépressage + 5 éclaircies</i>
Fertilité 2	Itinéraire CA2_d5	<i>dépressage + 5 éclaircies</i>
Fertilité 3	Itinéraire CA3_d5	<i>dépressage + 5 éclaircies</i>
Fertilité 4	Itinéraire CA4_4	<i>sans dépressage, 4 éclaircies</i>

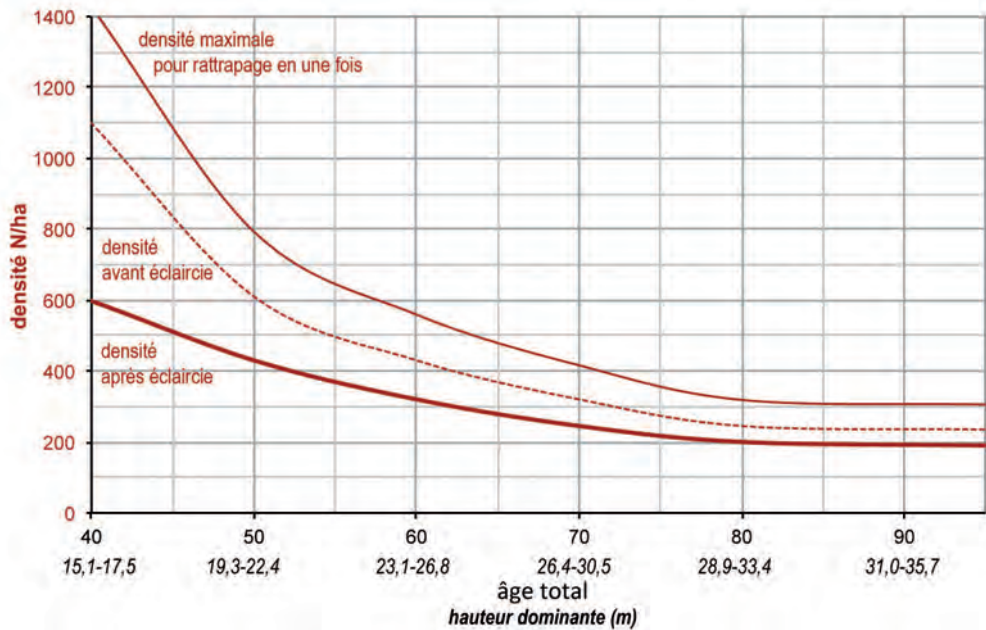
Itinéraire CA1_d5 : fertilité 1 avec dépressage ou après plantation, 5 éclaircies

Critères d'exploitabilité : diamètre 50 cm
âge correspondant 95 ans

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe		coupe		après coupe	
			Dens N/ha		Nb %		Dens N/ha	S %
Dépressage	12	3,0	-		-		1100	-
Éclaircie 1	40	16,3	1100		45		600	27
Éclaircie 2	50	20,9	600		28		430	25
Éclaircie 3	60	25,0	430		26		320	24
Éclaircie 4	70	28,4	320		23		245	24
Éclaircie 5	80	31,2	245		18		200	24
Ensemencement	95	34,2	200		45		110	30
Définitive	105	35,6	110		100		0	

N.B. : les valeurs de densité sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



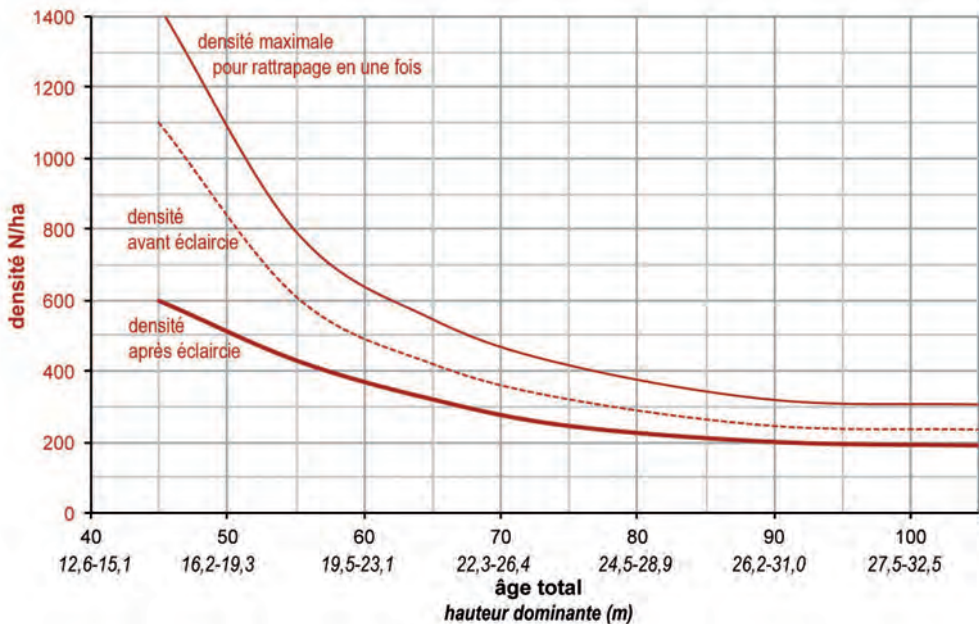
Itinéraire CA2_d5 : fertilité 2 avec dépressage ou après plantation, 5 éclaircies

Critères d'exploitabilité : diamètre 45 cm
 âge correspondant 105 ans

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe		coupe		après coupe	
			Dens N/ha		Nb %		Dens N/ha	S %
Dépressage	15	3,0	-		-		1100	-
Éclaircie 1	45	15,9	1100		45		600	28
Éclaircie 2	55	19,6	600		28		430	26
Éclaircie 3	65	22,9	430		26		320	26
Éclaircie 4	75	25,6	320		23		245	27
Éclaircie 5	90	28,6	245		18		200	27
Ensemencement	105	30,5	200		45		110	34
Définitive	115	31,5	110		100		0	

N.B. : les valeurs de densité sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



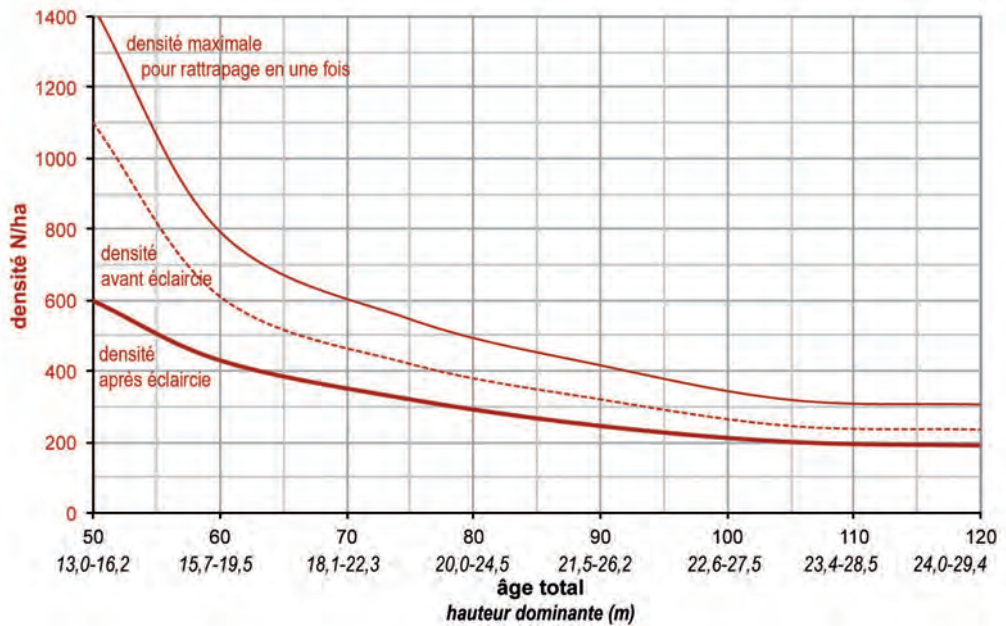
Itinéraire CA3_d5 : fertilité 3 avec dépressage ou après plantation, 5 éclaircies

Critères d'exploitabilité : diamètre 45 cm
âge correspondant 120 ans

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe		coupe		après coupe	
			Dens N/ha		Nb %		Dens N/ha	S %
Dépressage	17	3,0	-		-		1100	-
Éclaircie 1	50	14,6	1100		45		600	30
Éclaircie 2	60	17,6	600		28		430	29
Éclaircie 3	75	21,3	430		26		320	28
Éclaircie 4	90	23,8	320		23		245	29
Éclaircie 5	105	25,0	245		18		200	30
Ensemencement	120	26,7	200		45		110	38
Définitive	130	27,2	110		100		0	

N.B. : les valeurs de densité sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



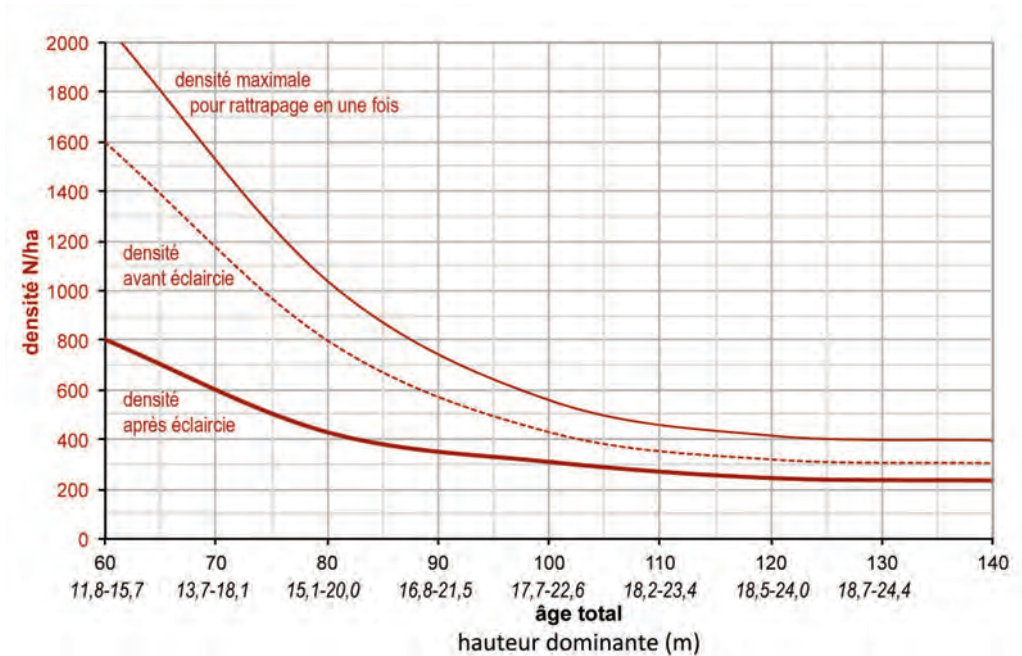
Itinéraire CA4_4 : fertilité 4 sans dépressage, 4 éclaircies

Critères d'exploitabilité : diamètre 40 cm
 âge correspondant 140 ans

Caractéristiques du peuplement et prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe		coupe		après coupe	
			Dens N/ha		Nb %		Dens N/ha	S %
Initial	20	3,0	-					
Éclaircie 1	60	13,3	-		-		800	29
Éclaircie 2	80	17,7	800		46		430	29
Éclaircie 3	100	20,0	430		26		320	30
Éclaircie 4	120	21,3	320		23		245	32
Ensemencement	140	21,5	245		47		130	44
Définitive	150	21,5	130		100		0	

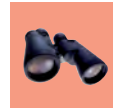
N.B. : les valeurs de densité sont données pour des peuplements pleins. Ramenées à la surface en sylviculture, elles doivent être réduites (de 15 à 20 %) pour tenir compte des inévitables hétérogénéités des peuplements de montagne.



Conduite en futaie irrégulière par bouquets

Caractéristiques de l'itinéraire sylvicole

Conditions	Exploitable D1 Protection contre la chute de pierres et blocs Bilan économique positif
Type de coupe	Coupes jardinatoires avec ouverture de trouées n'excédant pas 0,25 ha et 40 m dans le sens de la pente, de préférence dans les plages de peuplement mûr et totalisant 1/4 à 1/3 de la surface Amélioration entre les trouées dans les bois moyens
Rotation des coupes	15 à 30 ans selon la proportion de surface exploitée à chaque passage
Préparation du sol	Non préconisée
Complément de régénération	Si, après 10 ans, la régénération naturelle des essences objectifs présente une densité inférieure à 800 t/ha ou une répartition très inégale dans une trouée Densité objectif 1100 t/ha après complément
Réduction de la végétation concurrente	Un dégagement éventuel en fonction de l'arrivée de la régénération et de la végétation concurrente
Dépressage	Conditions d'intervention : - classe de fertilité 1 à 3 - faible différenciation des semis et densité supérieure à 2500 t/ha - hauteur dominante moyenne de 3 m - impérativement en automne (période optimale octobre à décembre), pour limiter les attaques de scolytes Densité objectif : 1100 t/ha



Dosage et périodicité des interventions (voir le document d'aménagement)

Pour maintenir une structure irrégulière équilibrée, le temps de retour en trouées de régénération doit être égal à l'âge d'exploitabilité (environ 120 ans). Pour irrégulariser une futaie régulière, il faut anticiper les premières coupes et adapter leur périodicité en fonction de la durée de survie du peuplement.

Régénération artificielle

La régénération naturelle doit absolument être favorisée pour renouveler les cédraies.

La régénération artificielle est la solution lorsque l'on constate l'absence de semis 10 ans après la coupe d'ensemencement en classe de fertilité 1 et 2, quelle que soit la pente, et après 15 à 20 ans pour les autres classes de fertilité si la pente est inférieure à 40 %.

Provenances	Utilisation de la provenance locale recommandée : - CAT PP01 Ménerbes, matériel testé - CAT PP02 Ventoux, matériel testé - CAT PP03 Saumon, matériel testé
Type de plants	1+0G et hauteur minimale de 11 cm au-dessus du collet
Densité de plantation	1100 plants par ha ou 800 plants par ha si la pente est supérieure à 40 %
Préparation du terrain	Si pente < 40 % avec végétation arbustive et rémanents importants : mise en andains en fin d'hiver, puis ouverture de potets mécaniques en été Si pente < 40 % avec végétation arbustive et rémanents peu importants : broyage de la végétation et des rémanents en août /septembre, puis sous-solage simple Si pente > 40 % en classe de fertilité 2 avec végétation arbustive et rémanents importants : mise en andains de la végétation et des rémanents en fin d'hiver, puis ouverture de potets mécaniques en été
Réduction de la végétation concurrente	Le Cèdre craint la concurrence végétale et notamment les frottements qu'elle occasionne Prévoir 3 dégagements manuels maximum dans les 5 ans après la plantation
Regarnis	Si la plantation présente un taux de réussite inférieur à 60 % sur une surface cumulée supérieure à 1,5 ha au sein de l'unité de gestion
Protection	Le Cèdre est sensible aux dégâts occasionnés par les lagomorphes et les grands ongulés (abrouissement, frottis et écorçage) Prévoir des protections individuelles ou une clôture si la végétation accompagnatrice n'est pas suffisante pour assurer une protection physique des plants

Essences associées

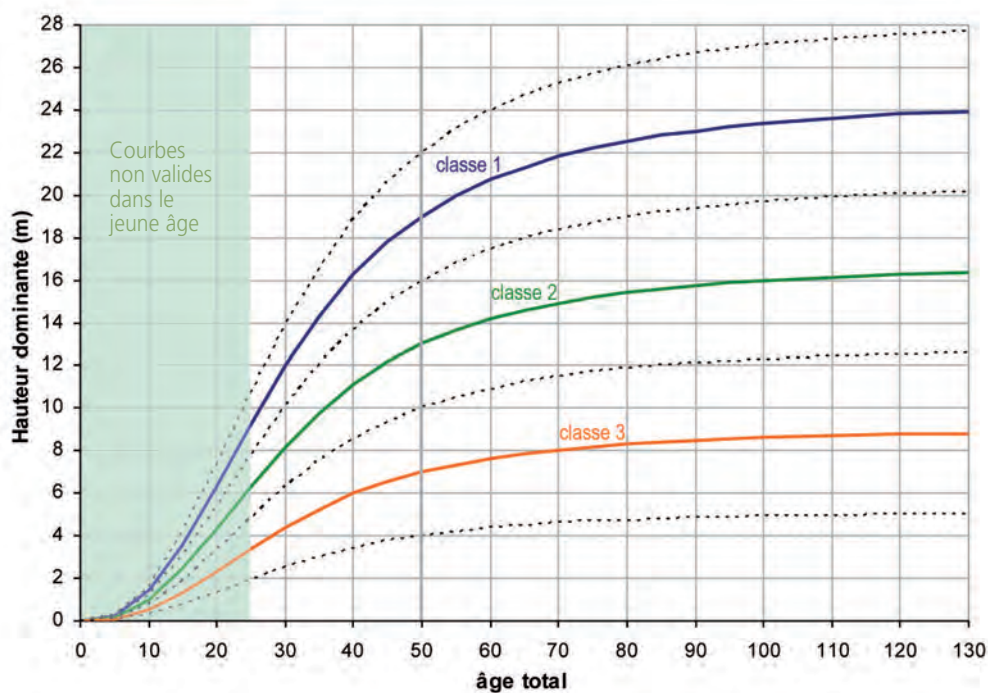
<p>Pin noir d'Autriche</p>	<p>Le Cèdre côtoie parfois le Pin noir et semble capable de gagner aux dépens de celui-ci, à la faveur d'une régénération plus facile</p>
<p>Chêne pubescent</p>	<p>Le Cèdre peut être utilisé en enrichissement dans le taillis de Chêne pubescent, en placeaux de 25 ares, sur station fertile uniquement. Il s'installe spontanément dans les chênaies méditerranéennes autour des noyaux de dissémination</p>
<p>Feuillus divers</p>	<p>Le maintien de feuillus divers en accompagnement dans les cédraies trop pures est favorable</p>



Peuplements de Hêtre

Croissance des peuplements

Le faisceau des courbes de croissance en hauteur a été obtenu à partir des placettes IFN des départements 04, 05, 07, 11, 26, 30, 34, 48, 66, 84 (Dreyfus, INRA - URFM Avignon). Trois classes de fertilité sont définies en fonction de la hauteur dominante à 50 ans.



Objectifs sylvicoles

Depuis plus d'un siècle, les hêtraies des Alpes du Sud fournissent exclusivement du bois de chauffage. Ceci reste le principal objectif assigné aux hêtraies. La production de bois d'œuvre est sans doute possible dans les meilleures parcelles où certains bois pourraient déjà être valorisés en déroulage.

Le principal problème des hêtraies est une mauvaise accessibilité du fait de l'absence de desserte et de fortes pentes. Les taillis les moins accessibles sont inexploités depuis longtemps et ont évolué en futaie sur souche.

Traitement

Le Hêtre peut être mené en taillis, taillis sous futaie et futaie. Le TSF et la futaie, actuellement très marginaux, sont réservés aux peuplements de bonne fertilité. Une structure irrégulière doit être recherchée lorsque le rôle de protection est déterminant.

Les choix de gestion sont donc potentiellement très larges. Cependant, la capacité du taillis de Hêtre à rejeter est incertaine au-delà de 70 ans. Le traitement à appliquer dépend donc autant de l'âge du peuplement que de l'objectif déterminant, des contraintes d'exploitation et de la fertilité.

	Production seule ou associée à la protection contre l'érosion, les crues torrentielles, les glissements de terrain	Production associée à la protection contre les chutes de blocs ou les avalanches
Exploitation facile D1	Taillis simple, TSF Futaie régulière	Taillis simple par bouquets
Exploitation au treuil D2	Taillis simple, TSF	Taillis simple par bouquets
Exploitation difficile D3 à D4	Taillis simple	Taillis simple par bouquets


Critères d'exploitabilité

Taillis	Âge 40 à 50 ans	
Futaie	Diamètre 50 cm pour 100 t/ha en fertilité 1	âge correspondant 105 ans

Conduite en taillis simple ou en taillis sous futaie

Maintien du taillis simple

Le taillis simple présente les avantages d'une gestion simple et économique ; aucun investissement n'est nécessaire.

Conditions	Classe de fertilité 1 à 3 Âge du taillis < 70 ans	
Type d'intervention	Coupe rase	
Rotation des coupes	40 à 50 ans	

Gestion en taillis sous futaie

Le taillis sous futaie permet d'essayer d'obtenir des produits mieux valorisés que le bois de chauffage, sans investissement financier.

La conversion d'un taillis en TSF ne convient qu'aux peuplements stables. Si H/D ≥ 85, choisir soit le maintien du taillis, soit la conversion en futaie.


Conditions	Classe de fertilité 1 ou 2 Âge du taillis < 70 ans
Objectifs pour la futaie	Âge d'exploitabilité des arbres de futaie : 120 ans Diamètre d'exploitabilité : 40 à 50 cm en fertilité 1, 35 à 45 cm en fertilité 2 Hauteur de la bille de pied sans branches des arbres de futaie : 6 m Surface terrière après coupe : 7 à 9 m ² /ha (à titre indicatif)
Type d'intervention	Coupe de taillis et balivage
Rotation des coupes	40 ans
Conversion d'un taillis simple en TSF	Année n : coupe de taillis en balivant 100 t/ha Année n + 40 : coupe de taillis en balivant 100 t/ha et récolte de ½ des modernes/ha Année n + 80 : coupe de taillis en balivant 100 t/ha et récolte de ½ des modernes/ha et récolte des anciens (en laisser au moins 5/ha pour la biodiversité) Année n + 120 : idem n + 80 Conserver les essences secondaires
Maintien du TSF	Coupe de taillis en balivant 100 t/ha et récolte de ½ des modernes/ha et récolte des anciens (en laisser au moins 5/ha pour la biodiversité) Conserver les essences secondaires
Précautions	Balivage et martelage hors sève pour une meilleure évaluation des tiges Exploitation hors sève si possible

Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

Érosion Bassin versant torrentiel Glissement de terrain	Coupes de préférence par petits parquets
Chute de blocs Avalanche	Irrégularisation (voir taillis par bouquets)

Conduite en taillis simple par bouquets

Caractéristiques de l'itinéraire sylvicole

Conditions	Protection contre la chute de pierres et blocs ou contre les avalanches
Type d'intervention	Coupe par trouées sur 1/3 de la surface 
Rotation des coupes	15 ans
Modalités	Trouées n'excédant pas 20 m dans le sens de la pente Largeur de trouées n'excédant pas 15 m pour la protection contre les avalanches Exploitation rez terre Proscrire l'exploitation en période de gel ainsi qu'en juillet-août
Irrégularisation d'un taillis équienne	Anticiper la première intervention à 40 ans pour que les dernières cépées exploitées au 3 ^e passage aient 70 ans maximum

Estimation du prélèvement

Une bonne estimation du volume sur pied ne peut être faite qu'en fonction des caractéristiques locales du peuplement. La méthode la plus simple est l'application de la formule :

$$v = f \times G \times H,$$

avec v = volume en m³ ; f = coefficient de forme ~ 0,5 ; G = surface terrière ; H = hauteur totale moyenne

Conversion et conduite en futaie régulière

La futaie régulière devrait fournir, à terme, des produits mieux valorisés que le bois de chauffage. Elle assure le maintien d'un couvert forestier plus pérenne que le taillis et permet la maturation de l'habitat.

On manque cependant de référence. L'obtention de bois de qualité n'est pas assurée, surtout en première génération, et la mise en lumière des balivaux peut provoquer des coups de soleil.

Conversion du taillis en futaie régulière

Cet itinéraire demande à être validé. Il ne peut s'appliquer que dans des situations très marginales. Il est envisageable pour les peuplements de bonne fertilité (classe 1), dans le but de produire du bois d'œuvre.

Il est aussi proposé pour renouveler les peuplements de fertilité intermédiaire (classe 2) lorsque le taillis n'est plus en mesure de rejeter. La production de bois d'œuvre est alors illusoire et il sera préférable de traiter à nouveau en taillis ces régénérations issues du renouvellement par conversion.

Conditions	Classe de fertilité 1 ou taillis âgé > 70 ans en classe de fertilité 2
Âge d'exploitabilité	120 ans
Objectifs	Diamètre d'exploitabilité : 40 à 50 cm en fertilité 1 et 35 à 45 cm en fertilité 2 Hauteur de la bille de pied sans branche : 6 m
Balivage	Choisir les brins les plus vigoureux en priorité les brins de franc pied ou en cours d'individualisation Maintenir des brins d'autres essences Intensité du balivage (à titre indicatif, d'après le Guide de sylviculture du Massif Central) : - si H ~ 10 - 13 m : 600 à 800 t/ha - si H ~ 14 - 16 m : 400 à 600 t/ha - si H ~ 18 m et + : 200 à 400 t/ha
Coupes suivantes	Éclaircies fortes Rotation : 15 à 20 ans Déclenchement : $G > 25 \text{ m}^2$ G après coupe : 15 m^2
Modalités	Martelages et exploitations hors sève si possible Marquage en réserve Si $H/D \geq 85$, cet itinéraire peut-être appliqué, mais les interventions devront être modérées et plus rapprochées dans le temps Plus le taillis est jeune quand le balivage est réalisé, plus les chances seront grandes d'obtenir du bois d'œuvre dès la première génération Dans le cas de présence de vieilles réserves, il est préférable d'en laisser environ 5/ha sur pied au titre de la biodiversité
Régénération	Voir page suivante la régénération naturelle en futaie régulière

Conduite en futaie régulière

N.B. : cet itinéraire mérite d'être validé.

La futaie régulière n'est envisageable que sur les meilleures stations et dans les parcelles accessibles. En effet, les produits intermédiaires ne sont pas favorisés et seule une bonne fertilité permet d'optimiser le peuplement final et d'espérer un débouché autre que le bois de chauffage.

Condition	Classe de fertilité 1	
Âge d'exploitabilité	100 à 120 ans	
Objectifs	100 arbres de qualité Diamètre d'exploitabilité : 50 cm Hauteur de la bille de pied sans branche : 6 m	
Type d'intervention	Détourages et éclaircies au profit exclusif des tiges d'avenir	
Rotation des coupes	10 à 15 ans	
Première intervention	Hauteur d'intervention : 14 à 15 m Désignation de 100 tiges d'avenir par hectare Favoriser le mélange d'essences parmi les tiges d'avenir Enlèvement de toutes les tiges concurrentes des 100 arbres désignés, en particulier à l'amont pour limiter le déséquilibre des houppiers et les contraintes internes Conserver le sous-étage et les dominés Pas d'intervention en dehors du voisinage des tiges sélectionnées Réaliser si possible les exploitations hors sève Si H/D ≥ 85, cet itinéraire peut être appliqué, mais les interventions devront être modérées et plus rapprochées dans le temps	
Interventions suivantes	Éclaircies similaires (enlèvement de toutes les tiges concurrentes) au profit des 100 tiges désignées, jusqu'à l'élimination de toutes les autres tiges dominantes ou co-dominantes	
Coupes de régénération	Si possible, coupe de préparation dans les bois moyens (inutile dans les GB) 10 à 20 ans avant la coupe d'ensemencement (le but est de permettre aux houppiers de se développer) Coupe d'ensemencement par pieds d'arbres G ~ 15 m ² après coupe Une coupe secondaire sur régénération installée (c'est-à-dire, semis de 50 cm à 3 m, avec une densité supérieure à 1100 /ha) G ~ 5 à 10 m ² après coupe	 
Préparation du sol	Inutile	
Coupe définitive	Coupe définitive sur régénération de 2 m de haut	

Production

Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

Érosion Bassin versant torrentiel Glissement de terrain	Aucune sujétion supplémentaire
Chute de blocs Avalanche	Traitement inadapté. Nécessité d'une structure irrégulière

Essences associées

Pin noir d'Autriche Pin sylvestre	Si le Pin est très minoritaire, sa régénération n'est pas possible. Exploiter les Pins préexistants lorsqu'ils sont mûrs (si la proportion de Pin est importante, cf. peuplements mélangés)
Chêne pubescent	Il existe des peuplements mixtes en zone de transition entre supraméditerranéen et montagnard. La dynamique forestière est souvent favorable au Hêtre, mais le maintien du Chêne est souhaitable car le Hêtre est en limite inférieure
Feuillus divers	Conserver des feuillus divers en accompagnement

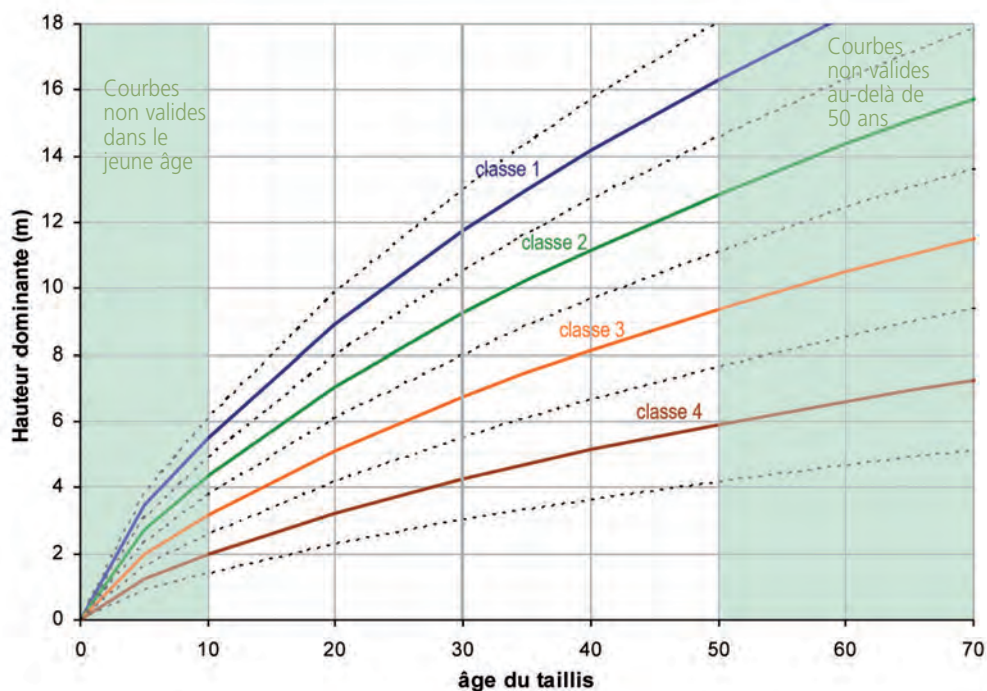


Peuplements de Chêne pubescent

Croissance des peuplements

Le modèle de croissance a été élaboré par Y. Duché (1983) pour les taillis. La validité des courbes est optimale entre 10 et 50 ans ; au-delà, le modèle repose sur des suppositions.

On distingue 4 classes de fertilité en fonction de la hauteur dominante du taillis à 30 ans. Sachant que la classe 1 représente de l'ordre de 1 à 2 % de la surface des chênaies pubescentes, elle est ici regroupée avec la classe 2 pour définir les itinéraires de gestion.



Objectifs sylvicoles

Les qualités technologiques du Chêne pubescent permettraient d'envisager son utilisation en charpente et menuiserie. Cependant, le bois de chauffage reste le seul débouché avec un marché en développement. Le traitement en taillis demeure le plus adapté à cet objectif.

Traitement

Pour des raisons historiques liées à son utilisation en bois de chauffage ou pour le charbon de bois, le traitement en taillis concerne plus de 90 % des surfaces de Chêne pubescent en région PACA. La futaie n'est envisageable que localement sur les stations les plus fertiles.


	Production seule ou associée à la protection contre l'érosion, les crues torrentielles, les glissements de terrain	Production associée à la protection contre les chutes de blocs
Exploitation facile D1	Taillis simple, futaie régulière	Taillis simple par bouquets
Exploitation au treuil D2	Taillis simple par parquets	Taillis simple par bouquets
Exploitation difficile D3 à D4	Taillis simple par parquets	Taillis simple par bouquets

Critères d'exploitabilité

Taillis	Âge 50 ans en classe de fertilité 1 ou 2 Âge 40 ans en fertilité 3	
Futaie	Diamètre 45 cm en classe de fertilité 1 Diamètre 35 cm en classe de fertilité 2	âge correspondant 100 à 140 ans

Conduite en taillis simple

Caractéristiques de l'itinéraire sylvicole

Condition	Classe de fertilité 1 à 3	
Type d'intervention	Coupe rase	
Rotation des coupes	50 ans en classe 1 ou 2 40 ans en classe 3 La capacité à rejeter diminue avec le temps et la fertilité. On préconise donc une priorité de passage en coupe pour les taillis les plus âgés et les classes de fertilité les plus faibles	
Modalités	Exploitation rez terre	
À proscrire	Exploitation en période de gel ainsi qu'en juillet-août Balivage généralisé	

Estimation du prélèvement

Peuplement				Coupe	
Classe de fertilité	Âge an	Ho m	G m ² /ha	Volume découpe 4 cm	Volume découpe 7 cm
1 ou 2	50	> 11	28 à 32	130 à 220	120 à 210
3	40	6,5 à 10	20 à 25	70 à 110	60 à 100

Enrichissement

Dans un objectif de production, compte tenu du coût des investissements et du caractère aléatoire de la réussite de plantations, seule est envisageable une stratégie d'implantation de noyaux d'enrichissement en se limitant aux stations les plus favorables.


Condition	Classe de fertilité 1 ou 2
Essence	Cèdre de l'Atlas ou Cèdre du Liban
Modalités	Placeaux de 25 ares au moins (150 plants minimum)

Adaptation pour maintien d'un rôle de protection physique

Érosion Bassin versant torrentiel Glissement de terrain	Coupes de préférence par petits parquets
Chute de blocs Avalanche	Irrégularisation (voir taillis par bouquets)

Conduite en taillis simple par bouquets

Caractéristiques de l'itinéraire sylvicole

Conditions	Classe de fertilité 1 ou 2 Risques de chute de pierres et blocs
Type d'intervention	Coupe par trouées sur 1/3 de la surface 
Rotation des coupes	15 ans
Modalités	Trouées n'excédant pas 20 m dans le sens de la pente Exploitation rez terre
Irrégularisation d'un taillis équienne	Anticiper la première intervention à 40 ans pour que les dernières cépées exploitées au 3 ^e passage aient 70 ans maximum
À proscrire	Exploitation en période de gel ainsi qu'en juillet-août

Estimation du prélèvement

Une bonne estimation du volume sur pied ne peut être faite qu'en fonction des caractéristiques locales du peuplement. Le tableau ci-dessous fournit un ordre de grandeur.

Peuplement				Coupe	
Classe de fertilité	Âge an	H ₀ m	G m ² /ha	Volume découpe 4 cm	Volume découpe 7 cm
1 ou 2	45	> 10,5	27 à 31	40 à 70	35 à 65

Conversion et conduite en futaie régulière

Ce traitement actuellement rarissime doit rester marginal.

Conversion du taillis en futaie régulière

La conversion impose un sacrifice d'exploitabilité et la futaie ne permet pas d'optimiser la production de bois de chauffage. La conversion n'est donc envisageable que lorsqu'un autre objectif associé à la production la justifie. Les incertitudes sur la capacité de régénération naturelle des taillis vieillis imposent la plus grande prudence et le recours à une phase d'expérimentation préalable.

D'autre part, l'hétérogénéité stationnelle, fréquente sur une même parcelle, impose souvent de recourir aux 2 types de traitement : conversion en futaie sur souches sur les meilleures stations (talwegs, colluvions de bas de pente ou sur replat, ...) et taillis sur le reste de la parcelle.

Les éclaircies préparatoires à la conversion (EPC) sont assez progressives pour prévenir le dessèchement et la descente de cime auxquels le Chêne pubescent est sujet.

Conditions	Classe de fertilité 1 ou 2 Pente faible < 40 % Pas de rôle de protection contre la chute de pierres ou blocs Structure initiale taillis simple (ou taillis sous futaie) Couvert fermé et densité > 1000 tiges/ha à 50 ans Régénération naturelle par glandées envisageable à terme avec de bonnes chances de réussite
Diamètre d'exploitabilité	45 cm en classe de fertilité 1 35 cm en classe de fertilité 2
Âge d'exploitabilité	100 à 140 ans
Type d'interventions	Éclaircies préparatoires à la conversion
Rotation	20 ans
Première coupe (EPC1)	Désignation préalable de 200 tiges/ha Cloisonnement d'exploitation de 4 m tous les 15 à 20 m, pour optimiser le débardage et obtenir un volume suffisant au 1 ^{er} passage Préservation des feuillus divers associés et travail à leur profit, (pour pallier une éventuelle insuffisance de la régénération naturelle de Chêne pubescent) Éclaircies enlevant environ 30 % de la surface terrière sur pied Coupe par le bas, prélevant environ 1 tige sur 2
Coupes suivantes (EPC2, EPC3)	Éclaircies prélevant environ 40 % de la surface terrière sur pied Par le haut en dégageant progressivement les arbres objectifs désignés lors du 1 ^{er} passage

Régénération naturelle

La régénération naturelle du Chêne pubescent est très mal connue. Le maintien d'un couvert latéral pendant quelques années semble favorable à l'installation et surtout à la survie, souvent problématique, des semis.

Coupes de régénération	Coupe d'ensemencement par trouées de 20 m de diamètre avec exploitation du sous-étage suivie d'une coupe secondaire
Préparation du sol	Crochetage au moment de l'ensemencement (effet bénéfique à confirmer)
Coupe définitive	Coupe définitive 10 à 15 ans après la coupe d'ensemencement

Caractéristiques du peuplement et estimation des prélèvements

Type d'opération	Âge an	Ho m	avant coupe		coupe		après coupe	
			Dens N/ha	G m³/ha	Nb %	Vol m³/ha	Dens N/ha	G m³/ha
EPC 1	50	12,5	2500 à 4000	31	50	45 à 65	1200 à 2000	21
EPC 2	70	15,0	1200 à 2000	26	60	45 à 65	500 à 800	16
EPC 3	90	18,0	500 à 800	21	60	45 à 60	200 à 300	12
Ensemencement	120	19,0	200 à 300	17	35		125 à 200	
Secondaire	125		125 à 200		40 à 50		75 à 100	
Définitive	130		75 à 100		100		0	

Chiffres à titre indicatif, d'après le Guide de sylviculture du Chêne pubescent (Santelli coord., 1996)

Conduite de la futaie régulière

À définir (aucun élément disponible au moment de la rédaction du guide)

Conditions	Classe de fertilité 1 ou 2
Âge d'exploitabilité	120 ans
Diamètre d'exploitabilité	35 à 45 cm
Modalités	À définir

Essences associées

Pin noir d'Autriche Pin sylvestre	<p>Il s'agit généralement d'une pineraie claire colonisée par le Chêne</p> <p>Soit objectif Chêne : exploitation des Pins à maturité, à l'occasion d'une coupe de taillis</p> <p>Soit objectif Chêne + Pin : pérennisation d'une « futaie résineuse sur taillis » (plus facile avec le Pin noir qu'avec le Pin sylvestre – voir fiche peuplements mélangés)</p>
Hêtre	<p>Traitement en taillis simple</p> <p>Il n'est pas souhaitable de favoriser le Hêtre</p>
Cèdre de l'Atlas	<p>Le Cèdre de l'Atlas a souvent été implanté à proximité de chênaies, parfois en enrichissement dans le taillis. On préconise dans ce cas l'implantation de bouquets de Cèdre de 25 ares, uniquement sur station fertile (classe de fertilité 1 ou 2)</p> <p>Son tempérament lui permet de s'installer spontanément au sein du taillis, avec la capacité de le dominer voire, à terme, de l'étouffer</p>
Feuillus divers	<p>Les Érables et Sorbiers sont fréquents dans la chênaie pubescente. Leur maintien dans une proportion de 15 à 25 % est bénéfique</p>

Trufficulture (restauration de truffières naturelles)

Investissements à réserver exclusivement aux stations identifiées comme favorables à une production au minimum moyenne de truffes.

Mesure 1 : dosage des essences	Élimination des résineux éventuels avec si possible enlèvement des produits et en évitant d'endommager le sol
Mesure 2 : gestion du couvert forestier	Couvert inférieur à 40 % à maintenir ou restaurer par coupe rase, arrachage et enlèvement précautionneux des souches de cépées en surnombre Maintien de cépées entières réparties uniformément
Mesure 3 : gestion de la matière organique	Gestion de la matière organique du sol afin d'en faciliter la décomposition : - soit enfouissement de l'humus par labour peu profond (sans modification de la structure du sol) - soit décapage superficiel (plus délicat) En complément, création de cultures à gibier par semis de céréales (récolte ou destruction de la paille et des épis préconisée)
Mesure 4 : entretien courant	Entretien de la truffière pour limiter la concurrence de la végétation (surtout herbacée) : - entretien manuel (ratissage, binage, arrachage, ...) sur de petites surfaces ou seulement sur les « brûlés » et/ou entretien mécanique par griffonnage et/ou entretien biologique par pâturage d'ovins en prenant garde à éviter tout tassement du sol - élimination éventuelle de branches basses ou de rejets dominés pour favoriser l'éclaircissement du sol
Mesure 5 : renouvellement	Renouvellement de la truffière si dépérissement ou baisse de la production Recépage à réaliser progressivement sur 5 ans (temps de reprise de la production de truffes sur un pied recépe)





Peuplements mêlangés

L'histoire des forêts dans les Alpes du Sud fait que les peuplements sont presque toujours monospécifiques : mélèzeins où l'on pratiquait le sylvopastoralisme, et dans lesquels les forestiers avaient pour consigne d'arracher les semis de Sapin lors des martelages, sapinières dédiées au bois de charpente où le Hêtre n'avait pas sa place, hêtraies et chênaies communales, mises en défens et traitées en taillis pour le bois de chauffage, pineraies noires artificielles héritées des reboisements RTM, pineraies sylvestres issues de la colonisation spontanée d'espaces ouverts autrefois agricoles ou pastoraux.

Cette situation est complexifiée depuis plusieurs décennies par une dynamique naturelle qui s'amplifie, d'autant plus qu'elle n'est pas contrariée par une gestion de plus en plus extensive.

Un peuplement forestier est considéré comme mélangé lorsque la seconde essence la plus représentée, en surface terrière, représente plus de 25 % de la surface terrière totale. Ceci peut justifier le choix de plusieurs essences objectifs.

La gestion de peuplements mélangés, avec un objectif de maintien du mélange sur le long terme, se heurte à de nombreuses difficultés liées notamment à l'autécologie des essences et à la puissance des dynamiques naturelles résultant de la compétition entre elles.

On peut distinguer trois types de mélanges selon le tempérament des essences en présence :

1. mélange d'essences pionnières ou post-pionnières : cela concerne le Pin noir d'Autriche, le Pin sylvestre, le Pin à crochets, le Mélèze, le Cèdre de l'Atlas et le Chêne pubescent. Les situations existantes sont décrites et assorties de principes de gestion.
2. colonisation d'essences climaciques dans des peuplements pionniers : cela concerne le Hêtre, le Sapin et le Pin cembro d'une part, les essences précédentes d'autre part.
3. mélanges d'essences climaciques : cela concerne potentiellement le Hêtre, le Sapin et le Pin cembro. De tels peuplements n'existent pratiquement pas dans les Alpes du Sud. Aucune règle de gestion ne peut donc être développée dans le guide.

Il n'existe pas d'itinéraires sylvicoles précis, analogues à ceux des peuplements monospécifiques, pour gérer les mélanges. C'est pourquoi les préconisations présentées ici restent générales et de niveau hétérogène.

Rappel concernant les feuillus divers

Les formations supraméditerranéennes et montagnardes s'enrichissent peu à peu de feuillus divers, Érables et Sorbiers notamment, sans que les sylvicultures appliquées ne soient orientées pour les favoriser. L'apport bénéfique de ces essences en matière de biodiversité et d'amélioration des conditions nutritionnelles pour l'avifaune milite en faveur de leur maintien. Il faut cependant veiller à ce qu'elles restent secondaires et ne constituent pas une concurrence trop forte pour la régénération de l'essence objectif.

Mélanges d'essences pionnières ou post-pionnières

Pin sylvestre et Pin à crochets

Le tempérament de ces deux espèces est assez voisin et permet leur conduite en peuplements mélangés, sans qu'une dominance ne s'exprime en faveur de l'une des deux. On pourra donc pratiquer la sylviculture préconisée pour les peuplements purs de l'essence prépondérante.

Il existe une possibilité d'hybridation entre le Pin sylvestre et le Pin à crochets, l'hybride étant connu sous le nom de Pin de Bouget.

Pins et Mélèze

Les peuplements mélangés de Mélèze et de Pins pionniers (Pin sylvestre, Pin à crochets, parfois Pin noir d'Autriche) présentent le grand avantage d'une régénération naturelle du Mélèze très aisée, sans même qu'il soit pratiqué d'opérations spécifiques comme le décapage du sol. L'avenir du Mélèze dans ces zones ne semble donc pas poser de problèmes particuliers, l'équilibre des essences pouvant être contrôlé lors des dégagements et dépressages. Le Mélèze sera choisi comme essence principale, pour son intérêt économique et patrimonial supérieur, en conservant une proportion de Pin suffisante pour favoriser la régénération des deux essences. Les âges d'exploitabilité différents des essences imposent dans ce cas un traitement irrégulier, avec des mélanges par petits bouquets ou par pieds d'arbres.

Pin sylvestre et Chêne pubescent

Un mélange stable entre Pin sylvestre et Chêne pubescent est possible en climat supraméditerranéen où les deux essences peuvent cohabiter. Le choix de l'essence objectif sera largement conditionné par la proportion et la dynamique des deux essences.

Pin sylvestre majoritaire sur Chêne

Le mélange avec Pin sylvestre majoritaire et Chêne peut faire l'objet d'une gestion pérenne en appliquant l'itinéraire sylvicole préconisé pour le Pin. L'essence objectif est le Pin sylvestre. Le maintien du Chêne en sous-étage ne posera aucun problème lors des coupes d'éclaircies dans le Pin. La coupe de taillis intervient lors de certaines éclaircies et impérativement lors de la coupe d'ensemencement dans le Pin.

Chêne majoritaire sous Pin sylvestre

Dans les meilleures stations du supraméditerranéen, le Chêne pubescent est plus vigoureux et la régénération du Pin sylvestre plus délicate.

Les Pins sont exploités à l'occasion des coupes de taillis, tous les 40 ans. Soit la régénération naturelle du Pin est suffisante et favorisée pour permettre le renouvellement de la futaie résineuse, soit le peuplement est transformé en taillis simple après extraction des Pins mûrs en un ou deux passages.

Chêne et Pin noir d'Autriche ou Cèdre de l'Atlas

Les peuplements artificiels de Pin noir s'enrichissent souvent de Chêne pubescent en sous-étage. Inversement, le Pin noir d'Autriche a la capacité de se régénérer dans les taillis environnants. À long terme, la dynamique naturelle semble se faire au détriment du Chêne, qui manque de lumière.

Le Cèdre de l'Atlas peut être introduit en enrichissement dans des taillis de Chêne pubescent uniquement sur station fertile. On compte sur ces îlots de dissémination pour semer alentour, ayant constaté que le Cèdre se régénère spontanément dans les chênaies jouxtant les cédraies en place. La taille de ces îlots ne doit pas être trop réduite, de l'ordre de 25 ares, pour permettre leur suivi. La régénération de Cèdre dans le Chêne constituera des peuplements mixtes, de type futaie sur taillis, qui évolueront vers une cédraie avec sous-étage de Chêne peu vigoureux.

Dans l'attente de règles plus précises, les interventions auront lieu tous les 40 ans, à l'occasion des coupes de taillis. Trois options s'offrent au gestionnaire :

- objectif Chêne : exploitation des conifères mûrs et élimination de la régénération,
- maintien du mélange avec 2 essences objectifs : amélioration dans le Pin/Cèdre et travaux éventuels dans la régénération, en conservant une densité de Pins/Cèdres suffisamment faible pour permettre le développement du taillis,
- transformation en pineraie ou cédraie en favorisant le conifère au détriment du taillis.

Essence pionnière et essence « climacique »

Ces situations de mélange révèlent des dynamiques de substitutions plus ou moins avancées. Il ne s'agit pas de faciès stables. Les essences sciaphiles prospèrent sous le couvert des essences pionnières, les supplantent plus ou moins rapidement en limitant leur régénération, et les essences de lumière disparaissent.

Ce type de situation représente des surfaces importantes dans les Alpes du Sud.

Deux options s'offrent au gestionnaire : accompagner la dynamique naturelle ou la freiner. La difficulté étant de gérer conjointement des essences de tempérament différent.

Pin noir ou Pin sylvestre ou Pin à crochets et Hêtre ou Sapin

Parmi les nombreux types de formations mélangées que l'on peut rencontrer figurent les formations issues du retour du Hêtre et du Sapin pectiné sous les peuplements de Pins (noir, sylvestre, à crochets), dans l'arrière-pays méditerranéen (Courdier et Dreyfus, 2005, Dreyfus, 2007). Les défis posés par cette situation sont assez complexes, à la fois en termes de gestion sylvicole (gestion de peuplements mélangés, dès le stade de la régénération), et en matière d'aménagement (choix des essences objectifs, qui doit tenir compte du potentiel stationnel et d'un processus de colonisation qui dépend de l'agencement spatial des essences dans la forêt).

Simulation de la gestion du couvert

Bien que certains modèles le permettent (Dreyfus, 2008, Dreyfus et Ladier, 2010), il n'est pas envisageable de fournir, dans le cadre de ce guide, des simulations pour différents types de coupes de régénération (progressives, par trouées) ou pour des scénarios sylvicoles complets, en faisant varier le potentiel de croissance (fertilité stationnelle) et le flux exogène et les combinaisons des essences concernées.

Les simulations présentées ici ont simplement pour objectif de montrer, pour une combinaison Pin noir-Hêtre, l'influence du couvert sur la dynamique (croissance, mortalité) des deux essences, dans des situations théoriques qui maintiennent la surface terrière (couvert de Pin noir) à un niveau donné.

Outre les interventions directes à l'occasion d'un dépressage ou d'éclaircies, le sylviculteur peut en effet gérer le mélange d'essences indirectement, dès la phase de régénération, en jouant sur la surface terrière et sur l'éclaircissement sous couvert : les Pins (plutôt héliophiles) ou le Hêtre (plus tolérant à l'ombre) seront plus ou moins favorisés.

Les situations simulées sont les suivantes :

- peuplement de Pin noir âgé de 50 ans, en 1^e classe de fertilité (hauteur dominante de 18,2 m à 50 ans), d'une quarantaine de m²/ha de surface terrière ; pour le Hêtre, qui va apparaître en régénération, on fixe également une hauteur dominante de référence à 18,2 m à 50 ans.
- à partir de ce stade, on simule l'apparition et le développement d'une régénération de Pin noir et de Hêtre jusqu'à ce que le peuplement adulte atteigne 100 ans (les semis apparus immédiatement ont donc 50 ans en fin de simulation). Le Hêtre étant absent du peuplement initial, on simule un flux constant et permanent, d'origine extérieure (peuplements ou arbres semenciers plus ou moins proches) se traduisant par l'apparition de 250 semis de Hêtre, de 30 cm de hauteur, par hectare et par période de 5 ans. Pour le Pin, la régénération est issue à la fois du peuplement en place et d'un flux de graines venant des peuplements voisins se traduisant également par l'apparition de 250 semis de Pin noir, de 30 cm de hauteur, par hectare et par période de 5 ans.

- les scénarios comparés consistent à intervenir sur le couvert de manière à maintenir la surface terrière dans une fourchette étroite (de 5 m² /ha d'amplitude) : dès que la limite supérieure est atteinte, une intervention ramène la surface terrière au bas de la fourchette. Dix intervalles ont été considérés : 5 à 10 m²/ha, 10 à 15 m², 15 à 20 m², 20 à 25 m², 25 à 30 m², 30 à 35 m², 35 à 40 m², 40 à 45 m², 45 à 50 m², 50 à 55 m². Un onzième scénario simule l'enlèvement complet du couvert de Pin noir dès le départ de la simulation à 50 ans (**N.B.** : dans ce cas, les semis de Pin noir sont tous issus de graines provenant des peuplements voisins).
- la régénération se met en place, pousse, meurt, et est en partie détruite (25 % des semis de Pin noir et 15 % des semis de Hêtre à chaque coupe) par les coupes du couvert destinées à maintenir la surface terrière dans la gamme fixée.

Les résultats des simulations sont présentés dans le tableau ci-dessous qui indique, par essence, en fin de simulation, l'effectif total de la régénération, sa hauteur moyenne, et la hauteur des 50 plus grands individus par hectare.

À 100 ans, (50 ans de régénération)	Régénération de Pin noir			Régénération de Hêtre		
	N /ha	Moyenne des hauteurs (m)	Hauteur des 50 + grands	N /ha	Moyenne des hauteurs (m)	Hauteur des 50 + grands
Couvert supprimé à 50 ans	1171	8.1	17.8	1213	8.6	18.2
5 < G/ha < 10 m ²	1070	6.5	15.6	904	6.8	17.4
10 < G/ha < 15 m ²	909	5.4	14.8	794	5.6	14.3
15 < G/ha < 20 m ²	757	4.5	13.5	622	4.9	13.5
20 < G/ha < 25 m ²	703	4.2	13.6	595	4.7	12.8
25 < G/ha < 30 m ²	589	3.5	12.5	548	4.7	13.4
30 < G/ha < 35 m ²	528	3.4	11.9	566	4.8	13.6
35 < G/ha < 40 m ²	426	2.4	10.7	481	4.4	13.5
40 < G/ha < 45 m ²	344	1.7	8.9	507	4.6	13.5
45 < G/ha < 50 m ²	268	0.7	4	428	4.1	12.5
50 < G/ha < 55 m ²	241	0.4	1	411	3.8	12.4

Ces résultats montrent que :

- l'effectif de la régénération est nettement réduit par le couvert pour les deux essences,
- la hauteur moyenne de la régénération du Pin est nettement plus sensible que celle du Hêtre,
- l'influence négative du couvert sur le développement de la régénération du Pin noir s'accroît quand la surface terrière dépasse la tranche 20 à 25 m²/ha, et devient extrêmement forte à partir de la tranche 40 à 45 m²/ha,
- l'influence négative du couvert sur l'évolution de la régénération du Hêtre est à peu près la même pour l'ensemble des scénarios allant de 15 à 20 m²/ha à 30 à 35 m²/ha.

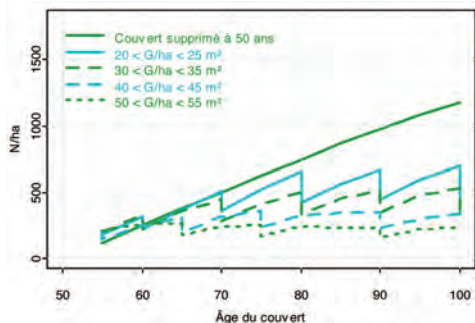
N. B. : la gestion du couvert influence la croissance, mais également la forme des semis de Hêtre (voir Vinkler, 2005 et Vinkler, Ningre, Collet, 2007).

Les effectifs de régénération ou les valeurs de croissance indiqués ici n'ont évidemment pas de validité au-delà des conditions précises de ces simulations (peuplement de départ, conditions stationnelles et surtout flux liés aux peuplements semenciers dans un voisinage de l'ordre de quelques centaines de mètres) mais, bien que ne correspondant pas à des itinéraires sylvicoles opérationnels, ces résultats donnent un ordre de grandeur des surfaces terrières à ne pas dépasser si on souhaite maintenir une proportion significative de Pin noir dans un contexte de recolonisation par le Hêtre.

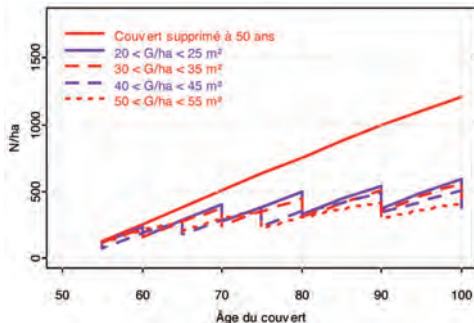
Évolution, pour le Pin noir et le Hêtre, de la densité de la régénération, de sa hauteur moyenne et de la hauteur des 50 plus grands individus par hectare, pour 5 des 11 scénarios simulés

(N.B. : les baisses brutales dans la densité de la régénération correspondent aux dégâts d'exploitation des coupes dans le couvert destinées à maintenir la surface terrière dans la fourchette définissant chaque scénario)

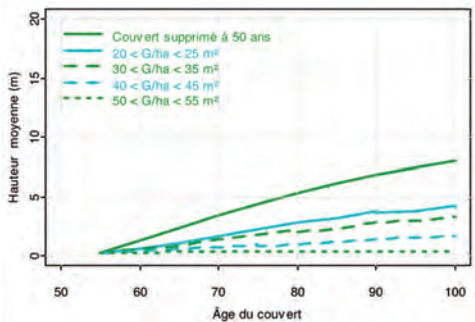
Densité de la régénération de Pin noir



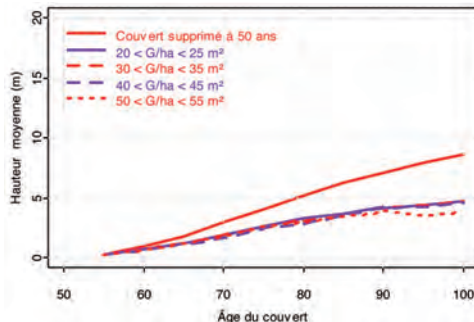
Densité de la régénération de Hêtre



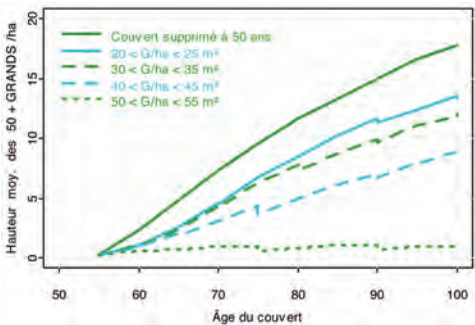
Hauteur moyenne de la régénération de Pin noir



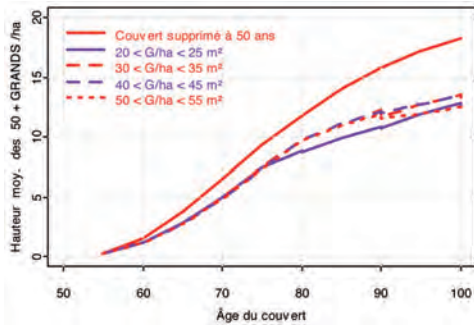
Hauteur moyenne de la régénération de Hêtre



Hauteur maximum de la régénération de Pin noir



Hauteur maximum de la régénération de Hêtre



Diagrammes représentant les peuplements obtenus (Pins adultes, régénération de Pin noir, en vert, et régénération de Hêtre, en rouge) pour 5 des 11 scénarios simulés :

50 ans



75 ans
(25 ans de régénération)

100 ans
(50 ans de régénération)

Couvert supprimé à 50 ans



$20 < G/ha < 25 \text{ m}^2$



$30 < G/ha < 35 \text{ m}^2$



$40 < G/ha < 45 \text{ m}^2$



$50 < G/ha < 55 \text{ m}^2$



Deux options de gestion : accompagner ou freiner la dynamique naturelle

L'accompagnement de la dynamique naturelle peut résulter :

- soit d'une volonté de favoriser l'essence climacique jugée plus intéressante que l'essence pionnière. Ce choix doit être étayé par un diagnostic écologique, surtout dans le cas du Sapin pectiné, car la présence de régénération ne garantit nullement une bonne adaptation de l'espèce.
- soit d'une contrainte liée à une dynamique trop forte ou trop avancée de l'essence climacique qui ne laisse aucune possibilité de renouvellement pour l'essence pionnière. Dans les cas extrêmes, on peut ainsi se trouver obligé, par manque d'anticipation, de remplacer une essence adaptée par une essence inadaptée.

La gestion à appliquer est celle qui est préconisée pour les peuplements purs de l'essence principale, Pin noir, Pin sylvestre ou Pin à crochets, jusqu'à obtention du peuplement objectif. Les Pins sont exploités en une fois, les éventuels semenciers de la nouvelle essence objectif étant conservés si besoin pour compléter la régénération.

A contrario, on cherchera à freiner la dynamique naturelle lorsque l'objectif est de conserver l'essence pionnière en mélange après le renouvellement du peuplement.

La gestion à appliquer repose sur 3 principes :

1. Limiter le nombre de semenciers de l'essence climacique dans le peuplement et à proximité pour restreindre l'installation des semis de cette essence (ce n'est pas toujours possible).
2. Conduire des peuplements clairs. Les simulations présentées dans les pages précédentes montrent que la gestion du couvert est déterminante pour maintenir le Pin, dès que l'essence sciaphile s'installe en sous-bois de façon significative.
3. Prévoir un dépressage pour doser les proportions des deux essences objectifs.

Mélèze d'Europe et Pin cembro ou Sapin pectiné

Dans les zones de concurrence avec le Pin cembro, le Mélèze n'est pas menacé en situation de prés-bois d'altitude. Par contre, son maintien nécessite de le favoriser par des ouvertures assez fortes et la pratique des décapages ou de plantations de Mélèze, le Pin cembro colonisant naturellement par sa part.

Dans les zones de concurrence avec le Sapin pectiné, la colonisation par ce dernier sous l'abri du Mélèze est très vigoureuse. S'il semble illusoire de vouloir lutter contre cette évolution naturelle avec des investissements importants, il est par contre nécessaire de favoriser systématiquement le Mélèze en matière de régénération lorsque le Sapin n'est que peu implanté (coupes à blanc ou très claires avec décapage pour provoquer la régénération du Mélèze). Afin de contenir l'extension du Sapin pectiné à la marge dans les zones où il est présent, l'extraction des semenciers potentiels lors des martelages est préconisée ainsi qu'un travail systématique au profit des tiges de Mélèze lors des opérations de dégagement/dépressage.

Chêne pubescent et Hêtre

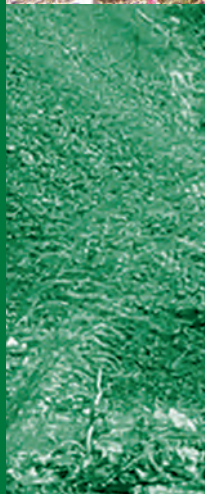
La hêtraie-chênaie pubescente évolue naturellement vers la hêtraie pure. Comme elle se situe à la limite altitudinale inférieure de l'aire de répartition du Hêtre, donc sur des stations sèches ou chaudes, il est souhaitable de maintenir le mélange. Les Chênes pubescents devraient en effet mieux supporter les conséquences du changement climatique que le Hêtre sur ces stations.

Quelle que soit la puissance de colonisation du Hêtre, le seul traitement approprié est le taillis simple, avec une rotation de 40 à 50 ans.

La futaie ou le taillis sous futaie sont à éviter, car la régénération du Chêne par semis est très difficile. Ce type de traitement favoriserait donc le Hêtre pour lequel les conditions écologiques restent limitantes.



4 Fiches thématiques



Principales essences forestières

Pin noir d'Autriche	218
Pin sylvestre	220
Pin à crochets	222
Pin cembro	224
Mélèze d'Europe	226
Sapin pectiné	229
Épicéa commun	231
Cèdre de l'Atlas	233
Hêtre	235
Chêne pubescent	237

Écologie forestière et dynamique végétale

Approche des stations forestières	240
Répartition des essences et formations forestières	244
Éléments de dynamique végétale	250

Influence de la forêt et de la végétation sur les aléas naturels

Érosion et crues torrentielles	256
Glissements de terrain	257
Chutes de blocs	258
Avalanches	259

Sylviculture et exploitation

Sylviculture par trouées sur pente forte	262
Sylviculture et exploitation sur pente faible	265
Traitement des rémanents	266
Travaux sylvicoles dans les jeunes peuplements	267
Prévention des épidémies de scolytes dans les Préalpes du Sud	271

Dendrométrie et croissance des peuplements

Diagnostic des peuplements - définitions	272
Relations entre hauteur dominante et âge	274
Tarifs de cubage	277
Bases et limites des itinéraires sylvicoles en futaie régulière	279

Équilibre entre forêt et ongulés

Facteurs primordiaux régissant la relation forêt/gibier	281
Plan d'action type par diagnostic	282
Méthodes de suivi	284

Sylvo-pastoralisme

1 ▪ Choix préalable du site	286
2 ▪ Analyse détaillée de la situation initiale	287
3 ▪ Mise en évidence des potentialités et des contraintes	288
4 ▪ Définition précise des objectifs et de la phase de remise en valeur	288
5 ▪ Définition des modalités de gestion pastorale	288
6 ▪ Contractualisation de l'utilisation du site	289
Concertation permanente entre tous les partenaires	289

Biodiversité forestière

Différents niveaux de préservation de la biodiversité	290
Règles élémentaires d'ordre général	290
Habitats remarquables des forêts des Alpes du Sud	292
Sylviculture et espèces remarquables des forêts des Alpes du Sud	293
L'eau sauvage et le forestier des Alpes du Sud	295

Forêt et paysage

Les paysages des Alpes du Sud	296
Éléments d'analyse paysagère	297
Interventions sylvicoles et paysage	299



Principales essences forestières

Le Pin noir d'Autriche

Exigences climatiques

Le Pin noir trouve sa place entre les étages mésoméditerranéen supérieur et montagnard moyen avec une préférence pour l'étage supraméditerranéen. Sa reprise et sa croissance sont presque toujours satisfaisantes, mais sa régénération naturelle est plus restrictive : dépendant surtout de l'altitude et de l'exposition, elle semble plus abondante dans l'étage supraméditerranéen que dans le montagnard inférieur et devient difficile plus haut, jusqu'à 1450 m environ. Elle est par ailleurs plus dense en ubac qu'en adret.

Exigences édaphiques

Le Pin noir montre une exceptionnelle plasticité édaphique, tout en conservant presque toujours une forme et une croissance satisfaisantes. Il constitue une bonne alternative au Pin sylvestre sur les sols calcaires, notamment sur les marnes où il a été principalement utilisé.



Dynamique naturelle

Essence héliophile introduite, le Pin noir s'étend sur les terrains nus à partir des plantations. Il se régénère difficilement sous lui-même sans ouverture du peuplement par le forestier.

L'ouverture du couvert permet aussi l'installation de feuillus divers, du Chêne ou du Hêtre selon l'étage. Cependant, le Pin noir n'a pas un comportement typiquement pionnier ; il semble capable de se maintenir en mélange avec le Chêne pubescent dans l'étage supraméditerranéen.

Notons que le Pin noir d'Autriche est considéré par le Conservatoire botanique national comme une espèce invasive.

Relations entre stations et croissance

(d'après l'étude des stations forestières des Préalpes sèches)

		Bilan hydrique				
Étage		sec	peu sec	assez frais	frais	
Adret	Subalpin supérieur					Croissance et forme des arbres dominants ++ très bonne + bonne 0 moyenne - mauvaise -- très mauvaise
	Subalpin inférieur					
	Montagnard supérieur					
	Montagnard moyen	--	0	0	+	
	Montagnard inférieur	--	0	+	+	
	Supraméditerranéen	--	-	0	+	
Ubac	Subalpin supérieur					<div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white; margin-right: 5px;"></div> climat adapté </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: #f4a460; margin-right: 5px;"></div> climat limitant </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: #e67e22; margin-right: 5px;"></div> climat inadapté </div>
	Subalpin inférieur					
	Montagnard supérieur					
	Montagnard moyen	--	0	0	+	
	Montagnard inférieur	--	0	+	+	
	Supraméditerranéen	--	0	+	+	

Qualité du bois

Le bois du Pin noir présente un aubier jaunâtre, riche en résine et un cœur rougeâtre peu développé. Sa densité est assez élevée, 0,55 à 0,60. Il est plus lourd que le Pin sylvestre, tandis que ses caractéristiques mécaniques, à accroissement égal, sont proches.

Souvent cassant en bois rond à cause des couronnes de nœuds, il est particulièrement sensible au bleuissement. Les utilisations principales sont la pâte à papier, l'emballage, la caisserie et la palette, les meilleures valorisations restant le poteau et, plus rarement, la charpente.

Problèmes sanitaires

Le Pin noir est touché depuis plusieurs décennies par des attaques de gui avec un taux d'infestation préoccupant dans certains cantons. La présence du gui, conjuguée aux sécheresses, affaiblit sensiblement les arbres, jusqu'à provoquer des dépérissements qui peuvent remettre en cause la pérennité des peuplements.

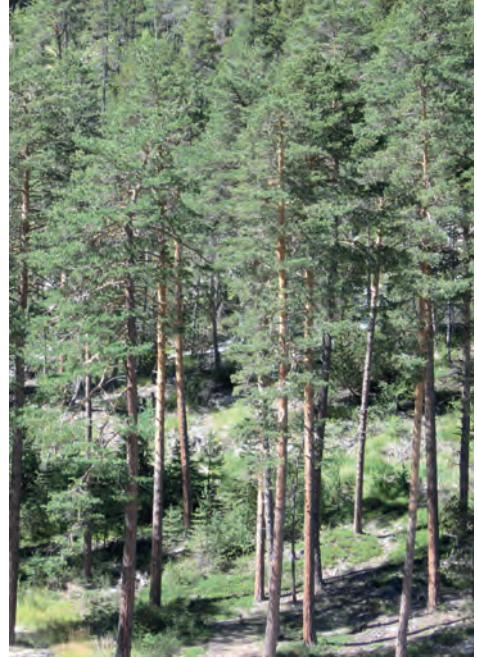
(voir plus loin le tableau des problèmes sanitaires observés sur les Pins)

Le Pin sylvestre

Exigences climatiques

Sa plasticité vis-à-vis des conditions climatiques se traduit par sa présence là où la température moyenne annuelle est comprise entre 4°C et 12°C et les précipitations annuelles moyennes comprises entre 700 et 1300 mm.

À l'intérieur des domaines supraméditerranéen et montagnard, le Pin sylvestre se montre presque indifférent au régime thermique, donc à l'exposition même si on le trouve préférentiellement en adret, en raison d'une moindre concurrence de la part des autres essences. Dans l'étage subalpin, le froid devient limitant, et le Pin sylvestre cède la place au Pin à crochets ou se cantonne aux adrets où il semble trouver une compensation thermique.



Exigences édaphiques

L'extension du Pin sylvestre s'explique par sa grande tolérance pour des conditions pédoclimatiques très variables puisqu'il supporte aussi bien la sécheresse édaphique que l'humidité. Il n'est pas un bon colonisateur d'éboulis, ceux-ci devant être stabilisés pour qu'il puisse s'y installer.

Dynamique naturelle

Le Pin sylvestre est l'essence pionnière par excellence dans les Alpes du Sud. Il colonise de façon souvent très dynamique les friches agricoles ou pastorales indépendamment du type de sol. Par contre, il supporte mal la concurrence d'autres essences auxquelles il cède la place dans un second temps.

Relations entre stations et croissance

Le Pin sylvestre présente une croissance bien meilleure dans l'étage montagnard que dans l'étage supraméditerranéen où il souffre sans doute du déficit hydrique estival. Ce sont cependant les conditions édaphiques et topographiques locales qui ont le plus d'influence sur la fertilité. Par ailleurs, il est sensible à la présence dans le sol de calcaire actif (CaCO_3) qui a un effet dépressif sur sa croissance. Les meilleurs résultats sont obtenus sur des roches acides telles que les grès d'Annot.

		Bilan hydrique						
		sec	peu sec		assez frais		frais	
			calcaire	acide	calcaire	acide	calcaire	acide
Adret	Étage							
	Subalpin supérieur							
	Subalpin inférieur	--	-	?	0	?	?	?
	Montagnard supérieur	--	-	0	0	+	?	?
	Montagnard moyen	--	-	0	0	+	+	+
	Montagnard inférieur	--	-	0	0	+	+	+
Ubac	Supraméditerranéen	--	-	-	-	0	0	+
	Subalpin supérieur							
	Subalpin inférieur							
	Montagnard supérieur	?	?	?	?	?	?	?
	Montagnard moyen	--	-	0	0	+	+	++
	Montagnard inférieur	--	-	0	0	+	+	++
Supraméditerranéen	--	-	-	-	0	0	+	

Croissance et forme des arbres dominants

- ++ très bonne
- + bonne
- 0 moyenne
- mauvaise
- très mauvaise
- ? manque de référence

climat adapté
 climat limitant
 climat inadapté

(d'après les études des stations forestières des Préalpes sèches et des Alpes internes méridionales)

Qualité du bois

Le bois de Pin sylvestre se compose d'un aubier jaunâtre pouvant comporter 30 à 40 cernes et d'un duramen (cœur) rougeâtre. Le Pin sylvestre est l'un des meilleurs résineux indigènes au point de vue des propriétés mécaniques. Les résistances mécaniques sont d'autant plus élevées que le bois a crû lentement, elles varient dans le même sens que la densité.

La densité moyenne est de 490 Kg/m³ (sec à l'air), ce qui en fait un bois mi-lourd. La dureté est faible à moyenne. Le duramen résiste moyennement à l'attaque des champignons tandis que l'aubier est peu durable.

Il présente notamment l'inconvénient de bleuir très rapidement après exploitation, sous l'action de champignons divers. Ce bluissement est sans effet sur les qualités mécaniques mais, en fonction de l'utilisation, il oblige à débarber et débiter rapidement les bois ou à exploiter hors sève lorsque c'est possible.

Le Pin sylvestre est recherché pour la charpente, la menuiserie intérieure et extérieure. Les Pins courts, tortueux et branchus (essentiellement de l'étage supraméditerranéen) sont utilisés comme bois d'industrie (palette, emballage, trituration, papeterie le plus souvent). L'imprégnation facile de l'aubier fait du Pin sylvestre un bon bois pour les poteaux.

La largeur des cernes est faible, inférieure à 2 mm en moyenne (et toujours inférieure ou égale à 6 mm), ce qui permet une utilisation en structure et n'est pas un frein à une sylviculture dynamique à éclaircies fortes. La nodosité n'est pas le facteur déterminant de la résistance, mais en est cependant un facteur limitant.

Problèmes sanitaires

Le Gui (*Viscum album pini*) est fréquent sur les Pins sylvestres, de 650 à 1400 m d'altitude. Il infestait en 1996 la moitié de la surface des pineraies sylvestres de la région PACA.

On assiste depuis 2004 à des dépérissements importants de Pins sylvestres dans l'ensemble des Alpes du Sud. Il semble que cela soit lié à l'accumulation des effets des sécheresses depuis plusieurs années, la canicule de 2003, non compensée jusqu'en 2008, ayant été l'événement déclenchant de ce phénomène. La forte corrélation observée au niveau individuel entre mortalité et infestation par le gui fait clairement apparaître ce dernier comme un facteur prédisposant, les arbres affaiblis n'ayant pas la vitalité nécessaire pour résister à un stress hydrique fort et récurrent. Il faut également signaler la présence de scolytes qui peuvent s'attaquer aux arbres affaiblis et précipiter leur mort.

(voir plus loin le tableau des problèmes sanitaires observés sur les Pins)

Le Pin à crochets

Exigences climatiques

Le Pin à crochets n'est fréquent que dans les Alpes internes, notamment dans le Briançonnais et le Queyras, mais sa présence à l'état naturel sur le Mont Ventoux indique que son extension dans les Alpes du Sud pourrait être plus large.

C'est une espèce alicole, qui trouve son optimum dans les étages subalpin et montagnard supérieur. Il est héliophile et très résistant à la sécheresse, on le trouve donc plutôt en haut des adrets, bien qu'il trouve de meilleures conditions de croissance en ubac. Il ne craint pas les altitudes moins élevées, mais le Pin sylvestre est plus dynamique que lui dans l'étage montagnard moyen.

Exigences édaphiques

La répartition du Pin à crochets ne montre aucune exigence quant au sol, ni sur le plan hydrique, ni sur le plan chimique. Il s'installe en particulier sur les substrats calcaires superficiels qui rebutent les autres essences. Cependant, il semble avoir une meilleure croissance sur les sols non carbonatés.

Dynamique naturelle

La régénération naturelle du Pin à crochets s'installe facilement en climat montagnard supérieur d'ubac. Elle est plus lente dans le subalpin et en adret. Elle ne nécessite pas un éclaircissement du sol très important. Il semble même préférable de conserver un ombrage protégeant du soleil le plus chaud. Comme les houppiers sont très étroits, la régénération peut être obtenue avec une densité beaucoup plus forte qu'avec le Pin noir d'Autriche ou le Pin sylvestre.

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



Relations entre stations et croissance

Les peuplements des Alpes internes montrent une croissance radiale faible, souvent inférieure à 1mm/an sur le rayon, surtout après 140 ans. L'accroissement en diamètre des arbres dominants semble d'ailleurs peu influencé par la densité du peuplement et par les coupes.

(d'après l'étude des stations forestières des Alpes internes méridionales)

		Bilan hydrique				Croissance et forme des arbres dominants
Étage		sec	peu sec	assez frais	frais	
Adret	Subalpin supérieur	-- ?	-	0	0	++ très bonne + bonne 0 moyenne - mauvaise -- très mauvaise ? manque de référence
	Subalpin inférieur	-- ?	-	0	0	
	Montagnard supérieur	-- ?	-	0	0	
	Montagnard moyen					
	Montagnard inférieur					
	Supraméditerranéen					
Ubac	Subalpin supérieur	?	?	?	?	climat adapté climat limitant climat inadapté
	Subalpin inférieur	-- ?	-	0	+	
	Montagnard supérieur	-- ?	-	0	+	
	Montagnard moyen	-- ?	-	0	+	
	Montagnard inférieur					
	Supraméditerranéen					

Qualité du bois

Autrefois utilisé en charpente, le bois de Pin à crochets fournissait aussi l'essence de térébenthine ou baume des Carpates. Il permettait la fabrication des orgues, grâce à sa faible rétractabilité. Ses nœuds et ses colorations font qu'il est très apprécié en bardage intérieur.

Problèmes sanitaires

Les peuplements de Pin à crochets contiennent souvent une proportion d'arbres secs, sans que cette mortalité diffuse soit inquiétante.

(voir plus loin le tableau des problèmes sanitaires observés sur les Pins)

Le Pin cembro

Exigences climatiques

Le Pin cembro, ou Arolle, a une répartition centrée sur les Alpes internes. On le trouve surtout dans le Briançonnais, dans une tranche d'altitude de 1800 à 2300 m. C'est un des arbres les plus résistants au gel.

Il peut se comporter aussi bien comme essence d'ombre que comme essence de lumière. Bien qu'il soit plus fréquent en exposition fraîche, sur les versants nord à ouest, on a pu constater que sa croissance est supérieure en exposition sud, sans doute grâce à une durée d'enneigement moindre et à une saison de végétation plus longue.

Exigences édaphiques

Le Pin cembro préfère les sols frais profonds et meubles, à bonne couche d'humus brut (ceci, contrairement au Mélèze), mais peut s'accommoder de sols médiocres. Il montre une préférence pour les substrats siliceux.

Dynamique naturelle

L'Arolle occupait autrefois une aire beaucoup plus importante qu'actuellement. L'influence humaine a été déterminante dans le recul des cembraies par le biais du pâturage, des incendies et, globalement, de la surexploitation des versants alpins.

La diminution de l'activité humaine en haute montagne permet maintenant au Pin cembro de s'étendre à nouveau à partir des quelques peuplements constitués qui ont subsisté. Cette lente reconquête est à l'œuvre depuis plusieurs décennies mais est encore peu visible, pour plusieurs raisons. D'abord, il faut noter l'irrégularité des fructifications. Ensuite, son cône, gros et lourd, est ouvert par le casse-noix moucheté, qui dissémine les graines en les enfouissant dans des caches. Enfin, les semis s'installent très lentement et sont assez vulnérables.

Contrairement aux autres Pins, le Pin cembro n'est donc pas une essence pionnière. Il est capable de s'installer en milieu ouvert mais on le trouve plus souvent sous couvert. Son développement progressif dans les pineraies à crochets et surtout dans les mélèzeins laisse présager une augmentation significative de sa surface dans les années à venir.

Croissance

La croissance est très lente, tant en hauteur qu'en diamètre. Les semis atteignent seulement 1,30 m en 30 ans et les hauteurs maximales restent inférieures à 20 m (17 à 19 m au bois des Ayes, commune de Villard-Saint-Pancrace).

La croissance radiale est d'environ 1,5 mm par an et la production de 1 à 3 m³/ha/an (bois des Ayes)

Le Pin cembro est par contre très longévif, puisqu'il peut vivre plus de 600 ans.

Qualité du bois

Duramen légèrement rose, aubier jaunâtre et cernes très fins, le bois de Pin cembro est très homogène, présente une faible rétractibilité et une faible dureté. Ses qualités technologiques en font un bois recherché pour la sculpture (mobilier du Queyras) et la fabrication de modèles (chaussures, fonderie).

Problèmes sanitaires

Le Pin cembro présente peu de problèmes sanitaires. Il est, de ce point de vue, plus proche du Mélèze que des autres Pins. Il est ainsi le seul Pin sensible à la tordeuse grise du Mélèze.

(voir ci-contre le tableau des problèmes sanitaires observés sur les Pins)



Problèmes sanitaires observés sur les Pins

Type de pathogène	Nom	Symptômes principaux	Symptômes secondaires	Partie de l'arbre	
Champignons	<i>Sphaeropsis sapinea</i>	Dessèchement complet des pousses de l'année avant la fin de l'élongation	Sur les arbres adultes, dessèchements partiels ou totaux de branches	Aiguilles et pousses	Tous Pins
Autres	Gui (<i>Viscum album ssp austriacum</i>)	Éclaircissement des houppiers, présence de boules rameuses	Déformation des tissus ligneux	Aiguilles	Pins noir, à crochets, sylvestre
				Tronc et branches	
Insectes	Processionnaire du Pin (<i>Thaumetopoea pityocampa</i>)	Présence de nids blancs soyeux en hiver	Traces de consommation des aiguilles (dégâts d'aspect brun paille)	Aiguilles	Pins noir, à crochets, sylvestre
	Tordeuse grise du Mélèze (<i>Zeiraphera diniana</i>)	Aspect brun-rouge des peuplements vers la fin juin	Présence de fourreaux constitués d'aiguilles assemblées par des fils		Pin cembro
	Hylésine du Pin (<i>Tomicus piniperda</i>)	Dessèchement des bourgeons et chute des pousses terminales minées	Observation de pousses à coloration anormale	Tronc, branches et pousses	Pins noir et sylvestre
	Grand scolyte du Mélèze (<i>Ips cembrae</i>)	Dessèchement de l'arbre par le haut			Pins à crochets et cembro
	<i>Ips acuminé</i> (<i>Ips acuminatus</i>)	Petites galeries étoilées (largeur : 1,3 mm) Attaque dans les parties à écorce fine	Mortalités par taches		Pins noir et sylvestre
	Sténographe (<i>Ips sexdentatus</i>)	Grosses galeries étoilées (largeur : 2,5 à 3 mm) Attaque dans les parties à écorce épaisse	Jaunissement et brunissement du houppier Mortalités par petits groupes		Pins noir et sylvestre
Abiotique	Dépérissement dû à la sécheresse	Dessèchement de l'arbre par le haut, dès le printemps	Pas de présence d'insectes ou de champignons pathogènes	Aiguilles	Tous Pins sauf cembro
	Dégâts dus à la neige	Arbres cassés	Chute de neige lourde	Tronc et branches	Tous Pins

	Problèmes	Moyens	Résultats
Lutte	Scolytes	Respecter des périodes pour les travaux et coupes	Limiter les dégâts sans toutefois les faire totalement disparaître

Le Nématode du Pin est une menace potentielle importante. Ce ver microscopique provoque la mort de la plupart des Pins européens. Bien qu'il soit actuellement absent en France et classé sur la liste des organismes de quarantaine, sa propagation dans les Alpes du Sud est probable à moyen terme, d'autant que ses vecteurs, les espèces de Cerambycidae du genre *Monochamus*, sont abondants dans la région.

Le Mélèze d'Europe

Exigences climatiques

L'aire naturelle du Mélèze d'Europe comprend les Alpes internes, la Moravie, le plateau de Lysa-Gora (Mélèze de Pologne), les Tatras, les Carpates roumaines. Il semble rechercher la « continentalité » : les climats à forte humidité atmosphérique lui sont défavorables. En revanche, il demande une grande luminosité pendant la saison de végétation.

Le Mélèze est bien adapté au climat sec et froid des Alpes internes 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.

Il est très sensible aux dégâts du givre qui, en limite de son aire optimale (Champsaur ou Dévoluy) peut être un pourcentage significatif des tiges des peuplements.

Exigences édaphiques

Le Mélèze est indifférent à la nature chimique du sol et à sa richesse en éléments nutritifs, mais préfère les sols aérés (porosité > 40 %).

L'approvisionnement du sol en eau doit être suffisant, ce qui explique la localisation du Mélèze surtout dans les ubacs ou sur les replats. Les besoins en eau du Mélèze sont du même ordre de grandeur que ceux d'un feuillu. Le comportement de « feuillu » du Mélèze est d'ailleurs confirmé par l'analyse de la teneur en éléments minéraux des microphylls.

Dynamique naturelle

Le Mélèze est une essence pionnière. Son extension actuelle s'explique par la colonisation naturelle d'espaces autrefois déboisés et surpâturés et, à un degré moindre, par des reboisements artificiels réalisés au titre de la R.T.M. Il s'installe facilement dans les espaces ouverts sur les sols nus, mais a du mal à se régénérer sous lui-même.

Il est naturellement concurrencé par le Sapin (en partie basse, de 1700 à 1900 m) et par le Pin cembro (en partie haute, de 1900 à 2200 m), qui trouvent sous l'abri léger du mélézein un milieu favorable à leur développement. Le mélézein est donc, sur l'essentiel de sa surface, un faciès transitoire vers d'autres formations forestières. Le maintien du mélézein dans ces situations de concurrence nécessite donc une gestion volontariste.

Par contre, on trouve le Mélèze en association avec le Pin sylvestre ou le Pin à crochets. La gestion et l'avenir de ces mélanges ne semblent pas poser de problèmes majeurs, le Mélèze se régénérant très aisément de façon naturelle dans ce cas. L'équilibre entre les essences doit ici pouvoir être assuré sans difficulté.

La régénération naturelle du Mélèze nécessite d'abord une bonne alimentation en eau des jeunes semis. Il faut donc conserver un abri suffisant et limiter la concurrence végétale. Un substrat aéré est une condition favorable, mais pas obligatoire. L'efficacité des décapages pour obtenir la régénération du Mélèze a été mise en évidence dans diverses expériences conduites en Suisse dès 1938 et très largement confirmée par de nombreux essais et réalisations mis en œuvre depuis les années 1960. Un niveau d'éclairement moyen avec un léger abri latéral est très favorable à l'apparition des semis, mais leur développement exige ensuite un apport de lumière plus important.

Le caractère « capricieux » du Mélèze est souligné par de nombreux auteurs qui invoquent une fructification irrégulière. Le taux de germination des graines de Mélèze est en général faible. Les attaques cycliques d'insectes ravageurs des cônes sont un des facteurs explicatifs de ce phénomène.



Relations entre stations et croissance

(d'après le guide de sylviculture du Mélèze en PACA – Calès coord. 1998 – et l'étude des stations sous mélèzein - Bonnassieux, 1997 à 2000)

		Bilan hydrique				
		sec	peu sec	assez frais	frais	
Adret	Subalpin supérieur	--	-	-	?	Croissance et forme des arbres dominants ++ très bonne + bonne 0 moyenne - mauvaise -- très mauvaise ? manque de référence <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <div style="width: 40%;"> climat adapté</div> <div style="width: 40%;"> climat limitant</div> <div style="width: 40%;"> climat inadapté</div> </div>
	Subalpin inférieur	--	-	0	?	
	Montagnard supérieur	--	-	0	?	
	Montagnard moyen					
	Montagnard inférieur					
	Supraméditerranéen					
Ubac	Subalpin supérieur	--	-	0	?	
	Subalpin inférieur	--	-	0	+	
	Montagnard supérieur	-	0	+	++	
	Montagnard moyen	-	0	+	++	
	Montagnard inférieur	--	-	0		
	Supraméditerranéen					

Qualité du bois

Le bois de Mélèze est mi-dur et de densité élevée (0,67). Sa résistance mécanique est très bonne. Sa principale qualité est sa durabilité exceptionnelle, notamment en extérieur, qui ne nécessite aucun traitement du duramen contre les champignons ou les xylophages. La proportion d'aubier est faible. Le cœur a normalement une couleur rouge intéressante pour le meuble. Les crus blancs sont moins réputés, bien que la couleur ne soit pas un critère de qualité essentiel. Il prend une patine grise après quelques années en extérieur.

Son principal défaut est sa nervosité en lien avec un pied tordu, un coeur enfermé (bois de compression) ou un bois trop frais. Il peut présenter des fentes liées à la roulure, à un cœur décentré (effet du vent) ou enfermé, ainsi que des poches de résine. Il se rabote facilement, mais est difficile à scier et à sécher.

De nombreux produits sont considérés comme meilleurs en Mélèze : charpentes équarries de grande portée (20 m), charpentes à l'ancienne, ponts, parquets et lambris, bardeaux et bardages, composants de structure, sols (bois debout, caillebotis). C'est le seul conifère européen, avec le Cyprés, qui soit admis pour les constructions navales.

Le Mélèze présente une écorce particulièrement épaisse, avec une proportion de 12 à 11 % sur le diamètre à 1,30 m (d'après les données de l'IFN), de 23 à 21 % sur la surface à 1,30 m (d'après une étude sur 14 093 arbres en PACA) et de 18 à 19 % en volume (d'après une étude dans les Alpes niçoises et la Haute-Tinée).

Problèmes sanitaires

Le chancre est surtout cité pour les peuplements de plaine situés en dehors de l'aire naturelle. Les provenances alpines sont sensibles au chancre.

La pourriture du pied est nettement corrélée avec l'âge, mais n'est pas liée à la station, ni au statut social de la tige. La casse provoquée par le givre, notamment en limite d'aire naturelle, favorise la pourriture du tronc.

Les peuplements de Mélèze font l'objet d'attaques périodique de tordeuse grise (*Zeiraphera diniana*) dont la chenille défoliatrice présente des gradations périodiques tous les 6 à 8 ans. Ces attaques ne causent toutefois que très peu de mortalité (jeunes tiges éventuellement). Les pics d'infestation ne sont pas synchrones sur l'ensemble des Alpes du Sud, mais peuvent s'étaler sur 2 à 3 ans pour un même département.

L'action très dévastatrice des insectes ravageurs des cônes peut entraîner des pertes importantes de pouvoir germinatif, ce qui explique certains échecs de régénération (Roques et al., 2000).

Type de pathogène	Nom	Symptômes principaux	Symptômes secondaires	Partie de l'arbre
Champignons	Chancres (<i>Lachnellula willkommii</i>)	Présence de chancres avec écoulements de résine	Apparition de fructification en « coupelle » orangée en bordure des chancres Les branches atteintes ont un retard de feuillaison au printemps	Tronc et branches
	Meria (<i>Meria laricis</i>)	Brunissement d'aiguilles par groupes ou isolées	Aspect incomplet du feuillage suite à la chute des aiguilles	Aiguilles
Insectes	Coleophore (<i>Coleophora laricella</i>)	Aiguilles minées vertes dans leur moitié inférieure et jaunes et frisées au-dessus	Partie sommitale de l'arbre plus atteinte que le bas Dégâts précoces	
	Tordeuse grise du Mélèze (<i>Zeiraphera diniana</i>)	Aspect brun-rouge des mélèzeins vers la fin juin	Présence de fourreaux constitués d'aiguilles assemblées par des fils	
	Chermès (<i>Adelges spp. & Sacchiphantes spp.</i>)	Présence de sécrétion cireuse blanche autour des rameaux	Aiguilles piquées et décolorées	
	Mouches du Mélèze (<i>Strobilomyia spp.</i>)	Parasites des graines dans les cônes, dégâts non visibles sur le terrain Une succession de gels tardifs généralisés sur au moins trois années consécutives, est à même de réduire sensiblement la population de ces diptères des cônes		
Abiotique	Grand scolyte du Mélèze (<i>Ips cembrae</i>)	Dessèchement de l'arbre par le haut	Dessèchement des Mélèzes, mais aussi du Pin cembro et du Pin à crochets	Tronc et branches
	Gel tardif	Dessèchement des extrémités des pousses	Décoloration des feuilles	Aiguilles

Le Sapin pectiné

Exigences climatiques

Sur les versants frais, la sapinière est susceptible d'occuper une surface importante, depuis la base du montagnard jusqu'au subalpin, les conditions climatiques optimales se situant dans le montagnard moyen et supérieur.

Dans le montagnard inférieur d'ubac, la sapinière se régénère facilement, mais souffre de la sécheresse et de la chaleur estivales. Les évolutions climatiques en cours hypothèquent son avenir à moyen terme. Il est d'ores et déjà préférable de favoriser d'autres essences.

À partir de 1700 m, en l'absence de contrainte hydrique, il y a actuellement peu de problèmes sanitaires, mais la croissance est limitée par le froid.

En versant sud, la place du Sapin est très réduite. Il ne peut constituer des peuplements stables que dans des conditions particulières favorables : pentes faibles à sols évolués au-dessus de 1550 m ou bas de versants confinés.



Exigences édaphiques

Le Sapin est assez peu sensible à la nature du matériau. Cependant, les substrats tendres et peu filtrants, souvent profonds, issus de schistes ou de marnes sont les plus favorables, tandis que les calcaires, qui engendrent des sols caillouteux et filtrants, lui conviennent moins. Grâce à son système racinaire pivotant, il explore bien les substrats épais et peut puiser l'eau en profondeur si le sous-sol est bien fracturé.

Dynamique naturelle

Le Sapin, qui supporte l'ombre, colonise facilement les peuplements d'essences pionnières tels que les pinèdes sylvestres et les mélèzeins. De même, il peut progresser dans la hêtraie à l'occasion d'éclaircies. Le Sapin est capable de s'installer sous couvert même en dehors des conditions lui permettant de former un peuplement pérenne. Une forte dynamique d'installation n'indique donc pas forcément une bonne adaptation de l'essence aux conditions locales, surtout dans le contexte des changements climatiques.

Relations entre stations et croissance

(d'après l'étude de l'autécologie du Sapin pectiné en Provence-Alpes-Côte d'Azur et l'étude des stations forestières des Alpes internes méridionales)

		Bilan hydrique				Croissance et forme des arbres dominants
		sec	peu sec	assez frais	frais	
Adret	Subalpin supérieur					
	Subalpin inférieur		--	--	-	
	Montagnard supérieur		--	--	0	
	Montagnard moyen					
	Montagnard inférieur					
	Supraméditerranéen					
Ubac	Subalpin supérieur					
	Subalpin inférieur	--	--	-	0	
	Montagnard supérieur	--	-	0	+	
	Montagnard moyen	--	-	0	+	
	Montagnard inférieur	--	--	-	0	
	Supraméditerranéen					

climat adapté
 climat limitant
 climat inadapté

++ très bonne
 + bonne
 0 moyenne
 - mauvaise
 -- très mauvaise

Qualité du bois

Le Sapin produit un bois blanc sans distinction entre aubier et duramen. C'est un bois non résineux, au fil droit et de faible densité.

Il présente de bonnes propriétés mécaniques. Assez tendre, il se travaille bien, mais est sensible aux attaques fongiques. Il est valorisé principalement en structure, que ce soit pour la charpente traditionnelle ou la fermette. Une part importante des petits bois et vieux bois des Alpes du Sud est également utilisée en palette ou caisserie.

Problèmes sanitaires

La dynamique rapide du Sapin pectiné vers l'aval d'une part, et les fortes infestations par le Gui du Sapin que l'on constate dans de nombreux peuplements des Alpes-Maritimes et des Hautes-Alpes d'autre part, font peser des risques importants de dépérissement sur les sapinières de basse altitude. Cela s'est concrétisé par des mortalités rapides après la canicule de 2003, notamment dans les Alpes-Maritimes.

Type de pathogène	Nom	Symptômes principaux	Symptômes secondaires	Partie de l'arbre
Champignons	Dorge (<i>Melampsorella caryophyllacearum</i>)	Balai de sorcière	Le Balai de sorcière englobé par l'arbre évolue naturellement en excroissance : Chaudron ou Dorge	Tronc et branches
Autres	Gui (<i>Viscum album ssp. abietis</i>)	Éclaircissement des houppiers, présence de boules rameuses	Déformation des tissus ligneux	Aiguilles
Insectes	Chermès des rameaux (<i>Dreyfusia nusslini</i>)	Les aiguilles attaquées se vrillent, puis jaunissent	Les rameaux peuvent se déformer et dessécher	Aiguilles
	Scolytes (<i>Pityokteines spp.</i>)	Coloration rouille des aiguilles	Présence de galerie sous-corticale	Tronc et branches
Abiotique	Pissode (<i>Pissodes piceae</i>)	Brunissement du houppier Décollement de l'écorce Suintement de résine le long du tronc	Présence de galerie sous-corticale se terminant par une logette de nymphose ovoïde	Tronc et branches
	Dépérissement dû à la sécheresse	Dessèchement de l'arbre par le haut, dès le printemps	Pas de présence d'insectes ou de champignons pathogènes	Aiguilles
	Gel tardif	Dessèchement des extrémités des pousses	Rougisement des pousses de l'année dans la partie basse de l'arbre	Aiguilles

L'Épicéa commun

Exigences climatiques

Très résistant au froid, l'Épicéa est une espèce adaptée au climat montagnard supérieur et subalpin. Il est présent ponctuellement à plus basse altitude où il se montre sensible à la sécheresse et à la chaleur estivales.

Exigences édaphiques

Réputé calcifuge, l'Épicéa est plus fréquent sur roche siliceuse, mais accepte des substrats variés en altitude, y compris sur roche calcaire, dans la mesure où les horizons supérieurs des sols sont décarbonatés, voire acides.

Son enracinement traçant lui permet d'occuper des stations à sol superficiel si les précipitations estivales sont suffisantes et bien réparties. En revanche, cette conformation explique en partie sa sensibilité à la sécheresse.



Dynamique naturelle

L'Épicéa est dit « post-pionnier » ; il a une forte capacité à coloniser les peuplements clairs tels que les mélèzeins et les clairières qu'il borde. Cependant, étant moins sciaphile que le Sapin pectiné auquel il se trouve souvent associé, il est progressivement dominé par celui-ci en l'absence de coupes assez fortes.

Qualité du bois

Bois blanc au grain fin, léger, facile à travailler, avec un très beau poli. Il présente de bonnes qualités mécaniques, mais est sensible aux attaques de champignons.

Les utilisations habituelles sont très variées, de la charpente et la menuiserie lorsque le grain est fin, jusqu'à la pâte à papier et la caisserie lorsque les cernes sont larges. Il a la réputation de présenter souvent une pourriture rouge, qui entraîne la purge de la bille de pied. C'est sans doute pourquoi, contrairement à ce qui se fait dans d'autres régions où les pessières d'altitude fournissent des bois de menuiserie et parfois de lutherie, il n'est pas mieux valorisé que le Sapin pectiné dans les Alpes du Sud.

Problèmes sanitaires

Les scolytes, notamment le typographe, sont la menace principale pour l'Épicéa. Attirés par les peuplements affaiblis par des sécheresses répétées ou une tempête, ils peuvent provoquer des mortalités massives en quelques semaines.

L'Épicéa est sensible à la pourriture rouge, provoquée par le Fomes ou « maladie du rond », en particulier sur les parcelles anciennement pâturées.

Type de pathogène	Nom	Symptômes principaux	Symptômes secondaires	Partie de l'arbre
Champignons	Fomes (<i>Heterobasidion annosum</i>)	Jaunissement des aiguilles, dépérissement des arbres en taches circulaires, présence de carpophores au pied des arbres ou sur les racines latérales	Dégâts de pourriture rouge du cœur	Tronc et branches
Insectes	Chermès (<i>Adelgidés</i>)	Galles de type ananas sur les rameaux	Pour certaines espèces, présence de larves entourées de sécrétion cireuse blanche	Aiguilles et bourgeons
	Puceron vert de l'Épicéa (<i>Liosomaphis abietinum</i>)	Jaunissement et chute des aiguilles (sauf les aiguilles de l'année)	Face inférieure des aiguilles, présence de pucerons	Aiguilles et bourgeons
	Dendroctone (<i>Dendroctonus micans</i>)	Présence sur l'écorce de grumeaux de résine avec sciure et déjections de l'insecte, percés d'un orifice circulaire de 5 mm de diamètre	Galerie sous-corticale avec chambre familiale	Tronc et branches
	Typographe (<i>Ips typographus</i>)	Galeries sous-corticales, orifice de pénétration et sciure rousse sur le tronc	Décollement de l'écorce, jaunissement du houppier progressif jusqu'au roussissement total	Tronc et branches
Abiotique	Dépérissement dû à la sécheresse	Dessèchement de l'arbre par le haut, dès le printemps	Pas de présence d'insectes ou de champignons pathogènes	Aiguilles
	Chlorose ferrique sur sol calcaire	Jaunissement des aiguilles, mais affecte l'ensemble de l'arbre		Aiguilles

	Problèmes	Moyens	Résultats
Lutte	Dendroctone (<i>Dendroctonus micans</i>)	Lâcher d'un prédateur spécifique, le coléoptère <i>Rhizophagus grandis</i> Gyll.	Après le lâcher du <i>Rhizophagus grandis</i> Gyll. la régulation naturelle se fait plus ou moins rapidement
	Fomes (<i>Heterobasidion annosum</i>)	Traitement des souches, par badigeonnage avec des produits à base : - d'urée (perlurée) dose à 37 % - de bore (Solubor) dose à 5 % - plus colorant (Carmoisine = E 122)	Efficace, mais difficile à réaliser

Le Cèdre de l'Atlas

Exigences climatiques

Le Cèdre de l'Atlas est originaire d'Algérie et du Maroc où il occupe des versants de montagne jusqu'à 2000 m d'altitude. En France, les meilleures conditions de croissance se trouvent dans l'étage supraméditerranéen et à la base de l'étage montagnard, à des altitudes supérieures à 600 m en versant nord et supérieures à 700 m en versant sud. Cela correspond à des précipitations annuelles supérieures à 900 mm et à des températures moyennes annuelles inférieures à 10 °C.

En dépit d'un mauvais contrôle de ses pertes en eau, le Cèdre résiste bien à des sécheresses discontinues grâce à un système racinaire profond. Des déficits de précipitations importants cumulés sur plusieurs années peuvent cependant lui être fatals.

Exigences édaphiques

Le Cèdre apprécie les sols profonds et évolués et plus globalement les substrats meubles et filtrants. À l'inverse, il redoute particulièrement les sols compacts, superficiels ou mouilleux.

Sa principale qualité est de bien valoriser les substrats contenant beaucoup d'éléments grossiers et peu de terre fine pourvu que la profondeur prospectable soit suffisante : lapiaz, roches fracturées, pierriers.

Il est indifférent à la nature chimique du sol, mais il montre globalement une meilleure croissance sur roche siliceuse, sans doute pour des raisons hydriques plutôt que chimiques.

Dynamique naturelle

Le Cèdre montre un tempérament post-pionnier. Il s'installe volontiers dans les pineraies et chênaies jouxtant les cédraies.

Qualité du bois

Le bois de Cèdre, dense, homogène et très durable, présente intrinsèquement de très bonnes qualités technologiques. Il est cependant plus cassant que les autres conifères, ce qui constitue son principal défaut. Les utilisations du bois sont multiples : charpente, plaquage, menuiserie intérieure et extérieure.

Une sylviculture dynamique améliore sa texture. Cependant, il présente souvent de gros nœuds générés par des branches basses qui subsistent d'autant plus longtemps que la densité est faible. Ceci milite pour un élagage des tiges d'avenir.



Problèmes sanitaires

Le Cèdre de l'Atlas ne présente pas de problème sanitaire important en France. Des attaques de pucerons (*Cedrobium laportei*) ou de tordeuse (*Epinotia cedricida*) peuvent être observées sans impact significatif sur les peuplements.

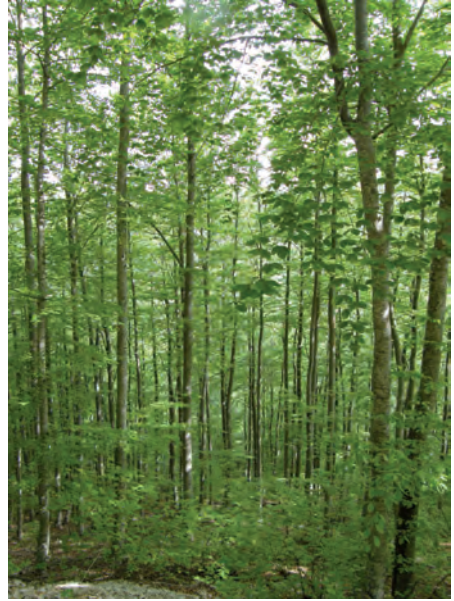
Type de pathogène	Nom	Symptômes principaux	Symptômes secondaires	Partie de l'arbre
Champignons	<i>Sphaeropsis sapinea</i>	Provoque des nécroses corticales, dessèchement des pousses	Sur les arbres adultes, dessèchements partiels ou totaux de branches	Aiguilles
Insectes	Tordeuse du Cèdre (<i>Epinotia cedricida</i>)	Défoliations discrètes à l'automne (une des aiguilles de la couronne du mésoblaste est évidée par la jeune chenille), importantes en fin d'hiver/printemps (2 à 3 aiguilles minées jaunissantes sont attachées pour former un fourreau tapissé de déjections avec la chenille à l'intérieur)	Durant le reste de l'hiver, roussissement, puis défoliations presque totales de l'arbre, par les larves âgées qui sortent du fourreau (aiguilles tronçonnées) Attaque du bas vers le sommet de l'arbre	
	Pucerons (<i>Cedrobium laportei</i> & <i>Cinara cedri</i>)	Piqûres de <i>C. laportei</i> provoquent une chute différée, mais totale des aiguilles Mortalité possible	Colonies de <i>C. cedri</i> produisent beaucoup de miellat (fumagine)	
	Chalcidiens des graines (<i>Megastigmus spp.</i>)	Dégâts sur les graines, non visibles sur le terrain	Problèmes de régénération faibles de par l'abondance de la fructification	
Abiotique	Processionnaire du Pin (<i>Thaumetopoea pityocampa</i>)	Présence de nids blancs soyeux en hiver	Traces de consommation des aiguilles (dégâts d'aspect brun paille)	
	Engorgement	Supporte très mal l'hydromorphie, présence de couche imperméable (argiles, marnes)	Décoloration, puis chute des aiguilles	
	Sécheresse, chaleur, canicule	Émissions de résine, fentes radiales pouvant évoluer en chancre à <i>Sphaeropsis sapinea</i>	Dépérissement avec jaunissement des aiguilles, allant jusqu'à la mortalité pour de jeunes sujets	Tronc et branches

	Problèmes	Moyens	Résultats
Lutte	Pucerons (<i>Cedrobium laportei</i> & <i>Cinara cedri</i>)	Sélection d'un Hyménoptère parasitoïde spécifique de <i>Cedrobium laportei</i> : <i>Pauesia cedrobii</i>	Initiée en 1981, son introduction fut un succès dans le massif du Luberon Acclimatation réussie et large dispersion (en région parisienne 10 ans plus tard) <i>Pauesia cedrobii</i> est un régulateur efficace des populations de <i>Cedrobium laportei</i> À la fin des années 90, cet exemple de lutte biologique réussie était unique en Europe dans le domaine forestier

Le Hêtre

Exigences climatiques

Le Hêtre croît sous des températures moyennes annuelles de 10 à 7,5 °C et avec une pluviométrie annuelle de 850 à 1300 mm. Il demande des précipitations suffisamment abondantes au printemps. On le rencontre surtout dans les Préalpes, tandis qu'il est absent des Alpes internes. Espèce typiquement montagnarde, il peut « descendre » exceptionnellement jusqu'à 600 m d'altitude en ubac sur des sols profonds. Il trouve son optimum de développement en climat montagnard inférieur et moyen et ne dépasse que rarement 1600 m d'altitude. Bien que de tempérament sciaphile avec une forte préférence pour l'ubac, il supporte la lumière et a sans doute sa place en adret, même s'il y est encore rare (Mont Ventoux et montagne de Lure).



Exigences édaphiques

Son enracinement en cœur lui permet de s'adapter à des sols superficiels ou aux éboulis, mais il craint les terrains trop humides. Sur versant d'ubac, le Hêtre peut pousser sur tout type de sol, aussi bien sur les divers sols calcaires majoritairement présents dans les Préalpes que sur les grès d'Annot.

Dynamique naturelle

Hormis certains éboulis, qu'elle peut coloniser avec le Tilleul, le Nerprun des Alpes et les Sorbiers, cette essence sciaphile ne s'installe pas en milieu ouvert et se développe généralement après une longue phase pionnière dominée par le Pin sylvestre. Elle trouve sous le couvert de celui-ci des conditions propices à son installation, étouffant la régénération naturelle du Pin, et peut se substituer à lui en une génération. Il en est de même vis-à-vis du Pin noir d'Autriche. La hêtraie exprime donc une certaine maturité de la forêt.

On peut cependant craindre que cette extension constatée actuellement soit remise en cause par les effets des changements climatiques.

Relations entre stations et croissance

(d'après l'étude des stations forestières des Préalpes sèches)

		Bilan hydrique				Croissance et forme des arbres dominants
		sec	peu sec	assez frais	frais	
Adret	Subalpin supérieur					
	Subalpin inférieur					
	Montagnard supérieur					
	Montagnard moyen	--	-	0	0	
	Montagnard inférieur	--	--	-	0	
	Supraméditerranéen					
Ubac	Subalpin supérieur					
	Subalpin inférieur					
	Montagnard supérieur				+	
	Montagnard moyen	--	-	0	+	
	Montagnard inférieur	--	-	0	+	
	Supraméditerranéen				0	

++ très bonne
 + bonne
 0 moyenne
 - mauvaise
 -- très mauvaise

climat adapté
 climat limitant
 climat inadapté

Qualité du bois

Le bois de Hêtre est pâle, rosâtre, avec des mouchetures caractéristiques dues aux rayons. C'est un bois assez lourd, dur, homogène, mais peu durable.

En montagne, le bois de Hêtre est réputé nerveux, dur et dense, sans que l'on puisse faire la part des facteurs écologiques et culturaux. La croissance du Hêtre sur pente induit des tensions internes et des problèmes de fente à l'abattage et au séchage, mais on sait aussi que les fortes densités de peuplements auxquelles ont été conduites les futaies sur souche favorisent un bois dense et nerveux.

Indépendamment de ces soucis de qualité des produits, le Hêtre sur pied présente une très bonne résistance mécanique, supérieure de 30 à 50 % à celle des conifères pour l'aléa chute de blocs (GSM Alpes du Nord p. 200).

Problèmes sanitaires

Le Hêtre a peu d'ennemis, si ce n'est la sécheresse qui, combinée avec des concentrations d'ozone, provoque actuellement un début de dépérissement sur certains versants des Préalpes.

Type de pathogène	Nom	Symptômes principaux	Symptômes secondaires	Partie de l'arbre
Champignons	Chancre du Hêtre (<i>Nectria ditissima</i>)	Faciès chancreux	Feuillaison des branches chancreuses plus tôt au printemps	Tronc et branches
Insectes	Charançon sauteur du Hêtre (<i>Orchestes fagi</i>)	Limbes minées	Décoloration	Aiguilles
	Puceron laineux (<i>Phyllagis fagi</i>)	Flétrissement et déformation	Feutrage d'aspect cotonneux	
Abiotique	Dégâts de gel	Rougissemements printaniers	Chute des feuilles	
	Sécheresse	Décoloration	Symptômes « automne précoce »	
	Ozone	Effet de « bronzing » et d'ombre	Uniquement face supérieure du limbe	
	Coup de soleil	Effet « peau de lézard »	Uniquement face au soleil	Tronc et branches

Le Chêne pubescent

Exigences climatiques

Le Chêne pubescent a une affinité méridionale marquée, sans toutefois apprécier une trop forte sécheresse estivale. Il supporte deux mois secs à condition de bénéficier d'une compensation édaphique. Il trouve son optimum en Haute-Provence et dans les Préalpes, est peu fréquent dans les Alpes intermédiaires et presque absent des Alpes internes. Sa répartition est centrée sur l'étage supraméditerranéen, où il est susceptible d'occuper tous les types de stations, mais il n'a une belle forme que sur les sols épais en ubac. On peut le trouver localement dans l'étage montagnard inférieur sur les stations sèches.



Exigences édaphiques

Le Chêne pubescent est une essence plastique, capable de pousser sur tous les substrats. Il préfère cependant les substrats terreux aux roches dures même fracturées et valorise bien les sols marneux. Il a du mal à s'installer sur les sols jeunes et instables, tels que les éboulis non fixés et les épandages torrentiels. Dans l'étage montagnard inférieur, au contraire, il ne trouvera sa place que sur les croupes rocheuses, souvent en adret.

Dynamique naturelle

Le Chêne pubescent, sur la zone concernée, n'est pas une essence pionnière. Il est généralement devancé par le Pin sylvestre dans la colonisation des terrains nus et anciens parcours. Son installation est facilitée par le couvert des Pins dans la mesure où des semenciers ne sont pas trop éloignés.

Dans certains cas, notamment à proximité d'une chênaie constituée, il réussit cependant à s'installer directement sur des friches et pelouses en profitant du développement d'une fruticée à Églantier, Aubépine et Genévrier.

La régénération naturelle, mal connue à ce jour, apparaît souvent délicate : production de graines parfois abondante, mais très irrégulière et tardive (70 à 80 ans), dissémination irrégulière par des oiseaux, des rongeurs, survie des jeunes semis aléatoire (dosage de l'éclaircissement, sensibilité aux périodes de sécheresse, ...).

Relations entre stations et croissance

(d'après l'étude des stations forestières des Préalpes sèches)

		Bilan hydrique			
		sec	peu sec	assez frais	frais
Adret	Subalpin supérieur				
	Subalpin inférieur				
	Montagnard supérieur				
	Montagnard moyen				
	Montagnard inférieur	--	-	0	+
	Supraméditerranéen	--	--	-	0
Ubac	Subalpin supérieur				
	Subalpin inférieur				
	Montagnard supérieur				
	Montagnard moyen				
	Montagnard inférieur	--	-	0	+
	Supraméditerranéen	--	-	0	+

Croissance et forme des arbres dominants

- ++ très bonne
- + bonne
- 0 moyenne
- mauvaise
- très mauvaise

- climat adapté
- climat limitant
- climat inadapté

Qualité du bois

Le bois de Chêne pubescent est similaire à celui des autres Chênes blancs : brun jaunâtre, avec une texture grossière, dense, dur et durable.

Il était autrefois utilisé en charpente et traverses, mais il est surtout apprécié comme combustible, en bûches ou charbon de bois.

Problèmes sanitaires

Le Chêne pubescent ne présente pas de problème sanitaire majeur, mais souffre actuellement d'un affaiblissement généralisé dû à plusieurs années de sécheresse. Cela se traduit par des déficits foliaires associés à des délestages de rameaux et de la microphyllie.

Par ailleurs, on constate depuis plusieurs années, sur la zone préalpine, une forte augmentation de la population de Bupreste du Chêne (*Coroebus florentinus*) qui est la cause principale du dessèchement de branches.

Type de pathogène	Nom	Symptômes principaux	Symptômes secondaires	Partie de l'arbre
Champignons	Oïdium du Chêne (<i>Microsphaera alphitoides</i>)	Taches foliaires chlorotiques, puis dépôt blanchâtre	Malformation des extrémités des pousses	Feuilles
Insectes	Tordeuse verte du Chêne (<i>Tortrix viridina</i>)	Bourgeons, puis feuilles sont consommées	Bourgeons floraux détruits	
	Bombyx disparate (<i>Lymantria dispar</i>)	Consommation des limbes	Gâche plus qu'elle ne consomme, débris aux pieds des arbres	
	Géométrides (<i>Operophtera brumata & Erannis defoliaria</i>)	Dévorent partiellement les bourgeons de l'intérieur	Consommation de tout ou partie des feuilles	
Abiotique	Bupreste du Chêne (<i>Coroebus florentinus</i>)	Dessèchement de branches	Galerie d'annélation en limite de la partie verte	Tronc et branches
	Gel tardif	Dessèchement des extrémités des pousses	Décoloration des feuilles	Feuilles
		Sécheresse	Perte de rameaux périphériques	Fentes de sécheresse limitées à l'écorce

Bibliographie

- BONNASSIEUX D., 1997-2000. Catalogue des types de stations forestières sous mélèze dans les Alpes du Sud. ONF PACA, Cellule régionale d'appui technique
- CALÈS G. (coord.), 1998. Sylviculture du Mélèze en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. ONF PACA, 72 p. + annexes
- CONTINI L., LAVARELO Y., 1982. « Le Pin cembro » (*Pinus cembra* L.) : répartition, écologie, sylviculture et production – INRA, 197 p.
- COUHERT B., 1994. Sylviculture du Pin noir, bilan de l'acquis de plus de 30 ans de gestion des peuplements d'origine RTM du Sud-Est de la France – 2^e édition - Office national des forêts, Direction Régionale PACA et Section Technique d'Avignon, 12 p.
- COURDIER J.M., 2008. Sylviculture du Cèdre de l'Atlas en zone méditerranéenne française – ONF Méditerranée, document de travail, 40 p.
- CTBA, 1997. Étude des caractéristiques mécaniques du Pin sylvestre, Région : Provence-Alpes-Côte d'Azur – Rapport final
- DELAHAYE PANCHOUT M., 2004. La sapinière à la reconquête de son territoire. Coll. Les carnets du forestier - Alpes du Sud. Aix-en-Provence, ONF, 40 p.
- DELORD P., 2005. « Le Hêtre dans les Préalpes du Sud » : bilan de la situation actuelle et première ébauche d'une sylviculture adaptée – mémoire FIF-ENGREF, 135 p.
- DUCHÉ Y., 1983. Établissement de classes de croissance des peuplements de Chêne pubescent en Provence. Analyse de leurs facteurs explicatifs. 106 pp. + annexes (73 pp.), mémoire de 3^e année ENITEF, Cemagref Aix-en-Provence
- Guide de gestion des truffières en milieu naturel en vue de la production de *Tuber melanosporum* dans le massif du Ventoux, 2008. CRPF PACA, ONF, Alcina, 62 p.
- LADIER J., 2003. Les stations forestières des Alpes internes méridionales - ONF Méditerranée, Cellule Régionale d'Appui Technique, 38 p.
- LADIER J., 2004. Les stations forestières des Préalpes sèches ; définition, répartition, dynamique, fertilité - ONF Méditerranée, Cellule Régionale d'Appui Technique, 124 p.
- LAURENS D., 1998. Sylviculture du Sapin pectiné en Provence-Alpes-Côte d'Azur, Rapport de synthèse – ONF, 45 p. + annexes
- « Le Pin sylvestre », 2001 – revue « Forêt Méditerranéenne », tome 22 n°1
- LÉVIEUX J., LIEUTIER F., DELPLANQUE A., 1985. Les scolytes ravageurs du Pin sylvestre - RFF n° 6, pp 431-439
- MOISSET A. (coord.), 1997. Guide de sylviculture du Pin noir – ONF Service départemental de la Drôme, classeur
- NOUALS D., 1999. Le Sapin pectiné en région Provence-Alpes-Côte d'Azur : autécologie, stations forestières. ONF PACA, Cellule Régionale d'Appui Technique, 73 p.
- ROQUES A., RAIMBAULT J.P., SUN J.H., 2000. Insectes des cônes de Mélèze dans les Alpes du Sud. Convention de recherche INRA/ONF 1994-2000. INRA, Zoologie Forestière, Orléans, 16 p.
- SANTELLI J. (coord.), 1996. Guide de sylviculture du Chêne pubescent - ONF Direction Régionale PACA, 28 p. + annexes
- SIMON-TEISSIER S. (coord.), 2008. Sylviculture du Pin sylvestre en région Provence-Alpes-Côte d'Azur – ONF Méditerranée, 65 p.
- TURREL M., 1979. La régénération naturelle du Pin noir dans le Sud-Est de la France, étude de quelques peuplements des Alpes-de-Haute-Provence – INRA/Avignon, 27 p.

Écologie forestière et dynamique végétale

Approche des stations forestières

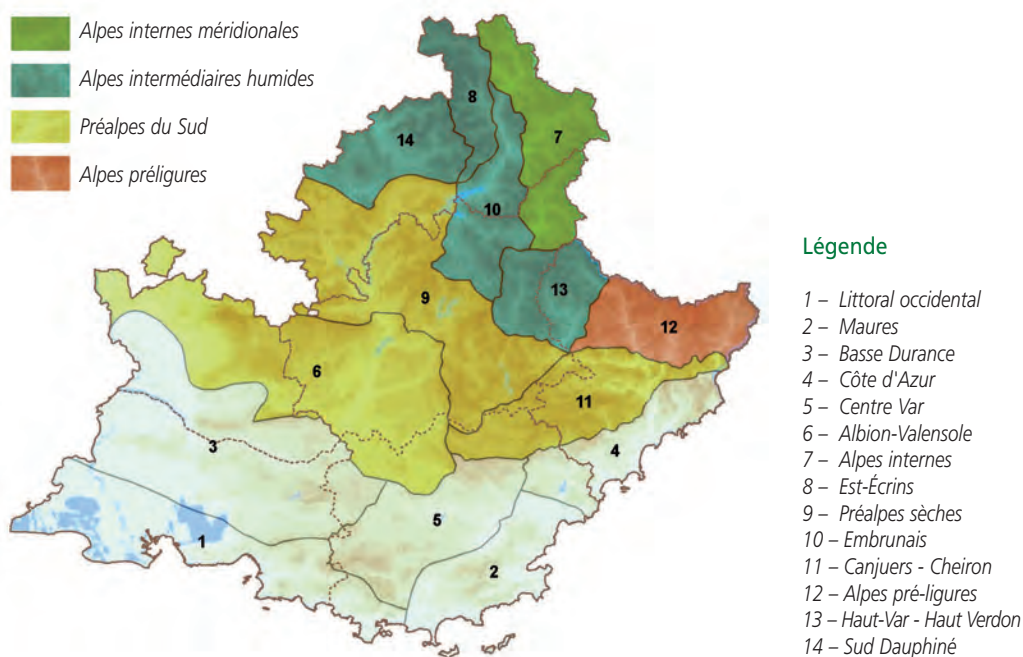
Les facteurs de croissance des arbres et d'évolution des formations végétales peuvent être répartis en deux groupes : les facteurs climatiques d'une part et les facteurs topographiques et édaphiques d'autre part. En outre, l'influence de ces facteurs se manifeste à des échelles différentes. Ceci incite à les appréhender selon une approche structurée à trois niveaux d'échelles.

N.B. : les facteurs écologiques décrits et leurs variations spatiales reflètent le climat actuel.

Contexte climatique régional

Les Alpes du Sud bénéficient d'un climat de montagne sous influence méditerranéenne. La pluviométrie est le critère climatique le plus discriminant à l'échelle régionale. On peut distinguer 14 types de régimes pluviométriques en PACA, dont la répartition correspond à des entités géographiques cohérentes (Panini, 1999)

Carte des régimes pluviométriques pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Panini, 1999)



Les régions des Alpes du Sud peuvent être regroupées en quatre ensembles du point de vue de la répartition des essences, selon un gradient le long duquel on voit faiblir la continentalité de l'axe alpin et s'affirmer l'influence méditerranéenne.

Au nord-est, les Alpes internes, qui englobent le Briançonnais, le Queyras et la haute Ubaye, constituent un pôle de continentalité hygrique caractérisé par des précipitations faibles, notamment en hiver, au regard de leur altitude élevée. Les forêts de ces régions sont constituées principalement de Mélèze, de Pin sylvestre et de Pin à crochets. Le Sapin pectiné y est assez rare et le Hêtre absent, ainsi que tous les feuillus sociaux.

Autour des Alpes internes, les Alpes intermédiaires humides regroupent un ensemble de régions naturelles présentant des climats moins limitants, avec une pluviométrie moyenne à forte sans sécheresse marquée. Il s'agit au nord du Sud-Dauphiné (Dévoluy et Champsaur), qui montre un climat froid et très humide, lié à une altitude élevée et à sa situation de transition avec les Alpes du Nord. Viennent ensuite l'Est-Écrins et l'Embrunais, puis le Haut-Verdon et le Haut-Var, régions moins froides que le Sud-Dauphiné et avec un régime pluviométrique favorable, sauf dans l'Embrunais, où on constate un certain déficit de précipitation. On y retrouve le Pin sylvestre et le Pin à crochets, le Mélèze et le Sapin, ainsi que le Hêtre et le Chêne pubescent sur des surfaces réduites.

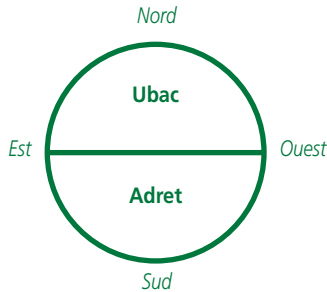
Au sud-ouest, les Préalpes se situent du point de vue climatique, comme du point de vue géographique, entre la Provence et la montagne. Le régime de précipitations, avec un creux estival marqué, montre la prédominance de l'influence méditerranéenne, tandis que les hauteurs de précipitations relativement élevées s'expliquent par les reliefs montagneux qui barrent la route des masses d'air humide venant du Sud-Est. Les essences forestières adaptées à ces conditions climatiques sont le Pin sylvestre, le Pin noir d'Autriche, le Chêne pubescent et le Hêtre. Le Sapin est peu représenté et souvent en situation limite, le Pin à crochets est rare, et le Mélèze absent.

Au sud-est, les Alpes pré-ligures bénéficient des entrées maritimes du golfe de Gênes, qui garantissent des précipitations élevées et des températures plus douces. Cette région présente des potentialités forestières très intéressantes, avec en particulier de bonnes croissances pour le Sapin et le Mélèze. La principale caractéristique des forêts de l'étage montagnard est l'absence du Hêtre, sauf sur quelques versants bien délimités.

Compartiments bioclimatiques

La répartition et le comportement des espèces forestières sur les versants montre des seuils d'exposition et d'altitude qui s'expliquent sans doute par des contraintes thermiques. Il est nécessaire d'intégrer ces variations locales du climat pour modéliser la dynamique naturelle.

On peut répartir les expositions entre adret et ubac avec une limite assez tranchée sur versant : on passe en exposition fraîche (ubac) dès qu'on a une composante nord, l'est et l'ouest se rattachant à l'adret.



Pour chacune de ces classes d'exposition se dégagent ensuite des seuils d'altitude :

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>	
1250 m	-----	1400 m
	<i>montagnard inférieur</i>	
950 m	-----	1200 m
	<i>supraméditerranéen</i>	

Les limites altitudinales sont sujettes à des variations à l'échelle régionale ou locale généralement inférieures à 50 m, à deux exceptions près :

- dans les Alpes internes, la limite inférieure du montagnard moyen d'ubac semble se situer vers 1350 m, tandis que le supraméditerranéen d'ubac est absent,
- dans le Sud Dauphiné et en particulier dans le Dévoluy, les seuils d'altitude semblent plus bas, au moins pour les étages supérieurs. Faute de données précises, on appliquera dans le Dévoluy, le Champsaur et le Valgaudemar une décote de 100 m sur les limites altitudinales au-dessus du montagnard moyen.

Ce découpage bioclimatique est basé sur des données floristiques relevées entre 1996 et 2003. Il reflète les conditions de température et d'humidité intégrées par la végétation dans le passé récent. Or, ces conditions sont en train de changer et les limites d'altitude indiquées pourraient s'élever fortement dans les décennies à venir.

Sol et topographie locale

Les caractéristiques chimiques des sols déterminent leur richesse et d'éventuelles carences pour la nutrition végétale. Les sols des Alpes du Sud sont généralement peu évolués et peu différenciés. Leur niveau trophique reste donc très lié à la composition de la roche ou du matériau parental. On peut distinguer schématiquement quatre groupes de substrats du point de vue de leur richesse chimique et de leur fonctionnement pédogénétique :

Substrats calcaires non décarbonatés	Le calcaire actif bloque (dans les rendosols) ou limite (dans les calcosols) la minéralisation de la matière organique. Il limite également l'assimilation racinaire de certaines espèces, ce qui se traduit dans leur croissance et leur forme
Substrats calcaires plus ou moins décarbonatés	Pas de facteur limitant du point de vue trophique
Substrats non calcaires autres que ceux issus de quartzite	Pas de facteur limitant du point de vue trophique
Substrats développés sur quartzite	La pauvreté en éléments minéraux limite la fertilité pour toutes les essences

Les caractéristiques physiques des sols déterminent leur réserve utile qui est, dans les Alpes du Sud, plus déterminante que le niveau trophique. Ces caractéristiques sont par ordre d'importance décroissante :

- La profondeur prospectable par les systèmes racinaires. Ce paramètre est rarement accessible à l'observateur. Il est généralement approché dans les typologies de stations par la profondeur d'apparition de l'horizon C, avec des seuils vers 20 cm et 50 cm révélés par la composition floristique et la croissance des arbres.
- La charge en éléments grossiers (graviers, cailloux, pierres, blocs) qui est bénéfique lorsqu'elle est faible et qui limite la capacité de stockage du sol lorsqu'elle est très forte.
- La texture, la structure et la compacité qui ont une influence beaucoup plus faible et difficile à évaluer.

La topographie intervient sous deux formes : la pente et la morphologie locale.

La pente du terrain accentue le drainage latéral. Le déficit hydrique est accentué en adret par un rayonnement plus fort. En ubac au contraire, le drainage sur une pente forte est compensé par un rayonnement plus faible. Les typologies de station distinguent trois ou quatre classes de pente :

Pentes faibles moins de 25 %	Favorisent l'infiltration de l'eau dans le sol
Pentes moyennes 25 à 50 % inclus	Situation moyenne
Pentes fortes entre 50 et 80 %	Le drainage latéral devient important
Pentes très fortes supérieures à 80 %	Les matériaux sont instables s'ils ne sont pas fixés par la végétation

L'influence de la forme du terrain sur la fertilité est forte et visible. Pourtant son appréciation est plus délicate car difficile à mesurer. Comme pour la pente, il existe un cas moyen et majoritaire, représenté par les pentes régulières, et nous avons choisi de ne distinguer que trois modalités :

Topographie convexe Croupes et bosses	Situations drainantes défavorables
Topographie neutre Pentes régulières, de type plan incliné	Les arrivées d'eau compensent les départs
Topographie concave : les creux, replats sur versants, bas de versants	Zones de concentration des eaux de surface favorables

Remarque : l'influence de la morphologie locale en terme de bilan hydrique est bien sûr plus importante sur les matériaux drainants que sur les matériaux compacts ; il faut en tenir compte lors de l'évaluation de la topographie. Sur marne, en particulier, on ne notera une topographie convexe que si elle est très accentuée. Inversement, la différence entre les creux et les bosses sur grès est beaucoup plus sensible.

La combinaison de ces conditions topographiques locales et édaphiques détermine le bilan hydrique de la station. La quantité d'eau disponible pour le système racinaire dépend d'une part du volume de terre fine prospectable qui détermine les capacités de stockage des substrats et d'autre part de la topographie qui alimente plus ou moins ce substrat en eau (bilan arrivée/départ).

Répartition des essences et formations forestières

Le Pin sylvestre, le Pin à crochets et le Mélèze se partagent la reconquête des milieux ouverts, avec une interférence possible du Chêne pubescent dans les Préalpes, selon un déterminisme essentiellement climatique.

Les formations climaciques varient plus selon les régions naturelles.

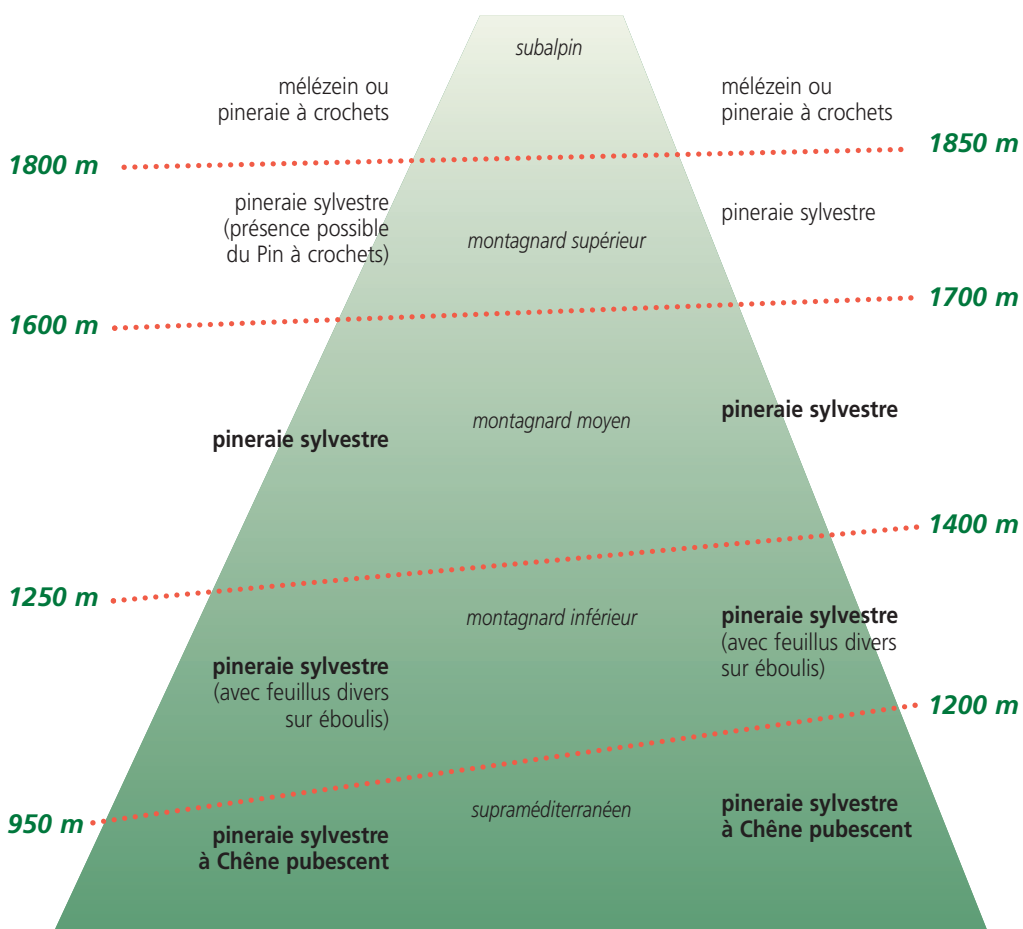
Répartition des formations forestières pionnières dans les Préalpes

UBAC

exposition à composante nord
et pente > 5 %

ADRET

(autres cas)



En gras : la répartition constatée

En caractère normal : les situations plus hypothétiques ou cas particuliers

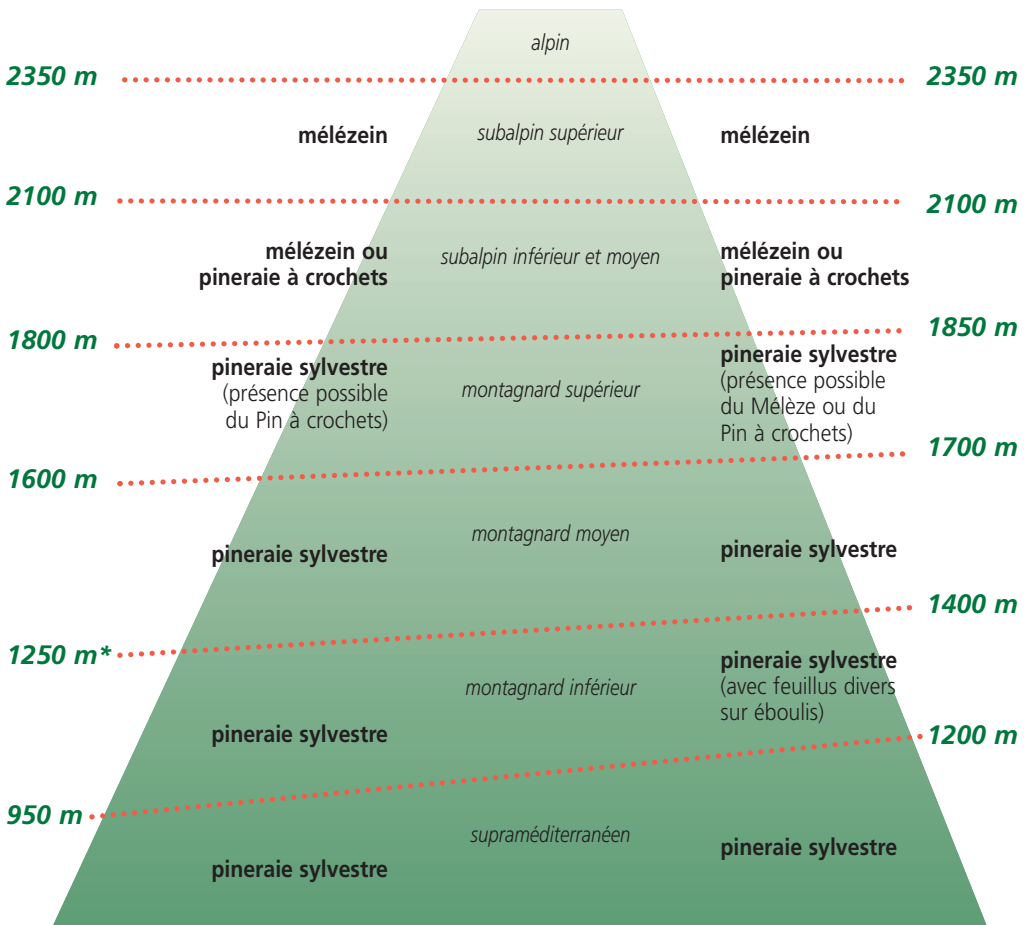
Répartition des formations forestières pionnières dans les autres régions

UBAC

exposition à composante nord
et pente > 5 %

ADRET

(autres cas)



* 1350 m dans les Alpes internes

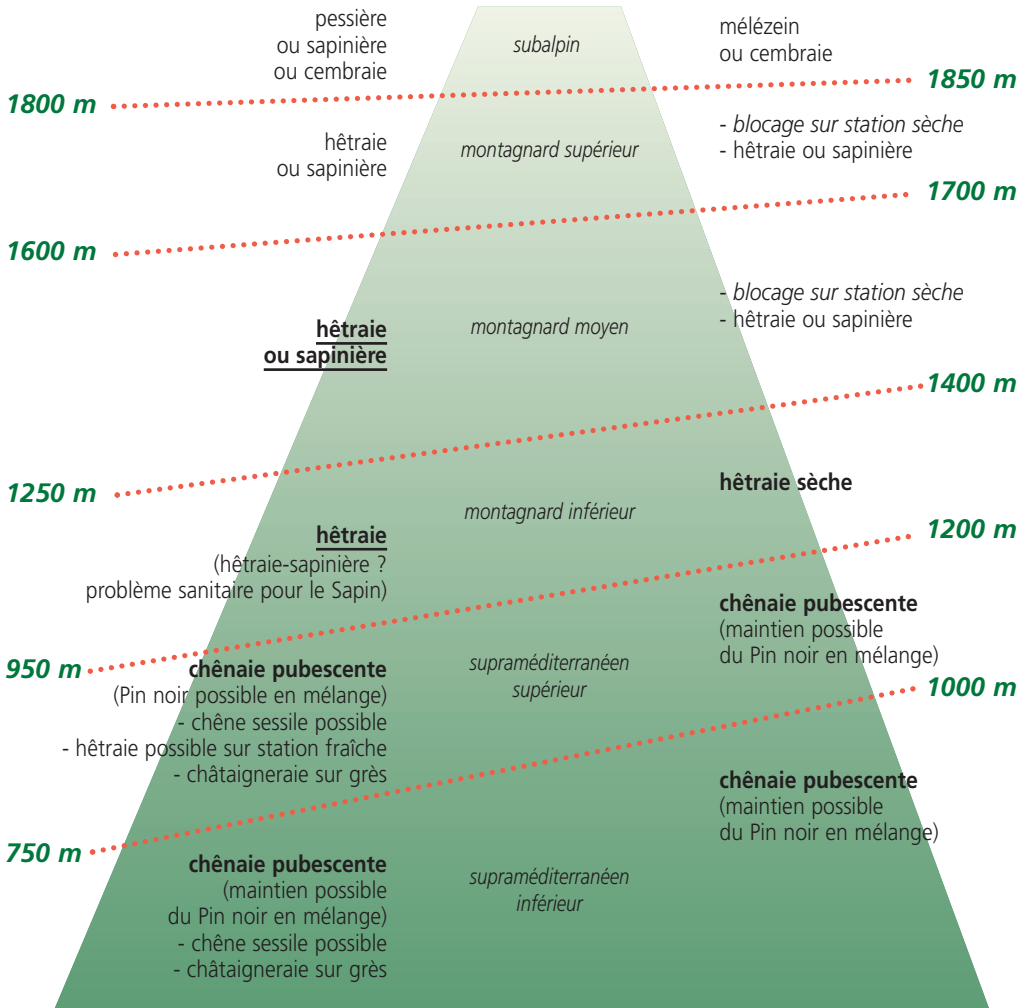
Répartition des formations forestières climatiques dans les Préalpes

UBAC

exposition à composante nord
et pente > 5 %

ADRET

(autres cas)



En gras souligné : les situations de substitution rapide (si régénération présente ou semenciers proches)

En gras non souligné : les situations de substitution lente ou de concurrence faible (si semenciers proches)

En caractère normal : les situations plus hypothétiques ou cas particuliers

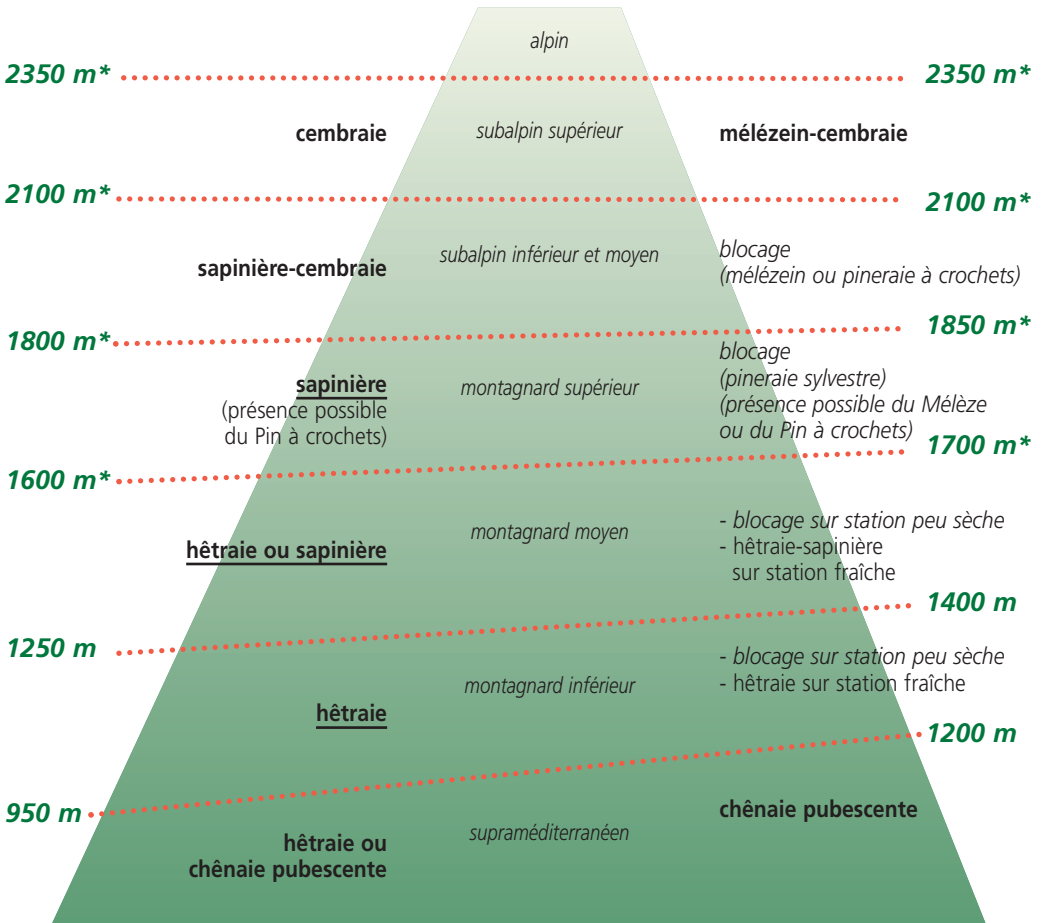
Répartition des formations forestières climatiques dans les Alpes intermédiaires

UBAC

exposition à composante nord
et pente > 5 %

ADRET

(autres cas)



* appliquer une décote de 100 m pour le Dévoluy, le Champsaur et le Valgaudemar

En gras souligné : les situations de substitution rapide (si régénération présente ou semenciers proches)
En gras non souligné : les situations de substitution lente ou de concurrence faible (si semenciers proches)

En caractère normal : les situations plus hypothétiques ou cas particuliers

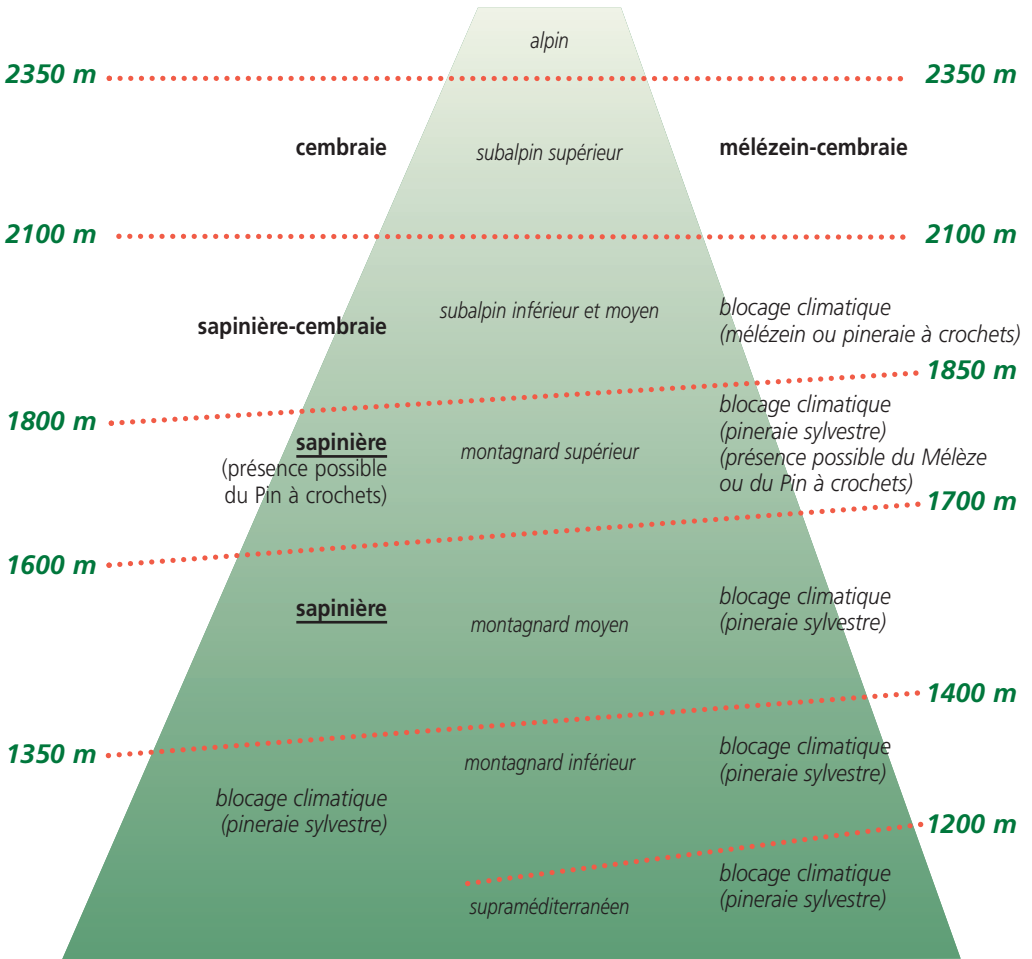
Répartition des formations forestières climaciques dans les Alpes internes

UBAC

exposition à composante nord
et pente > 5 %

ADRET

(autres cas)



En gras souligné : les situations de substitution rapide (si régénération présente ou semenciers proches)
En gras non souligné : les situations de substitution lente ou de concurrence faible (si semenciers proches)

En caractère normal : les situations plus hypothétiques ou cas particuliers

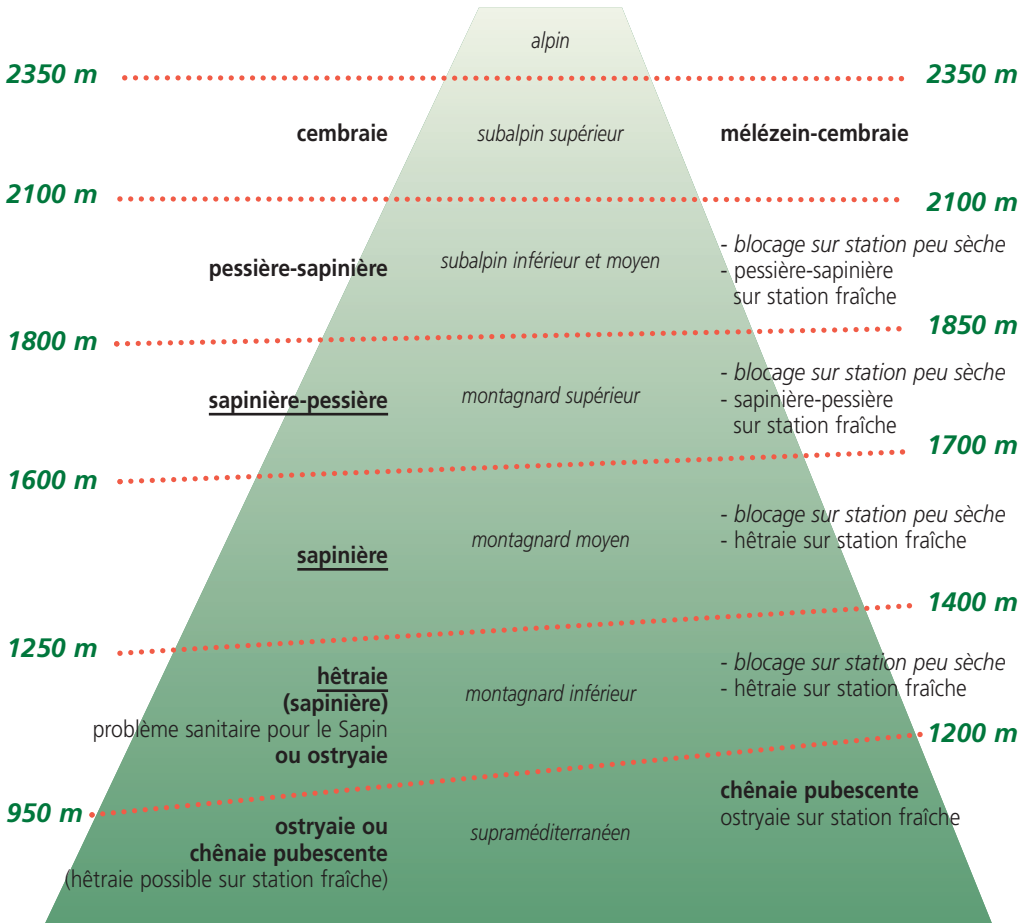
Répartition des formations forestières climaciques dans les Alpes pré-ligères

UBAC

exposition à composante nord
et pente > 5 %

ADRET

(autres cas)



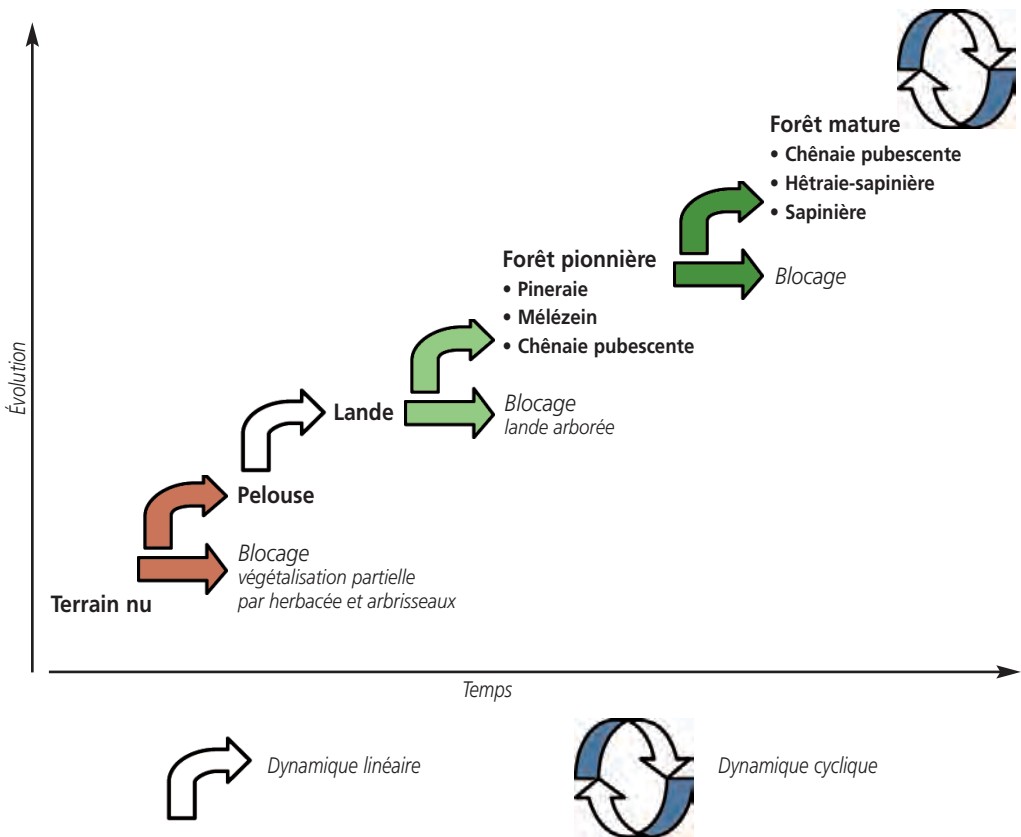
En gras souligné : les situations de substitution rapide (si régénération présente ou semenciers proches)

En gras non souligné : les situations de substitution lente ou de concurrence faible (si semenciers proches)

En caractère normal : les situations plus hypothétiques ou cas particuliers

Éléments de dynamique végétale

Le schéma général ci-dessous donne la position relative des formations végétales étudiées.



Évolution linéaire et évolution cyclique

La dynamique végétale généralement observée dans les Alpes du Sud est une évolution linéaire progressive de la végétation naturelle depuis un stade initial constitué par des espèces pionnières jusqu'à un stade mature, ou climax, souvent forestier. Les processus en cours dans les Alpes du Sud sont consécutifs à une diminution de la pression anthropique depuis 150 ans. Il s'agit donc d'une reconquête de l'espace naturel à partir d'un état anciennement dégradé.

Les forêts climaciques sont naturellement soumises à des évolutions cycliques. En l'absence de sylviculture, elles montrent par plages des phases de sénescence, d'ouverture et de cicatrisation, ces dernières étant souvent caractérisées par la participation d'essences feuillues post-pionnières.

Stades dynamiques

Les stades évolutifs généralement décrits sont la pelouse, la fruticée ou la lande (formation arbustive), la forêt pionnière et la forêt mature. Seuls les stades extrêmes, pelouse et forêt mature, sont toujours bien typés : le passage d'un stade au suivant est plus ou moins progressif, avec coexistence pendant une période transitoire des 2 stades en un faciès composite. Ainsi, l'installation d'une fruticée sur la pelouse se fait généralement par taches, qui deviennent coalescentes, constituant une formation végétale en mosaïque.

La séquence des stades dynamiques n'est pas toujours complète. En particulier, l'installation d'une fruticée dépend de la proximité de semenciers des espèces constitutives. À défaut, la forêt pionnière s'installera directement sur la pelouse, les espèces de fruticée venant avec ou après l'essence forestière pionnière.

Les essences « climaciques » peuvent aussi s'installer avec la forêt pionnière, voire à la place des essences pionnières, quand la situation locale (proximité des semenciers) est en leur faveur. Ainsi, une pelouse montagnarde sur calcaire sera colonisée préférentiellement par des arbustes (Genévrier, Buis, Amélanquier) ou par le Pin sylvestre, avant l'arrivée du Hêtre dans une ambiance déjà forestière. Mais, en l'absence de ces espèces, le Hêtre peut aussi s'installer directement ; ce sera plus difficile et plus lent, avec dans un premier temps des individus bas branchus épars et dans un second temps seulement une véritable hêtraie.

Possibilité de blocage

Les conditions locales ne permettent pas toujours l'évolution complète de la végétation jusqu'au stade climacique. On peut observer deux types de blocages : des blocages d'origine édaphique sur les stations présentant un bilan hydrique trop limitant et des blocages d'origine biologique.

Les blocages édaphiques se produisent sur les stations présentant un bilan hydrique trop limitant pour l'espèce principale susceptible de s'installer. Le blocage au stade milieu ouvert est rare. Il ne concerne que les dalles rocheuses non fissurées ou les sols minéraux instables ou régulièrement rajeunis. Sur ces stations ne s'installe qu'une pelouse écorchée, associée à des ligneux bas. En dehors de ces conditions extrêmes, on rencontre une grande variété de pelouses et landes arbustives, dont la composition est adaptée aux conditions climatiques et édaphiques dans lesquelles elles se trouvent.

Ce blocage édaphique intervient généralement au stade forestier pionnier, ou à un stade post-pionnier lorsque l'essence climacique peut s'installer sans réussir à constituer un couvert fermé. La poursuite de la dynamique nécessite alors l'évolution de la station, c'est-à-dire du sol. L'installation de la forêt pionnière peut également être freinée sur certains substrats superficiels ; ainsi, le Pin sylvestre s'implante difficilement sur les calcaires affleurants.

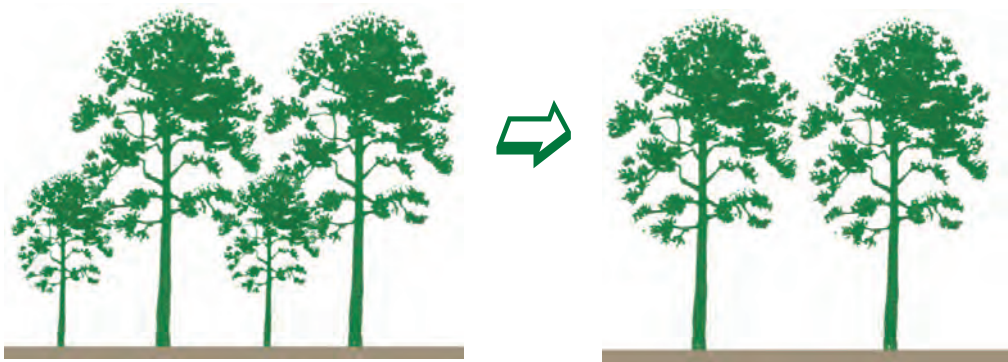
Les blocages d'origine biologique se produisent lorsqu'une espèce annexe empêche l'installation de l'essence qui devrait constituer le stade d'évolution suivant. L'invasion du sous-bois par le Buis s'inscrit dans cette logique. Le Buis semble capable d'empêcher la régénération naturelle des autres essences. Cette situation se rencontre notamment dans les Préalpes sur calcaire dur et matériau issu de calcaire dur (éboulis, grèze ou colluvion), le Buis étant d'autant plus vigoureux que la station est fertile. La pérennité du couvert forestier est donc en question. Il est probable que la lande à Buis constitue la formation végétale stable pendant plusieurs décennies après la disparition des arbres.

Niveaux de concurrence entre essences

Les situations de concurrence effective que subit une essence forestière pionnière permettent de distinguer cinq schémas d'évolution possibles.

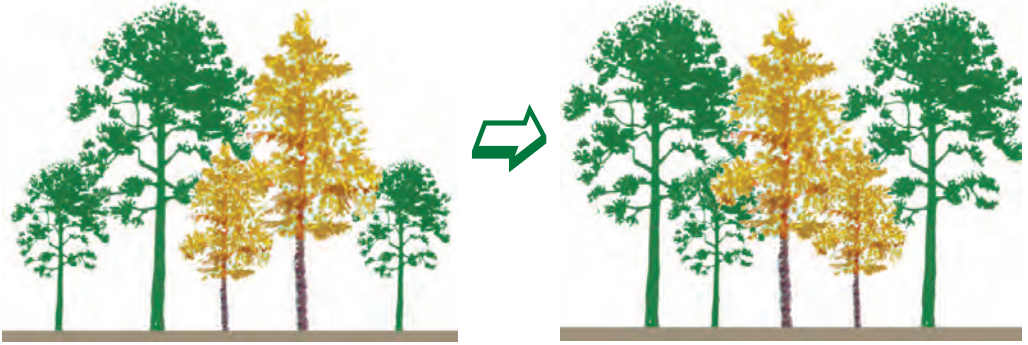
1. Absence actuelle de concurrence

Là où les essences climaciques sont absentes, ou très peu abondantes, soit que l'on se trouve dans des stations trop limitantes (en adret montagnard dans les Alpes internes par exemple), soit que ses concurrents sont absents pour d'autres raisons, anthropiques ou historiques. La forêt pionnière est stable au moins à moyen terme.



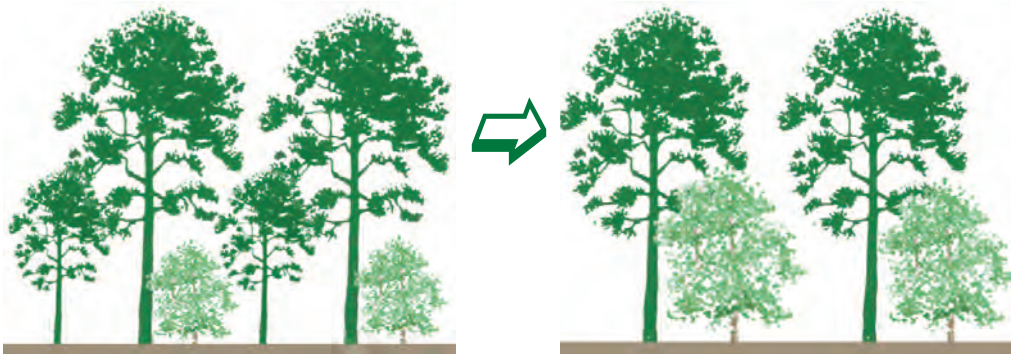
2. Cohabitation

Les essences présentes se développent et se régénèrent sans se concurrencer. Au contraire, le mélange est dans certains cas bénéfique au renouvellement. La conduite du peuplement est donc relativement aisée, le gestionnaire ayant toute latitude, à chaque stade de développement, pour doser la proportion des essences.



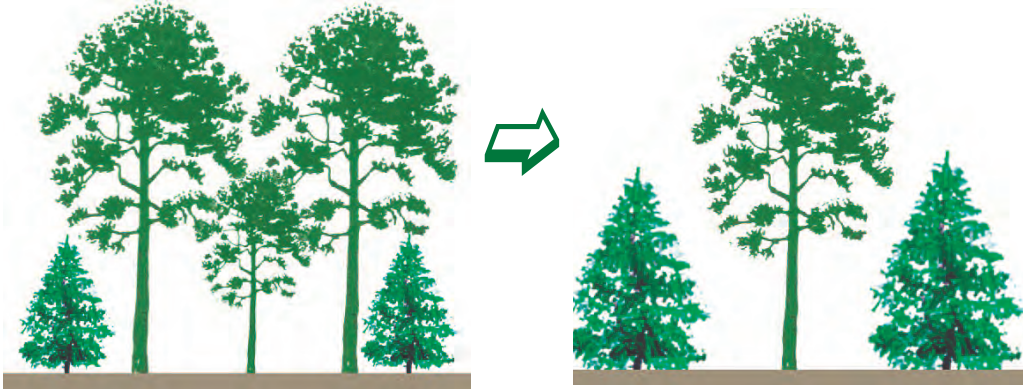
3. Concurrence faible

L'espèce concurrente est aussi une essence héliophile, plus ou moins pionnière, dont le couvert assez léger n'est pas susceptible d'étouffer l'essence en place, ni d'empêcher sa régénération. Le peuplement peut être conduit en mélange ou au profit de l'une des essences.



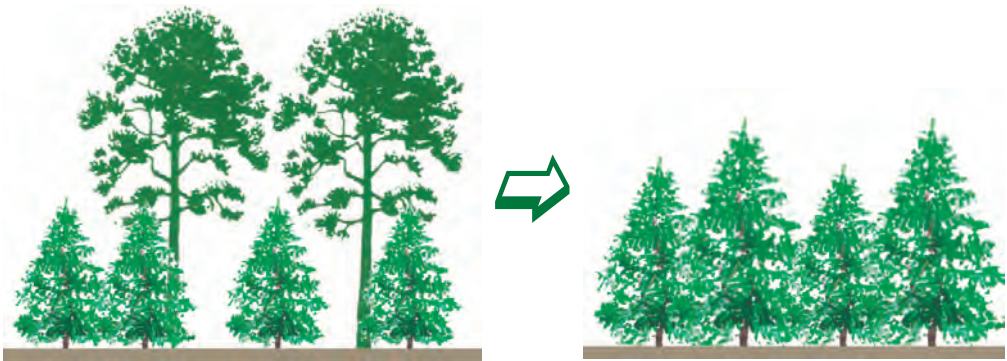
4. Substitution lente

L'essence concurrente est capable de se développer sous couvert, mais son installation n'est pas très dynamique. La substitution est probable à terme, mais peut être étalée sur deux révolutions.



5. Substitution rapide

L'essence concurrente montre une dynamique de colonisation importante et rapide, avec une abondante régénération naturelle, ou est en train de fermer le sous-bois. Le maintien du mélange est impossible, car l'essence pionnière ne peut se régénérer, et sera donc inévitablement supplantée.



Le diagnostic ne peut être fait que localement en fonction de l'avancement de l'installation de l'essence concurrente et de la proximité de sources de graines. Le tableau ci-dessous dresse une synthèse des situations possibles de concurrence entre essences (Cohab. : Cohabitation, Concur. : Concurrence, Substit. : Substitution, Abs : absence d'occurrence).

Essence prépondérante	Essence ou espèce concurrente										
	Pin sylvestre	Pin noir d'Autriche	Pin à crochets	Pin cembro	Mélèze d'Europe	Sapin pectiné	Épicéa commun	Cèdre de l'Atlas	Hêtre	Chêne pubescent	Buis
Pin sylvestre	X	Concur. faible	Cohab.	Substit. lente	Cohab.	Substit. rapide	Substit. rapide	Substit. lente	Substit. rapide	Substit. lente	Substit. rapide
Pin noir d'Autriche	Cohab.	X	Cohab.	Abs	Cohab.	Substit. rapide	Substit. rapide	Concur. faible	Substit. rapide	Cohab.	Substit. rapide
Pin à crochets	Cohab.	Concur. faible	X	Substit. lente	Cohab.	Substit. rapide	Substit. rapide	Concur. faible	Substit. rapide	Abs	Substit. rapide
Pin cembro	Abs	Abs	Abs	X	Abs	Cohab.	Cohab.	Abs	Abs	Abs	Abs
Mélèze d'Europe	Cohab.	Concur. faible	Cohab.	Substit. lente	X	Substit. rapide	Substit. rapide	Abs	Substit. rapide	Abs	Abs
Sapin pectiné	Abs	Abs	Abs	Cohab.	Abs	X	Cohab.	Abs	Cohab.	Abs	Substit. rapide
Épicéa commun	Abs	Abs	Abs	Concur. faible	Abs	Concur. faible	X	Abs	Abs	Abs	Abs
Cèdre de l'Atlas	Cohab.	Cohab.	Cohab.	Abs	Abs	Substit. rapide	Abs	X	Substit. rapide	Cohab.	Substit. rapide
Hêtre	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Cohab.	Abs	Abs	X	Abs	Substit. rapide
Chêne pubescent	Cohab.	Substit. lente	Abs	Abs	Abs	Substit. rapide	Abs	Substit. lente	Substit. rapide	X	Substit. rapide

Notons enfin que la faune peut jouer un rôle significatif dans la dynamique forestière. Ainsi, le pastoralisme bovin permet de maîtriser le retour du Sapin sous mélèze.

Vitesse d'évolution

Diverses études menées sur la dynamique végétale en montagne méditerranéenne (Darracq, Saïd, Gachet, Marage) donnent des éléments convergents pour évaluer le temps nécessaire à l'atteinte des stades forestiers à partir de l'abandon d'une parcelle agricole ou pâturée :

- la forêt pionnière se constitue en 50 ans environ
- le stade « forêt mature », est atteint en une centaine d'années, sous réserve de proximité des semenciers, et sachant que ce stade est encore ensuite le siège d'une maturation lente.

Il est intéressant de noter que, en dehors des cas de blocage, la vitesse d'évolution de la végétation ne semble pas dépendre de la fertilité de la station ni de l'antécédent cultural. Par contre, il semble que la dynamique soit beaucoup plus lente en adret qu'en ubac. De même, la colonisation forestière vers l'amont, en particulier dans les étages montagnard supérieur et subalpin, est plus lente que vers l'aval.

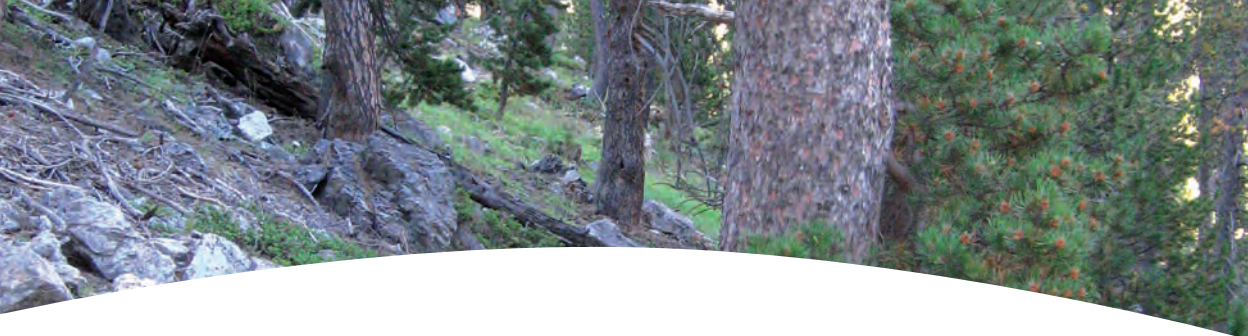
Dynamique végétale et évolution des sols

L'installation progressive d'une végétation herbacée et fruticée puis ligneuse, avec un apport de matière organique et des systèmes racinaires de plus en plus puissants, contribue à l'altération de la roche sur une épaisseur croissante et à l'évolution du sol. La végétation transforme donc peu à peu son biotope, la station, dans le sens d'une augmentation des potentialités. Ce phénomène est d'autant plus rapide que le substrat est meuble et/ou prospectable, mais n'est possible que si les conditions topographiques locales ne sont pas trop défavorables.

Inversement, une dégradation de la végétation peut avoir une influence indirecte négative sur la station, dans les cas extrêmes de destruction de la couverture végétale par incendie ou déboisement. Il existe alors un risque d'ablation de la couche superficielle des sols par érosion si de fortes précipitations surviennent avant la reconstitution d'un tapis végétal.

Bibliographie

- ALLIER C., BRESSER V., 1980. Les hêtraies des Baronnies, des Préalpes de Digne et pays de Seyne, leur place dans les Alpes du Sud - Écologie Méditerranéenne n° 5, pp. 113-143
- BOISSEAU B., NOUALS D., RIPERT C., 1992. Guide technique du forestier méditerranéen français, chapitre 2 : « Stations forestières » - Cemagref Aix-en-Provence, 15 fiches
- BONNASSIEUX D., 2000. Les mélèzeins des Alpes du Sud : répartition climatique et évolution naturelle. ONF PACA, Cellule régionale d'appui technique, 68 p.
- COURDIER J.M., DREYFUS Ph. 2005. Retour du Hêtre et du Sapin dans les pineraies pionnières de l'arrière-pays méditerranéen. Conséquences pour la gestion et pour la biodiversité. ONF, Rendez-vous techniques n° 10 - automne 2005, pp. 56-62
- DARRACQ S., 1992. La dynamique du tapis végétal dans les bassins versants du Sasse et du Grand-Vallon (Alpes-de-Haute-Provence, France), recherche méthodologique et application - Thèse de doctorat, ENGREF / Cemagref Grenoble, 374 p.
- DREYFUS Ph., 2007. Les dynamiques en cours et l'impact des pratiques sylvicoles. Forêt Méditerranéenne, 28, n° 4, spécial « Le mont Ventoux », décembre 2007, pp. 419-426
- DREYFUS Ph., 2008. Dynamiques du Sapin, du Hêtre et des Pins dans l'arrière-pays méditerranéen : de la modélisation à l'aide à la gestion. Forêts mélangées : quels scénarios pour l'avenir ? Revue Forestière Française, 60, 233-249
- DREYFUS Ph., LADIER J., 2010. Dynamique des forêts mélangées sur le Mont-Ventoux : effets de l'altitude et de la gestion. ONF, Rendez-vous Techniques, n° 27-28, pp. 36-42
- GRESLIER N., 1993. Inventaire des forêts subnaturelles de l'arc alpin français - Mémoire de 3^e année FIF - ENGREF / Cemagref Grenoble, 65 p. + annexes
- LADIER J., 2003. Les stations forestières des Alpes internes méridionales - ONF Méditerranée, Cellule Régionale d'Appui Technique, 38 p.
- LADIER J., 2004. Les stations forestières des Préalpes sèches ; définition, répartition, dynamique, fertilité - ONF Méditerranée, Cellule Régionale d'Appui Technique, 124 p.
- LEJOLY J., 1976. Les pinèdes montagnardes à *Pinus sylvestris* sur grès d'Annot - Bulletin de la Société Royale de Belgique - Tome 109, Fascicule 1
- MARAGE D., 2004. Déterminisme, dynamique et modélisation spatiale de la diversité floristique dans un contexte de déprise pastorale. Application à la gestion durable des espaces montagnards sous influence méditerranéenne. Thèse Sciences de l'environnement, Biologie des populations et écologie, Eaux et Forêts - ENGREF, 307p.
- Muséum National d'Histoire Naturelle (coord.), 2001. Cahiers d'habitats Natura 2000, Habitats forestiers, Tome 1, volume 2 - La documentation française, 423 p.
- NOUALS D., JAPPIOT M., 1996. Les stations forestières des plateaux de Vaucluse et des versants sud des montagnes de Lure et du Ventoux - Cemagref Aix-en-Provence, 290 p.
- OZENDA P., 1985. La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen - éd. MASSON, pp. 1-231
- PANINI T., 1999. Étude des potentialités forestières des terres agricoles délaissées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur - CRPF PACA, pp. 16-63
- RAMEAU J.C., 1992. Dynamique de la végétation à l'étage montagnard des Alpes du Sud, première approche d'une typologie des hêtraies et hêtraies-sapinières, les applications possibles au niveau de la gestion - Revue Forestière Française, 5, pp. 393-413
- SAID S., RAMEAU J.C., BRUN J.J., 2003. Évolution et diversité végétales en Corse suite à la déprise agricole. Revue Forestière Française, 55 (4), pp. 309-320
- 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.
- VINKLER I., 2005. Gestion du couvert et régénération de la hêtraie : les intérêts d'un abri léger. Revue Forestière Française, 57(2), pp. 159-174
- VINKLER I., NINGRE F., COLLET C., 2007. Comportement du Hêtre sous abri : les intérêts d'une bonne gestion du couvert. Rendez-vous Techniques de l'ONF. Hors série N° 2 « Gestion des hêtraies dans les forêts publiques françaises », pp. 48-58



Influence de la forêt et de la végétation sur les aléas naturels

Influence de la forêt et de la végétation sur l'érosion et les crues torrentielles

	Rôle positif de la forêt et de la végétation	Conséquences sur l'érosion et les crues	Facteurs pour la maîtrise de l'érosion et des crues
sur le cycle de l'eau	Interception d'une partie de l'eau de pluie	Diminution du ruissellement superficiel de l'eau	Couvert végétal total (toutes strates confondues) du bassin versant > 70 %
	Retardement de la fonte nivale		
	Augmentation de l'infiltration de l'eau dans le sol	Diminution de la fréquence et de l'intensité des crues	Présence de plusieurs strates végétales et d'essences diversifiées
Pompage d'une partie de l'eau du sol et restitution dans l'atmosphère par évapotranspiration	Proximité du couvert végétal avec le cours d'eau (ripisylve, forêt de bas de versant)		
sur la stabilité du sol	Diminution de l'énergie cinétique des gouttes de pluie	Réduction de l'effet splash (impact des gouttes de pluie sur l'érosion des sols)	Couvert végétal total (toutes strates confondues) du bassin versant > 70 %
	Atténuation des écarts thermiques journaliers	Réduction de la désagrégation des roches	
	Amélioration de la cohésion des sols et renforcement de leurs propriétés mécaniques	Fixation des sols	Présence de plusieurs strates végétales et d'essences diversifiées
	Piégeage et rétention des sédiments érodés à l'amont	Diminution de la quantité de sédiments à l'aval des bassins versants	Couvert végétal arbustif et herbacé de la ravine considérée > 30 % et situé dans le lit de celle-ci

Limites et rôle négatif de la forêt et de la végétation

La forêt et la végétation peuvent avoir des actions négatives sur l'érosion telles que :

- relargage brusque de sédiments en cas de rupture des obstacles végétaux (barrières herbacée ou arbustive) ayant piégé des sédiments
- déstabilisation des berges des cours d'eau en cas de déracinement des arbres
- creusement des cours d'eau à l'aval en cas de diminution trop importante de leur charge solide (l'eau claire ayant tendance à éroder le fond des lits)

La forêt et la végétation ne peuvent empêcher la saturation en eau des sols lors d'événements climatiques exceptionnels. Ainsi, si elles peuvent souvent permettre de diminuer la fréquence et l'intensité des crues torrentielles, elles ne peuvent parfois pas les maîtriser lorsque les pluies sont trop intenses. Il existe donc des seuils d'efficacité de la protection, qui varient en fonction des types de sol.

La présence d'arbres morts ou arrachés dans les lits des torrents peut générer des phénomènes d'embâcles (obstruction du cours d'eau) et de débâcles (rupture soudaine et imprévisible d'une zone d'obstruction du cours d'eau).

Influence de la forêt et de la végétation sur les glissements de terrain en montagne

La forêt et la végétation ne peuvent jouer un rôle sur les glissements de terrain que si ces derniers sont superficiels, c'est-à-dire d'une profondeur inférieure à 2 m environ.

Il faut souligner le peu de connaissances actuelles sur l'influence de la forêt et de la végétation sur les glissements de terrain en montagne

	Rôle positif de la forêt et de la végétation	Conséquences sur les glissements	Facteurs pour la maîtrise des glissements
sur le cycle de l'eau	Interception d'une partie de l'eau de pluie	Diminution de la quantité d'eau infiltrée dans le sol	Couvert végétal total (toutes strates confondues) de la zone de départ > 70 %
	Pompage d'une partie de l'eau du sol et restitution dans l'atmosphère par évapotranspiration		Présence de plusieurs strates végétales et d'essences diversifiées dans la zone de départ
sur la stabilité du sol	Amélioration de la cohésion des sols et renforcement de leurs propriétés mécaniques, grâce aux systèmes racinaires	Fixation des sols	Couvert végétal total (toutes strates confondues) de la zone de départ > 70 %
			Présence de plusieurs strates végétales et d'essences diversifiées dans la zone de départ

Limites et rôle négatif de la forêt et de la végétation

L'action de la forêt et de la végétation sur les glissements est parfois discutée concernant :

- la possible surcharge due au poids des arbres pouvant alourdir le sol (la masse végétale d'une forêt ne correspondrait cependant qu'à une épaisseur de litière de 5 cm et serait donc négligeable)
- la trop grande infiltration de l'eau due aux racines, ainsi que le stockage d'eau dans les trous formés par les déracinements
- le départ de glissements superficiels dû au déracinement des arbres.

Influence de la forêt et de la végétation sur les chutes de blocs

La forêt ne peut efficacement contribuer à la protection contre les chutes de blocs que si ces derniers ont un volume unitaire inférieur à 1 m³.

Type de zone	Action positive de la forêt	Facteurs pour la maîtrise des chutes de blocs
Zone de départ	Ancrage des pierres/blocs/éboulis par le système racinaire	Surface terrière élevée
	Piégeage des blocs au pied de la zone de départ	Résineux : H/D ≤ 65 Feuillus : H/D ≤ 80
	Augmentation de la rugosité du sol (le sol forestier est plus amortissant qu'un sol de terrain nu)	Distance d'entrée dans le peuplement ≤ 20 m
Zone de transit et Zone de dépôt	Limitation de la vitesse maximale des blocs Augmentation du dépôt des blocs	Longueur horizontale de la bande boisée dans le sens de la pente > 200 m
	Diminution de l'aléa résiduel (pourcentage de projectiles sortant de l'écran forestier)	Plus de 30 % de feuillus parmi les plus gros arbres
	Augmentation de la rugosité du sol (le sol forestier est plus amortissant qu'un sol de terrain nu)	Densité d'arbres élevée dans une bande de 25 m de part et d'autre d'un couloir :
	Canalisation de l'écoulement si présence d'un couloir	Résineux : H/D ≤ 65 Feuillus : H/D ≤ 80

Limites et rôle négatif de la forêt et de la végétation

Dans la zone de départ

- Risque de mise en mouvement de blocs :
 - par effet de levier
 - lors de chablis
- Effet tremplin des souches
- Effet bélier possible par mise en mouvement d'arbres cassés

Dans la zone de transit et de dépôt

- Effet tremplin des souches
- Effet bélier possible par mise en mouvement d'arbres cassés
- Effet « d'embâcle » par accumulation derrière des troncs au sol en travers de la pente
- Arbres tombant sur des enjeux

Influence de la forêt et de la végétation sur les avalanches

Type de zone	Action positive de la forêt	Facteurs pour la maîtrise des avalanches								
Zone de départ	Interception des précipitations neigeuses	<p>Peuplement avec une hauteur moyenne (notée H) perturbant efficacement le manteau neigeux En lisière de trouée : arbres avec la plus grande longueur de houppier possible : rapport L houppier / Hauteur totale $\geq 2/3$ Proportion de feuillus et de Mélèze < 30 % Résineux : H/D ≤ 65 Feuillus : H/D ≤ 80</p> <p>Manteau forestier continu 1 - Cas des forêts d'Épicéa, de Sapin et de Pin</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pente</th> <th>Couvert</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30° (60 %)</td> <td>> 30 %</td> </tr> <tr> <td>35° (70 %)</td> <td>> 50 %</td> </tr> <tr> <td>40° (85 %)</td> <td>> 70 %</td> </tr> </tbody> </table> <p>Valeur du couvert hivernal en fonction de la pente</p> <p>Valeur minimale de G préconisée en fonction du diamètre moyen et de la pente</p>	Pente	Couvert	30° (60 %)	> 30 %	35° (70 %)	> 50 %	40° (85 %)	> 70 %
	Pente		Couvert							
30° (60 %)	> 30 %									
35° (70 %)	> 50 %									
40° (85 %)	> 70 %									
<p>Ancrage du manteau neigeux par poinçonnement</p> <p>Discontinuités dans le manteau neigeux</p> <p>Limitation des écarts climatiques</p> <p>Augmentation de la rugosité du sol</p> <p>Diminution du transport de neige par le vent</p> <p>Effet pare congère</p>	<p>2 - Cas des forêts mixtes, feuillues et mélèzeins</p> <p>Valeur minimale de G préconisée en fonction du diamètre moyen et de la pente</p>									
Zone de transit et/ou zone de dépôt	<p>Canalisation de l'écoulement</p> <p>Augmentation de la rugosité du sol = limitation de la reprise de neige</p> <p>Dissipation de l'énergie = freinage qui éventuellement favorise le dépôt de la neige</p> <p>Réduction de la longueur d'atterrissage de la neige</p>	<p>Surface terrière $\geq 25 \text{ m}^2/\text{ha}$</p> <p>Présence d'essences à feuilles caduques (arbres résistants au souffle de l'avalanche et ayant une faible prise au vent en hiver) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - bordure de couloir $\geq 70 \%$ - ailleurs > 30 % 								

Limites et rôle négatif de la forêt et de la végétation

Dans la zone de départ

- Déclenchement lors de la restitution par les houppiers de paquets de neige au sol en bordure amont de trouée
- La végétation arbustive peut favoriser la création de couche fragile au sein du manteau neigeux
- Déclenchement par redressement soudain de la végétation arbustive (vernes notamment)
- La litière des essences à feuilles caduques favorise le glissement du manteau neigeux
- Effet lisière qui peut entraîner une suraccumulation de neige dans les zones de départ

Dans la zone de transit et de dépôt

- Effet bélier par transport d'arbres arrachés par l'écoulement et/ou d'anciens chablis et volis

Bibliographie

BERGER F., REY F., CHESNOT C., 2005. Synthèse bibliographique de l'état des connaissances sur le rôle de protection des forêts contre les risques naturels. Cemagref, Grenoble, 66 p.

GAUQUELIN X., COURBAUD B. (coord.), 2006. Guide des Sylvicultures de Montagne – Alpes du Nord françaises. Cemagref, CRPF Rhône-Alpes, ONF, 289 p.

HURAND A., 2007. Analyse risques des divisions domaniales RTM et autres forêts : notice pour la mise en œuvre de la cartographie « aléa enjeu ». ONF-RTM, Grenoble, 58 p.

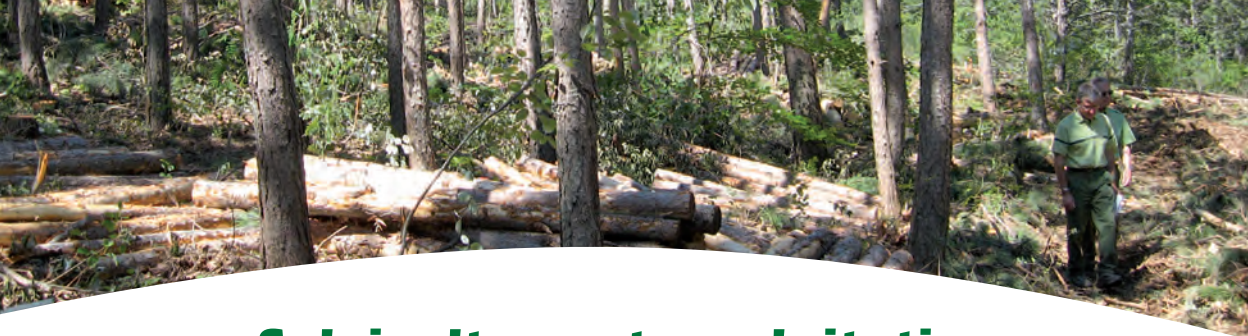
MULLENBACH P., 2001. Reboisements d'altitude. Éditions QUAE, 334 p.

REY F., CHESNOT C., SIMON-TEISSIER S., 2006. Forêt et érosion dans les bassins versants torrentiels. Revue Forestière Française, 58(4), pp 329-338.

REY F., LADIER J., HURAND A., CALÈS G., SIMON-TESSIER S., BERGER F., 2009. Forêts de protection contre les aléas naturels : diagnostics et stratégies. Éditions QUAE. 112 p.

REY F., 2011. Génie biologique contre l'érosion torrentielle. Éditions QUAE. 100 p.

SONNIER J., 1990. Forêts et risques naturels en montagne. ONF, Fontainebleau, 28 p.



Sylviculture et exploitation

En montagne, les contraintes liées au relief, pente et accessibilité, conditionnent l'exploitabilité des coupes. Dès lors que la pente est forte, l'accessibilité par un tracteur est limitée aux abords des pistes et traînes. Il faut avoir recours à d'autres techniques pour débarder le bois sur le reste de la parcelle.

L'organisation d'un chantier d'exploitation dans des conditions difficiles se conçoit avec l'aide d'un spécialiste dès le marquage de la coupe. Les techniques d'exploitation utilisables déterminent ainsi les caractéristiques d'une coupe exploitable et, par contrecoup, le type de sylviculture applicable selon le contexte.

Les sylvicultures pratiquées en France en zone de montagne sont encore fortement inspirées des pratiques de gestions de forêts de plaine, où l'exploitation par pied d'arbre reste prépondérante. Ce type de gestion reste pertinent en l'absence de facteur limitant, mais dans la plupart des autres cas, le mode de gestion adapté est une sylviculture par trouées.

Sylviculture par trouées sur pente forte

Les recommandations qui suivent s'appliquent aux peuplements à rôle de production situés en forte pente sur une surface de plus de 3 hectares.

Sont en situation de forte pente les peuplements non accessibles à un tracteur forestier, correspondant en général à des terrains situés sur une pente localement supérieure à 40 %.

Modes de débardage

Tracteur débusqueur

Les bois sont laissés en grande longueur pour être débusqués au treuil et débardés par un tracteur articulé à condition que le réseau de pistes et traînes soit judicieusement implanté et suffisant. Le tracteur peut treuiller des grumes sur 150 m en aval et 50 m en amont d'une piste ou d'une traîne de débardage. Coût : 20 à 30 euros/m³.

Débardage par câble long

Il permet de débarder sur des distances importantes, la longueur des lignes pouvant atteindre 1800 m. Le prélèvement se fait sur une largeur de 30 à 40 m de part et d'autre de la ligne. Il est plutôt utilisé à la descente, en amenant les bois sur une place de dépôt en bas de versant. Trois câblistes sont nécessaires pour le faire fonctionner, ce qui induit un coût élevé. Cette technique impose donc un prélèvement important, de 0,5 m³ minimum par mètre linéaire de câble pour 1000 m³ minimum au total sur un site. Coût indicatif : 50 à 55 euros/m³ (cf. le référentiel câble de l'ONF Méditerranée pour évaluer les composantes du prix).

Débardage par câble mât

Il permet de débarder sur des distances moyennes (600 à 1200 m). Il est préférable de remonter les bois sur une piste située en amont. Cela nécessite donc un réseau de desserte adapté. Après installation, il ne nécessite que deux opérateurs, ce qui rend son fonctionnement moins coûteux que celui d'un câble long. Les seuils de prélèvement sont cependant similaires à ceux du câble long : 0,5 m³ minimum par mètre linéaire de câble pour 1000 m³ minimum au total sur le site. Coût indicatif : 40 à 45 euros/m³ (cf. le référentiel câble de l'ONF Méditerranée pour évaluer les composantes du prix).

Débardage par glissière ou goulotte

Cette technique utilisant la pesanteur permet de débarder jusqu'à une distance de 100 m. Elle est réservée au bois de petit diamètre et de petite longueur (bois de chauffage). Une piste aval sur laquelle seront réceptionnés les billons est nécessaire à sa mise en œuvre.

Intérêt de la récolte par trouées dans les peuplements situés sur forte pente

Limiter les dégâts d'exploitation

L'exploitation en montagne est fortement contrainte : l'axe d'abattage est imposé par la pente et la sortie des bois.

En exploitation par pied d'arbre, le bûcheron peut difficilement éviter d'occasionner des dégâts (bris de cimes aux jeunes arbres, blessures d'écorçage, dégâts aux régénérations en particulier sur les perches en développement). La récolte par trouées minimise ce risque, en offrant un espace de travail plus large.

Le débardage est aussi source de dommages au peuplement :

- en exploitation par tracteur, le treuillage des bois jusqu'à la piste génère des arrachages d'écorce au pied des arbres réservés, d'autant plus nombreux que les bois récoltés sont dispersés dans la coupe et la topographie mouvementée ; récolter par trouées permet de concentrer la sortie des bois vers des couloirs de débusquage et de limiter les dégâts sur quelques arbres seulement.
- en exploitation par câble téléphérique, le débusquage provoque d'importants frottements aux arbres sur pied dès que les bois sont éloignés de la ligne de câble ; pour chaque bouquet prélevé, les dégâts sont donc limités aux seules tiges situées à l'aval de la trouée.

Préserver la régénération

L'exploitation en montagne impacte fortement la régénération. Pour sécuriser le développement des perches et semis, la récolte des bois par trouées permet la mise hors dégâts de bouquets entiers de régénération. Par contre, la mise en œuvre d'un renouvellement par coupes progressives est techniquement et économiquement difficile à mener sur pente forte.

Maintenir la stabilité des peuplements

Les forêts de montagne sont soumises à des aléas climatiques importants : froid, vent, neige... Le taux de chablis y est sensiblement plus important qu'à basse altitude.

La structuration naturelle des peuplements conduit parfois à la constitution de groupes d'arbres, aux houppiers imbriqués, dont la stabilité collective est bonne. Marteler en amélioration dans ces bouquets déstabilise l'ensemble du groupe : cette action est à éviter.

Le martelage doit respecter cette stabilité acquise des peuplements : l'ouverture d'une trouée prélèvera donc plusieurs groupes d'arbres, dans leur intégralité. Les limites d'une trouée s'appuieront sur les groupes d'arbres voisins : la présence de lisières vertes internes est un bon indicateur.

Faciliter le travail du bûcheron et du débardeur

Pour le bûcheron, les déplacements sur l'emprise de la coupe sont difficiles. Le portage du matériel (tronçonneuse, outils, essence...) augmente ces difficultés. La concentration de la récolte limite le parcours du terrain : la recherche des arbres à abattre est facilitée.

L'abattage des arbres par bouquets demande moins de précautions qu'un prélèvement pied à pied : les bris de réserves sont donc fortement réduits.

Pour le débardeur, la sortie des bois se fait par des axes privilégiés, communs à de nombreuses tiges : il n'y a pas de recherche longue et fastidieuse de bois disséminés. De plus, le choix de couloirs de débusquage bien choisis (topographie, absence d'obstacles) et bien repérés facilite les opérations.

Principales recommandations sylvicoles pour les peuplements situés en forte pente

Récoltes par ouverture de trouées de 25 à 50 ares, pouvant atteindre 1 hectare

La taille d'une trouée s'apprécie par l'ouverture créée dans les houppiers et non d'après la position des troncs. En forêt à rôle de protection, limiter la taille des trouées :

- en cas d'aléa chutes de blocs, longueur maximum dans le sens de la pente de 20 m (taillis) ou 40 m (futaie)
- en zone de départ d'avalanches, longueur maximum dans le sens de la pente [1,5 x hauteur du peuplement]
- Une taille de 1 ha est compatible avec la protection contre l'érosion, les crues torrentielles et les glissements de terrain, à condition de conserver une couverture végétale de 70 %

La surface cumulée des trouées à implanter est fonction du mode d'exploitation, car le coût du câble impose un prélèvement très fort, et du vieillissement du peuplement, avec une proportion plus élevée pour les peuplements vieillissants :

- exploitation par tracteur : surface des trouées = 25 % de la surface de la coupe
- exploitation au câble : surface des trouées = 30 à 50 % de l'emprise de coupe (40 m de part et d'autre du câble)

Les trouées sont à asseoir préférentiellement dans des bouquets de gros ou vieux bois. La présence de régénération au sol peut également orienter leur implantation le choix d'implantation d'une trouée. Pour respecter la stabilité du peuplement restant sur pied, il faut implanter les trouées en s'appuyant sur les lisières vertes internes au peuplement ; elles délimitent des collectifs d'arbres à bonne stabilité.

Dans chaque trouée, toutes les tiges doivent être abattues, y compris celles sans valeur marchande (sous-étage de feuillus mal conformés, perches résineuses branchues ou blessées) : ces tiges risquent de se transformer en loupes et de compromettre l'acquisition de régénération.

Abandon des coupes d'amélioration pied à pied

- Dans les peuplements riches en petits bois, attendre et reporter les coupes jusqu'à obtention de diamètres commercialisables et récoltables par trouées (diamètre moyen récolté de 30 à 40 cm).
- Dans les peuplements riches en gros bois, ne pas marteler en amélioration ou en sanitaire entre les trouées. La récolte se fera lors d'une rotation future, par prélèvement total de ces bouquets.

Martelage par petites équipes

La sylviculture par trouées modifie l'organisation des martelages : il ne s'agit pas de parcourir l'ensemble de la coupe en éclaircie, mais de repérer et marquer des bouquets dans leur ensemble.

Une équipe restreinte (3 marteleurs) est mieux adaptée au martelage de trouées. Le repérage au préalable des trouées à marteler n'est pas indispensable : une équipe bien formée est capable d'identifier et de marquer les trouées lors de la même opération.

Principaux impacts environnementaux d'une sylviculture par trouées

Dynamique des essences

D'une manière générale, l'ouverture de trouées favorise la diversité des essences :

- les essences exigeantes en lumière (Pins, Mélèze) y trouveront les conditions favorables à leur régénération, au moins dans la partie de trouée la mieux éclairée ;
- les essences tolérantes à l'ombre (Sapin, Hêtre) coloniseront plutôt les lisières de trouées.

Impacts sur la biodiversité

La présence de trouées est un élément favorable à la richesse biologique du milieu naturel en créant une juxtaposition de milieux écologiquement contrastés : elle génère une diversité de peuplements élémentaires au sein des versants (futaies fermées plus ou moins étagées, espaces ouverts avec régénération installée ou non).

La sylviculture par trouées privilégie la récolte des gros bois, économiquement intéressants. La mise en place d'une trame d'arbres sénescents et de peuplements de vieux bois contribue à l'amélioration de la qualité biologique des forêts : elle permet le maintien des espèces dont le développement est lié à la présence de bois morts ou à cavités. Pour les forêts relevant du régime forestier, la mise en place de ces trames d'arbres sénescents et de peuplements de vieux bois fait l'objet de cadrages spécifiques nationaux et régionaux.

Impacts paysagers

Leur position en versant rend les trouées sylvicoles très visibles dans le paysage lorsqu'elles viennent d'être réalisées. Ensuite, le reverdissement du parterre de coupes en atténue l'impact paysager en vision externe, sauf en vision supérieure après une chute de neige.

Une communication auprès des populations concernées permet d'expliquer les raisons et avantages de cette technique sylvicole, certes plus visible que la récolte pied à pied.

Il est à noter que la sylviculture par trouées est largement implantée dans certains pays qui la pratiquent de longue date (Autriche, Italie du Nord, et de plus en plus Suisse) : elle n'est pas considérée comme un obstacle à la qualité des paysages, dans un contexte d'économie touristique de montagne pourtant florissante.

Sylviculture et exploitation sur pente faible

Une pente inférieure à 40 % localement et à 30 % en moyenne, sans ressaut rocheux, permet de circuler sur le parterre de la coupe et d'accéder facilement aux arbres à abattre. Ces conditions sont compatibles avec une coupe par pied d'arbre, donc avec une sylviculture classique par coupes progressives.

Cloisonnements d'exploitation

Un chantier d'exploitation ne peut s'envisager qu'après l'implantation des cloisonnements d'exploitation.

Les caractéristiques d'un cloisonnement d'exploitation sont les suivantes :

- Largeur : 4 m
- Forme : le plus rectiligne possible pour éviter les dégâts sur les arbres restant sur pied
- Distance entre axes : 15 à 20 m (distance pouvant être étendue en cas de sols sensibles)
- Implantation : dans le sens d'écoulement des eaux, en évitant les dévers

Dans le cas où des cloisonnements sylvicoles existent, il convient d'élargir 1 cloisonnement sur 3 ou 1 cloisonnement sylvicole sur 2, selon leur espacement, pour le transformer en cloisonnement d'exploitation.

Exploitation mécanisée

Une exploitation mécanisée s'envisage si :

- le volume unitaire des tiges est supérieur à 0,1 m³
- le prélèvement par hectare est élevé, si possible supérieur à 80 m³
- le volume total est supérieur à 500 m³
- la branchaison des arbres est fine

La machine d'abattage prospectera les bandes de peuplement depuis les cloisonnements d'exploitation. L'ébranchage se fera sur les cloisonnements d'exploitation, ce qui limite le tassement du sol par la circulation de l'engin. Les javelles seront disposées le long des cloisonnements d'exploitation afin que le porteur puisse les charger en circulant sur le même réseau que la machine.

Il est primordial de tenir compte de ce mode d'exploitation dès le marquage de la coupe.



Exploitation semi-mécanisée

L'exploitation semi-mécanisée s'envisage si un des critères ci-dessus n'est pas rempli. L'abattage sera alors réalisé par un bûcheron qui dirigera le houppier des arbres à abattre vers les cloisonnements d'exploitation. Le porteur circulera de la même manière que dans le cas d'une exploitation mécanisée.

Période d'intervention

Les coupes d'amélioration et d'ensemencement doivent être réalisées hors sève si possible, en particulier la première éclaircie. Ceci pour limiter les dégâts d'exploitation aux arbres réservés et réduire les risques de prolifération des scolytes (voir ci-après « Prévention des épidémies de scolytes dans les Préalpes du Sud »).

Traitement des rémanents

Sur pente forte, notamment avec une exploitation par câble, le débardage d'arbres entiers, couplé à la valorisation des rémanents en bois énergie, est la meilleure option. Cela atténue les dégâts au débusquage, facilite l'ébranchage mécanisé et diminue le coût d'exploitation, tout en valorisant les rémanents et en améliorant l'aspect paysager du parterre de coupe. Compte tenu de l'exportation importante d'éléments minéraux qui en découle, cette pratique doit être limitée à deux occurrences dans la vie du peuplement pour éviter tout risque d'appauvrissement des sols (Cacot, 2006). Les sols des Alpes du Sud sont intrinsèquement peu sensibles de ce point de vue et n'imposent pas d'autre précaution.

Sinon, on abandonne les rémanents sur place. D'une part, ils jouent un rôle, de protection du sol. D'autre part, leur décomposition limite les exportations d'éléments minéraux.

Lors d'une exploitation mécanisée, ils doivent être disposés dans les cloisonnements d'exploitation. Ils constituent ainsi une bande de roulement pour la machine, ce qui limite les dégâts au sol.

Lors d'une exploitation manuelle, ils doivent être démontés en brins de moins de 2 m de long pour favoriser leur décomposition et dispersés de sorte qu'ils ne soient pas susceptibles d'être accumulés et qu'ils ne favorisent pas la concentration du ruissellement. Il ne faut pas les disposer perpendiculairement à la pente, car cela engendre des risques d'accumulations de sédiments, puis de relargages.

Les interventions dans les forêts à rôle de protection ne nécessitent pas un traitement particulier des rémanents en fonction de l'aléa naturel, sauf vis-à-vis des crues torrentielles : ne laisser aucun rémanent dans le torrent, à proximité immédiate et dans les talwegs secondaires.

L'aléa incendie ne justifie pas d'infléchir ces règles, dans la mesure où l'augmentation de l'inflammabilité et de la combustibilité est, d'une part minimisée par le démontage et la dispersion des branches, d'autre part limitée dans le temps puisque l'étalement favorise la décomposition du bois mort. Aussi, sauf dans les zones où un arrêté préfectoral l'impose, l'enlèvement des rémanents est une opération trop coûteuse en regard de l'avantage qu'on peut en attendre.



Travaux sylvicoles dans les jeunes peuplements

Décapage et crochetage du sol en régénération naturelle

Pourquoi ?

Le décapage enlève la couche superficielle du sol constituée d'un feutrage racinaire qui fait obstacle à la germination des graines.

Le crochetage favorise la germination des graines, en ameublissant le sol, en facilitant la minéralisation d'humus épais et en augmentant la surface réceptive à l'ensemencement.

Dans quels peuplements ?

Le décapage est pratiqué essentiellement dans les peuplements de Mélèze d'Europe adultes en accompagnement d'une coupe d'ensemencement progressive ou par trouée. Il reste la seule technique efficace permettant l'installation des semis de Mélèze sous un peuplement pur.

Le crochetage est entrepris dans les peuplements résineux producteurs de graines viables et sous lesquels aucune régénération n'est constatée 3 ans après la coupe d'ensemencement.

Comment intervenir ?

À l'aide d'un bulldozer ou d'une pelle araignée, en cas de forte pente, le décapage comme le crochetage seront réalisés par placeaux de quelques mètres carrés positionnés en damier irrégulier pour des raisons de protection des sols et d'impact paysager. Le recours à la pelle araignée doit être limité à des conditions exceptionnelles, en raison de son coût plus élevé.

Dans le cas du décapage, l'intervention des engins consiste en l'enlèvement de la totalité du feutrage racinaire à l'aide d'une lame. La profondeur de travail est de 10 à 15 cm. Après intervention le sol doit être exempt de toute végétation. Il est ainsi réceptif à toute chute de graine durant 3 à 5 ans. La taille des unités décapées, de l'ordre de 5 à 10 m², doit être d'autant plus grande que la végétation concurrente est forte. Dans les coupes à tracteur, ce travail peut être réalisé pendant l'exploitation de la coupe d'ensemencement à l'aide de la lame du tracteur débusqueur, ce qui en minimise le coût.

Il faut noter qu'il est préférable de réaliser les décapages en mélèze lors des années de bonne fructification et de faiblesse des populations de ravageurs des cônes.

Pour le crochetage les engins seront équipés d'un outil à dents et la profondeur de travail sera de 10 à 15 cm. La surface totale travaillée en décapage comme en crochetage doit représenter 35 à 50 % de la surface totale à régénérer. Des restrictions ou précautions pour le décapage sont à prévoir dans les sites très fréquentés ou pour préserver des espèces protégées, notamment dans les sites Natura 2000.

À quel coût ?

15 à 20 heures /ha parcouru

Plantation

Type de plants

Les plants en racines nues nécessitent un soin particulier avant et lors de la plantation : importance d'un strict contrôle des plants et du soin apporté à la mise en jauge.

Les plants en conteneur permettent généralement un allongement possible de la période de plantation ainsi qu'une meilleure organisation des chantiers (avec notamment résolution des problèmes de mise en jauge). Ils seront systématiquement préférés en conditions difficiles.

Matériel végétal

Utilisation systématique des provenances recommandées par l'arrêté préfectoral pour les essences réglementées.

Préparation du sol

Recours systématique au potet travaillé, mécanique lorsque cela est possible.

Fertilisation

On dispose de peu de données en la matière. La fertilisation n'aurait que peu d'effet sur la croissance initiale des plants. Elle ne doit être envisagée qu'à titre expérimental.

Regarnis et compléments de régénération

Les regarnis concernent principalement la régénération artificielle, mais l'utilisation de plants en conteneurs sur potets travaillés permet normalement de les éviter.

En régénération naturelle, l'enlèvement rapide des semenciers peut également laisser des zones vides et entraîner la nécessité de compléments de régénération par plantation.

Les compléments de régénération (respectivement les regarnis) ne seront effectués que si les régénérations naturelles d'essences objectifs (respectivement les plantations) présentent des densités inférieures à 800 semis par hectare (respectivement 60 % de la densité préconisée en plantation) sur une surface cumulée de plus de 1,5 ha dans une même unité de gestion. Cependant, le maintien du rôle de protection contre les chutes de blocs ou les avalanches peut imposer des regarnis ou compléments de régénération sur des surfaces beaucoup plus faibles.

Plantation en collectifs

Pour les reboisements de protection sur pelouse d'altitude, on préconise de petits placeaux à très forte densité locale (10 000 à 25 000 plants/ha).

Dégagement des régénérations naturelles et artificielles

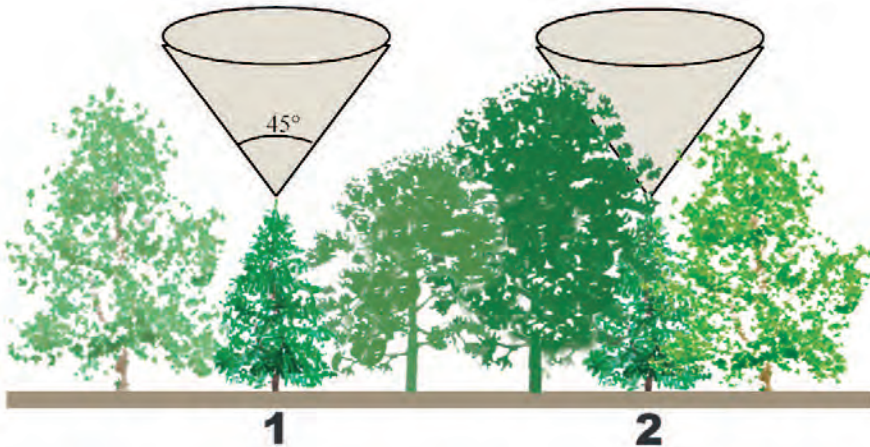
Pourquoi ?

Le but du dégagement est de garantir que la croissance en hauteur de l'essence objectif n'est pas limitée par la végétation concurrente. Il s'agit donc de dégager la pousse terminale des plants ou semis.

Comment diagnostiquer l'intervention ?

Les dégagements sont des interventions coûteuses. Il est donc important de diagnostiquer avant d'agir. Pour cela, la méthode du cône renversé permet une évaluation visuelle et rapide de la nécessité d'une intervention en dégagement.

Le schéma ci-dessous présente cette méthode dont le principe est d'observer si des ligneux ou semis ligneux sont présents à l'intérieur d'un cône virtuel de 45° pointé sur le bourgeon terminal du plant ou semis.



Seul le plant 2 est concurrencé et nécessite un dégagement.

En plantation, si plus d'1/3 des plants sont concurrencés, l'intervention peut être engagée.

En régénération naturelle, si plus d'1/3 des semis les plus hauts sont concurrencés, l'intervention peut être engagée.

Comment intervenir ?

À l'aide d'un outil à main (croissant ou débroussailluse). Compte tenu des enjeux environnementaux importants sur le domaine de validité du guide, les dégagements chimiques ne sont pas préconisés.

Le dégagement doit se limiter à la mise en lumière de la tête des plants ou semis en conservant le reste de la végétation, car un gainage est bénéfique pour la forme des individus et leur croissance en hauteur. Cette préconisation est d'autant plus importante que la pression alimentaire des grands ongulés sauvages est forte. En effet, une intervention trop forte facilite l'accès aux tiges dégagées et induit une augmentation des dégâts de gibier.

En régénération naturelle, les ouvriers interviendront dans la bande boisée depuis le cloisonnement sylvicole (2 m de largeur tous les 6 m d'axe en axe dans le sens d'écoulement des eaux).

À quel coût ?

2 à 4 hommes-jours /ha parcouru

Dépressage des régénérations naturelles

Pourquoi ?

Le dépressage a pour but de diminuer la concurrence entre les semis, d'améliorer leur qualité sanitaire, de doser le mélange des essences et de favoriser la biodiversité.

Il provoque un gain important sur la croissance en circonférence dès la saison de végétation qui suit et une légère perte de croissance en hauteur pendant les premières années. Il assure donc, après quelques années de risque accru, une meilleure stabilité des tiges et du peuplement, tout en permettant d'atteindre plus tôt le diamètre d'exploitabilité.

Le dépressage permet également d'améliorer le bilan économique de la première éclaircie, en augmentant le volume unitaire des tiges prélevées.

Dans quels peuplements ?

Le dépressage est d'autant plus pertinent que la régénération naturelle est dense et homogène et que l'essence concernée présente une mortalité naturelle faible. Cependant, l'opportunité d'un dépressage est surtout fonction de la possibilité de le rentabiliser par un gain de croissance ou l'amélioration de la qualité des produits. C'est pourquoi il est réservé aux peuplements situés dans les meilleures classes de fertilité.

Quand ?

Il ne doit pas être réalisé trop tôt : il faut que les semis soient suffisamment développés pour qu'apparaissent entre eux une hiérarchie qui permet de choisir ceux que l'on conserve. Un dépressage trop précoce a deux inconvénients :

- les semis n'ont pas eu le temps de s'individualiser. Les plus grands sont les premiers semis installés plutôt que les plus vigoureux
- Il permet souvent à une seconde vague de semis de s'installer entre les individus conservés, ce qui nécessite une seconde intervention si l'on veut revenir à la densité objectif

Il ne doit pas être réalisé trop tard : plus l'intervention est tardive, plus elle est coûteuse et risquée vis-à-vis de la stabilité du peuplement.

Un dépressage tardif à plus de 8 m de hauteur est techniquement possible en rattrapage pour le Mélèze et le Sapin pectiné, mais son coût élevé impose de le réserver à des cas particuliers : nécessité d'amélioration de la stabilité du peuplement, opération indispensable pour mobiliser la première éclaircie.

Le meilleur critère est la hauteur moyenne des tiges que l'on souhaite conserver. Cette hauteur est plus faible que la hauteur dominante et plus forte que la hauteur moyenne (laquelle est impossible à mesurer) :

- 3 m pour toutes les essences, sauf le Mélèze et le Sapin
- 4 à 6 m pour le Mélèze
- 6 à 8 m pour le Sapin

Le dépressage doit être réalisé en automne ou en hiver pour limiter la prolifération de scolytes (voir ci-après « Prévention des épidémies de scolytes dans les Préalpes du Sud »).

Comment ?

La réalisation d'un dépressage impose le parcours des surfaces de régénération et nécessite l'ouverture préalable, manuelle ou par broyage mécanique, de cloisonnements sylvicoles de 2 m de large espacés de 6 m d'axe en axe. Entre les cloisonnements, les essences objectifs sont dosées pour être conservées dans le peuplement final, alors que les essences concurrentes doivent être rabattues. Les tiges conservées sont choisies parmi les dominantes et codominantes.

La norme est une densité de 1100 t/ha après intervention. Une densité plus faible de 800 t/ha est préférable dans le cadre d'une gestion uniquement par trouées sur pente forte. Ces seuils s'appliquent à toutes les essences concernées par le guide sauf le Sapin pectiné et le Pin à crochets, pour lesquels on vise des densités plus fortes.

Densités objectives par type de traitement et par essence

	Interventions uniquement par trouées	Futaie irrégulière ou par parquets	Futaie irrégulière par bouquets
Pin noir d'Autriche Pin sylvestre Mélèze d'Europe Cèdre de l'Atlas	800 t/ha (3,5 m x 3,5 m)	1100 t/ha (3 m x 3 m)	1100 t/ha (3 m x 3 m)
Pin à crochets	2000 t/ha (2,25 m x 2,25 m)	2500 t/ha (2 m x 2 m)	Sans objet
Sapin pectiné	Non préconisé	1600 t/ha (2,5 m x 2,5 m)	Non préconisé

À quel coût ?

6 à 9 hommes-jours /ha parcouru

Élagage artificiel

Pourquoi ?

L'élagage artificiel permet d'améliorer la qualité technologique des bois en concentrant les nœuds dans le cœur de l'arbre. Ainsi, le bois sera mieux valorisé avec des utilisations en menuiserie et ébénisterie.

Quels peuplements ?

Dans le domaine de validité du guide, l'élagage peut être envisagé dans les peuplements de Sapin pectiné et de Cèdre de l'Atlas. Il concerne surtout les peuplements mécanisables issus de plantation de classe de fertilité 1 pour le Sapin et dans les classes de fertilité 1 et 2 pour le Cèdre.

L'état sanitaire des peuplements doit être irréprochable, avec un coefficient d'élançement inférieur à 80 et un diamètre dominant inférieur au 1/3 du diamètre d'exploitabilité.

Quand ?

L'élagage doit être réalisé en période d'arrêt de végétation et hors période de gel. La désignation des cloisonnements d'exploitation et des arbres de place précéderont cette opération.

Pour le Sapin, il est réalisé en une seule fois, après la première éclaircie à une hauteur dominante voisine de 16 m. Le Cèdre nécessite deux passages, avant et après la première éclaircie, vers 8 m et 15 m de hauteur dominante.

Comment ?

On utilise une tronçonneuse et une scie à élaguer.

Pour le Sapin, l'élagage se fait sur 200 tiges /ha bien réparties et sans défaut et jusqu'à 6 m de hauteur.

Pour le Cèdre, la première intervention se fait sur 300 tiges /ha bien réparties et jusqu'à 3 m de hauteur et la seconde sur 180 tiges /ha en classe de fertilité 1 et 150 tiges /ha en classe de fertilité 2 et jusqu'à 6 m de hauteur.

À quel coût ?

2 à 3 hommes-jours /ha parcouru

Prévention des épidémies de scolytes dans les Préalpes du Sud

Préconisations pour les coupes

Les deux précautions à prendre lors des coupes sont :

- Évacuer le plus rapidement possible les bois, après leur abattage et notamment éviter les séjours prolongés des grumes et des billons sur les places de dépôt au cours des mois de mai à septembre. L'enlèvement régulier de ces bois permet de protéger les peuplements environnants.
- Dans les coupes de régénération sur semis acquis (surtout pour les Pins), éviter l'exploitation de mai à août et ne pas laisser, durant cette période, des bois exploités sur la coupe et sur les places de dépôt adjacentes à celle-ci.

Préconisations pour les dépressages

Les travaux de dépressage représentent le premier danger d'épidémie de scolyte dans les Alpes du Sud. Afin de limiter les risques, il est prudent d'effectuer des opérations de grandes surfaces en un minimum de temps, plutôt que d'étaler les travaux sur plusieurs années, et surtout, de respecter les périodes favorables.

Pour les résineux, les travaux sont à concentrer de septembre à début mars, période la mieux adaptée. Les feuillus étant moins sensibles aux épidémies de scolytes, il n'est pas utile de fixer de période.

- Pour les Pins noirs, on peut commencer dès le mois de septembre dans les ubacs et aux altitudes les plus élevées, et jusqu'en février. Mais octobre, novembre et décembre sont les mois à privilégier (scolyte principal : *Ips sexdentatus* Boern.)
- Pour le Pin sylvestre, attendre le mois d'octobre et jusqu'au début mars pour les zones d'altitude en adret où les rémanents sèchent plus rapidement (scolyte principal : *Ips acuminatus* Gyll.)
- Le Mélèze, surtout dans le contexte de basse altitude où il est cantonné dans les Préalpes, a lui aussi son ennemi : *Ips cembrae* Heer. Même s'il est moins fragile que les Pins, il est prudent, surtout si le peuplement concerné ou un peuplement voisin est affaibli par le coléophore (*Coleophora laricella* Huebner), de ne pas entreprendre les travaux avant le mois de septembre et de ne pas les prolonger au-delà du début de mai.
- Le Sapin pectiné a de nombreux scolytes dans son cortège faunistique (*Pityokteines* sp, *Xyloterus* sp). Bien qu'il ne semble pas y avoir de problèmes suite aux dépressages de cette essence dans les Alpes du Sud, la période de travaux devra se situer, par mesure de précaution, d'août à décembre, plutôt qu'au printemps (envol précoce des principaux scolytes)
- L'Épicéa commun est une essence très sensible aux scolytes, notamment à *Ips typographus* et à *Dendroctonus micans*. Tous deux peuvent se comporter comme des ravageurs primaires, même s'ils sont avant tout des parasites de faiblesse, comme l'ont démontré les immenses dégâts post tempête de 1999 dans les pessières savoyardes. Si l'on peut lutter contre le dendroctone par des lâchers de *Rhizophagus grandis*, il est très difficile de combattre *Ips typographus*. La période d'activité des adultes est très longue, de mars à octobre, suivant l'altitude et les conditions météorologiques. Les travaux de dépressage doivent être circonscrits dans le temps entre novembre et mars. Pour les coupes, il est très important de ne pas laisser de tas de bois en bordure de forêt et notamment à proximité de jeunes peuplements.
- Si le Cèdre, essence encore marginale en dépressage dans les Alpes du Sud, présente des risques plus faibles, il faut cependant éviter les mois de mai à août pour faire les travaux.

Bibliographie

- CACOT E. (coord.), 2006. La récolte raisonnée des rémanents en forêt. ADEME, 36 p.
- CALÈS G. (coord.), 1998. Sylviculture du Mélèze en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. ONF, 72 p. + annexes
- GAUQUELIN X., COURBAUD B. (coord.), 2006. Guide des Sylvicultures de Montagne – Alpes du Nord françaises. Cemagref, CRPF Rhône-Alpes, ONF, 289 p.
- GAUQUELIN X. (coord.), 2011. Additif au Guide des Sylvicultures de Montagne - Alpes du Nord françaises : Sylviculture des peuplements situés en forte pente, ONF, 8 p.
- LAURENS D., 1998. Sylviculture du Sapin pectiné en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur - Rapport de synthèse. ONF, 45 p. + annexes



Dendrométrie et croissance des peuplements

Diagnostic des peuplements - définitions

Surface terrière – G (en m²/ha)

Définition : surface cumulée des sections des tiges des arbres précomptables à 1,30 m de hauteur

Diamètre moyen – Dg (en cm)

Définition : moyenne quadratique des diamètres des arbres précomptables.

Le diamètre moyen est donc le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne.

Diamètre dominant d'un peuplement régulier et homogène – Do ou Ddom (en cm)

Définition : moyenne quadratique des diamètres des 100 plus gros arbres à l'hectare.

Hauteur dominante d'une futaie régulière – Ho ou Hdom (en m)

Définition : hauteur totale correspondant au diamètre dominant du peuplement. En pratique, elle est lue sur une courbe hauteur-diamètre établie à partir d'un échantillon d'arbres du peuplement.

- Estimation sur une placette de 6 ares : moyenne de la hauteur totale des 5 plus gros arbres ou moyenne de la hauteur totale des 1^{er}, 3^e et 5^e plus gros arbres.
- Estimation sur un réseau de petites placettes : moyenne des hauteurs totales de chaque plus gros arbre situé dans un rayon de 8 m du centre de la placette.

Estimation de la densité d'un peuplement régulier homogène (en nb/ha)

- Estimation sur des placettes de surface fixe (voir le protocole du logiciel SYLVIE). La taille et le nombre des placettes doivent être adaptés aux caractéristiques générales du peuplement :

Densité apparente du peuplement	Surface des placettes
> 2000 t/ha	0,5 are
2000 à 1000 t/ha	1 are
1000 à 200 t/ha	2 à 5 ares

Surface du peuplement	Nombre minimum de placettes
< 4 ha	6
> 4 ha très homogène	8
> 4 ha cas général	10

- Estimation par la méthode du L5 :

L5 étant la distance au 5^e arbre le plus proche, on a 4,5 tiges dans le cercle de rayon L5

Densité locale estimée = $4,5 \times 10000 / (\pi \times L5^2)$ (**N.B.** : cette estimation est approximative)

Densité du peuplement : moyenne des densités locales estimées sur un nombre suffisant de placettes (12 au minimum, plusieurs dizaines de préférence)

Coefficient d'espacement de Hart-Becking pour un peuplement régulier – S (en %)

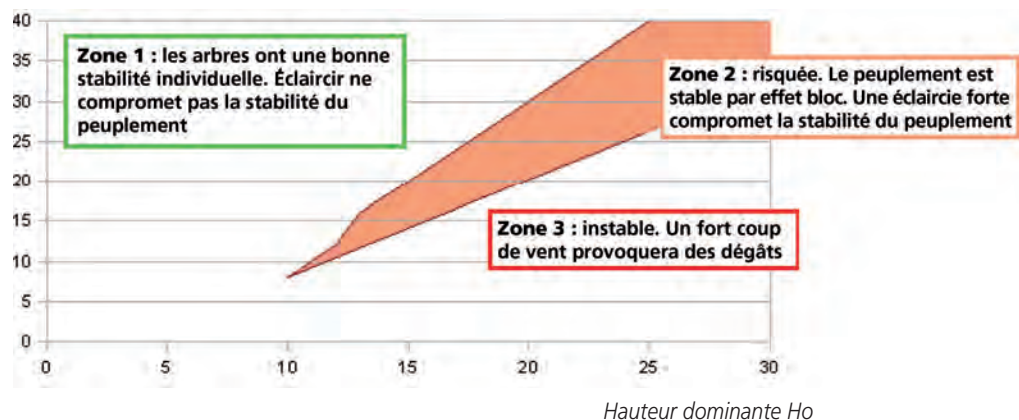
$$S \% = 10746 / (H_o \times \sqrt{\text{densité}})$$

Un coefficient d'espacement de 25 % dans un peuplement de 20 m de hauteur dominante signifie que l'espacement moyen des tiges est de 5 m.

Stabilité des peuplements

- Le coefficient d'élancement H_o / D_g est l'indice le plus couramment utilisé.
Un peuplement de conifères est jugé instable si $H_o/D_g > 65$
Un peuplement de feuillus est jugé instable si $H_o/D_g > 80$
- Ce critère est cependant très grossier. Il a été affiné pour les conifères avec une abaque combinant H_o et D_g (IDF, 2001)

Diamètre quadratique moyen D_g



Il faut retenir que ces critères ne sont plus pertinents pour des événements exceptionnels tels que les tempêtes Lothar et Klaus. Dans ces circonstances, la hauteur dominante est le facteur de sensibilité principal. Tous les peuplements de 25 m et plus peuvent être abattus, une situation topographique exposée et un ancrage au sol superficiel étant des facteurs aggravants.

Estimation du volume sur pied pour une futaie régulière de conifères

$$V = F \times G \times H_o$$

- V = volume bois fort (découpe 7 cm) en m^3
- F = coefficient de forme (une valeur de 0,45 donne une marge d'erreur acceptable pour les futaies régulières de Pin noir, Pin sylvestre, Mélèze et Sapin pectiné)
- G = surface terrière en m^2/ha
- H_o = hauteur dominante en m

Relations entre hauteur dominante et âge

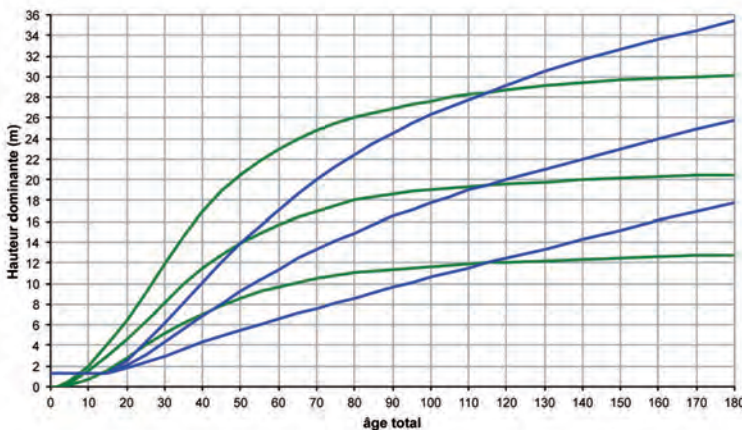
Évolution de la hauteur dominante

Parmi les grandeurs dendrométriques caractérisant un peuplement homogène, la hauteur dominante est celle qui est le moins sensible à la densité et à ses variations induites par la sylviculture. Pour cette raison, elle est classiquement utilisée comme un indicateur des potentialités de croissance permises par les conditions stationnelles. La hauteur dominante atteinte à un âge de référence, choisi arbitrairement, est l'indice de fertilité le plus courant pour les peuplements réguliers. Le faisceau d'évolution de la hauteur dominante en fonction de l'âge permet de situer tout peuplement à partir de sa hauteur dominante à un âge quelconque par rapport à des classes de fertilité délimitées par quelques courbes du faisceau.

Ce faisceau de courbes est généralement établi à partir d'analyses de tiges d'arbres dominants abattus dans des peuplements couvrant la gamme des conditions stationnelles d'une région, pour l'essence considérée. À l'échelle des Alpes du Sud, un tel faisceau n'existe que pour le Pin noir (Toth J., Turrel M., 1983), le Mélèze d'Europe (Calès G., 1998), le Sapin pectiné (Laurens D., 1998) et le Cèdre de l'Atlas (Evans M.-A., 1996).

Faute de disposer des moyens nécessaires à la réalisation de nouvelles campagnes d'analyses de tiges, l'INRA-URFM (Avignon) a utilisé les couples [hauteur dominante, âge] de nombreuses placettes IFN, correspondant à des peuplements homogènes, en les reliant en groupes assimilables à des pseudo-analyses de tiges à partir de relations de parenté stationnelle (cette méthode a d'abord été mise au point avec l'IFN pour le Pin d'Alep - Dreyfus Ph., Bruno É., Naudet J.-P., 2001).

On constate que les faisceaux établis sur les placettes IFN sont moins tendus que ceux établis par analyse de tiges. Ce qui revient à dire que l'évolution en hauteur d'individus dominants surestime l'évolution en hauteur dominante du peuplement. Autrement dit, des individus sont devenus dominants « sur le tard » avec une croissance initiale plus lente que celle du peuplement, mais plus rapide ensuite. Si la différence est faible pour le Pin noir, elle est forte pour le Sapin (ci-dessous).



En bleu : courbes obtenues par analyse de tige d'arbres dominants (Laurens D., 1998)
En vert : courbes obtenues par lien de parenté stationnelle entre placettes IFN (INRA - URFM Avignon)

Un tel phénomène - qui remet en cause la méthode fondée sur l'analyse de tiges d'arbres dominants - a déjà été suspecté mais sans pouvoir être mis en évidence de manière certaine pour des Pins (laricio, sylvestre), même en plantations.

Des travaux canadiens récents (Raulier et coll., 2003), comparant analyse de tiges et suivi de hauteur dominante de peuplements, arrivent à la même conclusion. Y compris dans le constat que cette différence est moins nette pour une essence de lumière que pour une essence d'ombre. Pour cette dernière, ces auteurs estiment que, par période de 10 années, un arbre dominant sur cinq est supplanté et remplacé. À noter toutefois que l'étude canadienne porte sur des peuplements qui ne sont pas nécessairement équiennes : les arbres devenant dominants peuvent être plus jeunes.

En ce qui concerne le Sapin pectiné, essence pour laquelle est observée la plus forte divergence entre les deux faisceaux, il est notoire qu'une large part des peuplements réguliers sont en fait seulement « régularisés ». Le faisceau issu des placettes IFN semble mieux correspondre, pour cette essence, à la trajectoire de croissance des peuplements telle qu'elle est observée par les forestiers de terrain.

Pour le Guide des Alpes du Sud, pour les trois Pins, le Sapin et le Hêtre, on a retenu le faisceau fondé sur l'analyse de parenté stationnelle des placettes IFN.

Pin noir d'Autriche, Pin sylvestre, Pin à crochets, Hêtre, Sapin pectiné

Les courbes de croissance en hauteur dominante des peuplements ont été établies à partir des données des placettes de l'IFN (Dreyfus INRA-URFM Avignon) :

$$Ho = C \times \text{Âge}^{0.5} + (K \times \text{Âge}^D) / (B + \text{Âge}^D)$$

Avec :

- Ho (en m) = hauteur dominante du peuplement
- Âge = âge total (depuis la graine)
- $K = \text{Hr}éf - C \times \text{Âger}éf^{0.5} \times (B + \text{Âger}éf^D) / (\text{Âger}éf^D)$
- Hréf (en m) = hauteur dominante atteinte à l'âge de référence
- Âgeréf = âge total de référence (choisi dans une fourchette allant 50 à 100 ans)
- et les valeurs des paramètres, B, C et D suivantes :

Essence	B	C	D
Pin noir d'Autriche	269	- 0.5	1.51
Pin sylvestre	2815	0	2.42
Pin à crochets	374	0	1.67
Hêtre	5000	0	2.49
Sapin pectiné	2231	0	2.13

N.B. : Les courbes utilisées pour les guides de sylviculture antérieurs du Pin noir d'Autriche et du Sapin pectiné avaient été obtenues par analyse de tiges.

Ces relations ont été établies à partir du couple [Hauteur dominante, Âge total] de nombreuses placettes IFN de l'arrière-pays méditerranéen (départements retenus : 04, 05, 07, 11, 26, 30, 34, 48, 66, 84). Ces couples n'apportent pas directement d'information longitudinale : l'évolution de la hauteur dominante avec l'âge est déduite de liens de « parenté écologique » sur des critères pédologiques (profondeur, charge en éléments grossiers, texture) et de relief (altitude, exposition, pente, position topographique, ...). La méthode est décrite dans Dreyfus et al., 2001. Elle a ensuite été perfectionnée et appliquée aux 5 essences listées ci-dessus (Dreyfus et al., 2007).

Cette approche aboutit à des relations décrivant l'évolution de la hauteur dominante de peuplements et a été préférée à la technique classique d'analyse de tiges d'arbres dominants ; on considère que cette option donne une indication plus réaliste de l'évolution de la hauteur dominante de parcelles forestières (notamment le phénomène de croissance très lente aux âges avancées, non reflétée par des faisceaux issus d'analyse de tige ; cf. par exemple pour le Sapin, les relations décrites par Laurens D. (1998) ou Duplat P., Tran Ha M. (1986).

Mélèze d'Europe

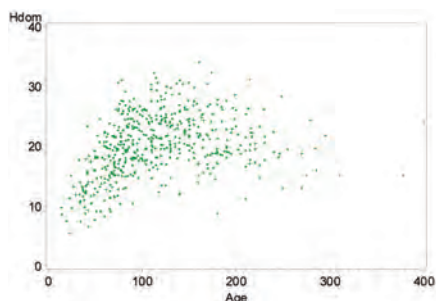
Une campagne d'analyse de tiges a été effectuée en 1993 afin d'établir un modèle de croissance en hauteur dominante pour le Mélèze d'Europe sur l'ensemble de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. 90 arbres échantillons prélevés dans 30 placettes réparties dans différentes conditions stationnelles (substrat, exposition, topographie) à des altitudes allant de 1475 m à 2100 m ont été retenus pour élaborer le modèle de croissance.

$$Ht = 1,3 + 0,131864 \times A + (-0,0565127 \times A + 1,10145 \times H100 - 10,30472) \times (1 - \exp(-0,00405126 \times A^{1,364632}))^{0,798667}$$

Avec :

- Ht (en m) = hauteur totale
- A = âge mesuré à 1,30 m
- H100 (en m) = hauteur dominante à 100 ans

On note que la courbe obtenue pour la classe de fertilité 1 dépasse 35 m de hauteur dominante alors que de telles hauteurs n'ont pas été mesurées sur les placettes de l'IFN (cf. graphique ci-après).



Épicéa commun

Pas de données pour les Alpes du Sud

Cèdre de l'Atlas

L'INRA a établi un modèle de croissance en hauteur dominante des peuplements gérés en futaie régulière (F. Courbet, INRA-URFM Avignon). Ce modèle s'applique aux peuplements de plus de 30 ans. 4 classes de fertilité sont définies en fonction de la hauteur dominante à 100 ans. Les relations ont la forme suivante, A, B, C et D étant des paramètres et KS la valeur de l'asymptote :

$$H_0 = KS \times (1 - \exp(-(\text{âge}/C)^{A/(KS \times D)+B}))$$

Avec :

- H_0 (en m) = hauteur dominante du peuplement
- âge = âge total (depuis la graine)

Chêne pubescent

Le modèle de croissance en hauteur dominante a été établi par Y. Duché (1983) pour les taillis en peuplement plein :

$$H_0 = (0,04 + 3,52 \times H_{30}) \times [1 - \exp(-0,015 - (\text{âge}/119)^{0,83})]$$

Avec :

- H_0 (en m) = hauteur dominante du peuplement
- âge = âge du taillis (depuis la dernière coupe)
- H_{30} (en m) = hauteur dominante à 30 ans

Tarifs de cubage

Pin noir d'Autriche

Le tarif de cubage utilisé est celui de l'INRA (J. Bouchon, 1974). C'est un volume commercial tige, bois fort (découpe 7 cm) pour le Pin noir d'Autriche - France entière :

$$V = 34111,14 + 0,020833846 \times H \times C^2 - 1486,2307 \times C + 2,2695012 \times C \times H + 15,664201 \times C^2 - 56,250923 \times H - 0,0061317691 \times H^2$$

Avec :

- H = H totale en cm
- C = C_{130} en cm
- V = volume bois fort en dm^3
- Et contrainte supplémentaire : si $d_{130} < 8 \text{ cm}$: $v = 0$ (Ph. Dreyfus, INRA - URFM Avignon)

Pin sylvestre

Le tarif de cubage a été établi par Ph. Dreyfus (INRA - URFM Avignon) à partir des tableaux des résultats départementaux de l'Inventaire Forestier National des Alpes-de-Haute-Provence (2^e inventaire 1984-1985) et des Hautes-Alpes (2^e inventaire 1984). C'est volume géométrique tige bois fort.

$$V = 0,001 \times d^{1,961} \times h^{0,843} \times 0,0609$$

Avec :

- V = volume en m^3
- h = hauteur en m
- d = diamètre en cm

Pin à crochets

La formule du tarif de cubage a été établie par Ph. Dreyfus (INRA - URFM Avignon) à partir de la table fournie par Calama R. et al (2004) et reprise dans Demangeat P. (2007). C'est un volume géométrique tige, bois fort (découpe 7 cm) :

$$V = 0.001 \times d^{1.8011} \times h^{1.0974} \times 0.0562$$

Avec :

- V = volume en m³
- h = hauteur en m
- d = diamètre à 1,30 m en cm

Mélèze d'Europe

Les tarifs de cubage adaptés sont : Algan12 pour la classe 1, Algan10 pour la classe 2, Algan07 pour la classe 3, Algan05 pour la classe 4.

Sapin pectiné

Le tarif de cubage utilisé est issu de : Tran-Ha M. et al. (2007).

$$V0 = 2.124938 \times G + 0.390262 \times G \times Ht$$

Comme cette étude indique un volume tige totale (découpe 0), on a appliqué une correction en déduisant le volume d'une pointe conique, de 7 cm (découpe bois fort) à la base, et de longueur estimée simplement en considérant un profil de tige conique entre 1,30 m.

$$H7 = Ht - 7 \times (Ht - 1.3) / D$$

$$V_pointe = \pi/4 \times 0.07^2 / 3 \times (Ht - H7)$$

$$V7 = V0 - V_pointe$$

Avec :

- V0 et V7 : volumes à la découpe 0 et à la découpe 7 en m³
- Ht et H7 : hauteurs à la découpe 0 et à la découpe 7 en m
- G : surface terrière en m²
- D : diamètre à 1,3 m en cm

Hêtre

Le tarif de cubage utilisé est issu de : Tran-Ha M. et al. (2007).

$$V0 = 0.4759 \times G + 0.418630 \times G \times Ht$$

Comme cette étude indique un volume tige totale (découpe 0), on a appliqué une correction approximative en déduisant le volume d'une pointe conique, de 7 cm (découpe bois fort) à la base, et de longueur estimée simplement en considérant un profil de tige conique à partir de 1,30 m.

$$H7 = Ht - 7 \times (Ht - 1.3) / D$$

$$V_pointe = \pi/4 \times 0.07^2 / 3 \times (Ht - H7)$$

$$V7 = V0 - V_pointe$$

Avec :

- V0 et V7 : volumes à la découpe 0 et à la découpe 7 en m³
- Ht et H7 : hauteurs à la découpe 0 et à la découpe 7 en m
- G : surface terrière en m²
- D : diamètre à 1,3 m en cm

Chêne pubescent

Les tarifs de cubage utilisés ont été bâtis par Y. Duché (1983) pour les taillis en peuplement plein. Ils doivent être pondérés par les proportions de vides. Ils donnent le volume en mètres cubes aux découpes 4 cm et 7 cm en fonction de la surface terrière et de la hauteur dominante. Il s'agit d'un tarif « peuplement », contrairement à ceux qui sont donnés pour les essences précédentes, qui sont des tarifs « arbre ».

$$V4 = 21,2 + 0,367 \times G4 \times Ho$$

$$V7 = 9,55 + 0,361 \times G7 \times Ho$$

Avec :

- V4 = volume sur pied à la découpe 4 cm en m³
- V7 = volume sur pied à la découpe 7 cm en m³
- G4 = surface terrière des brins > 4 cm
- G7 = surface terrière des brins > 7 cm
- Ho = hauteur dominante

Bases et limites des itinéraires sylvicoles en futaie régulière

Effets de la sylviculture sur la production

Dans le contexte écologique qui est celui du GSM AS, de nombreux peuplements sont à la fois difficiles d'accès (relief accidenté, desserte insuffisante) et constitués d'essences de faible valeur commerciale. Pour mettre en œuvre une sylviculture dans ces conditions, il est nécessaire de réduire le nombre d'interventions tout en augmentant leur intensité de manière à obtenir des coupes vendables.

Ce type d'intervention diminue le matériel producteur et, bien que la croissance radiale individuelle soit fortement stimulée, des pertes de production apparaissent, qui sont amplifiées par une succession de telles interventions.

Rappelons que les « lois » de Eichhorn (la production est indépendante de la densité et de la sylviculture ; elle est directement fonction de la hauteur dominante atteinte par le peuplement) ne sont une bonne approximation de la réalité que pour une gestion sylvicole « modérée » n'induisant que des ouvertures du peuplement limitées en importance et dans le temps. L'un des intérêts des modèles de croissance utilisés dans ce guide pour certaines essences est de donner une estimation plus vraisemblable de la production et de l'effet des modalités de gestion sylvicole.

Importance des caractéristiques initiales du peuplement sur son évolution

L'évolution réelle d'un peuplement dépend, outre l'espèce et la sylviculture, des conditions stationnelles et de son état initial, c'est-à-dire des caractéristiques dendrométriques de ce peuplement. Il en est de même pour une évolution simulée avec les modèles de croissance utilisés. En effet, ces modèles prennent en compte la station *via* la classe de fertilité, l'âge de départ, la densité en nombre de tiges ainsi que la distribution des diamètres (et des hauteurs).

Une différence initiale de densité, surface terrière et de diamètre moyen conduit à des évolutions très différentes, qui déterminent le matériel sur pied, l'âge auquel est atteint le diamètre d'exploitabilité, le volume produit ou récolté. Ainsi, ces caractéristiques initiales conditionnent l'application de certains itinéraires sylvicoles.

En l'absence d'une base de données dendrométriques décrivant des peuplements jeunes réels, les situations de départ retenues pour la simulation des itinéraires sylvicoles pour les futaies régulières de Pin noir, Pin sylvestre et Sapin sont des peuplements virtuels calés sur les caractéristiques de nombreuses placettes IFN balayant largement la diversité des peuplements et des conditions stationnelles et de quelques dispositifs INRA ou ONF au stade de la régénération.

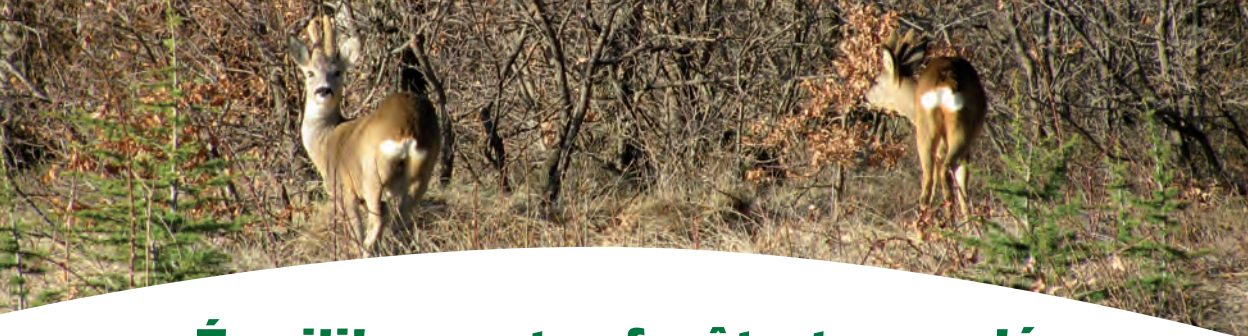
Critères de déclenchement des interventions

Pour des raisons économiques, le volume récolté par chaque coupe est toujours supérieur à 70 m³/ha.

La première éclaircie est déclenchée au plus tôt lorsque le volume unitaire des tiges dépasse 0,1 m³.

Bibliographie

- BOUCHON J., 1974 (ou révision 1984). Les tarifs de cubage, ENGREF Nancy, 57 p.
- CALAMA R., DEL RIO M., COQUILLAS V., CAÑELLAS I., MONTERO G., 2004. Modelos de calidad de estación y de perfil de fuste para masas de *Pinus uncinata* Ram. en el Pirineo español. Invest Agrar: Sist Recur For (2004) Fuera de serie, pp. 176-190
- CALÈS G. (coord.), 1998. Sylviculture du Mélèze en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. ONF PACA, 72 p. + annexes
- DEMANGEAT P., 2007. Projet d'élaboration d'un manuel de gestion des Pineraies à crochets - Préétude dans le contexte des Pyrénées Orientales. Mémoire FIF - ONF Agence des Pyrénées Orientales, AgroParis-Tech ENGREF Nancy, 64 p. + annexes
- DREYFUS Ph., BRUNO É., NAUDET J.P., 2001. Indices de fertilité stationnelle alternatifs fondés sur des données écologiques : évolution de la hauteur dominante des peuplements réguliers de Pin d'Alep. Revue Forestière Française, 53, n° spécial « Les 40 ans de l'Inventaire Forestier National : utilisation et valorisation des données collectées », pp. 378-390
- DREYFUS Ph., COURDIER F., BRUNO É., LADIER J., 2007. Estimation du potentiel stationnel en peuplements mélangés, irréguliers - Effets combinés du milieu, de la compétition et de la sylviculture. GIP ECOFOR Programme de recherche « Typologie des stations forestières ». Rapport final. 13 pp. + Annexes
- DUCHÉ Y., 1983. Établissement de classes de croissance des peuplements de Chêne pubescent en Provence. Analyse de leurs facteurs explicatifs. 106 pp. + annexes (73 pp.), mémoire de 3^e année ENITEF, Cemagref Aix-en-Provence
- DUPLAT P., TRAN HA M., 1986. Modèles de croissance en hauteur dominante pour le Hêtre, le Sapin pectiné et le Pin sylvestre dans le Massif de l'Aigoual. Bulletin Technique, Office National des Forêts, Fontainebleau, France, 86 1, 33 pages + annexes
- EVANS M.-A., 1996. Étude et modélisation de la croissance en hauteur dominante du Cèdre de l'Atlas en région méditerranéenne. Rapport de stage. Institut National Agronomique Paris-Grignon, 21 p.
- LAURENS D., 1998. Sylviculture du Sapin pectiné en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur - Rapport de synthèse. Office National des Forêts, Région Provence-Alpes-Côte d'Azur., 45 p. + annexes
- RAULIER F., LAMBERT M.-C., POTHIER D., UNG C.-H., 2003. Impact of dominant tree dynamics on site index curves. Forest Ecology and Management 184, pp. 65-78
- TOTH J., TURREL M., 1983. La productivité du Pin noir d'Autriche dans le Sud-Est de la France. Revue Forestière Française, 35, pp. 111-121
- TRAN-HA M., PERROTTE G., CORDONNIER T., DUPLAT P., 2007. Volume tige d'un arbre ou d'une collection d'arbres pour six essences principales en France. Revue Forestière Française, pp. 609-624



Équilibre entre forêt et ongulés

Les populations de cervidés (cerf élaphe et chevreuil) augmentent fortement en France métropolitaine. Les Alpes du Sud, qui n'échappent pas à ce constat, voient en plus leurs populations de mouflons et chamois progresser de manière importante.

Ainsi, sur le territoire couvert par le GSM, les prélèvements ont été, ces 10 dernières années, multipliés par plus de 4 pour le cerf élaphe, par plus de 3 pour le chevreuil, par 2 pour le chamois et par 1,4 pour le mouflon. Ceci amène certains massifs forestiers à supporter des prélèvements alimentaires non négligeables occasionnés par ces ongulés, auxquels s'ajoutent parfois des pâturages (principalement ovins ou bovins).

L'objectif de cette fiche thématique est de présenter les deux facteurs primordiaux régissant la relation forêt/gibier, que le gestionnaire forestier doit avoir constamment à l'esprit. De plus, un plan d'action type est présenté en fonction du diagnostic initial.

Enfin, les méthodes de suivi des populations et de la relation forêt/gibier sont présentées, ainsi que leur domaine de validité et leur coût.



Facteurs primordiaux régissant la relation forêt/gibier

Maîtrise et suivi des populations et de leur relation avec le milieu

Le plan de chasse est le seul outil disponible pour contrôler l'évolution des effectifs. Il faut donc adapter le niveau de prélèvement par les plans de chasse à celui de la population.

La cohérence quantitative et qualitative du niveau de prélèvement doit être analysée avec des chiffres issus de comptages ou d'observations passés. En cas d'équilibre avec le milieu, la chasse doit prélever l'accroissement de la population, soit 30 % de l'effectif total pour le chevreuil, 15 % pour le chamois, 20 % pour le mouflon et 30 % pour le cerf. En cas de déséquilibre avec le milieu, les prélèvements doivent être supérieurs et viser prioritairement les femelles qui représentent le potentiel reproducteur de la population.

Ces évolutions des plans de chasse doivent être réfléchies et envisagées en partenariat avec les fédérations départementales des chasseurs, l'O.N.C.F.S. et l'ensemble des partenaires locaux.

En gestion courante, les prélèvements par paliers (maintien d'un niveau de prélèvement pendant 2 à 3 ans) sont préférables pour pouvoir observer leurs effets sur la population et sur l'évolution des résultats issus des méthodes de suivi. À cet effet, la mise en place d'indicateurs de changement écologique (I.C.E.) visant à suivre l'évolution des populations et la relation avec leur habitat sera envisagée dès lors que le niveau de prélèvement par la chasse sera cohérent. Seuls ces indicateurs permettront d'avoir plus de précision dans la gestion courante des populations et des milieux.

Augmentation de la valeur alimentaire des peuplements

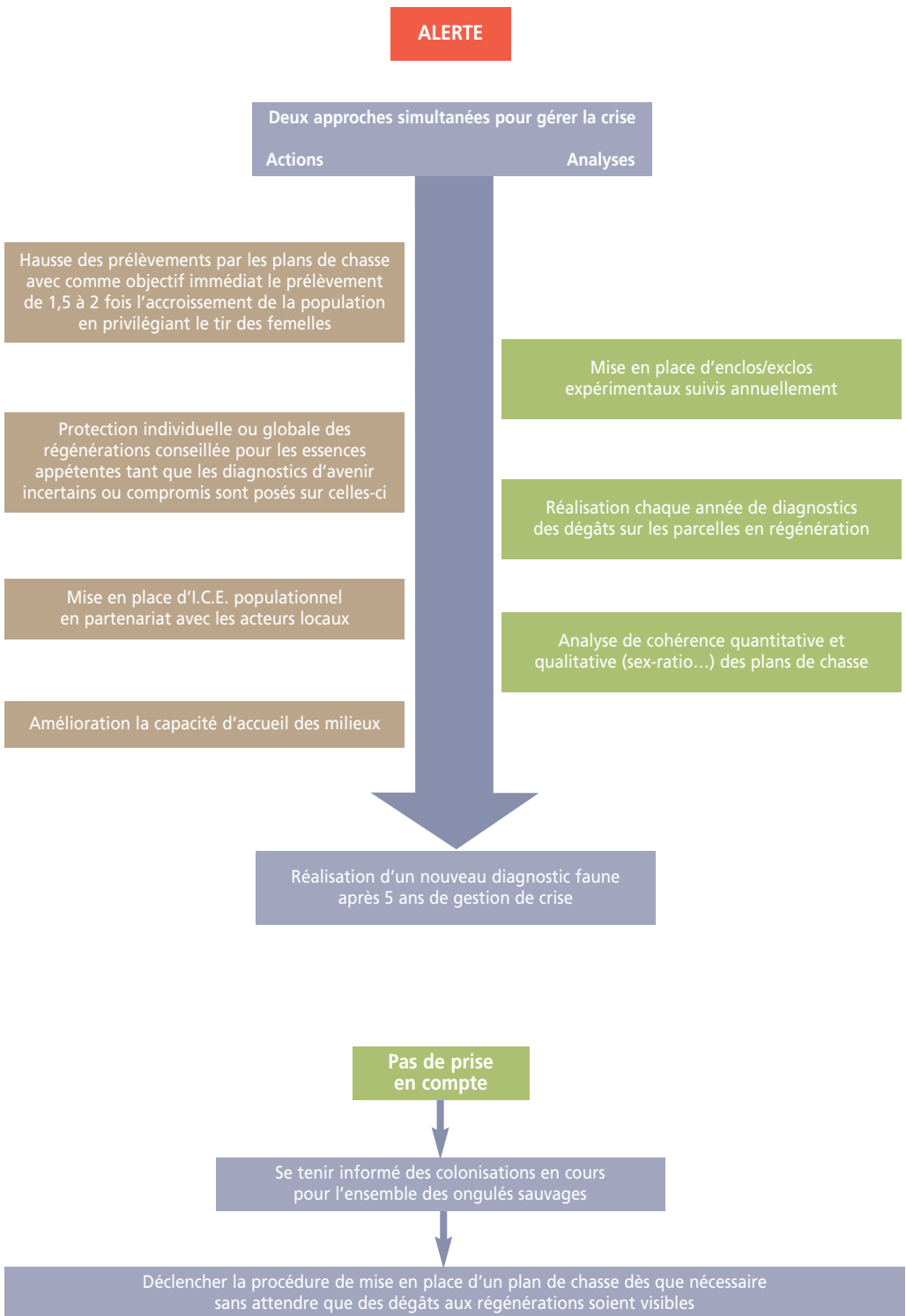
La présence trop importante d'ongulés sauvages ne doit pas conduire le sylviculteur à stopper ses actions. Il faut au contraire qu'il mette en œuvre des techniques qui visent à augmenter la capacité alimentaire des peuplements. Pour cela, il doit suivre le programme de mise en régénération des parcelles de la forêt prévu dans l'aménagement et adopter ou conserver une sylviculture dynamique garante de l'ouverture des milieux et favorable à la végétation basse.

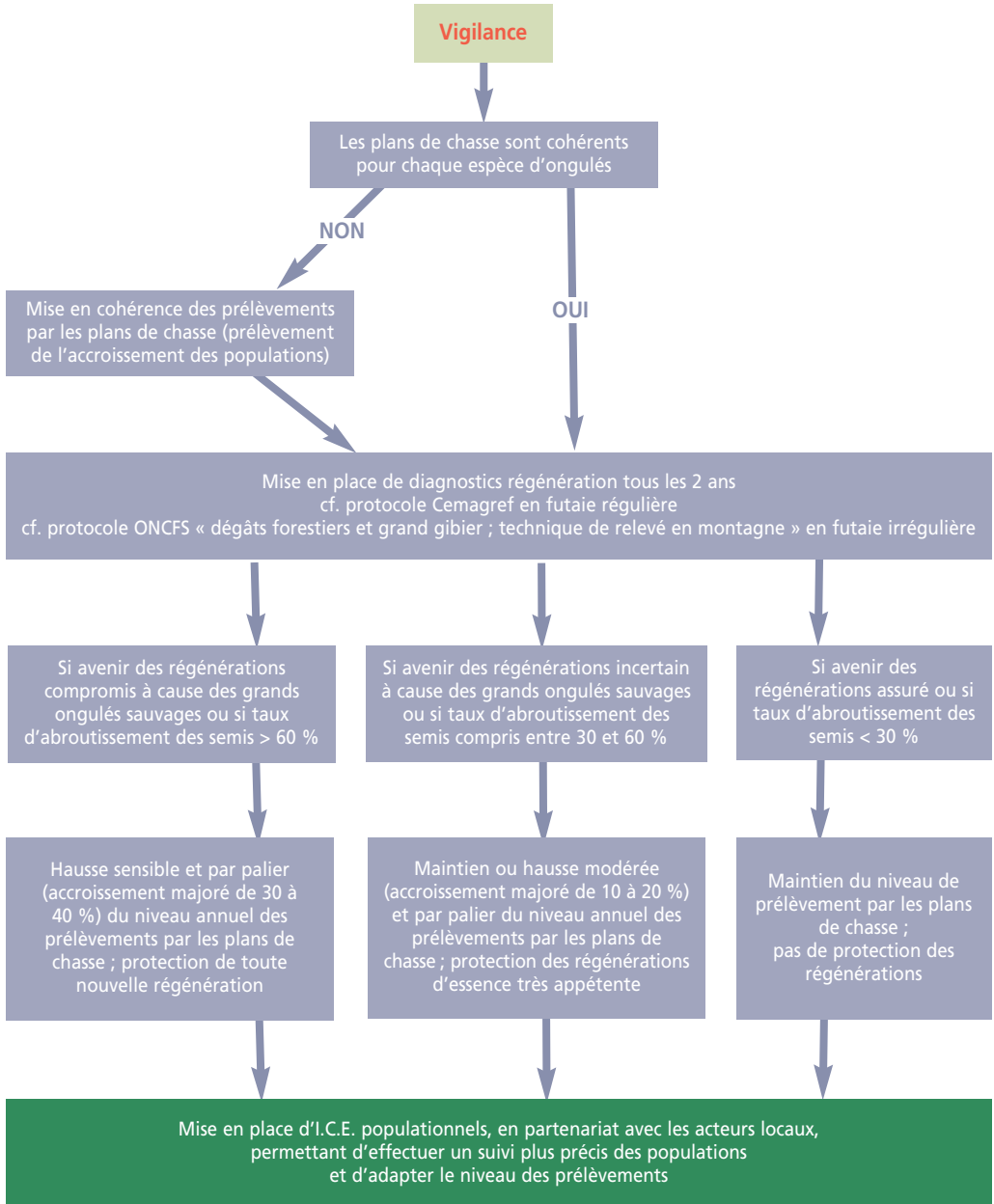
Cela se concrétise notamment par les règles suivantes :

- Les travaux préparatoires aux régénérations doivent être limités afin de préserver la végétation en place, les vides de régénération envahis par la végétation étant conservés comme zone de gagnage.
- Il faut limiter également les dégagements de régénération, avec pour objectif de maintenir en lumière seulement l'extrémité des plants.
- Les vides de régénération envahis par la végétation sont conservés comme zone de gagnage.
- La mise en place de cloisonnements sylvicoles permet de canaliser les animaux et d'augmenter la valeur alimentaire des parcelles.
- Le gestionnaire forestier peut choisir de développer les peuplements mélangés ou irréguliers dans lesquels la disponibilité alimentaire est plus importante et surtout mieux répartie.
- Par contre, la mise en place d'aménagements spécifiques, comme les cultures à gibier, n'est pas préconisée en raison d'un rapport efficacité/coût trop faible.

L'amélioration de l'habitat forestier et de la valeur alimentaire des peuplements permet une meilleure adhésion des chasseurs aux évolutions des plans de chasse.

Plan d'action type par diagnostic





Méthodes de suivi

Méthodes de suivi des populations

	Espèces concernées	Organisme concepteur	Conditions de validité de l'I.C.E.	Coût
Indice kilométrique chevreuil (I.K.)	Chevreuil	ONCFS	I.C.E. pertinent dès lors que les conditions d'observations sont les mêmes chaque année (validé pour les forêts de plaine et de moyenne montagne)	6 à 7 hj/an pour 1000 ha
Indice nocturne	Cerf élaphe	ONCFS	I.C.E. en cours de validation pertinent moyennant quelques précautions (cf. RDVT n°16 printemps 2007)	pour 1000 ha ³ hj/an
Indice ponctuel d'abondance (I.P.A.)	Mouflon	ONCFS	I.C.E. pertinent et validé dès lors que des zones ouvertes observables sont présentes sur la zone étudiée	3 à 4 hj/an pour 1000 ha
Index Population Size (I.P.S.)	Chamois et isard	ONCFS	I.C.E pertinent et validé	3 hj/an pour 1000 ha

Méthodes de suivi de la relation forêt / gibier

	Espèces concernées	Organisme concepteur	Conditions de validité de l'I.C.E.	Coût
Indice de consommation (I.C.)	Chevreuil et cerf élaphe	Cemagref	I.C.E. validé pour les forêts de plaine et pertinent en forêts de moyenne montagne	7 hj/an pour 1000 ha (dégressif avec la surface étudiée)
Diagnostics dégâts sur régénération	Toutes	Cemagref	Méthode validée pour la futaie régulière permettant de statuer objectivement sur la réussite et l'avenir d'une régénération	0,5 à 1 hj par parcelle
Dégâts forestiers et grand gibier Technique de relevé en montagne	Toutes	ONCFS - ONF	Technique validée permettant de suivre annuellement l'évolution des dégâts sur la régénération des peuplements irréguliers	10 à 16 hj pour 1000 ha
Dispositif enclos/exclos	Toutes	ONCFS	Méthode pertinente dès lors que les sites d'implantation sont comparables. Ce type de dispositif a un caractère démonstratif, mais des relevés sur placettes peuvent préciser les différences observées	2 hj par dispositif

Méthodes de suivi de la réalisation des plans de chasse

	Espèces concernées	Organisme concepteur	Conditions de validité de l'I.C.E.	Coût
Mesure du poids vidé des jeunes	Toutes	ONCFS	I.C.E. validé pour les cervidés et pertinent pour les autres ongulés. Le nombre d'animaux à mesurer (20 au minimum) est la limite la plus importante de l'outil	6 à 7 hj/an pour 1000 ha
Longueur des cornes	Chamois et isard	ONCFS	Méthode validée et pertinente dès lors que l'analyse est faite par classe d'âge et avec au moins 20 individus mesurés par classe	pour 1000 ha ³ hj/an
Taux de gestation des bichettes	Cerf élaphe	ONCFS	Méthode validée et pertinente dès lors que le nombre d'animaux observés est supérieur à 20	3 à 4 hj/an pour 1000 ha

Bibliographie

Cemagref, 2003. Appréciation des dégâts de cervidés en milieu forestier (3^e tranche) Observatoire national des dégâts de cervidés en forêt ; aspects méthodologiques – rapport final

DIREN PACA, 2004. Orientations Régionales de Gestion de la Faune sauvage et d'amélioration de la qualité de ses Habitats (ORGFH)

ONCFS, ONF, 1997. Pour un meilleur équilibre sylvo-cynégétique – Aménagement permettant d'accroître la capacité d'accueil d'un milieu de production ligneuse. Document interne

ONCFS, ONF Rhône-Alpes, 2001. Dégâts forestiers et grands gibiers – méthode de relevés en montagne. Document interne

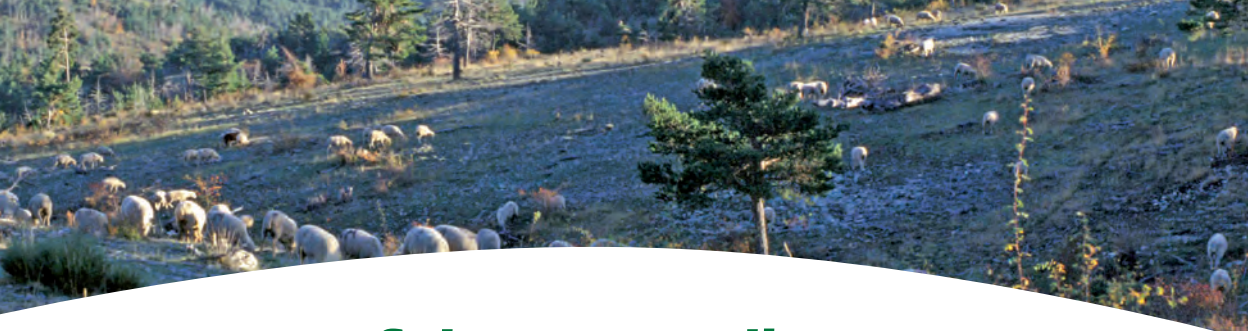
ONCFS / Cemagref, 2008. Pour un meilleur équilibre sylvo-cynégétique ; des pratiques favorables aux cervidés

ONF, 1988. Note de service 88 G 124. Impact du gibier sur les peuplements forestiers – dispositifs d'enclos-témoin

ONF, 1999. Guide technique, Gestion des populations de cervidés et de leurs habitats

ONF, 2007. Rendez-vous technique n°16. Suivi du cerf par indice nocturne

ONF, 2008. Note de service 08 G 1500. Équilibre sylvo-cynégétique. Des pratiques favorables aux cervidés



Sylvo-pastoralisme

Le présent texte a été établi d'après l'expérience propre à son auteur, acquise en partie sur le terrain, en partie à travers les échanges avec différents partenaires. Aussi, à un moment où différentes conceptions du sylvo-pastoralisme se confrontent dans un esprit constructif, ce texte ne prétend aucunement à être exhaustif.

Les premiers aménagements sylvo-pastoraux dans le Haut-Verdon datent du début des années 1980. Ils concernaient d'anciens parcours communaux envahis par le Pin sylvestre essentiellement à l'étage montagnard. Auparavant, d'autres opérations avaient déjà eu lieu dans le Pin noir (Buech) ou le Chêne pubescent (Vallée des Duyes) au supraméditerranéen. En même temps, puis par la suite, de nouveaux sites faisaient l'objet d'aménagement et de mise en gestion depuis les chênaies vertes du méditerranéen, jusqu'aux mélèzeins du subalpin inférieur. Si la plupart de ces sites ont en commun un foncier communal, une surface importante (de l'ordre de la centaine d'hectare) et d'importants travaux de remise en état initiaux, une autre approche est également apparue, concernant plutôt des terrains privés de plus petite surface où la mise en valeur a été faite de façon plus progressive, souvent par un « propriétaire – éleveur » en fonction de l'évolution de ses besoins.

Les motifs qui ont prévalu à ces opérations sont également variés. Si la mise en valeur de peuplements jamais améliorés et de pelouses fortement dégradées est toujours présente, ce n'est que rarement l'élément déterminant. L'amélioration du paysage, parfois après incendie, la création de coupures DFCI, le développement de potentialités touristiques diverses, ainsi que plus rarement, le maintien ou le rétablissement d'une plus grande diversité biologique au travers des travaux initiaux, puis de l'adaptation de la gestion sont autant de préoccupations qui ont amené le propriétaire et le gestionnaire à retenir « l'outil sylvo-pastoral ».

Ce dernier apparaît donc autant comme un moyen de production de bois et d'herbe que comme un outil d'aménagement de l'espace.

Cette diversité des milieux naturels et des besoins sociaux explique qu'il est difficile de donner une recette simple et applicable partout. Aussi, bien que l'époque soit au référencement et à la normalisation, il semble préférable de proposer un canevas de réflexion à ceux qui voudraient tenter l'aventure.

Ce canevas est constitué de sept points. Les six premiers se succèdent assez logiquement dans le temps, même si, dans la pratique, des retours en arrière sont souvent nécessaires pour s'assurer de l'homogénéité du projet. La septième, qui nous paraît fondamentale, doit se manifester d'un bout à l'autre du projet.

1 ■ Choix préalable du site

Du point de vue du milieu naturel, seuls deux éléments sont limitants : la pente et le microrelief, qui peuvent rendre délicats les travaux initiaux de remise en valeur ; la fragilité des sols, qui peuvent être dégradés par le pâturage.

L'expression claire et précise d'un ou, mieux, de plusieurs besoins auxquels pourrait répondre l'aménagement sylvo-pastoral est beaucoup plus importante. Ces besoins, qui se situent à différents niveaux, méritent d'être détaillés :

- Le propriétaire et son gestionnaire éventuel chercheront à améliorer les revenus forestiers ou pastoraux
- L'éleveur aura différents objectifs souvent complémentaires :
 - accroître sa ressource pastorale pour augmenter son cheptel
 - économiser un salaire ou son propre temps de travail pour l'utiliser à d'autres tâches sur son exploitation
 - avoir une garantie dans le temps à travers un contrat pluriannuel
 - disposer d'un pâturage de demi-saison ou au contraire d'estive, pour un troupeau d'un effectif déterminé en fonction d'un type de production qui lui est propre et impose des contraintes précises

- La collectivité, à différents niveaux, cherchera à :
 - améliorer l'aspect paysager
 - créer un espace favorable à l'accueil du public
 - constituer une coupure DFCI facile à entretenir
 - consolider ou accroître l'emploi local
 - développer de nouvelles activités (ski, parapente, VTT...)
- Les autres usagers, actuels ou potentiels, auront à préciser leurs besoins comme leurs contraintes.

Enfin, il est nécessaire d'avoir des garanties quant à la pérennité de l'utilisation du site, au niveau du propriétaire comme à celui de l'utilisateur. Dans cette optique, la propriété communale ou domaniale, le propriétaire privé également éleveur, paraissent des solutions à privilégier.

2 ■ Analyse détaillée de la situation initiale

Formations végétales et les peuplements forestiers. Considérant que nous sommes le plus souvent dans des milieux en pleine reconstitution, une typologie relativement simple est suffisante : vides, pelouses, landes, boisements détaillés en fonction des interventions qui y sont possibles (régénération, amélioration, éclaircie) basées sur la densité, la forme des tiges, leur croissance et leur état sanitaire.

Fonds (ou potentiel) pastoral préexistant. Afin de juger de l'opportunité de l'opération, du type des interventions à réaliser, de leur implantation, et par conséquent, des résultats possibles, l'analyse doit également rester simple, mais confiée à des techniciens pastoraux spécialisés dans ce domaine. Ceux-ci se baseront sur des critères simples de topographie, de formations végétales et d'espèces indicatrices qui permettent de présager de l'évolution après remise en valeur, ainsi que sur l'analyse des équipements pastoraux (accès, abreuvoirs, cabanes, ...).

Richesse biologique du milieu. L'analyse, qui ne peut être exhaustive, s'attachera à faire ressortir les éléments les plus intéressants et les plus susceptibles d'être touchés par les travaux de remise en valeur et la gestion, au niveau des habitats, de la faune et de la flore.

Diverses utilisations. Il est fondamental, non seulement de les lister, mais également d'avoir une idée précise de leur exercice, et de discuter avec les usagers de leurs besoins et de leurs contraintes pour les intégrer dès l'amont à l'aménagement.

3 ■ Mise en évidence des potentialités et des contraintes

L'analyse précédente doit être synthétisée pour faire ressortir les potentialités du milieu et les contraintes à prendre en compte dans l'aménagement et la gestion.

Les potentialités forestières et pastorales, mais aussi touristiques ou biologiques, doivent être estimées en fonction de l'état actuel et de la fertilité de chaque station, mais aussi selon les différents types de traitements qui pourront être mis en œuvre et le mode de gestion adopté ultérieurement.

Les contraintes s'imposent à différents niveaux, techniques, aménagements et gestion. Il est nécessaire de bien cerner certains éléments :

- La topographie, pente et microrelief, qui peuvent être une limite absolue à certaines interventions mécaniques, et donc influencer sur le choix de l'aménagement
- Le rôle de protection de la forêt qui va conduire à soustraire aux activités pastorales certains parquets boisés
- Les besoins en matière de DFCI
- Les besoins en matière forestière et pastorale qui vont influencer sur la proportion entre pelouse et boisement, mais aussi sur le type d'aménagement retenu. Par exemple, un pâturage d'été amènera à préférer des pelouses arborées mieux à même de ralentir le dessèchement de la strate herbacée
- La préservation de certains habitats ou de certaines espèces peut également entraîner des adaptations. Par exemple, le maintien en l'état de place de chant de tétras-lyre ou l'interdiction du pâturage de printemps dans des pelouses favorables à l'élevage des couvées de la même espèce
- L'intégration des activités de loisir conduit aussi à des mesures spécifiques : passage des clôtures, signalisation des équipements, maintien de l'ouverture de pistes fréquentées amenant à installer des clôtures de part et d'autre de l'emprise

4 ■ Définition précise des objectifs et de la phase de remise en valeur

Les objectifs assignés au site ressortiront de la clarification des besoins, de l'analyse de l'état initial et des synthèses. Ceux-ci seront toujours multiples, et donc devront nécessairement être stratifiés.

- En priorité, seront examinés les objectifs de protection physique (protection des sols, DFCI), paysagère ou écologique, puisqu'ils résultent directement des contraintes analysées précédemment
- Ensuite, seront fixés en parallèle les objectifs de productions pastorale et forestière, l'un ne pouvant être privilégié qu'au détriment de l'autre
- Enfin seulement, seront déterminés les objectifs en matière d'accueil du public qui, de notre point de vue, doivent rester toujours inféodés aux précédents

Les différents éléments de l'opération de remise en valeur seront alors faciles à préciser :

- Fixer la place respective de la forêt et du pâturage en fonction des potentialités, des besoins forestiers et pastoraux, de la nécessité de régénération des peuplements et des aspects de protection physique et paysagère
- Préciser la nature, la localisation, et l'importance des coupes et des travaux en fonction de l'état actuel et des différentes contraintes
- Choisir les techniques et les matériels les mieux adaptés pour chacun des traitements
- Prévoir les aménagements nécessaires au maintien ou au développement des activités touristiques
- Mettre en place le plan des parcs selon les besoins en matière pastorale, mais également les différentes contraintes : protection d'habitats ou d'espèces, fréquentation du site...

5 ■ Définition des modalités de gestion pastorale : le cahier des charges

Les investissements, intellectuels et matériels, importants que représente un aménagement sylvo-pastoral (même si le coût ramené à l'hectare mis en valeur reste raisonnable) invitent à préciser très rapidement les modalités de la gestion du site propres à en assurer la pérennité et qui constitueront le CAHIER DES CHARGES.

Parmi les éléments qui devront y figurer, signalons :

- La situation et les surfaces de l'objet à gérer
- Les effectifs maximaux autorisés éventuellement selon la période
- Les dates d'entrée et de sortie du troupeau sur le site. Elles peuvent être impératives (par exemple au printemps pour avoir le meilleur impact sur la végétation) ou seulement indiquer la période maximale d'utilisation permise
- Le plan de pâturage des parcs, c'est-à-dire l'ordre de parcours tout au long de la saison, et la durée d'utilisation pour chacun d'entre eux pour un effectif donné afin de garantir une charge instantanée propre à entretenir le milieu
- Les entretiens à la charge du propriétaire ou du locataire qui peuvent concerner les équipements (clôtures, passages canadiens ou autres, abreuvoirs...) ou la pelouse elle-même (débroussailllements complémentaires mécaniques à une rotation adaptée)
- Les autres usages grevant le site : exploitation forestière, chasse, tourisme... et leur mode d'exercice que le locataire devra intégrer dans sa gestion
- Les modalités de contrôle : comptage des effectifs, calendrier de pâturage portant la période d'utilisation de chaque parc et la charge instantanée, mesure de l'impact sur la végétation, périodicité du contrôle (au moins une fois à l'entrée, et une fois à la sortie du site)

Il est nécessaire de rester prudent dans l'élaboration du cahier des charges. En particulier, il convient :

- D'élaborer plusieurs scénarios de gestions qui correspondent à des besoins différents et élargissent la palette des utilisateurs potentiels du site. Par exemple, une utilisation estivale avec un troupeau de 1000 - 1500 têtes qui conviendrait à un transhumant, ou bien une utilisation printemps - automne pour un même troupeau ou deux troupeaux de 500 - 600 têtes mieux adaptés à des éleveurs montagnards
- De garder une marge de manœuvre suffisante pour chaque mesure (date d'entrée et sortie, effectif, calendrier et charge...) de façon à pouvoir s'adapter soit aux variations climatiques inter-annuelles, soit à l'évolution du site souvent plus rapide qu'on ne le suppose
- De prévoir une adaptation progressive du cahier des charges en fonction des observations faites lors des différents contrôles de gestion

Ainsi constitué, le cahier des charges doit permettre d'une part de préciser clairement les règles qui s'imposent au propriétaire et au locataire, et ainsi d'assurer une location en toute transparence, d'autre part de ne pas constituer un carcan trop rigide qui rendrait rapidement la gestion impossible.

6 ■ Contractualisation de l'utilisation du site : la convention de pâturage

La dernière étape consiste à contractualiser entre le propriétaire et le locataire, les règles d'utilisation du site : c'est la CONVENTION DE PÂTURAGE. Pour être vraisemblablement la plus simple, cette étape n'en est pas moins fondamentale puisqu'elle marque l'engagement des deux parties. Quelques éléments doivent y être impérativement précisés :

- La nature et la consistance de l'objet loué, bien évidemment
- La durée de location. Il ne peut s'agir que d'une location pluriannuelle compte tenu de la nécessité de juger dans le temps de l'intérêt pour le propriétaire et le locataire de leur association dans ce mode de gestion.
- Les conditions financières : montant annuel du loyer, modalités de versements, révision...
- Les modalités du règlement des litiges et de la résiliation, au cas où il s'avérerait que, soit le propriétaire, soit le locataire, ne peut assurer ses engagements
- Le cahier des charges élaboré précédemment, en tant qu'ensemble de règles techniques applicables au site, doit bien entendu être annexé à la convention de pâturage

Concertation permanente entre tous les partenaires

Tout au long des différentes étapes parcourues précédemment, il apparaît de multiples fois à l'évidence, la grande diversité des intervenants.

- Au niveau des espaces pouvant servir de support à une utilisation sylvo-pastorale, ce ne sont pas seulement le propriétaire et ses gestionnaires forestiers ou pastoraux ou l'éleveur qui sont concernés, mais aussi les randonneurs à pied, à cheval, à VTT, les chasseurs, les ramasseurs de champignons...
- Au niveau de l'analyse et de la mise en valeur, ce ne sont pas que les techniciens de la forêt et des alpages qui ont leur mot à dire, mais également ceux du tourisme, de la chasse ou plus généralement une communauté qui trouvera dans l'aménagement sylvo-pastoral une amélioration de son cadre de vie, un support, mais aussi des contraintes à l'exercice de ses activités
- Dans la gestion, le propriétaire, le forestier, l'éleveur devront aussi s'accommoder de la présence d'autres utilisateurs

Il est évident, dans ces conditions, qu'un élément fondamental de la réussite d'un projet sylvopastoral (mais aussi de bien d'autres) passe par une CONCERTATION PERMANENTE entre tous les partenaires. Bien des exemples pourraient être cités, d'échecs qui trouvent leur origine dans un défaut de discussion. Cette concertation doit se situer à tous les niveaux du projet :

- En amont pour bien cerner les utilisations, les besoins et les contraintes attachées à chacune
- Lors de la phase de remise en valeur pour intégrer toutes ces contraintes dans les choix techniques, mais également pour construire un outil proportionné à l'utilisation qui en sera faite, ménageant à la fois le court et le moyen terme
- Dans la gestion, où de multiples adaptations, de détail le plus souvent mais d'importance parfois, seront nécessaires pour valoriser au mieux l'investissement initial

Bien plus que des conditions physiques du milieu que l'on retrouve à l'identique sur des milliers d'hectares ou que les techniques retenues qui constituent maintenant une palette assez large (même si elle peut encore s'enrichir) et fiable, c'est de cette concertation que dépend, à notre avis, la réussite ou l'échec des aménagements sylvo-pastoraux à venir.

Bibliographie

CERPAM, 1996. Guide pastoral des espaces naturels du Sud-Est de la France. Co-édition : CERPAM et MÉTHODES ET COMMUNICATION, 254 p.

DECAIX G., 2001. Sylvo-pastoralisme : l'expérience du Haut-Verdon. CERPAM/ONF, collection dossiers forestiers n°10, 124 p.



Biodiversité forestière

Différents niveaux de préservation de la biodiversité

Importance de la mosaïque des écosystèmes

À l'échelle du versant ou de la vallée, la conservation d'une mosaïque de peuplements aux caractéristiques variées permet de maintenir différents groupements végétaux (diversité végétale) qui représentent des habitats ou des ressources variées pour la faune (diversité animale).

Il est donc souhaitable que différents stades de développement des peuplements et différentes structures soient présents : l'idée forte est que si l'on gère un maximum d'écosystèmes divers, on protège un maximum d'espèces. Certaines actions générales sont recommandées pour atteindre ou maintenir une biodiversité optimale et pour respecter la réglementation en vigueur. Les documents de gestion doivent intégrer à l'amont ces recommandations afin d'assurer une cohérence à la gestion forestière.

Approche globale

Globalement, il est souhaitable de maintenir en permanence dans le temps une mosaïque de structures de peuplements forestiers, notamment pour favoriser la diversité des espèces animales et végétales et ceci grâce, particulièrement, aux effets de lisière. Il faut donc éviter de conduire une sylviculture identique, monospécifique, sur de très grandes étendues. En particulier, il pourra être choisi de créer un groupe de futaie régulière à l'intérieur d'un trop grand massif géré en futaie irrégulière (pied par pied ou par bouquets) dont la structure et la composition sont monotones. En préalable à l'aménagement d'une forêt donnée, il faut donc étudier ce qui est prévu dans les aménagements des forêts voisines et tenir compte de l'évolution prévisible des structures avant de choisir le traitement qui sera appliqué.

S'il est nécessaire de compléter la desserte forestière pour sortir les bois de la forêt, le maximum de précautions sera pris pour éviter les secteurs de flore ou de faune rare ou menacée. Pour les travaux de terrassement, on analysera l'impact sur l'environnement, en particulier lorsque des secteurs sensibles sont concernés.

Entités remarquables

Certains habitats ou espèces peuvent être reconnus de première importance écologique ou en danger de disparition et faire l'objet de mesures particulières de conservation au niveau local, national ou européen. Lorsqu'elles sont détectées, ces entités doivent être signalées et faire l'objet d'un suivi.

Règles élémentaires d'ordre général

Les règles listées ne doivent pas être appliquées de façon stricte et systématique, mais doivent être présentes à l'esprit du forestier à chaque étape de gestion.

Avant le martelage

Le rapport de coupe, en amont du martelage, devrait permettre de pré-signaliser ce qui est connu par le personnel local ou dans la base de données naturalistes (BDN) : espèces remarquables, habitats remarquables, îlots de vieux arbres, mares, pelouses intra-forestières, etc. Ceci permet d'affiner les consignes de martelage. On renseigne le paragraphe « Règles de culture souhaitables ou particulières (arbres à conserver, paysage, biodiversité, etc.) ».

Lors du martelage

- Favoriser le maintien de plusieurs strates de végétation. Toutefois, il est intéressant à l'échelle du versant de préserver une mosaïque de structures verticales et horizontales notamment pour les espèces animales
- Favoriser le mélange des essences adaptées à la station, ainsi que les essences devenues très minoritaires même si leur intérêt économique est faible
- Conserver des vieux arbres de différentes essences et dimensions au-delà de leur exploitabilité économique, pour qu'ils puissent atteindre leurs stades ultimes, nécessaires au maintien d'espèces très spécialisées
- Conserver des arbres à cavités hôtes de nombreuses espèces : pics, rapaces nocturnes, oiseaux cavernicoles, chauves-souris, insectes
- Laisser des bois morts ou sénescents en place, favorables à de nombreuses espèces spécialisées. En effet, 20 à 25 % des espèces animales présentes en forêt sont liées au bois mort

Attention ! En absence de formule alternative, les arbres morts ou dangereux situés à moins de 30 m de routes, sentiers pédestres et autres équipements d'accueil du public, doivent être abattus.

- Conserver les peuplements originaux dans leur composition, leur structure ou toute autre caractéristique pouvant avoir une influence sur la conservation de la biodiversité
- Favoriser les lisières avec plusieurs strates de hauteur y compris celles situées à l'amont des routes, si possible avec des espèces arbustives à baies
- Le long des cours d'eau, irrégulariser les peuplements pour permettre une succession de puits de lumière et de zones ombragées dont l'alternance est favorable à la vie aquatique

Lors des exploitations forestières

Les consignes à respecter doivent être rappelées lors de la visite préalable à la coupe. C'est l'occasion de sensibiliser les exploitants forestiers en leur expliquant le pourquoi de ces consignes « particulières » :

- Ne pas stocker les rémanents dans les cours d'eau, les zones humides ou dans les milieux ouverts
- Éviter de brûler les rémanents ou de les exporter systématiquement afin de maintenir la fertilité des sols qui est entretenue par leur lente décomposition
- Pour le franchissement des cours d'eau par les engins forestiers, prendre toutes les précautions techniques et administratives adaptées...
- Préserver les zones humides, les sols fragiles sensibles au tassement des passages d'engins forestiers
- Adapter la saison d'exploitation dans les parcelles concernées par des espèces sensibles au dérangement (ex : tétras-lyre, rapaces)
- Préserver tous les gros arbres vivants ou morts debout, non martelés. (abattage directionnel, « sacrifice » d'arbres plus petits si besoin). Pas d'abattage des chandelles « pour faire propre »
- Préserver les arbres morts couchés et respecter les vieilles souches, notamment lors du débardage

Lors des travaux sylvicoles

- Ne pas détruire les zones humides ni les milieux ouverts associés à la forêt
- Supprimer l'emploi de produits agro-pharmaceutiques
- Respecter les espèces minoritaires lors des dégagements, dépressages et nettoiemnts, en particuliers celles portant des baies en automne et en hiver
- Éviter les chantiers pendant les périodes de reproduction des espèces sensibles au dérangement

Habitats remarquables des forêts des Alpes du Sud

La gestion forestière courante peut concerner certains milieux remarquables, faisant l'objet d'une protection spécifique dans un contexte local, national ou européen. Il est important que les forestiers puissent :

- Identifier les milieux avant ou en cours d'une intervention (martelage, travaux, équipement)
- Savoir ce qu'il faut y faire ou ce qu'il convient d'éviter

La référence en matière de milieux à préserver est la directive européenne « habitats, faune, flore » (1992) qui distingue les habitats ou espèces d'intérêt prioritaire (IP), les plus menacés et les habitats ou espèces d'intérêt communautaire (IC) moins menacés, mais tout de même très intéressants sur le plan de la conservation de la biodiversité.

Les principaux habitats forestiers montagnards à préserver

Dans un environnement forestier, tout habitat non forestier mérite d'être conservé quels que soient sa taille et son état de conservation. Les gestionnaires doivent donc s'assurer qu'aucune mesure de gestion ne met en cause leur pérennité. Ces habitats typiques, le plus souvent liés à des conditions stationnelles spécifiques (présence d'eau, de blocs et rochers, etc) ne sont pas énumérés dans le tableau qui suit.

Nom N° Habitats Code Corine	Description	Intérêt biologique	Espèces remarquables	Sylviculture conseillée
Forêts de pentes d'éboulis ou ravins du Tilio-Acerion 9180 41.4	Forêts de ravin sur blocs Tilliaies de pentes sur calcaire dur fissuré	Milieu très rare dans la région, en limite d'aire de répartition, biologiquement original	<i>Ulmus glabra</i> <i>Taxus baccata</i> <i>Fritillaria</i> <i>involucrata</i>	Non intervention Si ouverture de route, transport latéral des déblais obligatoire
Hêtraies du Cephalanthero- Fagion 9150 41.16	Hêtraies sèches sur calcaire dont forme à Buis ou à <i>Androsace</i> <i>chaixi</i>	Riche interface avec les milieux associés et les chênaies pubescentes Rares en versant sud	<i>Androsace chaixi</i> <i>Ilex aquifolium</i> <i>Cypripedium</i> <i>calceolus</i> <i>Paeonia officinalis</i> <i>Scilla bifolia</i> <i>Rosalia alpina</i>	Phase de régénération délicate L'ouverture du peuplement mûr doit être très progressive, sinon phase sylvigénétique à <i>Sorbus</i> <i>aria</i> , <i>Acer opalus</i> et <i>Cytisus sp.</i>
Sapinières à Véronique à feuilles d'ortie des Alpes internes 9410 42.21 à 23	Sapinières montagnardes en stations chaudes	Riche interface avec les milieux associés	<i>Clematis alpina</i> <i>Trochiscantes</i> <i>nodiflorus</i>	Futaie jardinée Éviter les ouvertures trop grandes favorables à l'Épicéa
Forêts subalpines à Mélèze et/ou Pin cembro 9420 42.31 et 32	Formations « banales » des Alpes internes et intermédiaires	Rareté au niveau européen grande originalité : pré-bois de Mélèze Futaie adulte de Pin cembro	<i>Aquilegia</i> <i>bertolonii</i> <i>Clematis alpina</i> <i>Tetrao tetrix</i>	Accompagnement de la lente maturation des mélèzeins vers la cembraie Régénération assistée de conservation du mélèzein possible, avec mise en défens en contexte sylvo-pastoral Conserver des gros arbres

Nom N° Habitats Code Corine	Description	Intérêt biologique	Espèces remarquables	Sylviculture conseillée
Pineraies de Pin à crochets sur gypse et calcaire 9430 42.4	Formations subalpines et du montagnard supérieur en situation écologique très variée	Écosystème rare	<i>Aquilegia bertolonii</i> <i>Clematis alpina</i> <i>Eryngium spinalba</i> <i>Erica herbacea</i> <i>Sorbus mougeotii</i> <i>Tetrao tetrix</i>	Tenter de maintenir le Pin à crochets sur le long terme, y compris dans des stations où il n'est pas climacique, afin de lui permettre de regagner les surfaces dont il a été exclu par l'activité humaine passée La régénération naturelle par coupe d'ensemencement légère ou ouverture de petites trouées semble bien fonctionner
Forêts riveraines en bordure des eaux vives 91E0 44.2 et 6	Formations des bords des eaux vives à Aulnes blancs et Frênes	Écosystème rare et très spécialisé	<i>Castor fiber</i> <i>Austropotamobius pallipes</i>	Accompagner la maturation du peuplement par des coupes prudentes Régénération par petites trouées Maintenir une structure irrégulière afin de faire varier le niveau d'éclaircissement de l'eau
Saulaies arbustives montagnardes à Saulaie drapé 3240 24.224 et 44.11	Saulaie arbustive de 2 à 3 m de haut le long des torrents montagnards	Écosystème rare et très spécialisé participant à la stabilisation des torrents		Aucune sylviculture à appliquer Veiller à ne pas détruire l'habitat lors de la création de route ou franchissement à gué
Forêt de Genévrier thurifère 9560 42A2	Forêt plus ou moins claire de Genévrier thurifère sur calcaire compact	Écosystème très rare	<i>Dictamnus albus</i> <i>Carlina acanthifolia</i> <i>Zerynthia rumina</i>	Il n'existe pas de méthode de sylviculture pour ces types de formation. Il est urgent d'acquiescer des connaissances sur les phases de sénescence et de régénération de ces peuplements Lutter contre un possible envahissement par le Pin sylvestre sur les stations secondaires

Sylviculture et espèces remarquables des forêts des Alpes du Sud

Certaines espèces présentes dans les écosystèmes forestiers méritent une attention particulière du fait de leur rareté ou de leur déclin pouvant, à terme, conduire à leur disparition. Le gestionnaire doit éviter de perturber ces espèces par ses pratiques sylvicoles, en particulier pendant la saison de reproduction ou d'élevage des jeunes pour les espèces sensibles au dérangement. Dans la plupart des cas, une simple adaptation des interventions suffit, mais il faut parfois renoncer à la récolte des bois ou aux travaux prévus. Au-delà des précautions visant à perturber le moins possible les espèces d'intérêt patrimonial, le sylviculteur doit s'attacher, lorsque c'est possible, à avoir des actions favorisant les dites espèces. Plus généralement, la pérennisation des espèces patrimoniales doit être considérée comme un des buts de la sylviculture au même titre que la rentabilité économique ou la protection des sols.

Problèmes d'échelle

L'échelle de l'unité de gestion forestière est souvent inappropriée pour la gestion d'une espèce qui peut :

- Utiliser plusieurs milieux en fonction de ses différentes phases d'activité
- Être liée à un stade dynamique particulier ; il faut alors gérer une mosaïque en évolution à l'échelle du paysage et admettre localement son déclin relatif si l'on s'est assuré au préalable que d'autres stations sont effectivement colonisées dès qu'elles deviennent favorables du fait des actions entreprises par le forestier.
- Être menacée par des facteurs plus globaux, comme par exemple le dérangement, la pollution, le pâturage ou son abandon, etc.

- Être localement fréquente, bien que classée rare, ce qui risque de bloquer toute intervention forestière ; seule une approche à échelle plus large permet alors d'adapter finement la gestion de cette espèce en accord avec les spécialistes.

C'est donc à l'échelle du document de gestion, ou plus largement à l'échelle du territoire, que se définit une stratégie de conservation des espèces (cf. plan national d'action du ministère de l'environnement). Les conseils de gestion fournis par la présente fiche thématique sont à adapter et à replacer dans cette stratégie globale.

Attention : cette nécessité d'une vision globale ne dédouane pas le sylviculteur dont les interventions locales peuvent avoir un rôle significatif sur la conservation, l'amélioration ou l'appauvrissement de la biodiversité.

Espèces de lisière ou liées aux milieux semi-ouverts

Ancolie de Bertoloni	<i>Aquilegia bertolonii</i>
Sabot-de-Vénus	<i>Cypripedium calceolus</i>
Astragale queue-de-renard	<i>Astragalus alopecurus</i>
Orchis de Spitzel	<i>Orchis spitzelii</i>
Clématite des Alpes	<i>Clematis alpina</i>
Corydale	<i>Corydalis sp.</i>
Aristolochie	<i>Aristolochia sp.</i>
Rosier de France	<i>Rosa gallica</i>
Pivoine sauvage	<i>Paeonia officinalis</i>
Tétras-lyre	<i>Tetrao tetrix</i>
Gélinotte des bois	<i>Bonasa bonasia</i>



Le gestionnaire doit veiller à maintenir en permanence des milieux favorables à la vie de ce type d'espèces. Il faut surtout penser à assurer leur pérennité lors des études d'aménagement. Dans cette logique, l'assiette des coupes et des travaux devrait idéalement obéir à une logique géographique de proximité entre les parcelles actuellement favorables et celles appelées à le devenir après intervention, en laissant à l'espèce un « temps de migration » assez important pour lui permettre de s'adapter aux nouvelles conditions de milieu. Ces précautions lors de l'élaboration des aménagements ne doivent pas exonérer le gestionnaire d'un suivi des évolutions de l'état de conservation des espèces lors de la mise en œuvre. L'application de ce raisonnement a bien sûr ses limites, d'autant plus que nous sommes loin de comprendre tous les déterminismes du comportement des différentes espèces tant animales que végétales. Dans les cas extrêmes, il faut cependant être prêt à surseoir aux interventions conduisant à une disparition ponctuelle de l'espèce, afin de toujours maintenir localement un pool de gène suffisant à assurer la pérennité de celle-ci.

Espèces de milieux fermés

Lycopode annuel	<i>Lycopodium annotinum</i>
Epipogon	<i>Epipogium aphyllum</i>
Coralline	<i>Corallorhiza trifida</i>
Listère à feuilles en cœur	<i>Listera cordata</i>
Aspérule de Turin	<i>Asperula taurina</i>
Impatiente	<i>Impatiens noli-tangere</i>
Asaret	<i>Asarum europaeum</i>
Houx	<i>Ilex aquifolium</i>
Fragon petit houx	<i>Ruscus aculeatus</i>
If	<i>Taxus baccata</i>



Pour la sauvegarde de ces espèces, il faut éviter les coupes trop brutales amenant trop de lumière au sol. La méthode de sylviculture la plus adaptée est celle de la futaie jardinée pied à pied. En futaie régulière, dans la mesure du possible, les coupes d'éclaircie doivent être légères et les coupes de régénération progressives, la définitive étant réalisée seulement lorsque le couvert de la régénération est suffisant pour assurer la pérennité de l'espèce à prendre en compte.

Espèces cavernicoles ou liées au bois mort

Toutes les chauves-souris cavernicoles	
Chouette de Tengmalm	<i>Aegolius funereus</i>
Chouette chevêchette	<i>Glaucidium passerinum</i>
Pic noir	<i>Dryocopus martius</i>
Tous les coléoptères saproxyliques, en particulier :	
Pique-prune ou Barbot	<i>Osmoderma eremita</i>
Rosalie des Alpes	<i>Rosalia alpina</i>
Limonisque violet	<i>Limonicus violaceus</i>



Application des règles de maintien du bois mort et de création d'îlots de vieillissement ou de sénescence.

L'eau sauvage et le forestier des Alpes du Sud

La montagne méditerranéenne est, à l'instar de nombreuses autres régions du monde, soumise à un régime de précipitations très irrégulier avec des périodes de sécheresse importantes. De plus, une grande partie de son territoire est constitué de substrats perméables. Dans ce type d'écosystèmes, l'économie de l'eau est primordiale car sa disponibilité, sa périodicité et sa quantité sont des facteurs limitants pour de nombreuses espèces.

Dans ce contexte globalement sec, au moins épisodiquement, certains écosystèmes hygrophiles trouvent néanmoins des possibilités d'apparition à la faveur de conditions stationnelles très spécifiques et donc plutôt rares. Il s'agit principalement des sources et des ruisseaux permanents ou temporaires qui en sont issus, voire des écoulements souterrains peu profonds exploitables par certains végétaux spécialisés. Une des conditions du maintien en bon état de conservation à long terme de ces écosystèmes rares et peu étendus est une répartition spatiale suffisamment dense pour assurer la continuité de l'échange des gènes entre les populations d'espèces qui leur sont inféodées.

Bibliographie

Directive européenne « habitats, faune, flore » :

Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels, ainsi que de la flore sauvage

Listes nationales d'espèces protégées :

Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire national « arrêté du 20 janvier 1982 » - JO du 13 mai 1982 modifié par : arrêté du 15 septembre 1982 - JO du 14 décembre 1982 et arrêté du 31 août 1995 - JO du 17 octobre 1995

Liste des insectes protégés sur le territoire national « arrêté du 16 décembre 2004 »

Liste des espèces de poissons protégés sur l'ensemble du territoire national « arrêté du 8 décembre 1988 » - JO du 22 décembre 1988

Liste des amphibiens et reptiles protégés sur l'ensemble du territoire national « arrêté du 16 décembre 2004 »

Listes des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire « arrêté du 17 avril 1981 » - JO NC du 19 mai 1981 modifié par : arrêté du 29 septembre 1981 - JO NC du 20 octobre 1981, arrêté du 20 décembre 1983 - JO NC du 8 janvier 1984, arrêté du 31 janvier 1984 - JO NC du 3 avril 1984, arrêté du 27 juin 1985 - JO du 27 juillet 1985, arrêté du 11 avril 1991 - JO du 4 juillet 1991, arrêté du 2 novembre 1992 - JO du 10 novembre 1992, arrêté du 5 mars 1999 - JO du 7 mars 1999 et arrêté du 16 juin 1999 - JO du 25 juillet 1999

Liste des mammifères protégés sur l'ensemble du territoire « arrêté du 16 décembre 2004 »

Liste des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire « arrêté du 16 décembre 2004 »

Listes régionales et départementales d'espèces protégées :

Liste des espèces végétales protégées en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur « arrêté du 9 mai 1994 » - JO du 26 juillet 1994

Liste des espèces végétales protégées dans les Alpes-de-Haute-Provence « arrêté du 28 juillet 1995 »

Liste des espèces végétales protégées dans les Hautes-Alpes « arrêté du 22 novembre 1993 »

Liste des espèces végétales protégées dans les Alpes-Maritimes « arrêté du 18 juin 1991 »

Liste des espèces végétales protégées dans le Var « arrêtés des 20 août 1990, 25 février 1991 et 14 mars 1991 »

Liste des espèces végétales protégées dans le Vaucluse « arrêté du 13 janvier 1992 »

Forêt et paysage

Un paysage est une « partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations » (Convention européenne du paysage, 2000). Un paysage forestier est un paysage dont la composante forestière est importante en terme de surface ou d'enjeux de développement local.

La vision est sélective, toute observation donne lieu à une interprétation et une simplification influencées par notre culture, nos expériences, notre sensibilité. Mais le regard va toujours se focaliser sur l'élément qui fera figure d'intrus. Une intervention sylvicole, perçue comme artificielle dans un milieu naturel, crée souvent un malaise chez l'observateur. Le forestier, en tant qu'acteur des paysages, doit donc prendre du recul pour se mettre à la place des différents utilisateurs que sont les habitants, les vacanciers citadins ou les touristes étrangers qui ont des perceptions et des attentes différentes.

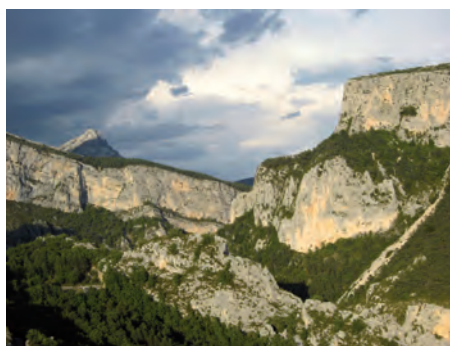
L'observateur accepte d'autant mieux une intervention qu'il est prévenu de sa réalisation et qu'il la comprend. Au-delà des techniques disponibles pour atténuer l'impact paysager d'une intervention, l'information et la communication sont donc des éléments fondamentaux.

Les paysages des Alpes du Sud

Identité paysagère

En montagne, la notion d'appréhension d'un territoire prend toute son importance du fait des multiples points de vue dominants offerts à l'observateur.

Les Alpes du Sud proposent globalement de vastes espaces naturels préservés. Le minéral sous la forme de cluses, gorges, falaises et éboulis produit des paysages remarquables, mis en valeur par le contraste apporté par les forêts. Les zones urbaines sont peu développées. Les cultures occupent les fonds de vallées et les plateaux, de vastes versants forestiers s'offrent aux regards, surmontés en altitude par des espaces de pâturage.



Il s'établit un gradient décroissant d'anthropisation depuis les vallées vers les sommets, si l'on fait abstraction des stations de sport d'hiver. L'artificialisation du milieu par l'homme et l'intrusion de machines seront d'autant moins appréciés qu'on s'éloigne des villages. Par contre les signes intégrés de présence humaine (cabane, cairn, signalétique) sont appréciés : ils constituent des repères rassurants pour les promeneurs dans les espaces naturels.

Les peuplements marquants

Les peuplements forestiers participent à cette forte identité paysagère :

- Le mélèze est caractéristique des paysages d'altitude des Alpes du Sud. Il l'anime en marquant les saisons par ses couleurs changeantes
- La pineraie de Pin sylvestre est symptomatique de la colonisation par la forêt des espaces agricoles abandonnés et des anciens parcours pastoraux
- La pineraie de Pin noir d'Autriche, souvent sur marne noire, est un héritage marquant du travail de la RTM
- La hêtraie tapisse les ubacs historiquement boisés des Préalpes. Elle est synonyme de stabilité
- La chênaie pubescente occupe de vastes étendues, plus chaudes. Elle est associée aux versants ensoleillés



Évolution

La forêt est synonyme de stabilité bien que, dans les Alpes du Sud, elle soit souvent jeune et en cours d'évolution. Ce processus naturel relativement rapide se traduit par des substitutions progressives d'essences avec un remplacement à terme des résineux pionniers par les feuillus.

Dans le même temps, la forêt s'étend, aux dépens des terres agricoles et des pâturages. C'est pourquoi les Atlas départementaux des paysages font majoritairement état d'enjeux liés à la fermeture visuelle des paysages. Ce phénomène résultant d'une tendance à long terme est rarement perçu par l'observateur.

Par contre, les répercussions des activités humaines, comme les travaux sylvicoles, coupes ou créations de pistes, représentent des changements rapides du paysage. Il s'agit de les accompagner et de les rendre acceptables ou valorisantes, surtout dans ce contexte de région touristique qui communique sur ses espaces préservés.

Éléments d'analyse paysagère

La notion de sensibilité paysagère

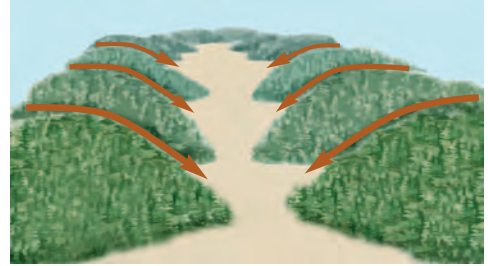
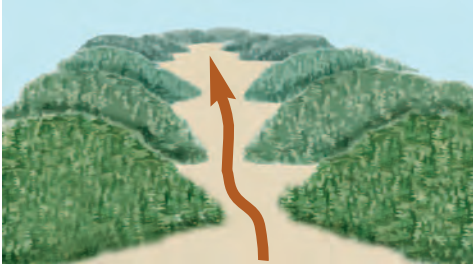
La sensibilité paysagère correspond à la somme de deux composantes indépendantes : la qualité du paysage ou qualité paysagère et son exposition aux regards ou pression visuelle s'exerçant sur ce paysage.

La qualité paysagère

L'intérêt d'un paysage relève des domaines esthétique et patrimonial. L'évaluation esthétique fait appel à des notions de composition harmonieuse et diversifiée, d'apparence naturelle de la forêt et d'absence de point noir paysager. La dimension patrimoniale d'un site est liée à ses valeurs culturelles, historiques ou écologiques.

Les formes. Les formes irrégulières sont plutôt d'origine naturelle tandis que les formes géométriques révèlent l'intervention de l'homme. La compatibilité des formes est fondamentale pour assurer l'harmonie d'un paysage. Les formes artificielles, acceptées en milieu agricole, sont rejetées en milieu forestier considéré comme un milieu naturel. On leur préférera des formes irrégulières et orientées selon les axes principaux du paysage : axe d'une vallée ou celui d'un vallon intermédiaire sur un versant, par exemple.

Les forces visuelles. Le regard s'appuie sur les lignes de force visuelle du paysage, qu'elles soient naturelles (lisière forestière, talweg, ligne de crête) ou artificielles (route, ligne électrique). Ce sont elles qui donnent la sensation de mouvement, de dynamisme au paysage. Toujours présentes, mais plus ou moins marquées, elles s'appuient fortement sur le relief. Le principe fondamental est de faire remonter le regard le long des pentes concaves (talwegs ou fonds de vallons) et de le faire descendre le long des pentes convexes (croupes, éperons). Tout élément qui n'est pas en accord va créer des tensions visuelles.



La diversité d'un paysage se traduit par la variété des formes, des couleurs, des textures, elle crée des contrastes sans lesquels tout se fondrait dans la masse de l'arrière-plan. Un paysage diversifié est perçu positivement, il stimule les sens et éveille la curiosité. Plus un paysage est diversifié, moins il est sensible au changement.

L'échelle visuelle. À grande échelle, on a une vue d'ensemble du paysage. On discerne de grandes unités, le relief, les masses boisées ou ouvertes, les détails disparaissent, on distingue moins les textures et les couleurs.

À petite échelle, on est attentif aux détails, on perçoit les moindres contrastes de couleurs, de textures, sans appréhender l'organisation globale du paysage.

L'harmonie d'un paysage résulte de l'organisation équilibrée de ses composantes : des formes compatibles, qui s'interpénètrent, des forces visuelles complémentaires, des éléments dont l'échelle est adaptée à celle du milieu environnant. Les contrastes entre les différents éléments doivent être contrebalancés par des similarités visuelles.

L'esprit des lieux peut être défini comme la ou les qualités (éléments naturels ou humains) qui rendent un site unique et particulier, très lié à nos sentiments et émotions déjà ressentis face à d'autres paysages.

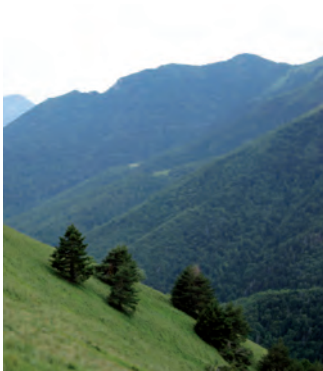
Un paysage visuellement remarquable attire les regards, provoque émotion et admiration. La plupart éprouvent le besoin de le garder en mémoire, ont envie de le peindre, de le photographier.

L'analyse du statut réglementaire ou contractuel à caractère paysager peut donner une première évaluation de la sensibilité d'un site reconnu. Pour autant l'absence de statut ne signifie pas forcément que le site n'est pas porteur d'une sensibilité locale importante. La prospection sur le terrain demeure par conséquent indispensable pour l'évaluation.

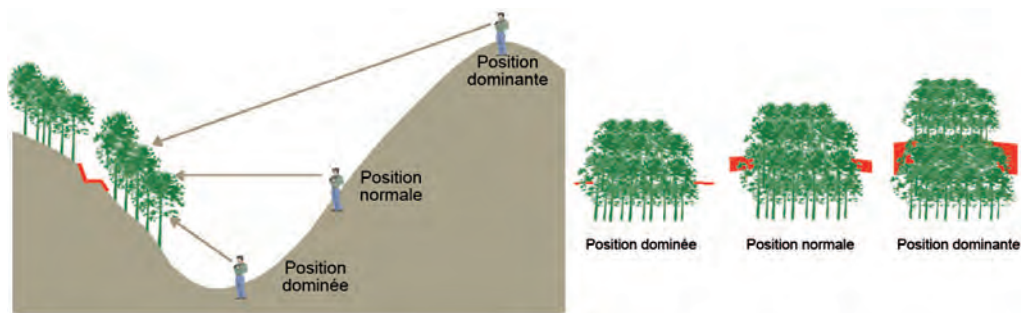
L'exposition aux regards (ou visibilité)

Les quatre paramètres déterminant la visibilité d'un site depuis un point de vision sont : la fréquentation, la distance, l'angle de vision, la mobilité.

La distance de perception. Le paysage forestier est perçu différemment selon la distance d'observation. En perception lointaine, il peut constituer la texture de l'arrière-plan sur de grands paysages. En perception plus proche, la trame végétale forestière souligne les mouvements du terrain et anime le paysage observé. En situation d'immersion forestière ou de paysage forestier vécu ce sont des ambiances et des individualités végétales qui sont perçues.



L'angle de vision



La mobilité modifie la perception

Vitesse	Angle de vue	Portée du regard
40 km/h	100°	180 m
90 km/h	50°	500 m
130 km/h	15°	1000 m

La notion d'intégration (Affirmation, Insertion, Absorption)

Dans le paysage montagnard, les éléments naturels sont excessivement importants, donnant au site une dimension sauvage caractéristique. Ce paysage est perçu comme naturel si la présence humaine ne choque pas de par son intégration ou sa discrétion.

Les réalisations humaines peuvent être créatrices de paysages. Par exemple, un refuge, même contemporain, peut participer à la mise en valeur d'un site s'il est intégré. Une coupe, par l'ouverture qu'elle apporte, peut participer à la diversité des ambiances ou des points de vue sur un parcours de randonnée.

Ainsi, trois approches tactiques sont possibles lors d'une intervention :

- L'Affirmation : le but délibéré est de se distinguer et de marquer le territoire. On veut montrer quelque chose, attirer le regard.
- L'Insertion : on cherche à rendre un élément le plus compatible possible avec l'utilisation et la nature du milieu mais il n'y a pas réellement de souci de discrétion visuelle.
- L'Absorption : l'objectif est de rendre l'élément le plus discret possible.

Interventions sylvicoles et paysage

Les interventions sylvicoles vont attirer l'attention. Elles choqueront uniquement si elles ne respectent pas certains principes d'intégration et de respect des lieux. Il faut veiller particulièrement à la qualité des exploitations sur les sites paysagers remarquables, des lisières habitées, aux abords des sites et itinéraires aménagés pour l'accueil du public.

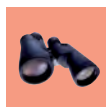


Impacts potentiel des interventions et actions correctives

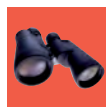
Les repères « paysage » (icônes ci-dessous) qui figurent dans les itinéraires sylvicoles constituent une « alerte » sur des interventions avec un potentiel impact paysager. Des solutions techniques sont alors disponibles sous formes de fiches dans les guides paysagers (voir « bibliographie ») en prenant soin de les adapter au contexte particulier du site d'intervention.



Impact faible



Impact moyen



Impact fort

Type d'intervention	Impact potentiel	Actions correctives
Abattage laissant des souches de 1,30 m de haut Disposer les bois abandonnés en oblique dans la pente		Communication
Boisement par collectifs		Éviter de créer un « motif » artificiel sur le versant
Plantation 1100 t/ha		Réaliser une plantation aléatoire ou diversifiée en s'appuyant sur une topographie variée existante
Ouverture de cloisonnements sylvicoles en préalable au dépressage		Travailler les entrées de cloisonnement afin d'éviter la création d'ouvertures visuelles selon de grandes perspectives avec un effet de couloir
Éclaircie forte ou Coupe d'ensemencement		Réflexion sur les forces visuelles et formes
Coupe rase avant dépérissement		Réflexion sur les forces visuelles et formes Communication
Coupe définitive ou ouverture de grandes trouées		Réflexion sur les forces visuelles et formes Conserver éventuellement des surréserves dans les zones sensibles (station de ski)
Ouverture de petites trouées		Réflexion sur les forces visuelles et formes Éviter le mitage
Coupe de taillis simple		Donner une forme naturelle aux contours de la coupe en s'appuyant sur les lignes de force du paysage Conserver des îlots
Coupe de taillis par bouquets		Réflexion sur les forces visuelles et formes Éviter le mitage

Risque paysager et démarche à adopter

Le risque paysager résulte du croisement de la sensibilité paysagère du site et de l'impact potentiel de l'intervention. La sensibilité paysagère du site d'intervention est liée à son exposition aux regards et à sa qualité paysagère, c'est-à-dire ses dimensions esthétiques et patrimoniales, c'est le contexte d'intervention. L'impact potentiel de l'intervention s'évalue hors contexte en fonction de ses caractéristiques propres.

Évaluation du risque paysager

		Sensibilité paysagère du site		
		Faible	Moyenne	Forte
Impact potentiel de l'intervention	Faible	Risque faible	Risque faible	Risque moyen
	Moyen	Risque faible	Risque moyen	Risque fort
	Fort	Risque moyen	Risque fort	Risque fort

Risque faible	La problématique paysagère est abordable, le responsable de l'intervention la résout avec les techniques des guides
Risque moyen	La problématique paysagère est complexe, un paysagiste intervient
Risque fort	La problématique paysagère est sensible, un paysagiste intervient et organise une concertation locale

Bibliographie

Atlas des paysages des Alpes-de-Haute-Provence, 2003. BALLAN Étienne, ateliers AZIMUTH. Conseil Général 04, DDE 04, DIREN PACA, Région PACA, 661 p.

Atlas paysager des Hautes-Alpes, 1999. DDT des Hautes-Alpes et DREAL PACA, 312 p.

Atlas et politique du paysage pour les Alpes-Maritimes. Conseil Général des Alpes-Maritimes, DIREN PACA, DDE 06, 181 p.

Atlas des paysages du Var, 2007. DDE du Var, DIREN PACA.

Atlas des paysages de Vaucluse. DIREN PACA, Conseil Général de Vaucluse, DDE de Vaucluse.

BREMAN P., 1993. Approche paysagère des actions forestières – Guide à l'usage des personnels techniques de l'Office National des Forêts – Cemagref/ONF, 76 p.

CHAMBON V., 2006. Guide d'accompagnement paysager des actions forestières. FIF/ENGREF – Cemagref – ONF, 106 p.



Le Guide des Sylvicultures de Montagne - Alpes du Sud françaises concerne la gestion des forêts ayant une fonction de production ou un rôle de protection contre les aléas naturels. Il regroupe, sous forme de fiches techniques synthétiques, l'ensemble des informations disponibles pour la sylviculture des principales essences sud-alpines, en intégrant notamment les résultats de la recherche concernant le rôle de protection des formations végétales.

Il propose d'abord une démarche de diagnostic du rôle de protection physique et des contraintes d'exploitation, ainsi qu'une clé de décision permettant d'établir des priorités d'intervention. Ensuite sont définis, pour chaque type de situation et de peuplement, des scénarios de gestion et des règles d'intervention. La dernière partie rassemble des éléments de connaissance sur divers sujets transversaux auxquels les clés de diagnostic ou les fiches de gestion font référence.

Cet ouvrage est le pendant pour les Alpes du Sud du « Guide des Sylvicultures de Montagne - Alpes du Nord françaises ».

