

Inventaire et caractérisation des forêts à caractère naturel de l'espace Vanoise



Mémoire de fin d'études

Source des photographies de la page de couverture : Elsa Libis

Inventaire et caractérisation des forêts à caractère naturel de l'espace Vanoise

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

FICHE SIGNALÉTIQUE D'UN TRAVAIL D'ÉLÈVE DE LA FIF

Formation des ingénieurs forestiers d'AgroParisTech-ENGREF	TRAVAUX D'ÉLÈVES
TITRE : Inventaire et caractérisation des forêts à caractère naturel de l'espace Vanoise	Mots clés : naturalité, protocole, inventaire, parc national, Vanoise
AUTEUR(S) : Elsa LIBIS	18^e promotion 2007-2011
Caractéristiques : 1 volume ; 122 pages ; 14 figures ; 16 annexes (dont 5 cartes) ; bibliographie.	

CADRE DU TRAVAIL		
ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT : Office national des forêts et parc national de la Vanoise Nom des responsables : Lise WLÉRIK et Vincent AUGÉ Fonctions : Responsable environnement ONF Rhône-Alpes et Responsable forêts Vanoise		
Nom du correspondant ENGREF (pour un stage long) : Yves EHRHART		
Tronc commun <input checked="" type="checkbox"/> Option <input type="checkbox"/> D. d'approfondissement <input type="checkbox"/>	Stage en entreprise <input type="checkbox"/> Stage à l'étranger <input type="checkbox"/> Stage fin d'études <input checked="" type="checkbox"/> Date de remise :	Autre <input type="checkbox"/>
Contrat avec Gref Services Nancy <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON		

SUITE À DONNER (réservé au service des études)	
<input type="checkbox"/> Consultable et diffusable <input type="checkbox"/> Confidentiel de façon permanente <input type="checkbox"/> Confidentiel jusqu'au / / , puis diffusable	

Résumé

Résultant d'un partenariat entre l'Office national des forêts et le parc national de la Vanoise, cette étude traite des forêts à caractère naturel du cœur et de l'aire optimale d'adhésion du parc. Ce mémoire permet de dresser un premier bilan grâce à l'inventaire bibliographique des zones potentiellement intéressantes parmi les forêts relevant du régime forestier. Un protocole d'évaluation du degré de naturalité de ces forêts a également été élaboré, adapté au contexte des forêts de Vanoise. Des visites de terrain ont ensuite permis de tester ce protocole, et d'affiner le premier bilan bibliographique. Ce document est donc une première approche du sujet, et devrait servir d'outil pour de futurs inventaires de terrain.

Summary

This report concerns the study made in Vanoise National Park (including the peripheric area) about public old-growth forests. It presents the inventory of areas that could be interesting, based on forest management plans. A protocol for evaluating the degree of naturalness of these forests was also created, and is adapted to Vanoise forests context. Finally, the field work to test the protocol is also described and analysed. This document is a first step, which could be useful for future field inventory.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mes maîtres de stage Lise Wlérick et Vincent Augé pour m'avoir permis d'étudier cette question passionnante de la naturalité, et pour leur encadrement tout au long de ces sept mois de stage. Sans eux il ne m'aurait pas été possible d'aborder ce sujet d'une façon si approfondie. Je remercie également Yves Ehrhart, qui a suivi mon travail, pour son aide, ses conseils, ses relectures.

Je tiens également à remercier l'ensemble des agents forestiers, des responsables d'unités territoriales et des aménagistes de l'Office national des forêts que j'ai pu rencontrer au cours de mon stage, et en particulier ceux qui m'ont accompagnée sur le terrain. Mes remerciements vont aussi à Pascal Brédy, à la fois voisin de bureau et conseiller.

Merci aussi à tous ceux qui m'ont aidée, accompagnée, conseillée, et qui ont participé au bon déroulement de ce stage : Cécile Flamand (pour son aide en matière de SIG), Stéphane Delavelle et Bernard Claret (pour leur soutien informatique précieux), Claudine Deléglise (pour son caractère et ses conseils pratiques), Pascale Gandy (pour son accompagnement logistique), Karine Lambert (pour ses prêts et sa bonne humeur), et Évelyne Kroener-Maillot (pour m'avoir permis d'accéder aux ressources documentaires du parc). Merci également aux différentes personnes dont j'ai pu partager le bureau, Nicole, puis Camille et Maxime.

Je remercie l'ensemble du personnel de l'Office national des forêts et du parc national de la Vanoise que j'ai pu croiser durant ce stage, pour son accueil sympathique.

J'aimerais aussi remercier les nombreuses personnes qui ont répondu à mes questions lors de rencontres, d'échanges téléphoniques ou par mail. Je les remercie pour le temps qu'elles ont bien voulu me consacrer, et pour l'intérêt qu'elles ont témoigné vis-à-vis de cette étude.

En Rhône-Alpes plusieurs stagiaires ont travaillé sur des sujets similaires à celui-ci durant les derniers mois. Merci à Perrine, Ornella et Bastien pour les échanges que nous avons pu avoir.

Je remercie enfin mes proches, qui m'ont soutenue, conseillée ou relue tout au long de ce stage.

Table des matières

Remerciements	1
Table des annexes	4
Table des tableaux	5
Table des figures	5
Liste des abréviations et sigles	6
Introduction.....	7
1. Présentation de la zone d'étude.....	8
1.1. L'influence des facteurs naturels	9
1.1.1. <i>Climat</i>	9
1.1.2. <i>Géomorphologie</i>	9
1.2. Habitats forestiers présents en Vanoise.....	10
1.2.1. <i>Principales associations forestières</i>	10
1.2.2. <i>Associations d'intérêt particulier</i>	10
1.3. Facteurs historiques : pourquoi les chances de trouver des forêts inexploitées depuis longtemps sont minces	11
1.3.1. <i>Des premières installations humaines à la fin du Moyen Âge</i>	11
1.3.2. <i>Les États sardes, aux XVIII^e et XIX^e siècles</i>	11
1.3.3. <i>La prise en main française après l'annexion</i>	12
1.3.4. <i>Les changements majeurs et le développement du tourisme au xxe siècle</i>	13
1.4. Situation actuelle des forêts en cœur de parc et en aire optimale d'adhésion	14
1.4.1. <i>Gestion des forêts de l'aire optimale d'adhésion du parc national de la Vanoise</i> ..	14
1.4.2. <i>Accessibilité et desserte</i>	15
1.4.3. <i>Contraintes d'exploitation en zone de cœur du parc</i>	15
1.4.4. <i>Statuts de protection</i>	15
2. Présentation des forêts naturelles et subnaturelles.....	16
2.1. La naturalité des forêts : évolution des représentations	16
2.1.1. <i>Une sensibilité ancienne</i>	16
2.1.2. <i>Une prise en compte scientifique et politique plutôt récente</i>	16
2.1.3. <i>Les visions divergentes de la population d'aujourd'hui</i>	17
2.1.4. <i>La quasi-absence de forêts naturelles en France : un manque de référence pour les scientifiques</i>	17
2.2. Forêt et naturalité : revue des concepts actuels.....	18
2.2.1. <i>Des notions proches parfois confondues mais non superposables</i>	18
2.2.1.1. <i>La forêt primaire</i>	18
2.2.1.2. <i>La forêt ancienne</i>	18
2.2.1.3. <i>La forêt résiduelle</i>	18
2.2.1.4. <i>La forêt relictuelle</i>	19
2.2.2. <i>L'approche de la naturalité à l'étranger</i>	19
2.2.2.1. <i>Old-growth forest</i>	19
2.2.2.2. <i>Urwald</i>	19
2.2.3. <i>Comment définir la naturalité ?</i>	19
2.2.3.1. <i>Le choix d'un état de référence</i>	19
2.2.3.2. <i>Naturalité biologique et naturalité anthropique</i>	20
2.2.4. <i>La naturalité des forêts</i>	21
2.2.4.1. <i>Les forêts naturelles</i>	21
2.2.4.2. <i>Les forêts subnaturelles</i>	22
2.2.4.3. <i>Les forêts à caractère naturel</i>	23
2.2.4.4. <i>Les vieilles forêts</i>	23
2.2.4.5. <i>Les forêts subnaturelles pour demain</i>	24
2.3. Pourquoi étudier les forêts à caractère naturel en Vanoise ?	24

3. Inventaire et caractérisation des forêts à caractère naturel de l'espace Vanoise ..	25
3.1. Inventaire des forêts à caractère naturel à partir des documents d'archive	25
3.1.1. <i>Surface étudiée et conséquences sur la méthode choisie pour l'inventaire</i>	26
3.1.2. <i>Consultation des archives de l'Office national des forêts : données recueillies</i>	26
3.1.3. <i>Les entretiens avec les agents de terrain de l'ONF</i>	28
3.1.4. <i>Bilan : un premier classement des parcelles forestières</i>	29
3.1.5. <i>Les documents cartographiques anciens disponibles pour l'espace Vanoise</i>	31
3.1.6. <i>Avenir des parcelles identifiées à forte naturalité</i>	32
3.2. <i>Élaboration d'un protocole pour évaluer le degré de naturalité des forêts</i>	34
3.2.1. <i>Principe d'un protocole d'évaluation de la naturalité</i>	34
3.2.2. <i>Le protocole initial</i>	35
3.2.2.1. <i>Critères liés à la gestion forestière</i>	35
3.2.2.2. <i>Critères liés à l'historique du peuplement</i>	39
3.2.2.3. <i>Critères liés aux autres impacts anthropiques</i>	40
3.2.2.4. <i>Les critères réellement choisis</i>	42
3.2.3. <i>Réalisation de relevés tests sur le terrain</i>	43
3.2.3.1. <i>Échantillonnage de la variabilité : choix de sites grâce à l'inventaire initial</i>	43
3.2.3.2. <i>Sites réellement visités</i>	44
3.2.4. <i>Modification du protocole, choix des variables les plus pertinentes</i>	44
3.2.4.1. <i>Modifications liées aux observations directes</i>	44
3.2.4.2. <i>Traitements statistiques utilisés</i>	45
3.2.4.3. <i>Analyse de la totalité des relevés : détection d'indicateurs à poids important et choix entre plusieurs indicateurs possibles</i>	46
3.2.5. <i>Le protocole final</i>	48
3.2.5.1. <i>L'échelle d'évaluation de la naturalité</i>	48
3.2.5.2. <i>La dualité des sources d'information</i>	48
3.2.5.3. <i>La pondération des critères</i>	49
3.2.5.4. <i>Les seuils retenus et le système de notation</i>	51
3.3. <i>Caractérisation des forêts subnaturelles rencontrées</i>	51
3.3.1. <i>Détermination de grands groupes de forêts à caractère naturel</i>	51
3.3.1.1. <i>Méthode suivie</i>	51
3.3.1.2. <i>Les principaux groupes déterminés par l'analyse statistique des données</i>	53
3.3.2. <i>Application du système de notation à ces groupes et comparaison avec les forêts exploitées</i>	55
3.3.3. <i>Sites visités obtenant des notes élevées</i>	58
3.3.4. <i>Actions possibles pour chacun des groupes</i>	59
4. Discussion	60
4.1. <i>Limites</i>	60
4.2. <i>Utilisation possible des résultats et suites à donner à l'étude</i>	61
4.2.1. <i>Repérage de sites particulièrement intéressants</i>	61
4.2.2. <i>Suivi du degré de naturalité</i>	62
4.2.3. <i>Numérisation des limites des forêts anciennes</i>	62
Conclusion	63
Références bibliographiques	64
Annexes	71

Table des annexes

Annexe 1 : Extrait du décret du 21 avril 2009 relatif à la réglementation dans le parc national de la Vanoise	72
Annexe 2 : Liste des aménagements consultés pendant la phase d'inventaire bibliographique.....	73
Annexe 3 : Liste du personnel consulté lors des entretiens.....	73
Annexe 4 : Surfaces de chaque classe d'exploitation par communes, issues de l'inventaire bibliographique.....	75
Annexe 5 : Cartes des classes d'exploitation par unité territoriale	79
Annexe 6 : Documents disponibles pour déterminer l'ancienneté de l'état boisé, avantages et inconvénients	85
Annexe 7 : Zones couvertes par les documents cartographiques anciens	92
Annexe 8 : Carte des massifs prioritaires du PPRDF 2011 superposés aux classes d'exploitation	93
Annexe 9 : Indicateurs couramment cités ou utilisés dans les études sur la naturalité.....	94
Annexe 10 : Typologie tirée du <i>Guide des sylvicultures de montagne</i> , à utiliser pour déterminer la structure du peuplement	99
Annexe 11 : Carte des relevés réalisés lors de la phase de test.....	100
Annexe 12 : Graphiques issus de l'analyse en composantes principales réalisée sur l'ensemble des relevés	101
Annexe 13 : Degré de naturalité des sites visités lors de la phase de terrain	104
Annexe 14 : Protocole définitif d'évaluation du degré de naturalité, applicable aux forêts de l'espace Vanoise	105
Annexe 15 : Variante du protocole d'évaluation du degré de naturalité, pour une mise en œuvre rapide..	111
Annexe 16 : Graphiques issus de l'analyse en composantes principales réalisée sur les relevés dont la date de dernière coupe remonte à plus de 50 ans	120

Table des tableaux

Tableau 1 : Traitements majoritaires dans les forêts relevant du régime forestier.	14
Tableau 2 : Surfaces hors sylviculture sur le long terme.	14
Tableau 3 : Critères de subnaturalité couramment utilisés	23
Tableau 4 : Correspondance entre les phases de l'étude et les trois objectifs principaux	25
Tableau 5 : Données recueillies pour la totalité des parcelles	27
Tableau 6 : Données recueillies pour les parcelles pressenties comme pouvant présenter un fort degré de naturalité	27
Tableau 7 : Nombre de parcelles repérées par le travail de bureau, et par les entretiens avec les agents de l'ONF	28
Tableau 8 : Surface totale et surface boisée pour chaque type de parcelle	30
Tableau 9 : Essences dominantes dans les forêts peu exploitées.	30
Tableau 10 : Surfaces non accessibles au tracteur ou non bûcheronnables.	32
Tableau 11 : Diamètre d'exploitabilité des différentes essences	36
Tableau 12 : Indicateurs retenus pour être testés sur le terrain	42
Tableau 13 : Parcelles initialement prévues pour la phase de terrain.	43
Tableau 14 : Parcelles abritant des types de peuplements particuliers.....	44
Tableau 15 : Nombre de placettes réalisées pour chaque type de peuplement.....	44
Tableau 16 : Aide à la détermination de l'ancienneté de la coupe, basée sur deux sources	49
Tableau 17 : Notes correspondant aux seuils des différents indicateurs	52
Tableau 18 : Intervalles de notes déterminés pour chaque groupe.....	56
Tableau 19 : Application du système de notation à deux parcelles inventoriées	57

Table des figures

Figure 1 : Le parc national de la Vanoise, zone d'étude.....	8
Figure 2 : <i>Erica carnea</i> L.	10
Figure 3 : Station de Courchevel.....	13
Figure 4 : Possibilités d'évolution d'un site au cours du temps, selon les gradients de naturalité biologique et anthropique.....	20
Figure 5 : Environs de Bramans représentés sur la carte d'état-major de 1864 et sur une photographie aérienne de 1953	32
Figure 6 : Répartition des surfaces de chaque type de parcelle selon la vocation.....	33
Figure 7 : Codes utilisés par le protocole MEDD pour caractériser la décomposition du bois mort.....	38
Figure 8 : Exemple de conversion de tableau de données, de variables qualitatives en variables quantitatives	46
Figure 9 : Résultats de l'ANOVA réalisée sur les dates de dernières coupes des différents stades de décomposition du bois	47
Figure 10 : Schéma des indicateurs à prendre en compte pour évaluer la naturalité d'une forêt	50
Figure 11 : Projection des relevés sur les axes 1 et 2 de l'ACP	53
Figure 12 : Peuplement de mélèze, Tignes	534
Figure 13 : Peuplement d'épicéas du groupe 6, Sainte-Foy-Tarentaise.	534
Figure 14 : Évaluation du degré de naturalité selon les groupes : notes minimale, moyenne et maximale ..	55

Liste des abréviations et sigles

- ACP** : analyse en composantes principales (méthode statistique multivariée basée sur l'analyse de variables quantitatives)
- AFC** : analyse factorielle des correspondances (méthode statistique multivariée basée sur l'analyse de variables qualitatives)
- ANOVA** : analyse de variance (méthode statistique permettant une comparaison de moyennes)
- CEMAGREF** : Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts (Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement)
- FRAPNA** : fédération Rhône-Alpes de protection de la nature
- GB** : gros bois (diamètre supérieur à 42,5 cm)
- IBP** : indice de biodiversité potentielle
- IFN** : Inventaire forestier national
- IGN** : Institut géographique national
- ONF** : Office national des forêts
- PNV** : parc national de la Vanoise
- PPRDF** : plan pluriannuel régional de développement forestier
- RBI** : réserve biologique intégrale (gestion par l'ONF)
- RTM** : restauration des terrains en montagne
- SIG** : système d'information géographique
- TGB** : très gros bois (diamètre supérieur à 62,5 cm)
- UT** : unité territoriale (découpage de l'Office national des forêts)
- VNB** : vides non boisables
- ZNIEFF** : zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique
- ZPS** : zone de protection spéciale (zonage Natura 2000)
- ZSC** : zone spéciale de conservation (zonage Natura 2000)

Introduction

Les forêts européennes ont, depuis les premières installations humaines, fait l'objet d'une exploitation plus ou moins intense. Avec l'augmentation des besoins en matière première ainsi qu'en espaces de culture ou d'élevage, cette exploitation s'est étendue et accentuée. Les forêts du cœur et de l'aire optimale d'adhésion du parc national de la Vanoise, sujet de cette étude, ne font pas exception. Malgré un relief marqué, la très grande majorité de ces forêts a été exploitée par le passé. Cela n'a pas engendré de questionnement particulier jusqu'à la fin du ^{xx}e siècle. Mais depuis quelques décennies, les problématiques environnementales ont pris de l'importance. La préoccupation concernant la préservation de la biodiversité, puis de la naturalité, est apparue alors que ces sujets prenaient de l'ampleur. Les forêts n'ont pas échappé à la remise en question de leur mode de gestion. Deux raisons principales expliquent l'intérêt accru pour le thème de la naturalité. Certains gestionnaires ont émis l'hypothèse qu'une amélioration des connaissances sur le fonctionnement naturel des forêts pouvait permettre une gestion sylvicole plus adaptée et plus efficace. D'autres ont senti l'urgence de préserver les derniers milieux dits naturels ou subnaturels (ayant subi un impact anthropique relativement faible), dans une optique davantage centrée sur la conservation.

Depuis une vingtaine d'années, la naturalité des forêts fait l'objet d'études de plus en plus nombreuses. Pour la région Rhône-Alpes, une étude de Nathalie Greslier a permis un premier recensement des forêts subnaturelles de la région en 1993. Le Cemagref de Grenoble est également impliqué dans des travaux sur ce sujet. La directive de l'Office national des forêts sur les réserves biologiques intégrales (1998) comprend aussi un volet sur les forêts subnaturelles. Avec la signature en 2010 du Plan d'action pour la constitution d'un réseau de forêts rhônalpines en évolution naturelle, un nouveau pas a été franchi par de nombreux partenaires. L'Office national des forêts reconnaît de plus en plus l'importance de ces forêts, et le rôle prépondérant qu'il aura à jouer dans leur conservation future.

Le parc national de la Vanoise, premier parc national français créé en 1963, a longtemps été peu présent sur le sujet des forêts. Grâce à la loi sur les parcs nationaux de 2006 et à une implication plus importante souhaitée dans l'aire optimale d'adhésion, l'attention portée aux problématiques forestières grandit et un partenariat entre l'ONF et le parc national s'est mis en place. De ce partenariat résulte l'étude menée sur les forêts à caractère naturel dans l'espace Vanoise dont il est question dans ce mémoire.

L'étude présentée dans ce mémoire s'inscrit dans cette dynamique régionale. Elle permet de dresser le bilan de la situation des forêts à caractère naturel sur le territoire du parc national de la Vanoise. Elle propose aussi un outil pour le gestionnaire qui veut évaluer le degré de naturalité d'un site.

Le stage s'est déroulé en deux grandes étapes. La première a consisté en un repérage exhaustif des parcelles pouvant présenter un fort degré de naturalité, par un travail bibliographique. Suite à ce repérage, un protocole d'évaluation du degré de naturalité a été proposé. Une phase de terrain a eu lieu pour tester le protocole et affiner le premier bilan tiré de l'inventaire bibliographie.

À terme, cela permettra de cibler des zones à étudier en priorité, voire à conserver.

Ce mémoire est organisé en trois grandes parties, suivies d'une discussion : dans un premier temps, la zone d'étude et ses forêts seront présentées. Le concept de naturalité sera ensuite discuté, pour déterminer le cadre de ce travail. Dans une troisième partie, les résultats de l'inventaire initial seront expliqués, puis un protocole d'évaluation du degré de naturalité sera proposé, adapté au contexte de la Vanoise. Enfin, une discussion permettra d'établir les limites de l'étude et les suites possibles.

1. Présentation de la zone d'étude

La zone étudiée correspond au parc national de la Vanoise, avec son cœur et son aire optimale d'adhésion. Dans ce mémoire, elle sera désignée par le terme d'espace Vanoise. Sur la carte ci-dessous, la zone étudiée est représentée en jaune.

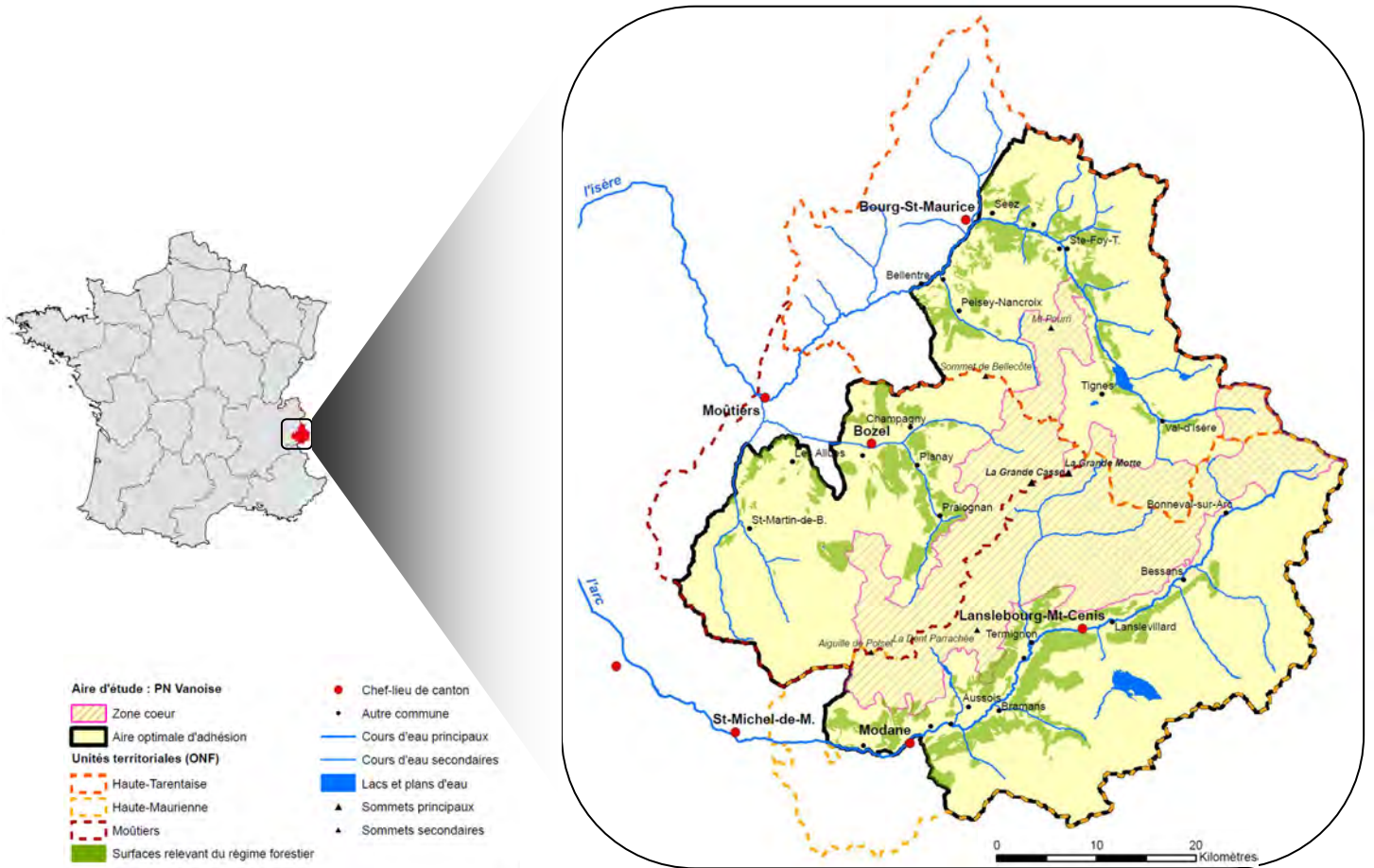


Figure 1 : Le parc national de la Vanoise, zone d'étude

Le cœur du parc correspond à une zone réglementée de 53 500 ha. L'aire optimale d'adhésion qui l'entoure ne fait pas l'objet de la même réglementation, mais a vocation à être gérée de façon cohérente avec le cœur. Elle représente 146 500 ha. L'ensemble (200 000 ha) est relativement homogène. Mais il faut quand même bien distinguer les deux grandes vallées qui diffèrent notamment par le climat et par les associations forestières en place (Bartoli, 1966) : la Tarentaise et la Maurienne, où coulent respectivement l'Isère et l'Arc. Pour l'Office national des forêts, cet espace recoupe trois unités territoriales : l'unité territoriale de Moûtiers à l'ouest, celle de Haute-Tarentaise au nord et celle de Haute-Maurienne au sud. Sur les 20 000 ha relevant du régime forestier, 75 % sont réellement boisés, soit environ 15 000 ha (chiffres de l'ONF). Les forêts privées ou communales ne relevant pas du régime forestier recouvrent une surface équivalente (chiffres de l'IFN). L'ensemble des forêts de l'espace Vanoise représente donc 30 000 ha, soit 15 % de la surface totale.

Près de 40 000 habitants vivent dans l'aire optimale d'adhésion du parc, en Tarentaise pour les trois quarts d'entre eux.

1.1. L'influence des facteurs naturels

1.1.1. Climat

La Vanoise appartient aux secteurs interne et intermédiaire des Alpes et subit principalement une influence continentale.

► Précipitations

La vallée de la Maurienne, et dans une moindre mesure celle de la Tarentaise, constituent des « îlots de sécheresse » (Gensac, 2000). Cette situation particulière est liée à la présence des massifs externes (Bauges, Chartreuse) qui arrêtent les précipitations venant de l'ouest, et protègent ainsi les vallées de l'est. Mais les pluies peuvent tomber fortement d'un seul coup, en particulier au début de l'automne, et sont souvent à l'origine de crues spectaculaires, avec écoulements de laves torrentielles. De même, au printemps, de fortes précipitations peuvent se conjuguer à la fonte des neiges, et devenir catastrophiques. Ces fortes pluies sont parfois appelées « sacs d'eau » (Gensac, 2000).

► Températures

Les températures sont plutôt douces pour une région de montagne.

Les printemps sont parfois chauds, ce qui peut rendre les arbres plus sensibles aux gelées tardives. Des gelées hors saison ne sont pas rares. En Maurienne, elles seraient dues à la sécheresse de l'air, qui permet un fort rayonnement nocturne (Bartoli, 1966). La Tarentaise, plus humide, est moins sujette à ces aléas.

► Étages bioclimatiques

Les étages bioclimatiques sont importants pour comprendre la répartition des essences et les types d'habitats forestiers. Selon les régions, leurs limites altitudinales peuvent changer. Dans la zone étudiée, l'étage montagnard s'arrête à 1800 m, contre 1600 m dans les Préalpes (Bartoli, 1966). Il en est de même pour le subalpin. Dans notre zone, celui-ci s'arrête vers 2300 m.

1.1.2. Géomorphologie

► Géologie

Le massif de la Vanoise a subi de nombreuses transformations géologiques au cours du temps. Il s'étend actuellement sur 50 km, ce qui est relativement faible par rapport à la surface recouverte initialement, avant plissement (plus de 500 km). Ce raccourcissement explique qu'on puisse trouver côte à côte des ensembles initialement très éloignés les uns des autres. Un important métamorphisme a également transformé les roches primitives. C'est pour ces raisons que géologiquement, le massif de la Vanoise est une des régions les plus compliquées des Alpes (Debelmas et Rampnoux, 1995). Trois grands ensembles constituent le massif : la zone houillère, la Vanoise *sensu stricto*, et le pays des schistes lustrés. Les deux premiers correspondent à la marge du continent européen bordant l'océan alpin existant entre -200 et -100 millions d'années, et le troisième provient principalement de la croûte océanique de ce même océan.

De ce fait, les roches en place ont des natures très diverses : grès houillers, gneiss, ophiolites, schistes, calcaires divers, quartzites, dolomies, gypses ou cargneules.

► Relief

Du fait des transformations géologiques subies, l'espace Vanoise possède un relief à la variabilité importante : l'altitude la plus basse, en fond de vallée, est de 1 280 m. Quant aux sommets les plus élevés, ils dépassent largement les 3 000 m : la Grande Casse (3 855 m) et le mont Pourri (3 779 m) sont les points culminants du massif.

Comme dans toute zone de montagne, le microclimat induit par le relief joue un rôle important. Les étages bioclimatiques ne sont pas les mêmes en adret qu'en ubac, les petits vallons frais ne présentent pas les mêmes conditions que les crêtes. Les stations forestières sont donc fortement influencées par le relief. La zone de combat se situe aux alentours de 2 000-2 200 m d'altitude.

1.2. Habitats forestiers présents en Vanoise

1.2.1. Principales associations forestières

Les associations les plus représentées sont les pessières et sapinières-pessières, les mélézins, les pineraies (sylvestres, de pin à crochets ou de pin cembro). Elles se répartissent suivant l'altitude et le substrat.

À l'étage montagnard, l'association majoritaire est la sapinière-pessière. En Haute-Maurienne, on trouve également diverses pineraies en adret.

En partie inférieure du subalpin, les pessières dominent. Celles-ci ne se rencontrent que jusqu'à une altitude de 2000 m, ce qui est en partie dû au pâturage dans les zones supra forestières.

C'est en partie supérieure du subalpin que les cembraies se développent. Il est aussi possible d'y rencontrer des pineraies à crochets sur les sols calcimorphes (gypse, calcaire).

Quant au mélèze, il apparaît quand les conditions de lumière le permettent. Il colonise notamment les couloirs d'avalanches, à partir du subalpin. Il a souvent été favorisé par l'homme, par exemple dans les prés-bois (de mélèzes).

Les limites altitudinales supérieures de ces essences ne sont pas toujours connues avec précision, puisque la pratique multi-millénaire du pâturage a empiété sur les forêts.

Les feuillus sont assez rares. Quelques hêtraies-sapinières existent en Tarentaise. Cependant du côté Haute-Maurienne, la zone du hêtre s'arrête avant le parc (vers Saint-Michel-de-Maurienne). La chênaie pubescente serait présente en Haute-Maurienne si l'homme n'avait pas occupé et défriché les bas de pentes et les adrets depuis des millénaires (Bartoli, 1966).

Enfin, dans les zones alluviales, des aulnaies blanches peuvent se développer, avec présence d'autres feuillus caractéristiques. Ce type de forêt est très minoritaire. On en trouve par exemple dans la forêt communale de Bessans, sur la ripisylve de l'Arc.

Ces associations ne correspondent pas toutes à un climax qu'il serait possible d'assimiler à une forêt subnaturelle. C'est le cas des mélézins notamment, souvent considéré d'origine anthropique. Il ne faudrait donc pas confondre associations présentes et potentialités naturelles, même si en Vanoise, les essences correspondent le plus souvent aux climax climatiques et stationnels.

1.2.2. Associations d'intérêt particulier

Les cembraies ont été longtemps très exploitées ou défrichées, et ont vu leur surface régresser énormément. Le pin cembro a en effet un bois tendre et facile à travailler, une belle teinte et une odeur connue traditionnellement pour éloigner les mites. Il était donc très prisé pour la fabrication de meubles, en particulier les coffres à vêtements des futures mariées. Sa dissémination est assurée par le Casse-noix moucheté, dont les effectifs ont réaugmenté depuis son classement en espèce protégée, et le pin cembro recolonise de nombreux espaces. Les vieilles cembraies, même si on en trouve de plus remarquables ailleurs (Queyras) présentent donc un intérêt particulier, puisqu'elles sont rares dans la région. Leurs limites naturelles sont difficiles à évaluer, puisque sur les bas de versant elles ont été exploitées pour leur bois, et du côté des alpages, concurrencées par les troupeaux. Elles font l'objet d'études spécifiques, comme dans la réserve naturelle du Plan de Tuéda, qui abrite la cembraie septentrionale la plus importante de France, ou dans la forêt de l'Orgère.



Figure 2 : *Erica carnea* L.
Source : E. Libis

Les pineraies à crochets sur gypse ou sur calcaire sont également typiques de la région. Ce sont des habitats d'intérêt communautaire prioritaire pour l'Europe (EUR27 9430*). Certains bénéficient déjà d'un statut de protection, comme sur la réserve biologique dirigée de la Dent du Villard.

Des habitats particuliers et uniques en France sont également présents en Vanoise : les pineraies (à crochets ou sylvestres) à *Erica carnea* L. *Erica carnea* est aussi présente à l'étranger dans le reste de l'arc alpin. Mais elle est très rare en France et protégée au niveau national. Le parc national de la Vanoise et l'Office national des forêts ont donc un rôle particulier à jouer pour son étude et sa conservation.

D'autre part, les sapinières calciphiles à *Carex alba* et *Melampyrum sylvaticum*, habitat d'intérêt communautaire, présentent un intérêt régional

fort, car elles sont assez rares et abritent une forte diversité en espèces, dont parfois le Sabot de Vénus (Formation des ingénieurs forestiers, 2003).

Enfin, plusieurs habitats intéressants sont liés aux milieux humides : tourbières boisées, saulaies et aulnaies des bords de cours d'eau. Ils sont très peu représentés dans notre zone d'étude.

Malgré une surface boisée relativement faible, la Vanoise abrite donc des milieux rares et à forte valeur patrimoniale. Les organismes impliqués dans la gestion de ces milieux (ONF et PNV) ont déjà pris des mesures de protection pour certains d'entre eux (voir § 1.4.4.).

1.3. Facteurs historiques : pourquoi les chances de trouver des forêts inexploitées depuis longtemps sont minces

Jusqu'à l'annexion de la Savoie à la France en 1860, les forêts de l'espace Vanoise ont été fortement exploitées, voire surexploitées. Elles ont été utilisées non seulement pour les besoins domestiques (chauffage, outils, etc) ou pastoraux (surface à pâturer), mais aussi comme source de matière première pour l'industrie. Au cours de l'histoire, de nombreuses phases se sont succédées, que nous allons évoquer ici. Elles expliquent pourquoi il est si difficile de trouver des forêts préservées de l'influence humaine dans la région qui nous intéresse.

1.3.1. Des premières installations humaines à la fin du Moyen Âge

La plupart des traces laissées par l'occupation humaine dans l'espace Vanoise remontent au Bronze moyen (1500 ans av. J.-C.). Mais la découverte de certains outils permet de dire que plusieurs sites ont été occupés dès le retrait des glaciers (Bartoli, 1966). Au début de l'installation humaine, les adrets sont préférés, du fait de l'exposition plus favorable, et de la pente souvent plus faible (Bartoli, 1966). La nature de la roche-mère joue aussi un rôle dans le choix des installations. Par exemple les gypses et cargneules, de par leur caractère sec peu attirant, auraient permis à certains massifs d'échapper au défrichement. Ces divers éléments auront une influence sur la répartition des massifs forestiers par la suite, mais également sur la présence ou l'importance de certaines essences. Mille ans plus tard, les activités agricole et métallurgique se développent. Avec les installations gauloises, puis romaines (vers 20 av. J.-C.), les surfaces forestières diminuent au profit de grands pâturages. L'exploitation du bois permet aussi le développement d'activités comme la métallurgie ou la construction. Après l'an 200, ces activités diminuent et les surfaces forestières se maintiennent. Jusque durant le Moyen Âge, la misère de la région préserve les forêts de l'utilisation agricole des sols. La seconde partie du Moyen Âge voit des changements fréquents pour les populations, et les surfaces forestières varient suivant les évolutions démographique et économique (Gensac, 2000).

Dans les années 1920, une polémique opposa les partisans d'une « légende » du déboisement des Alpes (Lenoble, 1923) à d'autres qui soutenaient qu'il y avait bien eu déboisement important depuis la période romaine (Mougin, 1914 et 1924). Sans entrer dans le débat, il est très probable que les augmentations démographiques, les besoins en pâtures et en bois de chauffage, ont contribué à appauvrir les forêts de Savoie. Mais les chiffres avancés à l'époque ont peut-être été surestimés.

1.3.2. Les États sardes, aux XVIII^e et XIX^e siècles

À partir du rattachement de la Savoie au royaume de Sardaigne au XVIII^e siècle, le couvert forestier diminue à nouveau. Le bois est exploité, destiné notamment aux salines de Moûtiers et aux mines de Peisey. (Gensac, 2000). Des coupes à blanc sont effectuées. Les chèvres et moutons pâturent les sous-bois, la pratique du soutrage se répand (ramassage des aiguilles mortes pour servir de litière au bétail). D'autres utilisations des arbres se maintiennent, comme l'écorçage des sapins, par exemple pour confectionner des remèdes pour le bétail (aménagement Pralognan, 1935). En plus de leur fonction de production pour l'industrie, les forêts fournissent donc aux troupeaux nourriture, litière et soins.

Après la Révolution française, la Savoie devient française pour une petite trentaine d'années, puis le régime sarde est restauré en 1815. Différentes mesures sont prises pour limiter la dégradation de l'état des forêts. Mais un optimum démographique à cette période va entraîner de forts défrichements, comme le confirme la lecture d'aménagements forestiers anciens.

De plus, peu avant 1860, de nombreuses « coupes sardes » ont été effectuées (Michel Bartoli, comm. pers.). Ces coupes, souvent rases, ont été réalisées quand il a été pressenti que le référendum allait entraîner le rattachement de la Savoie à la France.

Cependant, ce serait moins la diminution de la surface forestière elle-même durant cette période que l'appauvrissement général des forêts qui est constaté (Palluel-Guillard, 1983), du fait du pâturage en forêt et de la surexploitation.

Le souci de la conservation des forêts est tout de même présent, comme en témoignent de nombreux édits et décrets (Mougin, 1914). Mais la volonté de limiter le déboisement rencontre des obstacles, notamment les changements politiques incessants (documentés aux archives départementales). Et une mise en application concrète tarde à se mettre en place.

1.3.3. La prise en main française après l'annexion

À partir du rattachement de la Savoie à la France (1860), le développement d'activités industrielles en fond de vallée (notamment lié aux ouvrages hydro-électriques) attire la main-d'œuvre traditionnellement agricole. L'état des pâturages et prairies se dégrade, les essences forestières recolonisent peu à peu ces surfaces.

De plus, le contrôle d'une grande partie des forêts communales est transféré à l'État (Eaux et Forêts). Pour les forêts encore bien constituées, c'est l'assurance de la pérennité du couvert.

À partir de 1860 (première loi de reboisement), des espaces non boisés sont achetés par l'État. Un service en charge de la restauration des terrains en montagne (RTM) est créé en 1882. De grandes campagnes de travaux sont menées dans ces zones, pour diminuer les risques naturels comme les laves torrentielles, les éboulements, ou les avalanches.

Cependant le transfert de la gestion à l'État ne s'est pas toujours fait de façon aisée et linéaire. Ainsi, prenons l'exemple de la forêt communale de Pralognan, où l'on trouvait encore il y a peu une série « sylvo-pastorale ».

Au début du ^{xx}^e siècle, la commune demande à l'État de lui racheter des terrains défrichés dans l'espoir de les voir reboisés rapidement. En échange de cet investissement, et pour garantir la pérennité de la forêt existante, l'État demande la soumission au régime forestier d'une partie de la forêt communale qui ne l'était pas encore. La commune accepte alors la proposition à condition que le pâturage soit toujours autorisé dans ces nouvelles soumissions. Les gestionnaires locaux donnent leur accord (car ils prévoient à long terme une diminution du cheptel), sans toutefois officialiser la chose, de peur que leur administration refuse ce marché. Cependant, le temps passant, les habitants prennent l'habitude de faire pâturer leurs chèvres au-delà de ces nouvelles soumissions. Il est alors décidé de rendre officielle l'autorisation de parcours pour les parcelles concernées, afin de fixer un cadre plus solide et pouvoir sanctionner plus légitimement les contrevenants. C'est ainsi qu'une série sylvo-pastorale est créée, constituée des parcelles les plus récemment soumises. En dehors de cette série, nul pâturage ne sera toléré. Aujourd'hui cette série n'existe plus, car la disponibilité en pâture est devenue largement suffisante pour l'activité pastorale.

Cette anecdote tirée de la révision de l'aménagement de Pralognan en 1935 montre bien que les relations entre habitants, communes et administration forestière n'ont pas été faciles durant cette période où le souci du reboisement s'est développé. L'État, œuvrant pour la sécurité des habitants, n'a pas toujours vu sa tâche facilitée par les populations locales.

Une fois les forêts soumises au régime forestier, elles sont généralement traitées en futaie jardinée.

Suite à la gestion menée par les Eaux et Forêts, la forêt prend de la valeur (Subtil, 1995). Les délits deviennent très nombreux et ne visent plus uniquement le bois de chauffage. Des « *tiges d'élite* » sont également abattues, amenant l'administration des Eaux et Forêts à modifier les prévisions de coupes dans ses propres aménagements. Cependant tous les délits ne peuvent être constatés. De même, pendant la Deuxième Guerre mondiale, les Italiens effectuent de nombreuses coupes, comme à Bessans (Sommiers de 1924 à 1947). Le volume prélevé est parfois évalué, mais avec une faible précision.

Globalement, ce qui ressort de cette période est l'attention portée au maintien et à l'extension du couvert forestier. Le fait de consigner les délits et coupes de guerre dans les sommiers des forêts n'est qu'un signe de l'augmentation de la valeur de la forêt : ces actes sont plus nombreux, car le revenu qu'on peut en tirer n'est pas négligeable, et on prend soin à présent de consigner ces coupes, qui amputent le propriétaire légitime (généralement la commune) d'une part de ses revenus.

Mais il ne faut pas oublier que dans les années 1930-1960, l'utilisation du tricâble a permis d'exploiter de nombreux secteurs peu accessibles. Ces engins énormes, inventés en Italie vers 1870 (Bartoli, comm. pers.) permettaient de sortir des milliers de mètres cubes de bois. Et, pour rentabiliser leur mise en place, des parcelles qui ne devaient pas passer en coupe l'ont tout de même été. La pérennité de la forêt était

assurée à long terme, mais la dynamique forestière a quand même été fortement influencée par ces coupes. Cette technique a été abandonnée suite au développement des routes forestières.

1.3.4. Les changements majeurs et le développement du tourisme au XX^e siècle

Dès le début du XX^e siècle, mais surtout à partir de sa seconde moitié, le tourisme hivernal se développe de façon phénoménale. Pour créer les stations de ski puis étendre les domaines skiables, une partie de la forêt est sacrifiée. Le développement du ski hors piste empiète également sur les zones préservées, au détriment de la faune sensible au dérangement hivernal.



Dans le même temps, le parc national de la Vanoise est créé (en 1963). Il ne permettra cependant pas de restreindre la soif de développement de la région. Dans l'aire optimale d'adhésion, chaque commune espère sa propre station et nombreuses sont celles qui l'obtiennent. En Tarentaise, la part du territoire couverte par les stations de sport d'hiver atteint un niveau exceptionnel : 16 % de la surface totale est occupée par les domaines skiables, soit 28 000 ha, dont la majorité dans l'aire optimale d'adhésion du parc (plan pastoral Tarentaise Vanoise, 2009).

Figure 3 : Station de Courchevel. Source : E. Libis

Ainsi, dans certaines communes de Tarentaise, là où les stations ont pu se développer presque sans entrave, la forêt ne représente plus une source de revenu intéressante. L'exploitation des parcelles de forêts qui ont échappé au défrichement ne constitue donc plus un enjeu économique important pour ces communes. L'aspect paysager l'emporte sur l'aspect économique.

Au cours de la même période, le cours du bois diminue fortement, et les salaires augmentent. Alors qu'en 1962, un mètre cube de bois permettait de payer trois journées de salaires au SMIC, en 2000, ce ne sont plus que 3,5 heures de travail qui peuvent être rémunérées (données ONF Savoie).

Entre 1980 et 2000, des exploitants achètent le bois à prix très bas. Profitant parfois de subventions de l'État, ils peuvent utiliser des techniques de pointe pour atteindre les zones même les plus inaccessibles (débardage par hélicoptère). Mais finalement, la tendance va plutôt à l'abandon, et certains secteurs autrefois exploités se voient délaissés car la récolte coûte plus cher que ce qu'elle rapporte.

Enfin, la déprise agricole, qui se manifeste à une échelle bien plus large, touche aussi la Savoie. Les emplois créés par le tourisme soustraient une partie de la main d'œuvre, comme l'industrie au XIX^e siècle. Les secteurs agricoles les plus difficiles (éloignés des exploitations, sur forte pente, sur terrains peu fertiles) sont délaissés et la forêt recolonise des espaces autrefois ouverts par l'homme.

En dehors des défrichements liés aux sports d'hiver, tout concourt donc à laisser la forêt se « renaturer », par abandon partiel des peuplements forestiers en place et par abandon des pâturages menant à une recolonisation naturelle.

Cependant, certains sites peu exploitables pour l'instant pourraient redevenir intéressants dans le futur, si la desserte nécessaire était créée. De plus, dans le contexte actuel, le souci du développement durable pousse aussi à l'augmentation de la part des énergies renouvelables dans notre consommation. Cela augmente la pression sur ce qu'on appelle maintenant le bois énergie, et pourrait à terme entraîner un retour de l'exploitation dans les zones récemment abandonnées. La renaturation des forêts en cours depuis une cinquantaine d'années n'est donc pas forcément amenée à durer.

Cet historique trouve surtout son intérêt par l'éclairage qu'il apporte sur la démarche de cette étude. Du fait de son passé, la Vanoise ne présente pas de grandes surfaces de forêts non exploitées, comme on en trouve dans d'autres massifs montagneux. Pour créer une réserve intégrale, la surface minimum de forêt subnaturelle recommandée à l'heure actuelle est de 50 ha en plaine et 100 ha en montagne, afin de constituer une « mosaïque dynamique d'unités de régénération » (ONF, 1998a). On imagine assez bien qu'en Vanoise une telle surface aurait déjà été repérée. La démarche de ce stage n'est donc pas de trouver de grandes zones subnaturelles, mais plutôt de localiser les secteurs sur lesquels se trouvent des peuplements relativement préservés, même de petite taille. Le choix de la définition retenue par l'ONF (abandon depuis au moins 50 ans) se justifie bien dans cette région : un abandon plus ancien est très rare, ou alors il s'agit de plantations RTM du début du XX^e siècle qui n'ont jamais été exploitées, mais d'origine anthropique malgré tout.

1.4. Situation actuelle des forêts en cœur de parc et en aire optimale d'adhésion

Le cœur du parc abrite peu de forêt. Elle ne représente que 0,6 % de la surface, soit environ 400 ha. Les quelques peuplements forestiers présents en cœur de parc sont situés sur les communes de Sollières-Sardières (185 ha), Sainte-Foy-Tarentaise (76 ha), Villarodin-Bourget (72 ha) avec la forêt de l'Orgère, Modane (40 ha), Termignon (25 ha) et Lanslebourg (15 ha).

Mais l'aire optimale d'adhésion concerne 29 communes. Les forêts communales y représentent plus de 20 000 ha. Il existe aussi quelques forêts domaniales achetées dans le cadre de la restauration des terrains en montagne. Elles couvrent une surface de près de 3 000 ha (source : ONF Chambéry). Une seule commune ne possède pas de forêt, il s'agit de Bonneval-sur-Arc, la dernière commune de la vallée de la Maurienne, la plus élevée en altitude.

Une partie des forêts de la zone est privée, mais nous ne disposons que de très peu d'éléments les concernant. Elles sont généralement très fragmentées, et aucune ne dispose d'un plan simple de gestion. Selon les données de l'IFN, environ 15 000 ha seraient de la forêt privée.

1.4.1. Gestion des forêts de l'aire optimale d'adhésion du parc national de la Vanoise

De nombreuses données concernant les forêts de l'espace Vanoise sont disponibles auprès de l'Office national des forêts. Après un traitement rapide, nous disposons donc d'informations pour la totalité de la zone étudiée.

Les chiffres exposés ci-dessous comprennent quelques zones hors parc : les données utilisées sont généralement regroupées par forêt, et certaines communes n'ont qu'une partie de leur territoire dans l'aire optimale d'adhésion du PNV. Donc les chiffres par commune englobent une partie hors parc. Les tableaux ci-dessous donnent un aperçu des types de traitements les plus fréquents, et des surfaces laissées hors sylviculture.

Tableau 1 : Traitements majoritaires dans les forêts relevant du régime forestier.

Source : ONF Chambéry.

	% Futaie			% TSF	% Hors sylviculture
	par parquets	irrégulière	jardinée		
Total	0,5	39	37	0	23
Dont forêts communales	0,5	43	41	0	15
Dont domaniales RTM	0	15	10	0	74

D'après ces chiffres, la très grande majorité, voire la totalité des forêts de l'espace Vanoise est traitée en futaie jardinée ou irrégulière, ce qui est adapté au contexte de montagne. Les prélèvements pied à pied sont cependant remis en question actuellement, et une sylviculture par trouée semble se développer.

Tableau 2 : Surfaces hors sylviculture sur le long terme. Source : ONF Chambéry.

	Îlots de sénescence (ha)	Surface boisée en RBI (ha)	Autres surf. boisée hors sylviculture sur le long terme (ha)	Total (ha)
Total	197	117	674	988
Dont forêts communales	197	0	561	758
Dont domaniales RTM	0	117	113	230

Les chiffres de ce tableau vont sûrement évoluer dans l'avenir, notamment concernant les îlots de sénescence. En effet, l'ONF cherche à augmenter le nombre d'îlots dans les forêts dont il a la gestion. La surface en réserve biologique intégrale (RBI) peut sembler faible : il s'agit de la surface boisée, mais les réserves du parc protègent aussi des zones de pelouses ou autres habitats non boisés.

Les « autres surfaces boisées hors sylviculture sur le long terme » correspondent à des forêts de protection, ou dont l'exploitation n'est pas envisagée pour des raisons d'accessibilité par exemple.

L'ensemble des forêts appartenant à l'une de ces trois catégories représente 4,2 % de la surface totale des forêts relevant du régime forestier.

1.4.2. Accessibilité et desserte

D'après Ghysels (2006), en Maurienne et en Tarentaise, respectivement 28 et 36 % des surfaces boisées de production ne sont pas accessibles au tracteur. Pour la Savoie en général, 30% du volume de résineux de valeur est inaccessible au tracteur. La plupart de ces zones non accessibles sont situées en amont des voies de vidange.

Ces chiffres montrent bien la difficulté d'exploiter certaines zones montagneuses, dont le relief rend économiquement voire techniquement impossible la création de desserte.

1.4.3. Contraintes d'exploitation en zone de cœur du parc

En zone de cœur du parc, une réglementation particulière s'applique aux activités forestières et agricoles notamment. Celles-ci ne sont pas interdites, mais contrôlées. Un extrait du décret de 2009 relatif au parc national de la Vanoise est présenté en annexe 1. Nous ne résumerons ici que les points principaux de la réglementation concernant les activités sylvicoles en cœur de parc.

- Les activités forestières régulières existant à la date de publication du décret continuent à être autorisées.
- Les opérations ayant un impact visuel fort (changement de la nature du sol par défrichement ou plantation, certaines coupes), ou qui concernent la desserte (création ou élargissement de pistes), le pâturage et les aménagements destinés à l'accueil du public, sont soumises à autorisation du directeur du parc.
- De même, la circulation et le stationnement des véhicules motorisés hors des pistes sont interdits sauf autorisation spéciale (pour le débusquage des bois par exemple), ainsi que le survol à moins de 1000 m d'altitude d'aéronefs motorisés (autorisation nécessaire pour le débardage par hélicoptère).

Comme il a été vu précédemment, les forêts ne constituent qu'une infime partie du cœur du parc. La réglementation les concernant n'est pas très contraignante. Il serait donc souhaitable de mener une gestion exemplaire dans ces quelques peuplements.

Dans le futur, la charte qui devrait être adoptée par les communes du parc encadrera également les activités forestières en cœur de parc : si une disposition de l'aménagement était incompatible avec cette charte, elle serait suspendue et l'aménagement devrait être mis en compatibilité dans les trois ans.

Dans l'aire optimale d'adhésion, aucune contrainte spécifique n'est exercée sur la gestion forestière. Lors de la révision des aménagements, les premières versions sont toutefois mises à disposition du parc pour une lecture critique.

1.4.4. Statuts de protection

En plus de la protection liée au classement en parc national, plusieurs autres statuts de protection existent sur la zone. Quelques espaces sont classés comme réserves naturelles nationales. Ceux qui abritent des habitats forestiers sont le Plan de Tuéda avec sa cembraie et les Hauts de Villaroger. Deux réserves biologiques domaniales dirigées ont été créées : la Dent du Villard (pins à crochets sur gypse) et le Petit Mont-Blanc. Plusieurs arrêtés préfectoraux de protection de biotope sont en vigueur dans l'espace Vanoise. Certains visent la préservation des populations de tétras-lyre, et imposent notamment des restrictions sur la période d'exploitation. D'autres ont pour objectif de protéger la richesse floristique, les paysages, des espèces en danger (grenouille rousse), des biotopes particuliers (milieux aquatiques, humides, etc)

Le cœur du parc ainsi que quelques sites en aire optimale d'adhésion sont classés, au titre de Natura 2000, en zones spéciales de conservation (sites Natura 2000 S38, S39 et S23). Les forêts y sont largement minoritaires, sauf dans le cas du site S38 « Forêts et formations herbacées des Alpes internes », où la forêt représente 40 % de la surface.

Peuvent également être signalées les forêts de protection pour raison écologique, toutes situées, pour la région Rhône-Alpes, en Haute-Tarentaise. Elles sont souvent classées en compensation d'extension de domaine skiable.

2. Présentation des forêts naturelles et subnaturelles

2.1. La naturalité des forêts : évolution des représentations

2.1.1. Une sensibilité ancienne

L'intérêt pour la naturalité existe depuis longtemps, même si le terme de naturalité n'existait pas encore. On parlait alors de nature « sauvage ». Les peintres, poètes, écrivains ont exalté cette nature sauvage. Ils l'ont peinte ou dépeinte comme accueillante, romantique, hostile ou effrayante. Les artistes ont parfois apprécié ces lieux qui leur permettaient le repos et alimentaient leur inspiration. Mais c'est bien à travers le lien homme-nature que s'exprime cet intérêt. Caspar David Friedrich, peintre romantique par excellence, peint une nature romantique, inhabitée, sauvage. Mais il représente aussi l'homme qui la contemple, qui s'intègre donc au paysage qui la rencontre. L'homme appartient-il à cette nature qu'il contemple ?

Pour Daniel Vallauri (2007), l'approche dualiste ancienne (l'homme est le maître et possesseur de la nature) et l'approche dualiste récente (il faut sortir l'homme de la nature pour la préserver) sont de même nature. L'homme n'est pas compris comme faisant partie de l'ensemble.

Les artistes qui se sont inspirés de la nature au début du ^{xx}^e siècle (Art nouveau, École de Nancy) ou qui l'ont sculptée plus tard (*land art*) intègrent ou transforment la nature. Mais c'est bien l'empreinte de l'homme (la « valeur ajoutée ») que le visiteur apprécie. À l'inverse, les paysages que découvrent les Européens en Amérique du Nord les amènent à apprécier, à partir du ^{xix}^e siècle, les milieux exempts de toute trace humaine (du moins le pensent-ils). Ils y rattachent les notions de *wilderness* et *naturalness*.

Depuis longtemps, la nature a été perçue comme extérieure à l'homme par certains, et incorporant l'homme pour d'autres. C'est peut-être pourquoi la prise en compte de la naturalité cristallise autant de débats. Du fait de ce lien complexe entre l'homme et la nature, les raisons qui expliquent l'intérêt récent pour la naturalité sont diverses : raisons esthétiques, scientifiques, éthiques parfois. Elles ont mené à une meilleure prise en compte de cette question.

2.1.2. Une prise en compte scientifique et politique plutôt récente

Il y a quelques dizaines d'années, la défense des milieux naturels était le fait de quelques personnes en nombre limité. Les milieux naturels ont ensuite été plus étudiés et mieux connus, et la problématique de la naturalité a émergé progressivement. Au cours du temps, la communauté scientifique s'est de plus en plus intéressée au sujet, multipliant les publications sur ce thème depuis quelques années. Les colloques « Bois mort et à cavité » et « Biodiversité - Naturalité – Humanité », qui se sont tenus à Chambéry en 2004 et 2008, ont certainement contribué à la mise en lumière plus importante de ce sujet en France. En effet, nous ne connaissons pas le fonctionnement des écosystèmes de façon absolue. Il semblerait donc prudent de s'appuyer en partie sur l'évolution naturelle de certains écosystèmes pour préserver des espèces dont les besoins nous sont encore inconnus.

En 2009, le Parlement européen a voté une résolution visant à protéger et développer des zones de nature vierge en Europe (Barthod, 2011). Elle rappelle la place de ces zones dans le réseau Natura 2000. Elle préconise entre autres une cartographie des dernières zones vierges d'Europe et des zones où les activités humaines sont minimales.

En France, la politique nationale ne semble pas tendre vers une conservation sans intervention. Parmi les contrats Natura 2000 finançables en forêt, seul la création d'îlots de sénescence privilégie la non-intervention (pour une durée de 30 ans). Même la conclusion du Grenelle de l'Environnement en 2007 conditionne la préservation de la biodiversité à la gestion active.

Néanmoins, des actions locales en faveur de la non-gestion se développent. En 2010 en Rhône-Alpes, de nombreux partenaires ont signé un plan d'actions pour la constitution d'un réseau de forêts rhônalpines en évolution naturelle. Ce plan se veut une déclinaison opérationnelle du protocole d'accord « Produire plus de bois tout en préservant mieux la biodiversité » conclu lors du Grenelle de l'environnement en 2007. La signature de ce plan d'actions permet de reconnaître que l'évolution naturelle des forêts a une importance pour la préservation de la biodiversité en France.

Des particuliers s'organisent également, et créent des associations. Forêts sauvages est l'une d'entre elles. Elle a pour but d'acheter des forêts préservées pour les protéger de façon durable par la maîtrise foncière.

La communauté scientifique reconnaît donc majoritairement l'intérêt de préserver certains sites de l'impact anthropique, sans pour autant appliquer ce principe à l'ensemble des aires protégées. Les politiques ne suivent pas encore partout, mais des actions locales émergent tout de même.

2.1.3. Les visions divergentes de la population d'aujourd'hui

Il peut également être utile d'évoquer la perception que chacun d'entre nous a de la naturalité. Pour les esprits scientifiques, il s'agit avant tout de la qualité d'un écosystème bien préservé, une relique de ce que la forêt serait sans l'intervention de l'homme. Pour les visiteurs de passage, les forêts à forte naturalité sont souvent perçues comme source de beauté, amenant une certaine paix intérieure. Elles sont vécues comme des paysages à contempler, et peuvent parfois créer une sensation de bien-être. Pour certains elles ont même un côté magique, voire sacré. Pour d'autres au contraire, elles sont symbole d'abandon et de déchéance, en particulier pour les habitants qui ont connu l'époque où ces forêts étaient source de bois, de nourriture. Pour ces derniers, le bois mort est l'élément le plus marquant. À propos de la forêt de l'Orgère, considérée par certains comme subnaturelle (voir définition au paragraphe 2.2.4.2), Pierre Le Quéau (2009) a recueilli ce type de témoignage : « elle n'est plus entretenue, sale, avec du bois sec au sol ».

Ces visions différentes des forêts à forte naturalité entraînent des débats et engendrent souvent des tensions quand il s'agit de décider de l'avenir d'un site. La cristallisation du débat autour de la forêt de l'Orgère en est un exemple frappant. Cette forêt, située en cœur de parc, n'a pas été exploitée depuis 1943. Une coupe avait été rachetée par le parc dans les années 1970 pour la laisser sur pied et maintenir la forêt en libre évolution. Mais elle ne bénéficie toujours pas de réel statut de protection, car il a été impossible de se mettre vraiment d'accord. Une convention finalement signée laisse un répit supplémentaire, en créant un Observatoire de la forêt de l'Orgère, qui devrait permettre de décider si oui ou non elle vaut la peine d'être protégée. Les habitants se sentent floués par la protection, et regrettent le temps où on allait « travailler » en forêt. Les visiteurs au contraire se sentent rassurés car ce monument forestier qu'ils voient aujourd'hui peut continuer à exister. Certains écologistes sont eux encore frustrés car le bois mort peut toujours être récolté sur une partie de la zone.

L'appréhension de la naturalité ne va donc pas de soi, et n'a pas la même signification pour chacun.

2.1.4. La quasi absence de forêts naturelles en France : un manque de référence pour les scientifiques

Toutes ces représentations sont cependant basées sur une méconnaissance du fonctionnement réel des forêts naturelles, car peu de références existent dans nos régions. En effet, très peu de forêts peuvent encore être considérées comme naturelles en France. L'impact global de l'homme rend presque illusoire cette idée de forêt naturelle. Le réchauffement climatique, la disparition des grands prédateurs sont des exemples de cet impact à large échelle. De plus, la majeure partie des forêts françaises a été exploitée par le passé.

Il est donc presque impossible d'avoir une référence de l'état naturel : pour déterminer le degré de naturalité d'une forêt, il faut pouvoir la comparer à un état de référence. Or cette référence n'existe quasiment plus, et les quelques sites qui subsistent ne peuvent servir de référence à l'ensemble des milieux forestiers présents en France. Des forêts qui ont été peu touchées par l'homme, ou dont l'exploitation s'est arrêtée il y a longtemps, peuvent fournir cet état de référence, mais de façon incomplète. C'est le cas de certaines forêts de montagne, ou encore, en plaine, de réserves intégrales protégées depuis le XIX^e siècle, comme en forêt de Fontainebleau.

La référence est parfois recherchée hors des frontières. Pour l'Europe, la forêt de Bialowieza fait figure de monument. Elle permet de se faire une idée sur la structure, la dynamique, la faune et la flore naturelles (Kempf, 1997) des forêts de plaine. Elle n'est cependant pas entièrement naturelle, puisque la chasse a entraîné la disparition de l'ours ou du glouton, ou encore du bison d'Europe, qui doit sa présence actuelle à Bialowieza à une réintroduction ultérieure.

L'étude de forêts supposées proche de l'état naturel permet d'imaginer ce que peut être le fonctionnement des forêts naturelles. Bien qu'elles aient été exploitées par le passé, elles permettent de se faire une idée de la dynamique naturelle une fois l'action de l'homme suspendue. Ainsi, bien que les références soient rares, les scientifiques ne sont pas complètement démunis face à la question de la naturalité des forêts.

2.2. Forêt et naturalité : revue des concepts actuels

Le concept de naturalité ne s'est développé en Europe et en France qu'assez récemment. Une définition consensuelle applicable aux milieux naturels n'a donc pas encore été fixée. Le terme est absent des dictionnaires sous son acception environnementale.

On considère généralement qu'il n'existe plus de forêt naturelle au sens strict en France, hormis quelques centaines d'hectares dans les Pyrénées ou en Corse. Mais des forêts dites subnaturelles peuvent encore se trouver. Pour démêler un peu l'écheveau des termes et de leurs définitions, nous allons maintenant passer en revue les différentes notions liées à la naturalité des forêts.

2.2.1. Des notions proches parfois confondues mais non superposables

Pour le grand public mais également pour les gestionnaires forestiers, l'abondance de termes utilisés pour désigner les forêts peu anthropisées mène à une confusion importante. Certains sont assimilés à celui de « forêt naturelle » alors qu'ils ne sont pas équivalents.

2.2.1.1. La forêt primaire

Le terme de forêts primaires, qu'on imagine tropicales, subit souvent une surinterprétation. Pour la plupart des gens, une forêt primaire correspond à une forêt vierge, où l'homme ou ses troupeaux n'ont jamais mis les pieds. Il s'agit en fait d'une forêt « issue d'une dynamique de végétation primaire (succession primaire), c'est-à-dire, en Europe, d'une forêt qui s'est développée depuis au moins l'Holocène¹ à partir d'un sol nu, et qui n'a fait l'objet d'aucune destruction d'origine humaine » (Greslier, 1993). Cette définition a été reprise par Dubourdiou en 1997, et rejoint celle de Ramade (dans Vallauri, 2003).

Cela ne présume en rien de son état de conservation. La forêt primaire a pu subir des transformations dans sa composition ou sa structure. Elle peut aussi être récente, comme c'est le cas lors de la recolonisation de coulées de lave. Dans notre zone d'étude, du fait des nombreuses coupes effectuées au XIX^e siècle, il est très peu probable de trouver des forêts primaires.

La forêt primaire s'oppose à la forêt secondaire, « issue d'une dynamique de végétation secondaire qui s'est développée après destruction, d'origine humaine, de la forêt préexistante » (Greslier, 1993). Une forêt recolonisant des pâturages issus du défrichement est donc une forêt secondaire, elle peut cependant être faiblement impactée par la suite et finir par refléter la naturalité potentielle maximale, quand les espèces locales n'ont pas complètement disparu.

2.2.1.2. La forêt ancienne

Pour la plupart des auteurs, l'ancienneté d'une forêt représente la continuité de l'état boisé, et n'est pas liée à un mode de gestion particulier (Greslier, 1993). Cependant, le seuil à partir duquel une forêt est considérée comme ancienne varie. Il peut s'agir d'une forêt boisée depuis 1600, donc plus de 400 ans (Peterken, 1996). Mais la réalité des archives incite à choisir un seuil inférieur, d'environ 200 ans (Dupouey *et al.* 2002). Dans le cas de travaux particuliers, et encore une fois du fait des archives disponibles, ce seuil peut encore diminuer (Febvre, 2010). L'ancienneté de l'état boisé est une des composantes de la naturalité des forêts, mais n'est pas équivalente.

Certains organismes utilisent toutefois ce terme pour désigner les forêts à caractère naturel (voir définition au 2.2.4.3.), car il est plus compréhensible pour le grand public. C'est le cas de l'étude lancée sur les forêts anciennes de Méditerranée (Lorber et Vallauri, 2007).

2.2.1.3. La forêt résiduelle

Une forêt résiduelle est une forêt dont la surface a évolué suite à l'influence humaine : sous l'action anthropique, elle a presque entièrement disparu. Seuls « quelques vestiges de faible surface » subsistent (Greslier, 1993). Même dans ces vestiges, la composition ou la structure de la forêt ont pu être modifiées par l'homme. Elle ne correspond donc pas nécessairement à une forêt à forte naturalité.

¹ Holocène : époque géologique s'étendant sur les 10 000 dernières années.

2.2.1.4. La forêt relictuelle

Il s'agit d'une forêt installée dans un contexte climatique ancien (généralement plus frais qu'aujourd'hui) et qui subsiste grâce à des conditions stationnelles marginales. On a donc affaire à un type forestier existant en dehors de son aire de répartition actuelle, et qui présente relativement peu de transformations d'origine anthropique. (Greslier, 1993, et Dubourdiou, 1997). Ces forêts présentent généralement une naturalité assez élevée.

2.2.2. L'approche de la naturalité à l'étranger

2.2.2.1. Old-growth forest

Il s'agit d'un concept nord-américain, mettant en évidence la préoccupation précoce liée à la naturalité. Pour Vallauri *et al.* (2003), ces forêts sont « des écosystèmes qui se distinguent par la présence de vieux arbres et par les caractéristiques structurales qui y sont rattachées ». Elles rejoignent aussi les forêts anciennes puisque la durée sans exploitation forestière est souvent supérieure à 200 ans, ce qui a pu amener Nathalie Greslier à considérer ces forêts comme l'équivalent des forêts anciennes en Europe. Elles sont parfois aussi considérées comme n'ayant pas subi d'influence humaine : dans des pays comme les États-Unis ou l'Australie, quand les Européens sont arrivés, ils ont considéré que les forêts qu'ils découvraient étaient non perturbées par l'homme. Cette vision a été démentie par la suite, puisque les premiers habitants avaient eux aussi utilisé la forêt comme pourvoyeuse de ressources.

Finalement, le terme *old-growth* se rapporte surtout à un état de maturité important, ainsi qu'à un état boisé ancien. Cela rejoint d'autres définitions détaillées dans les paragraphes suivants.

Actuellement, ce terme est parfois utilisé pour traduire les expressions françaises « subnaturel » ou « à caractère naturel » (Gilg, 2004 dans sa version anglaise).

2.2.2.2. Urwald

En allemand, les *Urwälder*, de *ur* qui se rapporte à l'ancienneté et de *Wald*, forêt, ont le sens de « forêts les plus proches des potentialités écologiques stationnelles » (Korpel, 1995, dans Vallauri *et al.*, 2003). Le fonctionnement de ces forêts est conditionné par les caractéristiques environnementales. Il est donc soustrait à l'influence de l'homme. Ce terme utilisé en Allemagne peut donc être rapproché de celui de « forêt naturelle » en français (voir paragraphe 2.2.4.1.)

2.2.3. Comment définir la naturalité ?

Selon le dictionnaire *Larousse*, la naturalité est un terme littéraire, et correspond au « caractère de ce qui est produit par les seules forces de la nature : *La naturalité d'un fait réputé miraculeux* ».

Le mot n'est donc pas employé premièrement pour caractériser un milieu naturel, mais au contraire s'applique à toute situation (« un fait réputé miraculeux » finalement reconnu comme de cause naturelle).

Actuellement, avec l'intérêt grandissant pour les milieux dits « naturels », le terme est repris pour désigner le degré de proximité entre ces milieux et un état originel.

Le terme de naturalité a été approché de diverses façons aux cours des dernières années. Ce mot qui dans le passé ne servait pas à décrire les milieux s'est vu peu à peu attribuer une signification écologique. Nous allons ici aborder deux démarches permettant d'appréhender le sujet de la naturalité de façon plus objective. D'autres approches existent, mais ces deux-là nous semblent particulièrement pertinentes.

Quel que soit l'auteur, la naturalité est toujours comprise comme un gradient, et non comme une variable binaire qui permettrait de classer un milieu dans la catégorie « naturel » ou « artificiel ».

2.2.3.1. Le choix d'un état de référence

Pour George F. Peterken (1996), divers types de naturalité existent dans les forêts. Ils ne s'excluent pas les uns les autres, mais au contraire peuvent cohabiter sur un même site.

- **La naturalité originelle** correspond à l'état existant avant que l'homme ne devienne un facteur écologique important (la limite peut changer selon les connaissances : Mésolithique, âge de pierre, etc)

- **La naturalité présente** correspond à l'état qui serait l'état actuel si l'homme n'était pas devenu un facteur écologique significatif. Mais les changements climatiques, géologiques naturels auraient fait évoluer les forêts, contrairement au point précédent.
- **La naturalité passée** décrit les forêts dont les composants sont directement hérités de la naturalité originelle. Elle combine des éléments des naturalités originelle et présente.
- **La naturalité potentielle** est l'état qui se développerait si l'homme arrête toute activité et que son influence disparaissait d'un coup. Elle reflète notre compréhension du potentiel actuel des espèces autochtones.
- **La naturalité future**, enfin, décrit l'état qui se développerait si l'influence directe de l'homme disparaissait, mais que les conséquences de ses activités continuaient à influencer les milieux : des espèces ont disparu ou ont été introduites, elles peuvent s'éteindre ou coloniser de nouveaux milieux dans l'avenir, le climat continue d'évoluer, des changements géologiques naturels s'opèrent, etc.

Évaluer le degré de naturalité actuel revient à estimer l'écart entre l'état actuel et la « naturalité potentielle maximale ». Celle-ci peut être la naturalité originelle (approchée grâce à la paléoécologie), la naturalité future (approchée par la modélisation) ou encore la naturalité présente.

Olivier Gilg (2004) considère que des lambeaux de forêts inexploitées existent encore sur notre territoire, et constituent une référence de la naturalité présente. Pour cette raison, la comparaison entre l'état actuel et la naturalité présente lui semble la plus facile à réaliser.

2.2.3.2. Naturalité biologique et naturalité anthropique

La seconde approche de la naturalité dont nous allons parler est celle qu'évoque Olivier Gilg (2004) dans son ouvrage sur les forêts subnaturelles.

Il considère deux types de naturalité : la naturalité anthropique et la naturalité biologique.

La naturalité anthropique se définit par rapport à l'intensité des interventions humaines : quand l'impact anthropique augmente, la naturalité anthropique diminue. La naturalité biologique quant à elle relève plus du bon fonctionnement de l'écosystème. Aucune des deux n'est meilleure que l'autre. Les choix du gestionnaire sont parfois faciles, quand une décision entraîne l'augmentation des naturalités anthropique et biologique. Mais parfois il peut se trouver face à un dilemme : faut-il restaurer un sous-bois par arrachage mécanique d'une espèce exotique envahissante, et agir ainsi en faveur de la naturalité biologique ? Ou au contraire vaut-il mieux ne rien faire et conserver la naturalité anthropique ?

Olivier Gilg ne propose pas de réponse définitive, mais préconise une réflexion adaptée aux cas particuliers. Notamment, il encourage à se préoccuper de savoir si la naturalité du site dans son entier sera remise en cause, si la connaissance est suffisante pour se permettre de manipuler la naturalité du site, ou encore si le désir de restaurer l'écosystème est plus important que celui de préserver un environnement peu perturbé par les activités humaines.

Cécile Leroy, en 2006, a repris cette approche dans son étude de la naturalité des forêts de la réserve naturelle du pays de Bitche.

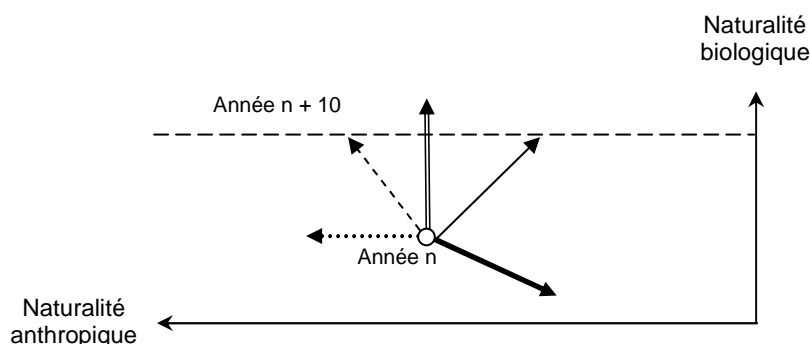





Figure 4 : Schéma tiré du rapport de Cécile Leroy, reprenant les possibilités d'évolution d'un site au cours du temps, selon les gradients de naturalité biologique et anthropique.

Les évolutions divergentes des flèches  et  montrent que pour atteindre un même degré de naturalité biologique, il est possible soit d'intervenir en restaurant le milieu (naturalité anthropique diminue) soit de minimiser notre impact (naturalité anthropique augmente).

La flèche  suggère qu'à empreinte anthropique égale, il est possible d'augmenter la naturalité biologique. Cette voie est importante pour le gestionnaire : dans des milieux dont l'exploitation a un réel intérêt économique, il est quand même possible d'améliorer la situation. Ainsi, en laissant davantage de

bois morts ou sénescents lors de l'exploitation forestière, la naturalité biologique augmente alors que la naturalité anthropique reste stable.

Ces deux conceptions de la naturalité montrent que selon ce que l'on choisit comme état de référence, ou comme type de naturalité à favoriser, une forêt n'aura pas le même degré de naturalité. La naturalité ne peut donc être vue comme une variable binaire, mais pas non plus comme une notion unique : plusieurs entrées existent.

2.2.4. La naturalité des forêts

Les définitions de la naturalité vues précédemment peuvent s'appliquer à tout type de milieu. Voyons maintenant ce qu'il en est pour les milieux forestiers.

2.2.4.1. Les forêts naturelles

Malgré l'abondance de définitions de la naturalité (terme générique), le monde scientifique n'a pas trouvé de consensus sur une définition de la forêt naturelle. Elle pourrait tout simplement correspondre à une forêt qui n'a jamais subi l'influence humaine. Mais là encore diverses définitions existent.

Pour Nathalie Greslier (1993), une forêt naturelle est une « forêt primaire dont la composition, la structure et les êtres vivants ont été soustraits à l'action de l'homme, exception faite d'un prélèvement par cueillette et d'une pression de chasse très légère. Sa pérennité est assurée par la régénération naturelle à partir des semenciers en place. »

Pour Nigel Dudley (cité par Vallauri, 2003), la forêt naturelle se définit par l' « absence de perturbation [anthropique] pendant assez longtemps pour que les processus naturels soient complètement rétablis ».

Enfin pour Dubourdieu (1997), il s'agit d'une « forêt primaire ou secondaire qui n'a pas été sensiblement modifiée par l'homme, dans sa composition comme dans sa structure ».

Et ce ne sont pas les seuls, loin de là, qui proposent leur définition de la forêt naturelle.

Des divergences existent entre ces définitions : forêt primaire uniquement, ou forêt primaire et secondaire ? perturbation humaine légère, absente, très ancienne ? En tout état de cause, et pour la plupart des auteurs, on peut retenir qu'il s'agit d'une forêt dont la dynamique est le résultat de la seule nature. On rejoint finalement la définition très générale que fait le *Larousse* de la naturalité au 2.2.3.

Plutôt que d'essayer d'en trouver une définition exacte, tentons de récapituler ses caractéristiques, afin d'en appréhender le fonctionnement. Ces divers éléments sont tirés des ouvrages de Gilg (2004), Greslier (1993), Peterken (1996) et Vallauri *et al.* (2003) :

- Elle est capable d'assurer sa pérennité au cours des étapes de la sylvigénèse.
- Sa structure est une mosaïque d'unités de régénération, ou éco-unités, souvent d'âges différents.
- Le cycle sylvigénétique comporte cinq phases, par lesquelles va passer l'éco-unité : phase de régénération, phase initiale (accroissement), phase optimale, phase de sénescence et phase de déclin.

Ces cinq phases sont parfois simplifiées pour obtenir deux grandes étapes :

- o une longue phase de croissance et de développement de la structure qui est déterminée par la longévité de l'espèce dominante. Cette phase est guidée par un processus à dominante autotrophe : la végétation en croissance accumule des chaînes carbonées.
- o une phase de rajeunissement souvent brutale (chablis) et courte qui peut selon les modalités s'orienter vers une reconstitution plus ou moins rapide de l'état initial climacique en fonction des facteurs climatiques, biotiques ou édaphiques. Lors de cette phase à dominante hétérotrophe, les constructions biochimiques de la phase précédente sont démontées par l'ensemble des espèces saproxyliques (Duchiron et Schnitzler, 2009)
- La composition spécifique se modifie au cours du cycle de la sylvigénèse.
- La biomasse est importante au vu de la fertilité.
- La nécromasse est importante.
- Les peuplements présentent un état d'équilibre dynamique, de stabilité au sens de la résilience, qui intègre les facteurs dits perturbateurs (attaques d'insectes, tempêtes, etc).

Les caractéristiques énumérées ci-dessus ne peuvent être appliquées à tout type de forêt sans distinction. Des nuances existent, que nous allons évoquer à présent.

Selon Olivier Gilg (2004), deux types de dynamiques peuvent influencer la sylvigénèse.

Les forêts à dynamique douce seraient majoritaires en France. Si elles étaient naturelles, elles auraient les caractéristiques déjà citées. Constituées de petites éco-unités (< 50 m² généralement), sur lesquelles deux phases sylvigénétiques peuvent se superposer, ces forêts présenteraient, à une échelle macroscopique, l'ensemble des phases sylvatiques, y compris les phases de sénescence et de déclin (dite aussi d'écroulement).

Les forêts à dynamique catastrophique, quant à elles, subissent des perturbations fortes, liées aux aléas naturels (incendies naturels, tempêtes, inondations, etc). Les éco-unités sont donc beaucoup plus étendues (de l'ordre de plusieurs hectares). Après l'événement catastrophique, une première régénération d'essences héliophiles se développe. Elle est suivie, lors d'une phase de « transition », par les essences climaciques dont la régénération nécessite un microclimat plus forestier. On rejoint ensuite la phase optimale, où les essences héliophiles ont quasiment disparu.

Les phases de sénescence et de déclin peuvent se dérouler sans problème, mais la forêt peut aussi subir une nouvelle perturbation catastrophique. Dans ce cas, les phases finales ne seront pas forcément présentes dans la forêt. La maturité de la forêt n'est donc pas le critère principal à prendre en compte pour déterminer le degré de naturalité d'une forêt à dynamique catastrophique.

Cette différenciation entre forêts à dynamique douce ou catastrophique peut cependant être nuancée. La catastrophe peut être à un pas de temps long, des forêts à dynamique douce peuvent donc se transformer en forêts à dynamique catastrophique suite à une perturbation exceptionnelle.

Profitions-en pour rappeler que l'amalgame est souvent fait entre présence de gros bois et de bois mort, et forte naturalité. Or la présence de gros bois n'est pas forcément signe de forte naturalité. Sur une station fertile, les arbres atteindront vite un gros diamètre, et ne seront pas toujours exploités immédiatement. Mais leurs voisins auront été éliminés entre temps pour les favoriser. La naturalité n'est alors pas nécessairement très élevée. Sur une station à sol peu évolué, ou à climat rude, des arbres très vieux, dans un peuplement jamais exploité, peuvent n'atteindre que difficilement les 40 cm de diamètre, et ne passeront jamais dans la catégorie des gros bois. Ce peuplement est pourtant beaucoup plus naturel que le précédent.

Il en va de même pour le bois mort. Une étude de Jérôme Bock (2002) a comparé trois forêts dont deux considérées comme subnaturelles, et la troisième exploitée. Les volumes de bois mort n'étaient pas plus importants en forêt subnaturelle. En effet, les nombreux rémanents laissés après les coupes représentent un fort apport de bois mort. Par ailleurs, dans un contexte humide, le bois peut se décomposer rapidement et la nécromasse visible sera alors peu élevée bien qu'il n'y ait aucun prélèvement anthropique.

Dans notre zone d'étude, la majorité des forêts est à dynamique douce, comme c'est le cas en France. Néanmoins, certains peuplements ne présentent pas de phase de sénescence, car ils sont constamment balayés par les avalanches ou les éboulements. On assimilera ces conditions liées au contexte montagnard à des perturbations « catastrophiques ». Cela pourra avoir des conséquences sur le protocole d'évaluation du degré de naturalité.

Ce terme de forêt naturelle est aussi considéré par certains auteurs comme revendicateur. Daniel Vallauri (2003) explique ainsi qu'il a été utilisé pour communiquer auprès du grand public et des instances politiques, et appeler à une plus grande protection des forêts en France.

Si les forêts naturelles sont quasiment absentes du paysage français, il est toutefois possible de rencontrer des forêts dites « subnaturelles ». Elles ne peuvent pas être considérées comme de véritables forêts naturelles, mais ont des caractéristiques qui s'en rapprochent. Elles sont décrites ci-après.

2.2.4.2. Les forêts subnaturelles

Encore une fois, les définitions abondent. La définition de la naturalité n'est guère aisée, celle de la « forêt subnaturelle » ne l'est pas davantage.

Pour Nathalie Greslier (1993, 1995) la forêt subnaturelle peut être primaire ou secondaire mais surtout porte la trace de l'homme. Néanmoins, les interventions humaines n'ont pas modifié directement ou indirectement la composition ou la structure des peuplements. La forêt a donc été peu influencée par l'homme ou abandonnée par lui depuis longtemps (plusieurs dizaines d'années). Mais pour Dubourdiou (1997), les interventions humaines ont tout de même modifié sensiblement la composition ou la structure de ces peuplements.

Encore une fois, les visions divergent. Puisqu'il est difficile d'avoir un état de référence pour les forêts de Vanoise, et que très certainement même les forêts présentant actuellement le plus fort degré de naturalité ont été influencées par l'action de l'homme dans le passé, nous considérerons dans cette étude que des forêts dont la structure et la composition ont été légèrement modifiées restent des milieux subnaturels.

Pour notre zone d'étude, deux sources peuvent être utilisées pour fixer des critères de subnaturalité. Il s'agit des critères utilisés pour la sélection de sites dans le cadre du plan d'actions pour la constitution d'un réseau de forêts rhônalpines en libre évolution, et de ceux cités par l'instruction 98-T-37 de l'ONF sur les réserves biologiques intégrales. Comparons-les à présent.

Tableau 3 : Critères de subnaturalité couramment utilisés

Réseau de forêts rhônalpines en libre évolution	Instruction ONF sur les réserves biologiques
- forêts représentatives d'un type d'habitat autochtone	- espèces indigènes issues du stock dendrologique régional - représentées par du matériel génétique autochtone
- forêts spontanées, même jeunes	- régénération assurée par voie naturelle - le traitement sylvicole passé est celui de la futaie
- jamais aucune coupe (ou autres travaux forestiers), ou pas depuis plusieurs décennies dans le cas de forêts anciennes	aucune intervention significative modifiant la composition ou la structure des peuplements depuis la Seconde Guerre mondiale
- si possible, arbres sénescents, important volume de bois mort au sol et/ou debout à un niveau reconnu	nombreux bois morts sur pied et au sol et arbres sénescents

Les grandes lignes sont bien les mêmes, mais les critères sont parfois différents. Les quantités de bois mort ou d'arbres sénescents ne sont pas précisées (« à un niveau reconnu », « nombreux »).

Pour notre étude, nous retiendrons qu'une forêt subnaturelle :

- est une forêt primaire ou secondaire, mais d'origine naturelle ;
- n'a pas fait l'objet de travaux forestiers ou de coupe depuis au moins 50 ans ;
- est constituée d'essences autochtones ;
- abrite des phases de sénescence et d'écroulement (pour les forêts à dynamique douce) ;
- présente un volume de bois mort important (le seuil en sera évalué au cours de l'étude).

Les cas particuliers ne seront pas oubliés, et ces critères seront réévalués dans la suite de cette étude pour les forêts à dynamique catastrophique, ou évoluant dans un contexte stationnel défavorable.

2.2.4.3. Les forêts à caractère naturel

L'expression de forêt « à caractère naturel » a été développée principalement par Réserves naturelles de France (Vallauri, 2003). Elle se rapproche de la définition nord-américaine des *old-growth forests* : présence de vieux arbres, présence des derniers stades de la sylvigénèse, quantités de bois mort importantes, strates verticales nombreuses, composition spécifique et fonctionnement écologique naturels, et enfin réseaux trophiques les plus complets possibles. Une forêt à caractère naturel possède donc globalement les caractéristiques des forêts naturelles, bien qu'elle soit légèrement perturbée par les activités humaines.

Dans ce rapport, ce terme et celui de « subnaturelle » pourront être employés avec un sens équivalent, et restreint à la définition arrêtée au paragraphe précédent.

2.2.4.4. Les vieilles forêts

Les vieilles forêts sont une autre appellation qui encore une fois se rapproche du terme de forêt subnaturelle. Dans les Pyrénées un groupe d'étude s'intéresse aux vieilles forêts, en Rhône-Alpes, des études se sont mises en place comme celle de la FRAPNA-Isère. Mais ce terme semble avoir été popularisé dans un but de communication. En effet les vieilles forêts sont avant tout des forêts subnaturelles matures, le terme de « vieille » se rapportant plus à la maturité qu'à l'ancienneté de l'état boisé. Ces vieilles forêts peuvent donc être assimilées *a priori* aux forêts subnaturelles, ou aux forêts à caractère naturel.

2.2.4.5. Les forêts subnaturelles pour demain

En 1972, Tersen parle de « forêts vierges pour demain » (Greslier, 1993). Il est intéressant de reprendre ce concept dans le cadre de ce mémoire. En effet, si certains peuplements inventoriés n'ont finalement qu'un degré de naturalité assez faible, ils ont cependant une certaine avance sur leurs voisins. En mettant en place une politique appropriée, on peut espérer obtenir des forêts à fort degré de naturalité dans un avenir relativement proche.

En Rhône-Alpes, la déclinaison du plan régional pour la constitution d'un réseau de forêts en évolution naturelle devrait permettre la libre évolution sur de nombreux sites. Quelle que soit l'origine de ces forêts, cela devrait permettre l'expression des processus naturels et à terme l'augmentation de la naturalité de ces forêts.

Décider de laisser des forêts en évolution naturelle, même si elles sont encore exploitées actuellement, permet d'augmenter les surfaces de forêts subnaturelles dans l'avenir.

Les concepts liés à la naturalité sont variés et sont parfois définis différemment selon les auteurs. Mais les termes utilisés recouvrent finalement des définitions assez proches les unes des autres.

2.3. Pourquoi étudier les forêts à caractère naturel en Vanoise ?

S'intéresser aux forêts peu exploitées présente un avantage. Dans le but de préserver la biodiversité, des études ont été lancées pour trouver des forêts « biodiverses » ou à haute valeur écologique (Lair, 2011). Mais pour mesurer réellement la biodiversité, des inventaires très longs doivent être réalisés par des spécialistes. Le coût de ces inventaires devient alors rédhibitoire pour la plupart des gestionnaires. En revanche, cibler les peuplements présentant le moins de traces de l'influence humaine permet de repérer les sites les plus intéressants ou tout du moins ceux qu'il serait utile de conserver dans leur état actuel. Même si aucun inventaire précis n'est mené, la probabilité est plus grande d'y trouver des espèces spécifiques, inféodées aux milieux peu artificialisés. De plus, selon Paillet et Bergès (2010), bien que la réponse varie entre groupes taxonomiques, la richesse spécifique tend à être supérieure en forêt non exploitée.

De nombreux auteurs se sont attachés à décrire le fonctionnement des forêts naturelles. Pourtant, en France, ces forêts peuvent être considérées comme inexistantes : en 2004, l'IFN estime à 30 000 ha les forêts « non perturbées par l'homme », soit seulement 0,2 % de la surface boisée française, et ces chiffres seraient surestimés (ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2005). Très peu de forêts en France peuvent être qualifiées de naturelles. Mais des forêts « à caractère naturel » peuvent encore se rencontrer. Or les zones de montagne sont les plus susceptibles d'en abriter : les difficultés d'accès et d'exploitation ont depuis quelques dizaines d'années découragé l'exploitation des zones dont le relief est le plus marqué. Une fois admis ce constat de principe, il est intéressant de réaliser un état des lieux réel de ces sites, fondé sur des données fiables et non plus sur une appréciation « à dire d'expert » de la proportion de forêt non exploitée.

Par ailleurs, en Rhône-Alpes, le plan d'actions pour la constitution d'un réseau de forêts en évolution naturelle serait susceptible, à terme, de classer 10 % de la surface forestière de la région. Pour vérifier que cet objectif peut être atteint, il a d'abord fallu recenser les forêts potentiellement en évolution naturelle : celles qui sont déjà protégées ou inexploitées (étude de Camille Camus de 2010). Mais la surface de ces forêts est à ce jour estimée à 5,3 % de la surface forestière régionale.

Bien que l'exploitation y ait été très importante par le passé, l'espace Vanoise est donc une zone privilégiée pour la recherche de ces sites :

- son relief marqué rend de nombreux peuplements économiquement inexploités (d'autant plus que la forêt ne représente plus qu'une part mineure du budget de certaines communes touristiques) ;
- malgré tout, la mobilisation du bois devient un enjeu de plus en plus important, et certaines zones encore peu exploitées pourraient le devenir dans un futur proche. Les repérer et évaluer leur intérêt est donc primordial.
- la présence d'un parc national est une opportunité, et la gestion des forêts sur son territoire se devrait exemplaire. Il est donc important d'y favoriser une gestion proche de la nature. La future adhésion des communes à la charte du parc devrait les inscrire dans une démarche positive dans ce domaine.

Comme on l'a vu dans la première partie, il est très peu probable de trouver des forêts réellement naturelles dans le parc national de la Vanoise. Il s'agira donc de recenser les forêts subnaturelles, et de mieux connaître leurs caractéristiques.

Que représentent ces peuplements par rapport à l'ensemble des forêts de la Vanoise ? Possèdent-ils des caractéristiques différentes de celles des peuplements exploités ? Forment-ils un groupe homogène ? Si oui, quels sont les peuplements peu représentés parmi les forêts subnaturelles, et sur lesquels il faudrait concentrer les efforts de protection ? Certains sites méritent-ils un statut de protection particulier ? Quel est leur degré de naturalité ? Un protocole simple permet-il d'estimer ce degré de naturalité sans connaître l'histoire du peuplement ?

Notre étude vise donc à :

- localiser les peuplements subnaturels à l'échelle de la parcelle forestière entière dans l'espace Vanoise ;
- caractériser ces peuplements ;
- proposer un protocole permettant d'évaluer leur degré de naturalité.

Un travail de recensement exhaustif a été réalisé à l'aide essentiellement des aménagements forestiers, et de rencontres avec les agents en charge des forêts concernées. Une recherche préparatoire a également permis de définir les documents cartographiques utilisables pour déterminer l'ancienneté de l'état boisé.

Ensuite, il s'est agi de proposer et tester un protocole permettant de caractériser le degré de naturalité. L'objectif est de pouvoir classer les sites entre eux, pour aider les gestionnaires dans leur choix. Ce protocole devrait aussi permettre d'établir l'état zéro de quelques sites, dans l'optique d'un suivi à long terme.

3. Inventaire et caractérisation des forêts à caractère naturel de l'espace Vanoise

Pour répondre aux principaux objectifs de cette étude, quatre étapes se sont succédées. Tout d'abord un travail de recherche a été mené dans les archives de l'Office national des forêts, ainsi qu'avec le personnel de terrain, pour trouver les parcelles les plus susceptibles d'abriter des forêts à forte naturalité. Un protocole d'évaluation du degré de naturalité adapté aux forêts de la Vanoise a ensuite été proposé. Une période de terrain a suivi, permettant de tester la mise en œuvre du protocole et de faire évoluer la façon de prendre les données. Enfin, l'analyse des résultats a permis d'améliorer le protocole et de caractériser plus finement les forêts rencontrées.

Chaque phase de l'étude répond à un ou plusieurs des objectifs.

Tableau 4 : Correspondance entre les phases de l'étude et les trois objectifs principaux

Grandes phases	Objectifs de l'étude		
	Inventaire	Protocole	Caractérisation
Bibliographie			
Consultation des archives			
Proposition de protocole			
Terrain			
Analyse des résultats			

3.1. Inventaire des forêts à caractère naturel à partir des documents d'archive

L'un des objectifs de ce stage est de recenser tous les sites potentiellement à forte naturalité. La base de ce travail est une recherche documentaire, utilisant des sources variées : bilan des coupes récentes, aménagements en vigueur et passés, connaissances des agents patrimoniaux, système d'information géographique (SIG), cartographies anciennes. Dans cette partie, nous nous attacherons à exposer la méthode utilisée, décrire les résultats obtenus, et discuter de l'intérêt de chaque source d'information.

3.1.1. Surface étudiée et conséquences sur la méthode choisie pour l'inventaire

L'espace Vanoise couvre une surface totale de 200 000 ha. Environ 15 % de cette surface sont forestiers, soit 30 000 ha. La moitié de cette surface forestière relève du régime forestier, donc dispose de documents d'aménagement apportant des informations précises sur les forêts. Ce sont ces 15 000 ha de forêt publique qui sont étudiés ici (des surfaces non boisées bénéficient également du régime forestier). Inclure les forêts privées ou communales qui ne relèvent pas du régime forestier aurait été idéal, malheureusement aucune forêt privée du parc ne dispose de plan de gestion, les surfaces des propriétés étant trop petites. Des informations anecdotiques sur quelques forêts non soumises n'ont pas été rejetées d'emblée, mais le travail n'y a pas été complet.

Pour arriver à un recensement exhaustif des sites potentiellement intéressants, il a été décidé de considérer la naturalité à l'échelle de la parcelle forestière. Ce choix s'est fait pour trois raisons principales. La première concerne la méthodologie utilisée : les informations facilement accessibles dans les documents de gestion sont renseignées au niveau des parcelles, il faut donc tirer parti de cette précision. La deuxième dépend de l'utilisation des résultats de cette étude : s'il faut mettre en place une gestion adaptée, le plus simple est de se cantonner aux limites de la parcelle considérée. Enfin, au vu du temps imparti et de l'importance de la surface à étudier, il n'était pas possible de descendre à une échelle beaucoup plus fine.

Une fois choisie l'échelle de travail, il fallait déterminer quel type d'information pouvait nous servir pour trouver les sites à forte naturalité potentielle. De nombreux critères existent. Il en sera d'ailleurs question dans le paragraphe 3.2.3.1. Un premier critère fortement lié à la naturalité et d'accès aisé s'est imposé : l'ancienneté de la dernière exploitation forestière. En effet, l'exploitation est ce qui a le plus d'impact sur la structure des peuplements. Et plus le temps écoulé depuis la dernière exploitation est grand, plus la forêt a pu retrouver une dynamique naturelle. Ce critère peut sembler réducteur à première vue. Dans une étude récente (Rouveyrol, 2009), la combinaison de plusieurs critères (dont certains liés à la naturalité) a permis au logiciel Électre de choisir des sites où installer des îlots de sénescence. Ces sites correspondent à des zones qui n'ont pas été exploitées depuis longtemps. La date d'arrêt de l'exploitation est donc un critère assez synthétique. De plus, elle est facile à déterminer grâce aux archives de l'ONF, ce qui a conforté son choix comme premier critère de sélection. Une validation de ce critère a été entreprise grâce à des entretiens avec les agents de terrain de l'ONF.

Un autre critère important pour évaluer le degré de naturalité d'une forêt est l'ancienneté de l'état boisé (Lorber et Vallauri, 2007). Suite à l'étude des aménagements, une recherche a été effectuée parmi les archives cartographiques disponibles pour la zone d'étude. Elle a permis de lister les documents les plus adaptés pour déterminer l'ancienneté du couvert forestier.

3.1.2. Consultation des archives de l'Office national des forêts : données recueillies

Pour déterminer la date de la dernière coupe, les sommiers sont les principales sources d'information. Mais comme la zone étudiée était importante et que le travail de bureau s'effectuait depuis Chambéry, les plans d'aménagements forestiers ont semblé plus pratiques à consulter. Dans les locaux de l'ONF à Chambéry, non seulement les aménagements en cours sont consultables, mais également les aménagements plus anciens. La liste des documents consultés est disponible en annexe 2. Pour les coupes les plus récentes, effectuées après les dernières révisions d'aménagements, un tableau récapitulatif l'ensemble des coupes depuis 1995 a pu être consulté.

Une base de données a été constituée, regroupant l'ensemble des 1278 parcelles forestières de la zone d'étude. En plus de la date de coupe, un certain nombre d'informations supplémentaires y ont été consignées.

Tableau 5 : Données recueillies pour la totalité des parcelles

	Donnée	Utilisation
Identification, aide à la recherche	Identifiant SIG	Repérage sur le SIG, création de cartes
	Unité territoriale (ONF)	Préparation des entretiens avec les agents, analyse par secteur
	Commune	Consultation de documents, localisation
	Canton forestier	Repérage facilité, vérification lors de la consultation de vieux aménagements
	Série	Identification des enjeux, types d'utilisation
	Numéro de la parcelle dans les aménagements anciens	Repérage lors de la consultation d'aménagements anciens
	Source de la date de dernière coupe	Vérification si doute
Classement selon l'exploitation	Surface (ha)	Calculs prélèvements, % structures. Comparaison avec surface passée en coupe et repérage de parcelles intéressantes pour partie
	Surface réduite (ha)	
	Date de la dernière coupe, surface et volume prélevé	Estimation de l'impact de l'exploitation
	Date soumission au régime forestier	Quand aucune coupe n'était indiquée depuis la soumission : durée minimale sans coupe
	Date prochaine coupe	Repérage de parcelles à enjeu de production
Informations complémentaires	Appartenance à une série ou un groupe particulier	Evaluation d'enjeux particuliers
	Classement en îlot de vieillissement ou de sénescence	Pour le pré-repérage : les îlots sont a priori situés dans des zones présentant des caractéristiques intéressantes pour la biodiversité, donc potentiellement avec une naturalité plus élevée.

Pour les parcelles non exploitées depuis un certain temps, des données supplémentaires ont été recueillies.

Tableau 6 : Données recueillies pour les parcelles pressenties comme pouvant présenter un fort degré de naturalité

	Donnée	Utilisation
Nature de la parcelle	Type de structure	Bilan sur les forêts peu exploitées en Vanoise, aide à la sélection de parcelles à visiter
	Essences majoritaires	
	Types de station forestière	
	Surface vide quand donnée exacte disponible	Elimination de parcelles vides ou presque
Information sur la naturalité	Date de soumission	Approximation de la date de dernière coupe quand celle-ci n'est pas disponible
	Pâturage ancien ou récent	Estimation de l'influence humaine hors gestion forestière
	Présence de gros bois	Aide à la sélection de parcelles à visiter, bilan sur les forêts peu exploitées de Vanoise.

La difficulté principale rencontrée lors de cette phase de bibliographie a été la grande variabilité des typologies utilisées dans les aménagements, que ce soit pour les structures de peuplement ou les stations forestières.

De la même façon, les surfaces indiquées n'étaient pas toujours de même nature : surface totale, surface réduite (sans les vides non boisables), surface en sylviculture, surface utile, etc.

Pour en déduire une surface boisée homogène pour toutes les parcelles, cela n'a pas toujours été facile. Quand la donnée est disponible, il est plus prudent de noter directement la surface vide (boisible et non boisable) et de faire le calcul soi-même.

Certaines des informations entrées dans la base de données n'ont finalement pas été utilisées :

- ancienne surface de la parcelle : elle aurait pu servir pour se repérer dans les aménagements anciens quand les numéros de parcelles ont changé, mais n'a pas été vraiment nécessaire ;
- numéro de série, groupe : les séries hors-cadre n'existent quasiment plus dans les aménagements en vigueur, et la classification en groupes est trop récente pour concerner beaucoup de forêt ;
- îlot de vieillissement : aucune parcelle n'était concernée.

Les autres critères ont tous trouvé leur utilité, mais certains plus que d'autres. Ainsi, l'existence d'un statut de protection ou d'un inventaire ZNIEFF n'a pas été directement utilisé dans l'analyse ou plus tard dans la sélection des parcelles à visiter. Mais l'information a permis de se référer aux documents relatifs à ces sites, et donc de mieux connaître les milieux présents dans la parcelle.

Finalement, le travail de recherche des dates de dernière coupe a permis de repérer environ 2 000 ha de forêt très faiblement voire jamais exploités (quelques mètres cube de chablis sortis de temps à autre).

Pour tester une autre approche du problème, des entretiens ont été menés avec les agents de terrain de l'ONF.

3.1.3. Les entretiens avec les agents de terrain de l'ONF

Ces entretiens avaient deux objectifs : déceler des zones non exploitées dans des parcelles exploitées régulièrement, et vérifier que le repérage réalisé à partir des archives correspondait à la réalité. La liste des personnes consultées est disponible en Annexe 3. Les agents signalaient d'abord les parcelles dont ils pensaient qu'elles n'étaient pas passées en coupe depuis longtemps. Pour ne pas les influencer, aucune information n'était apportée sur le repérage préalable. La plupart du temps, les parcelles signalées correspondaient au pré-repérage.

Puis leur étaient indiquées les parcelles déjà repérées, pour avoir leur avis.

Globalement, même si certaines parcelles ont été oubliées par les agents lors de la première phase, la majorité des parcelles repérées ont pu être confirmées lors de cette deuxième phase. Le tableau ci-dessous reprend le nombre de parcelles repérées par ces deux approches.

Tableau 7 : Nombre de parcelles repérées par le travail de bureau, et par les entretiens avec les agents de l'ONF

INVENTAIRE BIBLIOGRAPHIQUE	AVIS DES AGENTS					
	Évoqué spontanément comme		Confirmé après questionnaire comme		Non évoqué ou cité comme exploité régulièrement	Pas d'information
	non exploité	partiellement exploité	non exploité	partiellement exploité		
Dernière coupe > 50 ans	110	<i>21</i>	<u>37</u>	<i>6</i>	<i>39</i>	-
Dernière coupe 30-50 ans	21	<i>13</i>	<u>8</u>	<i>9</i>	<i>49</i>	-
Partiellement exploité	<i>17</i>	28	-	<u>10</u>	66	-
Potentiellement non exploité mais pas certain	20	<i>8</i>	<u>6</u>	<i>6</i>	60	-
Pas d'information	11	0	-	<i>1</i>	23	7
Exploité régulièrement	<i>21</i>	<i>63</i>	-	-	638	-

La typographie indique l'apport de chaque méthode :

- **en gras** : le repérage et l'avis de l'agent sont équivalents ;
- *en italique* : l'entretien a apporté une information importante ;
- en souligné : le pré-repérage était nécessaire (sinon oubli de l'agent) ;
- *en grisé* : l'agent apporte une meilleure connaissance à une échelle inférieure à la parcelle ;
- *en gris clair souligné* : selon les situations, peut relever d'une erreur de l'agent, ou au contraire d'un pré-repérage erroné.

Ces chiffres montrent que pour la majorité des parcelles, le repérage réalisé à partir des aménagements a été confirmé par les entretiens avec les agents de l'ONF. Les deux approches pourraient donc sembler équivalentes. Il faut tout de même remarquer que les entretiens ne donnent pas des résultats homogènes. Malgré la présentation des objectifs au début de l'entretien, chacun interprète la demande différemment. Et selon l'intérêt porté à l'étude, les réponses peuvent varier en précision, ou comporter un biais.

Ainsi, certains agents ne signalent pas spontanément des parcelles où le peuplement est médiocre ou chétif. D'autres s'appuient plus sur l'exploitabilité des parcelles, ne signalant que celles qui ne pourraient pas être exploitées prochainement (notamment quand ils craignent une mise « sous cloche » de tous les sites qu'ils indiquent). Parfois les parcelles déjà classées en îlot de sénescence, ou bénéficiant d'un statut de protection particulier, sont préférentiellement citées. Enfin, la vision actuelle de la forêt subnaturelle qui met en avant l'importance des gros et très gros bois, pousse certains à indiquer des parcelles présentant une structure à gros bois, mais néanmoins exploitées récemment.

Les agents ont souvent souhaité que les parcelles qui seront exploitées dans un avenir proche soient retirées de la liste. Mais il aurait été dommage de les oublier, puisqu'il arrive que des coupes même une fois martelées ne soient pas réalisées.

Enfin, il est nécessaire de relativiser la connaissance des agents concernant les informations dont nous avons besoin. Selon leur ancienneté sur le secteur, l'intérêt de l'entretien pouvait être très variable. Les parties de parcelles qu'ils ont localisées sont souvent peu accessibles, et sans doute peu exploitées depuis longtemps, mais la date précise de leur abandon ne peut être définie. Les surfaces représentées par ces zones sont donc à considérer avec prudence.

Finalement aucune des deux approches ne peut être écartée. Il vaut mieux les considérer comme complémentaires :

- sans l'expérience des agents, de nombreuses parcelles partiellement exploitées mais présentant toujours une zone préservée n'auraient pu être repérées (environ 60) ;
- pour certaines parcelles aucune information n'était disponible dans les aménagements, les entretiens apportaient donc des informations capitales (11 parcelles ont pu être intégrées aux parcelles non exploitées, 23 considérées comme exploitées) ;
- inversement, sans le travail préalable avec les aménagements, certaines parcelles auraient été oubliées par les agents (environ 50 parcelles entières, et 30 parties de parcelles), ou au contraire signalées comme intéressantes alors qu'elles étaient passées en coupe relativement récemment (une quarantaine);
- et l'ensemble aurait été beaucoup moins homogène, pour les raisons évoquées dans le paragraphe précédent.

Pour avoir un résultat exhaustif, un travail sur les aménagements suivi d'entretiens avec le personnel de terrain pour combler les lacunes paraît la solution la plus efficace.

Par contre, si l'exhaustivité n'est pas l'objectif, mais qu'on cherche juste un échantillon, les entretiens devraient suffire, et faire gagner beaucoup de temps.

En définitive, les entretiens ont permis de repérer quelques parcelles particulièrement intéressantes à aller visiter, ou des parties de parcelles que la lecture rapide des aménagements n'avait pas permis de détecter. Ils ont aussi abouti à la suppression de nombreuses parcelles plus souvent exploitées qu'il n'était indiqué dans les aménagements. Enfin, sur plusieurs communes, les changements de numérotation de parcelles et d'autres obstacles avaient limité le repérage préalable. Les agents ont alors fourni une information essentielle.

3.1.4. Bilan : un premier classement des parcelles forestières

La combinaison du repérage depuis le bureau et des entretiens a permis une première analyse. Quand l'avis de l'agent était différent du repérage initial, des choix au cas par cas ont été réalisés pour déterminer le classement final de la parcelle.

À l'issue de ce processus, les parcelles ont été classées en plusieurs groupes :

- des parcelles exploitées régulièrement ;
- des parcelles dont la dernière coupe remonte à 30-50 ans ;
- des parties de parcelles qui ne sont plus exploitées depuis un temps long mais indéterminé (issu des entretiens avec les agents : date exacte de dernière coupe inconnue) ;
- des parcelles dont la dernière coupe remonte au-delà de 50 ans et qui n'ont pas les caractéristiques des groupes suivants ;

- des parcelles non exploitées depuis au moins 50 ans, mais soumises relativement récemment au régime forestier, ce qui peut laisser penser qu'elles sont boisées depuis peu de temps : ce groupe est incomplet, mais permet un premier tri ;
- des parcelles non exploitées depuis au moins 50 ans mais dont les peuplements sont issus de plantations anciennes (souvent peuplements RTM) ;
- des parcelles non exploitées depuis au moins 50 ans, mais présentant un intérêt forestier restreint (parcelles vides ou presque).

Le choix du seuil de 50 ans est lié aux définitions courantes des forêts subnaturelles.

Sur l'ensemble de la zone d'étude, les surfaces totales et boisées de chaque type de parcelle ont été calculées, et sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Surface totale et surface boisée pour chaque type de parcelle

Classe d'exploitation		Surface totale		Surface boisée		Nombre de parcelles
		ha	%	ha	%	
Exploité régulièrement		13 010	60%	10 121*	66%	820
Dernière coupe 30-50 ans		1 093	5%	900	6%	84
Non exploité mais date exacte de dernière coupe inconnue		1 394	6%	1 174	8%	165
Dernière coupe > 50 ans	Couvert forestier <i>a priori</i> ancien	1 841	9%	1 370	9%	112
	Peuplement soumis récemment au régime forestier	1 214	6%	728	5%	41
	Peuplement issu de plantations (totalement ou partiellement)	2 262	10%	630	4%	43
	Parcelle vide ou presque	489	2%	39	0%	8
	<i>Sous-total : dernière coupe > 50 ans</i>	5 806	27%	2 767	18%	204
Partiellement exploité mais zonage impossible		249	1%	96	1%	6

* : chiffre obtenu indirectement à partir des données sur les surfaces boisées de chaque commune

Les mêmes informations sont détaillées par commune en annexe 4, et montrent les variations locales. Les cartes représentant cette information par unité territoriale sont consultables en annexe 5.

Toutes les données de surface sont issues des documents d'aménagement, sauf dans le cas des parties de parcelles dont on ne connaît pas exactement la date de dernière coupe. Dans la mesure du possible, les agents ont défini les limites de la zone, qui ont été reproduites sous SIG, permettant ensuite de calculer la surface couverte. Ce chiffre est donc approximatif, et la surface boisée associée résulte d'une photo-interprétation rapide, donc à considérer avec prudence.

Un bilan peut être fait à partir de ces parcelles, pour savoir par exemple quels sont les types de peuplements les moins représentés, et qui mériteraient donc une attention particulière. Les types de stations forestières ont aussi été examinés, ce qui a mené aux mêmes conclusions.

Tableau 9 : Essences dominantes dans les forêts peu exploitées.

Source : ONF Chambéry pour les chiffres sur l'ensemble de la zone

Essence dominante	Proportion de surface boisée		
	Dernière coupe > 50 ans	Dernière coupe > 30 ans	Ensemble des forêts relevant du régime forestier dans la zone d'étude
Épicéa	38%	70%	49%
Pin à crochets	25%	12%	10%
Mélèze	14%	11%	15%
Pin cembro	13%	0%	8%
Pin sylvestre	8%	4%	6%
Autres	2%	3%	13%

Sur les parcelles non exploitées depuis plus de 30 ans, les peuplements les plus présents sont ceux dominés par l'épicéa commun. Une différence importante existe entre les parcelles abandonnées depuis 30 ans et depuis 50 ans. Respectivement, l'épicéa domine sur 70 % et 38 % de la surface boisée. Cette différence est peut-être liée à l'altitude : les parcelles abandonnées le plus tôt sont situées plus en altitude. De plus une grande part des parcelles non exploitées depuis 50 ans est issue de recolonisation de pâturages relativement récente. L'épicéa n'y est donc pas l'essence la plus courante. À l'inverse, les parcelles abandonnées plus récemment sont peut-être des pessières qu'il était encore rentable d'exploiter il y a peu, plus bas en altitude, mais qui ont perdu leur intérêt économique du fait de leur accès difficile (pente trop forte).

Les autres différences principales concerne les peuplements de pin à crochets, beaucoup plus représentés dans les parcelles peu exploitées : c'est normal, ils se trouvent sur des substrats pauvres et leur productivité est faible. Leur exploitation est donc peu rentable. Les autres essences (principalement le sapin et les feuillus comme le hêtre) sont davantage représentés dans les forêts exploitées : ils sont plus intéressants du point de vue économique.

3.1.5. Les documents cartographiques anciens disponibles pour l'espace Vanoise

Tout le travail précédent avait pour objectif de classer les parcelles selon un degré de naturalité supposé, basé principalement sur la date de dernière coupe. L'ancienneté de l'état boisé est partiellement prise en compte, grâce à la date de soumission au régime forestier, mais cela reste peu satisfaisant. Voyons comment l'ancienneté de l'état boisé peut être étudiée de façon plus fine.

Pour déterminer cette ancienneté, la méthode la plus simple est de consulter des documents cartographiques anciens. Compte tenu du temps imparti pour notre étude, il n'a pas été possible de réaliser un inventaire aussi exhaustif que pour les aménagements forestiers. Un tri a néanmoins pu être fait parmi les documents existants, pour déterminer ceux qui pourraient servir dans une étude ultérieure (inspiré par Belet et Augé, 2005).

En France la carte la plus ancienne utilisée pour déterminer l'ancienneté des forêts est la carte de Cassini (levés réalisés dans la deuxième moitié du XVIII^e siècle). Mais comme nous l'avons vu dans la première partie, la Savoie n'a pas toujours été française. Cette carte n'a donc pas été réalisée pour la Savoie. La « Mappede sarde » de 1730 apporte toutefois de nombreuses informations (Aubert, 1981), ainsi que d'autres documents mentionnés ci-dessous.

Les documents consultés appartiennent aux Archives départementales de Savoie, à l'IGN, et à l'ONF. Les principales catégories de documents sont les suivantes :

- des cadastres comme la « Mappede sarde » (cadastre de 1730), ainsi que les livres des numéros suivis du géomètre, indiquant précisément la nature de chaque parcelle cadastrale. D'autres cadastres plus récents ont aussi été consultés, comme le cadastre napoléonien réalisé vers 1800.
- des cartes d'état-major du XIX^e siècle ainsi que d'autres cartes militaires du début du XX^e siècle ;
- des cartes à plus petite échelle datant généralement du début du XX^e siècle ;
- des photographies aériennes anciennes ;
- d'autres documents non cartographiques (photographies classiques, gravures, etc).

Les vieux aménagements apportent aussi une information capitale sur la nature des parcelles déjà soumises à l'époque. Encore une fois, il aurait été très intéressant de pouvoir les consulter tous, mais seuls quelques-uns ont réellement pu faire l'objet d'une étude approfondie.

Les avantages et inconvénients de la totalité des documents consultés sont présentés en annexe 6, ainsi que les communes concernées en annexe 7. Ce travail a permis de retenir les documents les plus pertinents pour évaluer la continuité de l'état boisé dans la Vanoise.

Initialement nous considérons la « Mappede sarde » comme pouvant fournir une information précise et de qualité. C'est très certainement le cas. Mais en pratique son utilisation, si elle se veut rigoureuse, induit un travail long et fastidieux. Comme les figurés cartographiques ne suffisent pas à déterminer la nature des parcelles, il faut d'abord retrouver sur la carte les numéros de parcelle. C'est cette première étape qui est la plus difficile car la navigation sur les documents numérisés limite la vue d'ensemble. De plus, les numéros sont parfois illisibles. Ensuite la consultation du livre des numéros suivis du géomètre permet de trouver la nature de la parcelle, ce qui est plus rapide.

En outre la question de la fiabilité de l'information se pose : quand il s'agit de grandes parcelles communales, il est impossible de savoir si la nature de la parcelle est vraiment homogène. Et l'information est parfois inutilisable, par exemple lorsqu'il est indiqué « bois et pâtures ».

Les cartes d'état-major, quand elles sont en couleur, sont les documents les plus clairs et fiables. Leur date est relativement récente, puisque la Savoie est restée sarde jusqu'en 1860, retardant la création de

ces documents. Elles sont disponibles gratuitement sur le site de Géoportail, mais la vectorisation des contours des forêts serait fondamentale pour une utilisation à grande échelle. Leur seul inconvénient est que dans le secteur de Tignes, la couleur n'a pas été appliquée et les forêts ne sont donc pas visibles.

Pour une information plus récente les photographies aériennes fournies par l'IGN sont très précises (à partir des années 1930, et 1948-54 pour une couverture complète). Elles reflètent la réalité sans interprétation, et sont d'accès facile (gratuit, sur internet). L'interprétation peut parfois être limitée quand le site étudié est situé sur un versant ombragé, mais globalement ces photographies aériennes sont de grande qualité.



Figure 5 : Environs de Bramans représentés sur la carte d'état-major de 1864 et sur une photographie aérienne de 1953. Source : IGN

Les cartes de l'armée datant des années 1900-1930 sont également intéressantes. Mais pour certaines il n'est pas possible de savoir si l'information vient des levés initiaux ou de mises à jour ultérieures, et la date exacte ne peut donc pas être connue. Ces cartes doivent donc être considérées avec prudence.

Les autres documents consultés présentent des lacunes. Certains ont une échelle trop imprécise. D'autres ne couvrent qu'une partie de la zone. Ces derniers sont toutefois intéressants et peuvent fournir des indications pour des périodes intermédiaires, sur des zones précises (cadastre napoléonien sur les communes de Bellentre ou Landry par exemple).

Pour conclure, les deux sources les plus pertinentes sur le territoire du parc semblent être les cartes d'état-major des années 1860 et les photographies aériennes anciennes des années 1948-54. Les cartes de l'armée du début du xx^e siècle permettent une vérification intermédiaire intéressante.

3.1.6. Avenir des parcelles identifiées à forte naturalité

Le pré-repérage des parcelles pouvant présenter un degré de naturalité élevé amène à se poser la question de l'avenir de ces parcelles. Seront-elles à nouveau exploitées dans un futur proche ? Souhaiterait-on en laisser certaines en libre évolution ? Quels sont les projets actuels qui s'intéressent à ces parcelles ?

► L'accessibilité

Un moyen de répondre à ces questions est de s'intéresser à l'accessibilité des parcelles. Le zonage Cartuvi de l'ONF identifie les zones accessibles par tracteur, d'après la pente et la distance à la desserte la plus proche. Dans les zones accessibles sont distinguées des zones non bûcheronnables du fait d'une trop forte pente.

Tableau 10 : Surfaces non accessibles au tracteur ou non bûcheronnables.

Source : ONF zonage Cartuvi

	Surface non accessible au tracteur	Surface non bûcheronnable (pente > 110 %)
Exploité régulièrement	38%	2%
Exploité il y a 30-50 ans	67%	4%
Non exploité depuis au moins 50 ans	85%	4%

Les parcelles qui sont exploitées régulièrement sont bien les plus accessibles. Cependant, près de 40 % de leur surface est tout de même considérée comme trop éloignée d'une desserte ou trop pentue. Les techniques du lançage et du câble permettent d'accéder à des zones *a priori* inaccessibles par tracteur, ce qui est peut-être à l'origine de cette forte proportion de surface classée comme inaccessible mais dont une partie est tout de même exploitée. Cela conforte le choix qui a été fait pour l'inventaire initial : dans certaines études, pour détecter des forêts peu exploitées, l'accessibilité est un des premiers critères. Mais comme il apparaît ici, ce critère ne peut suffire à distinguer des peuplements exploités ou non.

Dans les parcelles non exploitées, en cumulant les surfaces non accessibles au tracteur et les surfaces non bûcheronnables, il apparaît que 90 % de la surface n'est pas exploitable facilement. Une conclusion pourrait en être tirée rapidement : la grande majorité de ces forêts ne risque pas d'être exploitée à nouveau. Mais en réalité des projets de desserte peuvent rendre ces zones accessibles. L'accessibilité actuelle ne préjuge donc pas de l'accessibilité future. Pour approcher cette question les zonages du plan pluriannuel régional de développement forestier peuvent être examinés.

► **Les massifs prioritaires du PPRDF (plan pluriannuel régional de développement forestier)**

Le plan pluriannuel régional de développement forestier (institué par la loi de modernisation agricole de 2010) permet d'identifier des massifs peu exploités, dits prioritaires. Son objectif est de définir quelles actions sont prioritaires pour mobiliser davantage de bois, quels investissements sont nécessaires, et quelle animation peut être mise en place. Les massifs prioritaires finalement identifiés par l'ONF correspondent-ils aux sites à forte naturalité localisés par notre étude ? En annexe 8, une carte générale des massifs prioritaires du PPRDF superposés aux classes d'exploitation des parcelles est disponible.

En effectuant un croisement des données sous SIG, il apparaît que quelle que soit la date de dernière coupe, environ 30-35 % de la surface est classée en massif prioritaire. La seule exception concerne les parcelles non exploitées depuis 30-50 ans, dont 48% de la surface appartient à des massifs prioritaires du PPRDF. L'explication possible est que les peuplements non exploités depuis plus de 50 ans sont moins intéressants économiquement, ce qui justifie leur abandon ancien. Les parcelles dont la dernière coupe remonte à 30-50 ans auraient été délaissées pour des raisons plutôt liées aux difficultés d'accès, problème auquel justement le PPRDF doit répondre.

Il faut cependant nuancer ces chiffres. Pour atteindre des surfaces de plus de 1 000 ha et des volumes supérieurs à 5 000 m3, les massifs prioritaires ont été très élargis à partir des zones initialement considérées comme prioritaires, englobant les forêts alentours et lissant les différences.

Sur plusieurs zones, des parcelles non exploitées depuis longtemps sont incluses dans les projets visant à mobiliser davantage de bois. Par exemple sur les communes de Tignes, de Sainte-Foy-Tarentaise ou de Pralognan, le recoupement est important.

► **Les vocations déterminées lors de la rédaction de la charte du parc national de la Vanoise**

La carte des vocations récemment réalisée par le parc national de la Vanoise distingue des zones à vocation sylvicole, agropastorale, touristique ou de forte naturalité. Le zonage a été proposé par les personnels de terrain du parc à l'échelle du 1/25 000, puis amélioré suite à la consultation des acteurs locaux, dont l'ONF.

Certaines zones peuvent avoir plusieurs vocations, mais ici elles ont été simplifiées (touristique, agropastorale, naturalité, sylvicole). Croiser cette carte des vocations avec nos classes d'exploitation des parcelles forestières permet de vérifier si elles sont concordantes.

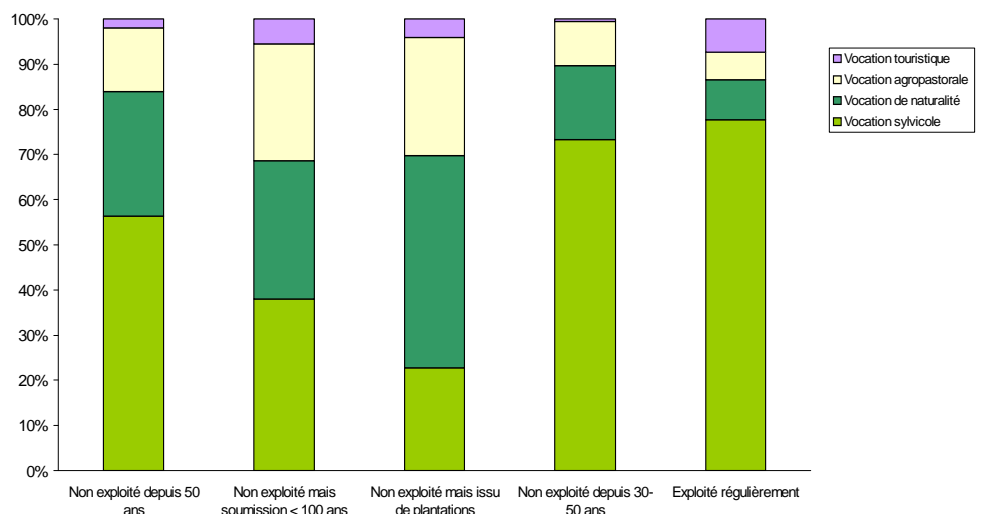


Figure 6 : Répartition des surfaces de chaque type de parcelle selon la vocation déterminée par le PNV. Source : parc national de la Vanoise, carte des vocations

Bien que les parcelles non exploitées voient une proportion plus grande de leur surface classée en vocation de forte naturalité que les parcelles exploitées régulièrement, la correspondance est loin d'être totale. Plus de 50 % de la surface des parcelles non exploitées depuis 50 ans est classée en vocation sylvicole. Cela se comprend puisque certaines sont accessibles ou sont intégrées aux massifs prioritaires dont il a été question plus haut. Le classement de certains sites en vocation agropastorale s'explique par le fait qu'un nombre plus important de parcelles non exploitées se situent en altitude, à proximité des pâturages. Les vocations ayant été déterminées à l'échelle du 1/25 000, sans contour précis, ces parcelles peuvent se trouver regroupées avec ces espaces ouverts. De plus, ces parcelles ont davantage d'espaces ouverts que les parcelles exploitées régulièrement, et n'ont peut-être pas été repérées comme relevant du régime forestier. Cette remarque est valable également pour les parcelles non exploitées depuis 50 ans mais dont la soumission au régime forestier date de moins de 100 ans. *A contrario*, un grand nombre de parcelles plantées ont été classées dans les zones à vocation de naturalité, alors qu'elles pourraient faire l'objet de coupes ultérieures, et qu'elles ont un degré de naturalité potentiellement inférieur à celui des parcelles issues de régénération naturelle. En considérant l'ensemble des sites à vocation de forte naturalité, il apparaît qu'un tiers de la surface correspond à des parcelles exploitées régulièrement, un autre tiers à des parcelles non exploitées mais issues de plantation, et le dernier tiers à des parcelles non exploitées depuis 50 ans, dont certaines soumises au régime forestier il y a moins de 100 ans.

► Conclusion

Il ressort de tous ces croisements que de nombreuses parcelles identifiées comme peu exploitées et potentiellement à forte naturalité ont été intégrées à des projets de développement de la desserte ou auront une vocation sylvicole dans la charte du PNV. Elles sont donc susceptibles d'être exploitées dans les prochaines années. Dans le cadre d'une réflexion sur la mise en place d'un réseau de forêts en libre évolution, il est important d'en être conscient et de s'accorder rapidement pour décider si certains sites peuvent réellement être laissés à leur évolution naturelle. Ce type de décision est lié aux objectifs fixés ainsi qu'aux contraintes diverses. Il nécessite de faire un choix. Le classement des parcelles selon leur degré de naturalité constitue une aide pour réaliser ce choix.

3.2. Élaboration d'un protocole pour évaluer le degré de naturalité des forêts

3.2.1. Principe d'un protocole d'évaluation de la naturalité

Environ 15 % de la surface boisée relevant du régime forestier ne sont plus exploités depuis au moins 50 ans, et les deux tiers de ces 15 % sont peut-être des forêts anciennes. 8 % supplémentaires n'ont pas été exploités depuis longtemps sans qu'il soit possible de déterminer la date exacte de la dernière coupe. Ces chiffres restent relativement vagues : quelle réalité recouvrent-ils réellement ? En effet, la date de dernière exploitation ne suffit pas à déterminer la naturalité d'un site. Si un choix de gestion doit être fait, une visite de terrain est donc souhaitable.

Dans le but d'optimiser le travail, et de rendre les résultats comparables à d'autres études, il aurait été intéressant de reprendre un protocole déjà existant, et de voir si son application était possible en Vanoise. Malheureusement, les méthodes les plus répandues à l'heure actuelle concernent surtout l'évaluation de la biodiversité. L'indice de biodiversité potentielle (IBP) en est un exemple (Larrieu et Gonin, 2009). Il comporte certains indicateurs inutiles pour l'évaluation de la naturalité, et des critères importants manquent. La méthode que nous avons reprise s'inspire d'une étude sur la naturalité des forêts alluviales, datant d'il y a quelques années (Belet et Augé, 2005).

La visite de terrain a pour but d'estimer le degré de naturalité du site concerné. Puisque de nombreux cas particuliers existent, l'évaluation de la naturalité ne pourra pas être conditionnée par un ou deux critères phares, mais bien par un faisceau d'indicateurs. Une pondération sera appliquée selon l'importance de chacun des indicateurs. Pour chaque indicateur, une note sera calculée, et la somme de ces notes représentera la naturalité du site. La naturalité sera maximale quand l'ensemble des indicateurs ira dans le même sens. La note obtenue ne pourra pas être considérée de façon absolue : le protocole proposé permettra de comparer des sites entre eux, au sein de l'espace Vanoise. Un site obtenant la note maximale ne correspondra pas à une forêt naturelle, mais à une forêt présentant le maximum de naturalité possible dans le contexte étudié.

Pour que le protocole soit applicable dans l'avenir, il nous a semblé primordial de rendre sa mise en œuvre rapide et aisée. Les indicateurs que nous choisirons, comme la façon de les mesurer, doivent donc être simples. Ces indicateurs pourront être liés à des caractéristiques structurelles, mais aussi à d'autres phénomènes comme la fréquentation ou l'ancienneté de la forêt.

Les principaux critères utilisés dans d'autres études vont maintenant être examinés, et leur pertinence évaluée pour le contexte de la Vanoise.

3.2.2. Le protocole initial

Les critères les plus cités dans les travaux concernant la naturalité découlent généralement de la définition de la forêt naturelle détaillée dans la partie 2. Certains nous ont paru apporter une réelle information, d'autres relever plutôt d'un effet de mode, ou d'un enthousiasme éveillé par des découvertes récentes, mais difficiles à mettre en pratique. Pour chaque critère, nous choisirons de le conserver ou non, et le cas échéant un ou plusieurs indicateurs y seront rattachés.

Comme il a été vu plus haut, c'est un faisceau de critères qui aidera à distinguer si une forêt a un degré de naturalité plus élevé qu'une autre. Même bien choisis, un nombre limité d'indicateurs ne permettra jamais d'aborder la naturalité dans toutes ses dimensions. Il faut cependant faire un choix pour tenter une estimation.

Nos indicateurs devront répondre à plusieurs conditions :

- refléter effectivement la naturalité, et non la biodiversité ;
- être adaptés au contexte, en particulier grâce à des seuils déterminés lors de la phase de terrain ;
- être rapides à mesurer ou à évaluer sur le terrain.

Dans la mesure du possible, les méthodes de mesures utilisées par l'ONF lors des descriptions de parcelles seront reprises. Ainsi le protocole pourrait être mis en œuvre en parallèle de ces descriptions, sans qu'aucune mesure ne soit redondante.

Les principaux documents consultés sont les études de Belet et Augé (2005), Carnino (2009), Fèbvre (2010), Greslier (1993), Leroy (2006), Merzeau et Martin (2005) et Rouveyrol (2009) ainsi que les ouvrages de Gilg (2004), Lorber et Vallauri (2007), Peterken (1996), Vallauri *et al.* (2003, 2007), et les instructions de l'Office national des forêts. En annexe 9, un tableau récapitule l'ensemble des critères cités ou utilisés dans certains de ces documents.

3.2.2.1. Critères liés à la gestion forestière

► Le traitement (taillis, mélange taillis-futaie, futaie régulière, futaie irrégulière ou jardinée)

Souvent cité dans les études sur la naturalité, le type de traitement doit pourtant être considéré prudemment. Il est effectivement révélateur de l'intensité de l'influence humaine : un taillis, à rotation plus courte que la durée de renouvellement des futaies, voit passer l'homme plus souvent. De plus, la reproduction végétative est favorisée dans un contexte où elle ne serait pas forcément développée naturellement. De même, la futaie jardinée est souvent considérée comme plus proche de l'état naturel, puisque sa structure se rapproche de la mosaïque d'éco-unités évoquée au 2.2.4.1 (en considérant de très petites éco-unités). Néanmoins, des contre-exemples existent :

- des structures de taillis en mélange avec des arbres de futaies existent naturellement dans des contextes de fortes perturbations naturelles (éboulis suite à des chutes de blocs, forêts alluviales suite aux inondations...) ;
- la futaie jardinée est un mode de traitement largement utilisé par les forestiers. Dans certains contextes, maintenir la futaie jardinée est une « lutte » de tous les instants pour éviter la régularisation du peuplement. La structure jardinée peut donc être aussi révélatrice d'une très forte anthropisation. En montagne en particulier, beaucoup de forêts sont traitées en futaie irrégulière.

Ce critère est donc trop incertain pour être utilisé de façon fiable.

► Le mode de renouvellement du peuplement

Nous préférons le concept de renouvellement du peuplement à celui de traitement. Il recoupe en partie le précédent critère, mais est plus pertinent pour la zone étudiée, où la plupart des forêts sont traitées en futaie irrégulière. Il est possible de distinguer trois grands types de renouvellement, classés ici de la plus forte à la plus faible influence anthropique :

- renouvellement par plantation ;
- renouvellement par taillis anthropique ;
- renouvellement par semis ou rejet de souche naturel (milieu perturbé naturellement) ;

Nous utiliserons cet indicateur dans le protocole initial.

► L'irrégularité de la structure verticale

Certaines études attribuent à la structuration verticale une grande importance : dans une forêt peu anthropisée, le nombre de strates serait plus élevé (Vallauri, 2003). En contexte de montagne, et particulièrement en Vanoise, la majorité des forêts est traitée en futaie jardinée. L'action humaine vise donc à irrégulariser le peuplement. Même si l'objectif est une irrégularisation des diamètres, cela a nécessairement une influence sur la structuration verticale. Il est alors difficile de dire si la naturalité est plus grande lorsque le peuplement présente plusieurs strates.

La phase de terrain permettra de tester la pertinence de ce critère pour notre zone d'étude. La structure verticale sera relevée, d'après la classification du Guide *des sylvicultures de montagne* (Gauquelin *et al.*, 2006). La clé de détermination est disponible en annexe 10. Du type de structure pourra être tiré le nombre de strates dont le couvert est non négligeable.

Un autre critère parfois utilisé est la présence d'un sous-étage plus important dans les forêts peu anthropisées (Belet et Augé, 2005). Le pourcentage de recouvrement du sous-étage est un indicateur simple, qui sera testé lors de la phase de terrain.

► L'irrégularité de la structure horizontale

Dans une forêt subnaturelle, on devrait trouver une forte hétérogénéité horizontale : la fameuse mosaïque d'éco-unités. Pour évaluer cette structure en mosaïque, les phases sylvatiques présentes seront relevées sur chaque placette. L'interprétation à l'échelle de la parcelle permettra de savoir si le peuplement abrite des phases sylvatiques diverses ou homogènes.

La phase de terrain permettra de voir si cet indicateur est pertinent dans notre contexte de montagne, puisque là encore se pose la question du contexte et des exceptions : suite à un incendie ou un chablis catastrophique, ou du fait du passage régulier d'avalanches, un peuplement peut être très homogène, et pourtant dirigé par une dynamique naturelle.

► La maturité du peuplement

La réalisation du cycle de la sylvigenèse est un des critères de base évoqués au 2.2.4.1. Or dans les peuplements exploités, les phases de sénescence et de déclin sont généralement absentes. L'estimation de la maturité du peuplement par un comptage des arbres les plus gros permet d'évaluer ce critère.

Le protocole initial intégrera ce critère via un tour d'horizon relascopique détaillé par catégories de diamètre. La surface terrière sera mesurée pour les petits bois (17,5-27,5 cm), les bois moyens (27,5-42,5 cm), les gros bois (42,5-62,5 cm) et les très gros bois (> 62,5 cm). À partir de la surface terrière des gros et très gros bois, leurs proportions respectives pourront être calculées. La phase de terrain permettra de vérifier quel indicateur est plus approprié (proportion ou valeur absolue, très gros bois seuls ou gros et très gros bois réunis).

Nous testerons également un classement différencié selon les diamètres d'exploitabilité de chaque essence. En effet à partir de 50 cm de diamètre un pin à crochets peut déjà être considéré comme très gros, alors qu'un épicéa n'aura pas encore atteint son diamètre d'exploitabilité. De même, selon la fertilité de la station, les gros et très gros bois peuvent être plus ou moins fréquents.

Tableau 11 : Diamètre d'exploitabilité des différentes essences, tirés du Guide des sylvicultures de montagne et des préconisations des plans d'aménagement

	Épicéa	Mélèze	Pin sylvestre	Pin cembro	Pin à crochets	Sapin	Hêtre	Autres feuillus
Diamètre d'exploitabilité sur station fertile (cm)	60-70	65-70	35-45			55-60	55-65	55-65
Diamètre d'exploitabilité sur station pauvre (cm)	45-55	45		45-55	35-45			

La surface terrière totale est un autre indicateur de maturité. Elle varie aussi avec l'intensité de l'exploitation : un peuplement qui subit des coupes régulières a nécessairement une surface terrière inférieure à celle d'un peuplement moins exploité. Le tour d'horizon relascopique permettra d'obtenir la valeur de la surface terrière totale. Sur une station peu fertile, il est probable que la biomasse vivante soit naturellement inférieure. Le type de station forestière sera donc relevé, pour enrichir l'analyse et nuancer les différences. La typologie utilisée sera celle des Alpes du Nord et de l'Ain (Joud, 2006). Les seuils de surface terrière seront donc conditionnés à la fertilité.

► La présence de bois mort

Au vu des caractéristiques des forêts naturelles rappelées dans la partie 2.2.4., la présence de bois mort semble un critère évident : dans une forêt exploitée régulièrement, laisser pourrir du bois est une aberration économique. De surcroît, dans l'espace Vanoise, même si l'affouage est moins important qu'il y a quelques décennies, les habitants continuent à réclamer des lots, et parfois un excès de zèle les pousse à évacuer les arbres morts. Les forêts les moins exploitées devraient donc abriter davantage de bois mort que les autres. Bien qu'en montagne ce bois mort puisse être naturellement emporté vers l'aval, il est probable qu'à l'échelle de la parcelle, la différence soit toujours significative.

Ce critère est souvent celui qui prend le plus de temps à évaluer, car pour mesurer un volume total de bois mort il faut mesurer chaque morceau. De plus, du bois mort est toujours présent dans les parcelles même gérées intensivement (branches mortes, souches, purges). Les différences entre forêts gérées et forêts à caractère naturel étant très grandes (de l'ordre de 1 à plus de 10), nous avons choisi d'apporter plusieurs simplifications. Plutôt que mesurer un volume de bois mort, nous avons préféré en faire une estimation par la mesure d'une surface terrière. La méthode ne pose pas de problème pour les bois morts debout : ils seront comptabilisés lors du tour d'horizon relascopique, comme les arbres vivants. Pour les bois morts au sol cette méthode est plus atypique, mais pas aberrante : il suffit de tourner le relascopie à l'horizontale pour voir si l'arbre doit être comptabilisé.

Afin de rendre l'indicateur plus discriminant par rapport à l'influence de la gestion et faciliter la prise de mesure nous avons choisi de la limiter :

- aux arbres morts entiers d'origine naturelle (en montagne les conditions de terrain favorisent l'abandon de pièces de bois mort, qui peuvent représenter une part importante de la nécromasse totale. Les purges et autres résidus de coupe ne doivent donc pas être pris en compte). Les volis présentant une chandelle et le reste de l'arbre au sol ne sont à mesurer qu'une fois.
- aux arbres morts de plus de 30 cm de diamètre (pour discriminer des peuplements plus ou moins exploités, il est préférable de se concentrer sur des arbres qui pourraient être récoltés, car ce sont eux qui font la différence).

Dans un souci de simplicité du protocole, le stade de décomposition du bois mort ne sera pas pris en compte. Par contre, nous distinguerons les bois morts au sol des bois morts sur pied. Les deux indicateurs principaux qui pourront être obtenus seront donc les surfaces terrières de bois mort au sol, et de bois mort sur pied.

Sur une station à fertilité faible la quantité de bois mort risque d'être moins importante. Pour supprimer ce biais, un autre indicateur sera testé : le rapport bois mort / bois vivant (toujours en surface terrière).

► L'exploitation passée

L'exploitation est un critère fondamental pour évaluer la naturalité. Deux indicateurs principaux peuvent être utilisés. Le premier est celui utilisé dans cette étude pour les forêts relevant du régime forestier. Il s'agit de la date de la dernière coupe (affouage compris). Celle-ci est fortement liée à la naturalité, de façon assez logique : plus le temps passé depuis la dernière coupe est long, plus le peuplement a pu retrouver un fonctionnement propre. Lorsque la date exacte est disponible, elle sera utilisée comme indicateur de l'exploitation passée. L'indicateur comprend trois catégories, équivalentes à celles choisies pour l'inventaire réalisé à partir des archives de l'ONF :

- coupe effectuée il y a moins de 30 ans ;
- coupe effectuée entre 30 et 50 ans ;
- coupe effectuée il y a plus de 50 ans.

Dans certains cas, la date exacte n'est pas connue. Par exemple, dans le parc, aucune forêt privée ne possède de plan simple de gestion. Il n'y a donc pas de trace officielle des dernières coupes. De même, dans les forêts relevant du régime forestier, certaines parcelles ne passent pas entièrement en coupe. Il y a donc des zones non exploitées depuis une date inconnue. Un deuxième indicateur recourant aux observations de terrain est donc nécessaire. La présence de souches et leur stade de décomposition est un élément de réponse. Certes la vitesse de décomposition peut varier selon les conditions locales (humidité), mais c'est le seul indice qui reste. La phase de terrain permettra de tester l'adéquation entre décomposition des souches et date de dernière exploitation. Les stades de décomposition du protocole MEDD de suivi des espaces naturels seront repris dans notre protocole (Brucciamachie *et al.*, 2005).

Les résultats de la phase de terrain permettront de vérifier que ces stades de décompositions peuvent servir à estimer le temps écoulé depuis la dernière coupe.

ECORCE	POURRITURE
1 écorce présente sur toute la surface	1 bois dur ou non altéré
2 écorce sur > 50 % surface	2 pourriture < 1/4 diamètre
3 écorce sur < 50 % surface	3 pourriture 1/4 - 1/2 diamètre
4 pas d'écorce	4 pourriture 1/2 - 3/4 diamètre
	5 pourriture > 3/4 diamètre

Figure 7 : Codes utilisés par le protocole MEDD pour caractériser la décomposition du bois mort.

Source : *Protocole de suivi des espaces naturels protégés*

Un troisième indicateur sera relevé sur le terrain : la présence d'autres traces d'exploitation, comme des rémanents, des purges, des couloirs de lançage. Il vient renforcer l'indicateur précédent.

Enfin, à l'échelle de la parcelle, un indicateur lié à l'intensité des coupes sera relevé : l'abondance des souches et autres traces d'exploitation. Elle sera notée selon quatre catégories :

- absentes ;
- localisées (présentes seulement dans certains secteurs) ;
- anecdotiques sur toute la parcelle ;
- abondantes sur toute la parcelle.

► L'accessibilité

L'accessibilité est un critère important de naturalité. Elle permet d'approcher la probabilité pour un site d'avoir été exploité dans le passé, et la probabilité qu'il soit exploité à l'avenir. Elle dépend de deux éléments principaux : la proximité d'une desserte, et la pente. Ces deux indicateurs seront relevés lors de la phase de terrain. Il sera indiqué si la parcelle est desservie par une piste ou une route forestière. Et la pente sera mesurée pour chaque placette.

► L'autochtonie des essences

Le critère d'autochtonie est un critère important pour caractériser la naturalité. En effet, un fort taux d'espèces allochtones est peu compatible avec une forte naturalité.

Cependant, la question du référentiel peut se poser. À partir de quand considère-t-on qu'une espèce est autochtone ? Le cas de l'épicéa a été souvent étudié : en Vanoise, des analyses polliniques ont montré que son arrivée est contemporaine de l'augmentation de l'activité agricole à l'âge du fer final (-2600 ans). L'occupation humaine se caractérise alors par l'ouverture du couvert forestier, créant des clairières ensuite abandonnées. Ces sites abandonnés deviennent ensuite propices à l'installation de l'épicéa, essence de lumière (Gensac, 2000).

Il serait aberrant de déclasser tous les peuplements d'épicéas pour ne prendre en compte que les espèces présentes avant l'installation de l'homme. Car dans cette étude, l'objectif n'est pas de trouver des forêts naturelles, mais plutôt de classer les peuplements entre eux, pour trouver ceux qui sont les plus naturels possibles. Puisque l'épicéa est devenu l'essence majoritaire de la zone d'étude depuis longtemps, il serait dommage d'exclure ces peuplements de futures actions en faveur de la naturalité.

Allochtonie géographique

Une essence sera donc considérée comme allochtone quand son introduction remonte à moins de 150 ans. Dans la zone étudiée, peu d'essences semblent avoir été introduites. La plupart des plantations ont été effectuées avec des essences autochtones. Le robinier faux-acacia et l'épicéa pungens font partie des quelques essences allochtones présentes en Vanoise, utilisées principalement dans les zones à rôle de protection. Le tour d'horizon relascopique distinguera la surface terrière de chaque essence, et une proportion d'essences allochtones en sera tirée.

Allochtonie stationnelle

Une essence peut également ne pas être à sa place sur une station donnée, car elle a été favorisée par l'action humaine. Elle pourrait aussi être considérée comme allochtone à une échelle très fine. Le type de station est relevé pour chaque placette. Pour chaque type de station, la formation végétale potentielle est indiquée. Mais souvent un grand nombre d'essences peuvent naturellement pousser sur chaque station, c'est pourquoi nous ne retiendrons pas d'indicateur lié à l'allochtonie stationnelle.

Allochtonie génétique

Une autre question très importante est celle de l'autochtonie génétique. Certes un individu de souche non locale perturbe peu la dynamique du peuplement, mais l'autochtonie génétique fait partie des critères courants de naturalité. Les plantations réalisées par le service de restauration des terrains de montagne se sont souvent faites avec des espèces autochtones, mais dont l'origine génétique n'est pas forcément connue. Un peuplement situé à proximité d'une plantation est donc susceptible d'être « pollué »

génétiqnement par celle-ci. Chez les conifères, une forte proportion de pollen se dépose à moins de 200 m de son origine. Et pour les vergers à graines, il est conseillé de laisser une bande d'isolement de « quelques centaines de mètres » pour minimiser le risque de pollution génétique (Philippe *et al.*, 2006). Pour approcher ce risque de pollution, un indicateur de distance à la plantation la plus proche peut être utilisé. Les deux grands seuils seront 200 m et 500 m.

► La diversité en essences

La diversité des essences est parfois citée comme un critère de naturalité. En montagne son importance est certainement moindre, puisque naturellement se forment des peuplements plus purs qu'à plus basse altitude. Il sera toutefois pris en compte pour la phase de test.

Encore une fois, le tour d'horizon relascopique sera utilisé pour obtenir un indicateur de diversité : à partir de la surface terrière de chaque essence, la proportion de chacune pourra être calculée, ainsi que l'indice de diversité de Shannon, H' .

$$H' = \sum_{i=essence\ 1}^{i=essence\ N} p_i \cdot \ln(p_i) \quad \text{où } p_i \text{ est la proportion de surface terrière de l'essence } i.$$

Les espèces du sous-étage ne seront pas oubliées : toutes les espèces présentes seront renseignées, pour aboutir à un indicateur simple : le nombre d'espèces présentes dans le sous-étage.

► Les espèces indicatrices d'un faible degré d'anthropisation

Divers cortèges faunistiques ou floristiques sont utilisés pour caractériser l'anthropisation d'un site. Ils sont souvent considérés comme des indicateurs de pointe. Prenons l'exemple du cortège des syrphidés (insectes hyménoptères). Il est bien connu des scientifiques et les traits de vie des différentes espèces permettent, à partir d'un inventaire complet, de déterminer le degré d'anthropisation d'un milieu (Sarhou *et al.*, 2003). Cependant, cela nécessite un inventaire spécifique, un piégeage des insectes, une interprétation pointue par un spécialiste de ces taxons, qui ne sont pas envisageables dans le cadre de notre étude.

D'autres cortèges comme celui des bryophytes saprolognicoles (qui croissent sur le bois pourri) ou des coléoptères saproxyliques (dépendants du bois mort, comme abri ou source de nourriture) ont été étudiés. De nombreuses autres espèces sont largement reconnues comme typiques des forêts peu exploitées. C'est le cas de certains oiseaux comme les pics ou des lichens à croissance lente (en Vanoise on ne trouve pas *Lobaria pulmonaria*, mais *Letharia vulpina*, ou lichen tue-loups, caractéristique des vieux mélèzes). Cependant, une estimation de la naturalité basée sur l'inventaire de ces espèces nécessiterait des connaissances naturalistes importantes, et un inventaire long. De plus, le choix se porterait forcément sur quelques espèces ou groupes particuliers. Si un site a été repéré comme peu anthropisé, la présence de bioindicateurs reconnus peut conforter le repérage, mais ne suffit pas. Nous relèverons donc la présence de bioindicateurs évidents, mais cela n'influencera pas directement l'estimation du degré de naturalité.

► La présence de microhabitats (cavités, décollement d'écorce, etc.)

Le nombre de microhabitats est plus grand dans les forêts non gérées. Cependant, à caractéristiques égales, un arbre n'a pas plus de chance d'abriter un microhabitat quand il est situé en forêt non gérée (Vuidot *et al.*, 2009 et 2010). La présence de microhabitats est donc un indicateur indirect de la naturalité : dans les forêts gérées, les arbres susceptibles d'accueillir des microhabitats (très gros bois, chandelles) sont moins nombreux, donc les microhabitats sont moins nombreux (en moyenne deux fois moins). Puisque les gros et très gros bois ainsi que les bois morts sont déjà pris en compte, il serait redondant d'estimer un nombre de microhabitats. Cet indicateur ne sera pas utilisé dans cette étude.

3.2.2.2. Critères liés à l'histoire du peuplement

► La continuité de l'état boisé

La continuité de l'état boisé dans le temps revient souvent comme un critère fondamental de naturalité. Une forêt récente n'abrite pas les mêmes espèces qu'une forêt ancienne. Et le temps nécessaire pour retrouver les caractéristiques d'une forêt ancienne peut être très long, jusqu'à plus de vingt siècles.

Le sol semble un élément primordial dans l'étude de la continuité de l'état boisé. Idéalement, l'observation des débris végétaux dans le sol, ainsi que de l'humus, apporte des indices d'un passé forestier (ouvrages à citer). La composition chimique fournit une information précieuse. La mise en œuvre de ce type d'étude semble pourtant difficile dans notre cas. Il faudrait soit faire appel à un spécialiste pour reconnaître sur le terrain les sols typiques des forêts anciennes, soit prélever des échantillons et les faire analyser en laboratoire.

D'autres éléments peuvent être utilisés. Comme il a été vu plus haut, certains documents anciens sont disponibles et fournissent une information sur l'occupation passée du sol. Avec toutes les limites évoquées au paragraphe 3.1.5., la carte d'état-major des années 1860 permet d'approcher l'état boisé de l'époque. De même, les photos aériennes de 1948 et du début des années 1950 sont une source d'information précieuse. Quand ces documents sont disponibles, l'indicateur d'ancienneté de l'état boisé se basera sur eux.

Dans les autres cas (carte non complétée, photo aérienne illisible), les observations de terrain se substitueront au travail bibliographique. Des signes d'un état boisé récent peuvent être observés sur le terrain :

- des arbres à la forme conique et aux branches basses (issus le plus souvent de colonisation d'alpages) ;
- un milieu encore assez ouvert ;
- un peuplement encore jeune et régulier peut signifier une recolonisation récente ;
- des vieux arbres torturés (ou lousps), qui ont poussé sans les contraintes d'un milieu forestier, marquent l'emplacement d'un ancien pré-bois ;
- des espèces typiques des anciens pâturages : les graminées de façon générale, en particulier *Calamagrostis villosa* et *Brachypodium pinnatum* (Bartoli, 1966), le genévrier des Alpes, le verâtre blanc, les essences pionnières ou postpionnières comme le mélèze, le pin sylvestre et divers feuillus. Pour les herbacées, des listes d'espèces typiques de forêts anciennes ou récentes existent, mais il s'agit toujours de plus grande probabilité de présence (McEvoy, 2006), et les espèces peuvent changer selon le contexte (Febvre, 2010). Aucune étude n'a été faite pour la Vanoise. Cette observation est donc à rattacher à d'autres indices d'un passé ouvert : seule, elle ne peut rien prouver.

Cet ensemble d'indicateurs sera testé pendant la phase de terrain.

Grâce au tour d'horizon relascopique, une proportion d'essences pionnières et postpionnières peut être calculée, et former un indicateur supplémentaire.

3.2.2.3. Critères liés aux autres impacts anthropiques

► La présence d'espèces exotiques invasives

Par méconnaissance ou par négligence, l'homme introduit parfois des plantes allochtones qui peuvent devenir envahissantes. Ce sont généralement des plantes qui colonisent rapidement les milieux ouverts. En forêt, elles sont moins courantes, mais pas totalement absentes. Dans les milieux forestiers du parc, quelques plantes invasives n'ont pour l'instant été observées que ponctuellement. Mais elles sont présentes dans les vallées (renouée du Japon par exemple). Il est donc envisageable que dans le futur certains milieux forestiers soient touchés par ce problème. Dans le cadre d'un suivi à long terme, la présence d'espèces invasives doit être retenue comme un critère important. Elle peut être évaluée grâce au pourcentage de recouvrement de ces espèces.

► L'empreinte humaine à large échelle

L'influence de l'homme se fait ressentir à grande échelle également. La naturalité des forêts en Vanoise est impactée par des facteurs communs à l'ensemble des communes étudiées, ou à une grande partie d'entre elles.

La disparition des grands prédateurs est l'un d'entre eux : les écosystèmes ne sont plus sous l'influence de ces animaux. Les grands herbivores à l'inverse voient leur population augmenter.

En Maurienne, les fumées fluorées émanant des usines Péchiney ont connu un pic dans les années 1980. Elles sont la cause d'une importante pollution fluorée, dont les conséquences sont encore discutées. Les forêts subiraient encore les effets de cette pollution. Plus largement, le réchauffement climatique a et aura certainement des effets sur les milieux forestiers.

Mais ces perturbations sont difficilement mesurables. Elles sont communes à de grandes zones et ne discrimineront pas les peuplements d'un même secteur. Elles ne seront donc pas évaluées dans notre protocole.

► L'impact des perturbations naturelles

La diminution des perturbations naturelles par l'installation de paravalanches ou d'ouvrages pour limiter les crues des torrents peut être à l'origine d'un changement local dans le milieu. Ces perturbations limitent la croissance des forêts, mais permettent aussi de maintenir des systèmes particuliers, constamment soumis à ces contraintes. La suppression de ces perturbations peut être vue comme une diminution de la naturalité. Il est difficile de déterminer qu'un peuplement serait différent si le paravalanche situé en amont n'avait pas été construit. La naturalité peut cependant être considérée

comme plus forte si le peuplement subit des perturbations naturelles car cela signifie que le secteur est peu contrôlé.

La proportion de surface impactée par des perturbations naturelles sera donc relevée. Il pourra s'agir :

- d'avalanches ;
- d'éboulis, des chutes de pierres ;
- des glissements de terrain ;
- de crues torrentielles ;
- d'incendies ;
- de coups de chablis.

► **L'intégrité du massif forestier**

Une forêt complètement isolée, de petite taille, peut être considérée comme moins naturelle qu'un grand massif : l'influence des milieux ouverts environnants n'est pas négligeable. Un grand massif traversé par un grand nombre de routes ou de pistes peut lui-même être considéré comme moins naturel qu'un massif de même forme et taille sans aucune desserte : la circulation de la faune peut être perturbée. En Vanoise, les massifs sont généralement de grande taille, allongés dans le sens des vallées sur plusieurs communes. La taille du massif n'est donc pas un indicateur pertinent. La desserte est déjà prise en compte dans le cadre du critère d'accessibilité. Il n'est pas nécessaire de la noter à nouveau.

► **La fréquentation touristique**

L'importance de la fréquentation est parfois mentionnée comme critère de naturalité. En effet le passage de visiteurs peut perturber la faune, ce qui a un impact sur la naturalité. Mais cela reste anecdotique, et surtout relativement localisé autour des sentiers. Il ne faudra donc pas donner trop de poids à ce critère. La fréquentation est difficilement mesurable lors d'une visite ponctuelle. Nous relèverons uniquement les signes de fréquentation visible (tables de pique-nique, panneaux d'information, passage d'un sentier de grande randonnée, etc.), pour calculer un nombre de signes de fréquentation.

En Vanoise, le ski hors piste est un autre élément perturbateur de la faune. La présence d'un itinéraire de ski hors piste constituera un deuxième indicateur. Cela nécessitera un travail de recherche préalable (plan d'aménagement, entretien avec l'agent forestier).

► **Les autres sources de dérangement**

Certaines études tiennent compte des perturbations liées au contexte : pollution lumineuse, bruit provenant d'une route à proximité. Ce critère ne sera pas intégré au protocole d'évaluation du degré de naturalité car il est davantage lié au sentiment de nature généré chez le visiteur qu'à la naturalité du milieu au sens écologique.

► **Les autres signes d'occupation humaine**

Le signe d'une activité humaine ancienne ou actuelle est un autre élément qui peut faire baisser la naturalité. Il est donc intéressant de noter si des signes sont présents sur la parcelle (ligne électrique, carrière à proximité, anciens murets, places de charbonniers, etc.). En effet, si une ligne électrique passe dans la parcelle, une activité régulière est nécessaire pour l'entretenir. Quelle que soit cette activité, la naturalité en sera diminuée. Les traces d'occupation passée ou actuelle seront donc notées. L'indicateur, de type qualitatif, intégrera trois catégories :

- absence de signes ;
- signes d'occupation passée ;
- signes d'occupation actuelle.

3.2.2.4. Les critères réellement choisis

Après avoir passé en revue l'ensemble des critères et indicateurs potentiels, récapitulons ceux qui ont finalement été retenus pour la phase de terrain. Certains nécessitent une prise de mesure exacte, ils sont issus de données relevées sur des placettes à angle fixe. D'autres sont relevés dans un rayon de 20 m. Enfin, pour quelques indicateurs particuliers, l'observation est faite à l'échelle de la parcelle entière. Ce sont des indicateurs qui devraient être assez homogènes à cette échelle.

Tableau 12 : Indicateurs retenus pour être testés sur le terrain

CRITÈRE	INDICATEUR	TYPE D'INDICATEUR	ÉCHELLE
Renouvellement	Plantation / taillis / semis ou rejet de souche naturel	Observation	Parcelle
Structure verticale	Structure verticale type GSM	Observation	Placette
	% de recouvrement du sous-étage	Observation	Placette
	Nombre de strates	Observation	Placette
Structure horizontale	Diversité des phases sylvatiques	Observation	Parcelle
Maturité	% de très gros bois ou de gros et très gros bois en surface terrière	Calcul	Placette
	Surface terrière totale	Calcul	Placette
Bois mort	Surface terrière bois mort au sol	Mesure	Placette
	Surface terrière bois mort sur pied	Mesure	Placette
	Surface terrière bois mort / surface terrière bois vivant	Calcul	Placette
Exploitation passée	Année de dernière coupe ou stade de décomposition des souches	Observation	Parcelle
	Nombre d'autres traces d'exploitation	Observation	Parcelle
	Abondance de souches et autres traces d'exploitation	Observation	Parcelle
Accessibilité	Desserte présente (piste ou route forestière)	Observation	Parcelle
	Pente	Mesure	Placette
Autochtonie	% d'espèces allochtones en surface terrière	Calcul	Placette
	Distance à la plantation la plus proche	Observation	Parcelle
Diversité	Indice de diversité de Shannon sur les surfaces terrières des essences	Calcul	Placette
	Nombre d'espèces du sous-étage	Observation	Placette
Continuité de l'état boisé	Documents anciens ou indices d'ancienneté sur le terrain	Observation	Parcelle
	% d'essences pionnières ou post-pionnières	Calcul	Placette
Espèces invasives	% de recouvrement des espèces invasives	Observation	Placette
Perturbations naturelles	% de surface impactée par une perturbation naturelle	Observation	Parcelle
Fréquentation	Nombre de signes de fréquentation touristique	Observation	Parcelle
	Présence/absence de pratique de ski hors-piste	Observation	Parcelle
Occupation humaine	Traces d'occupation actuelle ou passée	Observation	Parcelle

Le protocole a évolué au cours du temps, les indicateurs présentés ici correspondent donc aux indicateurs initiaux.

Des données descriptives sont aussi relevées sur chaque placette, en vue de la caractérisation ultérieure des forêts à caractère naturel de la Vanoise. Elles ne sont pas directement reliées à la naturalité mais aideront à l'interprétation des résultats : pente, altitude, exposition, type de station selon Joud (2006), recouvrement de la régénération.

3.2.3. Réalisation de relevés tests sur le terrain

Les objectifs de la phase de terrain étaient de :

- tester le protocole pour vérifier sa facilité de mise en œuvre ;
- déterminer les indicateurs les plus pertinents et les seuils à utiliser pour la notation ;
- obtenir des données permettant de caractériser les forêts à caractère naturel.

Le parti a donc été pris de visiter des forêts présentant *a priori* des degrés de naturalité variés (plantation, forêt exploitée, forêt non gérée) et des types de peuplements différents. La pertinence du protocole a ainsi été testée dans un grand nombre de situations.

3.2.3.1. Échantillonnage de la variabilité : choix de sites grâce à l'inventaire initial

La démarche de localisation des sites de mesure s'est appuyée sur la nécessité de suréchantillonner les forêts présentant *a priori* un fort degré de naturalité. L'échantillonnage n'est donc pas systématique. Quelques sites ayant des chances d'abriter des forêts à forte naturalité ont été repérés, grâce aux données recueillies durant la phase précédente (consultation des aménagements et entretiens avec les agents). Ensuite il a fallu compléter pour obtenir une vue d'ensemble des peuplements présents dans la région : pessière, pineraie à crochets ou sylvestre, mélézin, etc. Nous disposions de données sur le type de station et sur les essences en place. Or les essences présentes ne correspondaient pas toujours au type de station. Nous avons donc prioritairement choisi des sites où ces deux éléments étaient en adéquation, même si cela n'a pas été toujours possible.

Pour les forêts exploitées, le choix était plus difficile, car la base de données constituée lors de la première partie de l'étude était centrée sur les parcelles peu exploitées. Moins de données étaient disponibles pour les parcelles exploitées. Quelques-unes ont tout de même été retenues. Pour optimiser les déplacements, nous nous sommes laissés la possibilité de nous arrêter dans des peuplements proches de ceux qui n'étaient pas exploités, même s'ils n'étaient pas prévus.

Peu de sites dont l'exploitation date de 30-50 ans ont été retenus, du fait de leur caractère intermédiaire. Les quelques peuplements de ce type ont été classés avec les peuplements exploités.

Les parcelles à visiter ont été choisies de manière à prendre en compte une éventuelle variabilité géographique. Dans la mesure du possible, une visite de chaque type de peuplement était prévue dans chaque secteur. Ces secteurs correspondent aux unités territoriales de l'ONF (Haute-Maurienne, Haute-Tarentaise, Moûtiers).

Tableau 13 : Parcelles initialement prévues pour la phase de terrain.

	Forêts non exploitées depuis au moins 50 ans			Forêts exploitées
	Haute-Maurienne	Haute-Tarentaise	Moûtiers	
Pessière	Sollières B1 Lanslevillard 33, 36	Tignes 5, 10, 11 Ste-Foy B, C, D Villaroger 32 partie	Pralognan 26, 41, 44 St-Martin 9	Planay 24.3, 25.3 Pralognan 38-40
Sapinière	Modane 8	—	—	Modane 7 Ste-Foy 53 (1971) Planay 12.2 (1973)
Mélézin	Sollières A1 Bessans 10, 11	Tignes 6, 7, 36 Ste-Foy 66 Villaroger 27 partie	—	Sollières U1 Bessans
Cembraie	Bramans 39, 41, g Villarodin 6, 113 Avrieux Y	Villaroger 38 partie	Pralognan 37 partie Les Allues Tuéda	Aussois 9 Aussois 38 mélange pins à crochets et cembros Bramans 5
Pineraie à crochets	Bramans 8, 9, 15 Lanslevillard 37-39	Tignes 36 partie	Pralognan 20 Bozel F3, G3, R1	Sollières H3a partie Modane 110?
Pineraie sylvestre	Villarodin 32-34 Avrieux Z	Ste-Foy 5 partie Montvalezan K, L		Bozel U3 Les Allues
Peuplement de feuillus	—	—	Planay 31.3, b	

Certaines combinaisons n'existent pas. Par exemple dans l'UT de Moûtiers, aucun peuplement de mélèze non exploité n'a été trouvé, car les mélèzes y sont rares. Mais pendant la phase de terrain, il est arrivé que certaines combinaisons non prévues initialement aient pu finalement faire l'objet de relevés.

La visite de peuplements particuliers a aussi été prévue :

Tableau 14 : Parcelles abritant des types de peuplements particuliers

Plantations récentes	St-Martin 2
Plantations abandonnées (peuplements RTM)	Dent du Villard
	Mont-Jovet
Peuplements subissant un fort impact des perturbations naturelles	Pralognan 48

La phase de terrain a en partie été réalisée avec les agents forestiers en charge des forêts concernées. Ils ont parfois influencé le choix des parcelles à visiter.

3.2.3.2. Sites réellement visités

L'ensemble des types de peuplements a pu être échantillonné, même si tous les sites prévus n'ont pu être visités. Les sites peu exploités ont bien été suréchantillonnés (environ 65 % des relevés). Mais parfois ils ne correspondaient pas exactement à ce qui était attendu : certains types de peuplement se sont révélés plus fréquents que prévu. Les mélanges étaient nombreux. Le tableau ci-dessous présente le nombre de placettes réalisées effectivement pour chaque type de peuplement.

Tableau 15 : Nombre de placettes réalisées pour chaque type de peuplement

	Pessière	Pineraie à crochets	Mélézin	Cembraie	Sapinière-pessière	Pineraie sylvestre	Feuillus	Couloirs d'avalanche ou éboulis
Exploitation < 50 ans	33	6	6	4	10	0	3	0
Non exploité depuis 50 ans	44	21	17	16	4	5	5	4

Certains types paraissent sous-échantillonnés (cembraies ou pineraies à crochets exploitées par exemple). Cela est dû à leur rareté : les pineraies à crochets sont peu intéressantes économiquement, donc peu exploitées. Et les cembraies ont été fortement exploitées par le passé. Pour les laisser se reconstituer, leur exploitation a été limitée ces dernières décennies.

Comme les mélanges sont fréquents, nous avons suivi deux règles pour ce classement : quand il s'agissait d'un mélange équilibré entre de l'épicéa et une autre essence, il a été classé avec cette autre essence. Dans le cas des mélanges pin cembro-mélèze, nous les avons classés avec les cembraies.

En annexe 11, une carte permet de localiser les relevés effectués.

3.2.4. Modification du protocole, choix des variables les plus pertinentes

La phase de terrain a entraîné des modifications du protocole. Celles-ci peuvent être empiriques, liées à des observations faites directement sur le terrain, ou venir de l'analyse ultérieure des données. Une modification commune à plusieurs indicateurs concerne l'échelle d'observation. Pour le test nous avons choisi de relever certaines informations par placette et d'autres par parcelle. Il semble finalement plus simple de relever toutes les informations à l'échelle de la placette, mais cela rend le protocole plus lourd. Dans le cas d'une mise en place rapide, seuls les indicateurs mesurés de façon exacte seront relevés sur les placettes. Les autres ne seront évalués qu'à l'échelle de la parcelle. Un protocole « par placette » est présenté en annexe 14, suivi d'une variante pour mise en place rapide (annexe 15).

3.2.4.1. Modifications liées aux observations directes

► Modification de la prise de donnée

Durant la phase de terrain il est apparu que certains indicateurs méritaient d'être enrichis, ou modifiés.

- Il s'agit tout d'abord du bois mort au sol. La décomposition de ce bois mort n'avait pas été intégrée au début, dans un souci de simplicité. Mais le constat empirique est que parmi les bois morts au sol comptabilisés, très peu présentaient un degré de décomposition avancé. Or, si sur une placette certains bois morts sont très anciens, cela signifie qu'ils n'ont pas été récoltés à une époque où l'exploitation se faisait quasiment partout. Ils n'ont pas non plus fait l'objet de coupes délictueuses, fréquentes autrefois. C'est donc un signe fort de naturalité. Il est souhaitable d'intégrer ce nouvel indicateur. Mais pour ne pas alourdir le protocole, la décomposition du bois sera renseignée pour l'ensemble de la placette, par une codification en présence / absence.

- L'abondance des souches était relevée de façon subjective (abondantes ou anecdotiques), à l'échelle de la parcelle. Mais il semble plus judicieux de créer des catégories objectives, dans un rayon de 20 m autour de chaque placette :
 - absence de souche ;
 - 1 ou 2 souches présentes (moins de 16 souches par hectare) ;
 - plus de 2 souches (plus de 16 souches par hectare).
- La diversité des phases sylvatiques a été abandonnée en tant que telle, car trop subjective. Pour approcher la structure horizontale, on utilisera plutôt la structure verticale qui est relevée pour chaque placette. Au lieu d'estimer la diversité des phases sylvatiques, on s'appuiera sur la diversité des structures verticales à l'échelle de la parcelle. Une majoration sera appliquée en cas de présence de phase de sénescence.
- Concernant les signes de fréquentation et d'activité passée ou actuelle, et la pratique du ski hors piste, il a semblé plus approprié de les réunir en un seul indicateur, relevant d'un impact anthropique non lié à la gestion forestière. Les classes finalement créées sont les suivantes :
 - absence de signes ;
 - signes d'une activité ou fréquentation passée qui n'a plus cours aujourd'hui (murets de pierre, places de charbonniers, ligne électrique démontée, forage abandonné, vieille mine à proximité, etc) ;
 - signes d'une activité ou fréquentation actuelle de peu d'impact (déchets, tables de pique-nique, panneaux d'information, ski hors piste)
 - signes d'une activité ou fréquentation actuelle à fort impact (ligne électrique, ouvrages RTM pour contrôler les torrents ou les avalanches, pâturage en forêt encore actuellement)
- Enfin, plutôt que le type de desserte, il est plus judicieux de se baser sur la distance à la desserte la plus proche. Pour chaque placette, il faudra déterminer si une piste ou une route forestière est présente à une distance inférieure à 50 m en aval, et 150 m en amont. Ces distances correspondent aux distances de débardage en montagne, et peuvent être obtenues grâce au zonage Cartuvi de l'ONF. Les trois classes seront donc :
 - absence de desserte ;
 - piste à moins de 50 m en aval ou 150 m en amont ;
 - route forestière à moins de 50 m en aval ou 150 m en amont.

► **Suppression d'un indicateur**

Enfin, un indicateur a été supprimé. C'est la proportion de surface subissant l'impact d'une perturbation naturelle. Non seulement il est difficile d'évaluer cette proportion sur le terrain, mais elle apparaît peu pertinente au vu des situations rencontrées. Le protocole proposé ici est surtout adapté aux forêts à dynamique douce. Il ne pourra donc pas être appliqué aux forêts naturellement perturbées.

Toutes ces modifications viennent d'observations empiriques. Des analyses plus poussées sur les données chiffrées permettent d'effectuer un choix plus fin parmi les autres indicateurs. Elles sont présentées dans les paragraphes suivants.

3.2.4.2. Traitements statistiques utilisés

Les relevés de la phase de test ont été utilisés de deux façons :

- les variables les plus significatives ont été détectées et généralement retenues pour le protocole final, et des valeurs seuils ont pu être avancées ;
- des grands types de forêts peu exploitées ont pu être définis.

Nous aborderons ici l'utilisation des résultats pour le choix des variables. Les grands types de forêts rencontrées seront traités plus loin. L'explication de la méthode statistique vaut pour les deux parties.

► **Méthode multivariée**

Pour analyser les rapports entre variables, il existe en statistique multivariée deux méthodes descriptives principales : l'analyse en composantes principales (ACP), et l'analyse factorielle des correspondances (AFC). La différence principale entre ces deux méthodes tient à la nature des variables traitées. L'ACP ne traite que des variables quantitatives, et l'AFC des variables qualitatives (Houllier et Gégout, 1994). Certaines des données essentielles étant quantitatives, c'est l'ACP qui a été choisie. Ce choix est d'autant plus conseillé qu'il est possible de convertir des données qualitatives en données quantitatives. Le schéma de la page suivante montre cette conversion.

Avant conversion : qualitatif		Après conversion : quantitatif					
Relevé	Phase sylvatique présente	Relevé	Régénération	Jeune	Mature	Âgée	Sénescence
1	régénération	1	1	0	0	0	0
2	jeune	2	0	1	0	0	0
3	mature	3	0	0	1	0	0
4	âgée	4	0	0	0	1	0
5	sénescence	5	0	0	0	0	1

Figure 8 : Exemple de conversion de tableau de données de variables qualitatives à variables quantitatives

Le tableau d'entrée est une matrice avec les relevés en ligne et les variables en colonne, comme sur le tableau de droite. À partir de cette matrice de variables corrélées, l'ACP fournit une matrice de variables statistiquement décorréées, correspondant à des combinaisons linéaires des premières variables. Ces variables indépendantes sont les composantes principales. Elles correspondent à un caractère complexe, non quantifiable par une seule variable. Leur signification n'est pas prédéfinie : c'est à nous de la déterminer.

La projection des individus ou des variables dans l'espace, sur les axes factoriels associés aux composantes principales, aide à trouver cette signification. Généralement les premiers axes suffisent à représenter le nuage initial sans trop de déformation. Cette image réduite est plus accessible à notre observation. En l'examinant, il devient plus simple de décrire et analyser les données du tableau initial. Il est alors possible de déterminer quelles variables sont les plus structurantes.

Ces méthodes aident à mettre en lumière les ressemblances entre individus (ici les relevés), et les liaisons entre variables. Les variables les plus structurantes et donc les plus pertinentes peuvent être repérées. Cela permet de voir si dans notre protocole tous les indicateurs doivent être conservés ou non.

Le logiciel Ginkgo (Bouxin, 2005 et De Cáceres, 2004) a été choisi pour ces analyses : d'accès libre et d'utilisation plutôt intuitive, il a permis d'effectuer les analyses dans un temps assez court.

► Méthodes univariées

Grâce aux ACP, de nouvelles questions se sont posées. Une autre approche a alors été utilisée. En partant des grandes catégories définies lors de l'inventaire (partie 3.1.), des tests plus simples (univariés) ont été réalisés : analyses de variance (ANOVA) et tests de Student. Ce type d'analyse permet de savoir si des différences significatives existent entre les moyennes de deux groupes ou plus. Ils ont permis de voir à quel niveau chaque indicateur est discriminant. Ils ont également servi à confirmer ou nuancer les interprétations des ACP. Les fonctionnalités d'Excel permettent de réaliser ces analyses simples.

Dans la suite du mémoire, les grandes étapes du raisonnement seront mentionnées et les conclusions également. L'ensemble des graphiques est consultable en annexe 12.

3.2.4.3. Analyse de la totalité des relevés : détection d'indicateurs à poids important et choix entre plusieurs indicateurs possibles

► Ajout d'indicateurs avant l'analyse

À partir des données relevées sur le terrain, divers indicateurs peuvent être construits. Les indicateurs choisis avant la phase de terrain ont été calculés. Mais d'autres ont été ajoutés, pour vérifier s'ils pouvaient être plus pertinents que ceux initialement prévus. Il s'agit des indicateurs suivants :

- pour intégrer une information sur les essences en place : proportion de chaque essence en surface terrière, et indice de diversité de Shannon associé ;
- pour rendre compte de l'hétérogénéité des diamètres : indice de diversité de Shannon, calculé à partir de la proportion en surface terrière des catégories de diamètre ;
- pour discriminer des peuplements particulièrement matures : surface terrière des très gros bois morts sur pied.

► L'analyse en composantes principales

L'analyse peut donc débuter, à partir de l'ensemble des relevés réalisés et des variables mesurées ou calculées. Certains relevés se distinguent immédiatement, ils donnent une importance artificielle à des variables pour lesquelles ils prennent des valeurs extrêmes. C'est le cas entre autres des relevés à nécromasse exceptionnellement élevée (plus de 10 m²/ha). Les relevés de ce type sont éliminés et l'analyse répétée, jusqu'à ce qu'aucun relevé extrême ne la perturbe plus.

Il faut ensuite choisir le nombre d'axes à interpréter. L'histogramme des valeurs propres, en annexe 12, représente la répartition de l'information selon les différents axes. Il permet de définir le nombre d'axes à interpréter. Dans notre cas les deux premiers axes se distinguent des autres par un saut net. Il est donc possible de limiter l'interprétation à ces deux axes, qui expliquent 27 % de l'inertie.

Enfin, la projection des variables et des relevés sur les deux premiers axes aide à comprendre la signification de ces axes, et à repérer les variables les plus structurantes.

- Axe 1 : d'après l'observation de ces projections, il semble lié à l'ancienneté de la forêt : d'un côté des peuplements anciens d'épicéas, sur des substrats riches, plutôt exploités, de l'autre des peuplements de mélèzes et pins cembro situés plus en altitude, dont certains sont issus de recolonisation récente.
- Axe 2 : il oppose quant à lui des peuplements matures à des peuplements de pins à crochets sur substrat pauvre. Les variables liées à l'exploitation sont légèrement opposées aux variables de maturité et de bois mort, mais pas de façon nette. Cela suggère que la maturité du peuplement dépend plus de la fertilité que de l'exploitation. C'est en partie vrai, mais le deuxième axe peut sans doute être étiré pour vérifier si, en dehors des situations extrêmes, l'exploitation ne prend pas plus d'importance. Quand les peuplements spécifiques dominés par les pins à crochets ou les pins sylvestre sont retirés de l'analyse, le deuxième axe est en effet étiré et l'exploitation s'oppose plus clairement aux variables liées à la maturité du peuplement et à la nécromasse. Il est donc pertinent de conserver les indicateurs correspondants, et par la suite de leur donner un poids important dans la notation.

Cette analyse permet aussi de choisir entre plusieurs indicateurs, selon leur poids dans l'ACP. Certains sont trop corrélés entre eux, et il est préférable de n'en conserver qu'un. Par exemple l'indice de diversité de Shannon sur les catégories de diamètres est énormément corrélé à la proportion de gros et très gros bois, et n'amène pas d'information supplémentaire à l'ACP. C'est donc l'indicateur initialement prévu, la proportion de gros et très gros bois, qui a été conservé, par souci de simplicité.

De la même façon, d'autres indicateurs ont pu être sélectionnés :

- plutôt que la proportion de très gros bois, on retiendra la proportion de gros et très gros bois réunis ;
- plutôt que le rapport de la surface terrière de bois mort sur la surface terrière de bois vivant, on retiendra la surface terrière de bois mort.

► Les analyses univariées

Pour les indicateurs structurants, des analyses univariées peuvent confirmer des relations. Voyons l'exemple du lien entre le stade de décomposition des souches et la date de la dernière coupe. Pour chaque site visité, la date exacte de dernière coupe a été intégrée. Une ANOVA a été effectuée entre les stades de décomposition du bois (stades 1 à 5 et absence de souche). Les résultats sont présentés ci-dessous. La probabilité de rejeter à tort l'hypothèse nulle « les dates de dernière coupe sont identiques quel que soit le stade de décomposition » est bien inférieure au seuil de 5 %, ce qui montre qu'il existe bien une différence significative de décomposition selon la date de la dernière coupe.

ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre groupes	61185,870	5	12237,174	29,872	7,68E-22	2,266
À l'intérieur des groupes	71279,080	174	409,650			
Total	132464,95	179				

Figure 9 : Résultats de l'ANOVA réalisée sur les dates de dernières coupes des différents stades de décomposition du bois.

Comme l'ANOVA ne dit pas si la différence est significative seulement entre deux groupes ou entre plusieurs d'entre eux, des tests de Student ont permis d'affiner l'analyse. Il a alors été possible de regrouper les stades de décompositions 1, 2 et 3 (dernière coupe datant de moins de 50 ans) et les stades 4 et 5 (coupe plus ancienne).

Il n'est donc pas nécessaire de conserver les deux indicateurs (date de dernière coupe et stade de décomposition des souches). Si la date de dernière coupe est connue avec précision, il vaut mieux l'utiliser. Mais si le protocole est mis en place sur une zone pour laquelle cette donnée n'est pas disponible, l'état de décomposition des souches permet une approximation acceptable. De même, pour les forêts relevant du régime forestier, une hétérogénéité existe au sein d'une même parcelle : bien qu'elle soit passée récemment en coupe, elle peut abriter localement des zones non exploitées. Il serait dommage de leur attribuer une note basse pour le critère d'ancienneté de l'exploitation alors qu'aucune souche n'y est visible. Le cas inverse est aussi envisageable. La décomposition des souches permettra

dans ces cas de corriger approximativement la date de dernière coupe. La correspondance des notes sera donnée dans le protocole final, au paragraphe 3.2.5.4.

D'autres indicateurs ont pu être affinés grâce à ces analyses simples (surfaces terrières de bois mort, proportion de gros et très gros bois), et parfois des seuils ont pu en être déduits.

Enfin, certains indicateurs soupçonnés d'être peu discriminants grâce à l'ACP ont pu être définitivement éliminés après des analyses de variance. En se basant sur les dates de dernière coupe, une analyse de variance (ANOVA) peut être réalisée, et si aucune différence significative n'apparaît entre les groupes, c'est un signe que l'indicateur est peu utile. Le nombre de strates verticales ou le pourcentage de recouvrement du sous-étage ont été éliminés de cette façon, ainsi que les indicateurs calculés après la phase de terrain (indice de diversité de Shannon sur les essences par exemple).

3.2.5. Le protocole final

Suite à l'analyse des résultats, une deuxième version du protocole est proposée. Certains indicateurs ont évolué, et les poids attribués à chacun ont été fixés. C'est cette deuxième version, plus aboutie, qui est présentée maintenant.

3.2.5.1. L'échelle d'évaluation de la naturalité

Une question importante pour l'évaluation du degré de naturalité concerne l'échelle à laquelle elle est effectuée. Puisque de nombreuses informations sont disponibles à l'échelle de la parcelle forestière, et qu'elle reste l'unité de gestion classique, ce sera notre échelle d'évaluation. Cependant, certains indicateurs nécessitent une mesure exacte. Pour effectuer ces mesures, l'observateur devra donc toujours s'arrêter sur un nombre de points à définir. Selon le degré de précision recherché et l'objectif de la visite de terrain, différentes méthodes pourront être utilisées. Notre protocole a vocation à être polyvalent, et sa mise en œuvre pourra se faire dans différentes conditions.

► Évaluation rapide pour une comparaison entre parcelles

Dans ce type d'évaluation, la plupart des indicateurs seront évalués au niveau de la parcelle. Les quelques indicateurs qui nécessitent une mesure exacte seront relevés sur une placette à angle fixe (tour d'horizon relascopique). Comme la précision n'est pas un objectif fondamental, ces placettes seront peu nombreuses (de l'ordre de 3 placettes par parcelle), situées dans des zones représentatives de la parcelle. Si la parcelle abrite plusieurs peuplements nettement distincts, d'importance équivalente, des placettes supplémentaires seront réalisées pour caractériser l'ensemble de la parcelle.

► Évaluation précise avec cartographie intra-parcelle

Dans certains cas spécifiques comme des projets de réserves biologiques ou la mise en place de mesures compensatoires, on peut être amené à réaliser une évaluation précise, par exemple pour repérer les sites les plus naturels au sein d'une parcelle. Cela demande une précision bien meilleure que dans le cas précédent. Un échantillonnage systématique est alors nécessaire. Pour les forêts relevant du régime forestier, le plus efficace serait de réaliser l'évaluation lors des descriptions de parcelles précédant les révisions d'aménagement. L'échantillonnage couramment utilisé dans la région est d'un point à l'hectare. Dans cette situation, toutes les données seront relevées au niveau de la placette, même celles qui ne nécessitent pas de mesure précise.

Un autre point introduit une diversité dans l'application du protocole : certains indicateurs sont basés sur un travail de recherche préalable, qui peut être vérifié sur le terrain. D'autres sont uniquement issus des observations et mesures réalisées sur le terrain.

3.2.5.2. La dualité des sources d'information

Certains critères peuvent être évalués par deux indicateurs, l'un issu d'un travail bibliographique, l'autre d'une visite de terrain. Dans chaque situation, le plus fiable doit être choisi.

Dans le cas de l'ancienneté de l'exploitation, la date de dernière coupe est considérée comme plus fiable que la décomposition des souches. Cependant, si sur le terrain la décomposition des souches ne concorde pas avec la date de dernière coupe de façon évidente, cette dernière ne peut plus être considérée comme fiable. Par ailleurs dans le cas de parties de parcelles non exploitées, la date exacte de la dernière coupe n'est pas connue. Le tableau ci-dessous présente les différentes situations et le choix qui peut être fait. Il ne s'agit pas de l'appliquer de façon stricte : la décomposition des souches se fait à des vitesses différentes selon la station (notamment selon l'humidité du milieu). Mais il aide

l'observateur à moduler le critère d'ancienneté de l'exploitation. Ce tableau est tiré des analyses réalisées sur les relevés de terrain.

Tableau 16 : Aide à la détermination de l'ancienneté de la coupe, basée sur deux sources

Date coupe notée au bureau	Pourriture observée sur le terrain, en % du diamètre					Pas de souche observée
	0	< 25 %	25-50 %	50-75 %	> 75 %	
A < 30 ans				B	B	C
B 30-50 ans						C
C > 50 ans	B	B				

décomposition des souches concordante avec date théorique

B date réelle plus récente que date théorique : on passe à la classe B

B ou C date réelle plus ancienne que date théorique : on passe à la classe B ou C

Le même type de démarche est nécessaire pour déterminer l'ancienneté du peuplement. Les documents anciens permettent la construction d'un indicateur théorique. La visite de terrain permet une confirmation. Les trois catégories d'ancienneté du couvert forestier sont :

- forêt très récente (moins de 50 ans), parfois encore sous forme de pré-bois : non boisé sur les photographies aériennes de 1948-54, elle présente encore des signes de son passé de milieu ouvert ;
- forêt récente (entre 50 et 150 ans) : non boisée sur les cartes d'état-major, mais déjà boisée sur les photographies aériennes, des signes de ce passé de milieu ouvert peuvent encore apparaître ;
- forêt ancienne (plus de 150 ans) : boisée à la fois sur les cartes d'état-major et sur les photographies aériennes, elle ne devrait pas présenter de signes de milieu ouvert.

Si les observations de terrain ne concordent pas avec les documents anciens, des recherches plus approfondies peuvent être menées, à l'aide de documents complémentaires et d'entretiens.

D'autres indicateurs peuvent faire l'objet d'une détermination depuis le bureau, selon les informations disponibles :

- origine du peuplement : s'il s'agit d'une plantation en forêt relevant du régime forestier, le plan d'aménagement est susceptible de l'indiquer ;
- distance à la plantation la plus proche : une interprétation des orthophotos ou une recherche dans les aménagements ou sur le SIG peut fournir cette information ;
- desserte : la proximité d'une piste ou d'une route forestière est parfois visible sur le SIG ou simplement sur une carte au 1/25 000 dans le cas d'une forêt privée ;
- autres impacts anthropiques : en forêt relevant du régime forestier, l'aménagement est susceptible de fournir ce type d'informations.

Quand l'information est disponible, la visite de terrain permettra de la confirmer.

Dans le cas contraire, l'évaluation de l'indicateur sera basée sur les seules observations de terrain.

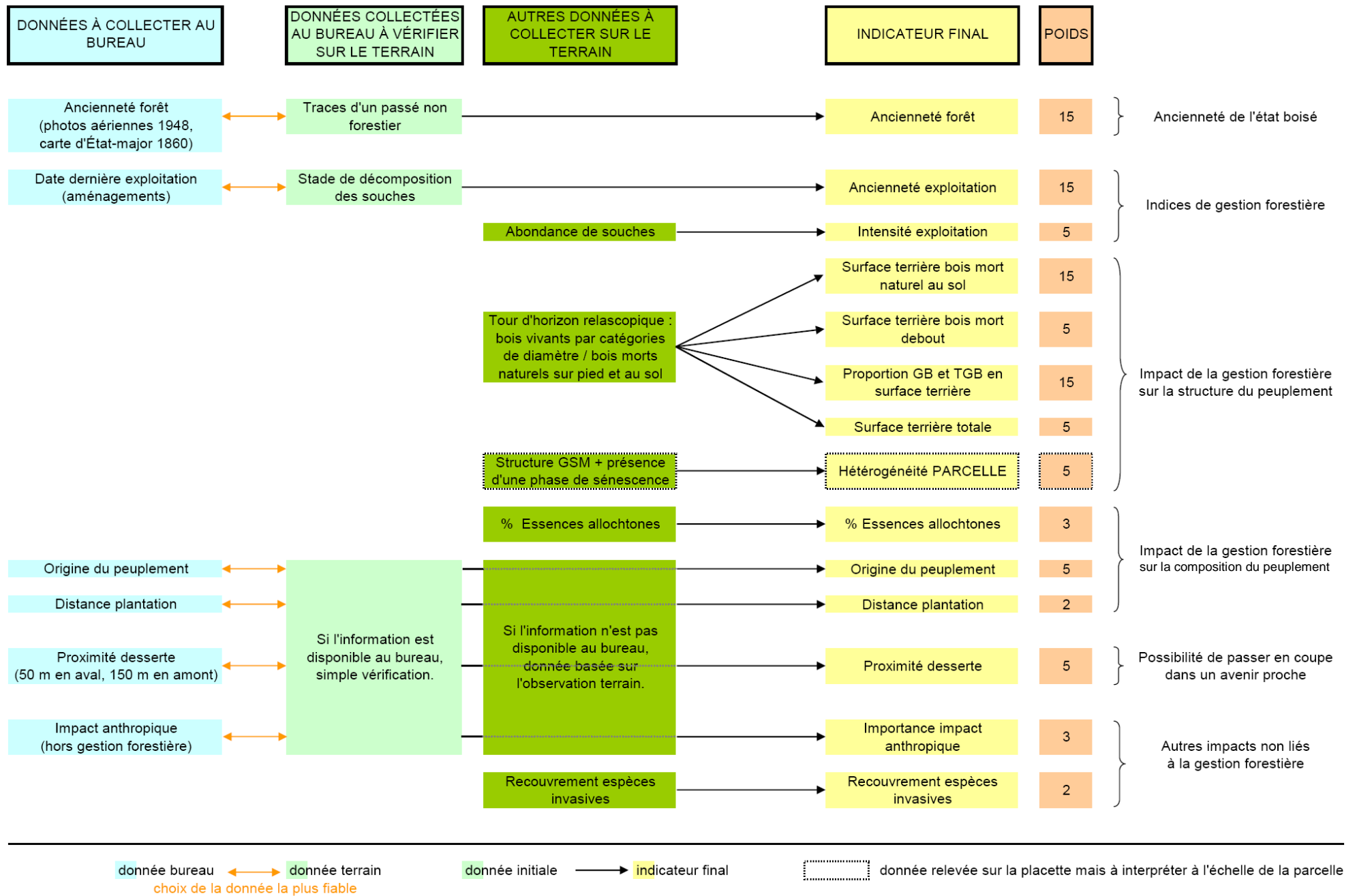
L'ensemble des autres indicateurs doit être relevé sur le terrain.

3.2.5.3. La pondération des critères

La note maximale de naturalité a été fixée à 100, pour des raisons de lisibilité. Pour fixer le poids de chaque critère, le choix est assez arbitraire puisque il existe peu de références. L'analyse statistique qui a permis de retenir certains indicateurs plutôt que d'autres a aussi permis de repérer les critères les plus structurants, et de confirmer ce que montre la bibliographie : l'ancienneté de l'état boisé, la date de dernière coupe, la maturité du peuplement et la nécromasse sont les critères les plus importants. Ce sont eux qui auront le plus de poids dans le système de notation. Ils se verront attribuer au moins 60 % de la note finale, donc un poids de 15 pour chacun. Le bois mort fait exception : puisque les bois morts sur pied sont plus rares que les bois morts au sol, ils seront distingués, et 5 points supplémentaires seront attribués pour un indicateur spécifique aux bois morts sur pied.

Les autres indicateurs moins importants auront un poids de 5. Enfin, certains indicateurs peu discriminants pour notre zone d'étude se verront attribuer un poids encore inférieur, de 2 ou 3. C'est le cas des indicateurs suivants : distance à la plantation la plus proche, présence d'espèces invasives et autres impacts anthropiques. Ces seuils sont susceptibles d'être modifiés pour une application dans d'autres secteurs, ou si la situation de la zone d'étude évolue.

Figure 10 : Schéma des indicateurs à prendre en compte pour évaluer la naturalité d'une forêt



3.2.5.4. Les seuils retenus et le système de notation

Une fois choisi le poids des critères, il faut introduire des notes différentes selon les seuils.

Dans le cas de critères subjectifs, il est recommandé de choisir des notes qui n'orienteront pas le choix de l'observateur dans un sens ou dans l'autre. C'est-à-dire que les notes doivent se suivre de façon linéaire (0-2,5-5-10, et pas 0-2-6-10). Mais à l'inverse, selon l'observateur un autre biais peut exister : le choix systématique de la catégorie du milieu. Pour quelques indicateurs subjectifs, nous avons donc privilégié une division en un nombre pair de catégories (hétérogénéité de la structure verticale par exemple). Pour la plupart de nos critères objectifs, la note correspondant à la catégorie ne peut pas influencer l'observateur. Le choix des notes effectué dans cette étude s'est donc basé davantage sur la proximité avec l'état naturel supposé. Ainsi, si une route forestière passe à proximité, la note de l'indicateur de desserte est égale à zéro. Si c'est une piste, la note doit être supérieure car l'impact est moindre, mais il aurait été illogique d'attribuer une note de 2,5. Nous avons donc retenu une note de 1. De plus, le protocole se voulant bien discriminant, il faut que les placettes présentant des critères de naturalité forts soient réellement mises en avant par le système de notation retenu.

Un tableau regroupe ces notes à la page suivante. Les seuils qui y sont indiqués sont valables dans le cas d'une notation par placette. Une variante est présentée à la suite de l'annexe 15 (protocole plus rapide à mettre en œuvre), mais la plupart des seuils et des notes restent identiques.

Le protocole décrit ci-dessus permet, par des mesures assez simples (surfaces terrières) et des observations, d'obtenir une note reflétant le degré de naturalité du peuplement. Il pourra être mis en œuvre pendant les descriptions de parcelles précédant les révisions d'aménagement forestier. Certaines données sont communes (type de station forestière, structure du peuplement, surfaces terrières des bois vivants par classe de diamètre, surface terrière du bois mort debout). Les autres nécessitent des observations supplémentaires, ce qui allonge le temps passé sur le terrain. La mise en œuvre de ce protocole ne pourra donc se faire que sur certaines zones ciblées.

3.3. Caractérisation des forêts subnaturelles rencontrées

Les résultats de la phase de terrain ont déjà été exploités pour faire un choix final parmi les divers indicateurs. Ils sont également utiles pour déterminer quels sont les principaux types de forêts à caractère naturel présents dans l'espace Vanois.

3.3.1. Détermination de grands groupes de forêts à caractère naturel

3.3.1.1. Méthode suivie

Suite à la recherche bibliographique et à l'inventaire réalisé à partir des archives de l'ONF, des catégories avaient déjà été créées, selon la date de dernière coupe (récente, 30-50 ans, > 50 ans), l'origine du peuplement (plantation) et l'ancienneté supposée de la forêt (soumission récente au régime forestier). Parmi les forêts peu exploitées, seuls deux groupes avaient donc été distingués : des forêts supposées issues de recolonisation récente et des forêts plus anciennes. L'analyse qui suit a pour objectif de déterminer si des groupes supplémentaires peuvent être créés.

La méthode statistique utilisée est l'analyse en composante principale (ACP), comme pour le choix des indicateurs.

Le raisonnement s'est construit sur une sélection restreinte de relevés. Seuls ceux qui n'avaient pas subi d'exploitation depuis longtemps ont été intégrés :

- pas de coupe depuis 50 ans ;
- pas de coupe depuis longtemps mais recolonisation *a priori* récente ;
- pas de coupe depuis longtemps mais date exacte inconnue.

Les graphiques issus de cette analyse sont disponibles en annexe 16.

Tableau 17 : Notes correspondant aux seuils des différents indicateurs pour un inventaire systématique.

INDICATEUR	CATEGORIE	NOTE
Ancienneté de l'état boisé	Forêt très récente // pré-bois (< 50 ans)	0
	Forêt récente (50-150 ans)	5
	Forêt "ancienne" (> 150 ans)	15
	État boisé sur un document plus ancien	bonus + 2.5
Ancienneté de la dernière exploitation	A : < 30 ans	0
	B : 30-50 ans	5
	C : > 50 ans	15
Abondance de souches d'origine anthropique	> 2 souches dans un rayon de 20 m	0
	1-2 souches dans un rayon de 20 m	2
	Absentes	5
Proportion de gros et très gros bois	0-30 %	0
	30-60 %	5
	60-80 %	15
	> 80 %	10
Surface terrière de bois mort au sol	0 -0,5 m ² /ha	0
	0,5-1,5 m ² /ha	1
	1,5-2,5 m ² /ha	3
	2,5-3,5 m ² /ha	6
	> 3,5 m ² /ha	10
	> 3,5 m ² /ha dont bois très décomposés	15
Surface terrière bois mort sur pied	0-0,5 m ² /ha	0
	0,5-1,5 m ² /ha	2,5
	> 1,5 m ² /ha	5
Surface terrière totale *	Inférieure au seuil minimal	0
	Entre les seuils minimal et maximal	2,5
	Supérieure au seuil maximal	5
Mode de renouvellement	Plantation	0
	Taillis anthropique	1
	Semis ou rejet de souche naturel	5
Desserte à moins de 50 m en amont ou 150 m en aval	Route forestière	0
	Piste forestière	1
	Absence de desserte à proximité	5
Autres impacts anthropiques	Impacts actuels forts	0
	Impacts actuels faibles	1
	Impacts passés	2
	Absence d'impact	3
Proportion d'essences autochtones	0-50 %	0
	50-90 %	1
	90-99 %	2
	100%	3
Espèces invasives	Présence	0
	Absence	2
Distance à la plantation la plus proche	0-200 m	0
	200-500 m	1
	> 500 m	2
Hétérogénéité de la structure verticale (interprétation parcelle)	Homogène au niveau de la parcelle	0
	Plutôt homogène	1
	Plutôt hétérogène	3
	Hétérogène	4
	Hétérogène avec stades sénescents	5

* Les seuils de surface terrière dépendent de la fertilité indiquée pour chaque type de station du Guide de synthèse, comme résumé ci-dessous. Ces seuils seront à préciser par des études ultérieures : le manque de références incite à considérer tout seuil numérique avec prudence.

Fertilité	Intervalle de surface terrière (m ² /ha)	
	Seuil inférieur	Seuil supérieur
Très faible à faible	10	20
Faible à moyenne	15	25
Moyenne à forte	20	35
Forte à très forte	25	40

L'histogramme des valeurs propres (voir annexe 16) montre que l'interprétation peut se limiter aux deux premiers axes. Ensemble ils expliquent 29 % de la variabilité.

Le premier axe semble lié à l'usage passé des forêts : d'un côté des peuplements d'altitude, souvent issus de recolonisation, ou qui ont été fortement pâturés par le passé, de l'autre des peuplements anciens, dominés par l'épicéa, qui ont certainement fait l'objet d'une exploitation forestière autrefois.

Le deuxième axe, pour sa part, distingue des peuplements présentant des caractéristiques de forêts à caractère naturel (maturité, nécromasse), de peuplements tout autant naturels mais ne présentant pas ces caractéristiques du fait de difficultés stationnelles.

Quand seules les forêts non exploitées depuis longtemps sont examinées, les variables liées à l'exploitation passée ne jouent plus un rôle important (date de dernière coupe, présence de souche ou d'autres traces d'exploitation). Donc au-delà de 50 ans, il semblerait que la date exacte de la coupe ne soit pas très structurante. Cela renforce l'idée que pour les peuplements non exploités depuis 50 ans il n'est pas nécessaire de créer des groupes distincts selon la date exacte de coupe. On peut s'étonner qu'un groupe de forêts sans aucune trace d'exploitation ne se distingue pas. En effet, sur certaines placettes, aucune souche même pourrie n'est visible, et il est possible que localement il n'y ait jamais eu d'exploitation. Ces sites auraient pu se distinguer des autres lors de l'ACP. Mais ce n'est pas le cas. Peut-être que ces sites ont tout de même été exploités bien que toute trace ait disparu, et que leur structure reste influencée par l'action humaine passée, tout comme les sites sur lesquels des souches pourries subsistent. Il est aussi possible que malgré les apparences ces forêts soient assez récentes.

Une autre méthode statistique, la classification ascendante hiérarchique (CAH), permet de créer des groupes de relevés statistiquement proches. Elle agrège d'abord les plus semblables, puis ceux qui le sont un peu moins, jusqu'à regrouper l'ensemble des relevés. Les résultats de la CAH permettent de créer des groupes de façon plus fiable qu'en regardant simplement les résultats de l'ACP. La détermination des groupes présentés ci-dessous s'est donc faite par l'interprétation des résultats de l'ACP et de la CAH, et par la mise en relation avec les caractéristiques de chaque relevé. Les principaux résultats sont décrits ici.

3.3.1.2. Les principaux groupes déterminés par l'analyse statistique des données

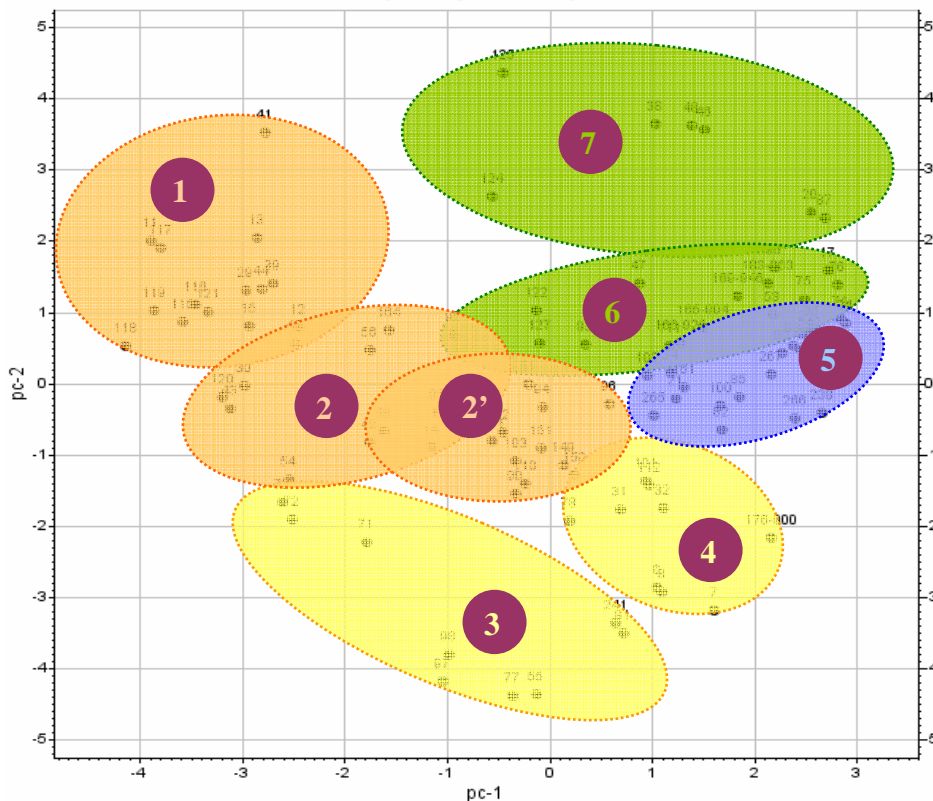


Figure 11 : Projection des relevés sur les axes 1 et 2 de l'ACP (relevés dont la dernière coupe remonte à plus de 50 ans)

► **Groupe 1, peuplements d'altitude, cembraies à mélèze**

Des peuplements dominés par le mélèze et le pin cembro se rencontrent en altitude (d'autres essences minoritaires peuvent s'y ajouter). Ils ont certainement fait l'objet d'une forte exploitation par le passé du fait de la grande valeur du bois de pin cembro. Ils ont aussi pu constituer dans un passé lointain des prés-bois pâturés. Ils abritent presque tous des gros bois ayant poussé sans trop de voisins, aux formes parfois extravagantes.



► **Groupe 2, peuplements issus de recolonisation**

Des peuplements plus nettement issus de recolonisation se dégagent également : souvent dominés par le mélèze, mais aussi par l'épicéa ou même le pin à crochets, ils sont plus jeunes et réguliers. Ces peuplements sont *a priori* moins naturels que les autres, puisqu'ils correspondent à des forêts secondaires. Un sous-groupe (2') peut être distingué quand la recolonisation est ancienne (au moins 100 ans).

Figure 12 : Peuplement de mélèze, Tignes. Source : E. Libis

► **Groupe 3, peuplements de pins à crochets sur substrat pauvre**

Les peuplements de pins à crochets sur substrats pauvres se caractérisent par une surface terrière faible et une régularité dans les petits bois, avec parfois quelques bois moyens. Ces peuplements sont parfois qualifiés de chétifs, car leur hauteur potentielle ne dépasse pas 15 m. Ils n'ont que très rarement fait l'objet d'exploitation, du fait de leur faible productivité et de leur peu de valeur économique.

► **Groupe 4, peuplements de pins sylvestres sur substrat pauvre**

Sur substrat pauvre, des peuplements de pins sylvestres purs ou en mélange sont aussi présents. Leur productivité est meilleure que pour les pins à crochets. Ils semblent avoir connu une exploitation plus importante par le passé.

► **Groupe 5, peuplements d'épicéas anciens mais peu matures**

Certains peuplements, bien qu'ils ne soient plus exploités depuis longtemps, n'ont pas retrouvé un faciès de forêt à caractère naturel. Ils sont dominés par le sapin ou l'épicéa. *A priori* ce sont des boisements anciens. Il est toutefois possible que certains d'entre eux aient subi de fortes coupes au XIX^e siècle, comme peut le faire penser leur régularité.

► **Groupe 6, peuplements anciens d'épicéas pouvant présenter quelques caractéristiques de naturalité**

Certaines pessières ou sapinières présentent l'une ou l'autre des caractéristiques des forêts à caractère naturel. Elles sont soit matures mais avec une nécromasse faible, soit peu matures avec une nécromasse élevée. Comme les pessières du groupe 5, elles sont parfois très régulières, ce qui laisse supposer une forte exploitation passée, ou une ancienne recolonisation de pâturages. Leur degré de naturalité est plus élevé que celui des peuplements précédents.



Figure 13 : Peuplement d'épicéa du groupe 6, Sainte-Foy-Tarentaise.

Source : E. Libis

► **Groupe 7, peuplements anciens, matures et à forte nécromasse**

Enfin, des peuplements à la fois riches en nécromasse et en gros et très gros bois peuvent se rencontrer. Ce sont ceux qui se rapprochent le plus de la définition classique de la forêt à caractère naturel. Ils semblent plutôt rares dans la zone étudiée. Du fait de cette rareté, nous avons réuni dans ce groupe des pessières pures avec des peuplements plus diversifiés, sur des sols à fertilité variable (de moyenne à très bonne). Des souches y sont parfois présentes, toujours très anciennes, mais témoignant de coupes passées. Plus de relevés appartiennent à cette catégorie que ce qui est visible sur le graphique. Ils font partie des relevés supprimés au début de l'analyse et qui faussaient les résultats.

De façon empirique, nous pouvons également rajouter trois groupes supplémentaires :

► **Des plantations très anciennes pratiquement jamais exploitées**

Elles avaient été dans un premier temps regroupées avec les plantations récentes, puisque leur origine n'était pas naturelle. Mais la visite de terrain a permis de les distinguer. Elles sont beaucoup moins denses et régulières que les plantations récentes.

► **Des peuplements de feuillus**

Un peuplement de feuillus précieux (érables sycomores, merisiers, frênes) a été inventorié sur la commune du Planay. Ce peuplement est assez régulier bien qu'il n'ait pas été exploité depuis plus de 50 ans. Il semble ancien, mais son sous-bois était certainement pâturé autrefois. Ce type de peuplement est peu fréquent en forêt relevant du régime forestier. Cependant, dans les forêts privées en bas de versant, les feuillus sont beaucoup plus présents. Il serait intéressant, dans un travail ultérieur, d'approfondir l'étude de ces peuplements feuillus et de vérifier s'ils sont issus d'une recolonisation récente ou non.

► **Des peuplements de ligneux non constitués en forêt**

Ce type de peuplement se rencontre sur des éboulis ou des zones fortement perturbées par des chutes de pierre ou des avalanches. Peu de relevés y ont été réalisés, mais il est important de les signaler. En effet, ils sont rarement exploités. Parfois les arbres abattus par les avalanches sont récupérés par les habitants, mais cela reste anecdotique. Ces peuplements sont donc proches de leur état naturel. Mais le protocole proposé ici ne permet pas de bien caractériser leur degré de naturalité : leur structure est trop différente de l'ensemble des autres types de peuplements. Nous n'en ferons plus mention dans la suite de ce travail.

3.3.2. Application du système de notation à ces groupes et comparaison avec les forêts exploitées

Pour vérifier la cohérence du système de notation avec les groupes créés, voyons à présent si les notes obtenues par chaque groupe sont cohérentes avec leur degré de naturalité supposé. Les peuplements exploités régulièrement ou dont la dernière coupe remonte à 30-50 ans sont intégrés à cette comparaison.

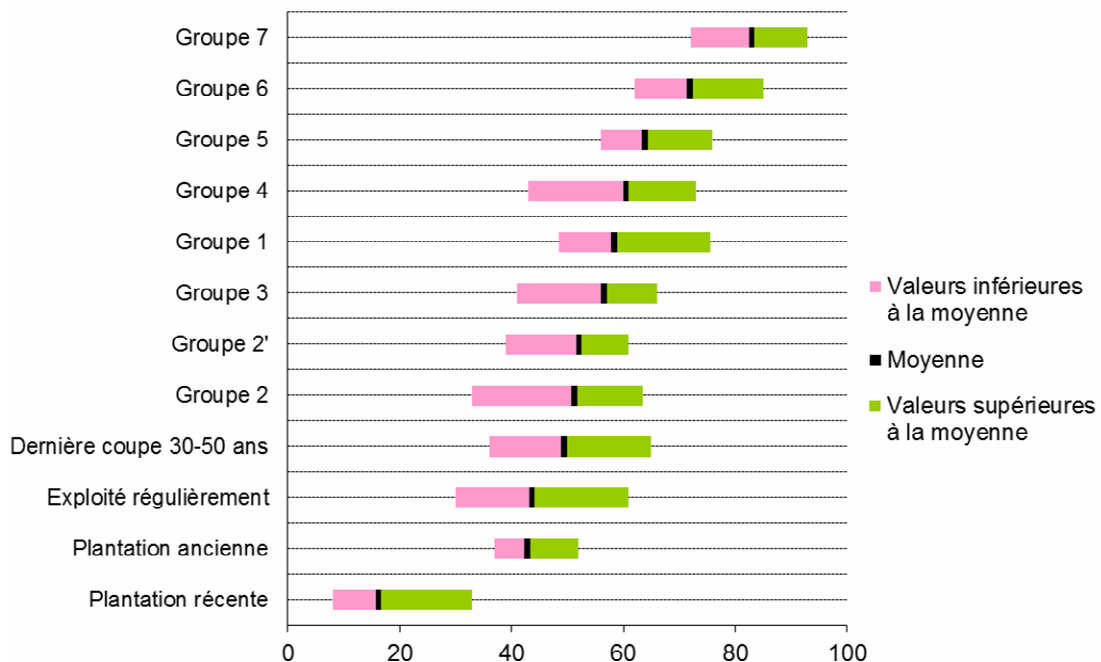


Figure 14 : Évaluation du degré de naturalité selon les groupes : notes minimale, moyenne et maximale.

Les groupes suivent l'ordre auquel on pouvait s'attendre. Certains d'entre eux se distinguent plus nettement des autres. Les plantations récentes sont totalement à l'écart, ce qui est logique. Les plantations anciennes n'obtiennent pas des notes très fortes, mais celles-ci sont nettement supérieures à

celles des plantations récentes, et assez similaires à celles des peuplements exploités régulièrement. La faible dispersion des notes des plantations anciennes est due au faible nombre de relevés. Les groupes 2 et 2' (recolonisation récente et plus ancienne) ne semblent pas se différencier. C'est peut-être dû à une faible fiabilité de l'information sur l'ancienneté des forêts (toutes les photos aériennes des années 1950 n'ont pu être consultées). Il est peut-être préférable de les considérer comme un groupe homogène du point de vue de la naturalité.

Les groupes liés à des conditions stationnelles difficiles (3 et 4 sur substrat pauvre, 1 en altitude) sont assez proches les uns des autres. Puis les groupes 5 et 6 s'écartent encore un peu (pessières non exploitées présentant peu ou quelques caractéristiques de naturalité). Enfin le dernier groupe, correspondant aux forêts visitées les plus naturelles, obtient des notes bien supérieures au reste des relevés.

On peut observer les notes moyennes obtenues pour chaque indicateur par chacun des groupes. Ainsi, si certains groupes obtiennent des notes moyennes proches, c'est parfois du fait d'une compensation entre deux indicateurs. Par exemple les peuplements du groupe 1 sont généralement plus récents que ceux du groupe 4, mais ils présentent davantage de gros et très gros bois. C'est alors l'ensemble des autres critères qui permet de dire que les peuplements du groupe 4 présentent en moyenne un degré de naturalité plus élevé que ceux du groupe 1. Les groupes formés sont donc pertinents, même pour un degré de naturalité proche, car des différences existent quand on s'intéresse aux notes de chaque indicateur.

Suite à l'analyse de l'ensemble des notes de chaque groupe, il est possible de déterminer des intervalles dans lesquelles la majorité des notes d'un même groupe se trouve. Toutefois ces chiffres sont à considérer avec prudence, car certains groupes ne contiennent que peu de relevés.

Tableau 18 : Intervalles de notes déterminés pour chaque groupe.

	Intervalle de notes	Moyenne du groupe	Nombre de relevés de chaque groupe
Plantations récentes	15 - 25	16	5
Plantations anciennes et peuplements exploités	30 - 55	43	4 + 40
Peuplements non exploités depuis 30-50 ans	35 - 60	49	19
Groupe 2 : Peuplements issus de recolonisation	40 - 60	52	18
Groupe 3 : Peuplements de pins à crochets sur substrat pauvre	50 - 60	56	13
Groupe 4 : Peuplements de pins sylvestres sur substrat pauvre	45 - 70	60	7
Groupe 1 : Peuplements d'altitude (cembraies à mélèze)	50 - 75	60	20
Groupe 5 : Peuplements anciens mais peu matures d'épicéas	60 - 75	64	19
Groupe 6 : Peuplements anciens d'épicéas pouvant présenter quelques caractéristiques de naturalité	65 - 85	72	20
Groupe 7 : Peuplements anciens matures et à forte nécromasse	75 - 95	83	10

Pour rendre le système de notation plus concret et illustrer les différences pouvant exister entre deux peuplements, deux cas typiques sont présentés à la page suivante. Les parcelles ont été choisies pour leur relative homogénéité. La première est une parcelle peu accessible de la forêt communale de Sollières-Sardières qui n'a fait l'objet d'aucune coupe forestière depuis 1953. Elle présente les caractéristiques de la forêt subnaturelle sur l'ensemble des placettes qui y ont été réalisées.

Un peuplement exploité récemment (coupe à câble en 1996 et coupe précédente en 1987) est ensuite présenté pour comparaison. C'est la partie exploitée de la parcelle 40 de la forêt communale de Pralognan.

Pour les indicateurs qualitatifs, la moyenne des notes obtenues par les placettes est calculée pour la parcelle. Pour les indicateurs quantitatifs, deux méthodes de calcul sont possibles :

- faire comme pour les indicateurs qualitatifs, donc établir la moyenne des notes obtenues par chaque placette ;
- ou faire pour chaque indicateur la moyenne des mesures réalisées, et déterminer la note qui correspond à cette moyenne.

Sollières Parcelle B1 (5 placettes)

Pralognan parcelle 40 (7 placettes)

Critères dont la note est déduite d'une donnée qualitative

CRITERE	Valeur la plus rencontrée	Moyenne des notes	Valeur la plus rencontrée	Moyenne des notes
Ancienneté forêt	forêt ancienne	15/15	85% ancienne	13,6/15
Ancienneté exploitation	supérieure à 50 ans	15/15	1987 et/ou 1996	0/15
Abondance de souches	souches rares	2/5	abondantes	0/5
Biomasse (bois vivant)	31,2 m ² en moyenne	5/5	24,0 m ² en moyenne	2,1/5
Renouvellement	semis naturel	5/5	semis naturel	5/5
Hétérogénéité structure verticale	homogène sur la parcelle	0/5	plutôt homogène	1/5
Desserte	pas de desserte du tout	5/5	85% sans desserte	4,4/5
Autres impacts anthropiques	pas d'autres impacts	3/3	85% sans impacts	2,7/3
Distance plantation	> 500 m	2/2	> 500 m	2/2
Recouvrement invasives	pas d'invasives	2/2	pas d'invasives	2/2
Total		54/62		32,8/62

Critères dont la note est directement déduite d'une mesure exacte

CRITERE	Moyenne des mesures	Note en résultant	Moyenne des notes	Moyenne des mesures	Note en résultant	Moyenne des notes
Bois mort au sol	7,4 m ² dont décomposés	15/15	11.6/15	0 m ²	0/15	0/15
Bois mort sur pied	2,2 m ²	5/5	3.5/5	0,3 m ²	0/5	0,7/5
Gros et très gros bois	58%	5/15	11/15	61%	15/15	7,9/15
Essences autochtones	100%	3/3	3/3	100%	3/3	3/3
Total		28/38	29,1/38		18/38	11,6/38

Note finale de la parcelle

82/100

83/100

51/100

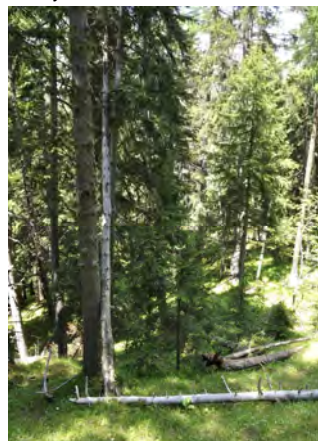
44/100

tirée de la moyenne : des mesures

des notes

tirée de la moyenne : des mesures

des notes



Photographie : Vincent Augé



Photographie : Elsa Libis

Tableau 19 : Application du système de notation à deux parcelles inventoriées

La note tirée de la somme des notes moyennes des critères peut être calculée plus simplement par la moyenne des notes de chaque placette.

Ces deux exemples illustrent les différences entre les deux façons de calculer la note d'une parcelle. En utilisant la moyenne des mesures pour calculer les notes de chaque critère, des effets de seuil apparaissent. Par exemple, pour Sollières, la moyenne de la proportion de gros et très gros bois est de 58 %. Donc la note correspondante est de 5. Or plusieurs placettes dépassent largement les 60 %, mais comme la moyenne est inférieure, la note finale du critère sera basse. En revanche, la moyenne des notes de ce critère est de 11, ce qui est intermédiaire et correspond mieux à la réalité de la parcelle. La situation est l'exact inverse pour Pralognan : la moyenne des proportions de gros et très gros bois est de 61 %, ce qui est juste au-dessus du seuil. Elle obtient donc une note de 15/15 pour cet indicateur. Réaliser une moyenne des mesures pour en déduire une note crée des seuils artificiels, et ne permet pas de bien refléter la progression géométrique des notes de certains critères. C'est pourquoi, bien que réaliser une moyenne des notes rende les parcelles plus homogènes entre elles, nous préférons calculer la note de la parcelle de cette façon-là.

En tous les cas, l'intérêt d'une parcelle ne peut être considéré uniquement du point de vue de la note moyenne. En calculant la note de chaque placette, des zones plus intéressantes que d'autres peuvent être localisées. De même, deux parcelles avec la même moyenne peuvent être très différentes : l'une très homogène, avec toutes ses placettes obtenant des notes proches, et l'autre présentant des degrés de naturalités variables selon les secteurs.

Les résultats montrent la pertinence du protocole et des notes attribuées. Il permet de bien mettre en évidence les peuplements les plus naturels. Pour une placette, une note supérieure à 75 indique un peuplement à fort degré de naturalité (localement). Si une parcelle obtient une note moyenne supérieure à 70, et abrite quelques zones dont la note dépasse 75, elle peut aussi être considérée comme possédant un fort degré de naturalité.

3.3.3. Sites visités obtenant des notes élevées

Parmi les sites visités, quelques-uns se distinguent par une note moyenne élevée.

► La parcelle B1 de la forêt communale de Sollières-Sardières

Elle abrite des peuplements à fort degré de naturalité, comme détaillé plus haut. Son fort taux de bois mort et son organisation en mosaïque ont rarement été rencontrés sur les autres sites visités. Son exploitation future est conditionnée à la création de desserte. Mais la préservation de ce site semble importante au vu de la rareté de ce type de peuplement (groupes 6 et 7).

► Les parcelles B, C, D de la forêt communale de Sainte-Foy-Tarentaise

Elles obtiennent des notes élevées, et recouvrent une surface de 65 ha dont 45 ha boisés. Les peuplements rencontrés appartiennent aux groupes 5, 6 et 7, et des zones d'éboulis sont aussi présentes. Un relief difficile explique l'arrêt des exploitations depuis 1955. Il serait dommage de les reprendre, d'autant plus que ces parcelles sont situées dans le cœur du parc. Leur intégration au réseau de forêts rhônalpines en libre évolution serait une mesure adaptée.

► La parcelle 5 de la forêt communale de Tignes

Elle obtient une note moyenne de 73. Elle est située entre l'Isère et la principale route de la vallée, ce qui rend son exploitation malaisée et explique qu'elle n'ait pas été exploitée depuis 1957. Sa proximité avec la route est un élément à la fois perturbateur (bruit, déchets) et protecteur (un blocage de la route pour l'exploiter paraît peu envisageable). Cette parcelle risque donc peu de repasser en coupe, mais des éventuels aménagements en contrebas de la route pourraient mener à un défrichement local.

► Certaines zones de la forêt domaniale RTM de la Dent du Villard qui paraissent être d'origine naturelle

Les peuplements présents sur la Dent du Villard sont pour certains d'origine artificielle (plantations vers 1900). Mais d'autres secteurs semblent d'origine naturelle. Sur ces secteurs, les notes obtenues sont plutôt bonnes (70 en moyenne). Des inventaires ont déjà été réalisés, et la forêt domaniale est classée en réserve biologique dirigée, ce qui lui garantit une certaine protection pour l'avenir.

► **La parcelle 37 de la forêt communale de Lanslevillard**

Elle obtient une note moyenne de 70. C'est une parcelle peu accessible (pas de desserte), mais des sentiers sont entretenus par les chasseurs. Elle est assez hétérogène, et en partie issue de recolonisation de pâturage (épicéas et pins à crochets). Mais certaines zones semblent avoir évolué librement depuis plusieurs décennies, et pourraient présenter un intérêt écologique.

3.3.4. Actions possibles pour chacun des groupes

► **Groupe 1, peuplements d'altitude, cembraies à mélèze**

Les cembraies mêlées de mélèzes sont d'un intérêt patrimonial élevé, puisque les pins cembro ont été surexploités par le passé. Cet enjeu s'ajoute donc à celui de naturalité. Le fait que des pins cembro subsistent peut être le signe d'une exploitation localement plus modérée, et donc d'un degré de naturalité plus fort. Ces cembraies méritent une attention particulière pour ces diverses raisons. Le classement de ce type de parcelles en îlots de sénescence est une décision utile. Les gestionnaires et agents locaux sont pour beaucoup déjà conscients de l'intérêt des cembraies.

► **Groupe 2, peuplements issus de recolonisation**

Ces peuplements ne sont pas les plus intéressants, puisqu'ils se sont développés à partir d'un sol nu du point de vue forestier. Le ^exx siècle a vu leur extension importante du fait de l'abandon des pâturages. Ce ne sont donc pas non plus les plus rares. Mais leur exploitation pourrait reprendre dans l'avenir, car certains ont une productivité correcte, ou sont accessibles par une desserte existante. Il paraît raisonnable d'en préserver une partie car cela ferait un échantillon représentatif de ce type de contexte.

► **Groupes 3 et 4, peuplements de pins à crochets ou sylvestres sur substrat pauvre**

Les peuplements de pins à crochets ou de pins sylvestres en mélange avec d'autres essences sont peu menacés à court terme. En effet, parmi les forêts peu exploitées, ce sont les moins productifs. Ils pourraient être à nouveau exploités pour en faire du bois de chauffage, mais il serait peu rentable d'y créer de nouvelle desserte. Seuls les peuplements proches d'une desserte actuelle ou qui sera créée pour accéder à d'autres peuplements plus productifs, risqueraient d'être exploités. Il n'y a donc pas d'urgence à protéger ce type de peuplements. Les peuplements de pins sylvestres étant toutefois plus rares que les peuplements de pins à crochets, ils seraient prioritaires. D'autant plus que pour la zone étudiée, une grande surface de pineraie à crochets sur gypse est déjà classée en réserve biologique domaniale dirigée, sur la Dent du Villard.

► **Groupe 5, peuplements d'épicéas anciens mais peu matures**

Ces peuplements d'épicéas ne présentent pas une structure particulièrement typique des forêts à caractère naturel. Parmi les pessières non exploitées depuis plus de 50 ans, ce sont donc les peuplements les moins intéressants. S'il fallait choisir entre plusieurs parcelles à réexploiter, il serait préférable de renoncer à conserver ces parcelles hors gestion, au profit d'autres types plus rares et au degré de naturalité déjà plus élevé.

► **Groupe 6, peuplements anciens d'épicéas pouvant présenter quelques caractéristiques de naturalité**

Ces pessières sont moins rares que les peuplements vraiment typiques du groupe 7. C'est peut-être sur elles que doivent se concentrer les efforts quand aucune autre forêt à plus fort degré de naturalité n'est présente sur une commune. En effet elles ont une certaine avance sur les autres pessières, puisqu'elles ont déjà commencé à retrouver certains signes de naturalité. Lors de la mise en place d'îlots de sénescence, il est souhaitable de privilégier ces zones.

► **Groupe 7, peuplements anciens, matures et à forte nécromasse**

Les peuplements présentant un grand nombre de caractéristiques des forêts à caractère naturel ont été peu rencontrés pendant la phase de terrain. C'est peut-être lié au hasard de l'échantillonnage. Mais il semblerait tout de même qu'ils soient moins courants que ce qui était attendu. En effet, l'inventaire initial a permis d'estimer à 1 400 ha la surface boisée ancienne non exploitée depuis 50 ans, et à 1 200 ha la surface boisée non exploitée depuis un temps inconnu, donc 2 600 ha de forêts non exploitées depuis longtemps. Environ 30 % des parcelles de ce type qui ont été visitées abritent des peuplements de ce groupe (mais pas nécessairement sur toute leur surface). Si on estime qu'un tiers de la totalité des parcelles de ce type peut abriter des peuplements du groupe 7, et ce sur la moitié de leur surface (estimation grossière), cela correspondrait à un peu plus de 400 ha pour l'ensemble de la zone d'étude.

C'est donc sur ces peuplements que devraient se focaliser les efforts en matière de libre évolution. Un passage en coupe est prévu sur certains d'entre eux, sous réserve de création de desserte : ils ne sont donc pas à l'abri d'une exploitation future, et un choix devra être fait.

Il est logique de les classer prioritairement en îlots de sénescence, sous réserve de l'accord des communes propriétaires. Dans le cas d'un retour à l'exploitation, il faudrait réellement prendre en compte leur passé préservé dans la gestion courante. À partir du moment où l'exploitation reprend, le degré de naturalité va nécessairement baisser. Mais certaines pratiques reconnues peuvent permettre de conserver ce qui a été hérité :

- de façon générale, augmenter la durée de rotation des coupes ;
- dans la mesure du possible, maintenir les volumes prélevés à un niveau relativement faible ;
- conserver des gros et très gros bois en nombre suffisant ;
- conserver un maximum d'arbres sénescents, mais aussi faire en sorte que des arbres qu'il serait intéressant d'exploiter ne le soient pas, et vieillissent pour alimenter le compartiment des arbres sénescents et morts sur pied dans le futur ;
- ne pas récolter les arbres morts sur pied ou tombés au sol.

Concernant les arbres sénescents et morts sur pied, l'ONF a pour objectif d'en conserver un par hectare. Mais au vu des situations rencontrées dans les forêts visitées, il semble que ce seuil mérite d'être augmenté au moins pour les parcelles à fort enjeu de naturalité. De même, deux très gros arbres ou arbres à cavités doivent être conservés par hectare, mais cela semble peu. Il s'agit de dispositions très générales, qui seraient très insuffisantes dans le cas d'une exploitation de peuplements du groupe 7.

D'autres mesures peuvent être signalées, mais sont généralement déjà respectées en Vanoise : éviter d'introduire des espèces exotiques, éviter les plantations quand il n'y a pas d'enjeu de restauration des terrains.

Bien sûr toutes ces mesures peuvent être appliquées aux autres types de peuplements, mais mériteraient une attention particulière dans le cas d'un retour à l'exploitation de parcelles du groupe 7.

4. Discussion

4.1. Limites

Les résultats de cette étude sont intéressants, mais des limites existent et doivent être signalées.

► Étude ciblée sur la naturalité

La première limite de cette étude vient de l'objectif même : détecter les forêts à caractère naturel dans le parc national de la Vanoise. Seule la naturalité est prise en compte. Or, pour exercer un choix final entre deux sites qu'il serait intéressant de protéger, d'autres critères doivent être pris en compte. La rareté du milieu est un élément à considérer lors de la décision, mais aussi sa représentativité : dans le cadre d'un réseau de forêts en libre évolution, il est primordial que tous les milieux de la région soient représentés sur un site au moins. De même, la présence d'espèces protégées peut influencer le choix. D'autres inventaires peuvent donc être nécessaires avant de prendre une décision. Bien sûr, si sur tout un secteur, seule une ou deux parcelles sont concernées, le choix sera plus facile. Mais dans le cas contraire, la seule évaluation de la naturalité ne peut suffire.

► Échelle de l'étude

Une autre limite concerne l'inventaire initial réalisé à partir des aménagements. Bien qu'il donne un aperçu exhaustif à l'échelle de la parcelle, il ne prend pas en compte les micro-sites. En effet, des parties de parcelles ont pu être repérées grâce aux entretiens avec les agents, mais ces secteurs couvrent toujours plusieurs hectares. Or il existe des zones plus petites qui ne sont pas exploitées pour des raisons d'accès (barres rocheuses empêchant l'accès à la desserte par exemple). Ces zones-là n'ont pu être repérées par l'inventaire initial. Elles ne pourront être identifiées que sur les communes où le protocole de terrain sera mis en œuvre, ou à dire d'expert lors des révisions d'aménagement par exemple.

► Application locale du protocole

Ensuite, le protocole d'évaluation du degré de naturalité doit être vu comme un protocole d'application locale. Les indicateurs retenus, les seuils et la pondération peuvent varier d'une région à l'autre.

Concernant le choix même des indicateurs, des zones de plus basse altitude pourraient intégrer un indice de diversité des essences, qui n'a pas été retenu pour la Vanoise.

Pour le choix des seuils et des catégories, en plaine, les seuils de distance à la desserte la plus proche ne pourraient être les mêmes. Alors qu'en montagne une piste ne permet de desservir (par débardage classique) que les 50 m en amont et les 150 m en aval, l'exploitation est bien plus facile en

plaine. En outre il faudrait peut-être intégrer à l'indicateur « desserte » de nouvelles catégories, comme la présence de cloisonnements.

Dans une région à pression urbaine forte, les impacts anthropiques hors gestion forestière devraient se voir attribuer un poids plus grand que celui choisi pour la Vanoise. De même, dans des zones de plaine, l'indicateur de structure verticale pourrait avoir un poids plus important, puisque davantage de peuplements y sont traités en futaie régulière.

Donc, dans le cas d'une application à un autre secteur, un travail d'adaptation sera nécessaire.

► **Application limitée du protocole au sein même de la zone d'étude**

Du fait des critères finalement sélectionnés, le degré de naturalité des peuplements qui subissent l'impact de perturbations naturelles régulières ne peut être correctement évalué. En effet, leurs caractéristiques sont trop éloignées de celles des peuplements non perturbés. Il serait logique de penser que de toute façon ces forêts présentent un enjeu de production faible, et ne sont donc pas exploitées. Or cela n'est pas totalement vrai. Par exemple les avalanches entraînent la chute de certains arbres. Et les habitants viennent souvent récupérer les troncs abattus par l'avalanche. La nécromasse, certes naturellement faible, en est d'autant plus diminuée. Dans le passé, les taillis d'aulne vert ont parfois fait l'objet d'une exploitation particulière : ils étaient mis en fagots comme bois de chauffage. Il n'est pas impossible que ce type de pratique ressurgisse à l'avenir, et soit appliquée à d'autres peuplements que les aulnaies vertes. Il serait alors intéressant de disposer d'un protocole adapté à ces peuplements. Mais cela ne peut constituer une priorité pour le moment : ces peuplements sont assez communs, et malgré la possibilité d'exploiter des fagots dans l'avenir, l'enjeu actuel reste faible.

► **Indicateurs relativement simples**

La nécessité de faciliter la mise en œuvre du protocole a conduit à sélectionner des indicateurs simples. D'autres indicateurs plus difficiles à évaluer ont été abandonnés. Ainsi, un indicateur comme le cortège des syrphidés n'a pas été retenu car il demandait une collecte délicate, et une analyse fine par un spécialiste. Mais il n'en est pas moins intéressant. Le protocole passe donc peut-être à côté de certains indices pointus, pour des raisons pratiques.

De façon générale, la note attribuée à une placette résulte d'un faisceau d'indices, mais ne pourra jamais refléter entièrement la naturalité du site, puisque elle résulte d'un nombre limité d'indicateurs. Elle met en évidence certains caractères, mais n'est pas un évaluateur absolu. Ce protocole peut être préalable à des inventaires plus poussés, qui eux permettront une compréhension plus fine des processus naturels.

4.2. Utilisation possible des résultats et suites à donner à l'étude

4.2.1. Repérage de sites particulièrement intéressants

La phase de terrain de cette étude avait pour objectif de tester le protocole et de recueillir des données utiles à la caractérisation des forêts peu exploitées, mais pas de repérer des sites précis. Certaines parcelles se sont cependant révélées particulièrement intéressantes (comme la parcelle B1 de la forêt communale de Sollières-Sardières). Mais elles sont rares, même parmi les sites initialement repérés comme non exploités depuis plus de 50 ans. Il serait donc utile de se pencher sur ce repérage, afin de trouver davantage de sites à très fort degré de naturalité.

Dans le contexte d'augmentation des objectifs de production de bois, il va se trouver des situations où un choix de gestion devra être fait pour certaines parcelles à fort degré de naturalité. Il est alors capital que ce degré de naturalité soit connu avec précision, pour que la décision finale soit prise en connaissance de cause. Le protocole pourrait ainsi être mis en œuvre lors des révisions d'aménagement forestier sur les parcelles préalablement repérées.

► **Repérage intra-parcelle de sites à laisser en libre évolution (îlots de sénescence)**

En montagne, pour des raisons pratiques, de nombreux îlots de sénescence sont installés sur des parcelles entières, déjà peu exploitées. Il est également profitable que des îlots soient installés dans des parcelles exploitées régulièrement. Pour choisir des secteurs intéressants à l'intérieur d'une parcelle, le protocole peut être utilisé lors de l'inventaire systématique précédant la révision d'aménagement.

Une mise en place sur la totalité des forêts n'est pas envisageable au vu du temps nécessaire. Les secteurs où le protocole pourra être appliqué devront donc être choisis minutieusement. Il peut entre autres s'agir de sites faisant l'objet d'un projet de réserve biologique, ou d'arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB).

Le parc national de la Vanoise est toutefois susceptible de financer le surcoût lié à la prise de données supplémentaires, ce qui permettrait d'appliquer le protocole à davantage de sites. Dans le cadre de mesures compensatoires, un financement peut également être trouvé, de la même façon que des études sur les habitats du tétras-lyre sont parfois financées.

Certains des critères retenus par P. Rouveyrol (2009) pour le choix des îlots sont inclus dans notre protocole, par exemple l'ancienneté de la coupe ou la présence de gros et très gros bois. Bien que d'autres critères doivent être pris en compte, notamment pour limiter l'impact des îlots sur la gestion sylvicole, le degré de naturalité est assez synthétique pour permettre un premier choix.

► **Réalisation d'études supplémentaires sur des sites à forte naturalité**

La mise en œuvre du protocole permettra de repérer des sites à forte naturalité. Des études scientifiques plus poussées pourraient être menées sur certains de ces sites, afin de mieux appréhender la dynamique des forêts à caractère naturel. En effet, celle-ci reste peu connue du fait du manque de référence en France. Certes, les sites repérés ne seront certainement pas totalement exempts de tout impact anthropique, et leur surface restera limitée. Mais ils seront, pour le parc de la Vanoise, une référence intermédiaire valable.

L'éventuelle mise en réseau au niveau régional, dont il a été question au début de ce mémoire, permettra aussi d'améliorer les connaissances et de comparer les situations existant en Rhône-Alpes. Le Cemagref de Grenoble semble prêt à regrouper les études en cours ou à venir, pour constituer une base de données et réaliser des analyses à large échelle.

4.2.2. Suivi du degré de naturalité

Le protocole proposé dans cette étude a aussi vocation à être utilisé dans le cadre d'un suivi de l'évolution du degré de naturalité. Sur certains sites il pourra donc être reconduit après une dizaine d'années. Ce type de suivi pourrait être mis en place sur des parcelles présentant déjà un fort degré de naturalité. Il pourrait aussi être intéressant de le faire sur des parcelles à degré de naturalité moyen, mais qui ont un statut particulier. Par exemple, sur des parcelles classées en îlot de sénescence, cela permettrait de voir à quelle vitesse le degré de naturalité évolue une fois que la gestion forestière est suspendue.

Enfin, le protocole pourrait être appliqué à des parcelles exploitées. En suivant des consignes de gestion particulières (concernant les bois morts ou sénescents par exemple), le degré de naturalité pourrait évoluer. Une réévaluation ultérieure permettrait de vérifier l'efficacité d'une telle gestion.

La date de dernière coupe devrait être réévaluée si la parcelle continue à être exploitée. L'ancienneté de l'état boisé, déterminée lors de la première évaluation, ne nécessiterait pas de travail supplémentaire. Les autres indicateurs sont susceptibles de changer avec le temps, et seraient donc à réévaluer entièrement.

4.2.3. Numérisation des limites des forêts anciennes

La phase de terrain a soulevé une question supplémentaire : parmi les parcelles repérées depuis le bureau, nombreuses sont celles qui ne présentent pas un degré de naturalité très élevé. Les peuplements non exploités mais n'ayant pas encore retrouvé un degré de naturalité élevé sont souvent des peuplements issus de recolonisation de pâturage. Le premier tri effectué à partir des dates de soumission au régime forestier ne suffit pas. Il serait donc judicieux de tirer parti des documents cartographiques examinés au début de l'étude.

Premièrement, les cartes d'état-major fournissent une information précieuse sur l'état des forêts dans les années 1860. Quatre feuilles couvrent le territoire du parc. Ce sont les feuilles 169 bis (Albertville, levés de 1862-64), 169 ter (Tignes, 1863-64), 179 (St-Jean-de-Maurienne, 1843, 1853, 1862, 1864) et 179 bis (Bonneval, 1864). En achetant les couches SIG déjà géoréférencées, seule la vectorisation des contours des forêts nécessite un travail particulier. De nombreux parcs ont pris l'initiative de réaliser ce type de numérisation, et un manuel pour homogénéiser la méthode devrait sortir d'ici fin 2011 (Dupouey, comm. pers.). De quoi motiver les gestionnaires du parc de la Vanoise pour entreprendre un travail similaire dans les prochaines années.

De même, à partir des photographies aériennes de l'IGN, datant des années 1940-50, il est possible de numériser les limites des forêts de l'époque. Malheureusement ces photographies ne sont pas orthorectifiées, ce qui rend le travail plus long.

Une autre piste existe, pour une information à une date intermédiaire (début du xx^e siècle). Il s'agit des vieux plans d'aménagements forestiers. Récemment déplacés aux Archives départementales de la Savoie, ils sont une source d'information fiable. Un travail à fine échelle est certainement possible grâce à ces plans d'aménagements, mais il demande un travail fastidieux, qui ne pourrait pas être réalisé à grande échelle.

Conclusion

Cette étude avait pour objectif de faire le point sur les forêts à caractère naturel de l'espace Vanoise. Cette zone de montagne a fait l'objet par le passé d'une forte exploitation et de défrichements étendus. Mais son relief accidenté pouvait laisser espérer une proportion élevée de forêts non gérées. La première approche utilisée, une recherche parmi les archives de l'ONF (aménagement forestiers, sommières) suivie d'entretiens avec les agents forestiers, a permis d'identifier les parcelles forestières dont la dernière exploitation remonte à plus de 50 ans. Ce travail a été réalisé pour les forêts relevant du régime forestier. La surface obtenue était bien inférieure à ce qui était attendu : environ 15 % de la surface boisée relevant du régime forestier n'ont pas été exploités depuis plus de 50 ans. En outre, seule une partie de ces forêts présente un degré de naturalité élevé, comme l'a montré la phase de terrain. Nombreux sont les peuplements issus de recolonisation d'alpages, ou d'origine ancienne mais ayant fait l'objet de coupes fortes par le passé. Ce ne sont donc pas 15 % de forêts à caractère naturel qui ont été recensés.

Par ailleurs, l'augmentation de la demande en bois énergie, les projets de desserte déjà en cours ainsi que la mise en place d'une politique favorable au développement du débardage par câble-mât ou câble long incitent à penser que ces surfaces seront amenées à baisser. Il est donc important de prendre des décisions pour conserver une partie de ces peuplements de façon durable. Les îlots de sénescence sont de plus en plus utilisés, mais recouvrent des surfaces limitées et peuvent parfois entraîner des complications pour exploiter le reste de la parcelle. Les réserves biologiques intégrales, qui présentent un intérêt incomparable pour la conservation de ces milieux au regard des surfaces minimales demandées, sont plus difficiles à faire accepter aux différents partenaires et plus longues à mettre en place. Mais ces deux types de mesures sont à envisager dans le cas de l'espace Vanoise. Le constat que les forêts à fort degré de naturalité représentent une faible surface, et que parmi ces forêts une faible proportion est concernée par des statuts de protection forts, invite à une attention accrue les concernant.

Le repérage de type bibliographique basé sur les dates de dernière exploitation, s'il permet un premier tri essentiel, n'est toutefois pas suffisant pour identifier les parcelles à plus fort degré de naturalité. La phase de terrain a montré que de nombreuses parcelles non exploitées sont loin d'avoir retrouvé une structure et une dynamique proches de l'état naturel supposé. Pour affiner ce repérage, des visites supplémentaires seront nécessaires. Le protocole proposé dans ce mémoire répond à cet objectif. Bien que les indicateurs aient été choisis en partie pour leur simplicité, la mise en œuvre d'un tel protocole nécessite tout de même un investissement en temps relativement important. Il ne pourra donc être mis en œuvre sur l'ensemble de l'espace Vanoise. Les résultats de cette étude permettront de cibler les sites à enjeux, pour lesquels il serait intéressant d'évaluer le degré de naturalité de façon précise. Cette évaluation apportera un axe de réflexion supplémentaire pour décider de l'avenir de ces sites. S'ils se révèlent intéressants du point de vue de la naturalité, des mesures conservatoires se justifieront plus facilement. Dans le cas inverse, la reprise des exploitations, pouvant impliquer la création de nouveaux aménagements, aura un impact plus limité, et sera donc moins controversée.

Avec la prise de conscience générale en matière de préservation de l'environnement, et du fait de la prospérité liée aux revenus des stations de ski, il est possible que certaines communes de l'espace Vanoise acceptent de laisser une part de leurs forêts évoluer naturellement. Cela constituerait un bel exemple d'engagement, en lien avec la future charte du parc national.

Références bibliographiques

Bibliographie générale

BARTOLI (Michel). 2010 — Les archives forestières, une clé pour comprendre une partie de la biodiversité d'aujourd'hui. — Actes du colloque *Troisièmes rencontres naturalistes de Midi-Pyrénées*, pp. 91-94

BOUXIN (Guy). 2005 — Ginkgo, a multivariate analysis package. — *Journal of Vegetation Science*, vol.16, pp. 355-359.

DE CACERES AINSA (Miquel). — *Ginkgo user's manual, version 1.4*. — Universitat de Barcelona. — 90 p.

DUBOURDIEU (Jean). 1997 — *Manuel d'aménagement forestier*. — Office national des forêts. — Paris : Éditions Tec&Doc. — 244 p.

DUPOUEY (Jean-Luc), coordinateur. 2007 — Vers la réalisation d'une carte géoréférencée des forêts anciennes de France. — *revue du Comité Français de Cartographie*, vol. 191, pp. 85-98.

GAUQUELIN (Xavier), COURBAUD (Benoît) *et al.* 2006 — *Guide des Sylvicultures de Montagne. Alpes du Nord françaises*. — Cemagref Grenoble, CRPF Rhône-Alpes, ONF Rhône-Alpes. — 290 p.

HOULLIER (François). (1994) — Introduction à l'analyse de la variance. Support de cours. — Nancy : École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. — 41 p. + annexes

HOULLIER (François) et GÉGOUT (Jean-Claude). 1994 — *Introduction à l'analyse des données. Support de cours*. — Nancy : École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. — 31 p.

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE. 2001 — *Cahiers d'habitats Natura 2000. Habitats forestiers. Tomes 1-2*. — Paris : La Documentation française. — 339 + 423 p.

OTTO (Hans-Jürgen). 1998 — *Écologie forestière*. — Paris : Institut pour le développement forestier. — 397 p.

PHILIPPE (Gwenaël), BALDET (Patrick), HÉOIS (Bernard) et GINISTY (Christian). 2006 — *Reproduction sexuée des conifères et production de semences en vergers à graines*. — Paris : Cemagref. — 573 p.

Bibliographie sur l'espace Vanoise ou les Alpes

ASSEMBLÉE DE PAYS TARENTAISE VANOISE. 2009 — *Plan pastoral Tarentaise-Vanoise*. — 164 p.

AUBERT (Jean), coordinateur. 1981 — *Le Cadastre Sarde de 1730 en Savoie*. — Chambéry : Musée Savoisien. — 243 p.

BARTOLI (Charles). 1966 — Études écologiques sur les associations forestières de la Haute-Maurienne. — *Annales des sciences forestières*, Tome XXIII Fasc. 3 — 321 p.

BEILHE (Fabien) *et al.* 2009 — Élévation de la limite supérieure du sapin pectiné (*Abies alba*) depuis 1950 en Maurienne, Savoie. — *Travaux scientifiques du Parc national de la Vanoise*, Tome 24, pp. 45-56.

BLARQUEZ (Olivier) *et al.* 2009 — Une forêt subalpine à mélèze dominant dans un vallon avalancheux : 9 000 ans d'histoire révélés par l'analyse des macrorestes d'un lac de Maurienne. — *Travaux scientifiques du Parc national de la Vanoise*, Tome 24, pp. 33-44.

BOCK (Jérôme). 2002 — *Analyse sylvicole de trois forêts : l'Orgère, le Montonaz et Villarodin*. — Chambéry : Office national des forêts, Parc National de la Vanoise. — 54 p.

CONSERVATOIRE DU PATRIMOINE NATUREL DE LA SAVOIE, ASSEMBLÉE DU PAYS TARENTAISE VANOISE. 2010 — *Mémento du patrimoine naturel. Territoire de Tarentaise. Vanoise*. — 109 p.

DEBELMAS (Jacques) et RAMPNOUX (Jean-Paul). 1995 — Géologie de la Vanoise. Note explicative de la carte géologique simplifiée du Parc national de la Vanoise et de sa zone périphérique. — *Travaux scientifiques du Parc National de la Vanoise*. Tome 19, pp. 15-74.

FORMATION DES INGÉNIEURS FORESTIERS. 2003 — *Réflexions sur une gestion forestière de qualité dans l'espace Haute-Maurienne du Parc national de la Vanoise*. — Nancy : École Nationale du Génie rural, des Eaux et des Forêts. — 29 p. + annexes. (Travail d'étudiants FIF, 12^{ème} promotion)

GENRIES (Aurélie) et CARCAILLET (Christopher). 2009 — *Impact des feux sur la richesse et la dynamique des communautés forestières subalpines en Vanoise*. — Travaux scientifiques du Parc national de la Vanoise, Tome 24, p. 19-31.

GENSAC (Pierre). 1964 — Les pessières de Tarentaise. — *Documents pour la carte de végétation des Alpes*, Volume 2, pp. 119-167.

GENSAC (Pierre). 2000 — *Guide écologique de la Vanoise. Itinéraires de randonnée et initiation à l'écologie de montagne*. — La Ravoire : Éditions Gap. — 288 p.

GHYSELS (Aurélie). 2006 — *Évaluation de la ressource forestière en fonction de l'accessibilité*. — Chambéry : Office national des forêts. — 18 p.

JOUD (Didier), coordinateur. 2006 — *Stations forestières. Synthèse pour les Alpes du Nord et les montagnes de l'Ain*. — CRPF Rhône-Alpes. — 132 p.

LENOBLE (Félix). 1923 — La légende du déboisement des Alpes. — *Revue de géographie alpine*. Tome 11, n°1, pp. 5-116.

MAUZ (Isabelle). 2005 — Histoire et mémoires du parc national de la Vanoise. Trois générations racontent. — *Revue de Géographie Alpine*, Hors-série. — 178 p.

MERCIER (Lény) *et al.* 2009 — Histoire des feux et de la dynamique végétale : reconstruction paléobotanique d'un écosystème subalpin de Vanoise méridionale. — *Travaux scientifiques du Parc national de la Vanoise*, Tome 24, pp. 7-18.

MOUGIN (Paul). 1914 — *Les torrents de la Savoie*. — Montmélian : La Fontaine de Siloé. 2^{ème} édition. — 1251 p.

MOUGIN (Paul). 1924 — La question du déboisement des Alpes. — *Revue de géographie alpine*. Tome 12, n° 4, pp. 497-545

PALLUEL-GUILLARD (A.). 1983 — Les forêts de Savoie depuis le XVIII^e siècle. — Dans : *La Forêt de Savoie*. — Chambéry : Association pour le développement de l'Université de Savoie. — pp. 23-37

PARC NATIONAL DE LA VANOISE. 2007 — *Document d'objectifs opérationnel 2007-2012. Site Natura 2000 S43. Massif de la Vanoise*. — 154 p. + annexes.

SUBTIL (Chrystèle). 1995 — *Approche multifonctionnelle de l'organisation du territoire forestier en zone de montagne. Application à la forêt communale de Mâcot-La Plagne*. — Dijon : Centre des Sciences de la Terre, Université de Bourgogne. — 95 p. (Mémoire de DESS)

WLÉRICK (Lise). 1992 — *Le Pin cembro dans les Alpes françaises. Dynamique de la cembraie de Tueda (Savoie)*. — Albertville : Office national des forêts. — 33 p.

Bibliographie sur la naturalité

- BARTHOD (Christian). 2010 — Le retour du débat sur la wilderness. — *Revue Forestière Française* LXII, 1, pp. 57-70.
- BELET (Corinne) et AUGÉ (Vincent). 2005 — *La naturalité des forêts alluviales : comment l'évaluer et la favoriser ?* — Chambéry : Office national des forêts, 96 p.
- BRUCCIAMACHIE (Max), coordinateur. 2005 — *Protocole de suivi d'espaces naturels protégés*. — Ministère de l'Écologie et du Développement Durable. — 42 p.
- CAMUS (Camille). 2010 — *Étude préalable à la création d'un réseau de forêts rhônalpines en évolution naturelle pour le maintien de la biodiversité*. — Bordeaux : École Nationale d'Ingénieurs des Travaux Agricoles. — 69 p. (Mémoire de fin d'étude).
- CARNINO (Nathalie). 2009 — *État de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site. Méthode d'évaluation des habitats forestiers*. — Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle / Office national des forêts. — 49 p. + annexes.
- DODELIN (Benoît) *et al.* 2004 — Le bois mort en forêt de montagne (Alpes françaises). — *Revue Forestière Française* LVI, 6, pp. 507-518
- DU BUS DE WARNAFFE (Gaëtan) et DEVILLEZ (Freddy). 2002 — Quantifier la valeur écologique des milieux pour intégrer la conservation de la nature dans l'aménagement des forêts : une démarche multicritères. — *Annals of Forest Science*, n° 59, p. 369-387.
- DUCHIRON (Marie-Stella) et SCHNITZLER (Annik). 2009 — La forêt face aux changements climatiques : de la gestion productiviste à une sylviculture de l'écosystème. — *Courrier de l'environnement de l'INRA*, n° 57, p. 35-52.
- DUPOUEY (Jean-Luc) et DAMBRINE (Étienne). 2006 — La mémoire des forêts. — *Rendez-vous techniques de l'ONF*, n°14, pp.45-50.
- FEBVRE (Vinciane). 2010 — *Les forêts anciennes du parc national des Cévennes. Contribution à l'élaboration d'une stratégie de gestion et de préservation*. — Nancy : École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. — 139 p. (Mémoire de fin d'étude).
- GILG (Olivier). 2004 — *Forêts à caractère naturel*. — Gestion des Milieux et des Espèces, Cahier Technique n°74.
- GILG (Olivier). 2008 — *Biodiversité et Naturalité : objectifs conciliables au sein des réserves naturelles ?* — Communication du colloque Biodiversité, Naturalité, Humanité. Pour inspirer la gestion des forêts. — 22 diapositives.
- GRAVET (Michel). 2005 — La conservation des très vieux arbres et du bois mort : éléments de droit, jurisprudence et bon sens forestier. — Dans : VALLAURI (Daniel) *et al.* — Actes du colloque *Bois mort et à cavités. Une clé pour des forêts vivantes*. — Paris : Éditions Tec&Doc, p. 203-209.
- GRESLIER (Nathalie). 1993 — *Inventaire des forêts subnaturelles de l'Arc alpin français*. — Nancy : École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. — 65 p. (Mémoire de fin d'étude).
- GRESLIER (Nathalie), RENAUD (J.-P.) et CHAUVIN (Christophe). 1995 — Les forêts subnaturelles de l'Arc alpin français. Réflexion méthodologique pour un recensement et une typologie des principales forêts alpines peu transformées par l'homme. — *Revue Forestière Française* XLVII, 3, pp.241-254.
- KEMPF (Christian). 1997 — *Bialowieza. Forêt vierge d'Europe*. — Pologne, Bialystok : Setec-Tour. 145 p.
- LAIR (Perrine). 2011 — *Comment inventorier des forêts biodiverses ? Stratégie de constitution d'un réseau intra-forestier dans les Bauges*. — Le Châtelard : Parc naturel régional du Massif des Bauges. — en cours de rédaction (Mémoire de fin d'étude de Master)

- LE QUÉAU (Pierre). 2009 — Les mondes de la forêt de l'Orgère. — *Travaux scientifiques du Parc national de la Vanoise*. Tome 24, p. 127-141.
- LEROY (Cécile). 2006 — *Le degré de naturalité des forêts de la Réserve Naturelle des rochers et tourbières du Pays de Bitche*. — Nancy : École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. — 120 p. (Mémoire de fin d'étude).
- LORBER (Delphine) et VALLAURI (Daniel). 2007 — *Contribution à l'analyse des forêts anciennes de l'écorégion Méditerranée. Critères et indicateurs du gradient de naturalité*. — Marseille : WWF-France. — 37 p. + annexes
- LORBER (Delphine) et VALLAURI (Daniel). 2009 — *Contribution à l'analyse des forêts anciennes de l'écorégion Méditerranée. Critères et indicateurs d'empreinte humaine*. — Marseille : WWF-France. — 62 p. + annexes
- MERZEAU (Clémence) et MARTIN (Océane). 2005 — *Étude des forêts subnaturelles. Cartographie de l'ancienneté des coupes de cinq forêts de la Chaîne de l'Épine et inventaires de bois morts, de gros arbres et d'arbres à cavités dans deux placettes de la forêt communale de La Motte Servolex*. — Chambéry : Office national des forêts – Institut de Géographie Alpine. — 26 p.
- PAILLET (Yoan) et BERGÈS (Laurent). 2010 — Naturalité des forêts et biodiversité : une comparaison par méta-analyse de la richesse spécifique des forêts exploitées et des forêts non exploitées en Europe. — Dans : Actes du colloque *Biodiversité, Naturalité, Humanité. Pour inspirer la gestion des forêts*. — Paris : Tec&Doc, p. 41-49.
- PETERKEN (George F.). 1996 — *Natural woodland. Ecology and conservation in northern temperate regions*. — Cambridge : Cambridge University Press. — 522 p.
- POIROT (Jean). 2010 — Le Parlement européen vote une résolution en faveur des zones de nature vierge. — *Revue Naturalité*, lettre n° 7, p. 4.
- ROUYEYROL (Paul). 2009 — *Caractérisation d'un îlot idéal de vieux arbres en forêt de montagne. État des connaissances et synthèse pour la réalisation d'un guide de gestion*. — Nancy : École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. — 67 p. + annexes (Mémoire de fin d'étude).
- SARTHOU (Jean-Pierre), CASTELLA (Emmanuel), SPEIGHT (Martin C.D.). 2003 — *Les diptères syrphidés face aux critères de sélection des bioindicateurs*. — Lyon : Journées Francophones de Conservation de la Biodiversité. (Poster)
- VALLAURI (Daniel). 2003 — *Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France*. — Paris : Éditions Tec&Doc. — 261 p.
- VALLAURI (Daniel), coordinateur. 2005 — Actes du colloque *Bois mort et à cavités. Une clé pour des forêts vivantes*. — Paris : Éditions Tec&Doc. — 405 p.
- VALLAURI (Daniel). 2007 — *Biodiversité, naturalité, humanité. Application à l'évaluation des forêts et de la qualité de la gestion*. — Marseille : Rapport scientifique WWF — 86 p.
- VIDOT (Aurélien). 2009 — *Contribution à l'amélioration du protocole de suivi d'espaces naturels protégés (SEN) en vue de l'étude de la biodiversité : relevé des microhabitats dans les arbres*. — Paris : Université Paris Est, Paris XII-Val de Marne. — 53 p. + annexes.
- VIDOT (Aurélien), PAILLET (Yoan), ARCHAUX (Frédéric) et GOSELIN (Frédéric). 2010 — Influence of tree characteristics and forest management on tree microhabitats. — *Biological Conservation*, Volume 144, Issue 1, pp. 441-450.

Documents officiels

Plan pour la constitution d'un réseau de forêts en évolution naturelle en Rhône-Alpes. 2010 — 9 p.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE LA PÊCHE. 2005 — *Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises*. — 118 p. + annexes.

OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. 1998a — *Instruction sur les réserves biologiques intégrales dans les forêts relevant du régime forestier*. — 15 p. (instruction n° 98-T-37)

OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. 1998b — *Instruction sur la conservation de la biodiversité dans la gestion courante des forêts publiques*. — 11 p. (instruction n° 09-T-71)

OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. 2005 — *Charte forestière de territoire du Morvan. Îlots de vieillissement : mode d'emploi*. — 25 p.

Sites internet consultés

Espace d'échange du WWF à propos de l'étude des forêts anciennes de Méditerranée :
<http://forets-anciennes-de-mediterranee.wikispaces.com> (consultations en mai 2011)

Photographies aériennes anciennes et récentes de l'IGN :
<http://loisirs.ign.fr/accueilPVA.do> (dernières consultations en juin 2011)

Cartes d'état-major en couleur (années 1860)
<http://www.geoportail.fr>

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Situation	Coordonnées
André	Jean	REFORA et Université de Savoie	Doteur en écologie, enseignant-chercheur	Chambéry	je.andre@free.fr
Augé	Vincent	Parc national de la Vanoise	Chargé de mission Forêts	135, rue du Dr Julliard 73000 Chambéry	vincent.auge@parcnational-vanoise.fr 04 79 62 70 26 06 06 59 52 15
Bartoli	Michel	Groupe d'étude des vieilles forêts pyrénéennes	Expert, retraité de l'Office National des Forêts	Toulouse	michel.bartoli@alsatis.net 05 63 58 35 33
Brédy	Pascal	Office national des forêts	Responsable du service Forêt	42, quai Charles Roissard 73000 Chambéry	pascal.bredy@onf.fr
Chambon	Véronique	Office national des forêts	Responsable d'unité territoriale	Moûtiers	veronique.chambon@onf.fr
Dupouey	Jean-Luc	INRA Nancy	Directeur de recherche, responsable de l'équipe	Nancy	dupouey@nancy.inra.fr 03 83 39 40 49
Gautier	Grégoire	Parc national des Cévennes	Chargé de mission Forêts - Natura 2000	6 bis, place du Palais 48400 Florac	gregoire.gautier@cevennes-parcnational.fr 04 66 49 53 69
Lecoq	Jean-Luc	Office national des forêts	Responsable d'unité territoriale	Bourg Saint-Maurice	jean-luc.lecoq@onf.fr
Martinez	Gérard	Office national des forêts	Responsable d'unité territoriale	Modane	gerard.martinez2@onf.fr
Paillet	Yoan	Cemagref	Ingénieur écologue forestier	Nogent sur Vernisson	yoan.paillet@cemagref.fr 02 38 95 03 43
Schwoehrer	Christian	ASTERS (conservatoire des espaces naturels de Haute-Savoie)	Directeur	PAE de Pré-Mairy 84, route du Viéran 74 370 Pringy	asters.dir@wanadoo.fr
Suiffet	Marie-José	Office national des forêts	Chef de projet Aménagement	Modane	marie-jose.suiffet@onf.fr 04 79 05 98 22
Talbot	Robert	Office national des forêts	Chef de projet Aménagement	Bourg Saint-Maurice	robert.talbot@onf.fr 04 79 07 04 34
Wlérick	Lise	Office national des forêts	Responsable Environnement Rhône-Alpes	42, quai Charles Roissard 73000 Chambéry	lise.wlerick@onf.fr 04 79 69 96 34 06 24 97 32 44

Table des annexes

Annexe 1 : Extrait du décret du 21 avril 2009 relatif à la réglementation dans le parc national de la Vanoise	72
Annexe 2 : Liste des aménagements consultés pendant la phase d'inventaire bibliographique.....	73
Annexe 3 : Liste du personnel consulté lors des entretiens.....	73
Annexe 4 : Surfaces de chaque classe d'exploitation par communes, issues de l'inventaire bibliographique.....	75
Annexe 5 : Cartes des classes d'exploitation par unité territoriale	79
Annexe 6 : Documents disponibles pour déterminer l'ancienneté de l'état boisé, avantages et inconvénients	85
Annexe 7 : Zones couvertes par les documents cartographiques anciens	92
Annexe 8 : Carte des massifs prioritaires du PPRDF 2011 superposés aux classes d'exploitation	93
Annexe 9 : Indicateurs couramment cités ou utilisés dans les études sur la naturalité.....	94
Annexe 10 : Typologie tirée du <i>Guide des sylvicultures de montagne</i> , à utiliser pour déterminer la structure du peuplement	99
Annexe 11 : Carte des relevés réalisés lors de la phase de test	100
Annexe 12 : Graphiques issus de l'analyse en composantes principales réalisée sur l'ensemble des relevés	101
Annexe 13 : Degré de naturalité des sites visités lors de la phase de terrain	104
Annexe 14 : Protocole définitif d'évaluation du degré de naturalité, applicable aux forêts de l'espace Vanoise	105
Annexe 15 : Variante du protocole d'évaluation du degré de naturalité, pour une mise en œuvre rapide..	111
Annexe 16 : Graphiques issus de l'analyse en composantes principales réalisée sur les relevés dont la date de dernière coupe remonte à plus de 50 ans	120

**Annexe 1 : Extrait du décret du 21 avril 2009 relatif à la réglementation
dans le parc national de la Vanoise**

**SECTION IV : RÈGLES RELATIVES À CERTAINS TRAVAUX ET ACTIVITÉS EN
FORÊT**

Article 17

I. — Les activités forestières existantes à la date de publication du présent décret et régulièrement exercées sont autorisées.

II. - Sont toutefois soumis à autorisation du directeur, dans les conditions définies par la charte, le cas échéant dans le cadre d'un document de gestion agréé, approuvé ou arrêté en application du code forestier :

1° Le défrichement ;

2° Les opérations de débroussaillage, sauf lorsqu'elles sont constitutives d'un entretien normal ou imposées par le code forestier ;

3° Les coupes de bois ayant un impact visuel notable ou préjudiciables à la conservation d'une espèce végétale ou animale présentant des qualités remarquables ;

4° La création et l'élargissement de pistes ou routes forestières ;

5° Les aménagements destinés à l'accueil du public en forêt ;

6° La plantation et le semis d'espèces forestières sur des espaces non couverts par la forêt ;

7° Les pâturages sous couvert forestier.

S'il y a lieu, l'autorisation peut être accordée dans le cadre d'un programme annuel ou pluriannuel précisant ses modalités de mise en œuvre.

Ces autorisations tiennent compte de la nécessité éventuelle de préserver et, le cas échéant, de rétablir la diversité biologique.

**Annexe 2 : Liste des aménagements consultés
pendant la phase d'inventaire bibliographique**

Forêt	Période de validité du dernier aménagement consulté	Autres documents consultés	
		Aménagements anciens	Sommiers
FC Aussois	1994-2013		
FC Avrieux	1997-2016		1931 1952
FC Bellentre	1998-2012	1984	1984
FC Bessans	2010-2029	1971 1991	1924 1946
FC Bourg-Saint-Maurice	2011-2030	1948 Hauteville 1952 Hauteville 1981	
FC Bozel	2006-2020	1993	
FC Bramans	1995-2014	1931 1951 1973	
FC Champagny-en-Vanoise	2004-2018	1986	
FC Landry	2002-2017	1958 1975	
FC Lanslebourg-Mont-Cenis	2003-2017	1979	1923
FC Lanslevillard	1998-2012	1957	1914 1934
FC Les Allues	2000-2016	1955	
FC Modane	2002-2016	1982	1928 1957
FC Montvalezan	1997-2011		
FC Peisey-Nancroix	2009-2023	1954 1977 1991	
FC Planay	1999-2013	1920 1934 1965	
FC Pralognan-la-Vanoise	1997-2011	1935 1952 1977	
FD RTM Belle Plinier	1994-2013	1994	
FD RTM Dent du Villard	1999-2014		
FD RTM Mont Jovet	2009-2023		
FD RTM Petit Mont-Blanc	1999-2014		
FD RTM Rieu Béni	1998-2017	1992	
FD RTM Séez	2003-2017		
FD RTM Sollières-Sardières	1999-2018		
FD RTM Sainte-Foy-Tarentaise	1996-2015		
FD RTM Termignon	1996-2015		
FC Séez	2009-2023	1971	
FC Sollières-Sardières	2008-2022	1932 1965	
FC Saint-André	2001-2020	1980	1932
FC Saint-Bon-Tarentaise	2008-2022	1934 1975 1995	
FC Saint-Martin-de-Belleville	2000-2014	St-Laurent 1939 St-Laurent 1966	
FC Sainte-Foy-Tarentaise	1994-2011	1963 1939	
FC Termignon	2000-2014	1923 1953 1981	
FC Tignes	2000-2014	1932	
FC Val-d'Isère	2003-2017	1931 1985	
FC Villarodin-Bourget	1996-2015	1949	
FC Villaroger	2007-2021	1961 1979 1993	

FC : forêt comunale
FD : forêt domaniale

Annexe 3 : Liste du personnel consulté lors des entretiens

Personne consultée (agents, responsables d'UT et aménagistes)	Forêt concernée
Éric BAUDIN	FC Les Allues
Julien BOCH	FC Champagny-en-Vanoise
	FC Planay
Didier BOIS	FC Bessans
	FC Lanslevillard
Laurent CORRADI	FC St-Martin-de-Belleville
Alexandre DAUM	FC Montvalezan
	FC Ste-Foy-Tarentaise
	FD RTM Ste-Foy-Tarentaise
Christian GACHET-MAUROZ	FC Bozel
	FD RTM Mont-Jovet
Daniel GERARDIN	FC Pralognan-la-Vanoise
	FD RTM Petit-Mont-Blanc
Benoît GIRARD	FC Tignes
	FC Val-d'Isère
François-Xavier GIRARDO	FC Séez
	FC Villaroger
	FD RTM Séez
Guy GRAND	FC Bourg-St-Maurice
François MANUEL	FC Avrieux
	FD RTM Belle-Plinier
	FC Villarodin-Bourget
Gérard MARTINEZ	FC St-André
	FD RTM Rieu Béni
Robert PETITJEAN	FC St-Bon-Tarentaise
Jean-Louis ROBERT	FC Bellentre
	FC Landry
	FC Peisey-Nancroix
Jean-Marie ROUYER	FC Aussois
	FC Sollières-Sardières
François SADORGE	FC Modane
Gilbert SUIFFET	FC Lanslebourg-Mont-Cenis
	FD RTM Sollières-Sardières
	FC Termignon
	FD RTM Termignon
Marie-José SUIFFET	FC Bramans
	Haute-Maurienne en général
Robert TALBOT	Tarentaise et Haute-Tarentaise en général

FC : forêt communale

FD : forêt domaniale

**Annexe 4 : Surfaces de chaque classe d'exploitation par communes,
issues de l'inventaire bibliographique**

(pages suivantes)

Tous les chiffres sont en hectares.

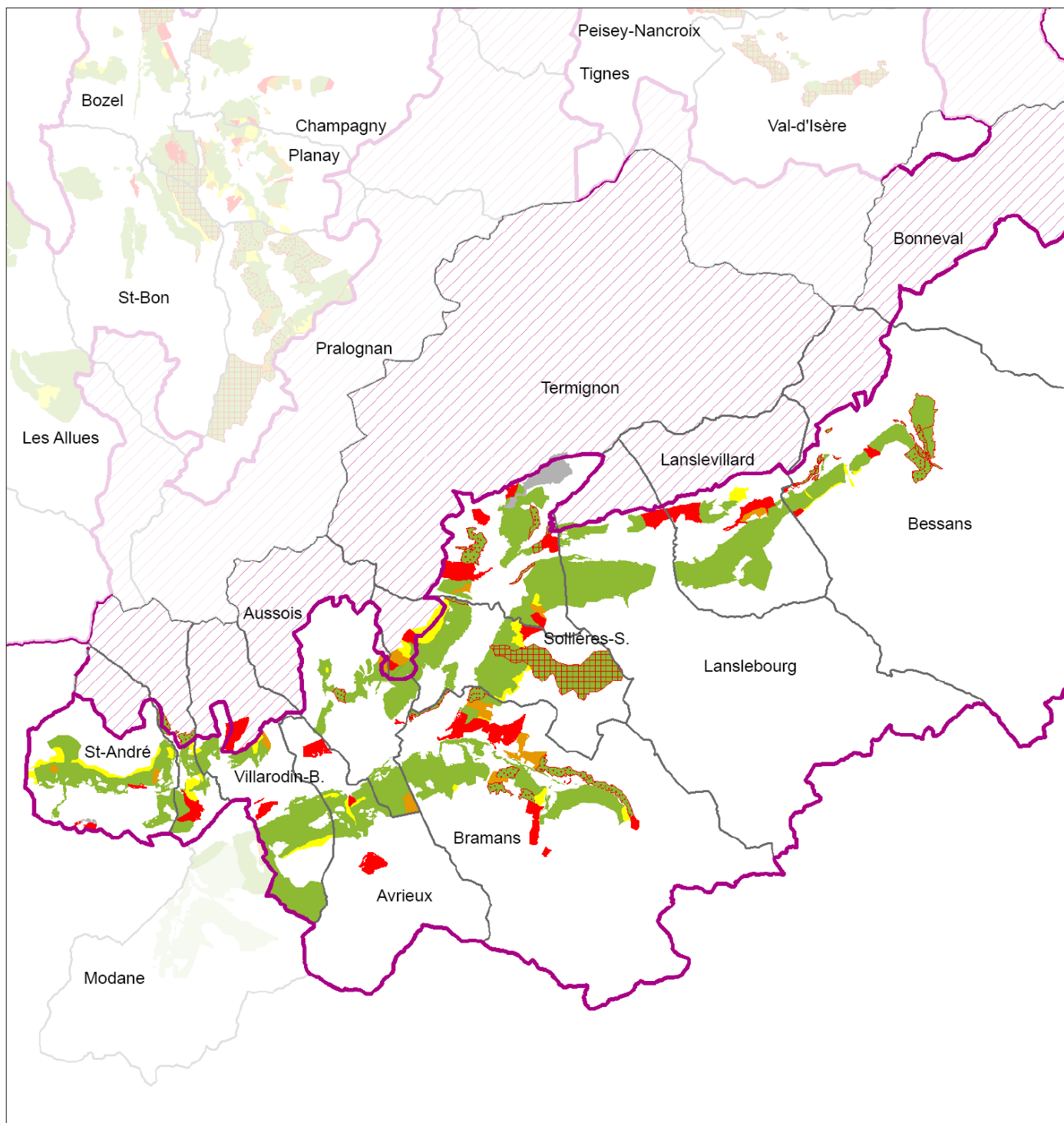
FORÊT	Type de donnée	Exploitation régulière	Dernière exploitation 30-50 ans	Non exploité depuis longtemps mais date de dernière coupe inconnue	Dernière exploitation > 50 ans	Non exploité mais soumission < 100 ans : probablement peu ancien	Non exploité mais issu de plantations	Non exploité mais vide ou presque	Parcelles partiellement exploitées, zonage impossible	Total
FC Aussois	Surface totale	547	53	2	4	19				625
	Surface boisée	451	45	2	4	14				517
	Nombre de parcelles	37	3	1	1	1				43
FC Avrieux	Surface totale	272		27	121					419
	Surface boisée	239		26	102					367
	Nombre de parcelles	16		5	3					24
FC Bellentre	Surface totale	292		97		52				441
	Surface boisée	207		88		38				332
	Nombre de parcelles	25		7		1				33
FC Bessans	Surface totale	290		24	37	103	25	139		617
	Surface boisée	236		18	26	29	18	14		340
	Nombre de parcelles	22		6	5	4	2	2		41
FC Bourg St-Maurice	Surface totale	728	159	16	77	15				994
	Surface boisée	716	125	16	43	11				911
	Nombre de parcelles	51	11	2	6	2				72
FC Bozel	Surface totale	595		38	80					713
	Surface boisée	484		34	63					582
	Nombre de parcelles	38		11	5					54
FC Bramans	Surface totale	778	137	42	268	241				1466
	Surface boisée	605	118	32	210	204				1168
	Nombre de parcelles	32	5	4	7	7				55
CCAS Les Allues	Surface totale	9								9
	Surface boisée	8								8
	Nombre de parcelles	1								1
FC Champagny	Surface totale	348	33	14	38					433
	Surface boisée	206	31	10	24					271
	Nombre de parcelles	35	4	6	5					50
FC Landry	Surface totale	317	28	25	7					377
	Surface boisée	201	28	22	6					257
	Nombre de parcelles	18	3	3	2					26
FC Lanslebourg	Surface totale	635			50					685
	Surface boisée	558			37					595
	Nombre de parcelles	38			2					40
FC Lanslevillard	Surface totale	686	20	32	135					872
	Surface boisée	401	16	3	74					494
	Nombre de parcelles	31	1	1	6					39

FC Les Allues	Surface totale	1122		71					1193
	Surface boisée	987		70					1057
	Nombre de parcelles	40		5					45
FC Modane	Surface totale	158		48	54	57			317
	Surface boisée	144		41	42	39			266
	Nombre de parcelles	5		4	2	2			13
FC Montvalezan	Surface totale	195	51	8	60				314
	Surface boisée	183	46	8	54				291
	Nombre de parcelles	12	5	4	6				27
FC Peisey-Nancroix	Surface totale	270	9	153	75	40			547
	Surface boisée	230	5	144	42	29			450
	Nombre de parcelles	16	1	11	3	2			33
FC Planay	Surface totale	325	87	110	46				569
	Surface boisée	225	61	101	32				419
	Nombre de parcelles	36	13	16	5				70
FC Pralognan	Surface totale	386	24	53		515		55	1033
	Surface boisée	55	12	49		260		2	378
	Nombre de parcelles	30	2	2		14		2	50
FD RTM Belle Plinier	Surface totale	334	14						348
	Surface boisée	85	12						97
	Nombre de parcelles	8	1						9
FD RTM Dent du Villard	Surface totale						309		309
	Surface boisée	69							69
	Nombre de parcelles						3		3
FD RTM Mt Jovet	Surface totale	28					241		269
	Surface boisée	32					48		80
	Nombre de parcelles	2					3		5
FD RTM Petit Mt Blanc	Surface totale						396		396
	Surface boisée						50		50
	Nombre de parcelles						1		1
FD RTM Rieu Béni	Surface totale	13		19			112		143
	Surface boisée	8		17			28		53
	Nombre de parcelles	1		1			4		6
FD RTM Sééz	Surface totale						155		155
	Surface boisée						59		59
	Nombre de parcelles						4		4
FD RTM Sollières	Surface totale						462		462
	Surface boisée						65		65
	Nombre de parcelles						1		1
FD RTM Ste-Foy Tarentaise	Surface totale	24		6			96		126
	Surface boisée	24		6			34		64
	Nombre de parcelles	4		1			1		6
FD RTM Termignon	Surface totale				72			154	226
	Surface boisée				37			48	86
	Nombre de parcelles				1			1	2

FORÊT	Type de donnée	Exploitation régulière	Dernière exploitation 30-50 ans	Non exploité depuis longtemps mais date de dernière coupe inconnue	Dernière exploitation > 50 ans	Non exploité mais soumission < 100 ans : probablement peu ancien	Non exploité mais issu de plantations	Non exploité mais vide ou presque	Parcelles partiellement exploitées, zonage impossible	Total
FC Sééz	Surface totale	720	32	13	4	8				778
	Surface boisée	675	29	12	4	7				727
	Nombre de parcelles	50	3	2	1	1				57
FC Sollières-Sardières	Surface totale	668	28	189	66	10				961
	Surface boisée	606	16	130	50	5				807
	Nombre de parcelles	37	1	20	4	1				63
FC St-André	Surface totale	399	21	90	27				7	563
	Surface boisée	341	18	69	24				7	478
	Nombre de parcelles	20	2	17	3				1	44
FC St-Bon-Tarentaise	Surface totale	420		31	14			4		470
	Surface boisée	366		29	14			2		411
	Nombre de parcelles	47		8	1			1		57
FC St-Martin de Belleville	Surface totale	199		151		26	40		43	459
	Surface boisée	89		143		24	35		10	301
	Nombre de parcelles	16		7		2	1		1	27
FC Ste-Foy Tarentaise	Surface totale	649	262	25	162			286	25	1415
	Surface boisée	560	233	23	129			20	21	991
	Nombre de parcelles	42	16	4	11			2	2	78
FC Termignon	Surface totale	640	28	11	123	128	12			942
	Surface boisée	521	16	8	92	70	7			713
	Nombre de parcelles	40	2	1	7	4	1			55
FC Tignes	Surface totale	41	60	20	214		153			486
	Surface boisée	41	55	8	165		105			374
	Nombre de parcelles	5	5		17		10			37
FC Val d'Isère	Surface totale	31			15		261		19	325
	Surface boisée	28			7		183		9	227
	Nombre de parcelles	2			1		12		1	16
FC Villarodin-Bourget	Surface totale	521	13	56	87					677
	Surface boisée	468	7	44	80					598
	Nombre de parcelles	37	1	9	7					54
FC Villaroger	Surface totale	345	34	24	8			6		417
	Surface boisée	314	28	23	7			1		373
	Nombre de parcelles	26	5	5	1			1		38
TOTALS	Surface totale	13010	1093	1394	1841	1214	2262	489	249	21552
	Surface boisée	10121	900	1174	1370	728	630	39	96	15324
	Nombre de parcelles	820	84	165	112	41	43	8	6	1279

Annexe 5 : Cartes des classes d'exploitation par unité territoriale

(pages suivantes)



Unité territoriale : Haute-Maurienne

Régime d'exploitation

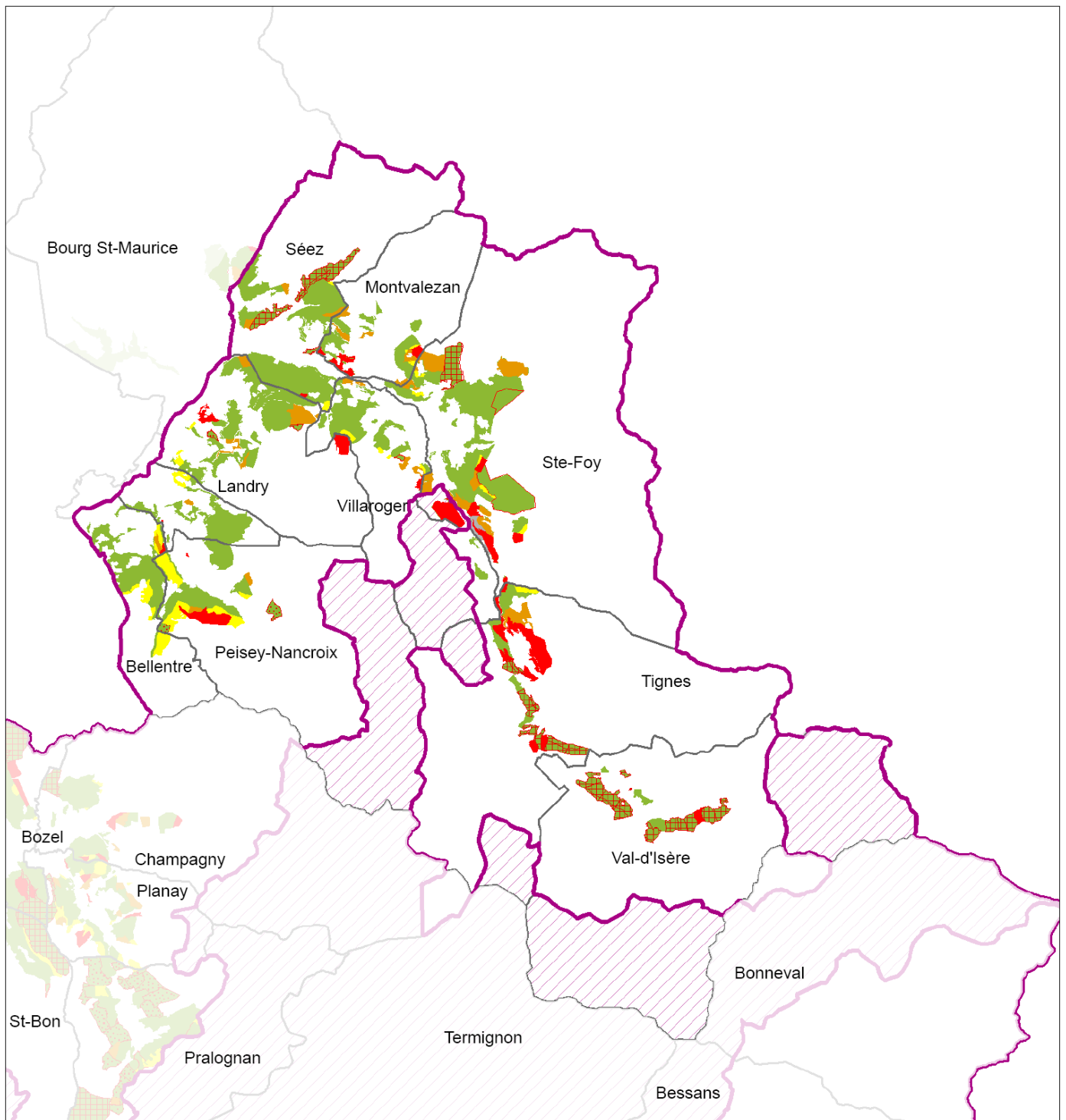
- Dernière exploitation > 50 ans
- Dernière exploitation 30-50 ans
- Non exploité depuis longtemps mais date de dernière coupe inconnue
- Peu exploité mais probablement peu ancien
- Peu exploité mais mêlé de plantations
- Peu exploité mais très peu boisé
- Exploitation partielle, zonage impossible
- Autres forêts relevant du régime forestier

Limites administratives

- Communes
- Aire optimale d'adhésion du PNV
- Coeur du PNV

0 5 10 Kilomètres
1:200 000





Unité territoriale : Haute-Tarentaise

Régime d'exploitation

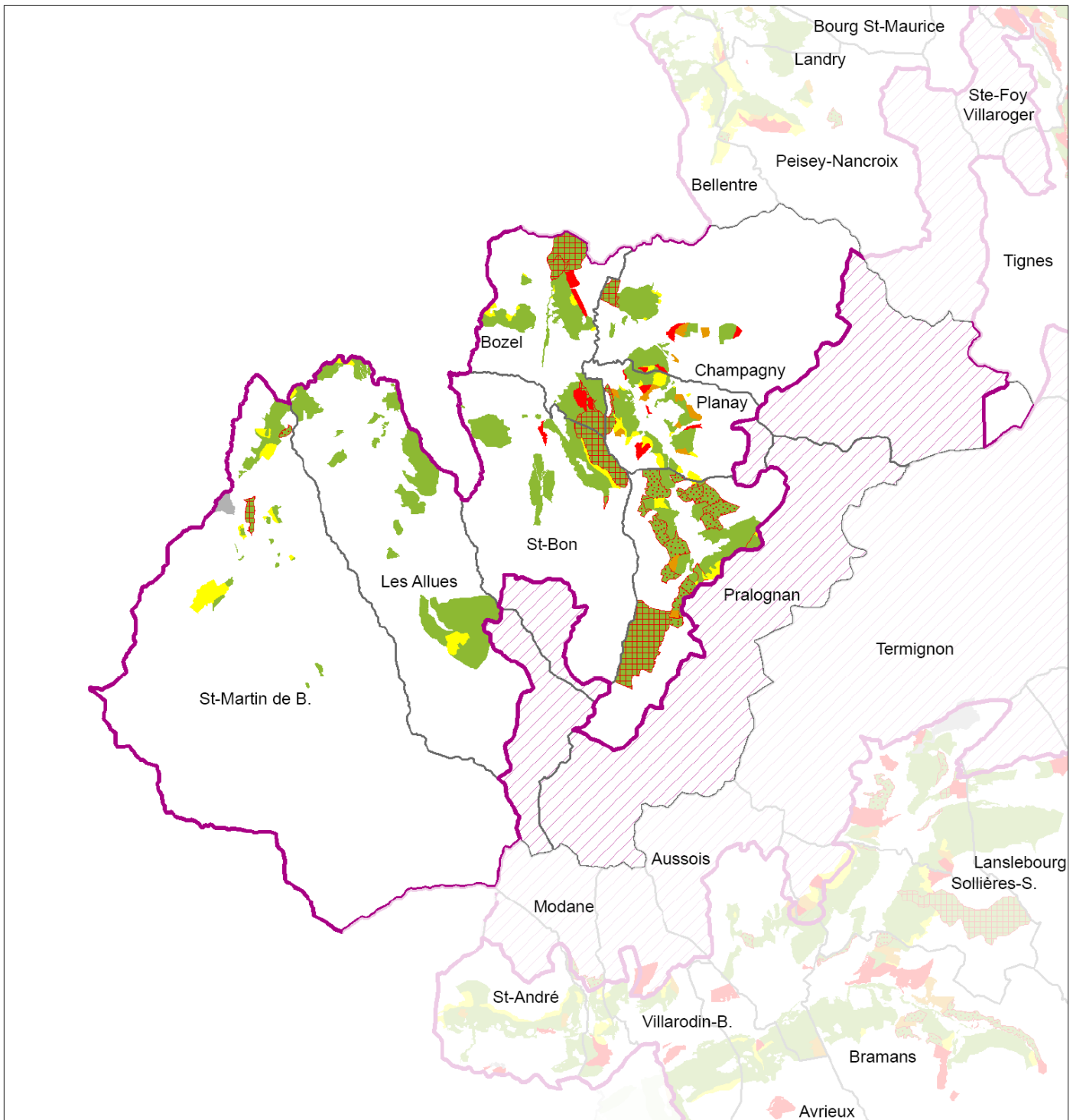
- Dernière exploitation > 50 ans
- Dernière exploitation 30-50 ans
- Non exploité depuis longtemps mais date de dernière coupe inconnue
- Peu exploité mais probablement peu ancien
- Peu exploité mais mêlé de plantations
- Peu exploité mais très peu boisé
- Exploitation partielle, zonage impossible
- Autres forêts relevant du régime forestier

Limites administratives

- Communes
- Aire optimale d'adhésion du PNV
- Coeur du PNV

0 5 10 Kilomètres
1:200 000





Unité territoriale : Moûtiers

Régime d'exploitation




- Dernière exploitation > 50 ans
- Dernière exploitation 30-50 ans
- Non exploité depuis longtemps mais date de dernière coupe inconnue
- Peu exploité mais probablement peu ancien
- Peu exploité mais mêlé de plantations
- Peu exploité mais très peu boisé
- Exploitation partielle, zonage impossible
- Autres forêts relevant du régime forestier

Limites administratives

- Communes
- Aire optimale d'adhésion du PNV
- Coeur du PNV

0 5 10 Kilomètres
1:200 000



Cadastres			
Désignation du document	Source	Avantages	Inconvénients
<p>Mappe sarde, 1728-1738 avec ses matrices</p> 	<p>Archives départementales de Savoie</p> <p>Livres des numéros suivis : série C (numéro par commune)</p> <p>Document reproduit : <i>Mappe sarde Lanslevillard 1728-38</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - document ancien ; - couvre toute la zone ; - description par parcelle cadastrale : assez précis (l'essence est parfois indiquée). 	<ul style="list-style-type: none"> - figurés pas homogènes, donc nécessité de consulter les livres des numéros suivis ; - de plus, repérage sur la carte peu évident, et numérotation des parcelles différente d'aujourd'hui, d'où difficulté à retrouver les parcelles étudiées ; - certaines parcelles contiendraient plusieurs types de végétation, pas forcément renseigné, notamment sur terrains communaux (se visualise bien sur le détail représenté dans la première colonne : en dehors du hameau, tout est regroupé en une seule entité) ; - échelle intra-communale, donc travail très long, à conseiller plutôt dans le cadre d'une étude sur une zone réduite.
<p>Plan minute du cadastre napoléonien, vers 1800</p> 	<p>Archives départementales de Savoie</p> <p>Document reproduit : Côte 1Fi451 <i>Plan géométrique de Bellentre, levé en exécution de l'arrêté du gouvernement du 12 brumaire an 11. Plan roulé. Cadastre, Vue géométrale. Papier. Aquarellé, plume encre noire et couleur. 110x222 cm. Auteur : Quenard. Plan minute du cadastre par masses de culture napoléonien. 1802-</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - document ancien ; - précision à l'échelle de la parcelle cadastrale ; - précision sur l'occupation du sol : futaie, taillis, broussaille, mélange bois-pâturage, pré, labour, vigne, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - bois communaux décrits par grandes zones ; - très peu de communes disponibles car levés exécutés sur une partie seulement du territoire de la Savoie, et car certains de ces plans sont trop abîmés pour être consultés (seront peut-être numérisés dans l'avenir par les Archives départementales).

Cadastres plus récents (de 1870 à 1930)



Archives départementales de Savoie




Document reproduit :


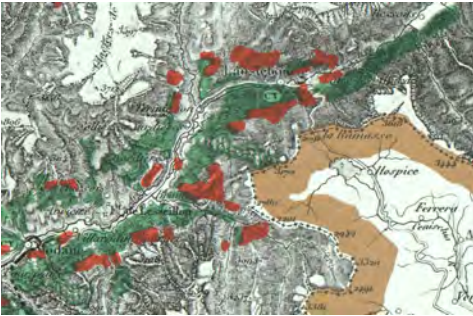
Côte 3P 7333
Premier cadastre français, Bellentre. Section C, feuille 2. 1870

- échelle assez fine ;
- permet une vérification en cas de doute sur la carte d'Etat-major des années 1860 quand la date est proche.


- recherche par parcelle fastidieuse car nécessité de recherche dans les tableaux des contenances : à réserver à un petit secteur ;
- information relativement basique dans les tableaux des contenances : terre, maison, sapins, pré ;
- peu homogène au niveau des dates (Bellentre : 1870, Modane : 1926).

Cartes topographiques de l'armée

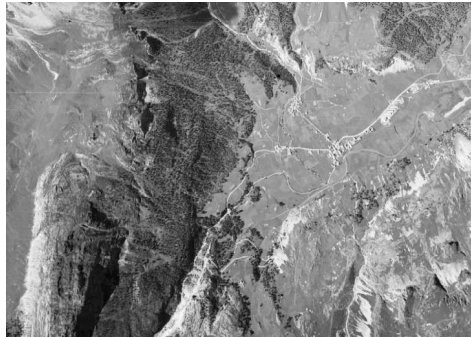
Désignation du document	Source	Avantages	Inconvénients
<p>Les cartes de l'état-major sarde, fin XIX^e siècle</p> 	<p>Archives départementales de Savoie</p> <p>Document reproduit : Cote 1Fi 889 <i>St-Jean de Maurienne [Etat-major sarde, feuille 42]. Carte pliée, vue perspective. Papier entoilé. 75x54 cm. Echelle : 1/50 000 1854-70</i></p>	<p>- assez bonne échelle (1/50 000).</p>	<p>- occupation du sol indiquée par de toutes petites lettres peu lisibles (forêt = B) ; - limites peu claires.</p>
<p>Les cartes d'état-major couleur</p> 	<p>Géoportail</p> <p>Document reproduit : <i>Carte d'état-major couleur Alentours de Lanslebourg Levés réalisés vers 1864</i></p>	<p>- bonne échelle pour un repérage de chaque parcelle (1/40000) ; - localisation assez précise des massifs forestiers (en vert) ; - reconnue dans d'autres études comme les cartes anciennes les plus précises ; - accès gratuit sur Géoportail ; - pour un travail de numérisation des zones boisées, achat possible de la donnée SIG, et calage de bonne qualité.</p>	<p>- reste relativement récent ; - on ne connaît pas les critères pour qu'un terrain soit considéré comme boisé ; - des incohérences existent : sur les limites entre feuilles, on constate parfois qu'un terrain boisé sur l'une ne l'est pas sur l'autre ; - certains sites dont on sait qu'ils étaient à nu sont renseignés comme boisés (Dent du Villard) ; - une partie de la zone n'est pas couverte par la couleur (vers Tignes, Ste-Foy).</p>
<p>Les cartes de l'armée du début du 20^e siècle.</p> 	<p>Archives départementales de Savoie</p> <p>Document reproduit : Cote 1Fi357 <i>Modane, feuille XXXV-34 [Carte de France au 1/5e, type 1922]. Carte roulée, Projection de Lambert. Papier. 60x45 cm. Echelle : 1/5. Auteur : Service géographique de l'armée 1907-1926</i></p>	<p>- assez bonne échelle (1/50 000) ; - limites claires des massifs forestiers.</p>	<p>- date des levés variable et parfois inconnue ; - peu ancien : peut servir de vérification intermédiaire.</p>




Cartes plus générales			
Désignation du document	Source	Avantages	Inconvénients
<p>Carte agronomique de la Savoie, 1860-1881</p> 	<p>Archives départementales de Savoie</p> <p>Document reproduit : Cote 1Fi916 <i>Carte agronomique du département de la Savoie dressée par les soins de la société centrale d'agriculture de Chambéry. [Carte d'Etat-major au 1/8e non complétée]. Cartes roulées. 6 folios., vue perspective. Papier. 106x75 cm. Echelle : 1/8. 1860-1881</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - échelle assez fine ; - boisements indiqués. 	<ul style="list-style-type: none"> - parfois peu lisible, semble ne pas avoir été complété sur certaines zones ; - ne couvre que la Haute-Tarentaise.
<p>Atlas forestier de France, vers 1910</p> 	<p>Archives départementales de Savoie</p> <p>Document reproduit : Cote 1Fi2051 <i>Atlas forestier de la France, département de la Savoie. Plan à plat. Une carte et une notice. Forêts, Vue perspective. Papier. 62x48 et 49x32 cm. Auteur : Administration des eaux et forêts. 1910-</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - sujet correspond à notre recherche ; - permet de localiser au moins approximativement les massifs (forêts publiques et privées). 	<ul style="list-style-type: none"> - pourrait avoir été dressé à partir des plans des aménagements, dans ce cas les surfaces vides relevant du régime forestier seraient reproduites comme boisées ; - faible précision.
<p>Carte des déboisements de 1738 à 1910, départements de la Savoie et de la Haute-Savoie</p>	<p>ONF</p> <p>Vers 1910</p>	<ul style="list-style-type: none"> - résume en quelque sorte la mappesarde de 1738, donc donnée de base assez précise ; - pour le cas de sites défrichés entre 1738 et 1910, et recolonisés après 1910, apporte une information intéressante. 	<ul style="list-style-type: none"> - part du postulat qu'il n'existe pas de zones non boisées en 1738 et recolonisées en 1910. Donc il manque une part de l'information. - petite échelle donc faible précision ; - aurait été dressée par P. Mougin, au centre d'une polémique au début du XX^e siècle, donc question sur la fiabilité de la donnée.

Autres types de cartes

Désignation du document	Source	Avantages	Inconvénients
<p>Aménagements des forêts domaniales et communales relevant du régime forestier : Plans et description des parcelles</p> 	<p>ONF</p> <p>Document reproduit : <i>Villaroger, extrait de la carte d'un aménagement ancien</i> <i>Date exacte inconnue</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - très précis ; - relativement ancien (à partir des années 1890 le plus souvent). 	<ul style="list-style-type: none"> - pas de vue d'ensemble, recherche forêt par forêt, donc travail très long pour une zone étendue ; - pas d'information pour les parcelles plus récemment soumises.

Photographies anciennes

Désignation du document	Source	Avantages	Inconvénients
<p>Photographies aériennes IGN</p> 	<p>Site de l'IGN</p> <p>Document reproduit : <i>Tignes, emplacement de l'actuel lac du Chevril</i> <i>Campagne de 1948</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - téléchargement gratuit pour les plus anciennes ; - repérage relativement aisé ; - bonne qualité ; - sûreté de la donnée : représente la réalité et non une interprétation comme c'est le cas pour les documents cartographiques ; - couvre la majeure partie de la zone étudiée à partir des années 1948-1954. 	<ul style="list-style-type: none"> - rien avant les années 1930 ; - quelques zones à l'ombre où l'occupation du sol est moins nette.

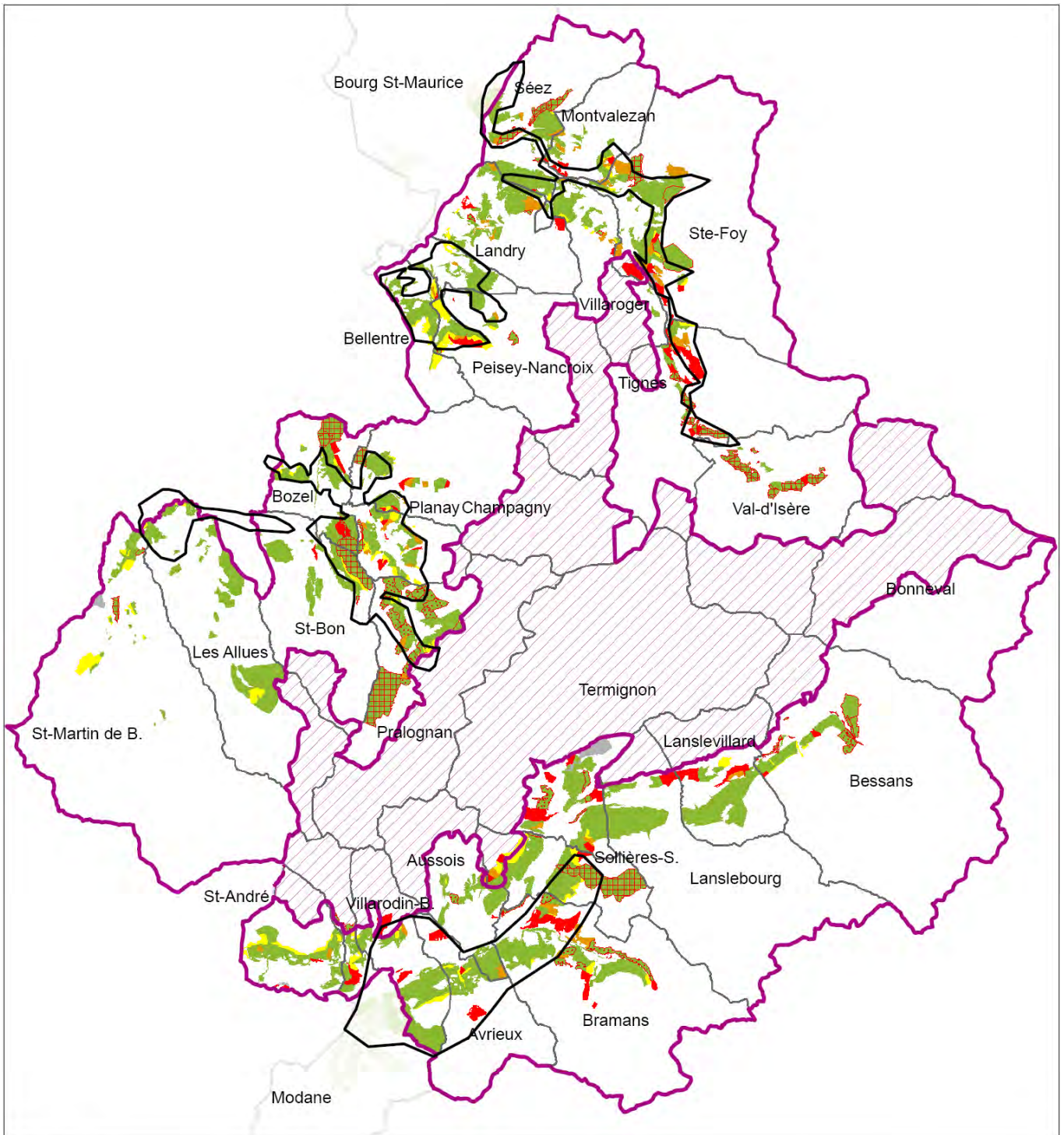
<p>Clichés classiques du RTM</p> 	<p>ONF</p> <p>Document reproduit : Photo N° 3748 <i>Vue générale du Bassin Bonrieu prise de la route de la cour</i> <i>FD du Mont Jovet</i> <i>28/08/1933</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - représentation différente des cartes : pas d'interprétation ; - prises dans le but de voir l'évolution de la forêt donc bien cadrées, et le lieu de la prise de vue est indiqué ; - dans les aménagements, présentation côte à côte avec une prise de vue récente pour comparer, ce qui facilite le repérage. 	<ul style="list-style-type: none"> - concerne surtout les forêts domaniales : faible zone couverte ; - la représentation non cartographique entraîne un travail de localisation des parcelles plus long ; - dates non homogènes.
<p>Clichés classiques de collections privées</p> 	<p>privé</p> <p>Document reproduit : <i>collection Michel Bartoli</i> <i>Bramans, vallée de l'Ambin,</i> <i>versant orienté sud.</i> <i>1948-55</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - représentation différente des cartes : pas d'interprétation ; - dans certains cas (angle favorable, distance faible), les limites forestières peuvent être très précises. 	<ul style="list-style-type: none"> - relativement récent, sauf source particulière ; - localisation pas toujours indiquée - la représentation non cartographique entraîne un travail de localisation des parcelles plus long.
<p>Gravures de presse</p> 	<p>Archives départementales de Savoie, disponible en ligne</p> <p>Document reproduit : Cote 1Fi 1999 <i>Collection iconographique collée sur des planches 25, 5x39cm de gravures de presse, de lithographies, de photographies et de papier en-tête</i> <i>Fin 19^{ème}</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - représentation différente des cartes ; - époque où l'on trouve peu de documents. 	<ul style="list-style-type: none"> - souvent les arbres ne sont représentés qu'au premier plan ; - quelle fiabilité d'une représentation de presse dont le sujet n'est pas la forêt ? - pas de date précise ; - difficulté de localisation ; - couverture aléatoire.

Archives non iconographiques

Désignation du document	Source	Avantages	Inconvénients
Archives communales (Lanslevillard)	Archives départementales de Savoie Cote 107E dépôts 50-51 <i>Bois communaux. Registre 1534-1535</i>	- très ancien.	- illisible ; - peu probable qu'apporte une information localisée.
Intendance Savoie, Maurienne, Moûtiers, etc	Archives départementales de Savoie Séries 1FS, 3FS <i>1792-1815</i>	- historiques de coupes ; - apporte une vision des questions se posant à l'époque.	- très lacunaire ; - peut servir à étude historique mais pas à notre approche par parcelle.
Tableau des contenances, premier cadastre français (de 1870 à 1930) A associer à carto, non ???	Archives départementales de Savoie Série 3P	- information parcellaire.	- information très basique (terre, maison, pré, sapins) ; - changement de numérotation de parcelle induit un travail énorme de recherche.

Document	Date	Communes couvertes	État	Cote	Type	Commentaire
Mappe sarde	1728-38	toutes	consultable		numérisé	
Plan minute cadastre napoléonien	vers 1800	Bellentre	consultable	1Fi 451	papier	
		Hauteville	consultable	1Fi 452	papier	
		Landry	consultable	1Fi 453	papier	
		Val de Tignes (Val d'Isère)	trop abîmé	1Fi 454	papier	
		Peisey	trop abîmé	1Fi 455	papier	
		Tignes	trop abîmé	1Fi 456	papier	
		Villaroger	trop abîmé	1Fi 457	papier	
		Champagny	consultable	1Fi 462	papier	
		Pralognan	consultable	1Fi 468	papier	
		St-André	consultable	1Fi 474	papier	
Cadastre par masse de culture	vers 1800	Landry	consultable	1Fi 499	papier	
		Peisey	?	1Fi 507	papier	
		St-André	?	1Fi 508	papier	
État-major sarde 1/50 000	1854-70	Moûtiers, St-Martin, St-Bon, Les Allues, Bozel, Planay, Champagny, Pralognan	consultable	1Fi 991	papier	bois repérés par la lettre B, peu lisible
		Bellentre, Landry, Peisey, partie de Bourg St-Maurice	consultable	1Fi 992	papier	
État-major français	1860-64	toutes	consultable	(géoportail)	numérisé	
Armée 1/50 000	début 20ème siècle	Bourg St-Maurice, parties de Landry et Bellentre	consultable	1Fi 355	numérisé	relevés 1907, publication 1926
		Les Allues, St-Bon, Bozel, Champagny, Pralognan, Planay, partie de St-Martin	consultable	1Fi 356	numérisé	relevés 1900-06, révisé en 1929, publication 1931
		de Modane à Sollières, et partie de Termignon	consultable	1Fi 357	numérisé	relevés 1907, publication 1926
		Ste-Foy, Villaroger, partie de Montvalezan	consultable	1Fi 360	numérisé	relevés 1886-1903, révisé en 1928, publication 1931
		Lanslebourg, Lanslevillard, Bessans	consultable	1Fi 361	numérisé	relevés 1907, publication 1925

**Annexe 8 : Carte des massifs prioritaires du PPRDF 2011
superposés aux classes d'exploitation**



Légende

Régime d'exploitation

- Dernière exploitation > 50 ans
- Dernière exploitation 30-50 ans
- Non exploité depuis longtemps mais date de dernière coupe inconnue

- Peu exploité mais probablement peu ancien
- Peu exploité mais mêlé de plantations
- Peu exploité mais très peu boisé
- Exploitation partielle, zonage impossible
- Autres forêts relevant du régime forestier

Limites administratives

- Communes
- Aire optimale d'adhésion du PNV
- Cœur du PNV



**Annexe 9 : Indicateurs couramment cités ou utilisés
dans les études sur la naturalité**

(pages suivantes)

CRITÈRE	INDICATEUR	Greslier (1993)	Leroy (2006)	Belet et Augé (2005)	Camino (2009)	Alsace Nature 1996, ds Gilg (2004)	WWF Forêts anciennes Méditerranée (en cours)	Réseau forêts en libre évolution (2011)
		typologie des forêts subnaturelles, repérage de quelques sites	état de référence /naturalité pour une réserve naturelle	note selon catégorie pour chaque critère, somme =>note totale	note selon catégorie pour chaque critère, somme =>note totale	uniquement propositions	définition et description de forêts anciennes	fiche à remplir par gestionnaire ou autre, degré de précision variable
Ancienneté état boisé	Historique pâturage	X					X	X
	Flore indicatrice		info pas précise					
	Date dernier labour						X	
	Type usage passé						X	
Renouveau	Naturel/plantation	X		X			X	X
Exploitation	Date dernière coupe	X					X	X
	Date dernière récolte chablis	X						
	Ancienneté souches	X						X
	Fréquence des coupes	X		X				
	Facilité d'exploitation	X					X	
	Exploitation constatée						X	
	Exploitation potentielle						X	
	Choix de gestion actuel	X						X
Maturité	G total		X	X			X	
	V bois vivant						X	
	Proportion TGB, GB		X	X	X			
	Diamètre 3 + gros arbres						X	
	Densité TGB						X	
	Volume total vivant et mort		X					
	Age des plus vieux arbres	X						
	Age du peuplement						X	
Stade succession (pionnier etc)						X		

Structure verticale	Nombre de strates						X	
	Naturalité de la structure arbustive / lacunes artificielles						X	
	Phase sylvatique						X	X
	Sous-étage			X			X	
	Type de traitement	X		X		X	X	
	% tiges de taillis		X					
	Hauteur moyenne						X	
	Hauteur dominante						X	
Structure horizontale	Homogène, bouquets etc	X		X			X	
	Ouverture du peuplement	X					X	
Bois mort	Quantité bois mort total	X	X	X	X			
	Quantité bois mort sur pied	X	X				X	
	Quantité bois mort au sol	X					X	
	Répartition Vbois mort par type (sol/pied, diamètre)		X					
	Présence de bois mort fin						X	
	Composition en essences du bois mort		X					
	% des stades de décomposition		X				X	
	Bois mort / biomasse totale						X	
Arbres d'intérêt écologique	N dépérissants	X	X					X
	Autres types		X					
Autochtonie	Proportion essence climacique		X					
	Essences allochtones						X	X
	G essences allochtones / Gtotal	X		X	X	X		
	Essences dominantes	X						X
	Essences accompagnatrices	X						

Composition faunistique	Oiseaux cavernicoles etc		X					
	Petits mammifères		X					
	Densité grands carnivores		X					
	Densité grands herbivores	X	X					
	Insectes saproxyliques				X			X
	Entomofaune à faible pouvoir de dispersion							X
Composition floristique	Insectes profitant de l'affaiblissement des arbres							X
	Diversité/abondance herbacées et mousses							
	Espèces typiques de l'habitat				X			
Autres taxons	Espèces protégées	X						
	Lichens à croissance lente ou faible pouvoir de colonisation		X					X
	Champignons caractéristiques		X					X
Perturbation des équilibres	Pestes végétales			X	X		X	
	Espèces favorisées par tassement, omiérage etc				X			
	Espèces exogènes		X	X		X	X	
	Dégâts abrouissement	X			X			
	Etat sanitaire	X			X			
Dynamique de renouvellement	Surface en jeune pplmts	X			X			
	Etat de la régénération	X			X			
Pédologie	Type d'humus	X	pas assez d'info				X	
	Microfaune et microflore caractéristique d'1 dynamique spontanée du sol							
	Type de sol	X	X					
	Etat de la surface du sol						X	
	Carbonatation						X	

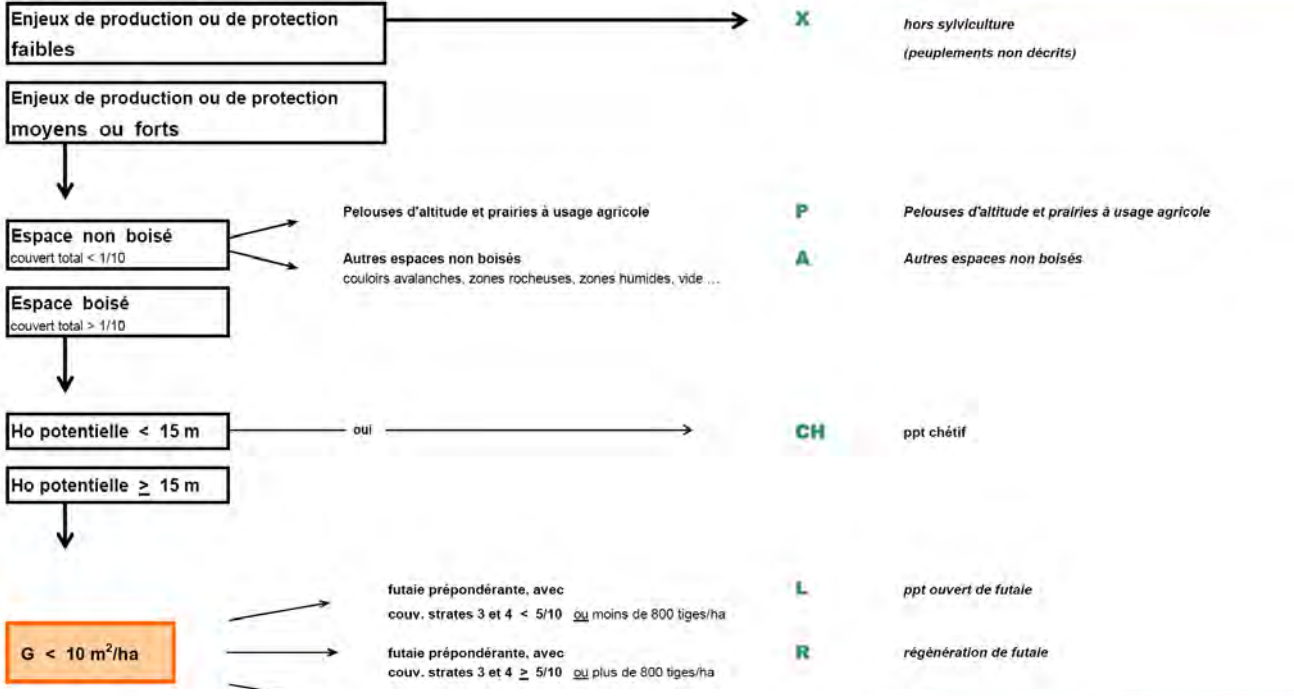
Qualité des espaces alentours, intégrité du massif	Surface forestière pour 1 région dont stade climacique = forêt					X		
	Essences peuplements alentours	X						
	Traitements peuplements alentours	X						
	Surface-qualité peuplements alentours					X	X	
	Islement						X	
	Homogénéité site/massif							X
	Surface du peuplement ""subnaturel""	X						X
Perturbations naturelles	Perturbations hydrologiques pour habitats humides			X	X			
	Autres perturbations naturelles					X	X	
Impact des activités humaines non forestières actuelles	Impact incendies d'origine anthropique				X		X	
	Infrastructures						pas encore défini	
	Travaux / sol						X	
	Chasse						X	
	Fréquentation				X		X	X
Impact des activités humaines anciennes	Traces usages anciens						X	
	Vieux arbres agropastoraux						X	
	Espèces indicatrices de perturbation						X	
Empreinte potentielle	Urbanisation						X	
	Changement climatique						X	
	Défrichement						X	
Sentiment de nature	Elements naturels forts						X	
	Temps d'accès à pied	X					X	
	Perceptions sonores, visuelles etc						X	
	Niveau de dérangement global						X	
Données descriptives	Altitude							X
	Productivité de la station							X

Annexe 10 : Typologie tirée du *Guide des sylvicultures de montagne*, à utiliser pour déterminer la structure du peuplement

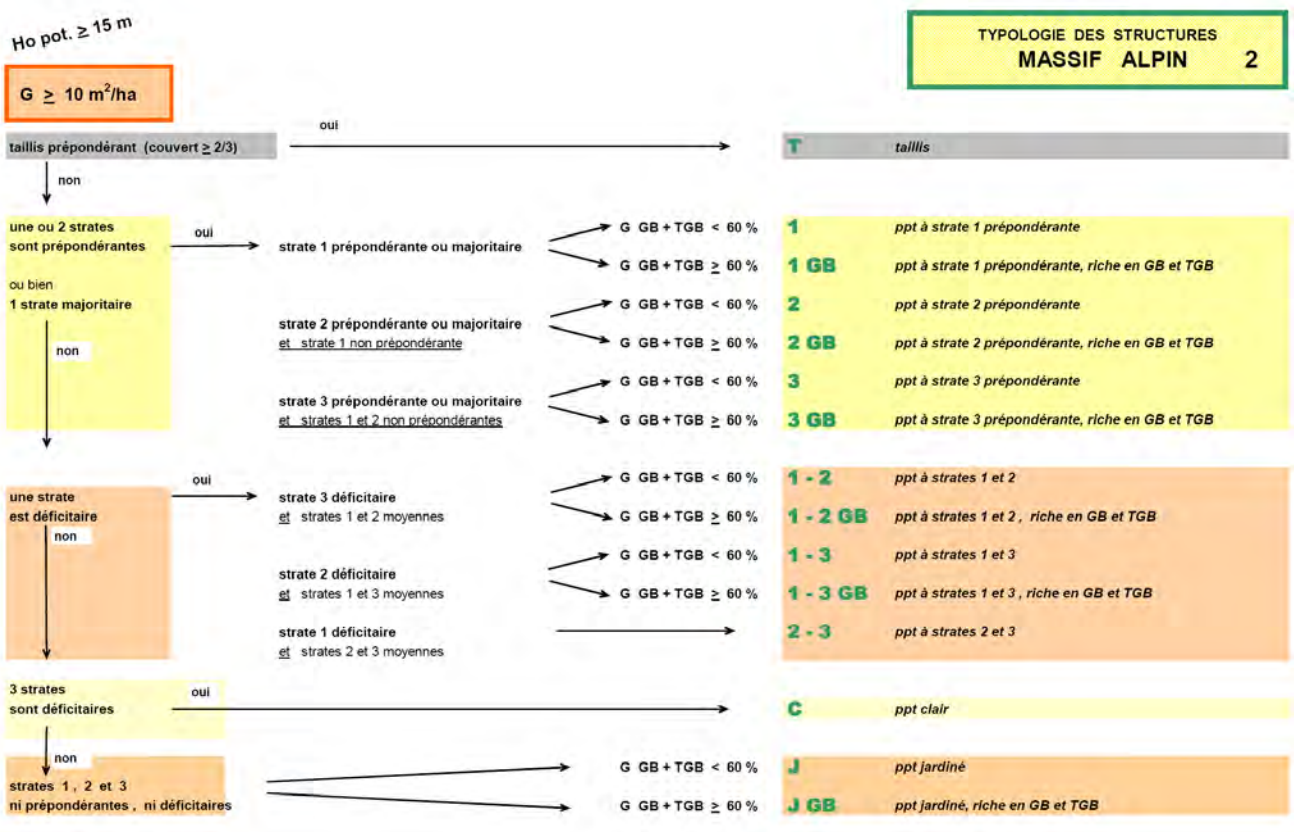
OFFICE NATIONAL DES FORETS
STIR - Alpes
Mars 2002

TYOLOGIE DES STRUCTURES MASSIF ALPIN

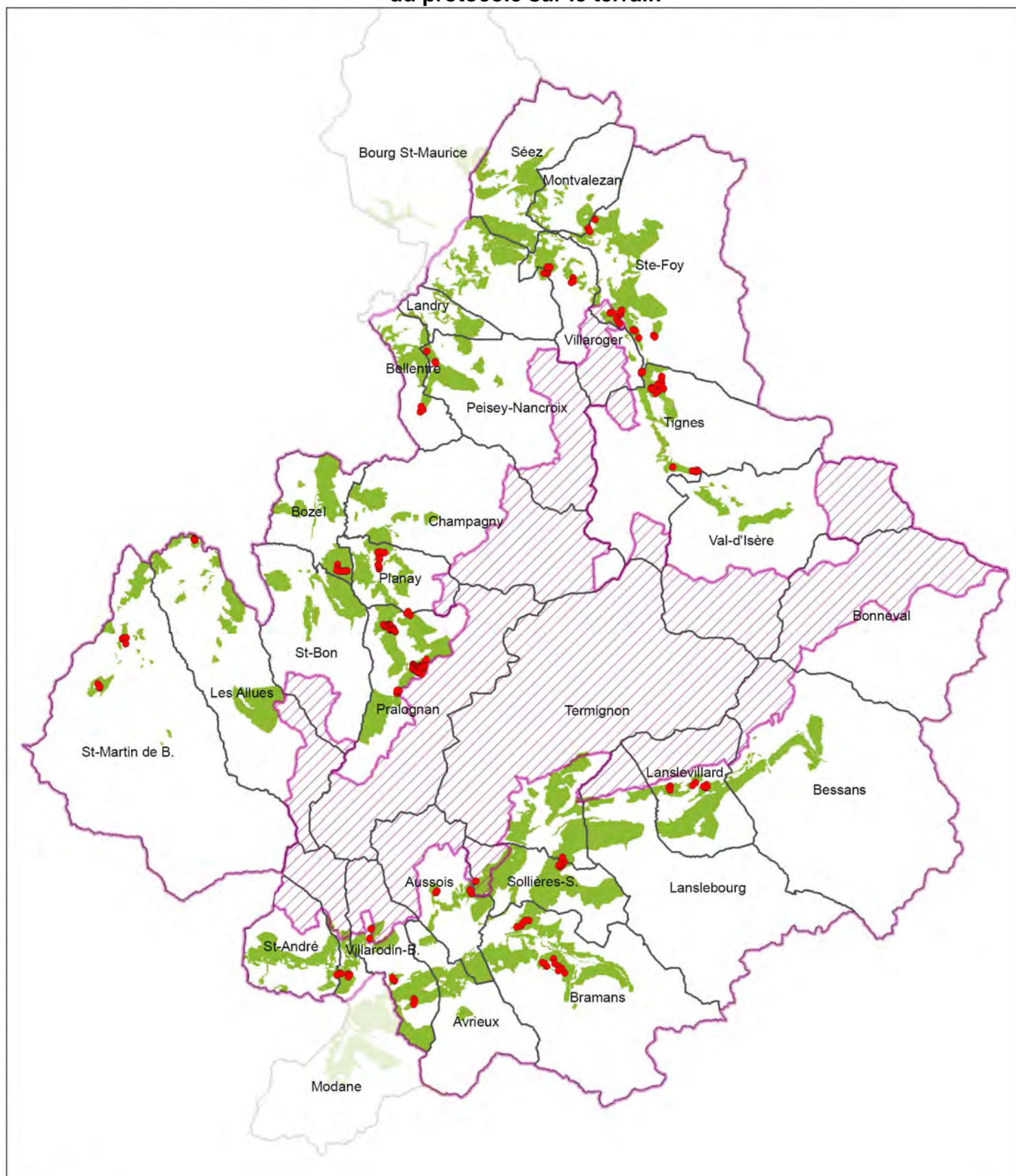
PB = 20 ; 25	GB = 45 ; 50 ; 55 ; 60
BM = 30 ; 35 ; 40	TGB = 65 et +
strate prépondérante : couvert supérieur ou égal à 5/10	
strate moyenne : couvert égal à 3/10 ou 4/10	
<i>(une strate moyenne associée à 2 strates déficitaires, est dite majoritaire)</i>	
strate déficitaire : couvert inférieur ou égal à 2/10	



TYOLOGIE DES STRUCTURES MASSIF ALPIN 2



Annexe 11 : Carte des relevés réalisés lors de la phase de test du protocole sur le terrain



Légende

- Relevés de terrain
- Forêts relevant du régime forestier

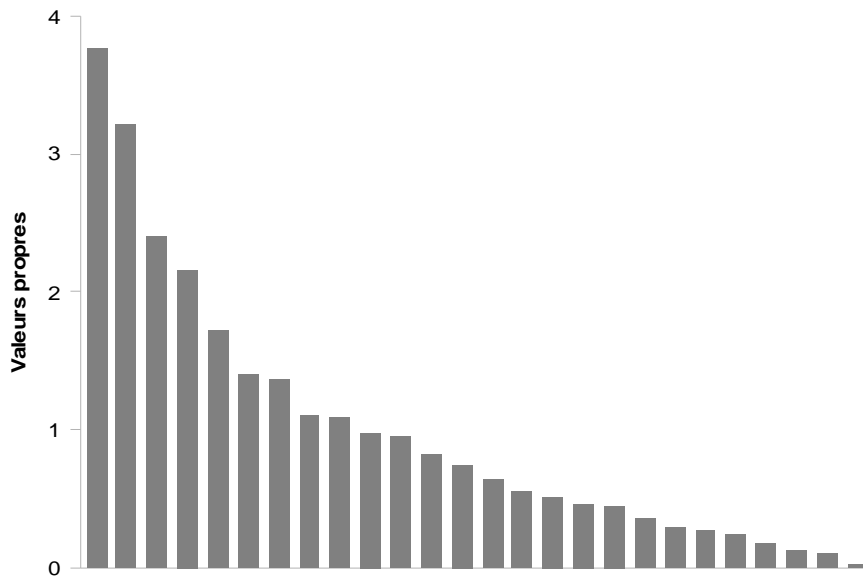
Limites administratives

- Communes
- Aire optimale d'adhésion du PNV
- ▨ Coeur du PNV

0 10 20 Kilomètres
1:300 000

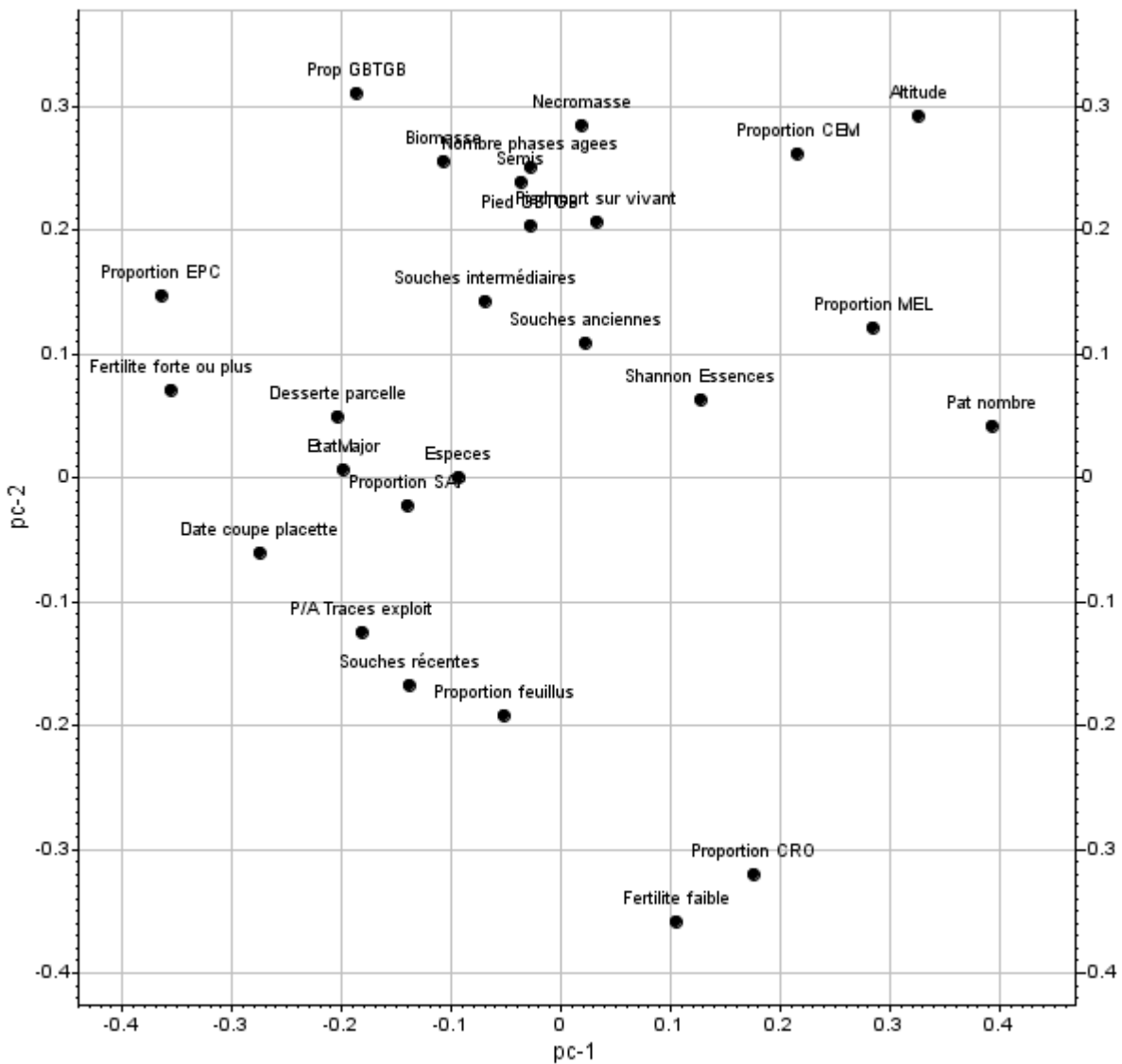


Annexe 12 : Graphiques issus de l'analyse en composantes principales réalisée sur l'ensemble des relevés



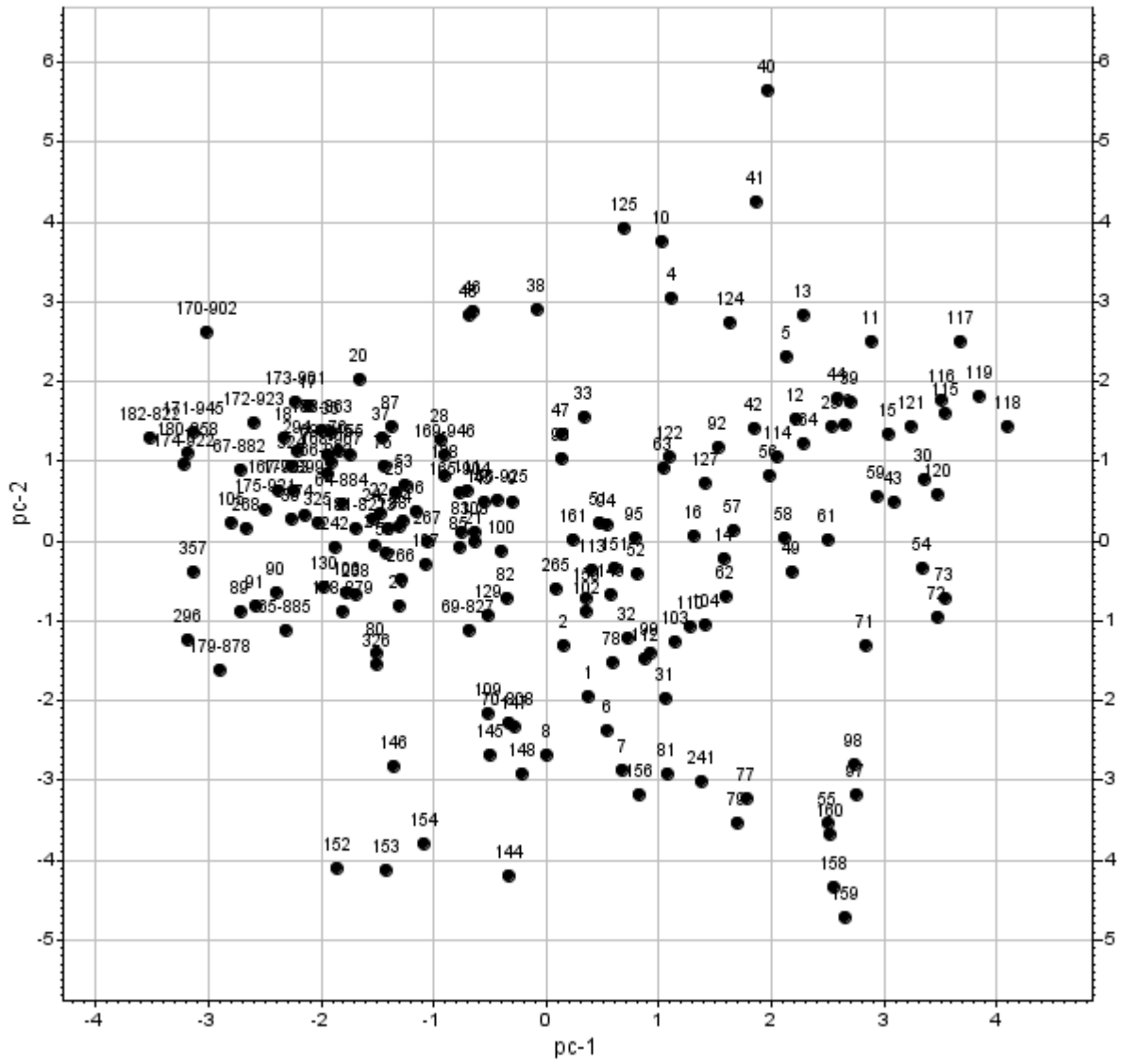
Histogramme des valeurs propres

5 (Loadings)



Projection des variables sur les axes 1 et 2

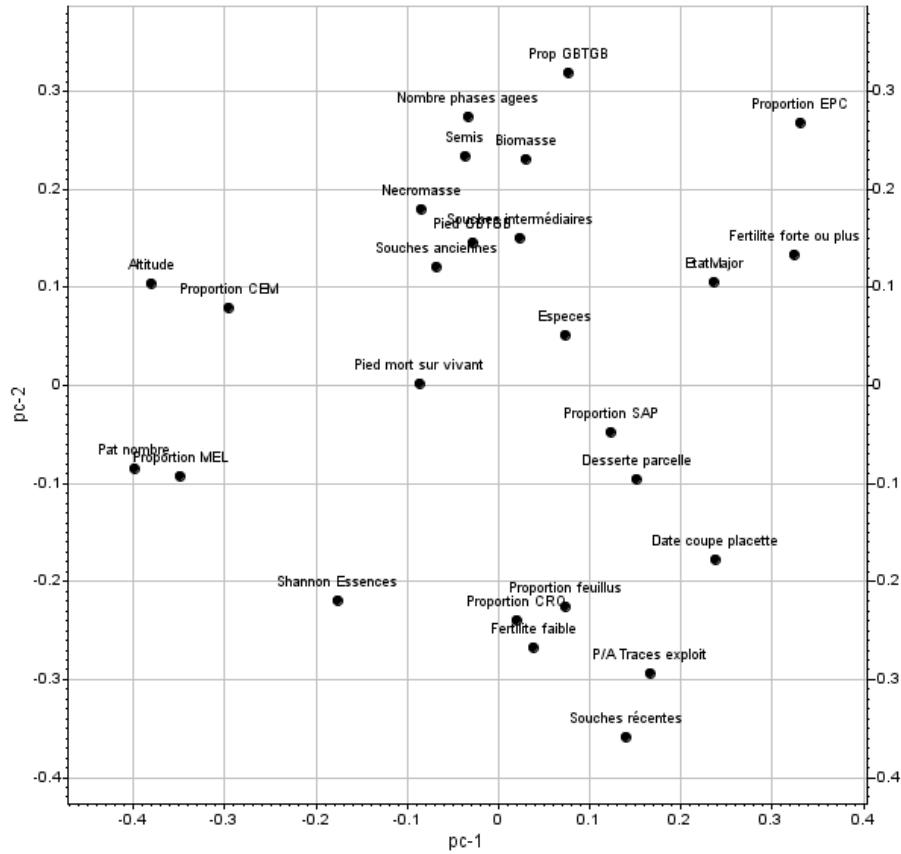
5(Components)



Projection des relevés sur les axes 1 et 2

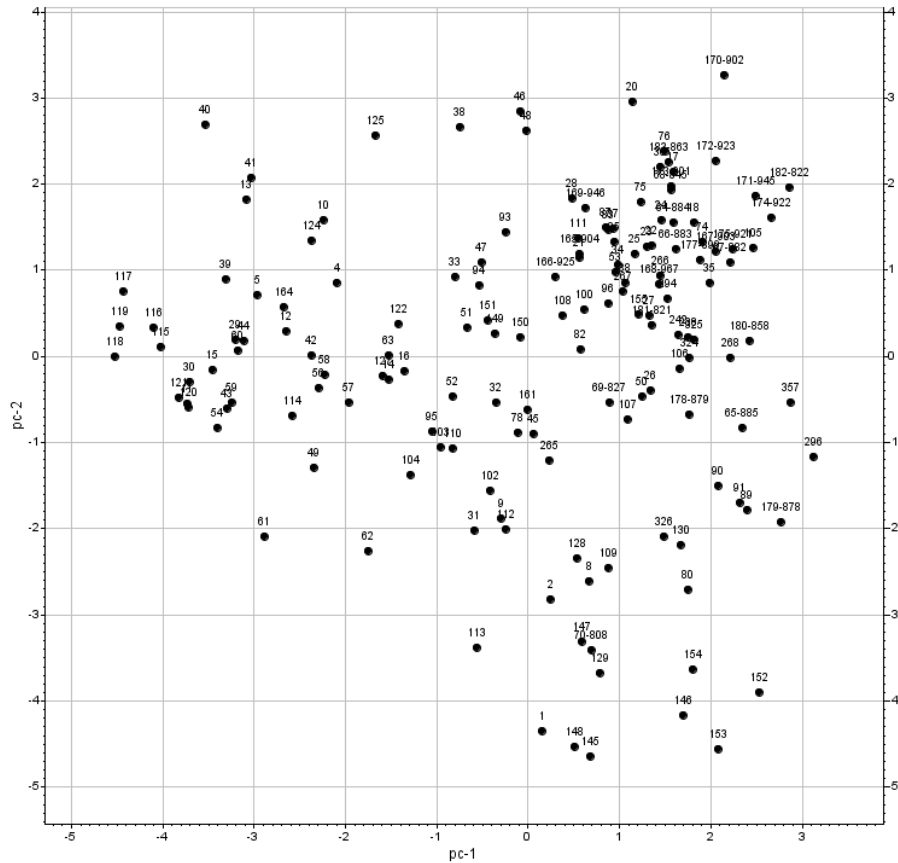
Si l'analyse est répétée sans les peuplements purs de pins à crochets, l'axe 2 est étiré, et les variables liées à l'exploitation s'opposent davantage aux variables liées à la maturité du peuplement.

PCA (ss cro)(Loadings)



Projection des variables sur les axes 1 et 2

PCA (ss cro)(Components)



Projection des relevés sur les axes 1 et 2

Annexe 13 : Degré de naturalité des sites visités lors de la phase de terrain

Commune	Parcelle ou ensemble de parcelles	Classe d'exploitation *	Groupes rencontrés (cas des forêts non exploitées)	Note moyenne	Relevés avec une note supérieure à 75
Sollières-Sardières	B1	> 50 ans	Groupes 7, 6	82	80%
Ste-Foy Tarentaise	B, C, D	> 50 ans	Groupes 5, 6, 7	74	50%
Tignes	5	> 50 ans	Groupes 6, 5	73	66%
Planay	13.2	> 50 ans	Groupes 4, 6	70	0
Villaroger	27 (haut)	> 50 ans	Groupe 1	70	0
Dent du Villard	Bozel I3, RTM parties non plantées	> 50 ans	Groupes 7, 5	70	20%
Lanslevillard	37	> 50 ans	Groupes 6, 2	70	33%
Modane	8	> 50 ans	Groupe 6	68	33%
Villarodin	111, 113	> 50 ans	Groupe 1	66	0
Pralognan	37, 38, 39, 40 (parties)	Non exploité depuis longtemps	Groupes 5, 6	65	25%
Peisey-Nancroix	30, 32	> 50 ans	Groupe 5	65	33%
Ste Foy Tarentaise	5 (haut)	Non exploité depuis longtemps	Groupe 4	65	0
Lanslevillard	34	> 50 ans	Groupes 3, 5	64	0
Pralognan	12 (haut)	> 50 ans	Groupes 5 et autres	63	0
<i>Sollières-Sardières</i>	<i>A1</i>	<i>> 50 ans</i>	<i>Groupe 6</i>	<i>63</i>	<i>0</i>
Tignes	10, 11	> 50 ans	Groupe 5 et autres	61	20%
Bellentre	33	> 50 ans	Groupe 2	61	33%
Pralognan	44 (parties boisées)	> 50 ans	Groupe 5	59	0
<i>Ste Foy Tarentaise</i>	<i>1</i>	<i>30 - 50 ans</i>		<i>59</i>	<i>0</i>
Tignes	36	> 50 ans	Groupes 2, 3	59	0
<i>Villarodin</i>	<i>15</i>	<i>> 50 ans</i>	<i>Groupe 1</i>	<i>58</i>	<i>0</i>
Ste Foy Tarentaise	59	> 50 ans	Groupe 5	58	0
Bramans	39, 41	> 50 ans	Groupe 1	56	0
Bramans	8	> 50 ans	Groupe 3	55	0
Bourg St Maurice	327	> 50 ans	Groupe 1	55	0
Planay	11.2, 12.2	30 - 50 ans		54	0
Pralognan	20	> 50 ans	Groupe 3	54	0
Ste Foy Tarentaise	66	> 50 ans	Groupe 2	54	0
Villaroger	38 (haut)	> 50 ans	Groupe 1	51	0
Ste Foy Tarentaise	53	30 - 50 ans		51	0
Villarodin	33	> 50 ans	Groupe 4	50	0
Planay	b	> 50 ans	Feuillus précieux	50	0%
Les Allues	41	Exploité		50	0
<i>Aussois</i>	<i>36</i>	<i>30 - 50 ans</i>		<i>48</i>	<i>0</i>
Pralognan	37, 38, 39, 40 (parties)	Exploité		47	0
Pralognan	12 (bas)-10	Exploité		46	0
Dent du Villard	Bozel I3, RTM pins à crochets probablement plantés	> 50 ans	Plantation ancienne	46	0
Villarodin	19 et 15	Exploité		46	0
Bramans	40	Exploité		46	0
Tignes	6	30 - 50 ans		43	0
St Martin Belleville	9	> 50 ans	Groupe 2	43	0
<i>Villaroger</i>	<i>38 (bas)</i>	<i>Exploité</i>		<i>44</i>	<i>0</i>
<i>Villaroger</i>	<i>27 (bas)</i>	<i>Exploité</i>		<i>43</i>	<i>0</i>
Termignon	20-21	Exploité		41	0
Aussois	38	Exploité		42	0
<i>Tignes</i>	<i>33</i>	<i>> 50 ans</i>		<i>39</i>	<i>0</i>
Aussois	9	Exploité		40	0
Bramans	5 (bas)	Exploité		40	0
Modane	7	Exploité		39	0
Lanslevillard	35	Exploité		39	0
St Martin Belleville	2	Plantation récente		16	0

Lignes en italique : note indicative, trop peu de relevés pour faire une moyenne significative

** Issue des aménagements et corrigée par les observations de terrain*

Annexe 14 : Protocole définitif d'évaluation du degré de naturalité, applicable aux forêts de l'espace Vanoise

Dans le cas d'un inventaire systématique sur un groupe de parcelles ou un massif entier : tous les indicateurs sont relevés sur chaque placette

Au bureau :

1. Créer une grille de points sous SIG. Si les relevés se font dans le cadre d'une description de parcelle précédant une révision d'aménagement, on gardera la grille régionale d'un point à l'hectare.
2. Relever dans l'aménagement précédent, les sommiers ou autre document plus récent, la date de la dernière coupe (ou d'attribution de lots d'affouage). Dans un premier temps la même date sera appliquée à toutes les placettes d'une même parcelle, sauf exception liée à une connaissance particulière de la zone :
 - dernière coupe < 30 ans ;
 - dernière coupe entre 30 et 50 ans ;
 - dernière coupe > 50 ans ;
 - pas de coupe répertoriée depuis la fin du 19^e siècle.

Dans le cas d'une parcelle récemment soumise au régime forestier, l'information ne sera pas forcément disponible. Dans ce cas, les observations sur le terrain permettront d'évaluer approximativement la catégorie à laquelle appartient la placette.

3. Pour chaque point, évaluer l'état boisé sur les documents anciens.
 - On dispose gratuitement des photos aériennes de 1948 (site de l'IGN <http://loisirs.ign.fr/accueilPVA.do>) ou éventuellement de 1939 ou 1952-53. On indiquera si la placette était boisée, vide ou intermédiaire (pré bois, le sol est visible entre les arbres).
 - On dispose également gratuitement d'un accès au site Géoportail (<http://www.geoportail.fr>). Celui-ci fournit la carte d'État-major en couleur réalisée dans les années 1860 pour la Savoie. On indiquera si la placette est cartographiée comme forêt (vert) ou milieu ouvert (bleu, rose, blanc).
 - Il est aussi possible de trouver des informations à des dates intermédiaires, mais

Cela permet de classer les points :

- encore sous forme de pré-bois actuellement (non boisé sur la carte d'État-major, peu ou pas boisé sur les photos aériennes de 1948)
- forêt récente (non boisée sur la carte d'État-major mais boisée sur les photos de 1948)
- forêt plus ancienne (boisée sur les deux documents).

Certaines zones ne disposent pas de la carte d'État-major en couleur (vers Tignes, Villaroger). On se basera alors uniquement sur les observations de terrain.

- Enfin, si un travail sur la mappe sarde a été réalisé pour la zone (exemple : Avrieux, disponible aux Archives départementales de la Savoie), et que la placette était boisée à l'époque (années 1730), cela majorera la note finale.
4. D'après les documents d'aménagement récents ou le SIG (par exemple Cartuvi), on notera pour chaque placette la desserte à proximité :
 - absente ;
 - piste forestière à moins de 50 m en aval ou moins de 150 m en amont de la placette ;
 - route forestière à moins de 50 m en aval ou moins de 150 m en amont.
 5. Si une plantation existe à proximité et est visible sur l'aménagement ou le SIG, on indiquera la distance de chaque placette à cette plantation :
 - 0-200 m ;
 - 200-500 m ;
 - plus de 500 m.
 6. Si le dernier aménagement est récent, on notera l'importance des impacts anthropiques non liés à la gestion forestière, à proximité de chaque placette (rayon de 20 m environ) :
 - absents de tout temps ;
 - impact dans le passé (cabanes en ruines, murets, ligne électrique démantelée, etc)
 - impact actuel limité (ski hors-piste, déchets, fréquentation touristique : tables de pique-nique, panneaux d'information etc)
 - impact actuel fort (ligne électrique en fonctionnement, pâturage en forêt).

7. De même, si l'information est fournie dans l'aménagement, on pourra indiquer l'origine du peuplement :
 - plantation ;
 - taillis ;
 - semis ou rejet de souche naturel.

Dans le cas d'un mélange, l'origine la plus anthropique sera retenue.

8. Pour une journée, prévoir les placettes à visiter et le cheminement le plus rapide pour naviguer entre elles.
9. Imprimer les cartes de la zone : scan 25 avec les limites de parcelles, éventuellement photo aérienne.
10. Imprimer les feuilles de relevés, pré-remplir les informations de base (date, numéro de parcelle, observateurs) et les informations récoltées (date dernière exploitation, ancienneté forêt, etc). Ces dernières seront confrontées aux observations de terrain et éventuellement modifiées si elles ne sont pas concordantes.
11. Réunir le matériel : GPS (ou topofil et boussole), relascope, ruban, clé de structure GSM, abaques du relascope.

Cheminement jusqu'au site :

12. utilisation du GPS ou du topofil et de la boussole pour se diriger vers les placettes prévues.

Sur le terrain, observations à confronter avec les données prises au bureau :

13. Si des souches d'origine anthropique sont présentes sur la placette, relever leur degré de décomposition, selon les codes utilisés dans le protocole MEDD. Seules les souches les plus récentes seront ainsi caractérisées (l'objectif est d'estimer l'ancienneté de la dernière coupe).

Code à deux chiffres

1 écorce présente sur toute la surface	1 bois dur ou non altéré
2 écorce sur > 50% surface	2 pourriture < 1/4 diamètre
3 écorce sur < 50% surface	3 pourriture 1/4 - 1/2 diamètre
4 pas d'écorce	4 pourriture 1/2 - 3/4 diamètre
	5 pourriture > 3/4 diamètre

Si la date de dernière coupe semble incompatible avec la décomposition des souches de façon évidente (par exemple, coupe en 2010 et décomposition des souches 4.4, ou inversement coupe en 1952 et souches 2.1), on modifiera la catégorie d'ancienneté de l'exploitation dans le sens indiqué par la décomposition. Le tableau ci-dessous donne des pistes pour réaliser cette modification.

Date coupe bureau	Pourriture observée sur le terrain, en % du diamètre					Pas de souche observée
	0	<25%	25-50%	50-75%	> 75%	
A < 30 ans				B	B	C
B 30-50 ans						C
C > 50 ans	B	B				

	décomposition des souches concordante avec date théorique
B	date réelle plus récente que date théorique : on passe à la classe B
B ou C	date réelle plus ancienne que date théorique : on passe à la classe B ou C

14. Si des traces de pâturage existent, cocher les cases correspondantes sur la fiche de terrain :
 - peuplement relativement jeune ;
 - branches basses, conicité des arbres ;
 - présence de vieux arbres de pré-bois (larges, avec des branches tortueuses, ils ont poussé dans un contexte non forestier)
 - milieu encore assez ouvert ;
 - abondance d'espèces liées à l'abandon du pâturage

Confronter ensuite ces observations aux résultats obtenus depuis le bureau, pour déterminer l'ancienneté finale.

Signes de recolonisation sur le terrain	Photos 1948-54	Carte état-major 1860-64	Concordance des sources	Indicateur : type de forêt
oui	boisé ou couvert faible	boisé	terrain ne concorde pas avec photo : on vérifie avec l'Etat-major	forêt ancienne
		non boisé		forêt récente
	non boisé	inutile	forêt très récente	
non	boisé ou couvert faible	boisé	oui	forêt ancienne
		non boisé	oui	forêt récente
	non boisé	inutile	si non boisé en 1950 il y a forcément des signes	forêt très récente
doute	boisé ou couvert faible	boisé	oui	forêt ancienne
		non boisé	oui	forêt récente
	non boisé	inutile		forêt très récente

15. Si les informations sur la desserte, la distance à la plantation la plus proche, l'origine du peuplement ou l'impact anthropique hors gestion forestière n'étaient pas disponibles au bureau, on utilisera les données de terrain. Les classes restent les mêmes qu'indiquées ci-dessus (points 4. à 7.) De la même façon, si les observations sur le terrain ne correspondent pas aux informations du bureau, on modifiera ces informations (par exemple, une piste ne passe pas là où on l'attendait, une plantation privée proche n'a pas été décelée lors du travail de bureau) ou on les complètera (on trouve une décharge sauvage, des cabanes en ruine qui n'étaient pas mentionnées dans l'aménagement).

Sur le terrain, autres prises de données :

16. En arrivant sur la placette, des données simples doivent d'abord être recueillies :
- Noter le numéro de la placette.
 - Mesurer la pente principale et l'exposition.
 - Déterminer le type de station forestière, à l'aide du *Guide de synthèse pour les Alpes du Nord et les montagnes de l'Ain* (Joud, 2006).
17. Repérer rapidement si des espèces exotiques invasives sont présentes.
18. Pour évaluer l'intensité de l'exploitation passée, compter le nombre de souches d'origine anthropique (tous âges confondus) visibles dans un rayon de 20 m. Les classes correspondantes sont :
- absence de souches ;
 - une à deux souches visibles : exploitation limitée ;
 - plus de deux souches visibles : exploitation forte.
- Attention, les arbres abattus à la hache ne donnent pas des souches bien plates sur le dessus, il faut donc être attentif pour déceler la nature de certaines souches.
19. Relever la structure verticale suivant la classification du *Guide des sylvicultures de montagne* (Gauquelin *et al.*, 2006), voir Annexe 10. Si une phase de sénescence est présente, cocher la case correspondante.
20. Effectuer un tour d'horizon relascopique sur les arbres précomptables (choisir un facteur relascopique adapté à la densité de tiges et à la pente, et l'indiquer sur la fiche de relevé). Le classement s'effectue par catégories de diamètre et par essences. En cas de doute, utiliser le ruban pour vérifier le diamètre de l'arbre. Les classes de diamètres utilisées seront les suivantes :

	Diamètres seuils	Classes de diamètre concernées
Petit bois	17,5 - 27,5	20 - 25
Bois moyen	27,5 - 42,5	30 - 35 - 40
Gros bois	42,5 - 62,5	45 - 50 - 55 - 60
Très gros bois	> 62,5	65 et +

On intègre aussi les bois morts sur pied et au sol (explication page suivante), à partir d'un diamètre de 30 cm.

Cette prise de données permettra de calculer :

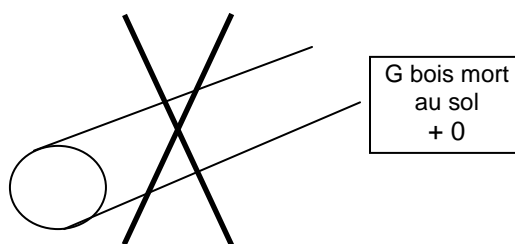
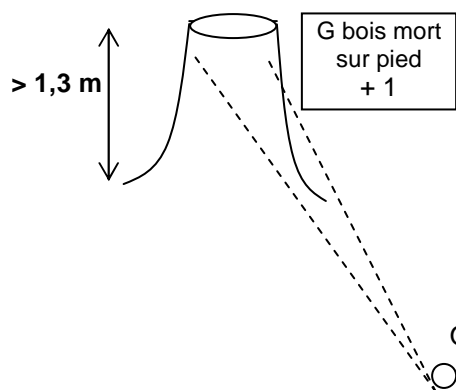
- la surface terrière totale, en sommant tout ;
- la proportion de gros et très gros bois (en surface terrière) ;
- la surface terrière des bois morts debout ;
- la surface terrière des bois morts au sol.

De ce tour d'horizon relascopique sera aussi déduite la proportion d'essences allochtones en surface terrière. Seront considérées comme allochtones des espèces introduites récemment (moins de 150 ans) comme le robinier ou l'épicéa pungens dont la présence est avérée en Vanoise. D'autres espèces peuvent s'ajouter à celles-là suivant ce qui sera rencontré.

Mesure des souches naturelles et du bois mort au sol

Cas 1

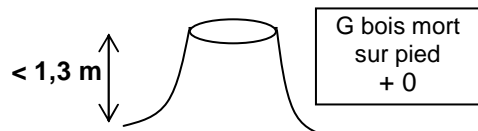
Souche assez haute et entrant dans le tour d'horizon, comptabilisée dans le bois mort debout



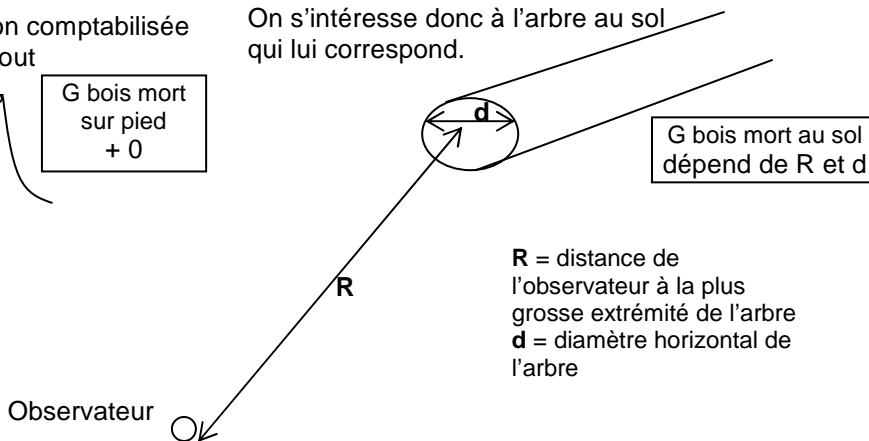
La tige au sol qui en est issue ne doit pas être recomptée.

Cas 2

Souche trop petite, non comptabilisée dans le bois mort debout



On s'intéresse donc à l'arbre au sol qui lui correspond.



En cas de doute, on peut utiliser les abaques fournis à la fin du protocole pour savoir si l'arbre mort au sol doit être compté ou non.

Si la souche est trop loin mais l'arbre au sol assez près pour être compté, il l'est. Inversement, si la souche est proche mais l'arbre trop loin, il n'est pas compté.

Si la plus grosse extrémité de l'arbre est trop éloignée, on ne le compte pas, même si la plus fine extrémité pourrait entrer dans l'inventaire.

Notation pour la parcelle :

Pour l'ensemble des indicateurs, une note sera attribuée à chaque placette, et la note de la parcelle pour l'indicateur correspondra à la moyenne de ces notes.

Abaques du relascope : distance maximale pour comptabiliser un bois mort au sol, selon le diamètre, la pente, et le facteur relascope

Diam (cm)	Facteur relascope 1								
	Distance maximum selon pente (m)								
	plat	30%	50%	70%	80%	90%	100%	110%	120%
30	15	15.7	16.8	18.3	19.2	20.2	21.2	22.3	23.4
32.5	16.3	17.0	18.2	19.8	20.8	21.9	23.0	24.2	25.4
35	17.5	18.3	19.6	21.4	22.4	23.5	24.7	26.0	27.3
37.5	18.8	19.6	21.0	22.9	24.0	25.2	26.5	27.9	29.3
40	20	20.9	22.4	24.4	25.6	26.9	28.3	29.7	31.2
42.5	21.3	22.2	23.8	25.9	27.2	28.6	30.1	31.6	33.2
45	22.5	23.5	25.2	27.5	28.8	30.3	31.8	33.5	35.1
47.5	23.8	24.8	26.6	29.0	30.4	32.0	33.6	35.3	37.1
50	25	26.1	28.0	30.5	32.0	33.6	35.4	37.2	39.0
52.5	26.3	27.4	29.3	32.0	33.6	35.3	37.1	39.0	41.0
55	27.5	28.7	30.7	33.6	35.2	37.0	38.9	40.9	43.0
57.5	28.8	30.0	32.1	35.1	36.8	38.7	40.7	42.7	44.9
60	30	31.3	33.5	36.6	38.4	40.4	42.4	44.6	46.9
62.5	31.3	32.6	34.9	38.1	40.0	42.0	44.2	46.5	48.8
65	32.5	33.9	36.3	39.7	41.6	43.7	46.0	48.3	50.8
67.5	33.8	35.2	37.7	41.2	43.2	45.4	47.7	50.2	52.7
70	35	36.5	39.1	42.7	44.8	47.1	49.5	52.0	54.7
72.5	36.3	37.8	40.5	44.2	46.4	48.8	51.3	53.9	56.6
75	37.5	39.2	41.9	45.8	48.0	50.5	53.0	55.8	58.6
77.5	38.8	40.5	43.3	47.3	49.6	52.1	54.8	57.6	60.5
80	40	41.8	44.7	48.8	51.2	53.8	56.6	59.5	62.5
82.5	41.3	43.1	46.1	50.4	52.8	55.5	58.3	61.3	64.4
85	42.5	44.4	47.5	51.9	54.4	57.2	60.1	63.2	66.4
87.5	43.8	45.7	48.9	53.4	56.0	58.9	61.9	65.0	68.3
90	45	47.0	50.3	54.9	57.6	60.5	63.6	66.9	70.3
92.5	46.3	48.3	51.7	56.5	59.2	62.2	65.4	68.8	72.2
95	47.5	49.6	53.1	58.0	60.8	63.9	67.2	70.6	74.2
97.5	48.8	50.9	54.5	59.5	62.4	65.6	68.9	72.5	76.1
100	50	52.2	55.9	61.0	64.0	67.3	70.7	74.3	78.1

Diam (cm)	Facteur relascope 2										Facteur relascope 4							
	Distance maximum selon pente (m)										Distance maximum selon pente (m)							
	plat	30%	50%	70%	80%	90%	100%	110%	120%	plat	30%	50%	70%	80%	90%	100%	110%	120%
30	10.6	11.1	11.9	12.9	13.6	14.3	15.0	15.8	16.6	7.5	7.8	8.4	9.2	9.6	10.1	10.6	11.2	11.7
32.5	11.5	12.0	12.8	14.0	14.7	15.5	16.3	17.1	17.9	8.1	8.5	9.1	9.9	10.4	10.9	11.5	12.1	12.7
35	12.4	12.9	13.8	15.1	15.8	16.6	17.5	18.4	19.3	8.8	9.1	9.8	10.7	11.2	11.8	12.4	13.0	13.7
37.5	13.3	13.8	14.8	16.2	17.0	17.8	18.8	19.7	20.7	9.4	9.8	10.5	11.4	12.0	12.6	13.3	13.9	14.6
40	14.1	14.8	15.8	17.3	18.1	19.0	20.0	21.0	22.1	10.0	10.4	11.2	12.2	12.8	13.5	14.1	14.9	15.6
42.5	15.0	15.7	16.8	18.3	19.2	20.2	21.3	22.3	23.5	10.6	11.1	11.9	13.0	13.6	14.3	15.0	15.8	16.6
45	15.9	16.6	17.8	19.4	20.4	21.4	22.5	23.7	24.8	11.3	11.7	12.6	13.7	14.4	15.1	15.9	16.7	17.6
47.5	16.8	17.5	18.8	20.5	21.5	22.6	23.8	25.0	26.2	11.9	12.4	13.3	14.5	15.2	16.0	16.8	17.7	18.5
50	17.7	18.5	19.8	21.6	22.6	23.8	25.0	26.3	27.6	12.5	13.1	14.0	15.3	16.0	16.8	17.7	18.6	19.5
52.5	18.6	19.4	20.8	22.7	23.8	25.0	26.3	27.6	29.0	13.1	13.7	14.7	16.0	16.8	17.7	18.6	19.5	20.5
55	19.4	20.3	21.7	23.7	24.9	26.2	27.5	28.9	30.4	13.8	14.4	15.4	16.8	17.6	18.5	19.4	20.4	21.5
57.5	20.3	21.2	22.7	24.8	26.0	27.4	28.8	30.2	31.8	14.4	15.0	16.1	17.5	18.4	19.3	20.3	21.4	22.5
60	21.2	22.1	23.7	25.9	27.2	28.5	30.0	31.5	33.1	15.0	15.7	16.8	18.3	19.2	20.2	21.2	22.3	23.4
62.5	22.1	23.1	24.7	27.0	28.3	29.7	31.3	32.9	34.5	15.6	16.3	17.5	19.1	20.0	21.0	22.1	23.2	24.4
65	23.0	24.0	25.7	28.1	29.4	30.9	32.5	34.2	35.9	16.3	17.0	18.2	19.8	20.8	21.9	23.0	24.2	25.4
67.5	23.9	24.9	26.7	29.1	30.6	32.1	33.8	35.5	37.3	16.9	17.6	18.9	20.6	21.6	22.7	23.9	25.1	26.4
70	24.7	25.8	27.7	30.2	31.7	33.3	35.0	36.8	38.7	17.5	18.3	19.6	21.4	22.4	23.5	24.7	26.0	27.3
72.5	25.6	26.8	28.7	31.3	32.8	34.5	36.3	38.1	40.0	18.1	18.9	20.3	22.1	23.2	24.4	25.6	26.9	28.3
75	26.5	27.7	29.6	32.4	34.0	35.7	37.5	39.4	41.4	18.8	19.6	21.0	22.9	24.0	25.2	26.5	27.9	29.3
77.5	27.4	28.6	30.6	33.4	35.1	36.9	38.8	40.7	42.8	19.4	20.2	21.7	23.6	24.8	26.1	27.4	28.8	30.3
80	28.3	29.5	31.6	34.5	36.2	38.1	40.0	42.1	44.2	20.0	20.9	22.4	24.4	25.6	26.9	28.3	29.7	31.2
82.5	29.2	30.5	32.6	35.6	37.4	39.2	41.3	43.4	45.6	20.6	21.5	23.1	25.2	26.4	27.7	29.2	30.7	32.2
85	30.1	31.4	33.6	36.7	38.5	40.4	42.5	44.7	46.9	21.3	22.2	23.8	25.9	27.2	28.6	30.1	31.6	33.2
87.5	30.9	32.3	34.6	37.8	39.6	41.6	43.8	46.0	48.3	21.9	22.8	24.5	26.7	28.0	29.4	30.9	32.5	34.2
90	31.8	33.2	35.6	38.8	40.7	42.8	45.0	47.3	49.7	22.5	23.5	25.2	27.5	28.8	30.3	31.8	33.5	35.1
92.5	32.7	34.1	36.6	39.9	41.9	44.0	46.3	48.6	51.1	23.1	24.1	25.9	28.2	29.6	31.1	32.7	34.4	36.1
95	33.6	35.1	37.6	41.0	43.0	45.2	47.5	49.9	52.5	23.8	24.8	26.6	29.0	30.4	32.0	33.6	35.3	37.1
97.5	34.5	36.0	38.5	42.1	44.1	46.4	48.8	51.2	53.8	24.4	25.4	27.3	29.8	31.2	32.8	34.5	36.2	38.1
100	35.4	36.9	39.5	43.2	45.3	47.6	50.0	52.6	55.2	25.0	26.1	28.0	30.5	32.0	33.6	35.4	37.2	39.0

Fiche de terrain

FICHE PLACETTE (inventaire précis)

Date : _____ **Observateurs :** _____ **Forêt :** _____ **Parcelle :** _____

N° placette : _____ N° point GPS : _____ Station (guide Alpes du Nord et de l'Ain) : _____
 Pente (%) : _____
 Orientation : _____

Date dernière coupe aménagement (théorique) : _____

Renouvellement : plantation taillis semis ou rejet de souche naturel
Souches : absence présentes abondantes (+ de 2 dans 1 rayon de 20m)

Code écorce Code pourriture
 stade de décomposition

Concordance date de coupe théorique / décomposition des souches concordantes date réelle + ancienne date réelle + récente

Facteur relascopique : 1 2 4

G (surface terrière)	Ess 1	Ess 2	Ess 3	Ess 4	Autre
Code essence					
PB					
BM					
GB					
TGB					

Bois mort > 30 cm de diam	
au sol	sur pied

Structure GSM :
 + stade de sénescence

Desserte : absence (piste forestière ou route forestière)
Plantation la plus proche : 0-200 m 200-500 m > 500 m
Espèces Invasives : absence présence

Signes de recolonisation récente : absence branches basses non élaguées, conicité vieux arbres : présence de "loups" structure : milieu encore ouvert peuplement : encore jeune végétation : espèces liées au pastoralisme
Autres impacts anthropiques : absents passés présent mais faible présent mais fort

Concordance signes milieu ouvert concordance
 / recherche cartographie ancienne : terrain : forêt + ancienne terrain : forêt + récente

Remarques, autres observations :

Aide-mémoire

Impacts anthropiques faibles :
 ski hors-piste, signes de fréquentation, déchets

Impacts anthropiques forts :
 pâturage en sous-bois encore pratiqué, ligne électrique en fonctionnement

Décomposition souches, code à deux chiffres

1 écorce présente sur toute la surface	1 bois dur ou non altéré
2 écorce sur > 50% surface	2 pourriture < 1/4 diamètre
3 écorce sur < 50% surface	3 pourriture 1/4 - 1/2 diamètre
4 pas d'écorce	4 pourriture 1/2 - 3/4 diamètre
	5 pourriture > 3/4 diamètre

Classes de diamètre classiques
 PB 17,5 - 27,5
 BM 27,5 - 42,5
 GB 42,5 - 62,5
 TGB > 62,5

Annexe 15 : Variante du protocole d'évaluation du degré de naturalité, pour une mise en œuvre rapide.

Dans le cas d'un inventaire rapide, certaines données seront uniquement évaluées à l'échelle de la parcelle. En gras, les indicateurs dont l'évaluation change d'échelle par rapport au protocole précédent.

Au bureau :

1. Le travail de recherche des dates de dernière coupe se fera à l'échelle de la parcelle.
2. L'évaluation de l'ancienneté de la dernière exploitation se fera à l'échelle de la parcelle, comme auparavant. Les catégories restent les mêmes :
 - dernière coupe < 30 ans ;
 - dernière coupe entre 30 et 50 ans ;
 - dernière coupe > 50 ans ;
 - pas de coupe répertoriée depuis la fin du 19^e siècle.
3. Pour **l'ancienneté de l'état boisé**, au lieu d'effectuer le repérage pour chaque placette, on indiquera l'état majoritaire pour la parcelle. Les sources d'information restent les mêmes (photos aériennes de 1948-54, cartes d'Etat-major en couleur), les catégories également :
 - encore sous forme de pré-bois actuellement (non boisé sur la carte d'État-major, peu ou pas boisé sur les photos aériennes de 1948)
 - forêt récente (non boisée sur la carte d'État-major mais boisée sur les photos de 1948)
 - forêt plus ancienne (boisée sur les deux documents).
4. D'après les documents d'aménagement récents ou le SIG (par exemple sur Cartuvi), on notera pour chaque parcelle le **type de desserte** qui la traverse ou la longe :
 - pas de desserte ;
 - piste forestière ;
 - route forestière.
5. Si une **plantation** existe à proximité et est visible sur l'aménagement ou le SIG, on indiquera la distance la plus courte de la parcelle à cette plantation :
 - 0-200 m ;
 - 200-500 m ;
 - plus de 500 m.
6. Si le dernier aménagement est récent, on notera l'importance des **impacts anthropiques** non liés à la gestion forestière. Au lieu de les estimer pour chaque placette, l'estimation se fera pour l'ensemble de la parcelle :
 - absents de tout temps ;
 - impact dans le passé (cabanes en ruines, murets, ligne électrique démantelée, etc)
 - impact actuel limité (ski hors-piste, déchets, fréquentation touristique : tables de pique-nique, panneaux d'information etc)
 - impact actuel fort (ligne électrique en fonctionnement, pâturage en forêt).
7. De même, si l'information est fournie dans l'aménagement, on pourra indiquer **l'origine du peuplement** majoritaire sur la parcelle:
 - plantation ;
 - taillis ;
 - semis ou rejet de souche naturel.
8. Pour une journée, prévoir les parcelles à visiter, et préparer un cheminement adéquat.
9. Imprimer les cartes de la zone : scan 25 avec les limites de parcelles, éventuellement photo aérienne.
10. Imprimer les feuilles de relevés, pré-remplir les informations de base (date, numéro de parcelle, observateurs) et les informations récoltées (date dernière exploitation, ancienneté forêt, etc). Ces dernières seront confrontées aux observations de terrain et éventuellement modifiées si elles ne sont pas concordantes.
11. Réunir le matériel : GPS (ou topofil et boussole), relascope, ruban, clé de structure GSM, abaques du relascope.

Cheminement jusqu'au site :

12. Une fois sur la parcelle, cheminer à travers le peuplement. Certaines informations peuvent être relevées pour l'ensemble de la parcelle. Pour les informations qui nécessitent une mesure exacte, trois ou quatre placettes seront tout de même réalisées, sur des sites représentatifs du reste de la parcelle.

Sur le terrain, observations à confronter avec les données prises au bureau :

13. Si des **souches d'origine anthropique** sont présentes, relever leur degré de décomposition, selon les codes utilisés dans le protocole MEDD. Seules les souches les plus récentes seront ainsi caractérisées (l'objectif est d'estimer l'ancienneté de la dernière coupe). Comme l'observation se fait pour l'ensemble de la parcelle, la présence anecdotique de quelques souches récentes aux abords d'un chemin ne devra pas être prise en compte. Il faudra se baser sur l'état de décomposition des souches les plus récentes mais aussi relativement abondantes.

Code à deux chiffres

1 écorce présente sur toute la surface	1 bois dur ou non altéré
2 écorce sur > 50% surface	2 pourriture < 1/4 diamètre
3 écorce sur < 50% surface	3 pourriture 1/4 - 1/2 diamètre
4 pas d'écorce	4 pourriture 1/2 - 3/4 diamètre
	5 pourriture > 3/4 diamètre

Si la date de dernière coupe semble incompatible avec la décomposition des souches de façon évidente (par exemple, coupe en 2010 et décomposition des souches 4.4, ou inversement coupe en 1952 et souches 2.1), on modifiera la catégorie d'ancienneté de l'exploitation dans le sens indiqué par la décomposition.

Date coupe bureau	Pourriture observée sur le terrain, en % du diamètre					Pas de souche observée
	0	<25%	25-50%	50-75%	> 75%	
A < 30 ans				B	B	C
B 30-50 ans						C
C > 50 ans	B	B				

	décomposition des souches concordante avec date théorique
B	date réelle plus récente que date théorique : on passe à la classe B
B ou C	date réelle plus ancienne que date théorique : on passe à la classe B ou C

14. Si des **traces de pâturage** existent, cocher les cases correspondantes sur la fiche de terrain :

- peuplement relativement jeune ;
- branches basses, conicité des arbres ;
- présence de vieux arbres de pré-bois (larges, avec des branches tortueuses, ils ont poussé dans un contexte non forestier)
- milieu encore assez ouvert ;
- abondance d'espèces liées à l'abandon du pâturage

Encore une fois, cette observation sera faite pour l'ensemble de la parcelle. La présence de quelques traces d'ouverture du milieu en bordure de la parcelle ne devra pas être pris en compte : il faut qu'au moins la moitié de la parcelle présente ces signes d'ouverture passée.

Confronter ensuite ces observations aux résultats obtenus depuis le bureau, pour déterminer l'ancienneté finale.

Signes de recolonisation sur le terrain	Photos 1948-54	Carte état-major 1860-64	Concordance des sources	Indicateur : type de forêt
oui	boisé ou couvert faible	boisé	terrain ne concorde pas avec photo : on vérifie avec l'Etat-major	forêt ancienne
		non boisé		forêt récente
	non boisé	inutile	forêt très récente	
non	boisé ou couvert faible	boisé	oui	forêt ancienne
		non boisé	oui	forêt récente
	non boisé	inutile	si non boisé en 1950 il y a forcément des signes	forêt très récente
doute	boisé ou couvert faible	boisé	oui	forêt ancienne
		non boisé	oui	forêt récente
	non boisé	inutile		forêt très récente

15. Si les informations sur la desserte, la distance à la plantation la plus proche, l'origine du peuplement ou l'impact anthropique hors gestion forestière n'étaient pas disponibles au bureau, on utilisera les données de terrain. Les classes restent les mêmes qu'indiquées ci-dessus (points 4. à 7.)
De la même façon, si les observations sur le terrain ne correspondent pas aux informations du bureau, on modifiera ces informations (par exemple, une nouvelle piste a été créée récemment dans la parcelle, ou une plantation privée proche n'a pas été décelée lors du travail de bureau) ou on les complètera (on trouve une décharge sauvage, des cabanes en ruine qui n'étaient pas mentionnées dans l'aménagement).

Sur le terrain, autres prises de données :

16. Repérer rapidement si des **espèces exotiques invasives** sont présentes sur la parcelle. Choisir la classe de recouvrement :
- absence d'invasives ;
 - invasives présentes mais recouvrement inférieur à 20 % ;
 - invasives présentes, avec un recouvrement supérieur à 20 %.
17. Pour évaluer l'intensité de l'exploitation passée, estimer l'**abondance de souches** d'origine anthropique pour la parcelle. Les classes correspondantes sont :
- absence de souches ;
 - souches très anecdotiques, aux abords des chemins, ou sur une zone très localisée ;
 - souches peu abondantes mais présentes sur toute la parcelle (pas plus de 2 ou 3 souches visibles en même temps) ;
 - souches abondantes sur toute la parcelle.
- Attention, les arbres abattus à la hache ne donnent pas des souches bien plates sur le dessus, il faut donc être attentif pour déceler la mature de certaines souches.
18. Relever la **structure verticale majoritaire** suivant la classification du *Guide des sylvicultures de montagne* (Gauquelin *et al.*, 2006). Évaluer l'homogénéité de cette structure à l'échelle de la parcelle, et noter la présence de stades de sénescence.
- très homogène (structure verticale identique partout, une ou deux exceptions possibles) ;
 - plutôt homogène (plus de 2 exceptions, mais structures assez semblables, ou deux grands types de structures majoritaires) ;
 - plutôt hétérogène ;
 - hétérogène (grande variabilité des structures sur l'ensemble de la parcelle) ;
 - hétérogène (ou plutôt hétérogène) et présence de stades de sénescence.

En parcourant la parcelle, s'arrêter sur 3-4 sites représentatifs des peuplements présents. Les données nécessitant une prise de mesure exacte y seront relevées.

19. Une fois installé sur une placette de mesure, des données simples sont d'abord recueillies :
- Noter le numéro de la placette.
 - Mesurer la pente principale et l'exposition.
 - Déterminer le type de station forestière, à l'aide du Guide de synthèse pour les Alpes du Nord et les montagnes de l'Ain (Joud, 2006).
20. Effectuer un tour d'horizon relascopique sur les arbres précomptables (choisir un facteur relascopique adapté à la densité de tiges et à la pente, et l'indiquer sur la fiche de relevé). Le classement s'effectue par catégories de diamètre et par essences. En cas de doute, utiliser le ruban pour vérifier le diamètre de l'arbre. Les classes de diamètres utilisées seront les suivantes :

	Diamètres seuils	Classes de diamètre concernées
Petit bois	17,5 - 27,5	20 - 25
Bois moyen	27,5 - 42,5	30 - 35 - 40
Gros bois	42,5 - 62,5	45 - 50 - 55 - 60
Très gros bois	> 62,5	65 et +

On intègre aussi les bois morts sur pied et au sol, à partir d'un diamètre de 30 cm.

Cette prise de données permettra de calculer :

- la surface terrière totale, en sommant tout ;
- la proportion de gros et très gros bois (en surface terrière) ;
- la surface terrière des bois morts debout ;
- la surface terrière des bois morts au sol.

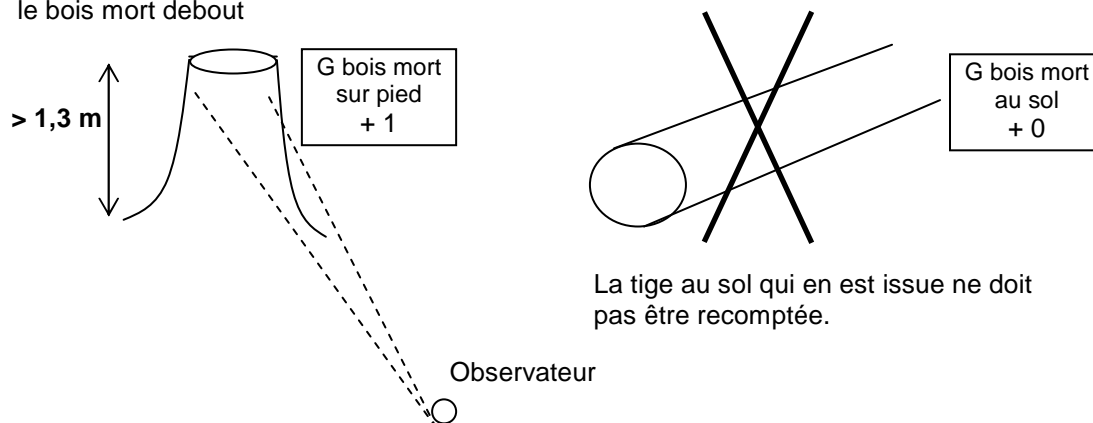
De ce tour d'horizon relascopique sera aussi déduite la proportion d'essences allochtones en surface terrière. Seront considérées comme allochtones des espèces introduites récemment (moins de 150 ans) comme le robinier ou l'épicéa pungens dont la présence est avérée en Vanoise. D'autres espèces peuvent s'ajouter à celles-là suivant ce qui sera rencontré.

La moyenne des mesures sera calculée pour obtenir la valeur correspondant à la parcelle. La note de chaque indicateur sera calculée à partir de cette moyenne.

Mesure des souches naturelles et du bois mort au sol

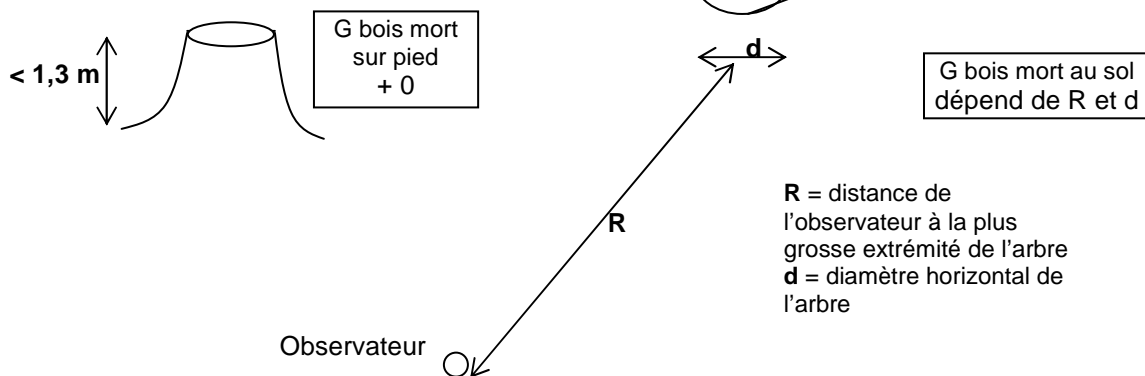
Cas 1

Souche assez haute et entrant dans le tour d'horizon, comptabilisée dans le bois mort debout



Cas 2 Souche trop petite, non comptabilisée dans le bois mort debout

On s'intéresse donc à l'arbre au sol qui lui correspond.



En cas de doute, on peut utiliser les abaques fournis à la fin du protocole pour savoir si l'arbre mort au sol doit être compté ou non.

Si la souche est trop loin mais l'arbre au sol assez près pour être compté, il l'est. Inversement, si la souche est proche mais l'arbre trop loin, il n'est pas compté.

Si la plus grosse extrémité de l'arbre est trop éloignée, on ne le compte pas, même si la plus fine extrémité pourrait entrer dans l'inventaire.

Notation pour la parcelle :

Pour les indicateurs relevés sur les placettes, une note sera calculée par placette, et une moyenne des notes sera calculée pour obtenir la note de la parcelle.

Pour les indicateurs observés à l'échelle de la parcelle, la note est obtenue de façon immédiate.

Dans cette version du protocole, certains indicateurs sont évalués à l'échelle de la parcelle plutôt qu'au niveau de la placette. Leur poids final dans la notation ne change pas. Mais les catégories ont parfois été modifiées. Le tableau de la page suivante reprend le tableau de notation présenté dans le corps du rapport. Les indicateurs pour lesquels les catégories ont été modifiées sont indiqués en gras.

Système de notation adapté à ce protocole d'évaluation rapide

INDICATEUR	CATEGORIE	NOTE
Ancienneté de l'état boisé	Forêt très récente // pré-bois (< 50 ans)	0
	Forêt récente (50-150 ans)	5
	Forêt "ancienne" (> 150 ans)	15
	Etat boisé sur un document plus ancien	bonus + 2.5
Ancienneté de la dernière exploitation	A : < 30 ans	0
	B : 30-50 ans	5
	C : > 50 ans	15
Abondance de souches d'origine anthropique	Abondantes sur toute la parcelle	0
	Peu abondantes mais sur toute la parcelle	2
	Très anecdotiques (zones localisées)	3
	Absentes	5
Proportion de gros et très gros bois	0-30%	0
	30-60%	5
	60-80%	15
	> 80%	10
Surface terrière de bois mort au sol	0 -0,5m ²	0
	0,5-1,5 m ²	1
	1,5-2,5 m ²	3
	2,5-3,5 m ²	6
	> 3,5 m ²	10
	> 3,5 m ² dont bois très décomposés	15
Surface terrière bois mort sur pied	0-0,5 m ²	0
	0,5-1,5 m ²	2,5
	> 1,5 m ²	5
Surface terrière totale *	Inférieure au seuil minimal	0
	Entre les seuils minimal et maximal	2,5
	Supérieure au seuil maximal	5
Mode de renouvellement	Plantation	0
	Taillis anthropique	1
	Semis ou rejet de souche naturel	5
Desserte à moins de 50 m en amont ou 150 m en aval	Route forestière	0
	Piste forestière	1
	Absence de desserte à proximité	5
Autres impacts anthropiques	Impacts actuels forts	0
	Impacts actuels faibles	1
	Impacts passés	2
	Absence d'impact	3
Proportion d'essences autochtones	0-50%	0
	50-90%	1
	90-99%	2
	100%	3
Espèces invasives	Recouvrement > 20 %	0
	Recouvrement < 20%	1
	Absence	2
Distance à la plantation la plus proche	0-200 m	0
	200-500 m	1
	> 500 m	2
Hétérogénéité de la structure verticale (interprétation parcelle)	Homogène au niveau de la parcelle	0
	Plutôt homogène	1
	Plutôt hétérogène	3
	Hétérogène	4
	Hétérogène avec stades sénescents	5

* Les seuils de surface terrière dépendent de la fertilité indiquée pour chaque type de station du Guide de synthèse, comme résumé ci-dessous. Ces seuils seront à préciser par des études ultérieures : le manque de références incite à considérer tout seuil numérique avec prudence.

Fertilité	Intervalle de surface terrière (m ²)	
	Seuil inférieur	Seuil supérieur
Très faible à faible	10	20
Faible à moyenne	15	25
Moyenne à forte	20	35
Forte à très forte	25	40

FICHE PARCELLE (inventaire rapide)

Date : _____ **Observateurs :** _____ **Forêt :** _____ **Parcelle :** _____

Date dernière coupe aménagement :

Renouvellement : <input type="checkbox"/> plantation <input type="checkbox"/> taillis <input type="checkbox"/> semis ou rejet de souche naturel	Souches : <input type="checkbox"/> absence <input type="checkbox"/> présence anecdotique <input type="checkbox"/> faible densité sur toute la parcelle <input type="checkbox"/> abondantes sur toute la parcelle	stade de décomposition : <table style="display: inline-table; border: 1px solid black; margin-left: 10px;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Code écorce</td> <td style="padding: 2px;">Code pourriture</td> </tr> <tr> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>	Code écorce	Code pourriture			
Code écorce	Code pourriture						
		Concordance date de coupe théorique / décomposition des souches : <input type="checkbox"/> concordantes <input type="checkbox"/> date réelle + ancienne <input type="checkbox"/> date réelle + récente					

Signes de recolonisation récente : <input type="checkbox"/> absence <input type="checkbox"/> branches basses non élaguées, conicité <input type="checkbox"/> vieux arbres : présence de "loups" <input type="checkbox"/> structure : milieu encore ouvert <input type="checkbox"/> peuplement : encore jeune <input type="checkbox"/> végétation : espèces liées au pastoralisme	Ancienneté de l'état boisé (recherche bibliographique) : <input type="checkbox"/> Forêt < 50 ans <input type="checkbox"/> Forêt récente 50-150 ans <input type="checkbox"/> Forêt > 150 ans Concordance signes milieu ouvert / recherche bibliographique : <input type="checkbox"/> concordance <input type="checkbox"/> terrain : forêt + ancienne <input type="checkbox"/> terrain : forêt + récente
---	---

Espèces invasives : <input type="checkbox"/> absence <input type="checkbox"/> présence sur moins de 20% de la surface <input type="checkbox"/> présence sur plus de 20% de la surface	Plantation la plus proche : <input type="checkbox"/> 0-200 m <input type="checkbox"/> 200-500 m <input type="checkbox"/> > 500 m	Desserte : <input type="checkbox"/> absence <input type="checkbox"/> piste forestière <input type="checkbox"/> route forestière <small>(traversant ou longeant la parcelle)</small>
---	--	--

Structure verticale sur l'ensemble de la parcelle : <input type="checkbox"/> Très homogène <input type="checkbox"/> Plutôt homogène (> 2 exceptions, ou 2 structures majoritaires) <input type="checkbox"/> Plutôt hétérogène <input type="checkbox"/> Très hétérogène <input type="checkbox"/> Hétérogène avec stades de sénescence présents	Autres impacts anthropiques : <input type="checkbox"/> absents <input type="checkbox"/> passés <input type="checkbox"/> présent mais faible <input type="checkbox"/> présent mais fort
---	---

Remarques, autres observations :

Aide-mémoire

Structure verticale
très homogène : structure identique sur la parcelle sauf une ou deux exceptions
plutôt homogène : 3-4 exceptions ou 2 types de structures majoritaires
hétérogène : pas de structure majoritaire
très hétérogène : hétérogénéité très fine

Impacts anthropiques faibles :
 ski hors-piste, signes de fréquentation, déchets

Impacts anthropiques forts :
 pâturage en sous-bois encore pratiqué, ligne électrique en fonctionnement

FICHE PLACETTE (inventaire rapide)

Date : _____ **Observateurs :** _____ **Forêt :** _____ **Parcelle :** _____

N° placette : _____ **N° point GPS :** _____ **Station (guide Alpes du Nord et de l'Ain) :** _____ **Pente (%) :** _____
Orientation : _____

Facteur relascopique : 1 2 4

G (surface terrière)	Ess 1	Ess 2	Ess 3	Ess 4	Autre
Code essence					
PB					
BM					
GB					
TGB					

Bois mort > 30 cm de diam	
au sol	sur pied

Structure GSM :

+ stade de sénescence

Remarques, autres observations :

N° placette : _____ **N° point GPS :** _____ **Station (guide Alpes du Nord et de l'Ain) :** _____ **Pente (%) :** _____

Orientation : _____

Facteur relascopique : 1 2 4

G (surface terrière)	Ess 1	Ess 2	Ess 3	Ess 4	Autre
Code essence					
PB					
BM					
GB					
TGB					

Bois mort > 30 cm de diam	
au sol	sur pied

Structure GSM :

+ stade de sénescence

Remarques, autres observations :

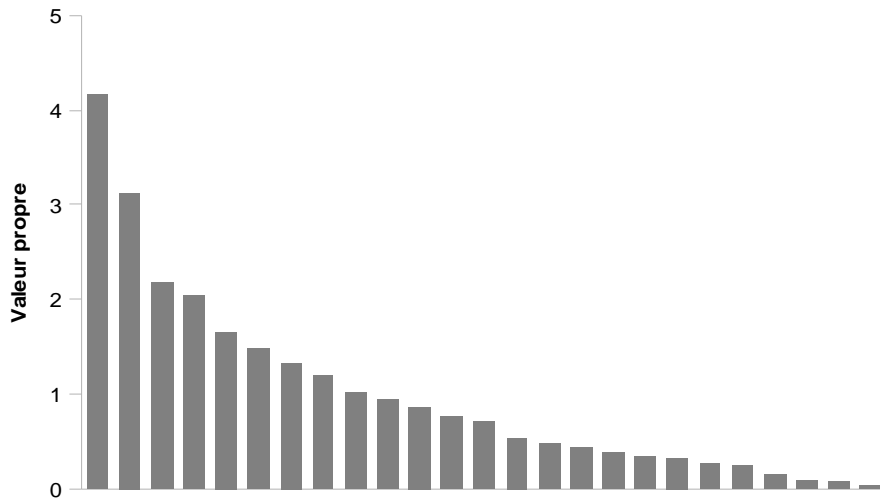
Aide-mémoire

	Code
Epicéa commun	EPC
Sapin pectiné	SAP
Mélèze	MEL
Pin cembro	CEM
Pin à crochets	CRO
Pin sylvestre	SYL
Hêtre	HET
Erable sycomore	SYC
Bouleau	BOU
Sorbier	SOR
Alisier	ALI

Décomposition souches, code à deux chiffres	
1 écorce présente sur toute la surface	1 bois dur ou non altéré
2 écorce sur > 50% surface	2 pourriture < 1/4 diamètre
3 écorce sur < 50% surface	3 pourriture 1/4 - 1/2 diamètre
4 pas d'écorce	4 pourriture 1/2 - 3/4 diamètre
	5 pourriture > 3/4 diamètre

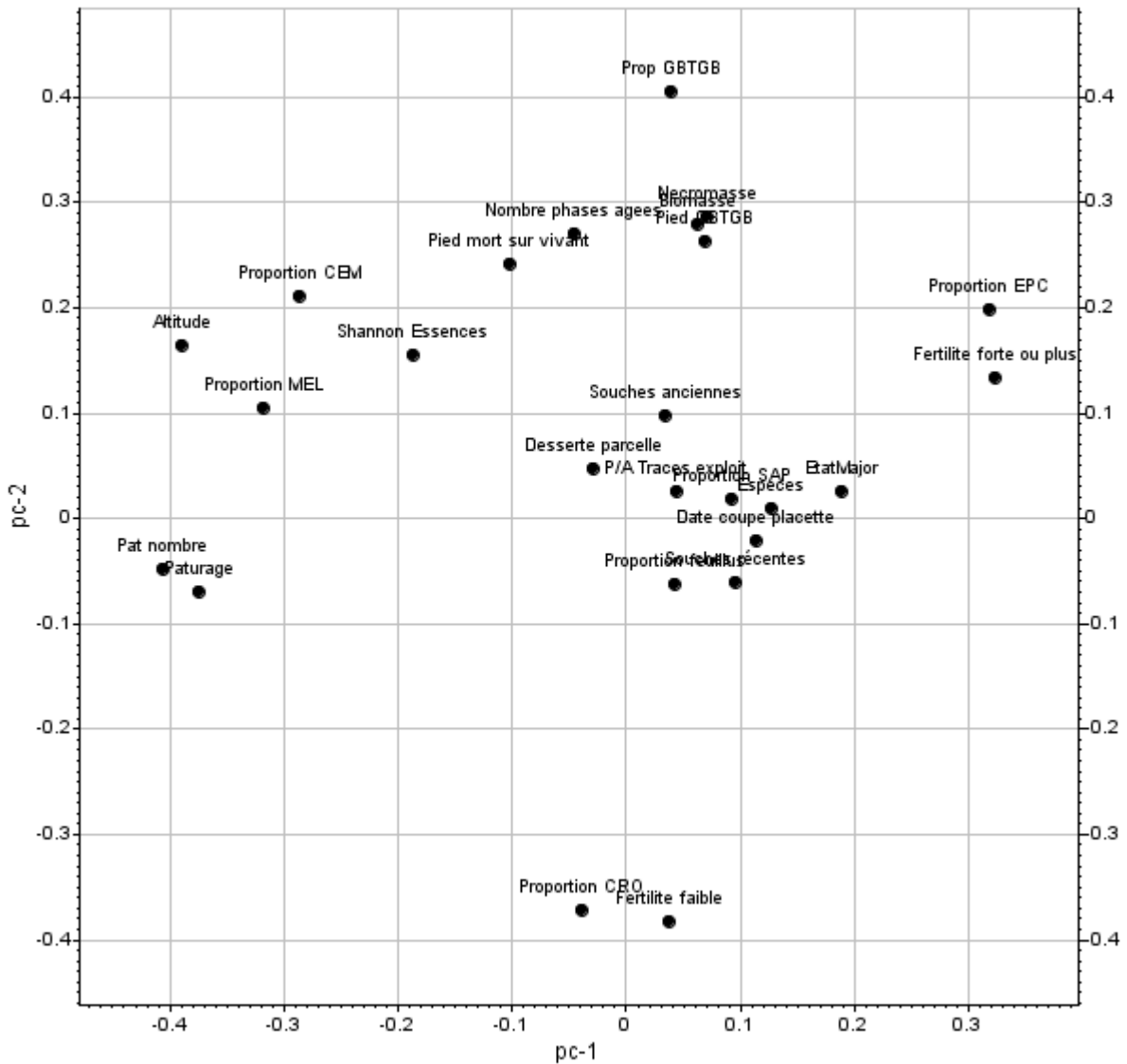
Classes de diamètre classiques
 PB 17,5 - 27,5
 BM 27,5 - 42,5
 GB 42,5 - 62,5
 TGB > 62,5

Annexe 16 : Graphiques issus de l'analyse en composantes principales réalisée sur les relevés dont la dernière coupe remonte à plus de 50 ans



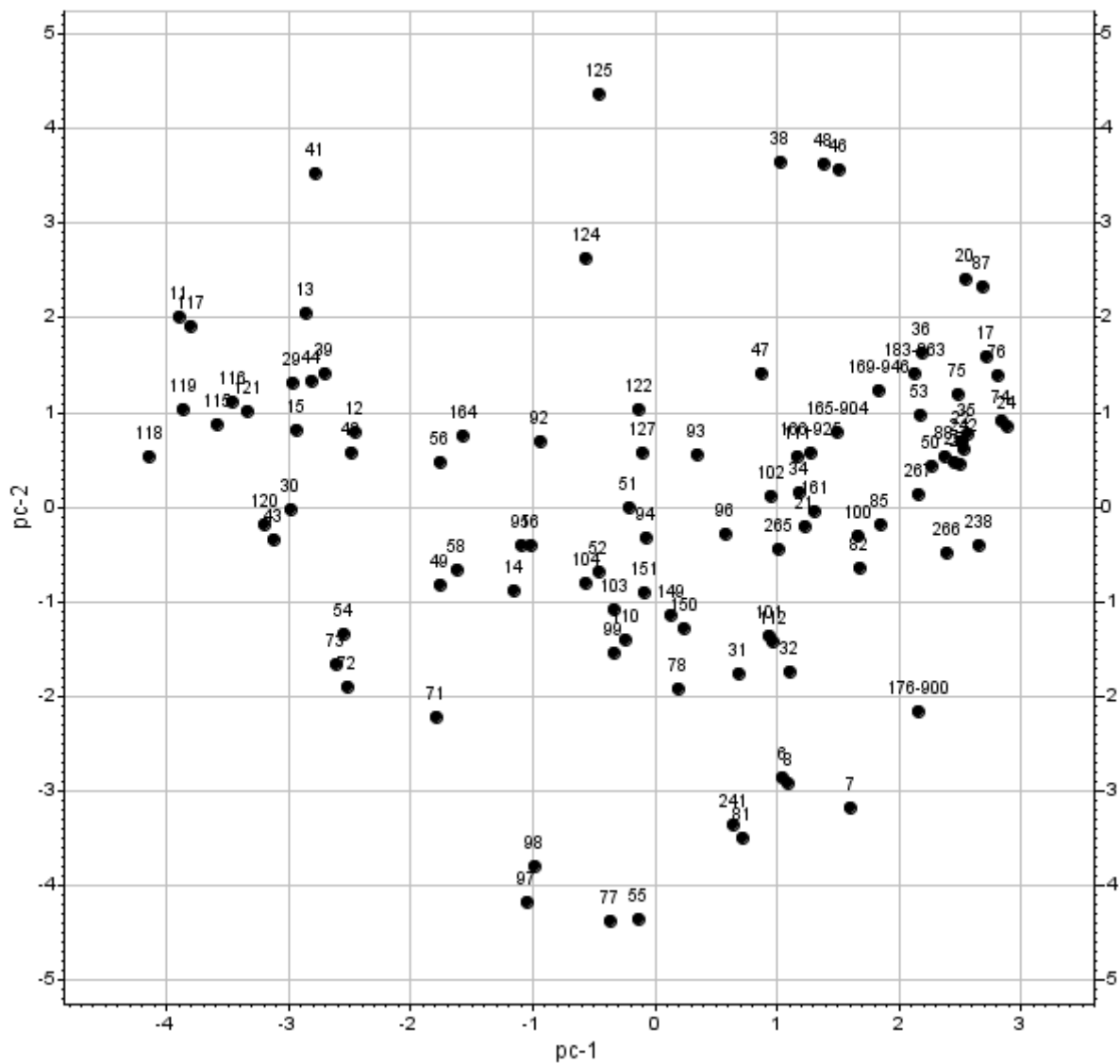
Histogramme des valeurs propres

7(Loadings)

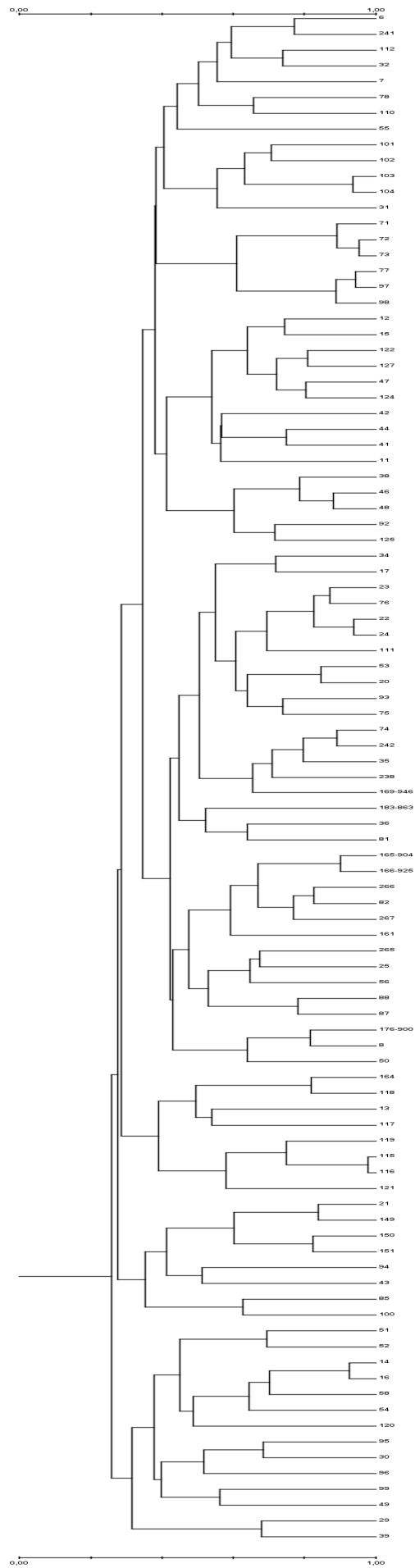


Projection des variables sur les axes 1 et 2

7(Components)



Projection des relevés sur les axes 1 et 2



Classification ascendante hiérarchique permettant de constituer des groupes de relevés similaires

Résumé

Résultant d'un partenariat entre l'Office national des forêts et le parc national de la Vanoise, cette étude s'intéresse aux forêts à caractère naturel du cœur et de l'aire optimale d'adhésion du parc. Ce mémoire permet de dresser un premier bilan grâce à l'inventaire bibliographique des zones potentiellement intéressantes parmi les forêts relevant du régime forestier. Un protocole d'évaluation du degré de naturalité de ces forêts a également été élaboré, adapté au contexte des forêts de Vanoise. Des visites de terrain ont ensuite permis de tester ce protocole, et d'affiner le premier bilan bibliographique. Ce document est donc une première approche du sujet, et devrait servir d'outil pour de futurs inventaires de terrain.