

Retour d'expérience sur la fonction de protection et la maîtrise de l'aléa par les peuplements en forêt domaniale RTM en Rhône-Alpes

Stage proposé par le service de Restauration des Terrains en Montagnes d'Isère



Encadré par Norbert DEBROIZE (RTM Isère) et Jérôme LIEVOIS (RTM Haute-Savoie)
Enseignant-tuteur : Max BRUCIAMACCHIE (AgroParisTech-ENGREF)

Romain BAUDET

Etudiant à l'école d'ingénieurs AgroParisTech-ENGREF (dominante Gestion Forestière)

Mémoire rédigé dans le cadre d'un stage de fin d'études
Du 01/03/2016 au 05/09/2016

Photographie de couverture : Confluent du torrent du Pravert et du torrent de l'Ebron dans la forêt domaniale RTM du Grand Ferrand (38) en 1894 (Douvier).

Sauf mention contraire, l'ensemble des photographies présentées par la suite dans ce rapport a été réalisé par mes soins.

FICHE SIGNALÉTIQUE D'UN TRAVAIL D'ÉLÈVES

I. AgroParisTech	II. TRAVAUX D'ÉLÈVES
TITRE : Retour d'expérience sur la fonction de protection et la maîtrise de l'aléa par les peuplements en forêts domaniales RTM en Rhône-Alpes	Mots clés : RTM, aléas, enjeux, renouvellement des peuplements de protection, analyse diachronique, GSM.
AUTEUR(S) : Romain Baudet	Promotion : FIF 23
Caractéristiques : 1 volume ; 134 pages ; 73 figures ; 16 tableaux ; 27 annexes ; bibliographie.	

III. CADRE DU TRAVAIL		
ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT : Office National des Forêts, service de Restauration des Terrains en Montagne d'Isère		
Nom du responsable : Norbert Debroize		
Fonction : Ingénieur Travaux		
Nom du correspondant AgroParisTech : Max Bruciamacchie		
Spécialité : Gestion Forestière	<input type="checkbox"/> Stage 2A <input checked="" type="checkbox"/> Stage fin d'études Date de remise : 24/10/2016	<input type="checkbox"/> Autre

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

Résumé

La grande majorité des forêts domaniales RTM ont fait l'objet de reboisements au XIX^{ème} siècle et au début du XX^{ème} siècle pour maîtriser les aléas naturels. La question de leur renouvellement est maintenant posée, d'où le lancement du programme de renouvellement des peuplements à fonction de protection dit RPP. Par ailleurs, le Ministère de l'agriculture demande aux services RTM de réaliser des études bassin de risque sur les périmètres de forêts domaniales RTM avec un diagnostic de la maîtrise de l'aléa, une analyse diachronique des peuplements forestiers et une proposition de plan d'action.

Au regard des dynamiques de ces dernières décennies sur les forêts de protection avec les programmes européens Interreg, l'édition de guides de sylviculture de montagne, les aides financières, le constat est fait que les recommandations ont peine à être suivies ou intégrées aux aménagements forestiers et peu de retours existent sur l'état des peuplements et la maîtrise actuelle des aléas.

Ce rapport se propose donc de réaliser un retour d'expérience sur la fonction de protection des peuplements en Rhône-Alpes, d'éclairer le niveau de convergence entre les intentions initiales, les sylvicultures suivies et le niveau de maîtrise de l'aléa constaté en se basant sur une étude diachronique de sept forêts domaniales RTM en Rhône-Alpes.

Abstract

Most of "RTM" state forests were reforested in the 19th century and in the early 20th century to control natural hazard. Now, the issue of the renewal of those forests needs to be considered, hence the "protection forests renewal" program has been launched. Furthermore, the Ministry of Agriculture asks "RTM" services to produce "watershed risk studies" about "RTM" state forest perimeters with a diagnosis of the natural hazard control, a diachronic analysis about forest stands and an action plan proposal.

In view of dynamics over the last decades with European programs "Interreg", mountain forestry guides publication, financial contributions, recommendations are hardly followed or incorporated in forest management documents and there are few feedbacks about forest stands situation and current natural hazard control.

This report intends to provide a feedback about the protective function of forests in Rhône-Alpes (France), to know the convergence level between original intentions, current operations and natural hazard control level. This work is based on an historical study of protective forests and the diachronic analysis of seven "RTM" state forest in Rhône-Alpes (France).

Remerciements

Les personnes que je souhaite remercier pour leur aide apportée et leur contribution au présent travail sont nombreuses.

Je tiens d'abord à remercier Norbert Debroize, mon maître de stage, et Jérôme Liévois, qui m'a co-encadré, pour le temps, le soutien, et l'ensemble des conseils qu'ils m'ont apporté. Ils m'ont permis de réaliser un stage des plus intéressants au cours duquel j'ai beaucoup appris.

Un grand merci également à l'ensemble des personnes du service RTM de Grenoble pour avoir été présentes, disponibles et pour m'avoir donné un cadre de travail très agréable.

Je remercie aussi toutes les personnes des autres services RTM de la région et des agences ONF pour m'avoir fourni un grand nombre d'informations, de documents. Merci particulièrement aux personnes qui m'ont aidé à choisir les forêts à étudier à celles qui m'ont accompagné sur le terrain, toujours avec la bonne humeur, elles sont trop nombreuses pour que je puisse toutes les remercier individuellement, mais je leur en suis sincèrement reconnaissant.

Merci également aux chercheurs de l'Irstea pour leurs travaux au moment des recherches bibliographiques et pour les informations fournies sur l'état des connaissances.

Enfin, merci à Max Bruciamacchie, mon enseignant-tuteur, ainsi qu'aux camarades de promotion pour leurs conseils.

Table des matières

Remerciements	1
Liste des figures.....	3
Liste des tableaux	5
Liste des annexes.....	6
Structure d'accueil.....	7
Organisation du service RTM d'Isère	7
Activités du service RTM.....	7
Evolution récente des services RTM.....	8
Problématique et méthodologie.....	9
Problématique.....	9
Méthodologie.....	9
Quelques définitions.....	10
I. La forêt de protection : Histoire et outils.....	12
A. Fondements théoriques des forêts de protection.....	12
B. Le programme RPP	23
C. Outils récents pour la sylviculture en peuplements de protection	27
II. Etude de cas en Rhône-Alpes.....	34
A. Le Grand Ferrand : gérer l'existant	35
B. La Tronche : une méthode expérimentale de renouvellement.....	42
C. Celliers : un cas d'école pour les avalanches	52
D. Le Pas-du-Roc : un renouvellement dynamique.....	59
E. Le Brévon : les limites du rôle des peuplements	67
F. Cons Sainte-Colombes : un périmètre non adapté.....	74
G. Glandasse : le cas des Alpes du Sud.....	80
III. Synthèse et conclusions.....	87
A. Le programme RPP : la continuité d'une politique de politique de protection en montagne....	87
B. L'évolution du cadre politique et des objectifs depuis les acquisitions.....	89
C. Sur le plan opérationnel : l'évolution dans la gestion des peuplements.....	90
D. Limites actuelles.....	91
E. Apports du programme RPP.....	92
Bibliographie	93
Liste des contacts.....	95
Annexes.....	96

Liste des figures

Figure 1. Torrent des Palles : vue des enherbements (Isère, 18 août 1900, photo prise par Chantelouve).	17
Figure 2. Sommet du ravin des Maroures (27 septembre 1898, photo prise par Douvier).....	17
Figure 3. Travaux de façonnage de lit dans les ravins, torrent de la Ruine (Isère, octobre 1888, photo prise par Charlemagne).	18
Figure 4. Embroussaillage du lit du torrent de Lamourette (Isère, 9 mai 1886, photo prise par Charlemagne).	18
Figure 5. Bas du torrent de la Dreyre, lit embroussaillé d'aulnes et de saules (Isère, 20 juin 1911, photo prise par Hulin).....	18
Figure 6. Exemple boisement paravalanche dans le périmètre de Frumezan en Savoie (XXe siècle, source inconnue).....	20
Figure 7. Graphique issu du rapport Sonnier (occupation du sol).....	21
Figure 8. Répartition des surfaces concernées par les différents aléas dans les Alpes du Nord (Chenost 2005).....	21
Figure 9. Répartition des différentes essences dans les forêts de protection des Alpes du Nord (Chenost 2005).	21
Figure 10. Structure des forêts de protection dans les Alpes du Nord (Chenost 2005).....	21
Figure 11. Répartition des surfaces en fonction du niveau d'aléa en Rhône-Alpes (données de la campagne RPP).	25
Figure 12. Répartition des surfaces en fonction du niveau d'aléa en Rhône-Alpes hors ravinement (données de la campagne RPP).	25
Figure 13. Carte de situation de la FD RTM du Grand Ferrand (source ONF).....	35
Figure 14. Parcelles de la division de l'Ebron (FD RTM du Grand Ferrand).	36
Figure 15. Parcelles de la division du col de Mens (FD RTM du Grand Ferrand).....	36
Figure 16. Etat des plantations réalisées sur des éboulis de la FD RTM du Grand Ferrand.	37
Figure 17. Nouvelles tentatives de plantations sur banquettes au niveau du torrent du Pravert, FD RTM du Grand Ferrand.....	37
Figure 18. Ravines végétalisées au Col de Mens, FD RTM du Grand Ferrand.	38
Figure 19. A gauche : vue d'ensemble du bassin de réception du Pravert, prise du cône de l'Ebron (Douvier, 1893) ; à droite : le bassin du Pravert en 2016.	39
Figure 20. Photographies aériennes du site du Grand Ferrand (à gauche : 1952 ; à droite : aujourd'hui).	39
Figure 21. Carte de situation de la FD RTM de la Tronche (source ONF).	42
Figure 22. Profil géologique schématisé de la FD RTM de la Tronche.....	42
Figure 23. Cartographie des anciennes plantations effectuées sur la FD RTM de la Tronche (issue du 1 ^{er} aménagement).	44
Figure 24. Plantation de Pin laricio en FD RTM de la Tronche.....	45
Figure 25. Taillis peu dense sur les fortes pentes, FD RTM de la Tronche.	45
Figure 26. Peuplement vieillissant de Chêne pubescent en FD RTM de la Tronche.	47
Figure 27. Cartographie des placeaux à réaliser en FD RTM de la Tronche (issue du 1 ^{er} aménagement).	48
Figure 28. Taillis jeune et dense d'Erable à feuilles d'Obier dans les anciens placeaux exposés Est, FD RTM de la Tronche.	49
Figure 29. Semis de Chêne pubescent dans les anciens placeaux, FD RTM de la Tronche.....	49
Figure 30. Taillis jeune et dense de Chêne pubescent dans les anciens placeaux exposés SE, FD RTM de la Tronche.	50
Figure 31. Trouée récente en FD RTM de la Tronche.	50
Figure 32. Carte de situation de la FD RTM de Celliers (source ONF).	52
Figure 33. Le hameau de la Thuile épouse la croupe surplombant un couloir (RTM 73).....	53

Figure 34. Piochage de micro-banquettes (RTM 73).	54
Figure 35. Transport de plants à l'hélico (RTM 73).....	54
Figure 36. Couloir d'avalanches dans la FD RTM de Celliers.....	54
Figure 37. Eclaircies en collectif, FD RTM de Celliers.	56
Figure 38. Plantations en collectifs, FD RTM de Celliers.....	56
Figure 39. Mélèze crossé, FD RTM de Celliers.	56
Figure 40. Trouée dans le cas d'une éclaircie en collectifs, FD RTM de Celliers.	56
Figure 41. Coupe de 10 ans réalisée par l'ONF dans les Epicéas, FD RTM de Celliers.....	57
Figure 42. Taillis de feuillus dans les peuplements paravalanches, FD RTM de Celliers.	57
Figure 43. Semis d'Epicéa se développant sous un trépied paravalanche, FD RTM de Celliers.	58
Figure 44. Carte de situation de la FD RTM du Pas-du-Roc (source ONF).....	59
Figure 45. Analyse diachronique au niveau de la série de la Grollaz (Kuss 2014).	61
Figure 46. Berges végétalisées le long du torrent de la Grollaz, FD RTM du Pas -du-Roc.....	61
Figure 47. Partie aval du torrent de la Grollaz, FD RTM du Pas-du-Roc.	63
Figure 48. Installation de feuillus dans les trouées réalisées sur la série de la Grollaz, FD RTM du Pas-du-Roc.	64
Figure 49. Peuplement d'Epicéa instable entre deux trouées sur la série de la Grollaz, FD RTM du Pas-du-Roc.	64
Figure 50. Aulne vert s'installant le long des drains en altitude sur la série de la Grollaz, FD RTM du Pas-du-Roc.	64
Figure 51. Emprise de la série de la Grollaz avant et après reboisement (Kuss 2014).....	65
Figure 52. Partie nord de la parcelle 1, série de la Grollaz, FD RTM du Pas-du-Roc.	66
Figure 53. Carte de situation de la FD RTM du Brévon (source ONF).	67
Figure 54. Arbres dont la croissance a été affectée par les glissements dans la forêt du Brévon.....	68
Figure 55. Paysage affecté par les glissements en aval de la commune de Vailly (74).....	68
Figure 56. Cartographie des typologies des mouvements sur le site de Vailly (Bourdin 2014).....	70
Figure 57. Peuplement de la parcelle 4 de la forêt du Brévon.....	71
Figure 58. Les zones en glissement sont colonisées par les feuillus, FD RTM du Brévon.....	71
Figure 59. Petite trouée de régénération en parcelle 3, FD RTM du Brévon.	72
Figure 60. Plantations en feuillus divers sur la parcelle 3, FD RTM du Brévon.....	72
Figure 61. Plantations en feuillus divers sur la parcelle 4, FD RTM du Brévon.....	72
Figure 62. Carte de situation de la FD RTM de Cons Sainte-Colombe (source ONF).	74
Figure 63. Vue globale du bassin versant de la FD RTM de Cons Sainte-Colombe (Demolis 2014).	75
Figure 64. Berges dénudées le long du torrent du Piézan, FD RTM de Cons Sainte-Colombe.....	76
Figure 65. Présence d'arbres instables sur les versants du torrent du Piézan, FD RTM de Cons Sainte-Colombe.	77
Figure 66. Peuplements résineux à strate 1 prépondérante, forêt de Cons Sainte-Colombe.	78
Figure 67. Régénération de feuillus dans une trouée, forêt de Cons Sainte-Colombe.	78
Figure 68. Carte de situation de la FD RTM de Glandasse (source ONF).	80
Figure 69. Peuplement de Pins noirs plantés au-dessus de vignes, FD RTM de Glandasse.	82
Figure 70. Ancien peuplement Pin noir laissé à l'abandon dans une zone de ravinement, FD RTM de Glandasse.	83
Figure 71. Le buis peut coloniser le milieu en cas d'ouverture dans le peuplement, FD RTM de Glandasse.	85
Figure 72. Pins noirs attaqués par la chenille processionnaire, FD RTM de Glandasse.	85
Figure 73. Contexte historique et technique de la forêt à fonction de protection en Rhône-Alpes	87

Liste des tableaux

Tableau 1. Méthodologie du stage.	9
Tableau 2. Liste des forêts étudiées.....	10
Tableau 3. Types et niveaux d'enjeux socio-économiques définis dans la base de données RTM.	11
Tableau 4. Situation des périmètres de restauration en 1909.	14
Tableau 5. Critères de notation des aléas.	24
Tableau 6. Définition du risque pour la cartographie RPP.....	25
Tableau 7. Définition des enjeux d'aménagement en forêts de protection (cas des FD des départements RTM).....	29
Tableau 8. Calcul de l'IMA pour l'aléa chutes de blocs.	30
Tableau 9. Calcul de l'IMA pour l'aléa avalanches.	30
Tableau 10. Calcul de l'IMA pour l'aléa ravinement.....	31
Tableau 11. Calcul de l'IMA pour l'aléa crues torrentielles.	31
Tableau 12. Calcul de l'IMA pour l'aléa glissements de terrain.....	31
Tableau 13. Aléas étudiés sur les différentes divisions de la FD RTM du Grand Ferrand.	35
Tableau 14. Résistance mécanique de différentes essences forestières face aux chutes de blocs (Gauquelin & Courbaud 2006).....	46
Tableau 15. Travaux biologiques RTM réalisés en 1864 et 1980 (FD RTM de Glandasse).	82
Tableau 16. Récapitulatif de l'étude des 7 FD RTM sélectionnées en Rhône-Alpes.	88

Liste des annexes

Annexe 1. Conclusions du rapport Sonnier (1990).....	97
Annexe 2. Cartographie aléa-enjeu de la forêt domaniale du Grand Ferrand (38), une carte par aléa.	98
Annexe 3. Mesure de la ligne d'énergie pour les chutes de blocs (Fred. Berger, Irstea).....	100
Annexe 4. Principe de localisation des « panneaux déclencheurs potentiels » d'avalanches (Irstea).	101
Annexe 5. Méthodologie pour le zonage des enjeux d'aménagement de la fonction de protection (cas des forêts non domaniales des départements RTM).....	102
Annexe 6. Détermination de la fonction potentielle de la forêt en fonction des aléas pour les forêts non domaniales des départements RTM (Office National des Forêts 2012b).....	103
Annexe 7. Fiche de relevé en forêt de protection – diagnostic IMA	105
Annexe 8. Carte des niveaux d'enjeux de protection sur le Grand Ferrand (issue de l'aménagement forestier).....	107
Annexe 9. Cartographie de l'IMA sur le Grand Ferrand jointe à l'aménagement forestier.....	108
Annexe 10. Localisation des ravines le long de la D216 (Col de Mens, FD RTM du Grand Ferrand).	109
Annexe 11. Cartographie du niveau d'enjeu de protection en FD RTM de la Tronche.	110
Annexe 12. Carte de situation de la FD RTM de Celliers (74).....	111
Annexe 13. Cartographie et quantification de l'aléa avalanches sur la FD RTM de Celliers.....	112
Annexe 14. Carte de cotation des enjeux sur la FD RTM de Celliers.	113
Annexe 15. Le boisement en collectifs en FD RTM de Celliers (73).....	114
Annexe 16. Cartographie de l'IMA sur la FD RTM de Celliers (réalisée en 2012).	116
Annexe 17. Cartographie de l'activité des glissements dans la partie haute de la série de la Grollaz (FD RTM du Pas-du-Roc).	117
Annexe 18. Carte de l'aléa torrentiel sur le cône de déjection en aval de la série de la Grollaz.	118
Annexe 19. Place de série domaniale RTM de la Grollaz au sein du bassin versant (Kuss 2014).	119
Annexe 20. Carte de localisation des coupes sur la zone en glissement de la série de la Grollaz (FD RTM du Pas-du-Roc).	120
Annexe 21. Parcellaire de la forêt du Brévon.	121
Annexe 22. Carte des peuplements en forêt domaniale RTM de Brévon (issue de l'aménagement forestier).	122
Annexe 23. Résultats des relevés effectués en forêt domaniale RTM du Brévon.	123
Annexe 24. Forêts domaniale et communale de Cons Sainte-Colombe (74).....	124
Annexe 25. Cartes aléa-enjeux (FD RTM de Glandasse).	125
Annexe 26. Parcellaire de la FD RTM de Glandasse.....	127
Annexe 27. Résultats des relevés effectués en FD RTM de Glandasse.....	128

Structure d'accueil

Organisation du service RTM d'Isère

Le service est composé de deux pôles, un pôle territoire et un pôle étude, l'ensemble étant placé sous la direction du chef de service.

Le pôle territoire est divisé entre la division Est et la division Ouest, elles-mêmes divisées en secteurs territoriaux (Office National des Forêts 2010b). Le pôle études est lui composé de trois cellules, la cellule aléas, la cellule génie civil et la cellule SIG/DAO/informatique. Ce pôle réalise des expertises et apporte son soutien au pôle territoire.

Au total, le service RTM de l'Isère comporte 18 postes. Dans le cadre de travaux domaniaux, le service est amené à confier une partie de leur mise en œuvre à des équipes d'ouvriers ONF spécialisés RTM (environ 20 ouvriers en Isère).

Activités du service RTM

Implanté dans 11 départements alpins et pyrénéens, les services RTM interviennent sur 380 000 ha de terrains domaniaux acquis par l'État. Ils ont un rôle d'expertise, de conseil et de maîtrise d'œuvre pour le compte de l'État et des collectivités (Office National des Forêts s. d.; Office National des Forêts 2016). Différentes techniques sont utilisées par le service : génie civil, biologique, protection active, passive ou temporaire...

Il existe deux types d'activités au sein du service (Service RTM de l'Isère 2015) : les Missions d'Intérêt Général (MIG) et les activités relevant du secteur concurrentiel.

Les services RTM consacrent environ 80 % de leur temps à des MIG (réalisées pour le compte du MAAF et du MEDDE) et 20 % à diverses prestations d'expertise et d'ingénierie relevant du secteur concurrentiel (maîtrise d'œuvre, expertise pour le compte des collectivités).

Les MIG sont mises en œuvre dans le cadre du Code Forestier, du Code de l'Environnement, du Code de l'Urbanisme et du Code Général des collectivités. Le service réalise ces MIG pour le compte de l'État et a un budget dédié pour cela. Deux conventions cadres précisent les contours des missions.

Les **missions relevant de la MIG MAAF** (ministère en charge des forêts) concernent la protection contre les risques naturels et consistent en :

- La surveillance des terrains domaniaux RTM (surveillance des dispositifs, participation aux aménagements de forêts publiques, études générales de bassins de risques).
- Des travaux réalisés en forêts domaniales RTM (réparation d'ouvrages...).

Dans le cadre de cette MIG, les interlocuteurs du service RTM sont la DRAAF au niveau régional et la DDT au niveau départemental. Ces derniers valident ou non les travaux proposés par le service.

En forêt domaniale, toutes les autres interventions ne concernant pas les risques naturels sont réalisées par les services de gestions sur les fonds propres de l'Office.

Ainsi, le service RTM est rattaché à l'ONF mais met en œuvre directement le budget de l'Etat et rend des comptes localement aux représentants de l'Etat.

Les **missions relevant de la MIG MEDDE** (ministère en charge de la prévention des risques naturels) consistent en :

- L'amélioration de la connaissance du risque en montagne (création d'une base de données RTM, surveillance et études des avalanches...).

- Une assistance technique aux services régionaux (DREAL) et à la DGPR (direction générale de la prévention des risques naturels).
- Une assistance technique auprès du préfet (dans le cadre de dossiers d'urbanisme, dans le cadre de crises...).
- Un inventaire des ouvrages de protection.
- Un appui aux collectivités territoriales.

Evolution récente des services RTM

En 1980, un délégué national aux actions RTM est désigné conjointement par le Ministre de l'Agriculture et le directeur général de l'ONF (Marco 2012). Il a pour mission la gestion des dispositifs de protection RTM, l'observation des phénomènes naturels, le conseil auprès des préfets et des collectivités territoriales. Depuis 2007, l'État ne finance plus à l'ONF des postes des services RTM, mais les MIG (Missions d'Intérêt Général). Le délégué national devient le délégué national aux risques naturels et met en place une direction technique RTM qui devient en 2014 le pôle RTM du département « risques naturels » de la direction centrale « forêts et risques naturels » de la direction générale.

Aujourd'hui, les services départements font l'objet de regroupements en agences de massifs, ceci dans le but de simplifier l'organisation et de favoriser les échanges.

Au cours du temps, les missions des services RTM se sont élargies aux domaines de prévention et de protection contre tous les risques naturels en montagne : crues torrentielles, avalanches, chutes de blocs, glissements, ravinement.... Aujourd'hui, ce sont des services spécialisés de l'ONF.

Pour ce qui est des financements, à l'origine, l'Etat était le seul financeur de ces travaux, mais les Collectivités sont de plus en plus impliquées.

Problématique et méthodologie

Problématique

Suite aux grandes lois de la fin du XIX^{ème} siècle, une grande campagne de reboisement a eu lieu dans les terrains de montagne afin de régulariser le régime des eaux et de lutter contre les grandes inondations dévastatrices dans les plaines en aval.

La plupart de ces boisements sont équiennes, monospécifiques et un certain nombre d'entre eux est aujourd'hui vieillissant et risque de s'effondrer. La campagne de renouvellement des peuplements lancée par le ministère en 2006 part de ce constat. Dans le cadre de cette campagne, une amélioration de la connaissance des peuplements de protection et des interventions dont ils ont fait l'objet est nécessaire.

Le stage s'inscrit dans ce cadre et se propose, dans le contexte des Alpes du Nord, de traiter les questions suivantes :

- Quelles ont été les interventions réalisées dans les forêts de protection au cours du temps ? Quelles ont été les consignes données et quels sont leurs fondements ?
- Quel est l'état actuel des peuplements ? Les mesures prises ont-elles été efficaces ?
- Comment la notion de forêt de protection a-t-elle changé ? L'évolution des cadrages sur les forêts de protection est-elle cohérente dans le temps ?
- Quelles sont les perspectives d'évolution, de progrès ?

Méthodologie

Afin de répondre à cette problématique, la méthodologie suivante a été adoptée (**Tableau 1**), elle se divise en trois étapes :

Tableau 1. Méthodologie du stage.

Eléments à prospecter	Moyens utilisés
Fondements de la forêt de protection, évolution dans le temps et origine du programme RPP.	Recherche bibliographique.
Cadrage actuel des forêts à fonction de protection (Interreg, IMA, GSM...).	Recherche bibliographique et entretiens avec les acteurs du réseau « Forêts de protection » (ONF, RTM, Irstea).
Etat actuel des forêts à fonction de protection, de leur gestion et lien avec la situation et les interventions passées.	Consultation des aménagements (anciens et récents), des EBR, entretiens avec les gestionnaires (agents patrimoniaux, techniciens RTM, aménagistes...) et prises de mesures sur certaines forêts sélectionnées.

Pour le troisième point, l'étude se base sur un échantillon de 7 forêts en Rhône-Alpes (**Tableau 2**). Le choix des forêts a été fait de telle sorte à couvrir l'ensemble des aléas présents en Rhône-Alpes et à avoir au moins une forêt dans chaque département. La date du prochain aménagement, la rédaction prochaine d'un EBR ont aussi parfois été pris en compte.

Ainsi, les forêts sélectionnées sont les suivantes :

Tableau 2. Liste des forêts étudiées.

Départements	Forêts	Aléas
73	Celliers	A
	Pas-du-Roc	T/G
74	Brevon	G
	Cons Sainte-Colombe	T
38	La Tronche	P
	Grand Ferrand	T/R
26	Glandasse	R/P

A : avalanche

T : torrentiel

G : glissement de terrain

P : chute de blocs

R : ravinement

Pour chaque forêt, les points suivants sont traités :

- Etat des lieux pour caractériser l'état actuel des peuplements (établissement de l'IMA en fonction de l'aléa considéré et prévision de l'évolution du peuplement).
- Analyse diachronique des peuplements, des interventions (un intérêt particulier porte sur l'origine de la forêt et les conditions d'acquisition par l'Etat).
- Analyse au regard des guides et indices existants.

Pour chaque forêt, deux journées de terrain avaient été prévues, une pour visiter, avoir un premier aperçu du peuplement et prévoir les mesures à prendre, et une pour réaliser les relevés et mesures. Cela a été adapté en fonction des caractéristiques de chaque forêt et des disponibilités des agents patrimoniaux ou techniciens RTM des secteurs considérés.

Quelques définitions

Avant d'entrer dans le détail de la notion de forêt de protection contre les risques naturels, il convient de définir certains termes (Office National des Forêts 2012b).

- Aléa naturel :

Le terme d'aléa désigne un phénomène naturel et le tour imprévisible qu'il peut prendre. Il s'agit donc du phénomène lui-même (précipitations, avalanches, chutes de pierres, glissements de terrain, inondations, phénomènes dunaires, séismes, tempêtes, raz de marée, feu...) mais aussi de la probabilité qu'il a de se produire et de son intensité.

Tous les aléas naturels n'interagissent pas de la même façon avec la forêt : on ne s'intéressera ici qu'à ceux qu'elle est susceptible de réduire, voire d'éteindre complètement. Ainsi, les séismes, tempêtes et incendies, qui détruisent la forêt, ne seront pas considérés au regard de la fonction de protection.

- Enjeu socio-économique :

Un enjeu socio-économique correspond aux personnes et aux biens menacés par un aléa naturel. Le tableau ci-contre (**Tableau 3**), extrait de la notice de la base de données RTM, présente les différents types et niveaux d'enjeux socio-économiques généralement reconnus. Cette classification accorde la priorité d'abord à la protection des personnes, puis à celle des biens menacés directement. Elle tient cependant compte des effets indirects des phénomènes sur l'activité économique. Par exemple, une route coupée par un glissement ne constitue pas en soi un enjeu socio-économique très important ; en revanche, si c'est une route d'accès à une station de ski, les conséquences économiques seront très importantes.

Tableau 3. Types et niveaux d'enjeux socio-économiques définis dans la base de données RTM.

Type	Fort	Moyen	Faible	Nul
Habitat	Dense, plus de 10 logements	Dispersé, 2 à 10 logement	Bâtiment isolé	
Autres enjeux publics	Ecole, hôpital, centre de secours	Autres bâtiments publics	Captage d'eau, station d'épuration	
Voie de communication (route, rail)	Voies structurantes d'intérêt national	Voies d'intérêt départemental, ou accès unique d'un pôle important d'activités	Voies d'intérêt local	
Réseaux		Ligne haute tension	Conduite forcée, desserte locale (électricité, eau, téléphone, gaz)	
Tourisme	Camping, centre d'accueil, colonie de vacances		Pistes de ski, équipements touristiques	Sentier de randonnée
Industries et commerces	Centre industriel	Commerce	Artisanat	
Agriculture			Bâtiment agricole, terre cultivée	Parcours pastoraux
Forêt			Peuplement de production	Espaces naturels
Patrimoine		Bâtiment historique		

- Risque naturel :

Dans le domaine de la RTM, un risque naturel est la situation résultant de la menace qu'exerce un aléa naturel sur un enjeu socioéconomique. En l'absence d'enjeu socio-économique, il n'existe pas de risque naturel.

On résume cela par la formule : $RISQUE = ALEA \times ENJEU \text{ SOCIO-ECONOMIQUE}$.

- Forêt à fonction de protection :

Une forêt est dite à fonction de protection contre les risques naturels dès lors qu'elle contribue ou est susceptible à terme de contribuer à la maîtrise des aléas et donc de réduire le risque vis-à-vis d'enjeux socio-économiques menacés.

I. La forêt de protection : Histoire et outils

A. Fondements théoriques des forêts de protection

1. Les débuts des boisements

a) *Historique de la Restauration des Terrains en Montagne*

La Restauration des Terrains en Montagne (RTM) désigne à la fois une politique publique, un ensemble de techniques relevant du génie biologique et du génie civil, et un service chargé de mettre en œuvre cette politique et ces techniques. Il est à noter que, si la politique est ancienne, le service RTM est récent, il a été mis en place après le rapport Messines de 1970 qui classe les départements à érosion active ou éteinte. Par la suite, ce service a beaucoup évolué avec la demande sécuritaire.

b) *Historique des boisements*

Le XVII^{ème} siècle est marqué par d'importants défrichements (Lilin 1986), et ce n'est qu'à la fin du XVIII^{ème} siècle qu'apparaît la doctrine du reboisement. Dans la première moitié du XIX^{ème} siècle, l'augmentation de la population rurale et la fin du « petit âge glaciaire » entraînent une crise de la gestion du milieu en montagne : l'extension des zones de labours et l'augmentation des troupeaux ont été à l'origine d'une mise à nu des sols par une déforestation massive. En résultent érosion, glissements de terrain, avalanches, inondations et sécheresses.

Les médiateurs des actions de reboisement seront les ingénieurs qui, au début du XIX^{ème} siècle, vont construire un corps de doctrines techniques qui constituera les bases de la RTM. Mais ce seront les crues du milieu du XIX^{ème} siècle qui vont relancer le débat sur la nécessité du reboisement. Au départ, il s'agissait essentiellement de lutter contre l'aléa torrentiel.

Le lien entre destruction de la forêt et dérégularisation du régime des eaux fut formalisé par **Surell** en 1841 (Surell 1841). Dans son ouvrage « les torrents des Hautes-Alpes », il énonce les quatre principes suivants : (1) la présence d'une forêt sur un sol empêche la formation d'un torrent ; (2) la destruction d'une forêt livre le sol en proie aux torrents ; (3) le développement des forêts provoque l'extinction des torrents ; (4) la chute des forêts revivifie les torrents.

L'inondation de 1840 (provoquée par la crue de la Saône et qui a engendré des dégâts humains et matériels exceptionnels) et la thèse développée par Surell sur le rôle protecteur de la forêt vont être à l'origine du premier projet de loi « relatif au reboisement des montagnes et à la conservation du sol forestier » en 1846 (rejeté par la suite).

Le processus législatif a été relativement long, et le XIX^{ème} siècle est marqué par plusieurs lois RTM :

- La loi de boisement (**1860**) a rencontré la résistance des populations de montagne dépossédées de leur territoire. En effet, l'objectif était de régulariser le régime des eaux pour **protéger les vallées et les plaines** en reboisant la montagne, la sécurité des montagnards n'étant qu'un objectif intermédiaire. A cela s'ajoute le coût élevé de son application pour les finances publiques. Finalement, cette loi sera donc abrogée en 1874.
- La loi pour le « ré-engazonnement » des montagnes (**1864**) pouvait théoriquement réconcilier éleveurs et forestiers, les activités des éleveurs pouvant être potentiellement bénéfiques au maintien d'un couvert végétal. Cette loi va également être remise en cause au vu de son efficacité limitée.
- La loi de « Restauration et de Conservation des Terrains en Montagne » (**1882**) reconnaît que le reboisement n'est qu'une partie de la question (le boisement n'est qu'un moyen, pas une fin), elle prend en compte l'impact des phénomènes d'érosion sur l'ensemble du milieu montagnard et pas seulement sur les rivières. Cela marque officiellement la **prise de conscience de la présence d'une population en montagne**, dont la présence et les savoirs étaient ignorés jusque-là (Brugnot & Cassayre 2002). Cette loi institue ainsi les « périmètres RTM » ; zones expropriables par l'Etat.

- Cet édifice législatif sera complété par une loi de **1913** sur la « régularisation du régime des eaux ».

2. La Déclaration d'Utilité Publique, un prérequis aux travaux

La mise en place du cadre législatif a été laborieuse (Sénat s. d.). Dès le départ, la politique de reboisement a dû faire face à certaines difficultés morales. En effet, les terrains sur lesquels une revégétalisation était nécessaire n'appartenaient pas forcément à l'Etat, il fallait donc régler cette contrainte juridique. Pour cela, l'Etat peut lancer une procédure de **Déclaration d'Utilité Publique** (DUP) sur certaines zones. La première loi de 1860 avait divisé en deux classes les travaux de restauration des montagnes (Thiéry 1891) :

- Dans la première classe, il s'agissait de travaux dits « obligatoires », leur exécution était réclamée par l'intérêt général. Quand l'intérêt public était en jeu, l'Etat déterminait les périmètres à boiser et demandait au propriétaire d'effectuer les travaux nécessaires. En cas de refus, l'Etat réalisait lui-même les travaux. Lorsque les travaux appartenaient à un particulier, l'Etat pouvait les acquérir (à l'amiable ou par expropriation via une DUP). Lorsqu'ils appartenaient à une commune, l'Etat pouvait mener les travaux, mais il était tenu de restituer les terrains soit par remboursement des sommes avancées par lui, soit contre l'abandon de la moitié de la partie reboisée.
- Dans la seconde classe, il s'agissait de travaux dits « facultatifs » qui, bien qu'utiles, n'avaient pas un caractère urgent. L'Etat y favorisait le reboisement par des primes ou des dons de graines.

Du fait de l'opposition des populations de montagne, la loi de 1882 abroge celle de 1860 et apporte quelques innovations majeures en terme juridique : les périmètres expropriés doivent désormais se limiter aux zones où « **le danger est né ou actuel** », c'est-à-dire aux plaies d'érosion à vif menaçant directement des habitats traditionnels. Cette limitation est mal perçue par les forestiers qui considèrent qu'il est moins coûteux d'intervenir avant que le ravinement n'ait déclenché la dynamique de catastrophe qu'après. Cette expression ne sera supprimée de la loi qu'en 1913.

Les zones réellement expropriées, appelées **séries RTM**, ont permis la mise en place d'ouvrages et de boisements de protection.

Un bilan a été établi en 1909 concernant la situation de la restauration et conservation des terrains en montagne (**Tableau 4**).

Tableau 4. Situation des périmètres de restauration en 1909.

SITUATION AU 1^{er} JANVIER 1909 DES PÉRIMÈTRES DE RESTAURATION
(hors travaux facultatifs des communes et des particuliers)

RESTAURATION DANS LES PÉRIMÈTRES. 207

206 CHAPITRE XI.

RÉGIONS.	CONSISTANCE DES PÉRIMÈTRES.		RÉSULTATS DES TRAVAUX.			DÉPENSES EFFECTUÉES.					DÉPENSES PRÉVUES pour l'ACHÈVEMENT DES TRAVAUX.			
	TERREAINS					TRAVAUX				TOTAL.	ACQUISITIONS DE TERREAINS.	TRAVAUX de toute nature.	ACQUISITIONS de terrains.	
	à l'état.	à acquiesc.	usés.	don susceptibles de réboisement.	à reconstr.	FORESTIERS.	DE CORRECTION.	AUXILIAIRES.	DIVERS.					francs.
hectares.	hectares.	hectares.	hectares.	hectares.	hectares.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	
RÉCAPITULATION						GÉNÉRALE.								
Alpes.....	147,568	98,511	89,489	15,566	42,515	17,263,862	18,532,015	5,032,021	2,844,570	43,672,472	16,402,784	28,337,645	8,785,083	
Cévennes et Plateau central.....	54,561	53,365	46,954	92	7,515	8,331,074	462,396	2,200,799	614,793	11,609,062	11,922,647	9,172,746	5,991,954	
Pyrénées.....	14,714	25,489	10,582	335	3,797	2,248,478	2,062,316	756,004	295,177	5,361,975	1,807,789	5,208,350	2,689,700	
TOTAUX.....	216,843	177,365	147,025	15,991	53,827	27,843,414	21,056,731	7,988,824	3,754,540	60,643,509	30,133,220	42,719,041	17,466,737	

On constate que plus de 216 000 ha de terrains sont déjà acquis en 1909 (Les forêts domaniales RTM recouvrent aujourd'hui plus de 410 000 ha).

3. Objectifs initiaux et mise en œuvre

a) Objectifs

A la base, la justification donnée à la politique de reboisement est le renforcement de la sécurité des populations de montagne contre les conséquences de l'érosion des sols, dont la principale cause évoquée est le surpâturage. Suite à plusieurs grandes inondations dans les bassins du Rhône et de la Garonne, les partisans du reboisement affirment que le contrôle de l'érosion en montagne permettrait de réguler les crues dans les plaines avales (De Crécy 1988). **Ainsi, pour beaucoup la politique de reboisement à ses débuts n'a pour objectif que la protection de la plaine et ses habitants contre les crues dévastatrices.** Il faudra attendre la loi de 1882 pour que la montagne et ses habitants deviennent un objectif en soi.

D'énormes moyens vont être engagés dans ces actions de restauration des terrains en montagne (RTM). La nature des travaux va évoluer au cours du temps : des reboisements artificiels confiés à des services spécialisés de l'Administration Forestière, ils vont se diversifier tant en génie biologique (ré-engazonnement...) qu'en génie civil (correction torrentielle, ouvrages paravalanches...). Cela va de pair avec l'évolution des services spécialisés RTM, forestiers d'origine, qui se sont progressivement diversifiés vers le génie civil, puis en expertise risques naturels/urbanisme.

La plus grande partie des travaux va être réalisée pendant la période 1882-1914 (âge d'or de la RTM). Les moyens humains et financiers mobilisés sont considérables (même si les objectifs de la loi de 1860 ont été revus à la baisse en termes de reboisement). La plus grande partie des travaux de restauration va être réalisée pendant cette période.

A l'origine, le but du reboisement est la création d'une végétation ligneuse qui réponde aux conditions suivantes :

1. Posséder des racines assez puissantes pour enserrer le sol dans leurs innombrables réseaux, le rendre au besoin plus perméable et le protéger contre l'entraînement ;
2. Présenter un couvert assez complet pour abriter sa surface contre les influences météorologiques ;
3. Fournir un humus de plus en plus abondant, appelé d'une part à fertiliser le sol et à augmenter ainsi la puissance de la végétation, et d'autre part à favoriser le ralentissement et la régularisation du débit des eaux pluviales ou des neiges fondant à sa surface ;
4. Maintenir, sans interruptions momentanées et perpétuellement, ces salutaires effets et les développer avec l'aide du temps.

b) La théorie de Surell

Une grande partie de ces travaux s'inspirent de la théorie de Surell, ingénieur français du XIX^{ème} siècle qui a travaillé essentiellement sur les torrents dans les Hautes-Alpes (Surell 1841). A l'époque, les enjeux à protéger étaient essentiellement les terres cultivées dans les vallées, même s'il fait aussi allusion aux grandes villes beaucoup plus en aval. Dans son ouvrage, Surell dédie également un chapitre sur les ravages des torrents en montagne (pas seulement dans les vallées), il considère donc les enjeux directs et indirects.

Selon lui, les systèmes de protection, telles que les digues et les barrages, ne sont pas satisfaisants : ils ont une action curative (et non préventive) et ne font que déplacer le problème. La question des « moyens à opposer aux torrents » enveloppe deux problèmes distincts : (1) prévenir la formation des torrents nouveaux, (2) arrêter les ravages des torrents déjà formés.

La forêt, et la végétation en général, apparaît à Surell comme une solution naturelle pour résoudre les deux problèmes : « c'est que la végétation est le meilleur moyen de défense à opposer aux torrents ».

Remarque : à ce stade, il peut être intéressant de préciser que, par ravages des torrents, Surell entend les dégâts dus à l'érosion, i.e. aux dépôts de matériaux. Il ne parle que très peu du rôle protecteur des forêts contre les grandes crues par régulation du régime hydrique (en fait, il parle des crues, mais celles-ci sont dues aux dépôts qui provoquent l'exhaussement du lit et donc le débordement des cours d'eau).

Une fois cela établi, il reste à déterminer les procédés à employer. Selon Surell, il suffit de s'inspirer de la nature, celle-ci allant dans le sens de la revégétalisation.

Un autre point intéressant de la théorie de Surell est la zone sur laquelle il faut consacrer les efforts : jusqu'alors, ils étaient concentrés plutôt en aval où les enjeux étaient les plus nombreux, Surell veut désormais modifier les « conditions du haut », ainsi « le bas se défendra de lui-même ». On passe donc d'un **système de défense** à un **double système de préservation et d'extinction**.

Selon Surell, en plus des contraintes techniques (il faut créer une nouvelle sorte de travaux publics), la principale contrainte est le manque de moyens d'exécution que fourniraient la législation ou l'administration (il faut faire appel à l'utilité publique).

Pour ce qui est des contraintes techniques, le premier problème (prévenir la formation des torrents nouveaux) n'est pas difficile à résoudre selon Surell, il suffit de mettre en réserve la surface considérée vis-à-vis du pâturage. Dans le cas de communes réticentes à ce genre de mesures, il serait nécessaire de permettre à l'administration du droit de mettre certains quartiers à la réserve. Néanmoins, si cette mesure n'est pas suffisante, Surell propose de mettre ces terrains sous le régime forestier et de hâter les résultats à l'aide de semis et plantations. Ces mesures présentent l'inconvénient de bouleverser le droit de propriété, il faut donc déclarer le boisement d'utilité publique.

Le second problème (l'extinction des torrents) nécessite dans un premier temps de définir le périmètre du torrent. L'étape suivante va consister à faire des semis et des plantations. Surell insiste sur le fait que **dans la partie haute du torrent, au niveau du bassin de réception, il faudra créer une forêt**. Cela dans le but d'arrêter les eaux et de consolider le sol. En colonisant progressivement les versants, la végétation finirait par éteindre le torrent.

Surell propose cependant de ne pas abandonner les berges, il suggère la mise en place d'un système d'irrigation, de petits canaux d'arrosage dérivés du torrent qui permettraient de répartir les eaux du torrent de part et d'autre et briseraient la pente des talus. La végétation s'installerait donc plus facilement sur les berges jusqu'à combler le torrent. Pour limiter les affouillements de berge, il propose la mise en place de « murs de chute » en faisant appel au génie écologique.

Pour ce qui est de la réussite du boisement, Surell avait conscience que celle-ci ne serait pas égale partout, mais, au vu des surfaces considérées, il considérait que l'opération devait être tentée et ne pourrait qu'apporter des résultats positifs. De plus, il n'est pas forcément nécessaire d'avoir de grands arbres (du moins pas tout de suite), l'herbe et les broussailles jouent également un rôle contre l'érosion au niveau des torrents.

Surell a ainsi essentiellement soulevé le problème du déboisement dans les zones torrentielles et théorisé l'importance des peuplements forestiers dans ces zones. D'autres forestiers, tel Demontzey, ont apporté les outils techniques pour réaliser les reboisements.

c) Les travaux de Demontzey

A l'époque de Demontzey, ingénieur français des Eaux et Forêts du XIX^{ème} siècle, le type de peuplement souhaité était la futaie, mais ayant conscience que le boisement souhaité n'apparaîtra pas d'emblée partout, les forestiers avaient accepté d'obtenir une végétation quelconque (du moins à court terme). Il est à noter que le taillis n'était pas envisagé car, ne se régénérant que par rejet de souche, il ne garantit pas la perpétuité du peuplement. De plus, l'exploitation du taillis ne se faisait que par coupes rases sur de grandes surfaces, ce qui n'est pas compatible avec l'enjeu de protection.

Les essences choisies dépendaient du climat local, du sol, des caractéristiques recherchées des arbres plantés... Le choix s'est essentiellement tourné vers les résineux, du fait de l'altitude et de la volonté d'obtenir de la futaie. Dans la plupart des cas, il s'agissait de plantations monospécifiques. C'est à ce moment que le Pin noir d'Autriche a été introduit en France. Son utilisation pour les reboisements s'est vite généralisée pour sa résistance au calcaire, à la sécheresse et au froid. **Néanmoins, dans beaucoup de cas, le Pin noir était supposé être une essence transitoire, le temps de stabiliser suffisamment les sols, même s'il n'a souvent pas été remplacé par la suite.**

En 1882, Demontzey songeait à reboiser jusqu'aux limites des neiges éternelles. Aujourd'hui, on constate que les plantations à plus de 2 000 m constituent un échec.

Avant l'exécution de semis ou de plantations, Demontzey passe en revue les travaux préparatoires afin de permettre au sol de recevoir et d'entretenir la végétation appelée à le recouvrir (Demontzey 1882) :

- La mise en Défens : cela permet à la fois le raffermissement du sol et la recrudescence et l'extension d'une végétation herbacée ou autre.
- Les recépages et les marcottages : dans bien des terrains destinés à être reboisés se rencontrent des vestiges de végétaux ligneux réduits par les dents des bestiaux à des buissons informes. Recéper ces buissons permet d'obtenir des rejets abondants et vigoureux. Cela va créer un environnement accueillant pour les autres espèces. De plus, en couchant les rejets en rayon sur le sol, on couvre une surface importante par marcottage.
- L'enherbement (**Figure 1**) : dans les très grandes pentes, cela permet de maintenir la surface du sol de manière à donner aux essences forestières le temps de se développer et de fournir à leur tour un abri définitif et complet. L'emploi de certaines graines fourragères, à tempérament robuste, à végétation vigoureuse et rapide, atteint parfaitement le but recherché.
- Préparation du sol : certains sols destinés au reboisement sont durcis par les influences atmosphériques, le piétinement... Demontzey propose un défoncement profond des sols afin d'aider ceux-ci à retrouver ou conserver leur fraîcheur.

Une fois la préparation du sol réalisée, Demontzey propose de disposer les semis ou les plants selon des bandes alternes, la densité pouvant aller jusqu'à 10 000 plants/ha. Les plantations se font par potets, on peut aller jusqu'à quatre plants par potet (**Figure 2**).



Figure 1. Torrent des Palles : vue des enherbements (Isère, 18 août 1900, photo prise par Chantelouve).



Figure 2. Sommet du ravin des Maroures (27 septembre 1898, photo prise par Douvier).

En terrain instable, la fixation du fond des ravins est une étape préalable : atterrissement des barrages, fascinage, mise en place d'arbres ou de branches couchées dans les ravins (**Figure 3** et **Figure 4**).

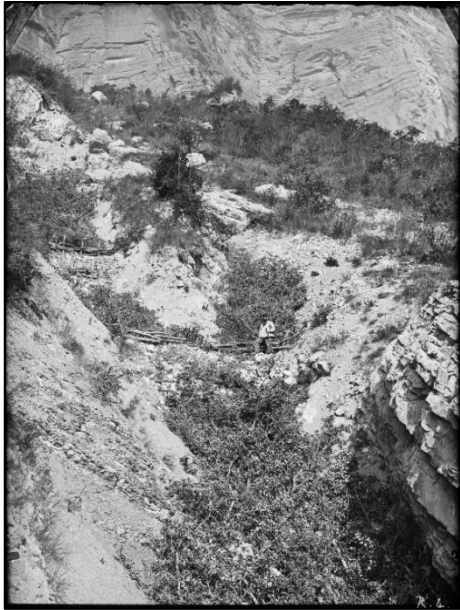


Figure 3. Travaux de façonnage de lit dans les ravins, torrent de la Ruine (Isère, octobre 1888, photo prise par Charlemagne).

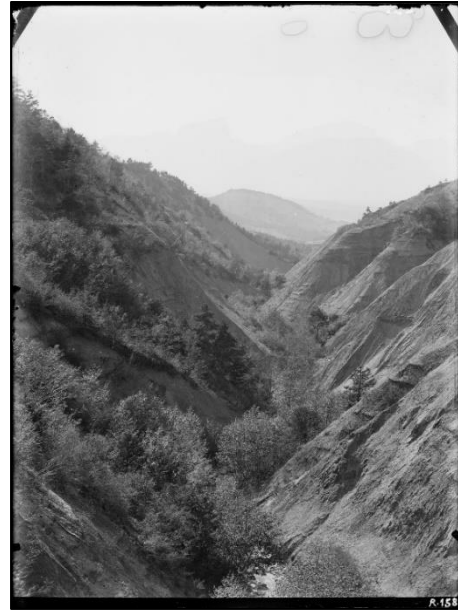


Figure 4. Embroussaillage du lit du torrent de Lamourette (Isère, 9 mai 1886, photo prise par Charlemagne).

Dans le lit des ravines, les essences privilégiées sont les feuillus, notamment le saule et le peuplier (Figure 5).



Figure 5. Bas du torrent de la Dreyre, lit embroussaillé d'aulnes et de saules (Isère, 20 juin 1911, photo prise par Hulin).

Le choix du mode de repeuplement (semis ou plantation) dépend du climat, de la nature minéralogique et de l'état superficiel des sols, du tempérament et des exigences des essences adaptées, ainsi que du rôle qui leur est assigné. Les feuillus étant généralement réservés aux lits torrentiels pour fixer les terres, la plantation est privilégiée. Lorsque le sol présente déjà un certain enherbement, le semis est possible (la présence d'herbacées traduit une certaine fixation de la partie superficielle du sol qui peut donc accueillir des semis). Pour les résineux, l'expérience a montré que les plantations réussissent mieux que les semis.

Une fois les plantations réalisées, celles-ci devront parfois être repiquées, d'où l'installation de « pépinières volantes » : elles sont situées à proximité des zones de plantations, ce qui présente le double avantage de limiter les transports et d'avoir des plants déjà acclimatés au milieu.

Les ouvriers n'hésitaient pas à aller dans des zones considérées aujourd'hui comme inaccessible pour réaliser les travaux (dans des zones où même les mulets avaient du mal à suivre, encordés dans des précipices...).

4. Evolution au fil du temps : l'abandon des plantations initiales et la plus grande prise en compte de nouveaux aléas

La période 1914-1940 correspond à l'âge de la gestion. La politique RTM s'essouffle (suite à la première guerre mondiale), la plupart des moyens est consacrée à la gestion et à l'entretien des périmètres existants. Ni la loi instaurant les forêts de protection (1922), ni la loi créant le Fonds Forestier National (1946) ne vont relancer la politique d'acquisition et de nouveaux travaux. C'est aussi à cette période que les techniques de génie civil sont associées dans les périmètres RTM en vue de traiter les causes mêmes des phénomènes torrentiels. Jusqu'alors, le génie civil était surtout un support permettant à la végétation de s'installer.

Entre 1940 et 1980, c'est la décadence de la mise en œuvre de la politique RTM. Les crédits diminuent, les coûts de la main-d'œuvre augmentent, les modes d'occupation de la montagne sont en pleine mutation. Ces évolutions se traduisent par un vieillissement des ouvrages et une densification des enjeux.

Les peuplements issus des plantations ne sont pour la plupart plus suivis.

C'est aussi à cette période (à partir des années 1960 pour être exact) qu'un nouveau phénomène se développe : les sports d'hiver, ce qui s'accompagne d'une transformation de la demande sécuritaire en montagne (De Crécy 1988). Même si des boisements paravalanches étaient réalisés dès les débuts de la RTM, la considération de l'aléa avalanche prend une autre dimension. Il faut non seulement combattre cet aléa, mais aussi le localiser. Les forestiers français s'inspirent des suisses, notamment en ce qui concerne les réseaux d'ouvrages paravalanches stabilisateurs de la neige. Au départ, les boisements paravalanches s'inspiraient de ce qui se faisait dans les Alpes du Sud contre le ravinement. Ce sont les travaux de Mougin, Inspecteur Général des Eaux et Forêts, au début du XX^{ème} siècle qui vont permettre une avancée importante des connaissances et la mise en place progressive de moyens de lutte efficaces contre les avalanches (Mougin 1922).

Néanmoins, le génie paravalanche est loin d'être récent (Ancey 2005), les premières actions de défense organisée contre les avalanches remontent au XVIII^e siècle en France et en Suisse. Son développement n'a pas été linéaire : cela a commencé par le savoir empirique des populations montagnardes, les premières recherches menées par les services forestiers à la fin du XIX^e siècle, les études de géographes au début du XX^e siècle, puis le développement du génie civil au milieu du XX^e siècle. Même si les services des terrains de montagne ont commencé les boisements paravalanches dès la création de la loi de 1860 (**Figure 6**), la volonté politique d'organiser une lutte systématique contre les avalanches n'apparaît qu'après la Seconde Guerre Mondiale suite à de graves accidents à Val-d'Isère et à Passy (Ancey 2005). Ce qui explique le fait que les DUP sont plutôt récentes dans le cas de l'aléa avalanches.



Figure 6. Exemple boisement paravalanche dans le périmètre de Frumezan en Savoie (XXe siècle, source inconnue).

L'aléa chute de blocs prend aussi de l'importance avec le développement des réseaux routiers dans les montagnes.

5. La nécessité de renouveler les peuplements

Les reboisements ont lieu depuis les débuts de la politique RTM, la majorité des peuplements issus de ces reboisements a été plantée entre 1885 et 1914, ces peuplements ont plus de 100 ans et arrivent aujourd'hui à maturité. De plus, nombre de ces peuplements est de la même classe d'âge, monospécifique. Tout ceci peut conduire à des fragilités, des instabilités.

En 1964, l'ingénieur Messines rédige un rapport dans lequel il estime à plus de 140 000 ha la surface reboisée parmi les terrains acquis au titre de la RTM et classe les départements de montagne en trois catégories en fonction de la maîtrise du phénomène d'érosion dans les périmètres RTM (Messines du Sourbier 1964). Des services RTM sont créés dans les 10 départements où l'activité d'érosion est encore bien active : la Haute-Savoie, la Savoie, l'Isère, les Hautes-Alpes, les Alpes de Haute-Provence, les Alpes Maritimes, les Pyrénées Orientales, l'Ariège, la Haute-Garonne et les Hautes-Pyrénées.

En 1986, la Direction des Forêts au Ministère de l'Agriculture a demandé à l'ONF de procéder à une enquête consacrée à l'analyse du rôle de protection des forêts domaniales en montagne. **J. Sonnier** a assuré la mise en route sur le terrain, la coordination des opérations, le contrôle puis la mise en forme des résultats. L'enquête de Sonnier (Sonnier 1991) ne portait pas seulement sur les terrains acquis au titre de la restauration, s'apercevant qu'un certain nombre d'autres forêts remplissaient une fonction de protection indéniable. Ainsi, l'enquête a porté sur environ 628 000 ha, mais seuls ont été analysés 192 000 ha de forêts qui remplissaient une fonction de protection marquée contre un ou plusieurs aléas. En 1991, il publie son rapport à partir duquel il émet déjà un certain nombre de conclusion (**Annexe 1**) :

- Connaître de façon précise les zones où la forêt a un rôle de protection à jouer ;
- Définir en chaque zone le type de risque naturel contre lequel il faut se prémunir en priorité ;
- Avoir, aux divers échelons (national, régional, départemental et même de la forêt), une idée qualitative du poids des intérêts économiques et humains protégés ;
- Etablir, au vu des contraintes de renouvellement mises en évidence, un planning, en surface et en argent, des opérations de renouvellement qui sont indispensables à réaliser si l'on veut que la forêt continue à assurer la protection qu'elle dispense actuellement.

Une des données intéressantes concernant les zones analysées est l'occupation des sols au niveau national (**Figure 7**).

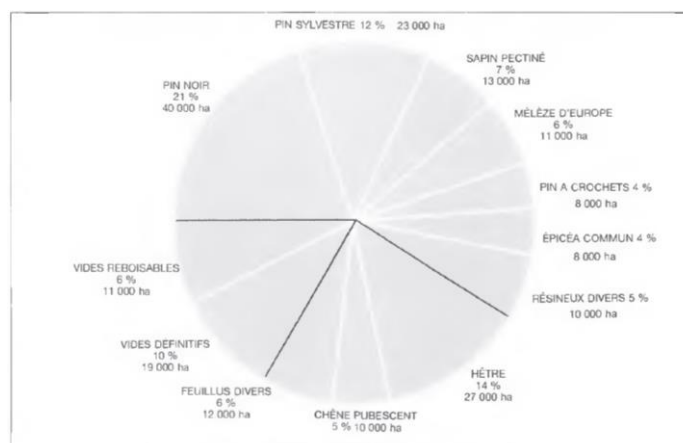


Figure 7. Graphique issu du rapport Sonnier (occupation du sol).

On peut noter la part importante représentée par le Pin noir parmi les essences représentées.

Néanmoins, cette enquête ne concerne que 16 % de la surface forestière en montagne, les forêts communales et privées n'ont pas été considérées. De plus, l'investissement prévu pour renouveler les peuplements est très élevé. Cette enquête ne connaîtra pas de suites concrètes.

S'ensuit une période pendant laquelle les crédits domaniaux diminuent au profit des subventions aux travaux forestiers où se trouvent les urgences. Ce n'est qu'en 2005 que le renouvellement des forêts est repris en considération avec le lancement de la compagnie de renouvellement des peuplements de protection.

La même année, le Cemagref a récupéré les données de l'enquête Sonnier pour en faire une analyse plus fine (Chenost 2005). Cette récente étude permet d'extraire les spécificités des Alpes du Nord et des Alpes du Sud de l'enquête Sonnier menée au niveau national. Nous nous intéressons ici tout particulièrement aux Alpes du Nord (Isère, Savoie, Haute-Savoie). Il faut préciser que les forêts étudiées ici ne sont pas uniquement des forêts domaniales RTM, mais l'ensemble des forêts à fonction de protection.

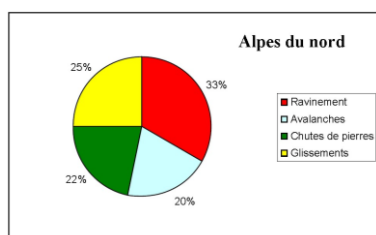


Figure 8. Répartition des surfaces concernées par les différents aléas dans les Alpes du Nord (Chenost 2005).

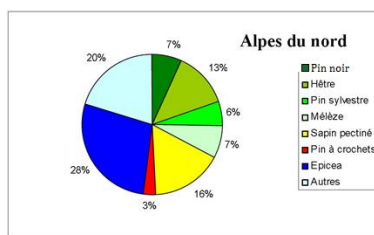


Figure 9. Répartition des différentes essences dans les forêts de protection des Alpes du Nord (Chenost 2005).

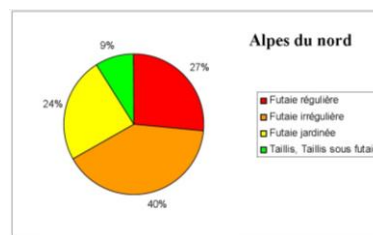


Figure 10. Structure des forêts de protection dans les Alpes du Nord (Chenost 2005).

Ainsi, même si à l'échelle nationale le ravinement représente la grande majorité de la surface concernée par les aléas, dans les Alpes du Nord la répartition entre les différents aléas est plus équilibrée (Figure 8).

A l'échelle nationale, l'essence principale utilisée dans les reboisements est le Pin noir, mais on peut voir que cette essence est presque absente des Alpes du Nord (Figure 9), le climat n'étant pas propice à ce type d'essence. Dans les Alpes du Nord, l'Epicéa et le Sapin pectiné sont les deux essences principales.

En ce qui concerne la structure et le mode de gestion, l'irrégulier prime dans les Alpes du Nord (Figure 10). Cela n'a rien d'étonnant : les essences majoritaires sont des résineux (Epicéa, Sapin, Mélèze) qui

se traite plutôt en futaie, et l'irrégulier est souvent la gestion privilégiée en montagne sur des terrains difficiles. De plus, l'échantillon ne comportant pas uniquement les plantations des forêts domaniales RTM mais l'ensemble des forêts à fonction de protection, il apparaît logique que la proportion en futaie régulière soit si faible.

Enfin, l'enquête montre que **69 %** des surfaces considérées protègent des **intérêts agricoles et forestiers**, et non des enjeux humains.

B. Le programme RPP

1. Objectifs

Le programme RPP (Renouvellement des Peuplements à fonction de Protection) est lancé en 2005 à la demande du MAAF et pour objectif d'aboutir à une priorisation des interventions sur les peuplements selon les risques en jeu et la maîtrise de l'aléa (Garet 2015). Il n'est plus possible de se limiter à des interventions d'urgence au cas par cas, une programmation pluriannuelle s'avère nécessaire.

Le déroulement suivant est retenu :

- Etablir une cartographie aléas/enjeux dans les forêts domaniales RTM principalement afin de prioriser les interventions (DN RTM 2007) ;
- Mettre en place une méthodologie simple permettant d'évaluer la maîtrise des aléas par les peuplements actuels ;
- Définir des zones d'intervention pour le renouvellement ;
- Proposer forêt par forêt des travaux sylvicoles pour maintenir ou améliorer la fonction de protection des peuplements.

Les deux premiers points (cartographie et méthodologie) se sont appuyés sur la collaboration entre l'Irstea (Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture) et l'ONF. Les deux derniers (zones d'intervention et propositions de travaux) sont voués à être intégrés au fur et à mesure dans les aménagements forestiers.

La phase 1 du programme RPP (2007-2011) a eu pour objectif de rendre possible la priorisation des interventions (DERN - DTN RTM 2012). Concrètement, les missions ont été les suivantes :

- Réaliser un zonage des aléas et des enjeux potentiellement menacés ;
- Classer ces différentes zones en fonction de l'importance des aléas d'une part et des enjeux d'autre part ;
- Etablir une cartographie simplifiée de la végétation à 3 niveaux (terrains nus, terrain boisé, autre couvert végétal) ;
- Etablir et tester une méthode permettant aux aménagistes d'évaluer la maîtrise des aléas par les peuplements forestiers.

Il est important de noter que **l'introduction d'une priorisation en fonction des enjeux, et la pondération en fonction de leur éloignement, constitue une approche philosophiquement différente de celle adoptée lors de la mise en place des plantations** : les enjeux à protéger en priorité ne sont plus les cultures ou villes indirectement exposées des vallées et des plaines, mais les habitations ou enjeux économiques importants directement exposés aux aléas.

Le programme ne concerne pas uniquement les 10 départements RTM, mais aussi les forêts RTM de 15 départements non RTM. Le Ministère a également demandé à l'ONF de mener cette action dans les forêts domaniales non RTM des départements RTM.

2. Mise en œuvre

Cette commande, réalisée dans le cadre d'une mission d'intérêt général, a nécessité une certaine collaboration entre les services RTM, les agences territoriales et les bureaux d'études territoriaux.

Il a été choisi de mettre en place une méthodologie simplifiée pour atteindre l'objectif d'étudier en 5 ans les aléas dans 550 000 ha de forêts domaniales. L'approche choisie n'est pas forcément adaptée à la réalisation d'une cartographie des risques (qui nécessiterait une bonne connaissance de l'intensité des phénomènes au droit des enjeux, l'échelle n'est donc pas forcément adaptée), mais elle convient à l'objectif visé : repérer les peuplements susceptibles d'avoir une fonction de protection.

Pour les aléas, 4 niveaux sont retenus (fort, moyen, faible, nul). Ce classement tient compte de données disponibles ou facilement observables, il porte essentiellement sur des critères physiques (**Tableau 5**)

Tableau 5. Critères de notation des aléas.

CRITERES DE CARTOGRAPHIE DES ALEAS ET ENJEUX EN DIVISION DOMANIALE RTM

Code Risque	Définition de l'enveloppe	Catégorie	Note Aléa	Observations
A Avalanche	Couloir d'avalanche, incluant zone de départ et d'arrivée	Avalanches constatées	3	Utiliser sites BD RTM
		Avalanches potentielles	1	A tracer jusqu'en bas à partir de l'information « panneaux déclencheurs »
T Crue torrentielle	Zone d'expansion des crues selon géomorphologie (lit majeur, cônes de déjection...) Parties amont des torrents : représentation largeur standard lits principaux (S drainée > 1 Ha) remonter jusqu'aux dispositifs	Thalwegs non affouillables	0	Utiliser sites BD RTM Les subdiviser en autant de tronçons homogènes Tailles très variables
		Thalwegs affouillables	3	Généralement, l'ensemble du bassin versant d'un torrent jusqu'à son cône de déjection Noter par tronçon l'éventualité de laves torrentielles (oui/non)
		Zones naturelles d'expansion	2	
E Ravinement	Bassin versant ou partie de bassin versant	Roches dures	0	Utiliser sites BD RTM (si créés) A défaut, contour du BV Les subdiviser en autant de polygones homogènes
		Eboulis de roches dures	1	
		Roches tendres	2	
P Chute de blocs	Versant comprenant des zones émettrices et d'arrivée	Volume bloc unitaire < 1 m ³	2	Utiliser sites BD RTM Les subdiviser en autant de polygones homogènes (position des enjeux, volume bloc)
		Volume bloc unitaire > 1 m ³	3	
G Glissement de terrain	Versant sensible, englobant toute la zone d'activité actuelle ou passée	Profondeur < 2 m	2	Utiliser sites BD RTM Les subdiviser en autant de polygones homogènes (profondeur)
		Profondeur > 2 m	3	

Les enjeux sont classés selon leur importance en utilisant la grille de cotation décrite plus haut (**Tableau 3**). Cette grille d'évaluation tient compte de la notion d'enjeux directs ou indirects.

En ce qui concerne le zonage, certains points sont restés sans réponse technique satisfaisante. Par exemple, dans l'impossibilité d'évaluer avec précision la part de la forêt jouant un rôle direct sur la nature des écoulements torrentiels, des approches simplifiées ont été privilégiées (ne prendre en compte qu'une bande de 25 m axée sur le torrent).

Cette phase de réflexion a abouti à une « Notice pour la mise en œuvre de la cartographie aléa-enjeu » en mai 2007 (DN RTM 2007). Cette notice a été élaborée en accord avec le Ministère et fut la base de l'action « RPP phase 1 ».

La mise en œuvre a rencontré quelques difficultés :

- Au niveau foncier avec la recherche des limites de parcelles (notamment dans les départements non RTM) ;
- La cartographie sur SIG à partir des couches disponibles et la compatibilité de ces couches avec la BD RTM (problème d'interface) ;
- Le suivi de ces études par la BD RTM (la BD n'avait pas la capacité d'absorber toutes ces nouvelles informations) ;
- La nécessité ou non d'adapter la méthodologie établie dans les départements RTM pour les départements non RTM disposant de grandes surfaces de FD RTM avec très peu d'enjeux directs menacés.

Le projet a aussi nécessité la formation des très nombreux agents impliqués.

Cette cartographie aléa/enjeu s'est finalement terminée en 2012. Elle a d'abord été réalisée dans les départements RTM sur **394 431 ha** de forêts domaniales dont **249 751 ha** de FD RTM. Dans les départements non RTM, la cartographie a été élaborée soit par les services RTM référents, soit par des techniciens ou ingénieurs des bureaux d'études des Directions Territoriales ONF. La superficie des FD RTM des départements non RTM a été évaluée initialement à **153 636 ha** à partir de l'enquête Messines et de quelques ajustements théoriques.

La cartographie aléa-enjeu de la forêt domaniale du Grand Ferrand (38) est donnée en **Annexe 2** afin d'illustrer la méthodologie détaillée plus haut.

3. Premiers résultats du programme RPP et suites

La phase 1 du programme RPP fut très ambitieuse : élaborer sur 5 ans une cartographie aléa-enjeu sur plus de **550 000 ha** de forêts domaniales. Ce travail de cartographie a permis d'évaluer les surfaces de terrains domaniaux soumises à des aléas et de caractériser les enjeux à protéger. Le risque est défini en croisant ces deux entrées (**Tableau 6**).

Tableau 6. Définition du risque pour la cartographie RPP.

		Niveau d'enjeu résultant		
		Faible	Moyen	Fort
Note d'aléa	1	Risque faible	Risque faible	Risque moyen
	2	Risque faible	Risque moyen	Risque fort
	3	Risque moyen	Risque fort	Risque fort

Ainsi, 13 % des forêts domaniales RTM boisés sont le siège d'aléas à l'origine de risques forts, ce sont les forêts à « enjeu de protection fort ». Si l'on se concentre sur Rhône-Alpes, 16 % des surfaces sont concernées par un risque fort (**Figure 11**).

Mais une grande partie de ces surfaces sont concernées par l'aléa « **ravinement** » (45 % des surfaces des terrains domaniaux RTM à l'échelle nationale). Dans ce cas, une approche particulière a été adoptée vis-à-vis du renouvellement des peuplements : **la maîtrise de cet aléa ne nécessite pas forcément un couvert forestier mais un couvert végétal de manière générale**. Ceci est à relier à la politique du programme RPP qui consiste à donner la priorité aux aléas forts et aux enjeux directement menacés. Le graphique suivant montre ainsi, qu'hors ravinement, 12 % de la surface est concernée par un aléa fort en Rhône-Alpes (**Figure 12**).

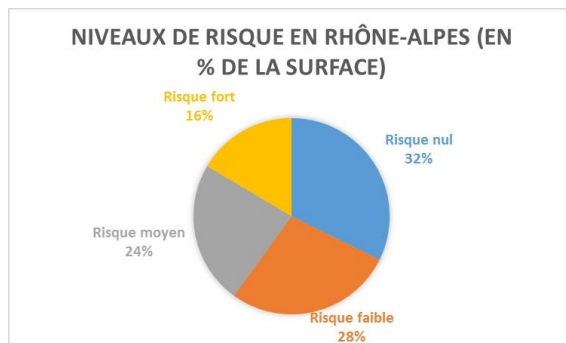


Figure 11. Répartition des surfaces en fonction du niveau d'aléa en Rhône-Alpes (données de la campagne RPP).

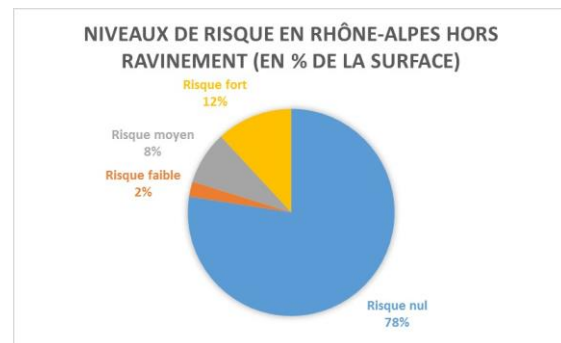


Figure 12. Répartition des surfaces en fonction du niveau d'aléa en Rhône-Alpes hors ravinement (données de la campagne RPP).

De manière générale, nous avons vu que le risque est obtenu en croisant les aléas avec les enjeux. Mais il est à noter que la cotation de l'enjeu est pondérée en fonction de sa position géographique par rapport à l'aléa. Ainsi, dans le cas des aléas ravinement, glissement de terrain ou crue torrentielle, il existe un enjeu plus ou moins lointain en aval qui peut être **indirectement exposé**, mais le risque établi est plutôt faible.

L'étape suivante consiste à quantifier la maîtrise des aléas par des peuplements susceptibles de remplir une fonction de protection contre les risques naturels et donner des consignes sylvicoles qui en découlent. Deux manuels ont ainsi été rédigés dans cette optique :

- Classement en enjeu d'aménagement pour la fonction de protection contre les risques naturels.
- Détermination de la maîtrise des aléas par les peuplements en forêt à fonction de protection.

Le contenu de ces manuels est développé dans la partie suivante.

Ainsi, pour répondre aux problématiques du renouvellement des peuplements, le développement d'outils méthodologiques étaient nécessaires. Les projets européens Interreg et les partenariats avec l'Irstea ont permis de développer ces outils.

C. Outils récents pour la sylviculture en peuplements de protection

1. Les apports des projets Interreg

a) *Présentation d'Interreg*

Interreg est un programme européen financé par le FEDER visant à promouvoir la coopération entre régions européennes et à développer des solutions communes dans différents domaines (urbain, économique, gestion de l'environnement...).

Le projet Interreg III A « Gestion durable des forêts de montagne » (entre l'Italie et la France) a permis, au cours de la période 2003-2006, d'élaborer et de vulgariser des outils techniques pour optimiser la sylviculture au regard notamment de l'enjeu de protection contre les risques naturels (Liévois & C 2012). Il a abouti à la rédaction du Guide de Sylviculture de Montagne pour les Alpes du Nord Françaises en 2006. Désormais, la forêt est aussi perçue comme un « ouvrage » de protection.

Le projet Interreg IV A « Forêt de protection » (IFP), mené en partenariat entre la France et la Suisse entre 2007 et 2013, constitue la phase suivante, il vise à identifier les surfaces forestières à fonction de protection et à planifier des interventions sylvicoles en fonction des prescriptions du guide. La méthode de définition des zones d'intervention forestière prioritaires a été développée par l'Irstea. Le Guide de Sylviculture de Montagne pour les Alpes du Sud a été rédigé suite à ce projet.

Ces mesures proviennent en partie d'une demande sociétale (Durand 2012), les résidents et usagers de la montagne prenant conscience de la fonction protectrice de la forêt vis-à-vis des risques. Cette demande est relayée par les élus et éclairée par la communauté scientifique et forestière qui tente de concilier ce rôle de protection avec l'ensemble des autres enjeux de la forêt.

Les apports du projet IFP au programme RPP ont été conséquents pour les aléas de types avalanche et chutes de blocs. Pour les chutes de pierres, l'évaluation de l'emprise des propagations potentielles repose sur le principe de la ligne d'énergie (**Annexe 3**).

En ce qui concerne les avalanches, le principe de localisation des « panneaux déclencheurs potentiels » permet de prédire les zones de départs d'avalanche (**Annexe 4**).

Le projet IFP est aussi à l'origine d'une méthode permettant d'évaluer la fonction de protection des peuplements suivant les aléas à partir de caractéristiques dendrométriques relevées sur place. Cette évaluation prend la forme d'une note : l'Indice de Maîtrise des aléas (IMA).

b) *Les Guides de Sylvicultures de Montagne*

Jusqu'à dans les années 1990, un manque de connaissances et de savoir-faire était constaté dans les forêts de montagne, notamment en ce qui concerne l'aspect de la protection contre les risques naturels. En arrivant à l'ONF Rhône-Alpes, Xavier Gauquelin, corédacteur du GSM des Alpes du Nord (Gauquelin & Courbaud 2006), a voulu développer ce savoir-faire et construire un outil donnant les orientations sylvicoles pour les gestionnaires forestiers en montagne. Il s'est ainsi tourné vers l'Irstea et la RDI ONF.

L'Irstea travaillait depuis 1990 sur la « stabilité » des forêts. En effet, on ne parlait pas directement de protection, mais cette notion était sous-jacente à celle de stabilité. Frédéric Berger commençait à avoir accumulé une certaine quantité d'informations sur les chutes de blocs et les avalanches dans les Alpes du Nord, mais les gestionnaires étaient coupés de tout ceci. Il était nécessaire de faire le pont entre les connaissances scientifiques issues de la recherche et leur application concrète par les gestionnaires. Les deux projets Interreg (en collaboration avec la Suisse et l'Italie) ont été l'occasion de concrétiser cette volonté. Les suisses, ayant la majorité de leurs forêts en montagne, étaient déjà très en avance dans le domaine.

Les GSM donnent les opérations à mener en fonction du type de peuplement et des aléas en présence. Ils se veulent simples d'utilisation : ils sont basés sur les connaissances de la recherche qui ont été

intégrées par les gestionnaires pour aboutir à des documents opérationnels (il a fallu trouver le compromis entre la densité de la matière scientifique et la simplicité pour une application concrète).

Il est intéressant de relever certaines particularités concernant ces guides :

- Ils s'appuient sur une typologie de peuplement dont la clé d'entrée est l'étagement vertical et non les diamètres (ce qui en fait une typologie plus adaptée aux peuplements de montagne).
- La plupart des interventions proposées sont basées sur la réalisation de trouées (très peu de sylviculture pied à pied), ce qui est souvent plus adapté en montagne (difficulté d'accès et de sortie des bois, souvent des peuplements à faible valeur productive).
- Certaines consignes ne sont volontairement pas d'une très grande précision, notamment sur la taille et l'orientation des trouées. Cela permet de laisser une certaine latitude au gestionnaire qui peut s'adapter aux différentes contraintes (techniques, de terrain...).

La différence entre les deux guides (Alpes du Nord et Alpes du Sud) repose sur la différence climatique et géologique des deux régions, ce qui se traduit par une différence des aléas et de la végétation. En effet, alors que les avalanches et les chutes de blocs sont plus caractéristiques des Alpes du Nord, les Alpes du Sud sont beaucoup plus concernées par les phénomènes de ravinement et de crues torrentielles. Ainsi, le GSM des Alpes du Sud n'a pas bénéficié du partenariat avec les Suisses, il s'est essentiellement basé sur le travail de l'Irstea de Grenoble.

A la lecture des GSM, on constate que les chapitres consacrés aux glissements et au ravinement font l'objet d'un moindre développement que ceux concernant les autres aléas. D'après Freddy Rey (Irstea Grenoble), cela est dû au fait qu'il y a moins de connaissances, surtout en lien avec la composante forestière. Mais cela ne signifie pas que la végétation a moins d'influence, au contraire, c'est avec le ravinement que l'on a les rôles les plus efficaces pour les plantes. Les recherches actuelles ont pour but d'affiner les consignes opérationnelles.

Il existe assez peu de retours sur ces guides relativement récents pour le moment, mais la sylviculture par trouées proposée semble être adoptée par de nombreux gestionnaires, même si certains y sont encore réfractaires.

Aujourd'hui, les deux GSM sont les principaux guides utilisés par les gestionnaires en forêts de montagne. Il existe aussi un autre guide, rédigé à la base pour les Pyrénées (Hurand 1994). Ce dernier, rédigé avant les GSM, est encore utilisé dans certaines forêts alpines pour orienter les interventions de protection.

2. Classement en enjeu d'aménagement

Avant de s'intéresser à la fonction de protection de la forêt, il faut s'interroger sur ce que l'on veut protéger (nature et localisation des enjeux).

Les DNAG (directives nationales d'aménagement et de gestion) et ONAG (orientations nationales d'aménagement et de gestion) ont posé le principe d'une planification forestière adaptée aux enjeux. Les fonctions principales nécessitant une telle adaptation (production ligneuse, fonction écologique, fonction sociale, protection contre les risques naturels) sont donc déclinées en quatre niveaux d'enjeu d'aménagement (sans objet / faible / moyen / fort) ; ce classement permet d'établir un cahier des charges à remplir par l'aménagiste pour chaque niveau d'enjeu. Dans la suite cette notion sera dénommée « enjeu d'aménagement ».

Dans le cas des enjeux d'aménagement pour la fonction de protection, il est intéressant de noter que la classification des enjeux établie dans le manuel d'aménagement accorde la priorité d'abord à la protection des personnes, puis à celle des biens menacés **directement**. Les effets indirects ne sont pris en compte que dans le cas d'un impact important sur l'activité économique.

a) Cas des FD RTM et des autres FD des départements RTM

Le classement en enjeu d'aménagement pour la fonction de protection est issu de la cartographie aléa-enjeu socio-économique menée dans le cadre du programme RPP, cartographie mise à disposition des Agences territoriales concernées (Office National des Forêts 2012b). L'aménagiste se base sur les contours des unités aléa-enjeu pour définir les parties de forêts à fonction de protection. Il existe une correspondance entre ce niveau d'enjeu d'aménagement (fruit du croisement entre l'aléa et l'enjeu i.e. la notion de risque au sens « RTM » du terme) défini par l'aménagiste et la cotation d'enjeu de l'unité aléa-enjeu socio-économique (UAE) établie lors de la cartographie (**Tableau 7**).

Tableau 7. Définition des enjeux d'aménagement en forêts de protection (cas des FD des départements RTM).

Cotation d'enjeu socio-économique de l'unité aléa-enjeu (UAE)	Niveau d'enjeu d'aménagement
Nul (0)	Sans objet – Faible
Faible (1)	
Moyen (2)	Moyen
Fort (3)	Fort

b) Cas des autres forêts des départements RTM

Pour les autres forêts relevant du régime forestier dans les départements RTM, il n'existe pas de cartographie aléa-enjeu, le diagnostic se fait au cas par cas. Lors de la constitution du programme annuel d'aménagement, l'Agence territoriale signale au service RTM la liste des forêts susceptibles d'être concernées par des risques naturels ; ce dernier signale en retour à l'Agence les éléments en sa possession. En fin d'élaboration de l'aménagement, s'il apparaît que des forêts ou parties de forêts sont reconnues comme étant à fonction de protection, leur classement en enjeu d'aménagement est alors établi. Deux diagnostics sont à réaliser :

- Présomption de risque naturel ;
- Présomption d'une contribution à la maîtrise de l'aléa par la végétation.

Le processus visant à déterminer s'il existe ou non un risque naturel, dans le cas où la forêt ne fait pas l'objet de statut réglementaire opposable, est donnée en **Annexe 5**.

Si l'existence d'un risque naturel est avérée, il est nécessaire de déterminer la fonction de protection de la forêt. Les fiches suivantes, extraites du manuel d'aménagement, donnent la marche à suivre en fonction de l'aléa considéré (**Annexe 6**).

On peut constater que **le rôle de la végétation dans la zone de départ n'est pas évalué**, alors que Surell en faisait une priorité au XIX^{ème} siècle. Ce constat sera développé dans le paragraphe suivant qui traitera de l'IMA.

3. Indice de maîtrise des aléas (IMA)

a) Détermination de l'indice

L'IMA, développé en partenariat entre l'ONF et l'Irstea, est un critère de notation chiffré permettant d'évaluer la capacité d'un peuplement forestier à réduire le risque vis-à-vis d'enjeux socio-économiques menacés par un ou plusieurs aléas. L'indice sera d'autant plus élevé que cette capacité de réduction du risque sera forte.

Le manuel d'aménagement donne la consigne de déterminer et cartographier l'IMA dans les peuplements dont le **niveau d'enjeu d'aménagement pour la fonction de protection est fort**, dans le cadre des aménagements de **forêts domaniales** (Office National des Forêts 2012c).

Dans un premier temps, chaque unité d'enjeu socio-économique dont l'enjeu d'aménagement est fort doit être associée à un ou plusieurs aléas.

Ces unités aléa-enjeu font ensuite l'objet d'une photo-interprétation, afin de faciliter la description des peuplements. Chaque peuplement homogène issu de la photo-interprétation est parcouru sur le terrain et est décrit à l'aide d'une fiche de relevé dont le modèle est donné en **Annexe 7**.

Pour chacun de ces peuplements homogènes, l'IMA (pouvant aller de 0 à 6) est déterminé, en fonction de l'aléa considéré, à partir de grilles de cotation (**Tableau 8**, **Tableau 9**, **Tableau 10**, **Tableau 11**, **Tableau 12**). A 0 le rôle de protection est nul, à 6 il est maximal.

Tableau 8. Calcul de l'IMA pour l'aléa chutes de blocs.

CHUTES DE BLOCS (blocs de moins de 1 m ³)			Peuplement majoritairement non précomptable		Peuplement majoritairement précomptable	
			Densité de tiges (N/ha) de diamètre 7,5 à 17,5		Densité de tiges (N/ha) de diamètre 17,5 et +	
			N < 2 000	N > 2 000	N < 350	N > 350
ZONES DE TRANSIT ET DE DEPOT	Bande boisée > 200 m (planimétrique)	G < 25 m ² /ha	1	3	1	3
		G > 25 m ² /ha			4	5
	Bande boisée < 200 m (planimétrique)	G < 25 m ² /ha	0	2	0	1
		G > 25 m ² /ha			2	3

G : surface terrière (m²/ha) des arbres précomptables

On ne s'intéresse pas à la zone de départ car celle-ci consiste en général en une falaise ou barre rocheuse non boisée et non boisable.

On peut noter que, concernant les chutes de blocs, le méthode de calcul de l'IMA semble plus adaptée à une structure en futaie qu'à un taillis : les données d'entrée sont la surface terrière et la densité de tiges.

Tableau 9. Calcul de l'IMA pour l'aléa avalanches.

AVALANCHES CAS DES RESINEUX (SAUF MELEZE)		Couvert hivernal * (%)			
		< 10%	10 – 30%	30 – 70%	> 70%
ZONE DE DEPART	aléa déclaré en forêt	0	1	2	3
	aléa potentiel en forêt	0	2	5	6

* Le couvert hivernal correspond à celui des résineux à feuilles persistantes (Epicéa, Sapin, Pins)

CAS DES FEUILLUS + MELEZE		Surface terrière (m ² /ha) des arbres précomptables			
		G < 10	G = 10 à 25	G = 25 à 40	G > 40
ZONE DE DEPART	aléa déclaré en forêt	0	1	2	3
	aléa potentiel en forêt	0	2	3	5

Il faut noter que pour l'aléa avalanche, seuls les peuplements situés en zone de départ sont considérés comme susceptibles de maîtriser l'aléa.

Tableau 10. Calcul de l'IMA pour l'aléa ravinement.

RAVINEMENT

Pour cet aléa, l'IMA est déterminé à l'échelle globale de la ravine et non pas à l'échelle des peuplements élémentaires ; une ravine peut comprendre des couverts végétaux différents, composés de peuplements forestiers, arbustes ou végétation herbacée.

Indice de maîtrise de l'aléa IMA		Lit de ravine entièrement végétalisé arbres + arbustes + herbacées	Lit de ravine partiellement végétalisé : couvert végétal total en été (%) sur l'ensemble de la ravine		
			< 30%	30 – 70%	> 70%
TAILLE DES RAVINES	ravines < 1 ha	6	1	4	5
	ravines > 1 ha	se reporter ci-contre	1	3	5

Tableau 11. Calcul de l'IMA pour l'aléa crues torrentielles.

CRUES TORRENTIELLES

Pour cet aléa, l'IMA est déterminé à l'échelle globale de chaque zone (départ ; transit ; dépôt) et non pas à l'échelle des peuplements élémentaires ; chaque zone peut comprendre des peuplements différents.

Indice de maîtrise de l'aléa IMA		Couvert végétal total en été (%) arbres + arbustes + herbacées		
		< 30%	30 à 70%	> 70%
ZONE DE DEPART*	Zone de départ = bassin d'alimentation	0	2	3
* RAPPEL IMPORTANT : l'IMA "crues torrentielles" pour la zone de départ n'est décrit que pour la zone méditerranéenne. Il n'est pas décrit hors zone méditerranéenne.				
Indice de maîtrise de l'aléa IMA		Zone non végétalisée ni arbres, ni arbustes, ni herbacées	Zone végétalisée	
			Présence bois 40 cm et +	Absence bois 40 cm et +
ZONE DE TRANSIT	Zone de transit = lit et berges du torrent	0	0	2
Indice de maîtrise de l'aléa IMA		Zone non boisée	Zone boisée : densité de tiges (N/ha) de Ø 17,5 et +	
			N < 350	N > 350
ZONE DE DEPOT	Zone de dépôt = cône de déjection	0	2	4

Désormais, comme déjà annoncé au paragraphe précédent, en Rhône-Alpes, on ne s'intéresse plus aux zones de départs des torrents. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette situation :

- Le bassin de réception est soit déjà végétalisé (et un simple couvert végétal est jugé suffisant) soit non boisable (limite altitudinale pour la végétation arborée), il n'est ainsi pas utile d'aller la décrire ;
- Des moyens humains et financiers considérables ont déjà été déployés par le passé pour boiser ces zones avec plus ou moins de succès (on ne peut actuellement rien faire de plus) ;
- L'érosion est régressive, elle commence en bas et remonte (les plantations en aval vont coloniser progressivement le versant en remontant en altitude), hypothèse moins probable mais néanmoins avancée.

Tableau 12. Calcul de l'IMA pour l'aléa glissements de terrain.

GLISSEMENTS DE TERRAIN

Pour cet aléa, l'IMA est déterminé à l'échelle globale du glissement de terrain, et non pas à l'échelle des peuplements élémentaires ; l'ensemble du glissement peut comprendre des peuplements différents.

Indice de maîtrise de l'aléa IMA		Couvert végétal total* en été (%) de la zone de départ	
		< 70%	> 70%
ZONE DE DEPART	Profondeur glissement > à 2 m	0	0
	Profondeur glissement < à 2 m	0	3

* arbres + arbustes + herbacées
la végétation n'a aucun rôle de maîtrise de l'aléa

Pour l'aléa glissements, la limite de profondeur de glissement à partir de laquelle le peuplement on juge le peuplement inefficace est de 2 m, ce qui correspond grossièrement à la profondeur de prospection des

racines. Cependant, il est précisé que n'importe quel type de couvert végétal peut faire l'affaire. Or, pour un couvert herbacé, la profondeur de 2 m n'a plus de sens.

Ainsi, comme évoqué plus haut dans le paragraphe traitant des GSM, les départements des Alpes du Nord, dont les chutes de blocs et les avalanches représentent une part importante des aléas, ont su bénéficier du travail des suisses qui sont eux aussi très concernés par ces aléas. Le projet Interreg IV a été l'occasion de réaliser ce transfert de connaissances et de compétences. On peut noter que dans les cas des aléas ravinement et glissements de terrain, les données d'entrée sont relativement sommaires (le couvert végétal est le critère principal, quelle que soit la végétation). Cela est dû au manque de connaissances, et surtout de traduction opérationnelle de ces connaissances, comme expliqué plus haut.

Un autre point intéressant est la note attribuée : celle-ci ne peut être élevée (5 ou 6) dans les cas des aléas torrentiel ou glissement de terrain, quel que soit l'état des peuplements. Il est donc considéré que le peuplement, ou du moins la végétation en général, ne peut pas protéger de manière sûre et totale les enjeux même en y mettant tous les moyens. Ce constat peut paraître surprenant si l'on considère la théorie de Surell selon laquelle il est possible d'éteindre totalement les torrents à l'aide des boisements. Cela est toujours vrai, un certain nombre de torrents se sont éteints suite aux boisements dans les Alpes du Sud, mais les limites de l'effet des peuplements, voire des effets négatifs de ces peuplements, n'étaient peut-être pas aussi connus à l'époque :

- Les arbres peuvent avoir un effet négatif sur la stabilisation des berges en cas de déracinement ou provoquer un creusement du lit en aval si la charge solide retenue est trop importante ;
- La végétation ne peut empêcher la saturation du sol en eau en cas d'événement climatique exceptionnel ;
- L'efficacité est fortement dépendante du type de sol (qui ne constitue pas une variable d'entrée pour le calcul de l'IMA).

Pour la phase de cartographie de l'IMA, dans le cas où des unités à différents aléas se recoupent, celles-ci sont regroupées pour former une unité mixte dans laquelle la description sera unique. Cette unité mixte peut être redécoupée en unités de peuplement homogène sur lesquelles sera calculé l'IMA. Enfin, les contours des UAE et les contours des peuplements homogènes sont superposés : des **unités homogènes aléa-enjeu-peuplement** sont établies.

b) Utilisation de l'IMA

Il s'agit du seul critère permettant de hiérarchiser les interventions sylvicoles. Concrètement, **l'IMA et les interventions prévues doivent apparaître dans les aménagements lors de leur révision**. Son calcul par les aménagistes doit être adapté au terrain et simple à mettre en œuvre. Ainsi, les aménagistes œuvrant dans les forêts RTM ont suivi une formation.

L'aménagiste peut ainsi s'appuyer sur cette notation pour avoir une idée du rôle des peuplements vis-à-vis des aléas et pour l'éventuelle mise en œuvre d'opérations sur ces peuplements suivant les différents cas :

- Les peuplements à IMA favorable :
 - Nécessitant des actions sylvicoles courantes pour assurer le maintien de leurs qualités protectrices.
 - Ne nécessitant pas d'actions sylvicoles, la dynamique naturelle ne dégradant pas leurs qualités protectrices à court ou moyen terme.
- Les peuplements à IMA moyen :
 - Nécessitant des actions sylvicoles d'amélioration de leurs qualités protectrices, parfois sur une durée importante.
 - Ne nécessitant pas d'actions sylvicoles, la dynamique naturelle ne dégradant pas, voire améliorant, leurs qualités protectrices à court ou moyen terme.

- Les peuplements à IMA faible :
 - Nécessitant une reconstitution importante (cas des peuplements dégradés).
 - Nécessitant la réalisation de travaux de génie civil complémentaires lorsque le couvert forestier ne peut assurer à lui seul une protection suffisante.

La nature des éventuelles interventions sylvicoles à réaliser sont données par les guides de sylviculture de montagne Alpes du nord et Alpes du sud.

c) Critique de l'IMA

L'intégration progressive de ces données dans les aménagements permet d'acquérir une vision globale des travaux à réaliser en FD RTM et apporte des éléments de réponse au problème de renouvellement des anciens peuplements RTM de protection. De plus, bien que construit après la rédaction des GSM, l'IMA est issu des réflexions des mêmes personnes, il a donc été intégré sans grande difficulté dans le guide. Néanmoins, cet indice fait l'objet de quelques critiques, la prise en compte dans les aménagements des cartes aléa-enjeu et des fiches nationales sur l'IMA reste compliquée à ce jour. Il reste à lever certaines difficultés et à simplifier la méthodologie :

- La procédure peut être longue dans certaines forêts ;
- La méthode a été définie au niveau national, les particularités de chaque forêt, chaque division ne sont pas forcément bien intégrées au calcul et cela mène à des imprécisions voire des erreurs, il est nécessaire de porter un regard critique sur les résultats obtenus ;
- Les cartes finales, issues de nombreux croisements entre des couches, sont parfois difficilement utilisables (la multiplication de polygones de tailles très différentes sur un site soumis à plusieurs aléas rend délicate l'utilisation de ces données par les aménagistes) ;
- L'IMA ne tiendrait compte que très peu de l'évolution du peuplement dans le temps. La fiche de relevé contient bien une rubrique sur l'évolution présumée sur 10 et 50 ans, mais elle fait appel à la seule expertise du gestionnaire et surtout n'est pas intégrée dans le calcul de l'indice. L'IMA ne donne ainsi qu'une photographie actuelle du peuplement.

La considération de l'évolution de l'IMA dans le temps est en effet un réel problème. L'indice a été conçu pour permettre une priorisation des zones sur lesquelles il faut intervenir. Cette étape est réalisée par l'aménagiste qui l'inclut dans l'aménagement sous forme d'une carte situant les zones où il est le plus urgent d'intervenir. Le gestionnaire ne se sert que du résultat (la cartographie de l'IMA) pour cibler ses interventions. Les actions à mener ensuite sont données dans le GSM. **Cependant, l'intégration d'une notion d'évolution des peuplements dans le temps est aussi utile pour cibler les zones prioritaires.** En effet, un peuplement peut avoir aujourd'hui un bon IMA mais celui-ci peut se dégrader dans les prochaines années, une intervention serait donc nécessaire. De même, il est possible que certains peuplements aient un mauvais IMA mais que celui-ci ne puisse être augmenté malgré les interventions, il ne s'agirait donc pas d'une zone prioritaire.

Malgré ces critiques, les cartographies d'IMA fournissent une bonne base de travail sur laquelle le gestionnaire pourra s'appuyer, même si un travail aval au cas par cas est nécessaire pour affiner ou corriger le résultat obtenu en fonction de la réalité du terrain.

L'évaluation de l'IMA et des travaux de renouvellement des peuplements vont amener les forestiers à acquérir une **culture du risque** et à introduire des approches coût bénéfiques lorsque les interventions seront possibles.

II. Etude de cas en Rhône-Alpes

Après avoir dans un premier temps développé l'historique des forêts de protection en France et en Rhône-Alpes, dans un deuxième temps les outils à disposition pour à la fois évaluer et gérer ces forêts, on peut s'intéresser à la situation actuelle dans les forêts domaniales RTM de Rhône-Alpes au regard de leur historique et des grandes lignes développées dans la partie précédente.

En effet, en dépit des outils développés et des dynamiques existantes, on constate que peu de révisions d'aménagement et peu d'EBR suivent ces recommandations, et que peu de travaux sylvicoles de maintien ou d'amélioration de la fonction de protection dans les forêts domaniales RTM en découlent. D'où la volonté de réaliser un retour d'expérience sur certains cas de Rhône-Alpes pour illustrer ou nuancer ce constat en répondant aux questions suivantes : (1) Quel est l'état actuel des peuplements ? (2) Comment expliquer cet état ? (3) Comment sont-ils gérés aujourd'hui ? Avec quels outils ?

Le choix des forêts (**Tableau 2**) provient d'une volonté de couvrir tous les aléas, les quatre départements RTM de la région, les aménagements ou EBR sont bientôt révisés.

Chaque forêt sera présentée selon le même plan :

- Présentation de la forêt avec aléa et enjeux considérés.
- DUP et historique.
- IMA des peuplements.
- Objectifs sylvicoles actuels.
- Diagnostic des peuplements.
- Perspectives d'évolution et propositions d'intervention.

Il ne s'agit pas ici de donner les caractéristiques idéales d'un peuplement en fonction d'un aléa, mais de qualifier l'état actuel des forêts et de leur gestion au regard de leur historique et des outils existants.

Remarque : une étude a déjà été réalisée pour caractériser les peuplements en fonction de l'aléa, cette étude aboutissant à une typologie des peuplements de protection en Isère (Durand 2012).

L'étude de chacune des forêts choisies permettra d'obtenir une vision claire de la gestion des différents aléas dans certaines Forêts Domaniales RTM de Rhône-Alpes de nos jours, de structurer la réflexion menée jusqu'à aujourd'hui concernant les peuplements, et de proposer des suites ou donner des perspectives au vu de la situation passée et actuelle dans chacune de ces peuplements.

L'étude de l'historique de ces forêts est donc primordiale. Elle s'appuie sur la consultation d'archives (anciens aménagements, déclarations d'utilité publique, anciens écrits de gestionnaires, études de bassins de risques...) et des entretiens avec les acteurs de la gestion de ces forêts (agents patrimoniaux, responsables d'unités territoriales, aménagistes, conducteurs travaux, techniciens RTM...).

La méthodologie adoptée ici peut être retranscrite à n'importe quelle autre forêt RTM au moment de sa révision d'aménagement dans le cadre du programme RPP afin de recontextualiser la forêt par rapport aux enjeux qu'elle protège et comprendre la situation actuelle par rapport à l'évolution de sa gestion.

A. Le Grand Ferrand : gérer l'existant

1. Présentation

a) La forêt

La forêt domaniale du Grand Ferrand se situe entre 790 et 2 758 m d'altitude dans le Trièves en Isère (Figure 13). D'une contenance de 1 202,06 ha, elle est affectée prioritairement à la fonction de protection physique et à la fonction sociale, tout en assurant la fonction écologique et la fonction de production ligneuse dans le cadre d'une gestion durable multifonctionnelle (Le Corre 2012).



Figure 13. Carte de situation de la FD RTM du Grand Ferrand (source ONF)

Seuls 281 ha sont boisés et actuellement composés de Pin sylvestre (35 %), Pin noir d'Autriche (30 %), Sapin pectiné (7 %), d'Épicéa commun (4 %), de Mélèze d'Europe (4 %), de Hêtre (15 %) et d'autres feuillus (5 %). Cette faible surface s'explique par le fait que 77 % de la surface se compose d'éboulis et de barres rocheuses.

Cinq divisions RTM composent la forêt :

- La Ruine et le Rapidet ;
- La Sagne ;
- Le Rattier, le Pravert, l'Ebron et les Chaberts ;
- Les Allières, les Crances et le Sauvey ;
- Les versants du col de Mens.

Les quatre premières divisions sont traversées par de nombreux torrents, alors que la dernière est caractérisée par la présence de ravines dans des calcaires marneux et marnes.

b) Les aléas

Tableau 13. Aléas étudiés sur les différentes divisions de la FD RTM du Grand Ferrand.

Division	Aléa
La Ruine et le Rapidet	Torrentiel
La Sagne	Torrentiel
Le Rattier, le Pravert, l'Ebron et les Chaberts	Torrentiel
Les Allières, les Crances et le Sauvey	Torrentiel
Les versants du col de Mens	Ravinement

On s'intéressera tout particulièrement :

- A la troisième division, celle de l'Ebron, pour l'aléa torrentiel (**Figure 14**) ;
- A la dernière division, celle du col de Mens, pour l'aléa ravinement (**Figure 15**).

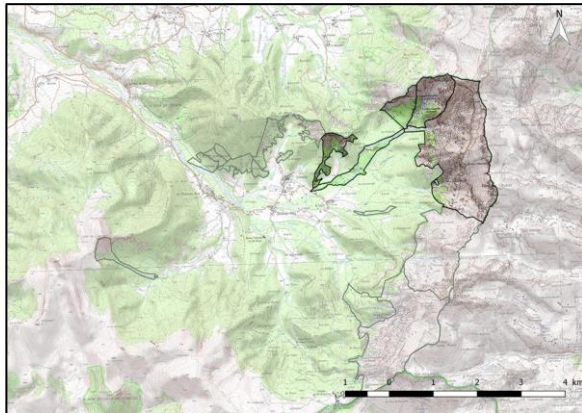


Figure 14. Parcelles de la division de l'Ebron (FD RTM du Grand Ferrand).

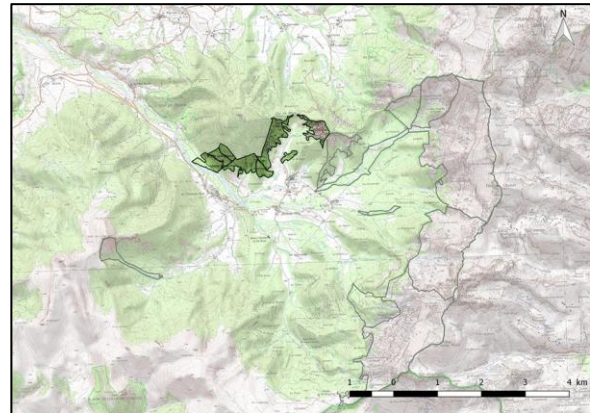


Figure 15. Parcelles de la division du col de Mens (FD RTM du Grand Ferrand).

c) Les enjeux

La carte des niveaux d'enjeux de protection est présente dans l'aménagement forestier (**Annexe 8**). Les enjeux sont forts sur 570 ha, moyens sur 280 ha.

Aujourd'hui, les enjeux à protéger sont directs : village en aval, routes...

2. DUP

La forêt est constituée de la série unique de Tréminis créée par la loi du 28 mars 1866.

Avant l'acquisition, les terrains étaient dégradés suite à la déforestation et l'abus de pâturage. Les terres cultivées étaient fréquemment envahies par les crues.

Les objectifs étaient les suivants :

- Protéger contre les crues des ravins les cultures et les habitations situées dans la vallée de l'Ebron ;
- Arrêter l'érosion dans la mesure du possible ;
- Régulariser le régime de l'Ebron et par voie de conséquence celui du Drac.

Cela amène deux remarques : (1) à l'époque les cultures étaient des enjeux à protéger, (2) les gestionnaires de l'époque avaient pour objectif de limiter les risques sur des enjeux éloignés : protéger Grenoble en régularisant le régime du Drac.

Des travaux de replantation très importants ont été entrepris dès la création de la série et poursuivis jusqu'en 1936 (reboisement entrepris après la DUP et grâce à la DUP). Les premiers travaux de correction ont eu pour but de fixer les talwegs au moyen de barrages afin d'éviter leur creusement. Les versants ont été reboisés en résineux divers : Pin sylvestre, Epicéa, Mélèze et Pin cembro. Des enherbements et des plantations de boutures ont été faites pour fixer les berges instables.

Suite à l'acquisition, 566 ha ont été parcourus par les plantations, ce qui représente un travail considérable au vu de la topographie et des types de sols. A l'époque, les gestionnaires misaient beaucoup sur la quantité et le nombre de plants ou le poids de semis étaient mesurés très précisément : 2 796 000 feuillus et 2 873 950 résineux mis en place sur l'ensemble de la forêt.

Certains reliquats de plantations permettent de savoir jusqu'où les forestiers de l'époque ont essayé de planter (**Figure 16**).

On peut supposer que la totalité des éboulis a fait l'objet de plantations, la plupart ayant échoué suite aux éboulements de la falaise au-dessus (la zone plantée située sous le pan de falaise encore en place s'est en effet bien développée).

Par la suite, la forêt n'a fait l'objet que de très peu d'interventions, seulement quelques coupes en 1906 et 1908. Puis, depuis les années 1960, seules les parties accessibles ont fait l'objet d'une sylviculture extensive, il s'agissait essentiellement d'éclaircies dans les peuplements de Pins noirs du Col de Mens (concerné par l'aléa ravinement). Dans la partie concernée par l'aléa torrentiel, quelques tentatives de plantations en banquettes ont été réalisées plus récemment, mais les résultats ne sont pas très concluants (**Figure 17**) : faible vitesse de croissance, déformation des banquettes...



Figure 16. Etat des plantations réalisées sur des éboulis de la FD RTM du Grand Ferrand.



Figure 17. Nouvelles tentatives de plantations sur banquette au niveau du torrent du Praver, FD RTM du Grand Ferrand.

En ce qui concerne la partie basse du torrent, l'Etat n'a acquis qu'une bande étroite le long du torrent le long de laquelle il n'est pas facile de travailler. En effet, à l'époque le contrôle de l'activité torrentielle se faisait essentiellement par des interventions en partie haute des bassins versants (souvent avec l'objectif de protéger des enjeux lointains).

3. IMA

La cartographie de l'IMA est présente dans l'aménagement forestier (**Annexe 9**). On peut constater que l'IMA est considéré comme nul sur le linéaire même du torrent, celui-ci n'étant pas éteint et le lit non végétalisé. En ce qui concerne l'aléa ravinement, celui-ci est en grande partie maîtrisé d'après la cartographie. Néanmoins, l'IMA pour l'aléa ravinement a aussi été cartographié sur le bassin de réception de l'Ebron, ce qui provient sûrement d'une mauvaise interprétation des consignes.

a) Bassin torrentiel de l'Ebron

Les limites de la forêt domaniale correspondent grossièrement au bassin de réception du torrent, ce qui est en accord avec les travaux de Surell qui préconisaient le boisement de la partie haute du torrent en priorité.

Néanmoins, la zone de départ n'est aujourd'hui pas entièrement cartographiée car elle est bien trop grande. De plus, les consignes actuelles ne demandent pas de calculer l'IMA en zones de départ (hors zone méditerranéenne), il est considéré qu'un couvert végétal est suffisant (quel qu'il soit) et que celui-ci n'a pas (ou plus) besoin d'intervention humaine pour coloniser le milieu, ce qui confirme le changement de la politique de protection au cours du temps.

La cartographie de l'IMA torrentielle réalisée dans l'aménagement ne concerne qu'une petite partie de la forêt étant considérée comme zone de transit (50 ha) : la majorité de cette surface a obtenu une note

de 2 (note maximale dans ce contexte), alors qu'une petite partie obtient une note de 0. Cela signifie que globalement, la zone de transit au sein du périmètre de la forêt domaniale est végétalisée, mais que certains arbres de berges sont un peu trop gros (plus de 40 cm de diamètre). Une visite sur place permet de constater que la situation dans cette zone est tout à fait satisfaisante, les berges étant recouvertes d'un peuplement dense composé de tiges de faible diamètre.

b) Col de Mens

Le Col de Mens est concerné par l'aléa ravinement. La première étape pour calculer l'IMA dans ce cas est de déterminer la taille des ravines (inférieures ou supérieures à 1 ha). L'utilisation d'un MNT issu d'une couche LIDAR a permis de localiser les ravines, leur surface étant ensuite automatiquement calculée sous SIG (**Annexe 10**).

Ainsi, on constate que toutes les ravines (sauf une) ont une surface inférieure à 1 ha. La ravine faisant plus de 1 ha ne pourra pas atteindre la note maximale de l'IMA (i.e. 6).

L'étape suivante consiste à évaluer le couvert végétal en été (arbres, arbustes, herbacées). Or, une visite sur le terrain permet de constater que toutes les ravines sont totalement végétalisées ou en cours de végétalisation (**Figure 18**). Dans tous les cas, l'IMA obtenu vaut 5 (plus de 70 % de couvert ou surface supérieure à 1 ha) ou 6 (lit entièrement végétalisé).



Figure 18. Ravines végétalisées au Col de Mens, FD RTM du Grand Ferrand.

4. Objectifs sylvicoles

Les objectifs sylvicoles sont au service de la protection physique contre les risques naturels. L'aménagement préconise l'entretien de la structure jardinée dans les zones boisées concernées par l'aléa torrentiel tout en essayant d'entretenir l'existant (plantations en banquette).

Le col de Mens, sujet au ravinement, devra être irrégularisé. En effet, les peuplements de Pin noir d'origine artificielle ont une structure régulière pas forcément adaptée à la protection et pouvant poser problème lors du renouvellement.

5. Diagnostic des peuplements

L'enquête de 1959 donne pour la série de Tréminis les chiffres suivants : 135 ha de surface boisée, 994 ha de surface non boisée et non susceptible de l'être. De manière générale, les résultats des plantations sont plutôt décevants (moins de 100 ha se sont effectivement retrouvés boisés suite aux plantations).

L'échec concerne surtout le bassin de réception des zones concernées par l'aléa torrentiel (**Figure 19** et **Figure 20**), les éboulis ont empêché la végétation de s'installer.

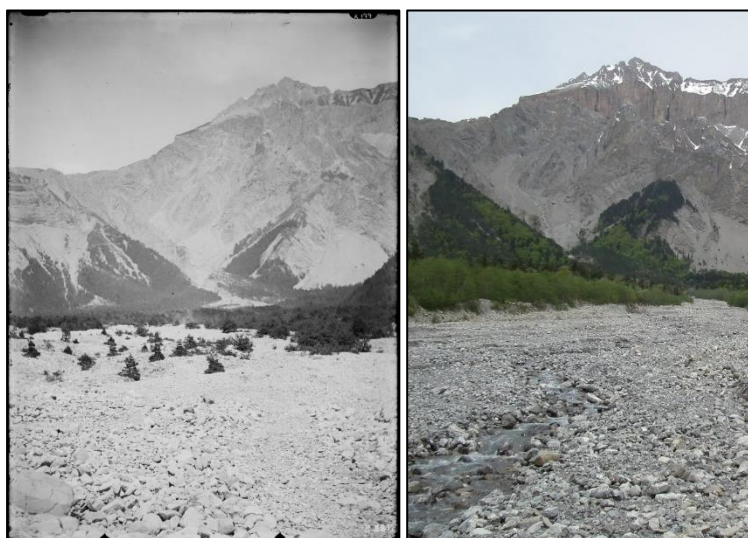


Figure 19. A gauche : vue d'ensemble du bassin de réception du Praveret, prise du cône de l'Ebron (Douvier, 1893) ; à droite : le bassin du Praveret en 2016.

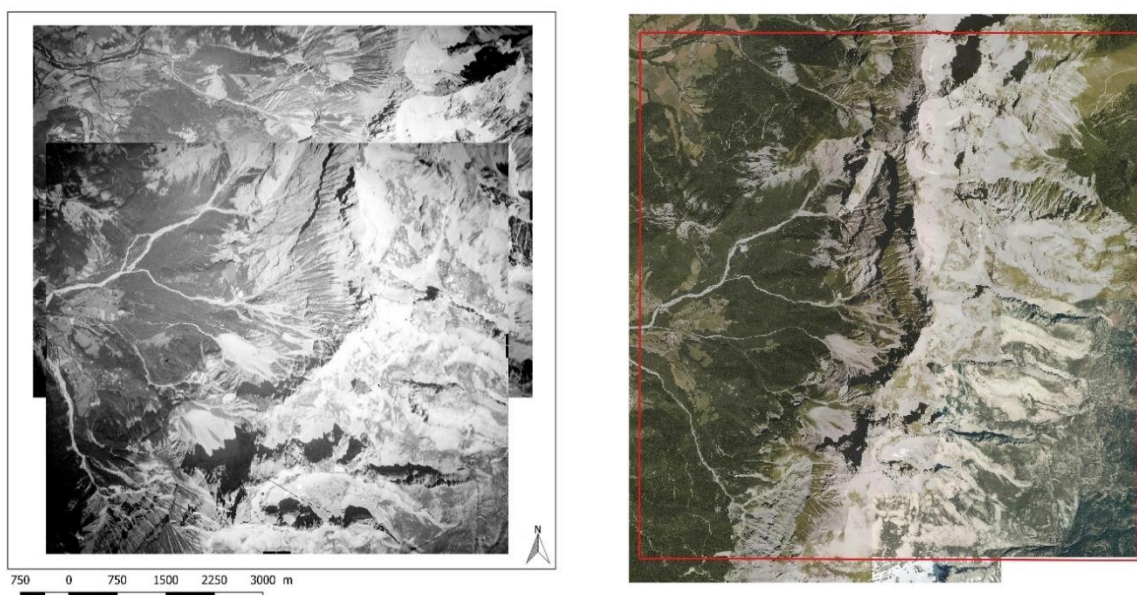


Figure 20. Photographies aériennes du site du Grand Ferrand (à gauche : 1952 ; à droite : aujourd'hui).

La première photo aérienne est assez récente par rapport aux plantations, mais elle permet de montrer que la progression actuelle du peuplement est quasiment nulle sur les versants.

Concernant le col de Mens, la problématique du ravinement est en voie d'être réglée, de beaux peuplements de pins noirs se sont installés sur les griffes d'érosion. Les ravines se referment progressivement, la maîtrise de l'aléa est bonne. Les ravines sont des zones ouvertes où une grande diversité d'espèces se développe. Le Pin sylvestre pousse plutôt bien, il est complété par des strates herbacée et arbustive. On assiste à un renouvellement progressif et naturel du couvert.

Cependant, la forêt, issue de ces plantations, est aujourd'hui composée de futaies déséquilibrées vers le stade adulte mûr.

6. Perspectives d'évolution et propositions d'intervention

Au-delà de l'IMA, il faut se demander si la situation est satisfaisante, s'il faut l'améliorer, et surtout s'il est possible de l'améliorer (par une analyse de type coût-bénéfice). En zone de transit (et de dépôt), on constate qu'il n'y a pas de problèmes d'embâcles, les arbres emportés sont en général enfouis. De plus, les ouvrages ne sont pas sous-dimensionnés (excepté peut-être un pont en aval de la Ruine et du Rapidet).

a) *Bassin torrentiel de l'Ebron*

Les plantations réalisées sur le cône d'éboulis sont quasiment toutes recouvertes par ces éboulis. Malgré cela, au vu des quelques Pins noirs ayant réussi à percer, le précédent aménagement considère qu'avec un minimum de surveillance et d'entretien, un peuplement aurait pu voir le jour. Cette réflexion est discutable car les moyens à mettre en œuvre pour cet entretien auraient sûrement été très élevés. De plus, la désagrégation de la falaise calcaire est un phénomène incorrigible à cause de la nature délicate de la roche et de la forte pente.

Dans tous les cas, il est légitime de s'interroger sur l'utilité de reboiser les versants. En effet, les anciens sommiers montrent que d'énormes moyens humains et matériels ont été mis en œuvre entre 1866 et le début des années 1900. Il s'agissait essentiellement de plantations (surtout de résineux) et d'enherbement. Malgré cela, la progression du peuplement est mineure dans la zone torrentielle. La mise en œuvre de tels moyens est aujourd'hui illusoire et ne serait pas forcément efficace.

La situation n'est pas optimale mais la meilleure chose à faire semble être de gérer l'existant sans chercher à reboiser.

Dans les zones de transit et de dépôt des torrents, il faut aussi entretenir la situation actuelle en coupant les gros bois (> 40 cm) instables le long des berges, en priorisant les interventions sur les zones les plus érodables. L'idéal serait d'avoir une densité de tiges suffisamment élevée tout en limitant le nombre de bois de gros diamètre et instables le long des berges. Dans les faits, cela est le cas, le peuplement en place est composé d'un grand nombre de tiges de faible diamètre (essentiellement des pins et des feuillus divers).

Néanmoins, pour les parties situées les plus en aval, on peut se demander s'il ne serait pas plus intéressant de limiter la densité du peuplement afin de laisser divaguer le cours d'eau, lui redonner de l'espace. Cela soulève une remarque : il existe aujourd'hui une incohérence entre la politique actuelle de renaturation des cours d'eau qui préconise la non intervention et le regain d'espace par la rivière, et la politique de protection contre les torrents qui préconise le boisement de ces zones pour contrôler ce cours d'eau. Cette politique de protection est héritée de l'époque du reboisement et de la volonté « d'éteindre » les torrents (politique très interventionniste sur l'environnement).

b) *Col de Mens*

L'aménagement en cours donne les orientations suivantes : traitement en futaie irrégulière avec rajeunissement par trouées, compléments par plantation, poursuivre les travaux sur les peuplements à fonction unique de protection dont l'IMA est défavorable.

Les ravines étant végétalisées ou en cours de végétalisation, le principal enjeu ici est en fait le rajeunissement des plantations, les actions envisagées par l'aménagement semblent donc adaptées.

Il peut être intéressant de se demander pourquoi les peuplements n'ont plus fait l'objet d'interventions entre l'époque des plantations et les années 1960. L'agent patrimonial en charge de la forêt (Patrick Stagnoli) suggère que cette non-intervention provient de la « peur de faire plus de mal que de bien » en perturbant les peuplements et en diminuant leur rôle de protection. En effet, les forestiers qui ont connu les versants déboisés avec les conséquences qui en découlent et qui ont constaté l'efficacité du

reboisement craignaient sûrement un retour en arrière en cas d'interventions. Le renouvellement des générations a ainsi rendu ces interventions envisageables.

Il demeure certaines zones considérées comme inaccessibles (exploitation non rentable), plantées en Pin noir et qui n'ont pas fait l'objet d'une sylviculture depuis l'époque des plantations. Il pourrait être intéressant d'utiliser les crédits RPP pour y réaliser des opérations de coupe. Par ailleurs, une coupe à câble y avait été prévue mais elle n'avait finalement pas eu lieu. L'obtention des crédits pourrait être l'occasion de retenter l'expérience. De plus, les tiges situées en hauteur dans ces zones difficiles d'accès sont plutôt belles et de plus gros diamètre que celles situées plus en aval.

B. La Tronche : une méthode expérimentale de renouvellement

1. Présentation

a) La forêt

D'une contenance de 50 ha, la forêt domaniale RTM de la Tronche est assise sur le territoire de la commune du même nom dans la banlieue proche de Grenoble (**Figure 21**). Située entre 460 et 1 050 m d'altitude, elle accueille de nombreux usagers de l'agglomération grenobloise.



Figure 21. Carte de situation de la FD RTM de la Tronche (source ONF).

44 ha sont boisés, mais les sols sont en général pauvres et superficiels. La forêt présente la particularité d'être très diversifiée en termes d'essences : majoritairement du Chêne pubescent, du Hêtre, de l'Erable à feuilles d'Obier, du Noisetier, du Frêne, de l'Alisier blanc...

La forêt se situe à l'étage collinéen avec 2 types de stations : chênaie pubescente thermophile et hêtraie-chênaie sèche. Elle se situe donc en dehors du domaine de validité du GSM.

b) L'aléa

L'aléa majeur en forêt domaniale de la Tronche est les chutes de blocs. Les blocs partent entre 570 et 1 020 m d'altitude et ont un volume entre 0,1 et 100 m³ (mais ils se morcellent en blocs de 4-5 m³). Les phénomènes sont recensés depuis le XVIII^{ème} siècle.

L'ensemble de la forêt est concerné par l'aléa chutes de blocs.

Les chutes de blocs peuvent avoir lieu tout le long du profil géologique (**Figure 22**).

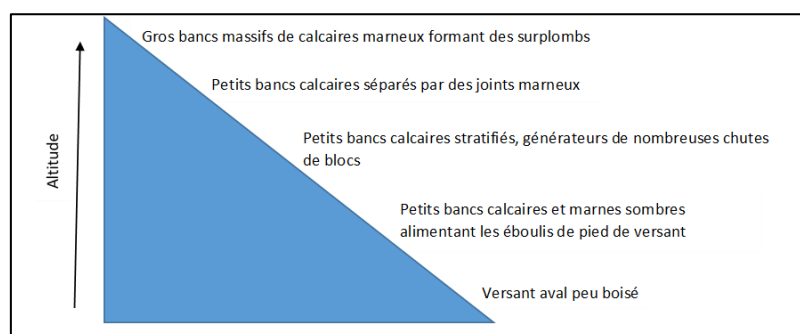


Figure 22. Profil géologique schématisé de la FD RTM de la Tronche.

Les chutes de blocs s'expliquent par la dissolution de la partie calcaire des éboulis (Combarnous & Drevon 2010). Les pentes très fortes (de l'ordre de 75%) et les grosses amplitudes thermiques favorisent encore plus le phénomène.

Enfin, plusieurs torrents et ravins sont en activité et peuvent engendrer des éboulements.

c) Les enjeux

La ville de la Tronche en aval constitue le principal enjeu, des blocs sont déjà arrivés jusqu'à des maisons individuelles.

L'ensemble de la forêt est classé en enjeu de protection fort (carte en **Annexe 11**).

2. DUP

Dans le cadre de la législation sur la RTM, 40 ha ont été acquis par l'Etat en 1928 sur l'ancienne forêt. Le reste a été acquis en 1953 sur des parcelles privées. A partir de 1928, il a été décrété dans la DUP que les fonctions principales de la forêt seraient la protection contre les chutes de blocs et le ravinement.

Depuis l'acquisition en 1928, dans un but de protection, et jusqu'à son aménagement en 1991, la forêt n'a subi aucune exploitation (exceptées quelques-unes sur proposition spéciale). La dernière grande exploitation officielle avait été réalisée en 1917 sur 33ha. La principale mesure prise contre les aléas a donc été la non-gestion afin de ne pas dégrader le capital sur pied.

Il faudra attendre 1951 pour qu'aient lieu les premières plantations (**Figure 23**). A cette date des travaux de reconstitution de la couverture végétale ont été entrepris. Ils ont consisté à effectuer des plantations expérimentales : introduction de différentes essences forestières (dont certaines méditerranéennes), multiplicité des espèces utilisées, modes divers d'installation. Ils ont été achevés en 1958. L'objectif principal était la stabilisation des sols et l'interception des blocs.

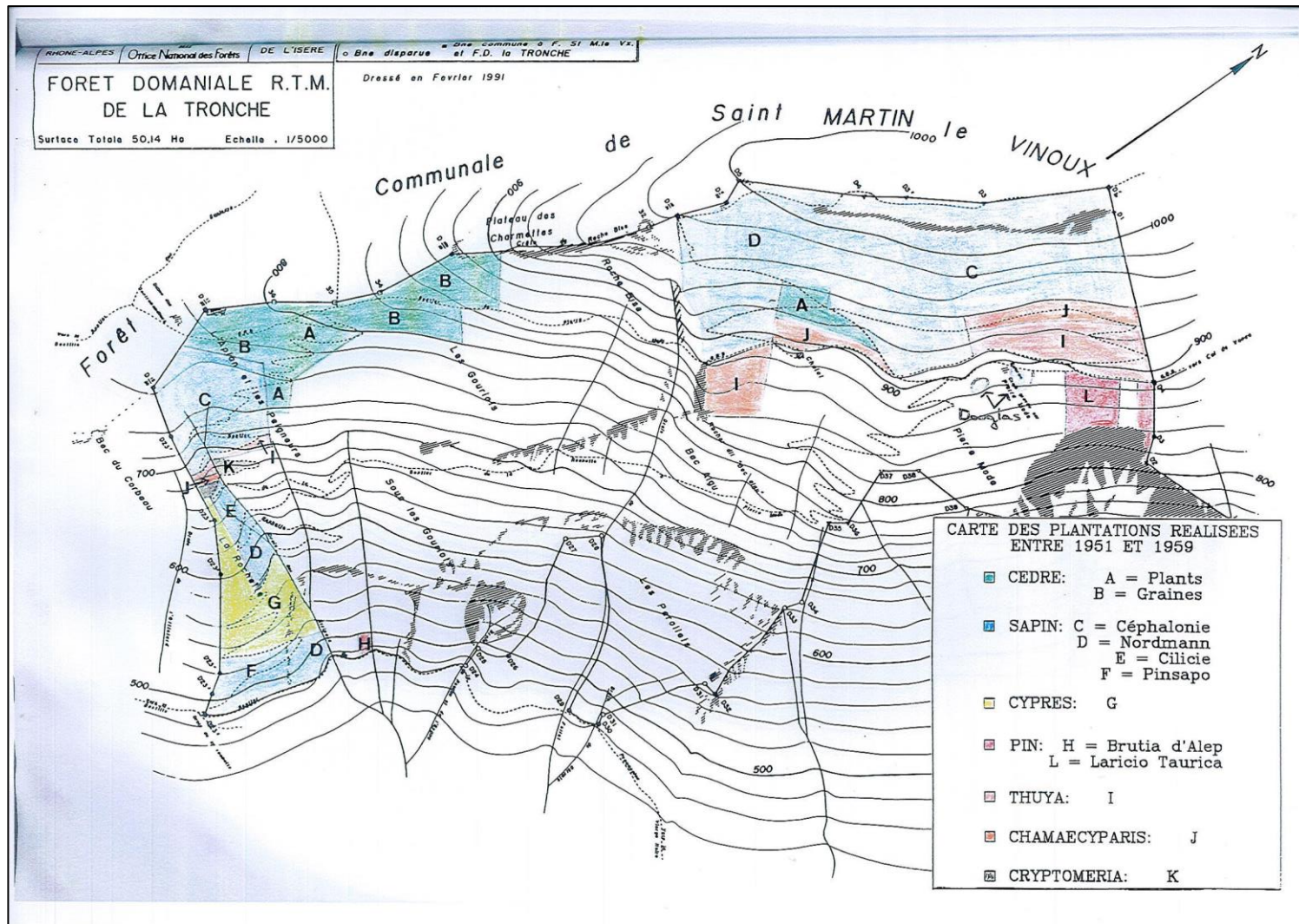


Figure 23. Cartographie des anciennes plantations effectuées sur la FD RTM de la Tronche (issue du 1^{er} aménagement).

Ces travaux ont été regarnis par la suite (1960, 1961, 1964, 1973 et 1984) par des compléments de plantations. Les essences ont été introduites soit sous forme de graines, soit sous forme de plants. Au total, 13km de banquettes ont été réalisées, elles concernent 15 ha de la forêt.

Malheureusement, exceptées les plantations de Pin laricio au nord de la forêt, ces travaux biologiques sont globalement un échec du fait de la sécheresse, des conditions stationnelles (sols, exposition...) et du gel. Il ne s'agissait néanmoins que de travaux expérimentaux, et les pépinières ne produisaient pas des plants aussi performants qu'aujourd'hui.

Les tentatives avaient été plus ou moins abandonnées, jusqu'en 1991 (date du premier aménagement de la forêt) : face au constat d'une forêt vieillissante, le rajeunissement en « damier » des feuillus.

3. IMA

Toutes les zones ayant été le siège de tentatives de plantations entre 1951 et 1959 ont un IMA nul car il est difficile de parler de peuplement, il s'agit essentiellement de formations buissonnantes ne pouvant arrêter de blocs.

Seule la plantation de Pin laricio au nord de la forêt forme un véritable peuplement (**Figure 24**). Avec une bande boisée inférieure à 200 m, surface terrière de moins de 25 m²/ha et une densité de tige supérieure à 350 t/ha, le peuplement obtient un IMA de 1, ce qui traduit une maîtrise faible. Le problème principal provient du fait que la bande boisée est trop faible, les plantations réalisées au-dessus ne pouvant être réellement considérées comme une zone boisée.

Le reste de la forêt consiste en un taillis de feuillus (notamment de Chêne pubescent), avec une surface terrière bien inférieure à 25 m²/ha. Pour ce qui est de la densité, celle-ci est variable :

- Sur une grande partie de la forêt la densité est suffisamment élevée (supérieure à 2 000 tiges/ha) ce qui donne un IMA de 3 et donc une maîtrise moyenne de l'aléa ;
- Certaines zones plus localisées sont caractérisées par un peuplement peu dense, ce qui conduit à un IMA de 1 (mauvaise maîtrise de l'aléa). La difficulté repose dans l'explication de ces variations : (1) l'exposition ne semble pas être un facteur explicatif (les taillis denses peuvent se trouver à toutes les expositions possibles dans la forêt), (2) la pente semble être déterminante, à partir de 40°, la densité de tige chute (**Figure 25**) ; (3) la présence d'un sol épais ou peu épais est aussi un facteur (mais cela est lié à l'érosion et donc à la pente).



Figure 24. Plantation de Pin laricio en FD RTM de la Tronche.



Figure 25. Taillis peu dense sur les fortes pentes, FD RTM de la Tronche.

4. Objectifs sylvicoles

Les grandes options de l'aménagement sont les suivantes : renforcer l'efficacité de la protection en poursuivant leur rajeunissement dans les parties basses de la forêt et confirmer la fonction d'accueil. La protection est donc prioritaire et il y a une conscience du renouvellement nécessaire d'un peuplement vieillissant.

Il est intéressant de constater que le taillis est privilégié contre les chutes de blocs, comme préconisé par le du GSM pour les peuplements à prépondérance de Hêtre au montagnard sec (même si la forêt ne se situe pas à l'étage montagnard). Ici, la densité d'un peuplement en taillis est préférée à un taillis sous futaie (avec de grosses réserves disséminées et un taillis malingre) ou à une futaie clairsemée.

Dans les zones à fortes chutes de pierres, il tient compte de la longévité moyenne des souches, la durée pendant laquelle elles sont encore aptes à rejeter vigoureusement. D'où la volonté de renouveler en damier avant d'atteindre le stade « futaie sur souche » et perdre en densité de tiges.

Il n'est pas nécessaire de modifier la composition du peuplement : le Chêne pubescent est bien adapté au milieu et à la problématique chute de blocs. En effet, il présente une résistance mécanique tout à fait adapté à l'aléa considéré (**Tableau 14**).

Tableau 14. Résistance mécanique de différentes essences forestières face aux chutes de blocs (Gauquelin & Courbaud 2006).

Essence	Résistance mécanique par rapport au Hêtre	Gradient de résistance mécanique
Robinier	1,65	
Chêne	1,31	
Hêtre	1,00	
Merisier	0,92	
Charme	0,92	
Frêne	0,89	
Pin sylvestre	0,68	
Douglas	0,68	
Érable	0,68	
Pin noir	0,67	
Sapin	0,60	
Mélèze	0,54	
Épicéa	0,54	
Cèdre	0,40	
Pin à crochets	0,40	

5. Diagnostic des peuplements

Nous avons vu que la forêt est les siège d'un renouvellement en damier. En effet, celle-ci n'avait pas été exploitée depuis 1917, elle devient vieillissante par endroits, les tiges s'individualisent et la forêt risque de perdre sa fonction de protection (**Figure 26**).



Figure 26. Peuplement vieillissant de Chêne pubescent en FD RTM de la Tronche.

Le renouvellement en damier appliqué à la Tronche est un concept plutôt novateur qui consiste à réaliser des trouées de très petites tailles et en quinconce (**Figure 27**). Les trouées prennent la forme de placeaux de 15 m sur 20 m (avec les 15 m dans le sens de la pente), en mettant les troncs en travers à 45°. Dans les zones à forte pente, des trouées de 10 m sur 10 m sont prévues.

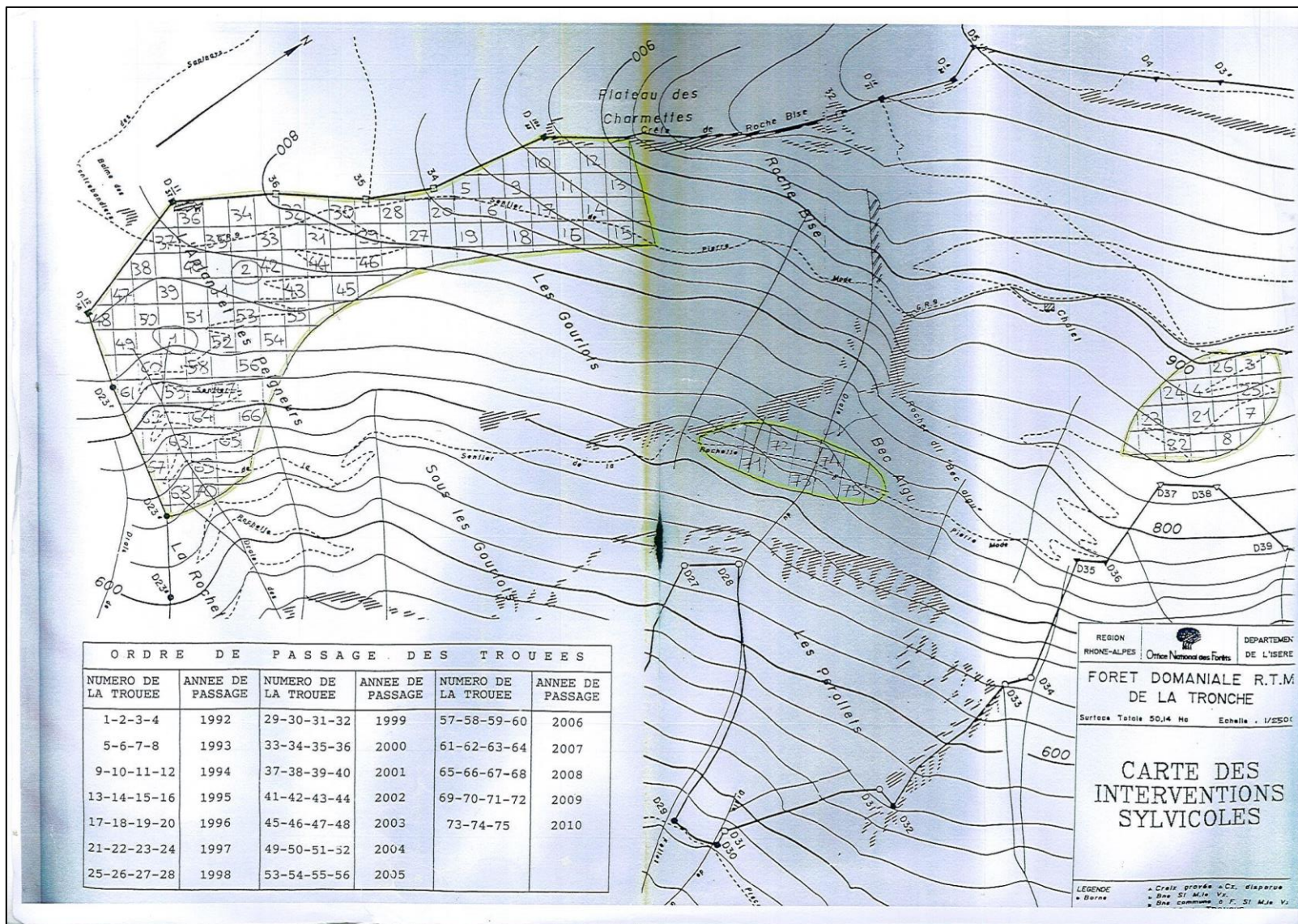


Figure 27. Cartographie des placeaux à réaliser en FD RTM de la Tronche (issue du 1^{er} aménagement).

Néanmoins, les travaux se sont arrêtés ces dernières années suite à plusieurs observations de l'agent patrimonial en place (Joseph Lotito) :

- Le Chêne pubescent représente une bonne partie du peuplement. Or dans les trouées, il ne se régénère pas toujours très bien, il rejette mal (les trouées sont trop grandes, la pente est trop forte).
- Dans les zones où le sol est pauvre, peu épais, les trouées sont néfastes et la régénération est très lente à arriver.
- Le maillage est bien trop dense, les trouées ont été réalisées dans un pas de temps bien trop court et elles sont souvent bien trop grandes.

En effet, la réalisation de trouées de si petites tailles dans des pentes aussi fortes s'est confrontée à quelques problèmes techniques : la hauteur des arbres (parfois supérieure à 20-25 m) est trop importante et ils tombent en dehors de la trouée, cette dernière est ainsi agrandie. En conséquence, de nombreuses trouées se rejoignent ou ne sont séparées que par une fine tranche de peuplement et, au lieu d'avoir une mosaïque entre les trouées de régénération et le peuplement originel, on obtient des couloirs dans lesquels presque tout le matériel a été coupé. Le rôle de protection contre les chutes de blocs est donc fortement diminué.

La réalisation de telles trouées a aussi un impact sur le peuplement originel restant, certains chênes en bordure de trouée dépérissent : dans un peuplement dont l'évolution a toujours été très lente, la réalisation de telles trouées et la mise en lumière ont été peut-être trop brutales.

Pour ce qui est des trouées en elles-mêmes, j'ai pu qualifier la régénération qui s'y développe en me concentrant spécialement sur le Chêne pubescent (essence objectif).

- Dans les anciens placeaux exposés Est (situés au Nord de la forêt), le taillis est aujourd'hui très dense (**Figure 28**) mais le Chêne pubescent y est quasiment absent, l'Erable à feuilles d'Obier est l'essence prépondérante. Les endroits où le Chêne semble le mieux se régénérer sont les bordures de trouées (il bénéficie plus d'ombre donc moins de concurrence avec les autres essences). Les semis de Chêne sont quasiment absents et semblent en mauvais état sanitaire (**Figure 29**).



Figure 28. Taillis jeune et dense d'Erable à feuilles d'Obier dans les anciens placeaux exposés Est, FD RTM de la Tronche.



Figure 29. Semis de Chêne pubescent dans les anciens placeaux, FD RTM de la Tronche.

- Dans les anciens placeaux exposés Sud-Est, on observe encore une fois un taillis dense, mais le Chêne pubescent y est beaucoup plus abondant (**Figure 30**) : entre 50 et 70 % de couvert. Cependant, les semis sont toujours rares.
- Dans les placeaux les plus récents, dans la partie basse de la forêt, les semis de Chêne sont presque inexistants sous un couvert de végétation basse (**Figure 31**), mais il est peut-être trop tôt pour conclure.



Figure 30. Taillis jeune et dense de Chêne pubescent dans les anciens placeaux exposés SE, FD RTM de la Tronche.



Figure 31. Trouée récente en FD RTM de la Tronche.

Finalement, l'installation du Chêne pubescent est fastidieuse dans un grand nombre de trouées et, à la place de la régénération du Chêne, on observe essentiellement du taillis d'Erable, de Noisetier, du Cytise, parfois des Alisiers..., ce qui est moins satisfaisant vis-à-vis des chutes de blocs.

Aux expositions les plus favorables, le taillis de chêne pubescent demeure le type de peuplement le plus représenté (70-100 ans). Il est par endroits en mélange avec d'autres essences feuillues (hêtre, érables sycomore et à feuille d'obier, alisier blanc, merisier, frêne, charme).

Dans l'ensemble des trouées, le sous-étage demeure pauvre, ce qui s'explique en partie par la nature des sols (pauvres et superficiels), il faut du temps pour permettre à la régénération de s'installer.

6. Perspectives d'évolution et propositions d'intervention

Globalement, nous avons vu que, même si la situation globale est encore satisfaisante, le renouvellement doit être anticipé et la structure en taillis restaurée au vu de la faible vitesse de croissance des arbres dans des conditions stationnelles difficiles.

Le renouvellement en damier est une bonne idée, mais les trouées sont trop rapprochées (dans l'espace et le temps). Il faut rappeler que l'essentiel dans un peuplement de protection contre les chutes de blocs est la résilience. Or, les opérations menées tendent à diminuer cette résilience :

- Pas seulement dans les trouées, mais dans l'ensemble du peuplement qui se fragilise car ouvert trop brutalement et dans des zones pas forcément adéquates
- A cause du changement de composition et de structure (le chêne ne rejette pas très bien dans un grand nombre de trouées au profit d'autres essences)

Il aurait fallu :

- Réaliser moins de trouées mais beaucoup plus espacées, et ainsi prévoir une durée totale de renouvellement de la forêt plus longue (surtout pour une forêt où les processus naturels sont très lents).
- Prendre en compte la microtopographie (les griffes d'érosion) et la diversité du peuplement (certains sont beaucoup plus chétifs que d'autres).

Dans les peuplements les plus chétifs, il est préférable de ne pas intervenir, une amélioration de la situation étant difficile.

Actuellement, aucun suivi n'est réalisé. Il est donc en réalité difficile d'évaluer précisément le niveau de réussite ou d'échec des opérations menées. Pour la suite, il serait intéressant d'effectuer un suivi de la régénération dans ces trouées (en fonction de leur âge) afin d'orienter les mesures à prendre : ne plus réaliser de trouées en attendant la fermeture des couloirs formés, ou continuer les opérations en changeant les consignes (trouées plus espacées, adapter leur localisation au milieu...).

En plus de la gestion du peuplement, il est nécessaire de mettre en place des ouvrages communaux de correction passive (merlons ou écrans pare-blocs) en amont des zones habitées, car de nombreuses études montrent une probabilité forte d'atteinte des zones urbanisées jusqu'à une altitude de 300m (presqu'au niveau de la D512).

C. Celliers : un cas d'école pour les avalanches

1. Présentation

a) La forêt

D'une contenance de 92 ha, la forêt domaniale de Celliers, est située en vallée de Tarentaise dans le département de la Savoie entre 1 370 et 1 870 m d'altitude (**Figure 32**). Elle est très pentue, au relief difficile et entrecoupée de nombreux couloirs d'avalanches.

Elle est prioritairement affectée à la fonction de protection physique contre les risques naturels (Office National des Forêts 2012a). Les unités de gestion sont regroupées au sein d'une division RTM.

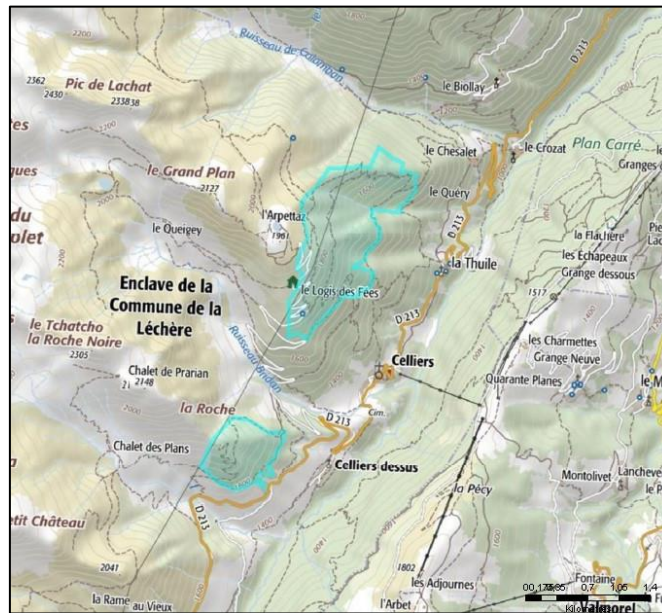


Figure 32. Carte de situation de la FD RTM de Celliers (source ONF).

Plus précisément, on distingue deux cantons qui composent la forêt :

- Le canton des Combes (parcelles 1 à 3), mélange de vides non boisés (1/3) et de jeune futaie issue de plantations (2/3).
- Le canton de l'Arpetta (parcelles 4 à 8), futaie résineuse plus ou moins dégradée.

Le parcellaire est donné en **Annexe 12**.

La surface boisée (45 ha) est actuellement composée d'Epicéa (66 %), de Mélèze (28 %), d'Erable sycomore (3 %), de Pin à crochets (2 %), et de feuillus divers (1 %).

b) L'aléa

La forêt est concernée par l'aléa avalanches. La carte de cotation de l'aléa est donnée en **Annexe 13**. L'évaluation du risque lié aux avalanches a bénéficié du travail du CEMAGREF.

De nombreuses zones de départ se situent en forêt domaniale, la forêt communale sous-jacente ayant un rôle moindre.

c) Les enjeux

Des phénomènes d'avalanches de grande ampleur ont atteint les habitations à plusieurs reprises et, d'après l'expertise RPP, 80 ha de la forêt sont classés en enjeu fort pour les risques avalanches (carte donnée en **Annexe 14**). Les enjeux sont les hameaux situés en contrebas, Celliers (dont l'urbanisation a été croissante ces dernières années), et la route d'accès à Celliers. On peut cependant noter que la

plupart des hameaux sont placés sous des croupes forestières qui les abritent, d'où l'importance de maintenir les peuplements en place dans ces zones (**Figure 33**).



Figure 33. Le hameau de la Thuile épouse la croupe surplombant un couloir (RTM 73).

2. DUP

Les premières acquisitions ont eu lieu en 1939 : création de la série domaniale de Celliers (62 ha), par décision d'utilité publique. Cette acquisition avait pour objectif d'améliorer la sécurité du chef-lieu de Celliers et du hameau de la Thuile menacés par les avalanches. En 1975, 27 ha ont aussi fait l'objet d'une acquisition par l'Etat. On peut noter que ces acquisitions sont extrêmement récentes en comparaison des autres forêts étudiées, prise en charge par l'Etat de la maîtrise du risque avalanches étant relativement récente. La majorité des terrains acquis sont d'anciens pâturages et couloirs d'avalanches. Le reste provient d'anciens boisements.

Au fil des années, les paravalanches se diversifient (surtout à partir de 1955). Le Service RTM s'inspire des innovations mises en œuvre à l'étranger, et cherche à toujours mieux associer les ressources de la nature et les progrès techniques. La forêt domaniale RTM de Celliers est devenue un site expérimental original sur les boisements d'altitude, la répartition de la neige par le vent, les mouvements du manteau neigeux, la technique des paravalanches, les boisements en collectifs...

Une explication détaillée sur les peuplements en collectifs et leurs différents modes de gestion est donnée en **Annexe 15**.

Des plantations sur banquettes ont été réalisées en forêt domaniale, à raison de 3 000 à 4 000 plants/ha. La surface reboisée entre 1950 et 2006 est de 80 ha sur 200 km de banquettes. D'importants moyens ont été dédiés à cette tâche (**Figure 34** et **Figure 35**).



Figure 34. Piochage de micro-banquettes (RTM 73).



Figure 35. Transport de plants à l'hélico (RTM 73).

Le mélèze fait partie des essences qui ont été choisies pour le reboisement, il a été introduit avec un certain succès. Vu son faible couvert hivernal, ce n'est pas la meilleure essence pour lutter contre les départs d'avalanches, mais il est maintenu en mélange pour la diversification des peuplements et pour sa rusticité, gage de stabilité des peuplements dans le temps compte tenu des évolutions climatiques et des risques phytosanitaires.

Le reboisement a ainsi été important, le peuplement artificiel dépasse même la limite altitudinale habituelle de la forêt. Lors de l'aménagement précédent, des compléments de plantations ont encore été réalisés dans des anciennes plantations en cours de régularisation pour créer des structures en collectifs. Des trouées en fente ont aussi été réalisées dans les anciennes plantations en cours de régularisation pour favoriser la régénération naturelle.

3. IMA

L'ensemble du peuplement se trouve en zone de départ, seule zone où se calcule l'IMA dans le cas de l'aléa avalanches.

Le peuplement étant majoritairement constitué d'essences résineuses (essentiellement l'Epicéa), l'IMA se calcule en évaluant le couvert arboré en hiver. L'aléa étant déclaré (et non potentiel), l'IMA ne peut pas être élevé quelque-soit le couvert.

Une cartographie de l'IMA a été réalisée en 2012 (**Annexe 16**). La majorité de la surface a été classée en IMA nul ou faible. En effet, même si une grande partie de la forêt possède actuellement un peuplement au couvert supérieur à 70 % (ce qui donne un IMA de 3), les couloirs d'avalanches sont encore en grande partie non boisés ou recouverts d'un jeune peuplement feuillu (**Figure 36**).

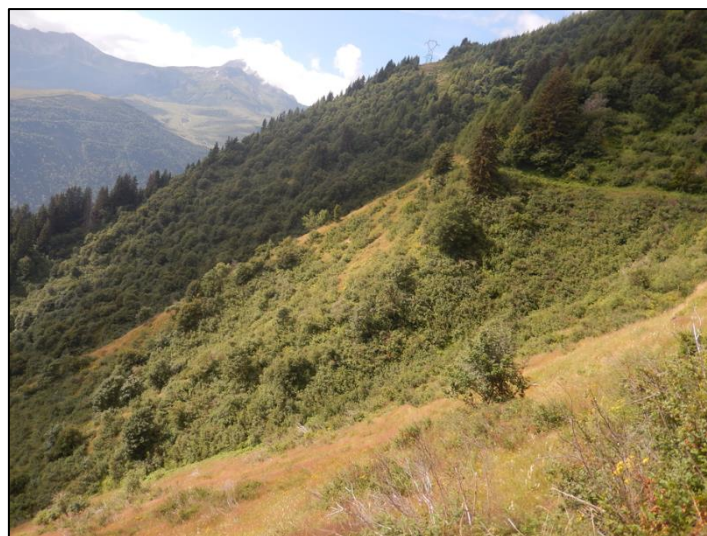


Figure 36. Couloir d'avalanches dans la FD RTM de Celliers.

Néanmoins, la majorité de ces couloirs sont en passe de se refermer, ce qui contribue à une augmentation de l'IMA.

4. Objectifs sylvicoles

Les objectifs actuels sont les mêmes que ceux visés à l'époque de l'acquisition. Celle-ci est en effet assez récente. Les interventions sylvicoles sont entièrement tournées vers la protection contre les avalanches s'appuient sur les consignes du GSM. L'aménagement préconise la futaie irrégulière en favorisant le mélange entre Epicéa, Mélèze, Pin à crochets et érable.

Concrètement, il s'agit désormais de mener des interventions dans la lignée des précédentes : réalisation et entretien de peuplements en collectifs, mener une gestion pied à pied là où la réalisation de collectifs n'est pas possible. L'objectif, à terme, est de maîtriser totalement l'aléa avalanche par le peuplement. En effet, une fois le peuplement installé, les interventions sont mineures et il n'est plus nécessaire de construire ou d'entretenir des ouvrages de génie civil. En effet, il convient de préciser que les ouvrages de génie civil en forêt de Celliers ont un rôle de support permettant l'installation du peuplement forestier (comme le préconisaient Surell et Demontzey). Une fois la forêt bien en place, les ouvrages ont fini de remplir leur rôle.

5. Diagnostic des peuplements

En 2008, la forêt a fait l'objet d'une description exhaustive selon un maillage de 4 points/ha. Au total, 355 placettes d'inventaire ont été décrites. Les conclusions étaient les suivantes :

- Les premières plantations réalisées il y a 60 ans remplissent une fonction de protection indéniable contre les avalanches. Mais, globalement, les peuplements sont encore trop jeunes pour avoir une réelle efficacité contre les avalanches (manque de densité et de maturité). Malgré, l'âge élevé des peuplements, les conditions difficiles expliquent la croissance particulièrement lente ;
- La régénération naturelle est actuellement insuffisante. Cela est dû aux difficultés stationnelles : l'altitude, la concurrence herbacée et les taillis feuillus, la forte pente provoquant la reptation du manteau neigeux, la structure très dense des peuplements traités. Cependant, le stock moyen de perches issues des plantations les plus anciennes est jugé suffisant voire surabondant ;
- La forêt est caractérisée par une faible surface terrière de 12-13 m²/ha (sachant que le GSM préconise 25 m²/ha), et un faible taux de GB et TGB (moins de 1 %), ce qui traduit la jeunesse de cette forêt ;
- Le faible réseau de desserte (10 % de la surface en sylviculture est accessible au tracteur) pourrait poser problème par la suite pour l'entretien des peuplements.

Cependant, ces dix dernières années le RTM a investi environ 30 000 € de travaux par an, toutes les actions menées en matière de sylviculture se basent sur le GSM avec une association étroite avec le service RTM et la situation ne fait que s'améliorer.

La forêt se caractérise par la présence de peuplements en collectifs issus d'une gestion de lutte contre les avalanches. La méthode est expérimentée depuis 1999. Des éclaircies en collectifs ont été réalisées dans les anciennes plantations qui s'y prêtaient (**Figure 37**) : peuplements suffisamment jeunes avec présence de « lisières vertes » (arbres avec des branches basses). Sur les parties hautes du canton de l'Arpettaz, des plantations en collectifs ont été réalisées (**Figure 38**).



Figure 37. Eclaircies en collectif, FD RTM de Celliers.



Figure 38. Plantations en collectifs, FD RTM de Celliers.

Dans le premier cas (éclaircies), il s'agit d'une réussite : les arbres au sein des collectifs forment un ensemble stable et cohérent, les houppiers sont enchevêtrés les uns dans les autres, les arbres de périphéries ont un port « trapu » (plus stable et meilleure interception des tombées de neige). De plus, en partie haute des collectifs, on note que certains des jeunes épicéas ont fusionnés leur système racinaire : on obtient un individu à deux ou trois tiges très stables. Cela arrive quand plusieurs graines germent au même endroit, dans le même potet. Mais le Mélèze, qui fait partie des essences introduites, pose parfois problème : le collectif doit avoir une forme plus ou moins pyramidale (arbres hauts au milieu, bas en périphérie). Le Mélèze pousse souvent en périphérie (c'est une essence de lumière), il grandit plus vite que les épicéas à l'intérieur, ce qui peut inverser la forme pyramidale. De plus, le Mélèze a souvent une conformation crossée (du fait du poids de la neige au stade semis) ce qui diminue sa stabilité (**Figure 39**). C'est pourquoi il est souvent coupé.

Dans le cadre de ces éclaircies, des souches hautes sont maintenues dans les trouées (**Figure 40**). Cela présente deux avantages :

- La trouée conserve une fonction de protection ;
- Cela crée un environnement favorable à l'installation de semis.



Figure 39. Mélèze crossé, FD RTM de Celliers.



Figure 40. Trouée dans le cas d'une éclaircie en collectifs, FD RTM de Celliers.

En ce qui concerne les plantations en collectifs réalisées en parties haute de la forêt il y a 10 ans, la croissance est lente (du fait de l'altitude) mais elles sont encourageantes. Plusieurs tentatives de plantations s'étaient succédées et ont abouti à un échec pour différentes raisons (vent fort, températures basses, limites altitudinales). Mais, après ces différentes plantations à caractère plus ou moins expérimental, la dernière tentative a donné de meilleurs résultats.

Dans les peuplements les plus vieux, où l'éclaircie en collectifs est impossible, l'option choisie est le pied-à-pied avec une sylviculture classique. La question porte principalement sur l'intensité des coupes : il faut apporter suffisamment de lumière au sol pour permettre aux semis de se développer, tout en

conservant un peuplement stable. Les premières coupes réalisées par le RTM étaient relativement peu intenses. C'est pourquoi, il y a 10 ans, il a été décidé de réaliser une coupe plus forte dans un peuplement voisin (**Figure 41**). La consigne étant d'aboutir à un peuplement dont les cimes sont espacées de 3 m. Au final, cette coupe semble être une réussite, les semis de feuillus apparaissent, le couvert se densifie progressivement. Les semis d'Epicéas apparaissent sous les feuillus qui leur créent un environnement favorable.

Le feuillu a par ailleurs toute son importance, les gestionnaires en prennent de plus en plus conscience et recherchent le mélange avec les résineux dans les collectifs. Sous forme de taillis, les feuillus poussent en formant un port « en pieuvre » (**Figure 42**) qui intercepte une bonne partie de la neige malgré l'absence des feuilles en hiver, et qui « poinçonne » le tapis neigeux. La proportion de feuillus est déterminée par l'autoécologie des essences et les conditions stationnelles.



Figure 41. Coupe de 10 ans réalisée par l'ONF dans les Epicéas, FD RTM de Celliers.



Figure 42. Taillis de feuillus dans les peuplements paravalanches, FD RTM de Celliers.

Les interventions dans les feuillus consistent essentiellement en du recépage et sont en général efficaces, les taillis obtenus étant denses.

Certaines zones se caractérisent par des problèmes de croissance et ont longtemps posé question. Jusque maintenant, l'hypothèse privilégiée était la provenance des plants (issus de la plaine). Néanmoins, certaines nouvelles plantations avec des semences locales ne donnent pas de bons résultats non plus, l'hypothèse actuelle serait donc les conditions stationnelles (altitude trop élevée, sol peu épais, trop sec...). Sur ces sols arides, le Pin cembro est privilégié.

6. Perspectives d'évolution et propositions d'intervention

Il existe de grandes disparités au sein de cette forêt : certains peuplements sont exubérants et font l'objet d'éclaircies, alors que d'autres sont chétifs ou quasiment inexistantes. Cela dépend de l'exposition, de l'ensoleillement, de l'exposition au vent ou non. Dans la forêt de Celliers, la microtopographie a un impact direct sur l'état des peuplements. Néanmoins, dans les zones où le peuplement est bien installé, plus aucune avalanche ne part.

Dans les zones moins propices actuellement à l'installation d'un peuplement forestier, il faut parfois faire preuve de patience : la colonisation (naturelle ou par plantations) très progressive des essences forestières va être à l'origine d'un changement du sol (formation d'un humus) qui va à son tour être bénéfique à l'installation d'un couvert forestier. Cela peut être long, surtout sur des sols ayant été pâturés intensément.

A l'avenir, les dispositifs de génie civil sont voués à être supprimés. En effet, ces dispositifs ne sont destinés qu'à assister l'installation du peuplement, ce qui est une originalité dans les forêts de protection (les peuplements ayant souvent un rôle de support du génie civil). En plus de protéger les peuplements

des avalanches pendant leur croissance, les dispositifs de génie civil créent des microenvironnements favorables à l'installation des semis (**Figure 43**).



Figure 43. Semis d'Épicéa se développant sous un trépied paravalanche, FD RTM de Celliers.

Les interventions dans les collectifs font partie des interrogations : faut-il laisser faire l'évolution naturelle à l'intérieur, ou faut-il éclaircir au profit des arbres les plus stables ?

A l'avenir, le renouvellement se fera en récoltant certains collectifs (1/4 ou 1/3 par exemple) suivant la fertilité, la vitesse de croissance, la densité de semis. On peut estimer que la récolte se fera sur des collectifs dont les arbres sont âgés d'environ 50 ans. En réalité, le facteur déterminant sera surtout la distance entre les collectifs (ceux-ci finiront par se rejoindre). La récolte se fera en laissant les souches à 1m30 et en mettant les troncs en travers, ce qui présente 2 avantages :

- Cela crée une protection supplémentaire contre les avalanches (notamment pendant le développement des jeunes collectifs) ;
- Cela crée une ambiance favorable à l'installation de semis.

Dans les zones où l'aléa avalanche est maîtrisé, les interventions peuvent intégrer une plus grande part à la biodiversité.

Un des problèmes aujourd'hui est le changement climatique, et plus précisément le réchauffement :

- Il faut surveiller l'état sanitaire des épicéas (qui vont se retrouver de plus en plus exposés aux attaques phytosanitaires) ;
- Les incendies, qui pourraient réduire à néant tous les efforts fournis jusqu'à présent, vont devenir un enjeu important ;
- La remontée des isothermes entraîne un changement de texture de la neige qui passe de légère et poudreuse à lourde et collante (cela entraîne des bris de branches et de cimes, et le manteau neigeux est plus difficilement fixé).

Il faut d'autant plus surveiller l'état sanitaire que les épicéas ne sont plus écorcés sur place du fait du manque de moyens.

Enfin, cette année, on peut observer de nombreuses fructifications, ce qui est souvent mauvais signe et peut signaler des problèmes sanitaires (souffrance, carence...).

D. Le Pas-du-Roc : un renouvellement dynamique

1. Présentation

a) La forêt

D'une contenance de 103 ha, la forêt domaniale RTM du Pas-du-Roc se situe au-dessus de la commune de Saint-Michel de Maurienne dans la moyenne vallée de la Maurienne en Savoie (**Figure 44**). On s'intéressera ici à la série de la Grollaz. Située entre 845 et 2 165 m d'altitude, elle est traversée de haut en bas par le torrent de la Grollaz et a pour rôle prioritaire la protection contre les risques naturels (Office National des Forêts 1999).

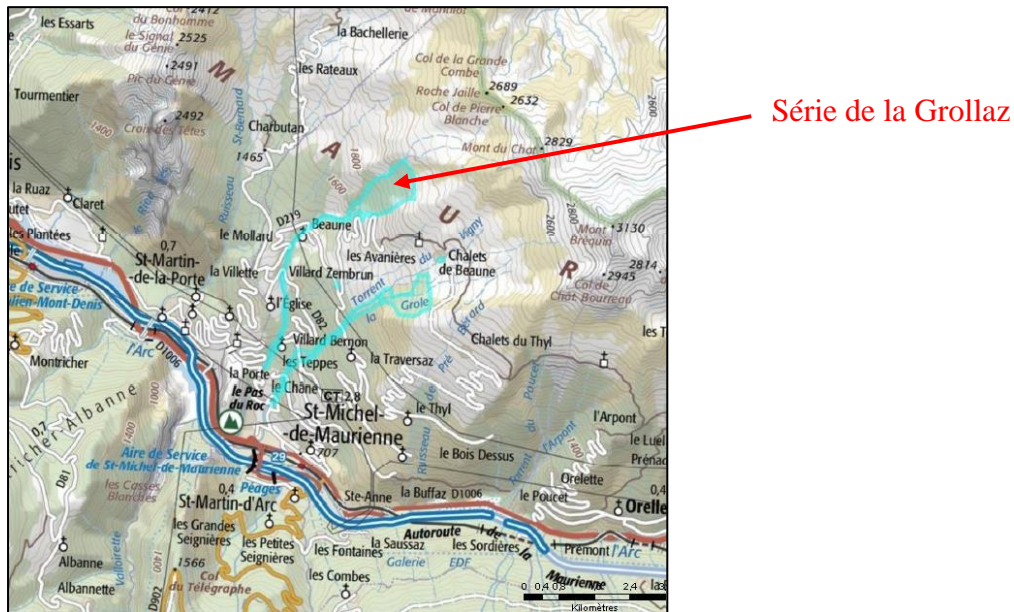


Figure 44. Carte de situation de la FD RTM du Pas-du-Roc (source ONF).

70% de la forêt est occupée par des peuplements forestiers d'origine artificielle. Elle présente la particularité d'être très diversifiée en termes d'essences : 21 % de Mélèze, 13% d'Épicéa commun, 12 % de Pin à crochet, 2 % de Pin sylvestre, 1 % d'Épicéa pungens, moins de 1 % de Pin noir, 18 % de feuillus divers, 33 % de vides.

b) L'aléa

La série est concernée par les aléas glissements (dans la partie haute de la série) et crues torrentielles.

La nature des roches et leur grande perméabilité sont la cause d'infiltrations puissantes et nombreuses, cela donne lieu à des glissements de terrain. La pente très forte renforce encore ce phénomène. Les zones en glissement commencent à la rupture de pente (début de la forêt au sommet) où les infiltrations sont maximales.

Une cartographie de l'activité des glissements a été réalisée en 1990 par le cabinet de M. Didier Mazet-Brachet (**Annexe 17**). L'aléa glissement est ainsi très intense dans ce secteur, 54 ha sont considérés comme plus ou moins instables. L'épaisseur de glissement est comprise entre 3 et 15 m sur les 3/4 de la surface (glissements qui peuvent alimenter des coulées boueuses et des laves torrentielles). De plus, des arbres adultes augmentent les risques d'embâcles et perturbent le sol en cas de chablis.

L'aléa torrentiel a été quantifié sur le cône de déjection en 2014 (**Annexe 18**). La pente devenant très faible à ce niveau, des crues torrentielles de grande intensité peuvent s'y produire.

c) *Les enjeux*

L'occupation du cône a radicalement évolué depuis la fin du XIX^e : en 1880 le cône n'est pas urbanisé, en 2006 l'urbanisation du cône est presque complète (cette situation est caractéristique des torrents savoyards). Aujourd'hui, le cône de déjection est complètement urbanisé, les enjeux considérés sont les bâtiments habités, les voies de communication et les équipements de transports de fluides ou de distribution. Il s'agit donc d'enjeux très importants et très exposés.

2. DUP

Les anciennes séries dites « de Saint-Michel-de-Maurienne partie et de Saint-Martin-la-Porte partie » ont été constituées, pour le torrent de la Grollaz, par la loi de déclaration d'utilité publique de 1892 et le jugement d'expropriation du tribunal de Saint-Jean-de-Maurienne en 1894. L'acquisition est donc relativement ancienne.

La menace considérée était la crue torrentielle. 12 crues importantes ont été recensées depuis 1733, la dernière datant de 1955.

L'acquisition comprenait le bassin de réception et une bande de quelques mètres de large le long du torrent. Au final, la surface acquise est faible au regard de l'ensemble du bassin versant (**Annexe 19**) : les boisements visaient plus le bassin réception que la zone de transit qui, pour sa part, faisait l'objet de l'installation de dispositifs de correction torrentielle.

A l'époque, les principaux enjeux étaient éloignés (route, Grenoble par l'intermédiaire de l'Arc et de l'Isère), on considérait des enjeux indirects, alors qu'aujourd'hui on se concentre sur les enjeux directs (ici il s'agit essentiellement de protéger la commune de Saint-Michel de Maurienne).

Au début du XIX^{ème} siècle, l'érosion était intense, le taux de boisement n'était que de 2,5%. La production sédimentaire était contrôlée par une érosion intense (initiée par le déboisement) des versants, ainsi que par des glissements de terrain.

A la seconde moitié du XIX^{ème} siècle, on assiste à une amélioration avec le plan de bassin versant établi en 1880 par le service de reboisement, les travaux de protection (boisement, correction torrentielle, drainage) menés par le RTM à partir de la fin du XIX^{ème} siècle, puis la déprise pastorale ont limité les sources de recharge sédimentaire et stabilisé progressivement les glissements. Sur l'ensemble de la forêt, les peuplements résineux proviennent de plantations effectuées par le service RTM lors de la constitution de la forêt.

Aucune action n'a été réalisée pendant la Première Guerre Mondiale.

1980 marque le début d'un gros volume de travaux d'entretien.

Finalement, la correction du torrent a limité l'incision du lit et le sapement des berges, ce qui a contribué à leur reboisement naturel. Le progrès des boisements a aussi été spectaculaire sur le bassin de réception, surtout ces 30 dernières années (**Figure 45**).

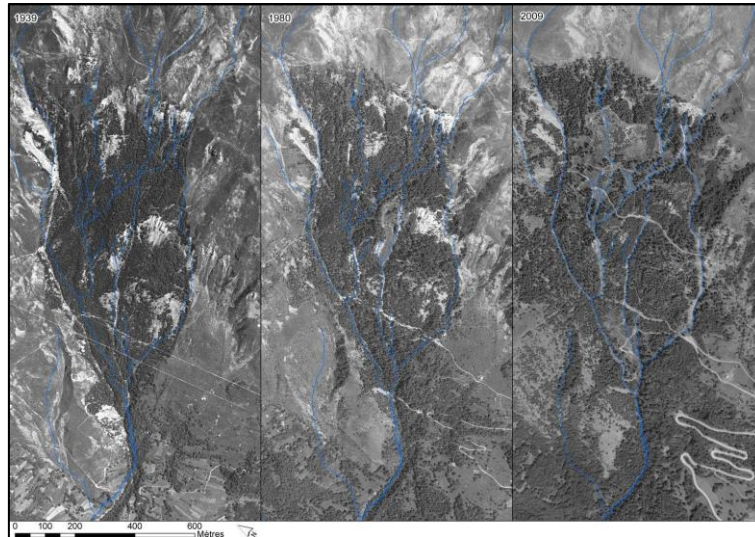


Figure 45. Analyse diachronique au niveau de la série de la Grollaz (Kuss 2014).

A la Grollaz, 53 ha ont été plantés de 1880 à 1900 en Mélèze, Epicéa, Pin sylvestre et Pin à crochets. Des regarnis ont été effectués, mais cela a très peu modifié l'aspect régulier des peuplements. En-dessous de 1300m, le peuplement était essentiellement constitué de feuillus plantés ou naturels.

En 1993, une coupe rase a été effectuée sur 3,65 ha pour alléger la zone de glissement, ce qui est surprenant au vu de la faible contribution du poids des peuplements dans les phénomènes de glissements.

3. IMA

Du fait de diverses circonstances (manque de temps et disponibilités de l'agent patrimonial), je n'ai pu faire qu'une seule visite de la série et n'ai pas pu y retourner pour prendre des mesures. Les remarques suivantes sont issues de mes premières observations et de discussion avec les gestionnaires.

a) Aléa crue torrentiel

Son calcul ne concerne que la zone de transit. Les berges sont végétalisées (**Figure 46**), mais il est nécessaire de parcourir le linéaire pour vérifier la présence ou l'absence d'arbres de diamètre supérieur à 40 cm.



Figure 46. Berges végétalisées le long du torrent de la Grollaz, FD RTM du Pas -du-Roc.

La faible largeur de la bande acquise le long du torrent ne permet pas une gestion de l'ensemble du peuplement le long des berges, de nombreuses parcelles privées bordent le torrent avec des arbres de trop gros diamètre. La présence de ces arbres fait chuter l'IMA à 0.

b) Aléa glissements

La profondeur des glissements étant supérieure à 2 m, l'IMA est nul, quel que soit le couvert végétal en été.

4. Objectifs sylvicoles

Sur la partie supérieure de la série en glissement, le traitement choisi est la futaie irrégulière par parquets en favorisant le Mélèze, et il n'est pas exclu d'augmenter la proportion de feuillus au détriment des résineux pour des raisons de stabilité de terrain. L'aménagement avait même émis l'hypothèse d'éliminer les résineux au profit de feuillus d'origine naturelle (aulne, sorbier, bouleau) qui aurait l'avantage d'occuper les sols sans les inconvénients liés à l'exploitation. Cette option avait été rejetée pour 2 raisons :

- Les feuillus ne peuvent coloniser l'ensemble de la parcelle en raison de l'altitude trop élevée ;
- La colonisation de l'espace par des essences telles que l'aulne vert rendrait rapidement inaccessible d'importantes surfaces empêchant alors une bonne surveillance RTM de la parcelle.

Il a donc été décidé de garder les résineux en place sachant que la part de feuillus devrait croître naturellement dans les zones de chablis propices. La régénération résineuse qui s'installera dans ces mêmes trouées devrait également contribuer à irrégulariser les peuplements pour se diriger à long terme vers une structure de futaie irrégulière par parquets. Les dates et lieux de passage en coupe seront établies en concertation avec le RTM.

La gestion des peuplements doit prendre en compte les drains en place : une emprise de 3-4 m de part et d'autre de ces drains est prévue, mais la difficulté repose sur la localisation de tous les drains.

Le long des berges un passage régulier est préconisé pour enlever les individus instables (gros et/ou penchés) qui déstabilisent les berges et les ouvrages.

5. Diagnostic des peuplements

Le diagnostic suivant s'appuie donc sur la seule visite et l'étude de bassin versant (Kuss 2014).

a) Zone de transit du torrent

Nous avons vu que les berges étaient bien végétalisées et le lit du torrent a été corrigé sur l'ensemble du linéaire du chenal d'écoulement, le nombre d'ouvrages est impressionnant. Cependant, la problématique principale concerne les flottants. Certains arbres commencent à avoir un diamètre important le long des berges (**Figure 47**), ils pourraient devenir menaçants. De plus, le torrent et les ouvrages ne pourraient accepter un apport massif de gros flottants.



Figure 47. Partie aval du torrent de la Grollaz, FD RTM du Pas-du-Roc.

Dans l'ensemble, les berges semblent avoir un état satisfaisant pour le moment, mais certains arbres sont instables et appartiennent à des parcelles privées. Il serait nécessaire de parcourir l'ensemble du linéaire pour vérifier l'état de l'ensemble du peuplement le long des berges.

b) Zone en glissements

Il faut rappeler le double impact d'un peuplement forestier en zone de glissement :

- Positif par drainage, stabilisation ;
- Négatif par la création de niches d'arrachement à l'origine d'entrées d'eau qui alimentent le glissement.

Les glissements sont ici profonds, le peuplement a un rôle de drainage mais pas de stabilisation mécanique a priori. Il peut au contraire être à l'origine de niches d'arrachement, d'où la nécessité d'enlever les grands arbres instables à enracinement superficiel et traçant (l'Épicéa) et privilégier les essences à enracinement profond et pivotant (le Mélèze, feuillus).

Le cas du Pas-du-Roc est particulier car les aléas glissements et crues torrentielles sont couplés. L'installation d'un couvert végétal en zone active de glissements a fortement contribué à réduire la disponibilité en matériaux et ainsi diminuer les phénomènes torrentiels. Si la zone de départ des torrents était concernée par la cartographie de l'IMA, celui-ci aurait connu une nette amélioration.

Au vu de l'âge et de l'instabilité croissante du peuplement, l'agent patrimonial en place (Bruno Vinclaire) intervient régulièrement dans le peuplement depuis quelques années (1997-1998) pour le renouveler. Il réalise des trouées dans lesquelles il privilégie l'installation des feuillus et du Mélèze. Le résultat obtenu est plutôt probant (**Figure 48**).

Mais la question se pose sur l'intensité et la fréquence de ces interventions. Un grand nombre de zones est passé en coupes ces dernières années (carte en **Annexe 20**) et certaines bandes de peuplement entre les trouées deviennent instables si l'ouverture est trop brutale (**Figure 49**).



Figure 48. Installation de feuillus dans les trouées réalisées sur la série de la Grollaz, FD RTM du Pas-du-Roc.



Figure 49. Peuplement d'Epicéa instable entre deux trouées sur la série de la Grollaz, FD RTM du Pas-du-Roc.

Le long des drains, au-dessus de 1 400 m d'altitude, des coupes d'emprise ont été réalisées et l'espace est colonisé par des fourrés d'Aulne vert (**Figure 50**). Cela présente l'avantage de ne pas détériorer ces drains et d'offrir une couverture végétale contre les glissements.



Figure 50. Aulne vert s'installant le long des drains en altitude sur la série de la Grollaz, FD RTM du Pas-du-Roc.

6. Perspectives d'évolution et propositions d'intervention

Dans l'ensemble, les opérations menées sur le peuplement semblent en accord avec les objectifs de protection : suppression des arbres instables le long des berges, renouvellement par trouées dans les zones de glissement en favorisant les feuillus. Cela correspond aux consignes du GSM qui semble bien adapté à la situation, et, au vu de l'évolution de la fréquence et de l'intensité des événements, la protection est considérée comme efficace aujourd'hui.

a) Zone de transit du torrent

La situation semble satisfaisante, on observe une raréfaction des crues intenses au niveau du cône de déjection même si la protection de l'ensemble des enjeux, pour beaucoup datant d'après 1950, n'est pas garantie (au regard de la problématique des flottants et du dimensionnement du lit). Les mesures qui mériteraient d'être prise sur les peuplements de berges sont les suivantes :

- Certains arbres en bordure de berges doivent être coupés et évacués (ou billonnés) afin d'éviter les problèmes de flottants, le passage doit être régulier (tous les 2 ans ?) ;
- Les arbres risquant de déchausser les ouvrages doivent être éliminés.

Il reste à parcourir les berges pour compter le nombre d'arbres instables et de gros diamètres risquant de former des flottants et évaluer l'ampleur des travaux à effectuer.

La principale contrainte est la propriété des peuplements le long de berges : un grand nombre de parcelles privées bordent le torrent et il est impossible de trouver et d'aller voir tous les propriétaires pour leur expliquer la situation et les convaincre de couper les arbres gênants. Une solution pourrait donc être l'installation d'un piège à flottants ou d'une plage de dépôt en aval, avant les enjeux.

b) Aléa glissements

Les boisements effectués depuis l'acquisition ont été spectaculaires (**Figure 51**) et l'ensemble des travaux RTM a fortement atténué la dynamique des glissements, mais ceux-ci demeurent tout de même très actifs, il ne peut être garanti qu'aucun mouvement de grande ampleur ne se produira à l'avenir. De plus, il faut faire attention aux niches d'arrachement et aux embâcles.



Figure 51. Emprise de la série de la Grollaz avant et après reboisement (Kuss 2014).

Les glissements sont profonds : au mieux, le peuplement n'a que peu d'effets sur le glissement (stabilisation superficielle et évapotranspiration), au pire il aggrave la situation (risque de chablis et de formation de niches d'arrachement). Face à ce constat, le taillis de feuillus semble la solution la plus adaptée, ce que les interventions actuelles visent.

Le maintien des pratiques sylvicoles actuelles semble la meilleure chose à faire en veillant à ne pas être trop rapide et en limitant l'intensité des coupes pour éviter la déstabilisation des peuplements :

- Eviter les grandes coupes rases (> 25 ares) ;
- Pas de très gros bois (pour limiter le risque de chablis) ;
- Gestion par bouquets en favorisant les feuillus et le Mélèze (meilleure stabilité et installation d'un couvert herbacé sous le peuplement), aucune plantation n'est nécessaire, la mise en lumière est suffisante pour les semis.

Pour les zones les hautes en altitude, favoriser le Mélèze (qui peut s'installer jusqu'à 2 400 m d'altitude). Néanmoins, les glissements sont encore très actifs en partie sommitale, ce qui ne favorise pas l'installation d'un peuplement.

La desserte est aussi une contrainte importante sur la partie haute de la série : le réseau de drains extrêmement dense empêche le tracteur de passer. De même, le câble n'est pas une solution, le peuplement est trop hétérogène, risque de déloger des pierres... La solution retenue est l'hélicoptère (assez courant en Savoie). Les interventions peuvent passer sur les crédits RPP.

Il faudra aussi veiller à contrôler la végétation le long des drains connus (par débroussaillage par exemple) pour éviter que ces derniers subissent des dégâts. La difficulté réside dans la localisation de ces drains dont beaucoup ont été construits il y a longtemps et n'ont pas été suivis.

La partie nord de la parcelle n'a pas fait l'objet de travaux sylvicoles. Mais il ne semble pas nécessaire d'intervenir pour le moment : arbres stables, peuplement étagé (jardiné), diversité des essences, régénération présente... (**Figure 52**). Seule la partie au-dessus de la borne 145 pourrait faire l'objet d'une trouée (peuplement instable, chablis...), mais il faut vérifier qu'il ne s'agit pas d'une parcelle privée. D'un point de vue opérationnel, il faut intervenir dans les zones de glissement s'il y a présence d'arbres instables (enracinement, facteur d'élancement...).



Figure 52. Partie nord de la parcelle 1, série de la Grollaz, FD RTM du Pas-du-Roc.

Aujourd'hui, il pourrait être intéressant de caractériser les trouées (taille, suivi surfacique, effort de régénération, capacité de drainage des essences...) afin d'orienter la suite des opérations.

E. Le Brévon : les limites du rôle des peuplements

1. Présentation

a) La forêt

La forêt domaniale RTM du Brévon est située à 750 m d'altitude dans le massif du Chablais, dans le Haut-Chablais, à 17 km au Sud de Thonon-Les-Bains (Office National des Forêts 2005). Elle s'étend sur les communes de Vailly, Lullin et Reyvroz, et se trouve dans la vallée du Brévon (**Figure 53**).

Elle est composée de cinq parcelles dont une très petite et isolée (carte en **Annexe 21**).

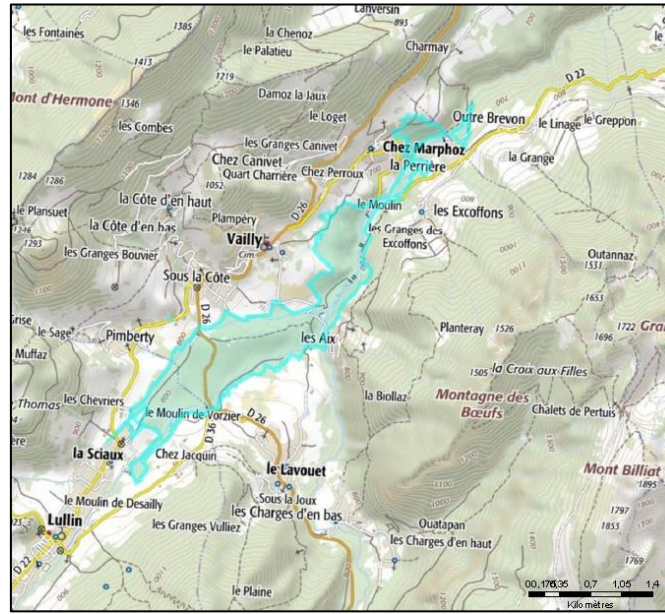


Figure 53. Carte de situation de la FD RTM du Brévon (source ONF).

D'une surface de 104 ha, la forêt, d'origine artificielle, est composée en grande partie de résineux : Epicéa (75 %), Mélèze et Pin sylvestre (1 %), Hêtre (5 %), autres feuillus (7 %), vides (12 %).

Elle se situe sur un versant pentu à l'aval d'un village (Vailly) et est traversée par trois rivières : le Brévon, la Follaz et le Jallan.

b) L'aléa

La forêt est concernée par l'aléa glissements.

Les glissements affectent presque tout le fond de vallée du bassin versant, la dynamique principale des mouvements étant liée à la saturation en eau des terrains argileux et à la perte de leur butée de pied du fait de l'érosion naturelle des berges du Brévon. Les facteurs de prédisposition des glissements dépendent donc de la géologie, de la topographie et de l'hydrologie.

Les effets des glissements sont visibles sur les peuplements et affectent la croissance des arbres (**Figure 54**).



Figure 54. Arbres dont la croissance a été affectée par les glissements dans la forêt du Brévon.

De nombreux événements sont recensés chaque année et, en plus des glissements continus, le Brévon peut être sujet à des crues violentes et soudaines.

c) Les enjeux

Les enjeux concernés sont : les hameaux, les immeubles périphériques, la RD26 est l'enjeu le plus direct et a subi beaucoup de déformations. Il est aussi redouté qu'un apport de matériaux dans le Brévon puisse affecter des villages en aval (des enjeux indirects sont donc aussi un peu considérés). Néanmoins, les hameaux les plus anciens sont sur les zones les plus stables.

D'après le Plan d'Exposition aux Risques (PER) de Vailly, la totalité de la forêt se trouve en zone rouge (risque très élevé).

2. DUP

Les glissements de terrain affectent le bassin versant depuis des temps immémoriaux, comme le témoignent de nombreuses requêtes des habitants et les déformations du paysage (**Figure 55**). Il faudra attendre des crues exceptionnelles au XIXe siècle pour que les responsables départementaux prennent conscience du risque.

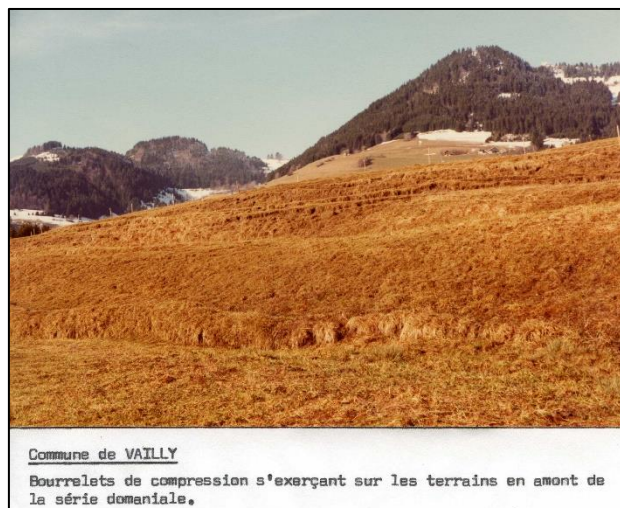


Figure 55. Paysage affecté par les glissements en aval de la commune de Vailly (74).

Un projet d'établissement du périmètre des Dranses est établi en 1903. La loi du 18 juillet 1906 déclare d'utilité publique la création de ce périmètre, mais l'opposition des habitants empêche l'acquisition des terrains dans les délais légaux.

Les premières acquisitions ont lieu en 1936-1937 dans les communes de Vailly et Lullin à titre gratuit (45 ha), en 1939 une partie de la forêt a été acquise suite à un décret déclarant l'urgence et l'utilité publique (60 ha), puis acquisition d'une autre partie à l'amiable (47 ha). Finalement, l'achat de parcelles privées sur Lullin en 1973 et un échange entre l'Etat et EDF en 1991 marquent la fin des acquisitions.

Des premiers travaux de correction sont entrepris en 1874 par les habitants (endiguement du Brévon et assainissement des terrains en mouvement). En 1882, des travaux de drainage sont réalisés à l'initiative des Ponts et Chaussées.

De 1937 à 1961 et de 1941 à 1975, la série domaniale RTM du Brévon a été reboisée avec des résineux sur les parties relativement stables et des feuillus sur les zones les plus actives.

Pendant la première tranche de reboisement, 103 ha ont été couverts de 106 150 feuillus et de 312 050 résineux, soit 4 000 plants/ha. Mais cette densité s'étant révélée insuffisante, 154 800 feuillus et 264 230 résineux ont été ajoutés, amenant la densité de plantations à 8 000 plants/ha. Cette densité très élevée est à l'origine des peuplements très serrés et parfois en voie d'effondrement que l'on peut voir aujourd'hui.

Ensuite, et pendant très longtemps, les consignes consistaient limiter le plus possible les interventions sur les résineux, tout en coupant tous les feuillus pouvant pousser naturellement (notamment dans les zones où la production était possible).

Des travaux sylvicoles ont eu lieu en 1939 et 1978 (dégagement et débroussaillage), puis plus rien jusqu'à 2002. En effet, les efforts se sont concentrés sur les ouvrages de génie civil (barrages, drains, enrochements...).

Ainsi, la forêt domaniale RTM de Brévon est une forêt résineuse créée artificiellement pour lutter contre les glissements de terrain. Les résineux en futaie représentent 86 % des essences, essentiellement de l'épicéa (carte en **Annexe 22**).

3. IMA

Les glissements ayant une profondeur bien supérieure à 2 m, l'IMA vaut 0, ce qui signifie que le peuplement ne joue aucun rôle (du moins mécanique) dans la maîtrise des glissements.

Néanmoins, la forêt n'a ici pas qu'un rôle de stabilisation des sols par son système racinaire, mais aussi un rôle d'absorption du ruissellement. Limiter le ruissellement permet de limiter la formation de ravines et de zones d'entrée d'eau préférentielles dans le sol. La forêt peut donc avoir un rôle indirect sur les glissements.

4. Objectifs sylvicoles

La profondeur des glissements varie entre 10 et 60 m dans la forêt (**Figure 56**), c'est pourquoi il est illusoire de penser pouvoir empêcher les glissements à l'aide des peuplements. Les reboisements ne servent qu'à compléter l'action des ouvrages de drainage en ralentissant le cheminement des eaux de ruissellement et en régularisant leur infiltration. Le peuplement n'a ici pas de rôle de stabilisation mécanique du sol, mais il permet de contrôler le ravinement (ce qui, finalement, limite les glissements).

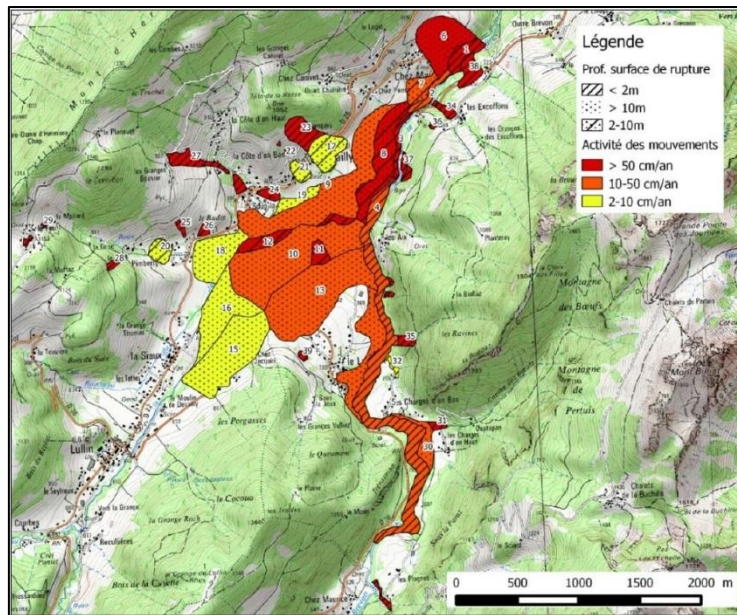


Figure 56. Cartographie des typologies des mouvements sur le site de Vailly (Bourdin 2014).

De plus, le génie civil a ici ses limites : des drains avaient été installés, mais ceux-ci étaient peu efficaces (ils ne récoltaient qu'une infime partie du ruissellement) et les glissements de terrains les ont déformés ce qui entraîne la formation de zones d'eau stagnante et d'entrée d'eau dans le sol, ce qui peut faciliter les glissements.

A défaut de pouvoir arrêter totalement les glissements, l'objectif actuel est de les limiter au maximum.

5. Diagnostic des peuplements

Il faut rappeler que la forêt n'a pas qu'un rôle bénéfique dans le cas des glissements de terrain, la présence de gros bois instables peut être à l'origine de chablis créant ainsi des niches d'arrachement et des entrées d'eau préférentielles facilitant ainsi les glissements. De plus, la forêt fait actuellement face à des attaques de scolytes. Ainsi, bien qu'il soit impossible d'améliorer l'IMA, il est important de caractériser l'état des peuplements afin d'orienter les actions à mener.

Des relevés réalisés en parcourant les peuplements ont permis de caractériser ces derniers. Chaque partie homogène de la forêt a été caractérisée, sachant que chaque parcelle est relativement homogène. Les résultats des relevés sont donnés en **Annexe 23**.

Aucun relevé n'a été effectué dans la parcelle 2 car la pente y est très faible et les glissements y sont presque inexistantes. Des petites trouées y ont été réalisées il y a plus de 20 ans, celles-ci semblent efficaces, le renouvellement en épicéas semble acquis. Cette parcelle est bien desservie et est en production.

Les relevés ont été effectués en se basant sur le GSM des Alpes du Nord et sur la fiche de relevé permettant le calcul de l'IMA.

Ainsi, excepté certaines zones en bordure du Brévon en parcelle 3 (dont une partie du peuplement est un peu plus claire), la quasi-totalité de la forêt est composée de futaies adultes à strate 1 prépondérante, avec une forte surface terrière : entre 30 et 52 m²/ha suivant les relevés, et un déficit de gros bois et très gros bois (totalement absents dans la majeure partie de la forêt).

De plus, l'état sanitaire est moyen, voire mauvais, dans les peuplements des parcelles 4 (**Figure 57**) : arbres dépérissant du fait de la densité très élevée et des scolytes.

Dans toutes les parcelles, la stabilité du peuplement est mauvaise :

- Facteur d'élanement $H/D > 65$;
- Longueur des houppiers $< 2/3$ de la hauteur totale ;
- Présence d'arbres crochés et penché.

Mise à part les décrochements dus aux glissements qui comportent quelques feuillus du fait de la mise en lumière (**Figure 58**), l'épicéa représente la quasi-totalité des essences.



Figure 57. Peuplement de la parcelle 4 de la forêt du Brévon.



Figure 58. Les zones en glissement sont colonisées par les feuillus, FD RTM du Brévon.

Les relevés montrent aussi que, sous les épicéas, le renouvellement n'est pas acquis. Le manque de lumière au sol et l'instabilité ne permet pas à la régénération de s'installer. Le peu de régénération visible n'a pas un très bon avenir, une grande partie étant en train de sécher, la forte densité du couvert étant sûrement la principale cause. De plus, dès que les tiges atteignent un certain diamètre, un grand nombre d'entre elles sont attaquées par le scolyte.

Globalement, on peut caractériser la forêt de la façon suivante :

- Importance des peuplements à forte surface terrière et à strate 1 très majoritaire ;
- Prédominance des peuplements monostrates ;
- Déficit très marqué des jeunes peuplements (strate 2 absente et strate 3 très minoritaire) ;
- Une partie des peuplements est instables et en mauvais état sanitaire.

6. Perspectives d'évolution et propositions d'intervention

Aujourd'hui, une grande partie de la forêt ne fait l'objet que de deux types de coupes : sanitaires et de renouvellement. Les consignes relatives à la politique actuelle de renouvellement n'apparaissant pas encore dans l'aménagement, diverses expérimentations ont été menées.

De très petites trouées de 500 à 1 500 m de diamètre ont été réalisées afin de permettre à l'épicéa de se régénérer tout en limitant l'arrivée des espèces invasives. 20 ans après, des semis d'épicéas sont visibles (**Figure 59**). Bien que cela ait été relativement long, la mesure semble efficace.

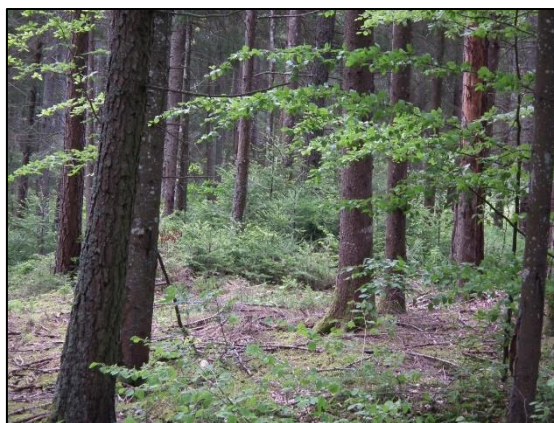


Figure 59 .Petite trouée de régénération en parcelle 3, FD RTM du Brévon.

Des plantations en feuillus divers ont aussi été réalisées pour diversifier les essences. Sur la parcelle 3 ces plantations ont été réalisées en 2015 sur les crédits RPP (**Figure 60**). Un très grand nombre d'essences ont été introduites : Erables (sycomore et plane), Tilleuls (à grandes et petites feuilles), Merisier, Alisier... Sur cette parcelle, les semis semblent se développer sans dépérir malgré un sol parfois engorgé, mais leur croissance est lente.

En parcelle 4, la même opération a été menée, mais sur les fonds de l'agence (les plantations ayant un caractère un peu plus expérimental et leur rôle de protection n'étant pas certain du fait des glissements encore très actifs dans la zone). L'opération dans cette parcelle est moins probante, même si un certain nombre de semis se développent (**Figure 61**). Il aurait peut-être fallu commencer par drainer les sols avant d'entreprendre de telles plantations.



Figure 60. Plantations en feuillus divers sur la parcelle 3, FD RTM du Brévon.



Figure 61. Plantations en feuillus divers sur la parcelle 4, FD RTM du Brévon.

Ces plantations ont coûté cher, le tarif par plant est le suivant : 1,50 € pour l'achat du plant, 2,50€ pour le matériel de protection contre le gibier, 4 € de main d'œuvre.

Sur cette même parcelle (la 4), d'autres trouées sont laissées en évolution naturelle. On observe que les feuillus commencent à se développer, ce qui laisse penser que les plantations ne sont pas forcément indispensables.

Ainsi, les gestionnaires de la forêt (l'agent patrimonial Franck Simmonet et le technicien RTM Éric Vulliez) ont souhaité renouveler les peuplements en diversifiant les essences et en augmentant la proportion de feuillus. En effet, cela répond aux critères suivants :

- Les plantations denses et monospécifiques d'épicéas présentent aujourd'hui un gros problème de stabilité et subissent les attaques de scolytes ;

- Les feuillus sont plus adaptés à l'aléa considéré (plus stables, meilleure évapotranspiration, installation d'un couvert herbacé), le milieu est par ailleurs plus adapté aux feuillus (les stations sont ici essentiellement des hêtraies) ;
- La diversification des essences permet une plus grande adaptabilité et résilience de la forêt, notamment dans un contexte de changement climatiques et d'attaques de scolytes.

Ainsi, malgré le caractère expérimental des interventions menées et l'avenir incertain des semis de feuillus dans un sol asphyxiant, ces opérations vont dans le bon sens et traduisent la volonté des gestionnaires d'améliorer la situation.

La suite des opérations consistera à entretenir cette diversité tout en veillant à récolter les gros bois instables (pouvant créer des niches d'arrachement).

Le principal point noir demeure le scolyte qui, s'il attaque les épicéas entre deux trouées, pourra mener à l'obtention de très grandes trouées, ce qui n'est pas souhaitable vis-à-vis des aléas en présence.

F. Cons Sainte-Colombes : un périmètre non adapté

1. Présentation

a) La forêt

D'une contenance de 41 ha, la forêt domaniale RTM de Cons Sainte-Colombe se caractérise par une faible surface mais une large amplitude altitudinale : entre 488 et 2 063 m. Elle se situe à l'extrémité Nord-Est du massif des Bauges en Haute-Savoie et surplombe les communes de Faverges et Cons Sainte-Colombe (**Figure 62**).

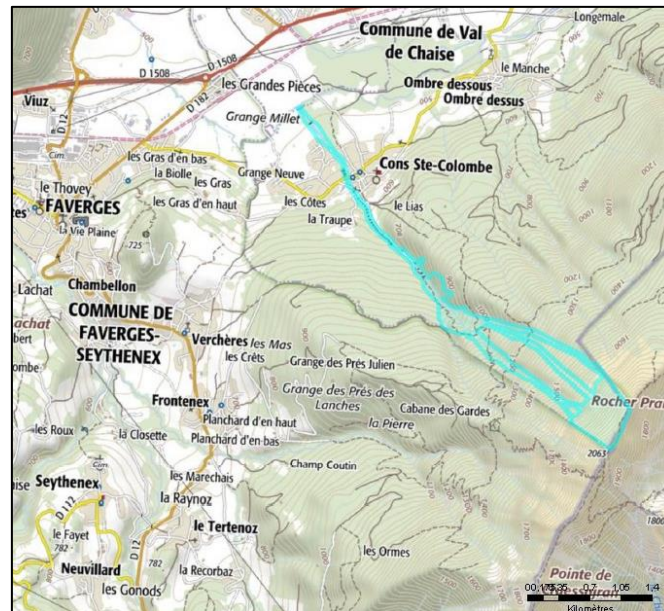


Figure 62. Carte de situation de la FD RTM de Cons Sainte-Colombe (source ONF).

La surface boisée ne représente que 10 ha (moins de 25 % de la forêt) et est composée d'Epicéa commun, de Sapin pectiné et de feuillus (essentiellement du Hêtre) en proportions équivalentes (Office National des Forêts 2010a).

Cette forêt possède la particularité d'être « imbriquée » dans une autre : la forêt communale de Cons Sainte-Colombe (**Annexe 24**), ce qui complexifie la planification des interventions.

b) L'aléa

L'aléa considéré est la crue torrentielle : le torrent du Piézan traverse la forêt de haut en bas.

Ce torrent est à forte pente : 24% de moyenne avec 57% dans le bassin supérieur. Il est issu de la réunion de cinq branches (**Figure 63**). Sa partie aval est équipée de dispositifs de correction RTM.

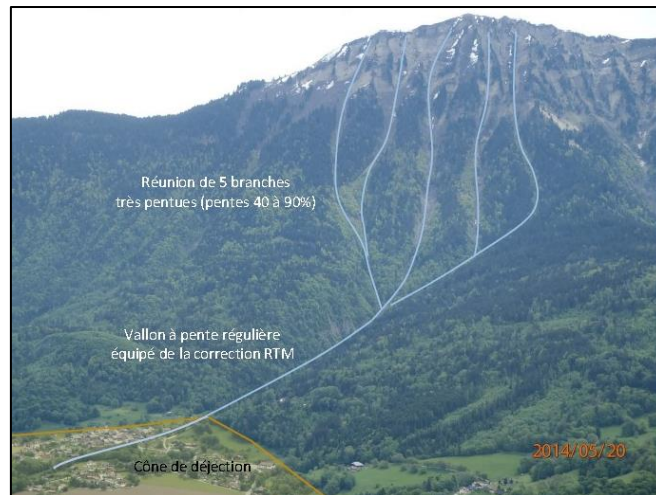


Figure 63. Vue globale du bassin versant de la FD RTM de Cons Sainte-Colombe (Demolis 2014).

Essentiellement agricole et forestière, la commune a connu les importants défrichements du XVII^e siècle au profit des cultures, ce qui a probablement contribué à augmenter la fréquence et l'intensité des événements.

c) Les enjeux

En aval de la forêt, on relève la présence d'enjeux importants : le chef-lieu de Cons qui s'est développé sur le cône de déjection du torrent, des ponts et surtout l'école : il s'agit certainement de l'école la plus menacée du département).

D'après les écrits, les coulées de lave torrentielle du Piézan sont répertoriées depuis plus de 150 ans, 22 crues ont été recensées entre 1812 et 2014 (dont un tiers a fait des dégâts matériels et humains).

La commune n'est pas couverte par un PPR, mais il existe une carte des aléas (2007) réalisée par la DDT. Néanmoins, cette carte ignore les possibles débordements de berge en amont des enjeux.

2. DUP

La forêt, issue d'une partie de la forêt communale de Cons Sainte-Colombe, a été acquise par l'Etat en 1912 (à l'amiable) dans le cadre de sa politique RTM et de la gestion des bassins versants de la Haute-Isère. Dans un premier temps, seule la partie « bassin de réception » a été acquise par l'Etat. Mais celui-ci a commencé à aider avant l'acquisition : en 1905, au vu de ses faibles ressources et de l'importance des travaux à mener pour limiter les débordements du torrent du Piézan et pour entretenir les ouvrages, la commune de Cons propose à l'Etat de lui céder gratuitement 33 ha de sa forêt.

L'acquisition n'ayant pas fait l'objet d'une DUP, les objectifs de protection ne sont pas clairement formalisés. Mais on peut affirmer que cette forêt a pour origine le traitement du régime torrentiel et des coulées du Piézan pour protéger les habitations et les cultures en aval.

Excepté le bassin de réception, l'Etat n'a acquis que de fines bandes de peuplements le long du torrent. En effet, historiquement, il semble que toutes les actions de protection ont été tournées vers les ouvrages de génie civil et pas du tout sur les peuplements (la période de l'engouement pour les techniques de boisements était passée). Cela explique la configuration actuelle de la forêt : les périmètres domaniaux et communaux se trouvent imbriqués.

La nécessité de fixer les avalanches est une des raisons pour lesquelles la commune a cédé une partie de sa forêt, le bassin de réception en particulier. En effet, en 1908, l'inspecteur des Eaux et Forêts pense que le préalable à toute action de correction du torrent du Piézan aurait dû être la limitation des départs d'avalanches. Néanmoins, rien n'a ensuite été fait pour limiter cet aléa : cette hypothèse était difficile à

vérifier et les moyens à mettre en œuvre pour empêcher les départs d'avalanche au sommet de la forêt auraient été très élevés. Les actions se sont ainsi concentrées sur le torrent en aval.

Les travaux de protection (endiguements) ont été réalisés depuis très longtemps (XVIII^e siècle) par les habitants. Avec l'aide de l'Etat, les premiers barrages ont été construits en 1887/1890 et des plantations ont été réalisées sur 5 ha environ sur les berges avec de l'épicéa, de l'aulne et du pin à crochet (l'Etat n'était pas encore propriétaire).

Depuis l'acquisition en 1912, les interventions des services RTM et de gestion de l'ONF ont surtout consisté en de l'entretien des ouvrages et secondairement l'entretien des peuplements. A partir de 1977, un important équipement de correction torrentielle fut programmé et mis en œuvre. Des plantations auraient aussi été réalisées en 1986. Néanmoins, une grande partie des boisements en place ne sont pas issus de plantations.

Un barrage grille, construit en 1984 dans la partie aval du torrent, a d'abord été considéré comme une solution satisfaisante aux flottants et aux risques d'embâcles possiblement issus des avalanches (débris de bois, culots de neige...). Néanmoins, il a été modifié après la crue de 2013 (les dents ont en partie été coupées) car il s'est fait débordé.

En ce qui concerne les aspects sylvicoles, très peu de travaux ont été réalisés. Ainsi, la part des dépenses pour le génie civil est très largement majoritaire par rapport au génie biologique et aux peuplements.

3. IMA

La forêt se situe sur le bassin de réception et la zone de transit du torrent. Le bassin de réception n'étant pas concerné par le calcul de l'IMA en Rhône-Alpes, on ne s'intéressera qu'à la zone de transit.

L'IMA est ici difficile à évaluer du fait de la morphologie du torrent : celui-ci est encadré par des pentes très raides et un sol instable. Ainsi, si l'on ne s'intéresse qu'aux abords immédiats du torrent, les berges sont la plupart du temps non végétalisés ou parfois recouvertes d'herbacées (**Figure 64**). En revanche, en remontant sur les berges, on observe la présence de quelques gros arbres instables (**Figure 65**).

L'IMA obtenu serait donc de 0 (maîtrise de l'aléa nulle).



Figure 64. Berges dénudées le long du torrent du Piézan, FD RTM de Cons Sainte-Colombe.



Figure 65. Présence d'arbres instables sur les versants du torrent du Piézan, FD RTM de Cons Sainte-Colombe.

Néanmoins, ces arbres sont pour la plupart en forêt communale, et non en forêt domaniale.

4. Objectifs sylvicoles

L'ensemble de la FD est classé « hors sylviculture » : la sylviculture dans cette forêt sera succincte et limitée aux enjeux de peuplements de protection. L'objectif de protection est en effet le seul assigné à cette forêt : favoriser les jeunes peuplements au détriment des gros arbres vieux, dépérissants ou déséquilibrés. Mais seuls 7,5ha sont concernés (sur les 10 ha boisés) et les interventions sylvicoles se feront sous formes de travaux sylvicoles (éclaircie-dépressage). En termes de composition, une légère augmentation de la proportion de feuillue est souhaitée.

L'objectif de gestion forestière sera de maintenir un peuplement qui n'aggrave pas les phénomènes (arbres de gros diamètre le long des berges...). Mais elle reste limitée compte tenu du peu de surface boisée et des nombreux aléas remettant régulièrement en cause l'intégrité du peuplement.

5. Diagnostic des peuplements

Ce diagnostic prend aussi en compte une partie de la forêt communale, la gestion du peuplement ne pouvant se faire qu'à l'échelle de la forêt domaniale.

La majorité de la surface boisée est hors sylviculture, les peuplements résineux sont des futaies dont la strate 1 (strate dominante) est prépondérante (**Figure 66**) et les feuillus sont majoritairement sous forme de taillis de Hêtre.

La structure régulière des peuplements résineux n'est pas forcément idéale dans le cadre de la protection, du maintien du sol et du renouvellement. En revanche, les taillis de feuillus sont adaptés à l'aléa torrentiel et au ravinement le long des berges.

En ce qui concerne la régénération, la situation est encourageante dans les quelques zones ayant fait l'objet de coupes (**Figure 67**) : on observe que les feuillus reviennent bien dans les trouées (alisier, sorbier...), le sapin vient ensuite (lorsque les feuillus ont créé un environnement favorable à sa croissance). On peut donc espérer un peuplement diversifié, idéal pour augmenter sa résilience.



Figure 66. Peuplements résineux à strate 1 prépondérante, forêt de Cons Sainte-Colombe.



Figure 67. Régénération de feuillus dans une trouée, forêt de Cons Sainte-Colombe.

Néanmoins, les peuplements les plus proches du torrent reposent sur des sols superficiels ou en forte pente où la croissance des arbres est lente et difficile. De plus, se pose le problème de la desserte dont le réseau n'est encore pas très développé.

6. Perspectives d'évolution et propositions d'intervention

La très faible superficie de la surface boisée par rapport au bassin versant explique en grande partie le faible rôle de la forêt dans la maîtrise de l'aléa torrentiel. De plus, cet état boisé est régulièrement remis en cause par les avalanches. C'est pourquoi le génie civil a été très largement privilégié aux techniques sylvicoles ces dernières années.

Néanmoins, les enjeux ont évolué depuis les années 1930, le chef-lieu s'est développé et les événements récents de crue montrent que les techniques de génie civil se révèlent insuffisantes. Certains points sont à revoir, notamment la plage de dépôt construite en 1978 qui se situe après le village (son objectif originel était la protection des cultures, pas des habitations). Une gestion adaptée du peuplement pourrait apporter un avantage certain en termes de protection.

Nous avons vu qu'il existe une hypothèse selon laquelle la majorité des matériaux charriés proviennent des avalanches, une idée pourrait donc de gérer la cause des phénomènes en limitant le départ des avalanches. Néanmoins, reboiser la zone de départ des avalanches s'avère illusoire : l'accès y est difficile et la zone se situe en limite altitudinale pour les peuplements forestiers. L'utilisation de techniques de génie civil par l'installation de dispositifs paravalanches n'est pas envisagée non plus car le coût serait bien trop élevé : utilisation de l'hélicoptère et surface à couvrir trop importante (il faut compter 2M€/ha). De plus, il ne s'agit que d'une hypothèse et celle-ci n'est pas vérifiée.

Les interventions doivent donc se concentrer sur la zone de transit du torrent, ce qui est le cas depuis longtemps en ce qui concerne les dispositifs de génie civil. Néanmoins, certains dispositifs posent question : de nombreux seuils ont été construits à partir de 1887 alors que l'incision n'est pas réellement le problème (le sol est constitué de marnes calcaires peu érodables). L'objectif de base semblait être de limiter l'apport de matériaux vers l'aval en limitant l'érosion des berges. Le principal problème est en réalité la présence de flottants à l'origine d'embâcles. Un grand barrage grille a été construit en 1984 pour résoudre ce problème, mais celui-ci s'est fait débordé, il a donc été modifié en 2000 (les dents ont été en partie coupées). Les techniques de génie civil trouvent donc ici leurs limites et une partie de ces flottants proviennent des arbres instables sur les berges, d'où l'intérêt de gérer les peuplements de berges.

Les interventions sylvicoles devraient consister à retirer les arbres de gros diamètre (plus de 40 cm) et instables qui menacent de tomber dans le torrent. Il pourrait aussi être judicieux d'augmenter la proportion de feuillus dans les peuplements pour plusieurs raisons :

- Le système racinaire des feuillus est plus adapté à l'enracinement traçant des Epicéas pour maintenir le sol ;
- La présence de feuillus est plus propice à l'installation d'un couvert herbacé (efficace contre le ravinement ;
- La diversité favorise la résilience du peuplement.

Cela peut se faire par la réalisation de trouées de petite taille (afin de ne pas déstabiliser le peuplement et mettre une grande surface de sol à nu), nous avons vu que les semis de feuillus se développent bien en cas d'ouverture.

La principale difficulté est d'ordre technique et concerne les tiges instables le long du torrent : certaines zones présentent une pente trop raide pour les bûcherons (> 45°). L'utilisation de l'hélicoptère et l'appel à des équipes spécialisés s'avèrent nécessaires. Pour faciliter les interventions, il n'est pas forcément nécessaire de récolter les bois coupés, les houppiers pourront être démontés, les grumes billonnées et laissées sur place (les billons devront être suffisamment petits pour ne pas créer d'embâcles s'ils tombent dans le torrent). De plus, il n'est pas nécessaire de couper les arbres pourris et morts sur pied, cela est trop dangereux pour les bûcherons (comportement imprévisible de la tige) et ces arbres se désagrègent sur place ou explosent quand ils tombent.

Au final, les actions sur les peuplements seront essentiellement basées sur le caractère « bûcheronnable » : sécurité des marteleurs et des bûcherons, pente), arbres durs ou pourris...

Il serait intéressant de disposer d'une couche LIDAR pour cibler les actions en différenciant les zones à pente supérieures à 45° des autres.

Une autre difficulté, d'ordre administratif, repose sur la gestion concertée de la forêt domaniale et de la forêt communale (qui possède la grande majorité des bois). Il est en effet difficile de mener une gestion efficace pour la protection à l'échelle de la forêt domaniale seule (qui ne concerne que les torrents et les berges immédiates). Un travail avec la commune permettrait de raisonner les interventions à l'échelle du bassin versant.

Il sera donc nécessaire de convaincre les communes en leur expliquant les enjeux d'une telle gestion (notamment la protection de l'école) et en mettant en avant les avantages financiers : alors que les interventions en forêt domaniale pourront bénéficier de l'enveloppe du BOP 149 (délivrée par le ministère) dans le cadre du programme RPP, la commune pourra faire appel au FEADER (fonds européens).

G. Glandasse : le cas des Alpes du Sud

1. Présentation

a) La forêt

La forêt domaniale RTM de Glandasse se situe dans le Diois dans la Drôme (**Figure 68**). D'une contenance de 1 987,47 ha et s'étendant de 477 à 1 600 m d'altitude, elle est affectée principalement à la production de bois d'œuvre résineux et à la protection générale des milieux et des paysages tout en assurant la protection physique du milieu (Office National des Forêts 2000) : régularisation du régime des eaux, érosion torrentielle, chutes de blocs, mouvement des sols.

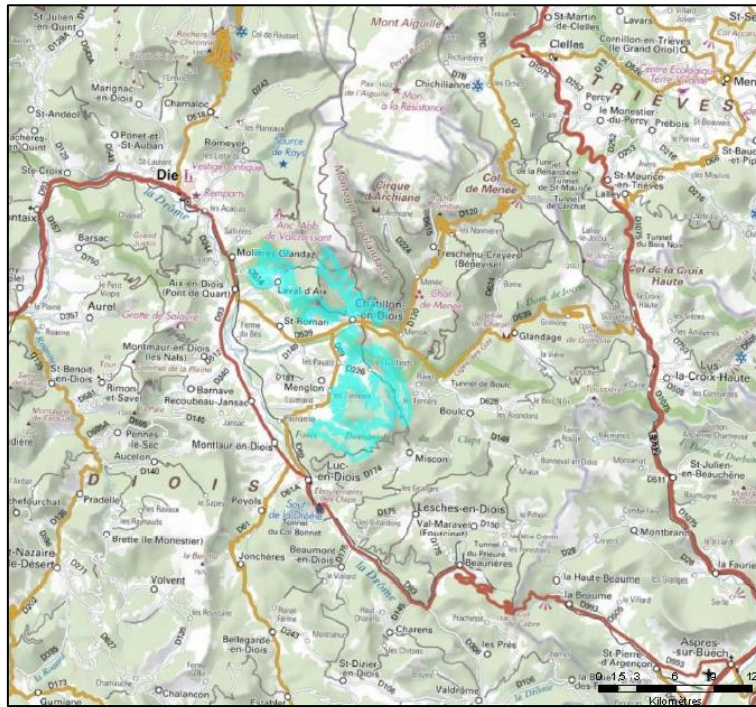


Figure 68. Carte de situation de la FD RTM de Glandasse (source ONF).

D'origine RTM, cette forêt joue un rôle de protection et de maintien des sols.

La forêt de Glandasse présente la composition suivante : 35 % de Pin noir, 33 % de Pin sylvestre, 8 % de Chêne pubescent, 3 % de Hêtre et autres feuillus, 21 % de milieux naturels non boisés.

Deux séries composent aujourd'hui la forêt : une de production (850 ha), une d'intérêt écologique et de protection physique (1137 ha). Nous nous intéresserons à la série de protection.

Il est intéressant de noter que l'aménagement de la forêt domaniale de Glandasse se termine en 2016 bien qu'il ait commencé en 2001 (la courte durée permet une meilleure adaptation au contexte socio-économique).

b) L'aléa

On s'intéressera ici aux aléas chutes de blocs et ravinement. Des cartes aléas-enjeux ont été réalisées en 2012 dans le cadre du programme RPP, elles sont données en **Annexe 25**.

La forêt se caractérise en effet par la présence de dérochoirs : il s'agit de falaises actives, dans des strates marno-calcaires qui fournissent par gélifraction des matériaux rocheux aux cônes d'éboulis situés en contrebas.

Les fortes pentes et les nombreux affleurements de marneux sont propices au ravinement.

c) *Les enjeux*

Dans son ensemble, la forêt domaniale de Glandasse remplit une fonction de régulation du régime des eaux et de protection des sols (d'après l'aménagement). Toutefois, un siècle après les premiers reboisements, cette fonction est diffuse et seules quelques parcelles ont encore une fonction déterminante de protection du milieu vis-à-vis de risques naturels identifiés. Ceci est en accord avec la politique actuelle de protection des enjeux directs. Le ravinement étant « diffus », il n'est pas vraiment possible d'identifier clairement de tels enjeux.

Désormais, les principaux enjeux sont liés à la voirie publique et aux ouvrages d'art sur la commune de Menglon, en aval de la confluence entre les torrents de Mian et du Pinet. D'autres enjeux moindres sont les terres agricoles, les hameaux plus ou moins éloignés, la desserte.

Aujourd'hui, nous avons vu que 1 137 ha sont en série d'intérêt écologique général et protection physique. D'après l'aménagement, 150 ha sont en protection physique marqué, ce qui correspond essentiellement aux zones de chutes de blocs menaçant directement des enjeux, les zones de ravinement sont définies comme étant de « protection générale des milieux ».

2. DUP

Les séries domaniales RTM qui construisent l'essentiel de cette forêt proviennent de l'acquisition par l'Etat des terrains en application des lois suivante :

- 1841 sur l'expropriation pour cause d'utilité publique
- 1860 et 1882 sur la restauration et la conservation des terrains en montagne.

Il est intéressant de remarquer que les premières expropriations ont eu lieu avant la loi de 1860, ce qui traduit une conscience déjà forte du rôle de protection de la forêt.

A partir de 1926, le rythme des acquisitions baisse très nettement et bien que régulier encore actuellement, il ne concerne que de toutes petites parcelles communales.

Les événements marquant la constitution de cette forêt sont essentiellement des transferts de propriétés des communes vers l'Etat.

Installés sur des sols érodables et à forte pente, ces peuplements avaient pour objectif de maintenir les terres, réguler le régime des eaux, atténuer les crues du Bez et de la Drôme, et protéger les cultures de la vallée.

On peut noter que :

- Des enjeux indirects étaient considérés (volonté de réguler la Drôme) ;
- Les cultures étaient considérées comme étant des enjeux importants (**Figure 69**) ;
- Les chutes de blocs n'étaient pas évoquées.



Figure 69. Peuplement de Pins noirs plantés au-dessus de vignes, FD RTM de Glandasse.

Ainsi, les enjeux économiques semblaient avoir autant, sinon plus, d'importance que la protection des personnes. En effet, on peut supposer qu'à l'époque, la première mesure prise pour la protection des habitations contre les chutes de blocs était d'éviter de construire dans les zones à risque. On peut d'ailleurs observer que la plupart des vieilles constructions sont aujourd'hui bien moins exposées que certaines plus récentes. Ce constat est probablement généralisable car l'origine de ces DUP ne provient pas d'une demande des populations rurales des montagnes mais d'une volonté politique de limiter l'érosion en montagne pour protéger les enjeux lointains.

Les travaux (biologiques) RTM ont débuté dès 1864 et l'essentiel s'est fait avant 1930. Les interventions réalisées ont été titanesques et la précision des données quantitatives des travaux est toujours remarquable (**Tableau 15**).

Tableau 15. Travaux biologiques RTM réalisés en 1864 et 1980 (FD RTM de Glandasse).

Enherbement (en kg de graines)	Plantations		Semis
	ha	Nombre de plants de résineux	
46 107	1 836	25 743 984	64

L'essence sélectionnée était essentiellement du Pin noir, très peu de feuillus ont été introduits. L'objectif était l'obtention d'une futaie de résineux (à l'époque, la production était encore un enjeu important sur toute la forêt).

Les interventions sur les peuplements de protection ont ensuite été très (trop ?) légères afin de ne pas les déstabiliser. De plus, lors de l'aménagement précédent, seuls 23 % de la surface prévue a été régénéré. Dans la série de protection, seules 9 parcelles sur les 32 prévues ont été parcourues, pour les raisons suivantes :

- Economique (produits médiocres) ;
- Technique (absence de desserte).

Au final, les prélèvements n'ont pas été suffisants et certaines zones se sont plus moins retrouvées à l'abandon (**Figure 70**).

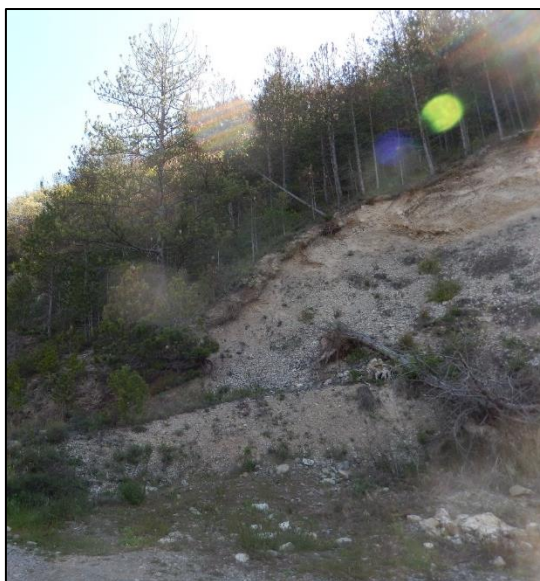


Figure 70. Ancien peuplement Pin noir laissé à l'abandon dans une zone de ravinement, FD RTM de Glandasse.

3. IMA

Suite à une première visite générale de la forêt, un certain nombre de parcelles ont été sélectionnées pour une analyse plus approfondie et le calcul de l'IMA :

- La parcelle 11 car elle est classée en enjeu fort pour le ravinement (un village se trouve en aval) et le peuplement semble relativement dense ;
- Les parcelles 12 et 13 en enjeu fort pour les chutes de blocs, le village de Laval d'Aix se trouvant en aval ;
- Les parcelles 42 et 43 en enjeu fort pour le ravinement, le lieu-dit des Gallands se trouvant en aval ;
- La parcelle 90 en aléa ravinement, elle avait fait l'objet d'une visite par la DDT qui avait donné un avis sur des éventuelles interventions pour le renouvellement, celui-ci étant jugé suffisant et les enjeux pas suffisamment importants (axes de communication et habitations assez loin en aval).

Le parcellaire de la forêt est donné en **Annexe 26**.

Finalement, il s'est trouvé que la totalité de la parcelle 43 avait fait l'objet d'une coupe récente, y effectuer des relevés n'avait donc pas beaucoup de sens.

Les parcelles ont été parcourues, et chaque unité homogène a fait l'objet d'une description en accord avec les fiches de calcul de l'IMA. Les résultats des relevés sont donnés en **Annexe 27**.

a) Parcelles en aléa ravinement

Les ravines faisant moins de 1 ha et le couvert végétal dans ces ravines dépassant 70 %, les parcelles obtiennent la note maximale de l'IMA (5), ce qui signifie que la maîtrise de cet aléa par la végétation est très bonne.

b) Parcelles en aléa chutes de blocs

Les blocs issus du dérochoir en amont sont de dimension relativement faible (moins de 1 m³), la forêt a donc potentiellement un rôle de protection vis-à-vis de cet aléa.

Les relevés en relation avec l'aléa « chute de blocs » ont été effectués dans des parcelles en zone de transit et de dépôt. Dans tous les cas, la bande boisée est bien supérieure à 200 m (dans le sens de parcours des blocs), ce qui est satisfaisant.

Dans tous les relevés, la surface terrière est supérieure à 25 m²/ha, ce qui est le minimum préconisé par le GSM pour considérer le peuplement comme efficace.

La surface terrière n'est pas une information suffisante pour caractériser la maîtrise de l'aléa, la structure, la dimension des tiges interviennent aussi (un taillis et une futaie n'auront pas le même effet par exemple). Ainsi, il convient de prendre en compte la densité de tiges.

Les peuplements étant majoritairement précomptables, il suffit de regarder si la densité est inférieure ou supérieure à 350 tiges/ha, ce qui est systématiquement le cas.

Ainsi, d'après les critères du GSM, la maîtrise de l'aléa par les peuplements contre les chutes de blocs est très bonne (5) sur l'ensemble des zones visitées.

4. Objectifs sylvicoles

Les objectifs concernant la série de protection ne sont pas très détaillés dans l'aménagement forestier. Néanmoins, la forêt doit être parcourue par les gestionnaires et les objectifs redéfinis pour la prochaine révision d'aménagement.

Dans l'aménagement en cours, il est prévu que la série de protection fasse l'objet d'interventions légères (l'aménagement parle même de laisser en évolution naturelle). Ponctuellement, des opérations de types coupes et travaux peuvent être réalisées si opportunité ou cas de forte nécessité (sanitaire).

Il n'est pas prévu de régénérer avec autre chose que du Pin noir. Pourtant, l'aménagement vise à une augmentation à long terme de la surface en chêne pubescent, hêtre et feuillus divers (une éclaircie dans les Pins noirs sera peut-être nécessaire).

Le réseau de desserte doit être amélioré, ainsi que la consistance de la forêt (simplification du périmètre), l'accès aux différentes parcelles étant une des limites aux interventions sylvicoles.

Certains peuplements de pied de falaise et des bordures de ravins qui jouent un rôle incontestable dans le maintien des sols doivent faire l'objet d'une attention particulière.

5. Diagnostic des peuplements

Nous avons calculé l'IMA pour différentes parcelles, mais il est nécessaire de considérer l'aspect temporel, de prévoir l'évolution de la situation dans le temps. Pour cela, différentes données peuvent être utiles :

- Le couvert de la régénération afin de caractériser le renouvellement ;
- La structure du peuplement, le nombre de strate, afin de caractériser la résilience du peuplement ;
- La stabilité des peuplements par des mesures de facteurs d'élancement, la longueur des houppiers, la conformation des tiges ;
- L'état sanitaire des peuplements.

Ces caractéristiques sont d'autant plus importantes que la pente est forte, ce qui est le cas ici (entre 24° et 37° de pente sur les zones de relevés).

Dans les peuplements en zone de ravinement, même si le couvert végétal en été est supérieur à 70 % (en considérant les couverts arboré, arbustif et herbacé), la régénération est peu abondante. Celle-ci est quasiment inexistante en Pin noir (la plupart des zones de relevé ne présentant aucun semis). On peut cependant noter la présence de régénération feuillue : essentiellement de l'Erable à feuilles d'Obier, de l'Alisier blanc, du Chêne pubescent, un peu de Hêtre, de Tremble et de Bouleau. Néanmoins, si ces essences sont présentes au stade de semis (jusqu'à 10 % de couvert), on les retrouve difficilement au stade de perche, le couvert arboré étant souvent trop dense pour leur permettre de se développer. Un

autre problème provient de l'abondance du buis sur certaines parcelles qui empêche une bonne croissance des semis (**Figure 71**).

Pour ce qui est de la structure du peuplement, il s'agit essentiellement de futaies adultes à strate 1 (strate dominante) prépondérante, les autres strates étant souvent absentes, excepté dans la parcelle 42 dont l'accès est plus facile et qui fait l'objet de coupes de production. Dans cette dernière, les autres strates peuvent se développer et sont composées de Pin noir et de feuillus.

D'après les critères du GSM, aucun des peuplements visités ne remplit les critères de stabilité (facteur d'élancement trop élevé, houppiers trop courts, présence d'arbres penchés), absence de taillis vigoureux. Néanmoins, à l'exception de zones très localisées, très peu de peuplement s'effondrent où semblent être sur le point de s'effondrer.

Enfin, l'état sanitaire des peuplements visités est en général bon. Néanmoins, les attaques de chenille processionnaire sont devenues plus fréquentes ces dernières années et certaines parcelles voient la pérennité des peuplements menacée (**Figure 72**).



Figure 71. Le buis peut coloniser le milieu en cas d'ouverture dans le peuplement, FD RTM de Glandasse.



Figure 72. Pins noirs attaqués par la chenille processionnaire, FD RTM de Glandasse.

De manière générale, le problème du renouvellement se pose sur l'ensemble des parcelles laissées plus ou moins en libre évolution du fait des problèmes d'accès, du bilan économique déficitaire en cas d'intervention, de l'absence d'enjeux de protection forts (les enjeux moyens n'étant pas prioritaires).

6. Perspectives d'évolution et propositions d'intervention

Les travaux RTM sont globalement une réussite, ils ont permis de réduire les risques sur l'essentiel du massif. Toutefois, la situation, bien que satisfaisante, reste fragile et nécessite une surveillance et des interventions régulières. Dans les sols les plus érodables, les ravins corrigés au début du siècle, bien que plus véritablement actifs, constituent toujours un risque potentiel. De même, certaines parcelles boisées, de fortes pentes, surplombant les habitations, des routes... assurent un rôle de protection (blocs, maintien sols), mais l'exploitation de ces parcelles nécessaire au renouvellement des peuplements et à la pérennité du rôle de protection peut constituer un facteur de risque : des interventions un peu trop marquées dans des bois au facteur d'élancement très marqué peuvent déstabiliser le peuplement.

Comme dans de nombreuses forêts RTM, les gestionnaires de l'époque étaient très timides sur les dépressages et les coupes d'amélioration. Finalement, les peuplements sont d'autant plus instables et de nombreuses interventions actuelles visent à « rattraper » la situation. De plus, le renouvellement prévu lors du dernier aménagement n'a pas été réalisé que très partiellement.

Certaines parcelles, moins pentues et mieux desservies, font l'objet d'une gestion de production. Néanmoins, les interventions réalisées semblent être en accord avec un enjeu de protection : pas de coupe rase, jardinage, essences feuillues conservées.

Pour les orientations futures, le renouvellement en Pin noir n'étant pas forcément acquis (notamment avec la menace de la chenille processionnaire), une diversification des essences serait judicieuse, en intégrant notamment les feuillus. Ces derniers viennent par eux-mêmes mais des éclaircies dans les peuplements de Pin noir seraient nécessaires pour leur permettre de se développer pleinement. Au vu des stations (sols peu épais, dalle calcaire), le Chêne pubescent pourrait être une bonne alternative au Pin noir là où celui-ci est dépérissant (même s'il ne faut pas s'attendre à obtenir de très beaux peuplements de Chêne). Il faut néanmoins faire attention à ne pas trop ouvrir pour éviter une colonisation par le buis. Ces consignes sont à relativiser dans le cas du ravinement car il suffit d'avoir un couvert végétal quel qu'il soit.

Les différentes interventions peuvent être difficiles à mettre en œuvre car le périmètre de la forêt est extrêmement ciselé, ce qui rend son entretien très coûteux. Une suppression des enclaves et une simplification du périmètre peuvent faciliter la gestion.

La priorisation des interventions doit s'appuyer sur les critères suivants :

- La protection des enjeux directs ;
- Les zones susceptibles de reprise de ravinement.

La difficulté est d'évaluer la possibilité d'une telle reprise : la végétation en place est-elle suffisante ? Permet-elle d'affirmer que l'aléa est contrôlé à jamais ? En effet, plusieurs situations peuvent mener à une reprise du ravinement (Ladier et al. 2011) :

- Rupture des obstacles végétaux ayant piégé des sédiments ;
- Déstabilisation des berges des cours d'eau en aval en cas de déracinement des arbres de berge ;
- Creusement des cours d'eau en aval en cas de diminution de leur charge solide.

L'évaluation de la maîtrise du ravinement dans le temps repose donc sur une vision large du milieu, et non sur la zone en ravinement uniquement.

III. Synthèse et conclusions

A. Le programme RPP : la continuité d'une politique de politique de protection en montagne

L'étude effectuée au cours de ce stage a permis d'expliquer la situation actuelle des peuplements à fonction de protection au regard de l'Historique des forêts de protection et des outils développés actuellement (**Figure 73**).

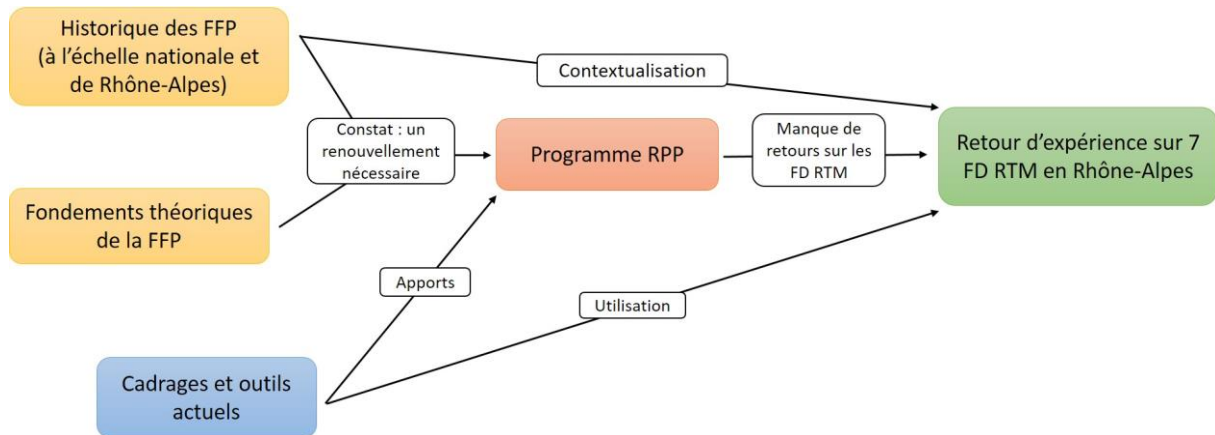







































Figure 73. Contexte historique et technique de la forêt à fonction de protection en Rhône-Alpes

Le programme RPP se caractérise d'abord par un constat de vieillissement des peuplements. Cela est effectivement le cas dans la plupart des forêts étudiées, un certain nombre d'entre elles n'ayant pas fait l'objet d'interventions sylvicoles depuis l'époque des plantations. Cela se traduit par une instabilité du peuplement et parfois un effondrement risquant de mettre en péril la fonction de protection

Mais nous avons vu que le vieillissement n'est pas le seul problème auquel doit répondre le programme RPP, il existe aussi un changement du cadre politique et socio-économique : les modes d'occupation de la montagne, les objectifs et les savoirs ont évolué. Le rôle important des forêts dans la protection physique contre les risques naturels est donc toujours présent dans la conscience collective.

Un retour d'expérience était nécessaire et l'étude des sept cas en Rhône-Alpes en constitue un début (**Tableau 16**). Celle-ci a permis d'illustrer la façon dont sont gérés les peuplements de protection actuellement, de comprendre dans quelle mesure cette gestion s'inscrit dans la politique actuelle de renouvellement, et de donner des pistes techniques et théoriques pour la suite des opérations.

Tableau 16. Récapitulatif de l'étude des 7 FD RTM sélectionnées en Rhône-Alpes.

Forêt	Date acquisition	Aléa(s)	Enjeux historiques (et comparaison avec les enjeux actuels)	Evolution des objectifs et opérations sylvicoles depuis l'acquisition	Evaluation fonction de protection	Evolution prévisible de l'IMA	Contrainte(s) principale(s)
Grand Ferrand	1866	T/R	Indirects 	 <ul style="list-style-type: none"> Avant : plantations régulières monospécifiques Après : gestion de l'existant et irrégularisation 	T :   R : 	T :  R :  (si pas d'intervention)	Instabilité des sols en zone torrentielle et débardage des bois en zone de ravinement
La Tronche	1928	P	Directs 	 <ul style="list-style-type: none"> Avant : plantations de résineux sur banquettes Après : taillis de feuillus 			Technique de renouvellement
Celliers	1939	A	Directs 	 <ul style="list-style-type: none"> Avant : peuplements réguliers Après : peuplements en collectifs 	 		Etat sanitaire
Pas-du-Roc	1892	T/G	Indirects 	 <ul style="list-style-type: none"> Avant : ouvrages sur le linéaire et plantations de résineux pour la zone en glissement Après : gestion des peuplements de berges et irrégularisation/ diversification des peuplements pour la zone en glissement 	T :   (?) G :  (?)	T : ? G :  (ou  mais le rôle du peuplement est mineur) 	Profondeur de glissement, périmètre étroit le long des berges, desserte
Brévon	1936	G	Directs 	 <ul style="list-style-type: none"> Avant : plantations serrées de résineux Après : introduction d'un peuplement diversifié de feuillus 		 (ou  mais le rôle du peuplement est mineur)	Profondeur des glissements, scolytes pour les Epicéas et sols engorgés pour les feuillus
Cons Sainte-Colombe	1912 (à l'amiable)	T	Pas de DUP donc pas de cadre bien défini. Hypothèse : enjeux directs qui ont un peu évolué (les cultures ne sont plus l'enjeu principal)	 <ul style="list-style-type: none"> Avant : gestion du bassin de réception et non intervention sur les peuplements de berges Après : gestion des peuplements de berges 	 (les glissements sont encore actifs)		Accès (pentes raides)
Glandasse	1841	R/P (la DUP ne concernait que l'aléa R)	Indirects 	 <ul style="list-style-type: none"> Avant : plantations de Pin noir Après : gestion courante ou non intervention dans ces plantations 	R :  P : 	 (si non intervention dans les anciens peuplements de Pin noir)	Chenille processionnaire, peu de possibilités de diversifier les essences

B. L'évolution du cadre politique et des objectifs depuis les acquisitions

1. Changement du cadre politique

La première loi sur le reboisement s'inscrivait dans une politique d'aménagement du territoire au niveau national, l'Etat voulait s'approprier la gestion des forêts en montagne en (entretien avec Olivier Marco, Chef du Département Risques Naturels RTM 38), les moyens juridiques et législatifs étaient importants, on peut citer le recours récurrent aux DUP. A partir de la loi de 1882, la protection devient la réelle priorité des reboisements, la localisation et l'ampleur des boisements étaient définis à partir des enjeux à protéger.

Aujourd'hui, dans le cadre du programme RPP, les interventions doivent être planifiées en fonction des périmètres des forêts domaniales déjà existants. Il faut donc penser la gestion de peuplements existants en intégrant les évolutions des enjeux et les changements d'objectifs depuis les reboisements. On peut citer l'exemple de la forêt de Glandasse dont l'acquisition avait pour but de contrôler l'érosion afin de réguler la Drôme limiter les crues en plaine, aujourd'hui cet enjeu n'est plus et la gestion doit intégrer les chutes de blocs sur les maisons en aval : on considère la forêt, puis les enjeux que cette forêt peut protéger, même si l'acquisition avait historiquement un tout autre objectif.

2. Evolution des objectifs

Les objectifs de l'acquisition sont définis dans la DUP. Même si celle-ci n'a pas été systématique dans le cadre de l'acquisition des forêts domaniales RTM (exemple du cas de Cons Sainte-Colombe), la plupart des périmètres RTM ont en effet pour origine une DUP qui, en plus de donner la légitimité de la gestion de la forêt par l'Etat, présente les raisons de l'acquisition.

La mise en place d'un tel processus législatif a pour origine les dégâts importants des certaines grandes crues du XIX^{ème} siècle et l'objectif affiché était la protection des plaines et de ses habitants des crues dévastatrices dont la cause supposée était le défrichement et le surpâturage des montagnes. Ainsi, les objectifs historiques et actuels divergent sur au moins deux points :

- Les enjeux à protéger étaient les enjeux lointains, les villes des plaines et des vallées, les cultures (dont le poids économique était bien plus important qu'aujourd'hui), alors que les interventions actuelles accordent la priorité aux enjeux directement exposés ;
- Les aléas considérés étaient essentiellement les crues torrentielles et le ravinement (aléas « diffus »), ce qui était lié à l'objectif de protection des enjeux lointains. Aujourd'hui, les aléas comme les chutes de blocs et les avalanches prennent une place très importante dans la politique de protection (ces aléas ne concernent par ailleurs que des enjeux directement exposés).

L'aléa glissement est particulier : il peut toucher des enjeux de façon directe, c'est le cas de la forêt du Brévon (acquise récemment, en 1936), ou alimenter un autre aléa, comme dans le cas de la forêt du Pas-du-Roc (acquise en 1892) dont les glissements aggravent les phénomènes torrentiels.

Remarque : par aléas historiques, il faut comprendre crues torrentielles et ravinement, cela ne signifie pas que les autres aléas n'étaient pas connus ou ne faisaient pas l'objet d'interventions, mais ils ne rentraient pas dans le cadre initial de la politique de boisement, d'où une acquisition souvent plus tardive des forêts concernées. Néanmoins, la protection de ces aléas par la forêt sont connus depuis longtemps (notamment dans les cas des avalanches), mais les communes s'occupaient elles-mêmes des interventions.

Aujourd'hui, le programme RPP et ses objectifs doivent aussi intégrer d'autres politiques environnementales et d'urbanisme avec lesquelles il peut exister des contradictions :

- La politique actuelle de renaturation des cours d'eau avec restauration de la continuité biologique et sédimentaire s'oppose à la volonté de contrôle de la dynamique torrentielle voire

de l'extinction des torrents et qui passe par la construction d'ouvrages et la chenalisation de ces cours d'eau. La forêt du Grand Ferrand est concernée par cette problématique.

- Depuis, les années 1960-70, la montagne est le siège de la construction d'un grand nombre d'infrastructures touristiques et d'habitations. Ces dernières peuvent se trouver en zone à risque et sont à l'origine de nouveaux enjeux à protéger. C'est le cas de la forêt de Glandasse avec la présence d'habitations récentes exposées aux chutes de blocs, des forêts du Pas-du-Roc et de Cons Sainte-Colombe en aval desquelles les cônes de déjection se sont fortement urbanisés ces dernières années.

Néanmoins, même si les objectifs ne sont plus forcément les mêmes sur certains aspects, les interventions historiques ne sont pas pour autant incompatibles avec les enjeux actuels, bien au contraire, mais les actions désormais menées peuvent ne pas correspondre au cadre législatif ayant justifié l'acquisition et les périmètres définis à l'acquisition peuvent ne plus être adaptés

3. Des périmètres parfois inadaptés aujourd'hui

Le contexte politico-socio-économique ainsi que les objectifs pouvant être différents aujourd'hui, les périmètres définis par la DUP n'étant pas forcément adaptés à une gestion efficace et cohérente avec les nouveaux enjeux. On peut citer l'exemple des zones de transit des torrents dans les forêts du Pas-du-Roc et de Cons Sainte-Colombe : seul le linéaire a été acquis, ce qui limite les interventions sur les peuplements de berges, alors que les bassins de réception, qui ne sont aujourd'hui pas évalués dans le cadre de l'aléa crue torrentielle, ont été acquis entièrement.

Ce propos est à nuancer et concerne essentiellement les forêts acquises pour la protection contre les aléas « historiques » (crues torrentielles et ravinement). Les périmètres RTM formés plus tardivement et pour la protection contre des aléas plus récemment considérés par la politique d'acquisition (chutes de blocs, avalanches) sont bien adaptés aux enjeux qu'ils sont censés protéger. C'est le cas de la forêt de la Tronche pour les chutes de blocs (acquise en 1928) ou de la forêt de Celliers (acquise en 1939) dont la fonction de protection semble actuellement très satisfaisante ou en amélioration, même si les retours sont encore insuffisants, notamment à cause du caractère expérimental des opérations mises en œuvre et du manque de recul du fait de la relative jeunesse des peuplements.

Une cartographie aléa-enjeu appliquée à l'ensemble du massif forestier ou du bassin versant pourrait permettre de mieux appréhender la protection des enjeux nouveaux et, lorsque cela semble possible, adopter une gestion concertée avec les communes ou les propriétaires privés.

C. Sur le plan opérationnel : l'évolution dans la gestion des peuplements

Dans les débuts de la politique de reboisement, les moyens humains et techniques étaient considérables (même s'ils ont fini par diminuer avec les Guerres Mondiales et l'essor du génie civil). La politique était très interventionniste, les plantations étaient réalisées dans des endroits considérés inaccessibles aujourd'hui (comme ce fut le cas dans la forêt du Grand Ferrand). La plupart de ces plantations étaient résineuses et monospécifiques : le Pin noir d'Autriche (pour les Alpes du Sud), l'Epicéa commun (pour les Alpes du Nord) étaient très couramment utilisées, ces essences poussent vite et sont adaptées à des plantations sur banquette systématiques. Mais cette frénésie a mené à obtenir des peuplements totalement inadaptés et aujourd'hui malvenants dans certains milieux, c'est le cas dans la forêt de Brévon où des Epicéas ont été plantés ripisylves. Dans certains cas, les feuillus étaient même systématiquement éliminés (bien que mineur, l'objectif de production était tout de même présent dans l'esprit des forestiers).

Cette politique très interventionniste s'est faite en réaction à des catastrophes naturelles ayant marqué les esprits. De plus, il faut rappeler que l'objectif était l'extinction totale des torrents ou des processus de ravinement. Cette volonté d'extinction totale de l'aléa est toujours d'actualité pour tous les aléas excepté le torrentiel : le peuplement doit permettre de contrôler le torrent, l'empêcher de provoquer des crues catastrophiques non l'éteindre.

De nos jours, les plantations sont plus rares, elles sont seulement réalisées suite à une trouée dans le peuplement lorsque cela s'avère nécessaire. La sylviculture est en générale douce avec pour ne pas perturber le peuplement et l'irrégularisation des peuplements est favorisée afin de maximiser la fonction de protection et de faciliter le renouvellement. Mais les interventions sont plus diversifiées : les GSM et les gestionnaires proposent une gestion adaptée à chaque aléa (et à chaque forêt). Cela est permis par des apports théoriques importants ces dernières années, notamment grâce à des collaborations entre différents pays, en gestionnaires et organismes de recherche. Dans l'ensemble, le sylviculteur actuel s'appuie sur les dynamiques naturelles pour obtenir une forêt adaptée à son environnement et limiter les investissements, les peuplements mélangés sont recherchés car ils offrent une meilleure résilience, une durabilité améliorée. La recherche de stabilité du peuplement est primordiale : la structure étagée permet une reconstitution rapide du couvert après une perturbation, une densité de tiges modérée favorise la régénération et limite les pertes par chablis par exemple.

D. Limites actuelles

1. Limites théoriques

Même si les connaissances et les savoir-faire ont beaucoup progressé ces dernières années, grâce notamment aux projets Interreg Forêts de Protection et au partenariat avec l'Irstea, il demeure certaines lacunes, certaines questions sur les peuplements à fonction de protection.

Les aléas et leur interaction avec la végétation ne sont pas encore totalement connus. Par exemple, le taillis est en général la structure privilégiée par les gestionnaires pour lutter contre les chutes de blocs (cas de la forêt de la Tronche), alors que le GSM préconise des interventions plutôt adaptées à une structure en futaie. Une amélioration des connaissances sur les interactions entre le taillis et les chutes de blocs pourraient permettre d'affiner les consignes de gestion, notamment quant à la densité du taillis, les essences à privilégier, le nombre de tiges par cépée, leur diamètre... De même, encore aujourd'hui, il demeure des interrogations concernant le lien entre les peuplements en montagne et les crues en aval (qui a pourtant justifié la majorité des acquisitions). S'il est avéré que la présence d'un peuplement limite les transports solides et les laves torrentielles, il en est tout autrement concernant le contrôle du niveau de la lame d'eau et de la régulation du régime hydrique, notamment dans le cas des grandes crues. Une récente étude publiée par la FAO tend à montrer que les forêts en montagne n'ont aucune fonction concernant l'atténuation des grandes crues en aval (Springgay 2014) : « increasing scientific evidence suggests that the role of forests in flood mitigation is a question of scale : forests can minimize the effects of or prevent small, frequent floods ; **they do not have any significant moderating impact on large-scale, less frequent or catastrophic floods** ». Cela remet en perspective les objectifs affichés par les pionniers du reboisement qui prétendaient protéger les plaines des grandes crues en boisant les montagnes.

Une autre limite théorique concerne l'IMA. Bien qu'étant un outil très utile, il est critiquable sur certains points : la procédure parfois longue pour certaines forêts, il s'agit d'un outil développé au niveau national qui n'intègre pas nécessairement les particularités de chaque forêt, les cartes obtenues sont difficilement utilisables... Cet outil simple, et parfois simpliste, peut mener à des erreurs sur l'appréciation de la fonction de protection. Par exemple, dans le cas de la forêt du Pas-du-Roc en Savoie, l'IMA sur le bassin de réception est très bas car il a été calculé pour l'aléa glissements, alors que les opérations sylvicoles mises en œuvre ont eu un effet hautement bénéfique sur la gestion de l'aléa crues torrentielles. L'approche temporelle de la maîtrise des aléas par les peuplements, dimension qui manque à l'IMA, constitue aussi une des limites majeures de cet outil. L'Irstea se penche actuellement sur cette question. Selon Freddy Rey (Irstea Grenoble), rien n'est jamais acquis en termes de protection par la végétation, et ce quel que soit l'aléa considéré. Tout dépend de l'intensité des phénomènes d'aléa à venir. Les recherches ont pour but de définir des seuils d'efficacité (on parle de seuils spatio-temporels de bio-rhexistase dans le cas du contrôle de l'érosion et de la sédimentation), notamment par rapport à des fréquences de retour des phénomènes.

2. Limites opérationnelles

Bien que de nombreux gestionnaires intègrent la fonction de protection à la gestion de leur forêt et qu'un cadre ait été défini au niveau national pour intégrer la programmation RPP, celui-ci est encore peu appliqué, peu de nouveaux aménagements forestiers intègrent les consignes issues de cette programmation. En effet, l'opération est chronophage et parfois jugée non prioritaire par rapport aux autres enjeux de la forêt. Ainsi, les consignes de protection données dans les aménagements ne sont pas toujours exhaustives, chaque gestionnaire fait appel au « dire-d'expert » et adapte les interventions en fonction de sa sensibilité. Cela a ses avantages (cela permet parfois une gestion fine de l'aléa) et ses inconvénients (certains gestionnaires ont « peur » de déstabiliser les peuplements et d'affecter la fonction de protection). De plus, le cadrage RPP ne demande l'analyse que pour les niveaux d'enjeu fort, ce qui est parfois restrictif en forêts domaniales RTM qui se caractérisent souvent par la présence de nombreux enjeux moyens, les forêts domaniales étant de manière générale assez éloignées des enjeux.

Enfin, le terme de « renouvellement » n'est pas adapté à tous les cas : certains peuplements nécessitent d'autres interventions qu'un renouvellement. Néanmoins, certains dossiers peuvent être refusés pour cette raison et cela conduit certains gestionnaires à mener des interventions de renouvellement bien que non adaptées.

E. Apports du programme RPP

La reconsidération de la fonction de protection par la forêt a permis un progrès ou un retour de la culture du risque auprès des gestionnaires. Cette culture n'est néanmoins pas encore aussi ancrée auprès des usagers de la montagne et des riverains au vu de l'urbanisation des zones à risque. Cette prise en compte du risque dans la gestion des forêts favorise aussi le partenariat entre service RTM et agence ONF.

Le programme RPP permet l'émergence de nouvelles techniques sylvicoles : recherche, rédaction de guides, expérimentations de gestionnaires... et la réalisation d'interventions dans des peuplements parfois tombés dans l'oubli.

Enfin, la politique actuelle de renouvellement confirme l'importance de la fonction de protection présumée par la forêt. Même si les enjeux et les objectifs ont pu évoluer, on constate que la forêt a toujours une place primordiale parmi l'ensemble des dispositifs de protection, et cela quels que soient les aléas : même si, sur le long terme, la forêt peut souffrir des changements rapides du contexte socio-économique et écologique, le caractère universel de la protection par la végétation et les nombreuses possibilités de gestion d'un peuplement forestier permettent, par une gestion raisonnée, d'obtenir des peuplements résilients et pouvant s'adapter à ces changements.

Bibliographie

- Ancey, C., 2005. Une petite histoire du génie paravalanche. *Neige et Avalanches*, p.1-4.
- Bourdin, M., 2014. Etude de bassin de risque - division domaniale de Brévon. , p.1-164.
- Brugnot, G. & Cassayre, Y., 2002. De la politique française de restauration des terrains en montagne à la prévention des risques naturels. , p.1-7.
- Chenost, C., 2005. *Aperçu général des forêts de protection contre les risques naturels en France : analyse des données de l 'enquête Sonnier (1991)*,
- Combarrous, D. & Drevon, P., 2010. Aménagement forestier de la forêt domaniale RTM de la Tronche.
- Le Corre, B., 2012. Aménagement forestier de la Forêt Domaniale RTM du Grand Ferrand (2013-2032). , p.1-81.
- De Crécy, L., 1988. L'histoire de la RTM : quelques réflexions d'un praticien. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, p.16-28.
- Demolis, B., 2014. *Etude de Bassin de Risque - Division domaniale du Piézan*,
- Demontzey, P., 1882. *Traité pratique du reboisement et du gazonnement des montagnes*, J. Rothschild.
- DERN - DTN RTM, 2012. *Renouvellement des Peuplements de Protection (RPP) Phase 1 : La cartographie aléa/enjeu et sa prise en compte dans les aménagements forestiers*,
- DN RTM, 2007. Analyse Risques des Divisions Domaniales RTM et autres forêts - Notice pour la mise en oeuvre de la cartographie « aléa enjeu ». , p.1-59.
- Durand, A., 2012. *Boisements de protection des terrains domaniaux RTM de l'Isère - État des lieux, construction d'une typologie et propositions de gestion*,
- Garet, E., 2015. *Le coût national annuel de maintien ou confortement des peuplements forestiers de protection en montagne - Rapport de stage « assistant ingénieur »*,
- Gauquelin, X. & Courbaud, B., 2006. *Guide des Sylvicultures de Montagne - Alpes du Nord françaises*,
- Hurand, A., 1994. *Gestion Forestière et Risques Naturels - Pyrénées Centrales*,
- Kuss, D., 2014. *Etude de bassin versant - Torrent de la Grollaz*,
- Ladier, J., Rey, F. & Dreyfus, P., 2011. *Guide des Sylvicultures de Montagne - Alpes du Sud françaises*,
- Liévois, J. & C, N., 2012. Cartographie des forêts à fonction de protection - Notice explicative (V4). , p.1-19.
- Lilin, C., 1986. Histoire de la restauration des terrains en montagne au 19e siècle. *Cah. ORSTOM, ser. pedol*, XXII(2), p.139-145.
- Marco, O., 2012. Les forêts de protection et les FD RTM - Situation au 01/10/2012. , p.1-7.
- Messines du Sourbier, J., 1964. *Enquête sur la conservation et la restauration des terrains en montagne*, Paris.
- Mougin, P., 1922. Les avalanches en Savoie. *Etudes glaciologiques*, 4, p.175-310.
- Office National des Forêts, 2012a. Aménagement de la forêt domaniale RTM de Celliers. , p.1-112.
- Office National des Forêts, 2000. Aménagement forestier de la forêt domaniale de Glandasse (2001-

- 2016).
- Office National des Forêts, 2010a. Aménagement forestier de la forêt domaniale RTM de Cons Sainte-Colombe (2011-2030).
- Office National des Forêts, 2016. Contrat de production et gestion 2016 entre la Direction Territoriale Rhône-Alpes et le service RTM de l'Isère. , p.1-6.
- Office National des Forêts, La responsabilité sociale, pilier de la gestion durable de l'ONF - Des missions d'intérêt général pour prévenir les risques naturels. Available at: http://www.onf.fr/onf/sommaire/developpement_durable/responsabilite_sociale/20080707-163358-637238/@_@index.html [Consulté le mars 1, 2016].
- Office National des Forêts, 2010b. Le service de restauration des terrains en montagne de l'Isère. , p.1-4.
- Office National des Forêts, 2012b. Manuel d'aménagement - Classement en enjeu d'aménagement pour la fonction de protection contre les risques naturels. , p.1-9.
- Office National des Forêts, 2012c. Manuel d'aménagement - Détermination de la maîtrise des aléas par les peuplements en forêt à fonction de protection. , p.1-9.
- Office National des Forêts, 2005. Révision d'aménagement forestier - Forêt Domaniale RTM du Brévon (2006-2020).
- Office National des Forêts, 1999. Révision d'aménagement forestier de la forêt domaniale RTM du Pas-du-Roc (1999-2018).
- Sénat, Rapport d'information - L'avenir de la montagne : un développement équilibré dans un environnement préservé - Renforcer la politique de prévention des risques naturels. Available at: - <http://www.senat.fr/rap/r02-015-1/r02-015-19.html> [Consulté le mars 20, 2003].
- Service RTM de l'Isère, 2015. *Rapport d'activité du Service RTM de l'Isère*,
- Sonnier, J., 1991. Analyse du rôle de protection des forêts domaniales de montagne. *Rev. For. Fr.*, 43, p.131-146.
- Springgay, E., 2014. *Forests and Water - a five-year action plan*,
- Surell, A., 1841. *Etude sur les torrents des Hautes-Alpes*, Dunod. Paris.
- Thiéry, E., 1891. *Restauration des montagnes, correction des torrents, reboisement*, Baudry et Cie.

Liste des contacts

Norbert Debroize , <i>Ingénieur travaux au service RTM de l'Isère</i>	04 76 23 41 66
Jérôme Liévois , <i>Géologue au service RTM de Haute-Savoie</i>	04 50 03 83 94
Isère :	
Patrick Stagnoli, <i>Agent patrimonial UT Trièves</i>	04 76 34 70 71
Jean-Baptiste Nicaise, <i>Technicien territorial RTM Trièves</i>	04 76 34 79 83
Bernard Le Corre, <i>Chef de projet aménagement</i>	04 76 86 39 76
Joseph Lotito, <i>Agent patrimonial UT Grenoble</i>	04 38 92 12 36
Marie Juppé, <i>Technicien territorial RTM Grésivaudan, Chartreuse, Belledonne</i>	04 76 52 00 09
Savoie :	
Caroline Brobecker, <i>Responsable travaux au service RTM de Savoie</i>	04 79 69 96 01
Jean-Baptiste Malinverno, <i>Agent patrimonial UT Albertville</i>	04 79 24 33 21
Didier Waszak, <i>Technicien territorial RTM Savoie</i>	04 79 69 08 20
Romain Paulhe, <i>Ingénieur spécialisé RTM Maurienne</i>	04 79 69 96 03
Bruno Vinclaire, <i>Agent patrimonial UT Modane</i>	04 79 56 53 41
Olivier Lamy, <i>Technicien territorial RTM Savoie</i>	04 79 59 60 05
Haute-Savoie :	
Franck Simonnet, <i>Agent patrimonial UT Thonon</i>	04 50 73 81 14
Éric Vulliez, <i>Technicien territorial RTM Haute-Savoie</i>	06 09 62 15 34
Marion Laffin, <i>Responsable UT Bauges Aravis</i>	04 50 44 52 67
Julien Beaufils, <i>Agent patrimonial UT Bauges Aravis</i>	julien.beaufils@onf.fr
Drôme :	
Michel Vidal, <i>Chef de projets risques naturels à l'agence de Drôme-Ardèche</i>	04 75 82 27 91
Jimmy Bouyenvall, <i>Agent patrimonial UT Haut Diois</i>	04 75 21 12 28
Olivier Marco, <i>Chef du département risques naturels</i>	04 76 86 99 07
Xavier Gauquelin, <i>Chef de projet aménagement-sylviculture</i>	04 79 69 96 36
Stéphane Roudnitska, <i>Chargé d'études risques au service RTM de Savoie</i>	04 79 69 96 20
Freddy Rey, <i>Directeur de recherche à l'Irstea</i>	freddy.rey@irstea.fr

Annexes

Table des annexes

Annexe 1. Conclusions du rapport Sonnier (1990).....	97
Annexe 2. Cartographie aléa-enjeu de la forêt domaniale du Grand Ferrand (38), une carte par aléa.	98
Annexe 3. Mesure de la ligne d'énergie pour les chutes de blocs (Fred. Berger, Irstea).....	100
Annexe 4. Principe de localisation des « panneaux déclencheurs potentiels » d'avalanches (Irstea).	101
Annexe 5. Méthodologie pour le zonage des enjeux d'aménagement de la fonction de protection (cas des forêts non domaniales des départements RTM).....	102
Annexe 6. Détermination de la fonction potentielle de la forêt en fonction des aléas pour les forêts non domaniales des départements RTM (Office National des Forêts 2012b).....	103
Annexe 7. Fiche de relevé en forêt de protection – diagnostic IMA	105
Annexe 8. Carte des niveaux d'enjeux de protection sur le Grand Ferrand (issue de l'aménagement forestier).....	107
Annexe 9. Cartographie de l'IMA sur le Grand Ferrand jointe à l'aménagement forestier.....	108
Annexe 10. Localisation des ravines le long de la D216 (Col de Mens, FD RTM du Grand Ferrand).	109
Annexe 11. Cartographie du niveau d'enjeu de protection en FD RTM de la Tronche.	110
Annexe 12. Carte de situation de la FD RTM de Celliers (74).....	111
Annexe 13. Cartographie et quantification de l'aléa avalanches sur la FD RTM de Celliers.....	112
Annexe 14. Carte de cotation des enjeux sur la FD RTM de Celliers.	113
Annexe 15. Le boisement en collectifs en FD RTM de Celliers (73).....	114
Annexe 16. Cartographie de l'IMA sur la FD RTM de Celliers (réalisée en 2012).	116
Annexe 17. Cartographie de l'activité des glissements dans la partie haute de la série de la Grollaz (FD RTM du Pas-du-Roc).....	117
Annexe 18. Carte de l'aléa torrentiel sur le cône de déjection en aval de la série de la Grollaz.	118
Annexe 19. Place de série domaniale RTM de la Grollaz au sein du bassin versant (Kuss 2014).	119
Annexe 20. Carte de localisation des coupes sur la zone en glissement de la série de la Grollaz (FD RTM du Pas-du-Roc).	120
Annexe 21. Parcellaire de la forêt du Brévon.	121
Annexe 22. Carte des peuplements en forêt domaniale RTM de Brévon (issue de l'aménagement forestier).....	122
Annexe 23. Résultats des relevés effectués en forêt domaniale RTM du Brévon.	123
Annexe 24. Forêts domaniale et communale de Cons Sainte-Colombe (74).....	124
Annexe 25. Cartes aléa-enjeux (FD RTM de Glandasse).....	125
Annexe 26. Parcellaire de la FD RTM de Glandasse.....	127
Annexe 27. Résultats des relevés effectués en FD RTM de Glandasse.....	128

CONCLUSIONS

L'enquête sur le rôle de protection des forêts domaniales de montagne, réalisée par les services de gestion de l'Office national des Forêts, a duré trois ans et demi. Les données qui ont été recueillies sont, grâce à la compétence et au dévouement des divers enquêteurs, aussi dignes de foi qu'il est possible : c'est en tout cas ce qu'ont mis en évidence tous les contrôles, évidemment partiels, qui ont été effectués.

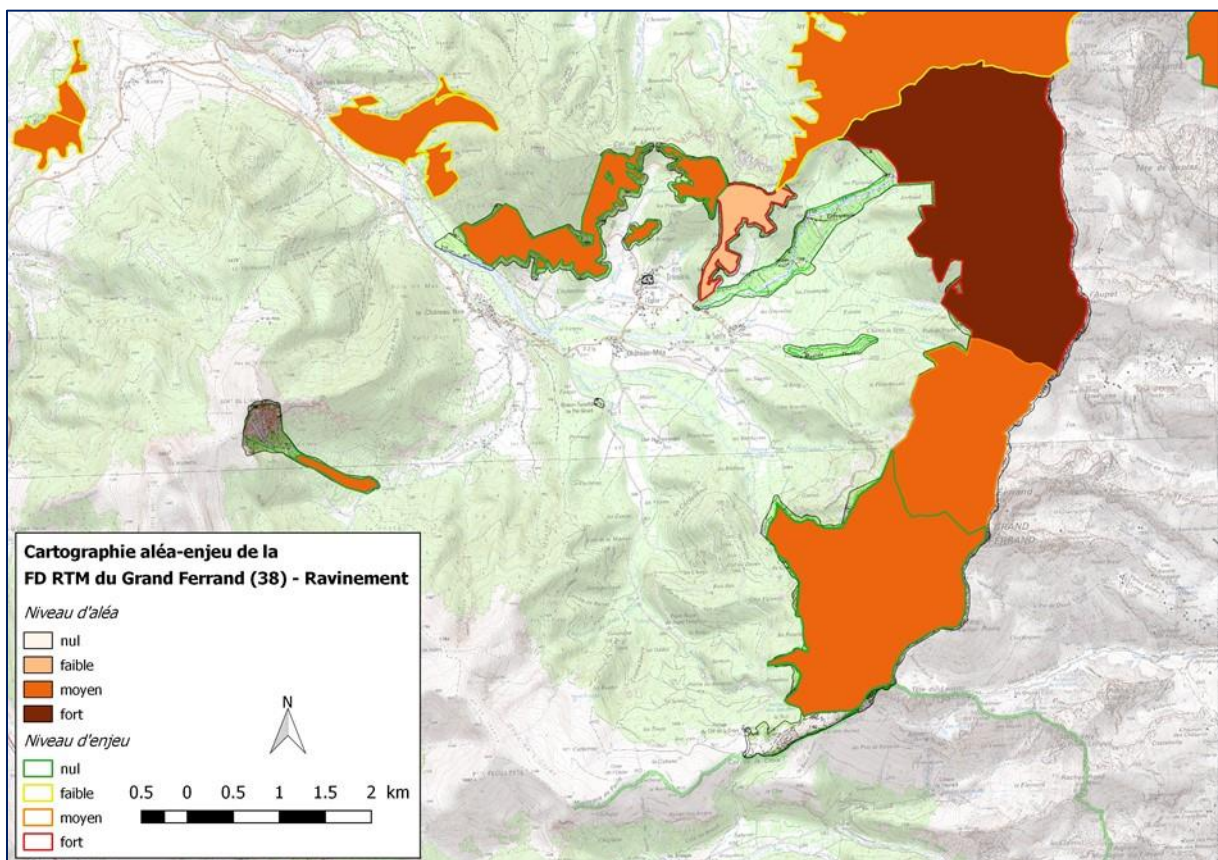
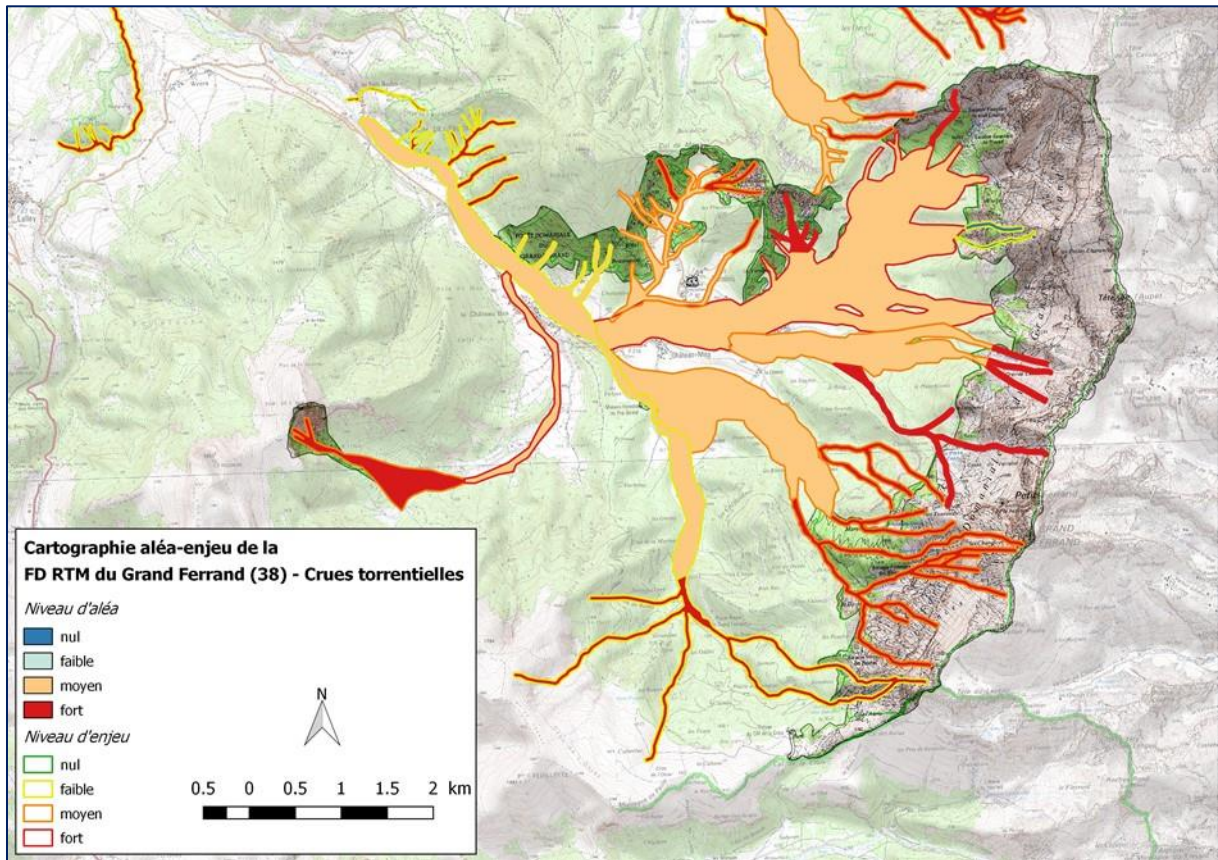
On vient de voir que l'exploitation informatique de ces données n'a pas été intégrale : ce n'était pas possible et il reste donc du travail à faire, donc des possibilités d'obtenir des résultats plus complets. Pour le moment, cependant, l'essentiel de la « substantifique moelle » a été mis en lumière et, malgré les imperfections et les lacunes inévitables dans une œuvre aussi complexe, la plupart des buts qui étaient assignés ont été atteints ; on peut d'ores et déjà :

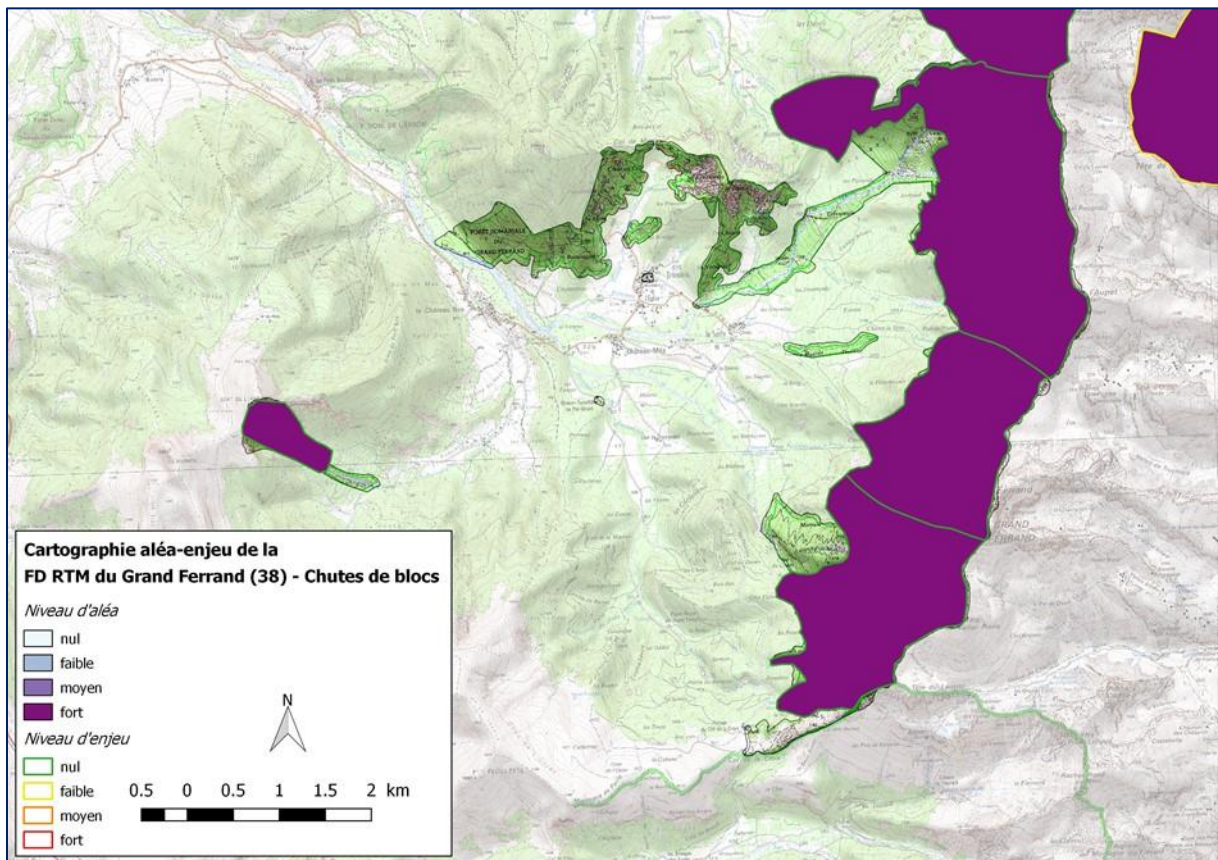
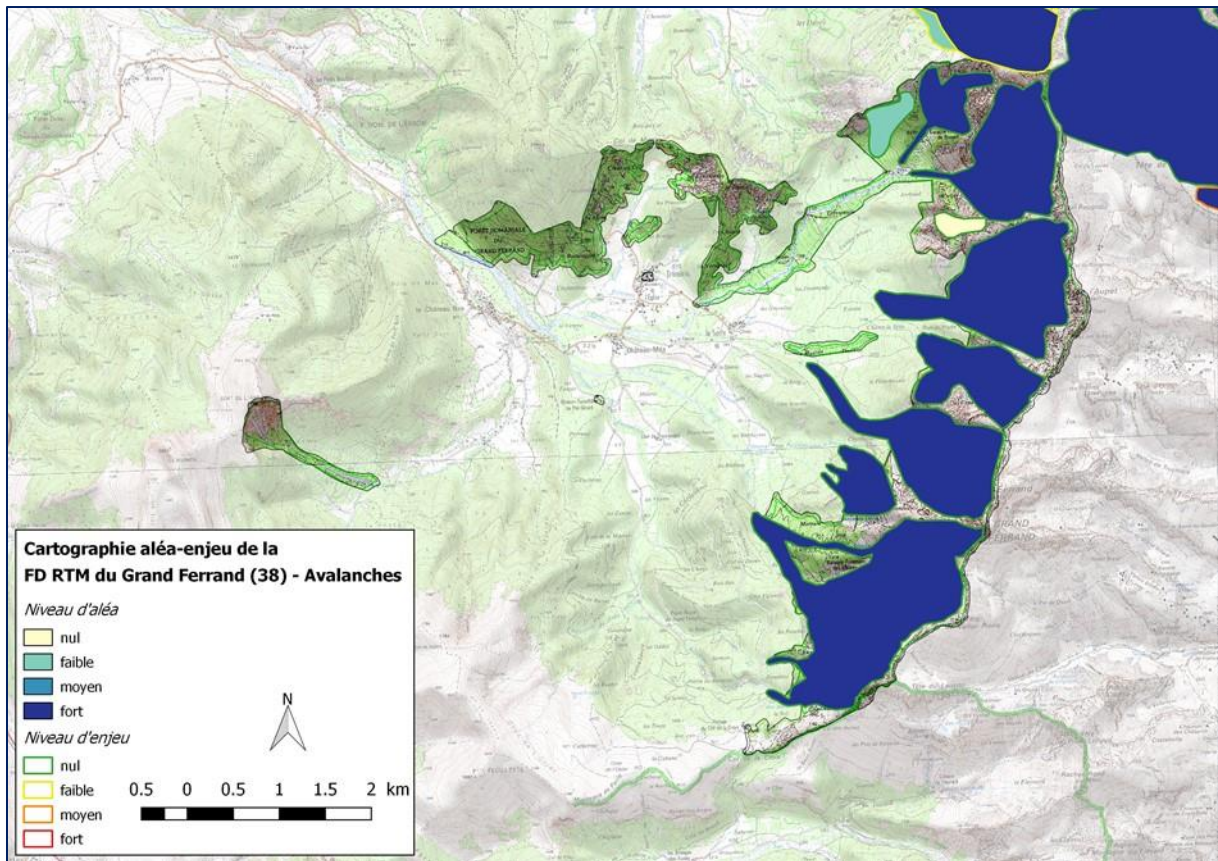
- connaître de façon précise les zones où la forêt a un rôle de protection à jouer ;
- définir en chaque zone le type de risque naturel contre lequel il faut se prémunir en priorité ;
- avoir, aux divers échelons (national, régional, départemental et même de la forêt), une idée **qualitative** du poids des intérêts économiques et humains protégés ;
- établir, au vu des contraintes de renouvellement mises en évidence, un planning, en surface et en argent, des opérations de renouvellement qui sont indispensables à réaliser si l'on veut que la forêt continue à assurer la protection qu'elle dispense actuellement.

Reste cependant que la forêt domaniale ne représente en montagne que 16 % de la surface forestière, laquelle couvre plus de 30 % du territoire montagnard. C'est dire que les résultats qui viennent d'être obtenus, s'ils présentent un grand intérêt, devraient être complétés grâce à l'extension de l'enquête à l'ensemble de la forêt de montagne, communale et privée. C'est la condition *sine qua non* pour que nous puissions avoir une vue d'ensemble suffisamment précise du rôle de la forêt en montagne... mais cela suppose bien évidemment des moyens considérables en argent et surtout en personnel qualifié.

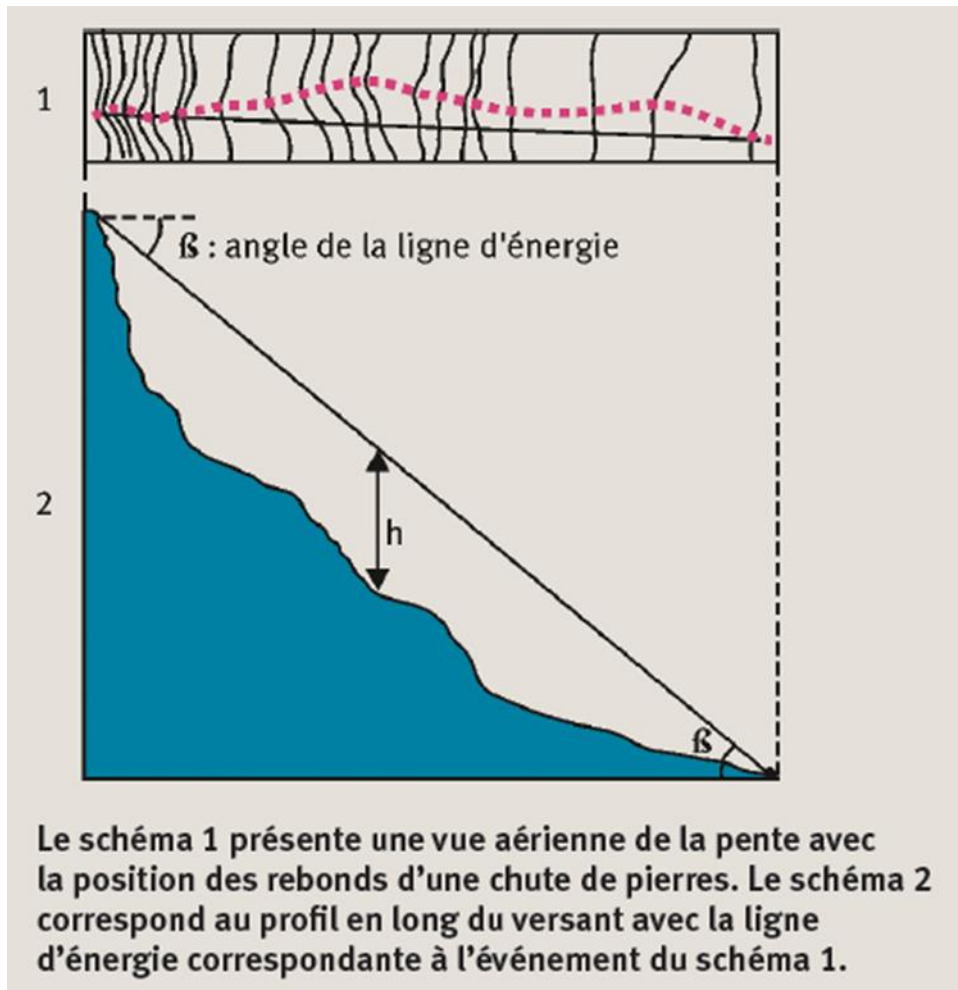
J. SONNIER
Ingénieur en Chef du GREF
Chargé de mission auprès du Délégué national
aux Actions de Restauration des Terrains en Montagne
OFFICE NATIONAL DES FORÊTS
3, boulevard des Diables Bleus
38000 GRENOBLE

Annexe 2. Cartographie aléa-enjeu de la forêt domaniale du Grand Ferrand (38), une carte par aléa.





Annexe 3. Mesure de la ligne d'énergie pour les chutes de blocs (Fred. Berger, Irstea).

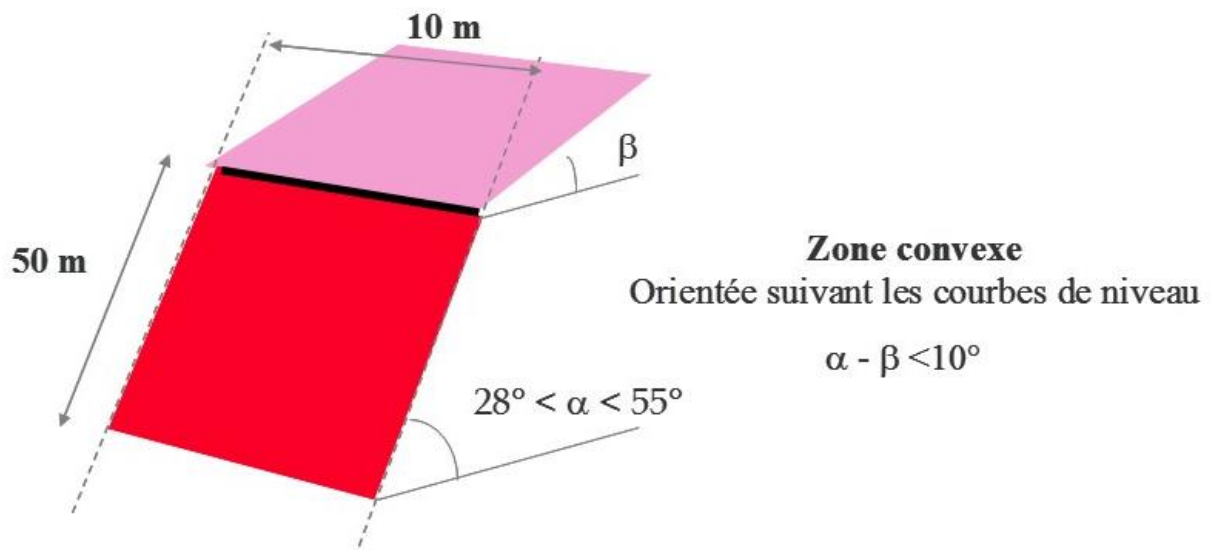


Pour évaluer l'aire de propagation des blocs, on se base sur les repères suivants :

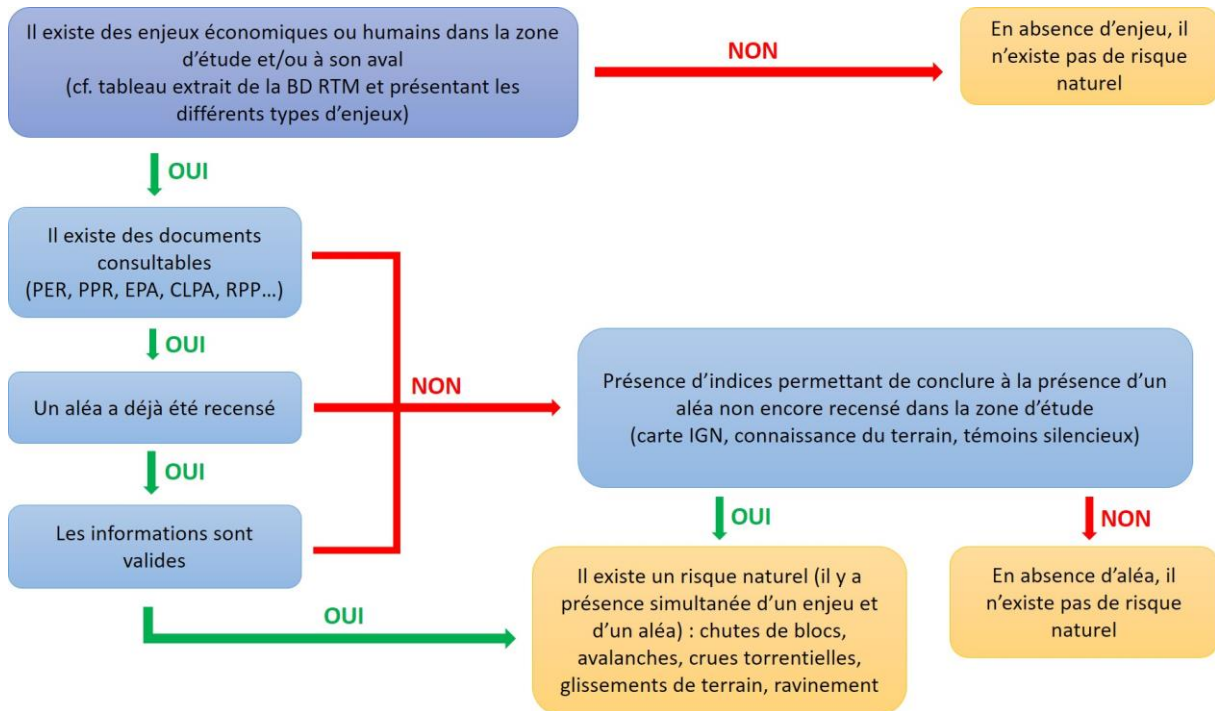
- Terrain nu, $\beta \geq 30^\circ$
- Forêt adulte complète, $\beta \geq 38^\circ$
- Pas d'atteinte envisageable pour $\beta \leq 28^\circ$

La fonction de protection par le peuplement est donc optimale entre 28° et 38° .

Annexe 4. Principe de localisation des « panneaux déclencheurs potentiels » d'avalanches (Irstea).



Annexe 5. Méthodologie pour le zonage des enjeux d'aménagement de la fonction de protection (cas des forêts non domaniales des départements RTM).



PER : Plan d'Exposition aux Risques

PPR : Plan de Prévention des Risques

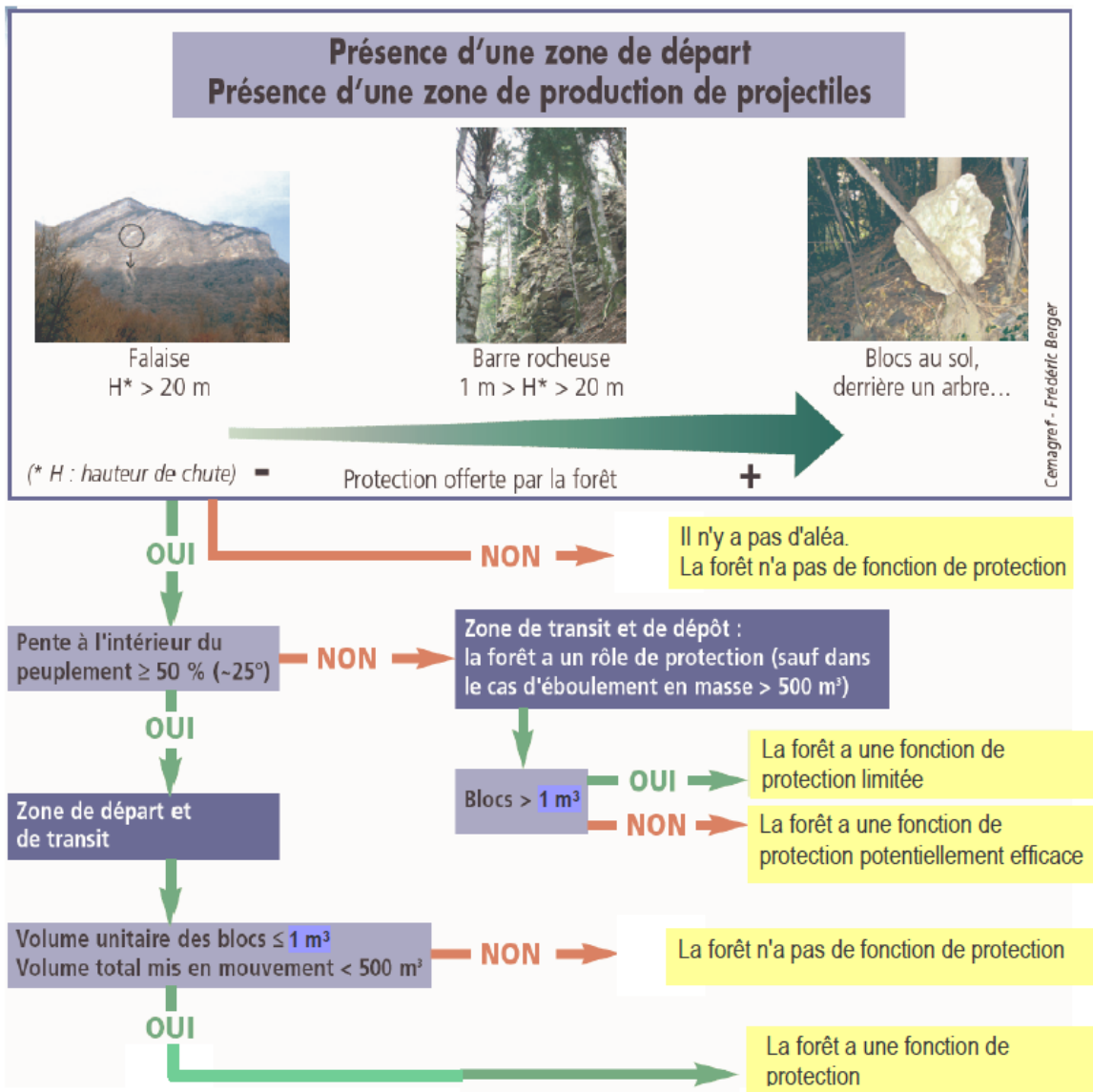
EPA : Enquête Permanente sur les Avalanches

CLPA : Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanche

RPP : Renouvellement des Peuplements de Protection

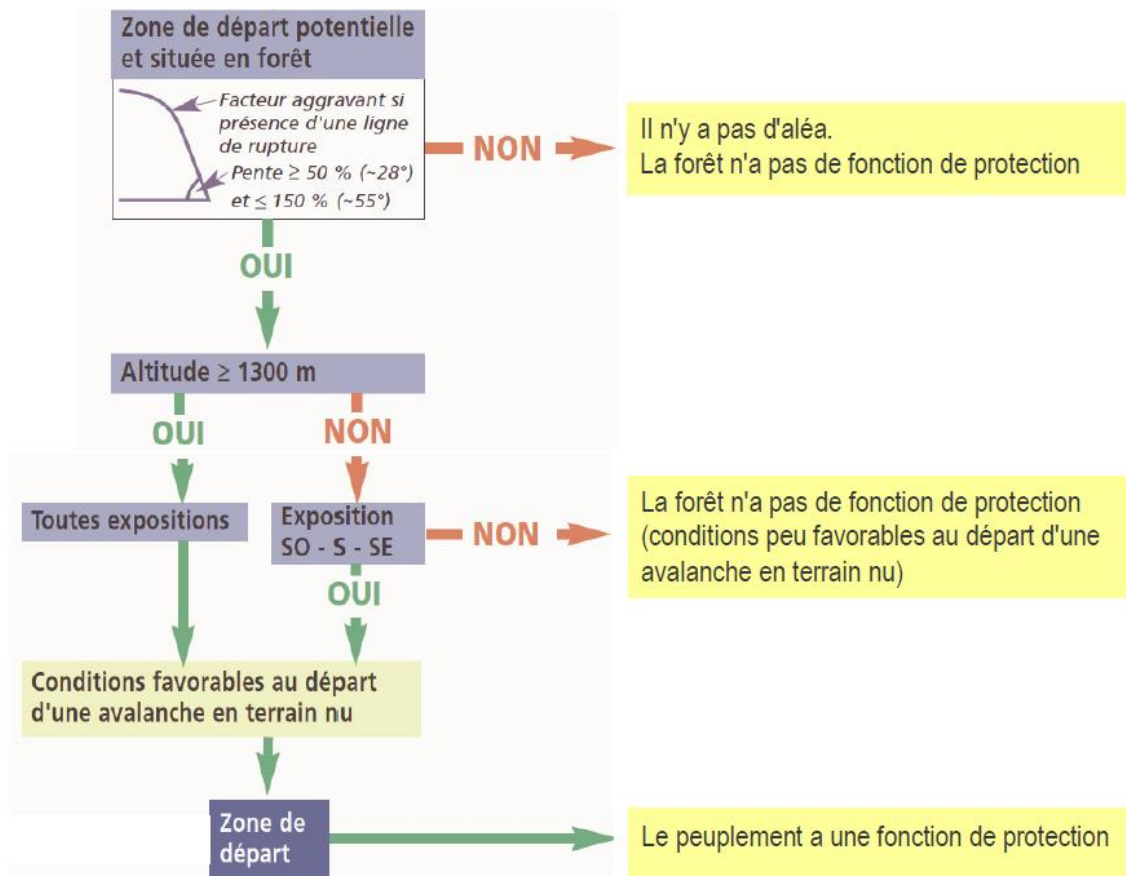
Annexe 6. Détermination de la fonction potentielle de la forêt en fonction des aléas pour les forêts non domaniales des départements RTM (Office National des Forêts 2012b).

• **Pour les chutes de blocs :**



• **Pour les avalanches :**

Les peuplements à fonction de protection correspondent aux zones de départ d'avalanche. Par contre, les peuplements situés en zone de transit et en zone de dépôt ont peu d'impact sur la propagation de l'avalanche : ils ne sont donc pas intégrés dans la cartographie. Une fois le classement en enjeu d'aménagement effectué, il est possible d'évaluer le rôle de protection joué par le peuplement forestier.



- **Pour le ravinement :**

La forêt a une fonction de protection dès que l'aléa ravinement est identifié.

- **Pour les glissements de terrain**

Présence de glissements de terrain superficiels de profondeur inférieure à 2 m menaçant des enjeux socio-économiques.



La forêt a une fonction de protection (limitée)

Présence de glissements profonds (profondeur supérieure à 2m), menaçant des enjeux socio-économiques.



La forêt n'a pas de fonction de protection

- **Pour les crues torrentielles (hors zone méditerranéenne) :**

La végétation boisée :

- Existante sur les berges et dans le lit du torrent peut générer des embâcles aggravant l'ampleur des crues ;
- Existante sur le cône de déjection a un effet de frein des laves torrentielles.

Annexe 7. Fiche de relevé en forêt de protection – diagnostic IMA

FORÊT

Date description

Détermination IMA des peuplements à fonction de protection Noms descripteurs

Ava = à renseigner en cas d'avalanches (Ava) **ChB** / **ChB** = à renseigner en cas de chutes de blocs (ChB) / **ChB** = à renseigner en cas de ravinement (Ravi), **Crue** / **Crue** = crues torrentielles (Crue) ou glissements de terrain de prof. < 2 m (GI2)

Identifiant du polygone (eau de la photo-interprétation)		DONNEES OBLIGATOIRES										DONNEES OBLIGATOIRES				DONNEES OBLIGATOIRES					Description externe												
		Aléas présents					Peupl non boisé	Couvert hivernal				Surface terrière G/ha		Peuplement majoritairement précomptable ?		Couvert végétal total en été			Ravi. < 1 ha	Transit crues		Résistance du ppt											
		Chutes de blocs	Avalanches	Ravinement	Crues torrent.	Glissement terrain prof. < 2 m		épicéa + sapin + pins (feuillus et mélèze exclus)	diam. 17,5 et +				si NON	si OUI	(arbres + arbustes + herbacées)																		
1=oui	1=oui	1=oui	1=oui	1=oui	1=oui	Ava	Ava	Ava	Ava	Ava	Ava	Ava	ChB	ChB	ChB	ChB	Ravi	Ravi	Ravi	Crue	Crue	Crue	Tous aléas	Tous aléas									
(1)	(2)	(3)	départ déclaré en forêt	départ potentiel en forêt	ravines > 1 ha	ravines < 1 ha	Zone de départ = bassin d'apport	Zone de transit = lit, berges torrent	Zone de dépôt = cône de déjection	Glissement terrain prof. < 2 m	si non boisé, seules les colonnes jaunes sont à renseigner	0 à 10%	10 à 30%	30 à 70%	70 à 100%	0 à 10 m ² /ha	10 à 25 m ² /ha	25 à 40 m ² /ha	+ de 40 m ² /ha	0 à 25 m ² /ha	+ de 25 m ² /ha	moins de 2 000/ha	+ de 2 000/ha	moins de 850/ha	+ de 850/ha	0 à 30%	30 à 70%	70 à 100%	Li ravin entièrement végétalisé (arbrustes herb.)	Zone non végétalisée (li et berges torrent)	Présence de bois de diam. > 40 cm	1 = bonne résistance	1 = description faite par vision externe
1 ligne = 1 peuplement homogène issu de la photo-interprétation, éventuellement subdivisé lors de l'expertise terrain																																	

Les trouées < 10 ares sont intégrées dans le peuplement décrit : le G/ha et la densité tiges tiennent compte de ces trouées.
Les trouées > 10 ares sont exclues du peuplement décrit. Le peuplement décrit est le peuplement entre trouées.
Une trouée cesse d'être une trouée lorsqu'elle est boisée de tiges > 7,5cm

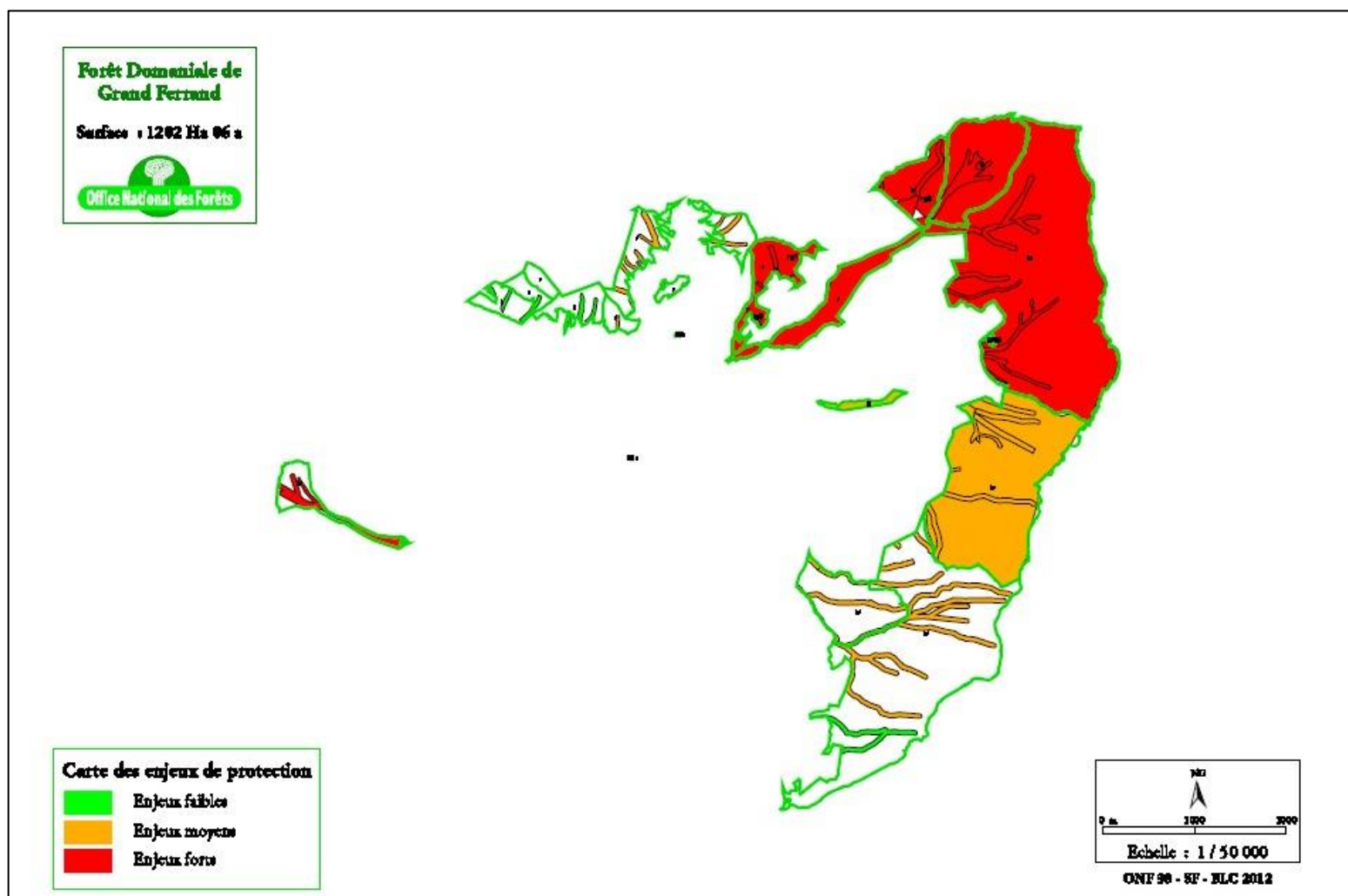
* Toutes les tiges de diamètre 7,5 à 17,5 cm sont à prendre compte, y compris dans coupes de taillis + buis, noisetier.

(1) : à renseigner en cas de subdivision du polygone sur le terrain - une lettre par subdivision (a,b,c... à reporter sur plan) - ne pas subdiviser en dessous de 1 ha.
(2) : considérer la longueur boisée, qq soit la propriété (y compris partie hors forêt aménagée), entre départ des blocs et enjeu. Longueur horizontale sur plan.
(3) : végétation herbacée ou arbustive de Ø < 7,5. La régénération en essence susceptible d'atteindre le Ø > 7,5 est considérée comme boisement.
(4) : densité sur une placette pseudo circulaire de rayon = 10 m
< 2 000/ha = espacement sup. à 2 m / 2,5 m < 350/ha = 10 tiges et - sur rayon de 10 m
> 2 000/ha = espacement inf. à 2 m / 2,5 m > 300/ha = 11 tiges et + sur rayon de 10 m

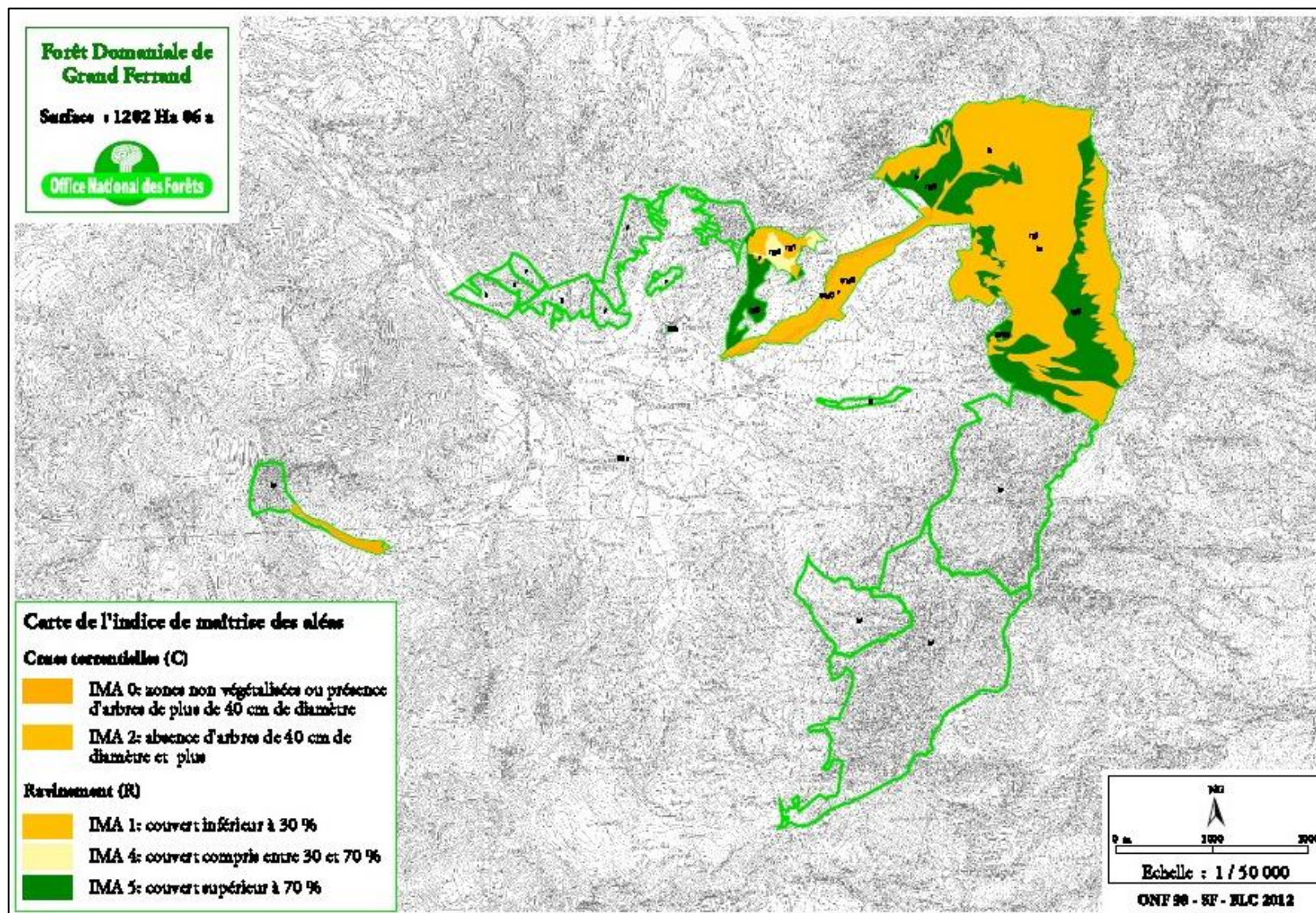
correction du rayon de la placette 10 m selon la pente				
0% à 35%	40% à 55%	60% à 75%	80% et +	pente
10 m	11 m	12 m	13,50 m	rayon horizontal

(5) : résistance d'un peuplement forestier = capacité à résister aux perturbations biotiques et abiotiques ; 1 = bonne résistance.
L'objectif est d'estimer la probabilité de disparition du peuplement à court ou moyen terme, c'est-à-dire sur une durée d'application d'un à deux aménagements.
(6) : les zones inaccessibles sont à décrire avec la précision que permet une observation externe du peuplement

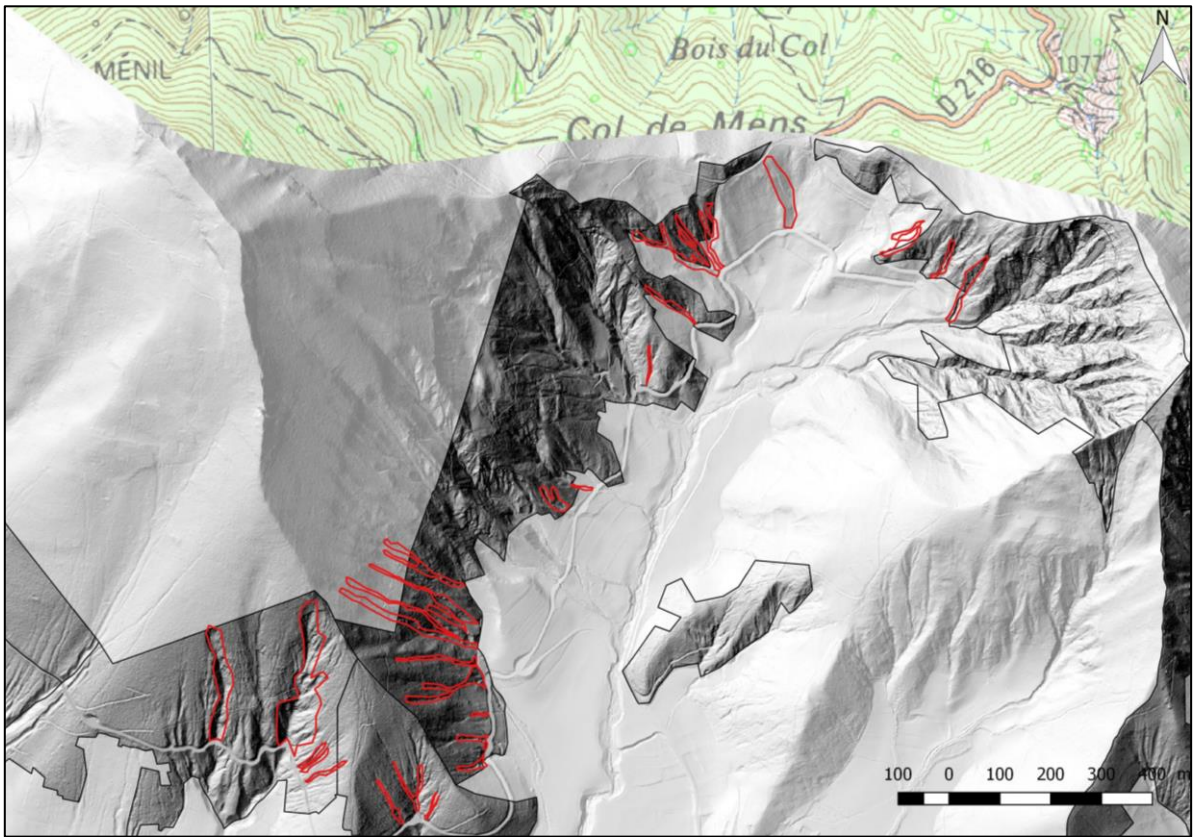
Annexe 8. Carte des niveaux d'enjeux de protection sur le Grand Ferrand (issue de l'aménagement forestier).



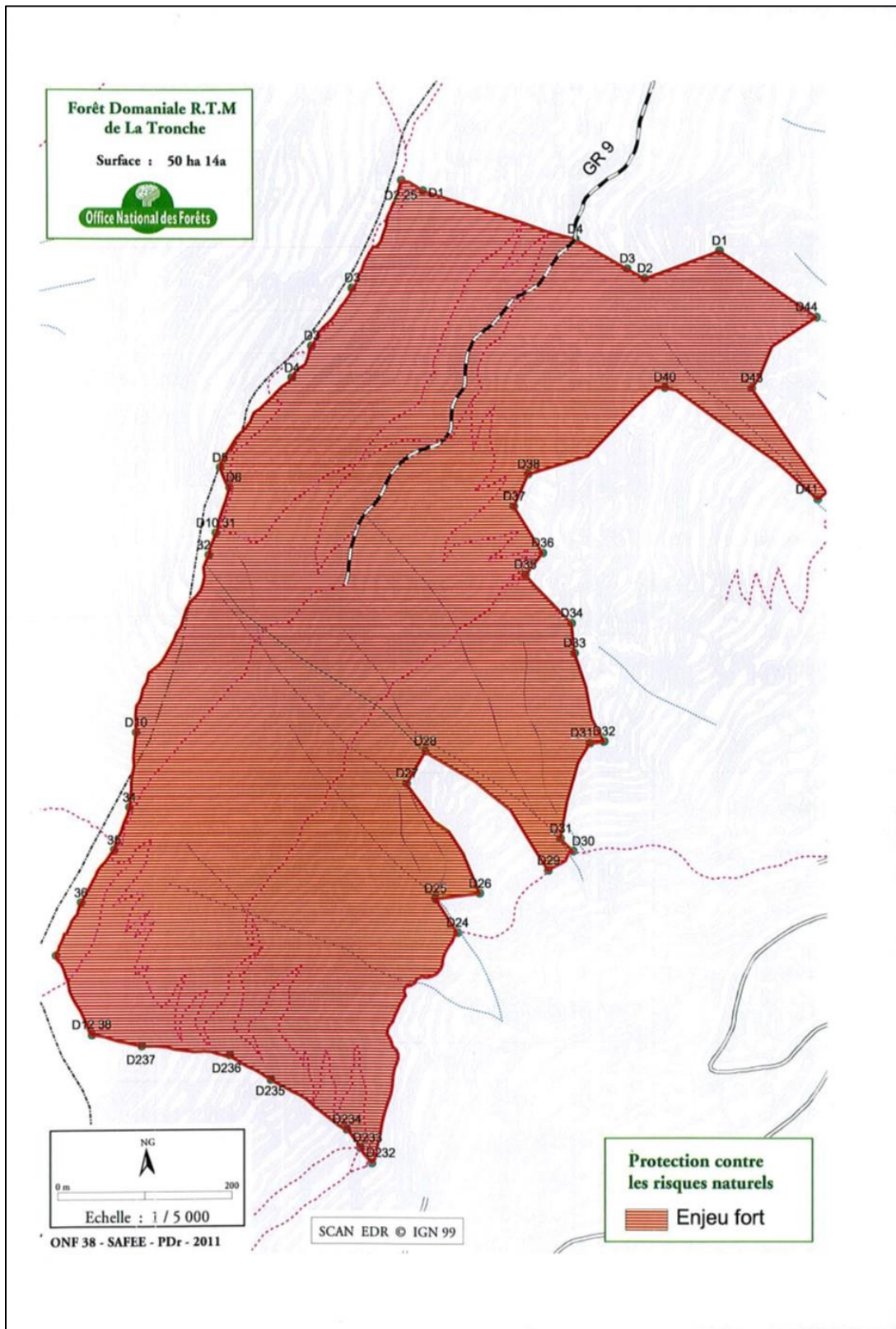
Annexe 9. Cartographie de l'IMA sur le Grand Ferrand jointe à l'aménagement forestier.



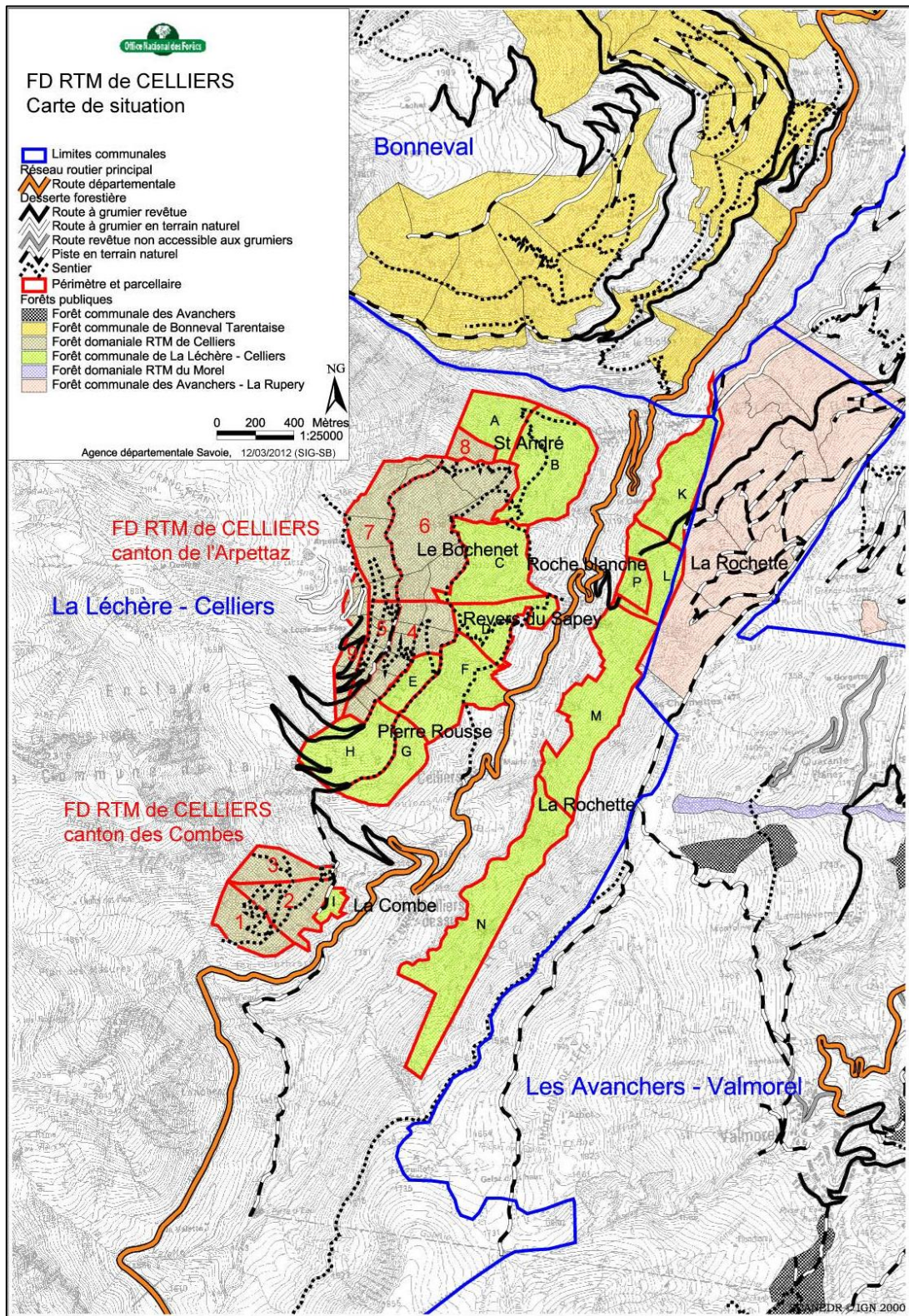
Annexe 10. Localisation des ravines le long de la D216 (Col de Mens, FD RTM du Grand Ferrand).



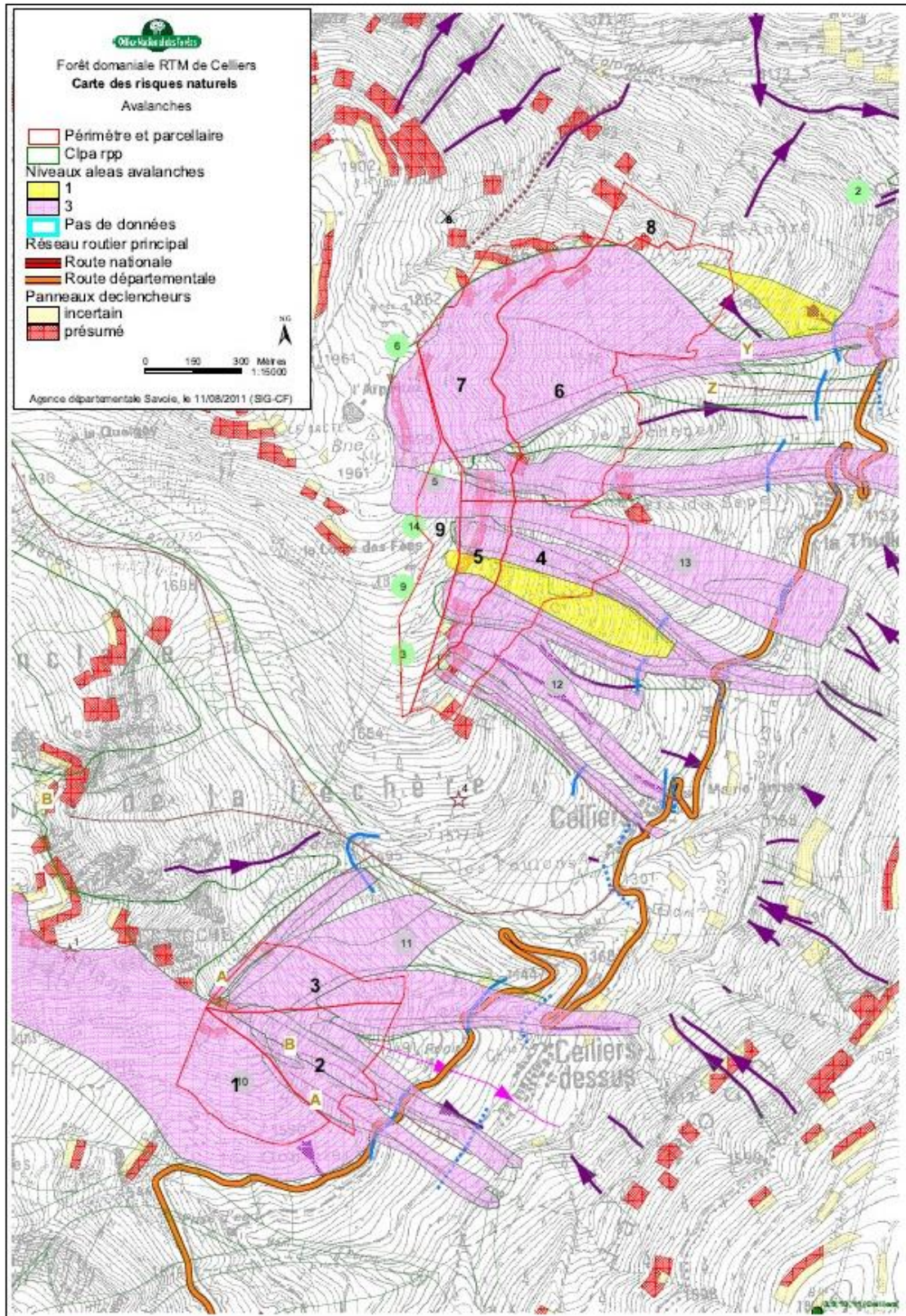
Annexe 11. Cartographie du niveau d'enjeu de protection en FD RTM de la Tronche.



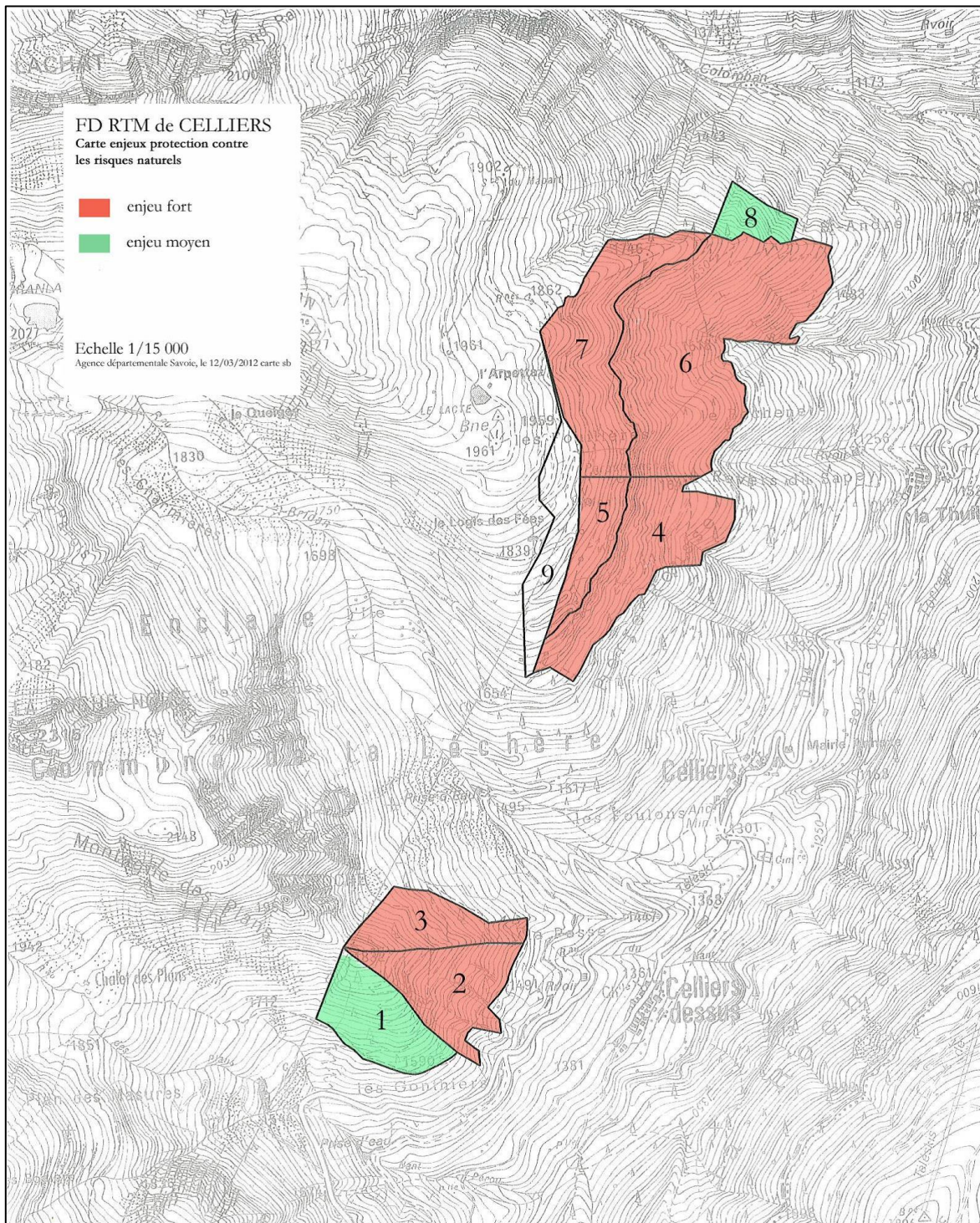
Annexe 12. Carte de situation de la FD RTM de Celliers (74).



Annexe 13. Cartographie et quantification de l'aléa avalanches sur la FD RTM de Celliers.



Annexe 14. Carte de cotation des enjeux sur la FD RTM de Celliers.



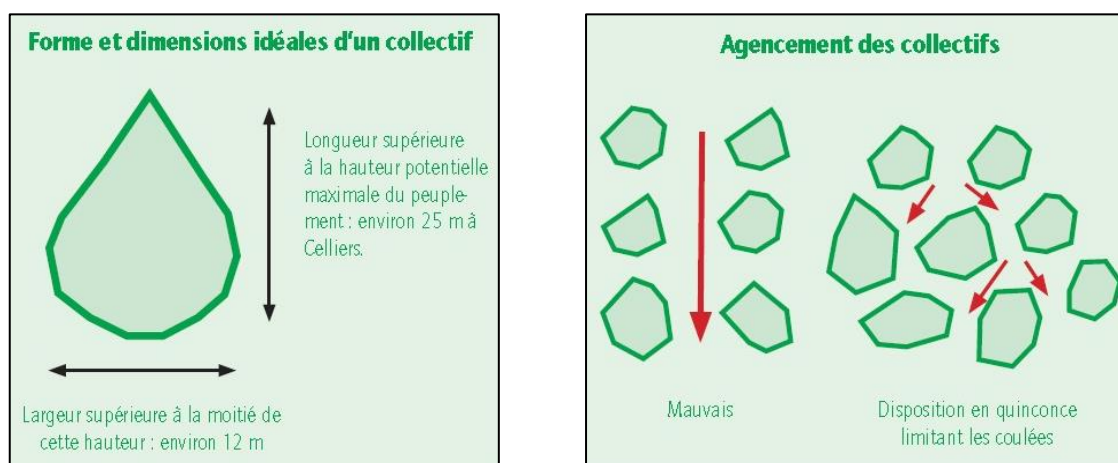
Annexe 15. Le boisement en collectifs en FD RTM de Celliers (73).

Il s'agit de la première forêt française ayant fait l'objet d'une sylviculture en collectifs. Cette méthode est directement inspirée des méthodes suisses dont la grande majorité des forêts est en montagne et dont ce type de sylviculture est hautement subventionné par l'Etat.

Les premières plantations visaient à l'établissement d'un peuplement régulier et fermé, ce qui présente plusieurs inconvénients :

- Les dégâts causés à une partie du peuplement peuvent se propager à l'ensemble du peuplement ;
- Cela ne permet pas une irrégularité dans les épaisseurs de couches de neige au sol.
- Cela crée un mur contre les avalanches, soit le peuplement bloque totalement l'avalanche, soit il s'effondre sous la force du phénomène ;
- Le peuplement entier vieillira en même temps, ce qui pose le problème de son renouvellement et de son étalement dans le temps afin de conserver la fonction de protection de la forêt.

Un collectif est une communauté d'arbres très serrés allant de quelques individus à une surface de 10 ares, qui se distingue de son entourage par sa structure et qui est enveloppée d'un manteau d'aiguilles plus ou moins bien formé. La forme idéale d'un collectif est celle d'une goutte d'eau avec la pointe vers le haut et il est préférable de les agencer en quinconce pour éviter la formation de couloirs d'avalanches comme le montre la figure suivante :



Principe des peuplements paravalanches en collectif (RTM 73).

Une forêt structurée en collectifs est stable car :

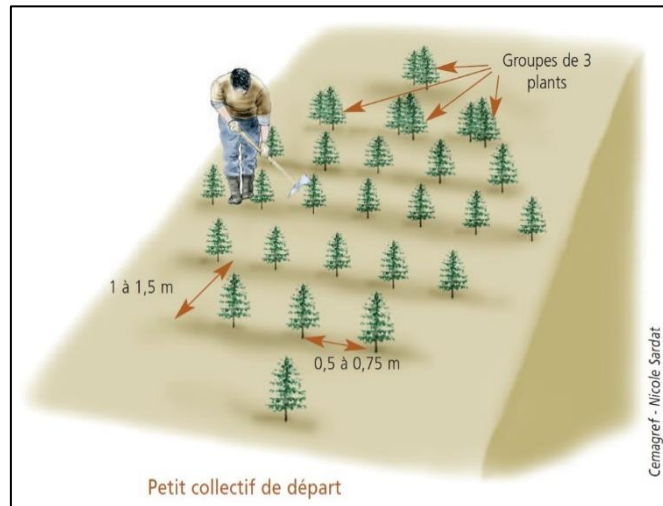
- Le collectif en lui-même est un élément de stabilité, les arbres d'un collectif forment un groupe, ils se tiennent ensemble grâce à l'enchevêtrement de leurs racines et de leur houppier, ce qui leur confère une souplesse et une élasticité ;
- Le peuplement est « perméable » vis-à-vis des avalanches de poudreuse et des tempêtes. Les dégâts sont en général localisés et ne se propagent pas à l'ensemble du peuplement, comme c'est souvent le cas pour les futaies fermées et uniformes ;
- La neige est répartie de façon hétérogène dans le peuplement, avec des densités et des épaisseurs variables entre et à l'intérieur des collectifs. Cette rugosité bloque les mouvements du manteau neigeux.

Il faut distinguer l'éclaircie par collectifs et la plantation en collectifs :

- L'éclaircie par collectifs s'effectue dans un peuplement déjà en place. En général, à des altitudes élevées, des collectifs naturels se sont déjà plus ou moins formés, et il existe des

lisières vertes. Dans ce cas, il faut réaliser des éclaircies en travaillant au profit des meilleurs épicéas (les plus stables, avec lisière verte qui serviront de point d'appui au collectif en forme de goutte d'eau. Les collectifs seront en quinconce et on évitera les couloirs de plus de 40 m dans le sens de la pente.

- La plantation en collectifs se fait en haute altitude, où la forêt ne s'est pas forcément installée naturellement. Elles se font sur micro-banquettes, en forme de goutte d'eau, le nombre de plant par potet dépend de sa position dans le collectif comme le montre la figure suivante :



Plantations en collectifs (Cemagref).

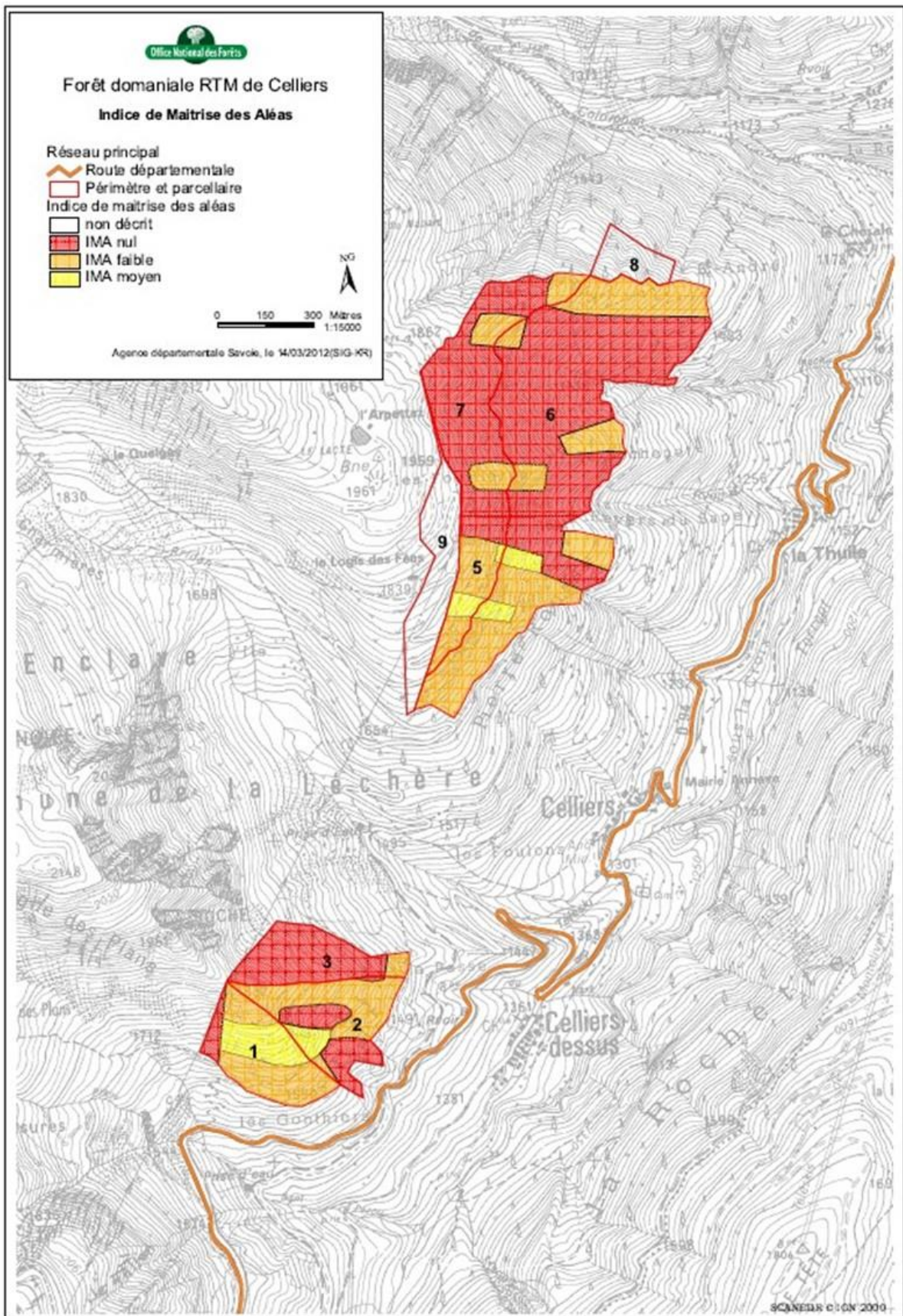
L'épicéa gagne en stabilité lorsqu'il est en collectif : les 3 graines/plants du potet se développent ensemble, leur système racinaire fusionne, les houppiers s'entremêlent. Cela forme un individu trapu très bien enraciné, ce qui répond aux enjeux de protection contre les avalanches.

. Suivant la situation, deux modalités de gestion sont adoptées :

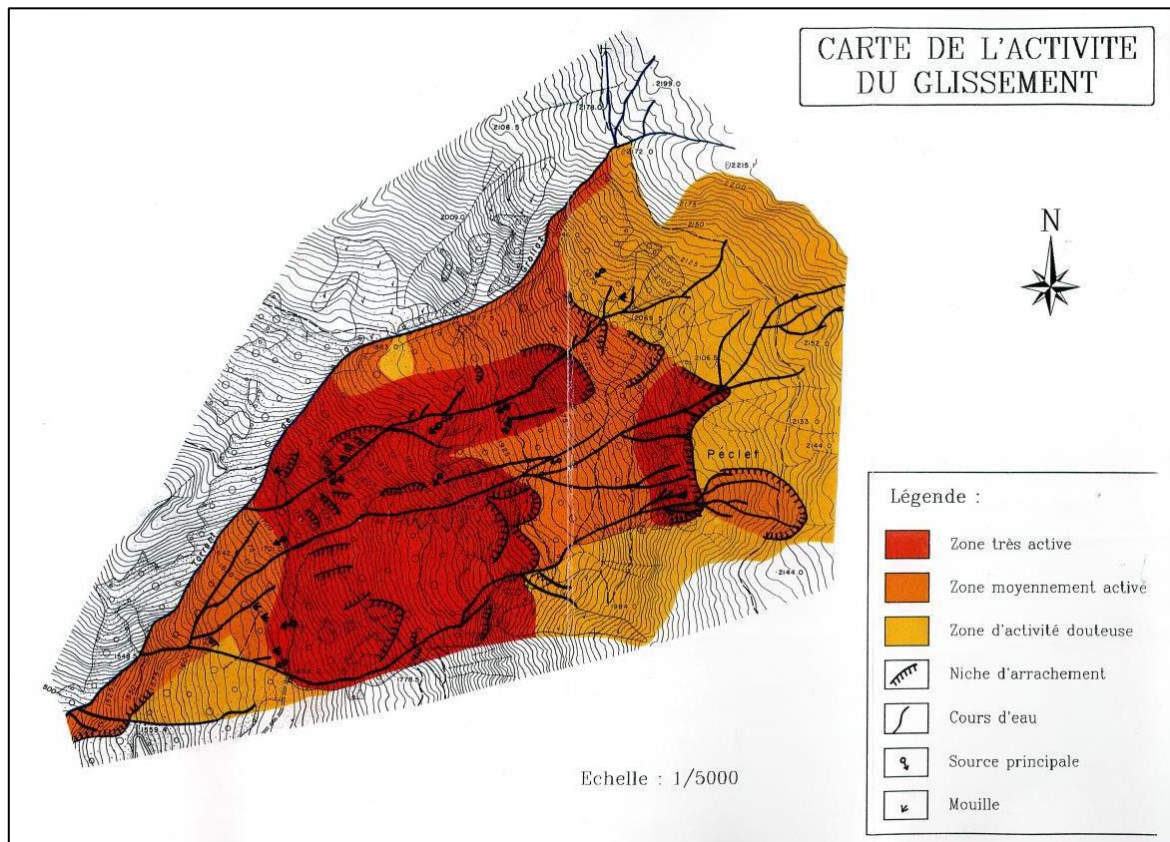
- Si présence de lisières vertes (branches basses), et forte pente, les collectifs sont privilégiés.
- Si le peuplement est trop vieux et que les lisières vertes ne sont plus là, le pied-à-pied est privilégié.

La dimension des collectifs et leur espacement dépend des conditions stationnelles, de l'altitude : en bas, où les arbres sont plus haut, les collectifs seront plus grands et leur espacement pourra atteindre les 8 m, cette taille et cet espacement seront réduits avec l'altitude.

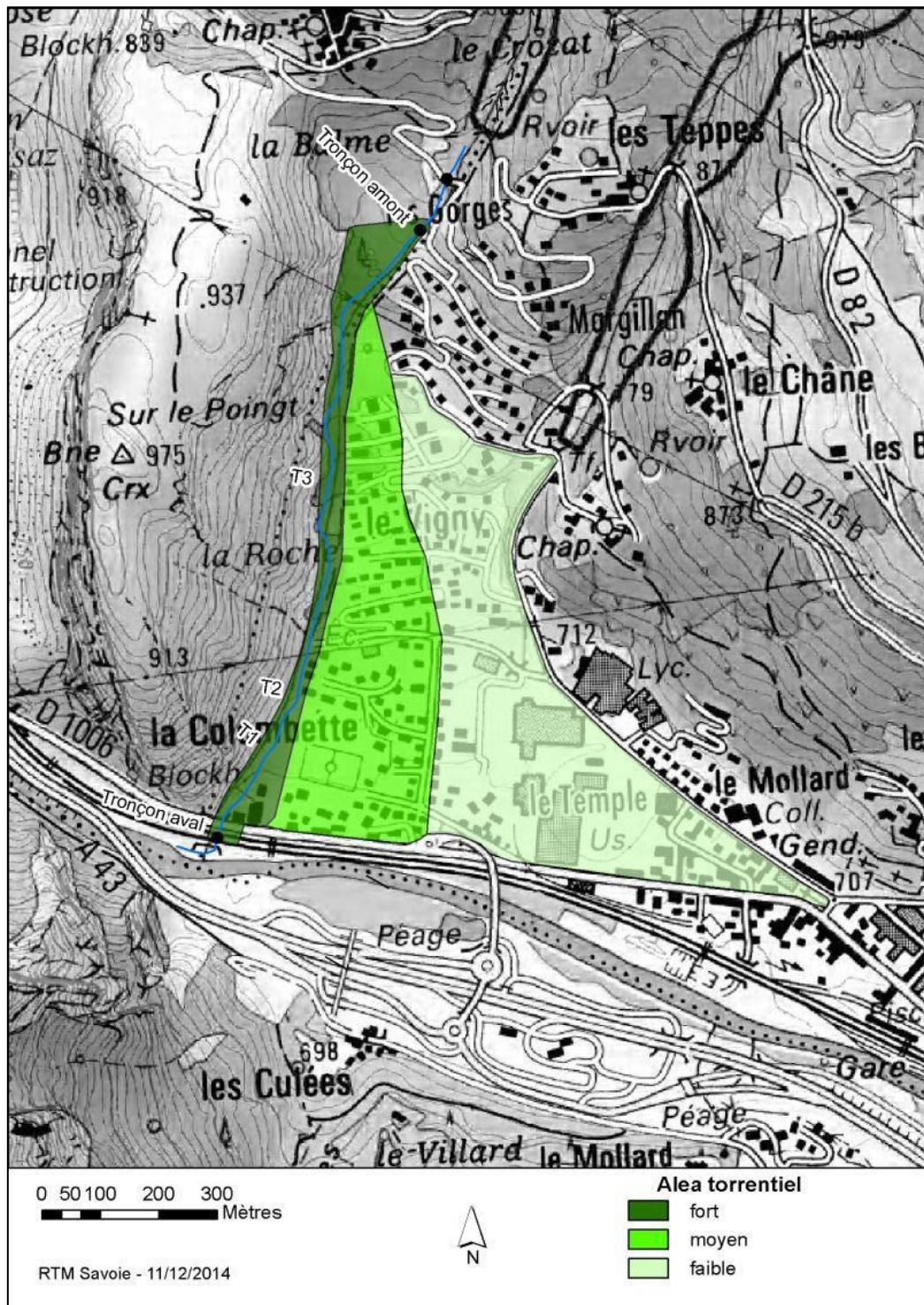
Annexe 16. Cartographie de l'IMA sur la FD RTM de Celliers (réalisée en 2012).



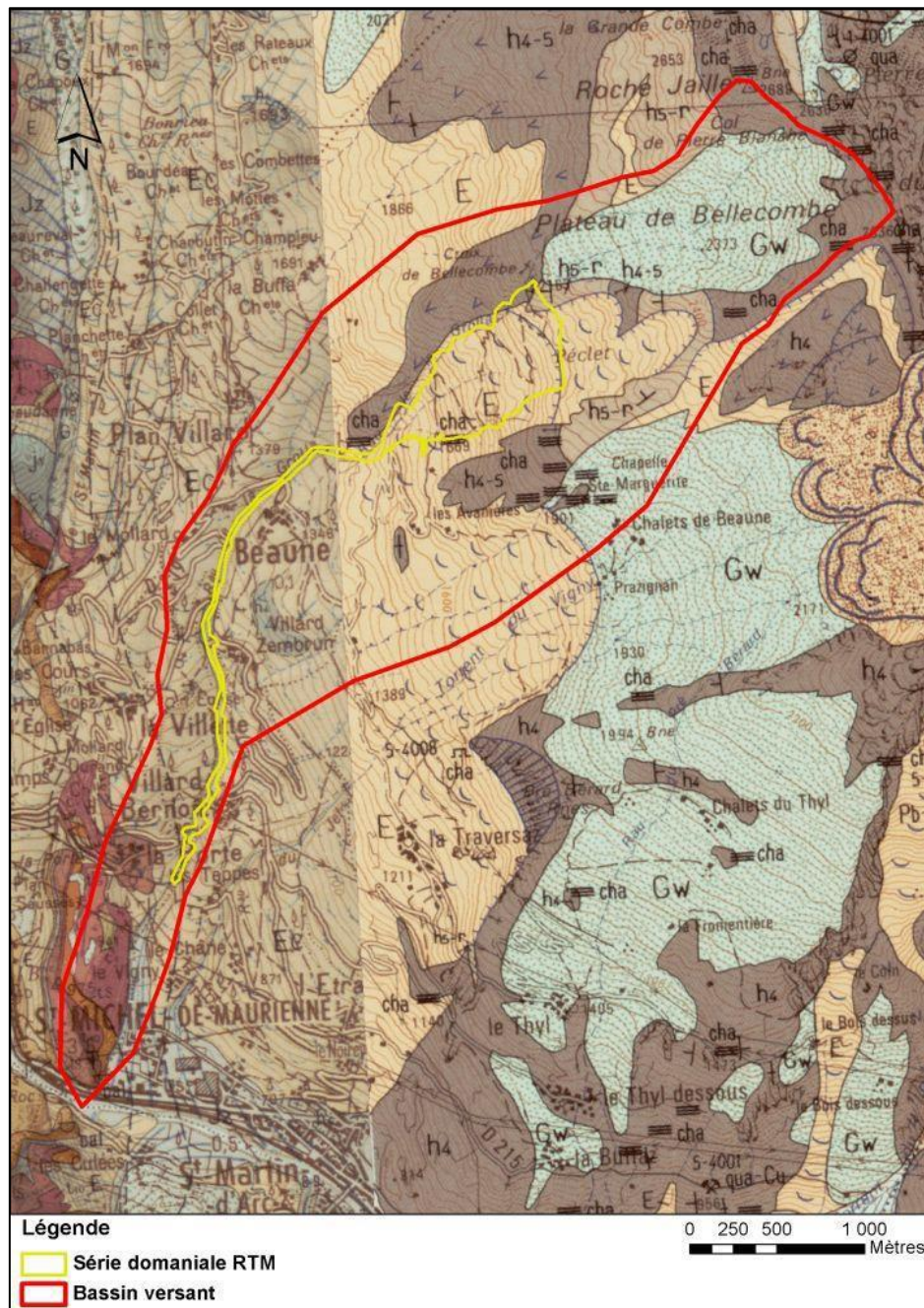
Annexe 17. Cartographie de l'activité des glissements dans la partie haute de la série de la Grollaz (FD RTM du Pas-du-Roc).



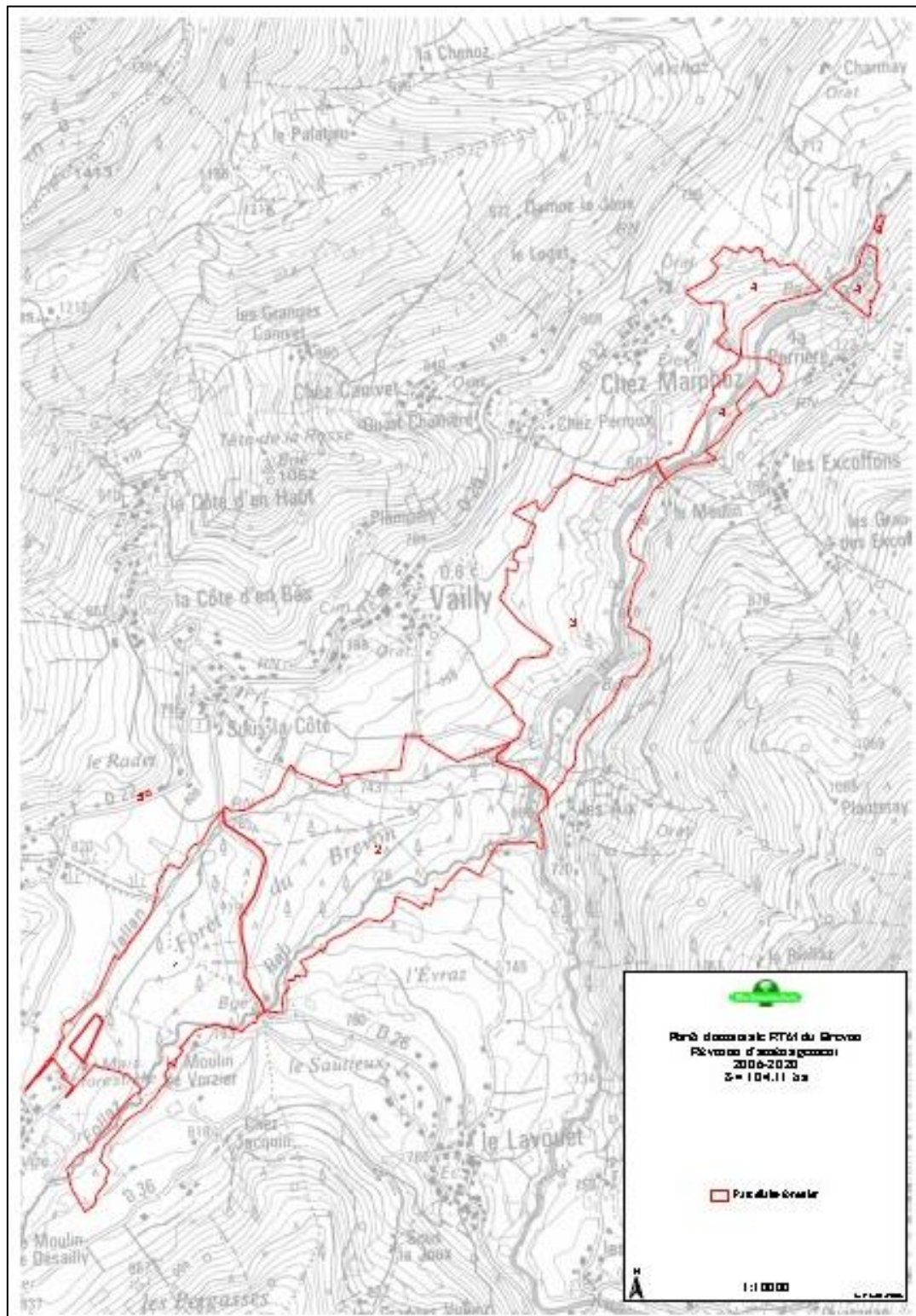
Annexe 18. Carte de l'aléa torrentiel sur le cône de déjection en aval de la série de la Grollaz.



Annexe 19. Place de série domaniale RTM de la Grollaz au sein du bassin versant (Kuss 2014).



Annexe 21. Parcellaire de la forêt du Brévon.



Annexe 23. Résultats des relevés effectués en forêt domaniale RTM du Brévon.

Moyenne des surfaces terrières et proportion de gros bois par parcelle.

Parcelles	Moyenne de G totale (m ² /ha)	Moyenne de la proportion en GB (%)
1	32	2,5
3	46	7,5
4	43	0
Total général	40	3,3

Moyennes des couverts des différentes strates arborées par parcelle.

Parcelles	Strate 1 (%)	Strate 2 (%)	Strate 3 (%)	Strate 4 (%)
1	87,5	17,5	1,5	0
3	92,5	15	0	0
4	97,5	5	0	0
Total général	92,5	12,5	0,5	0

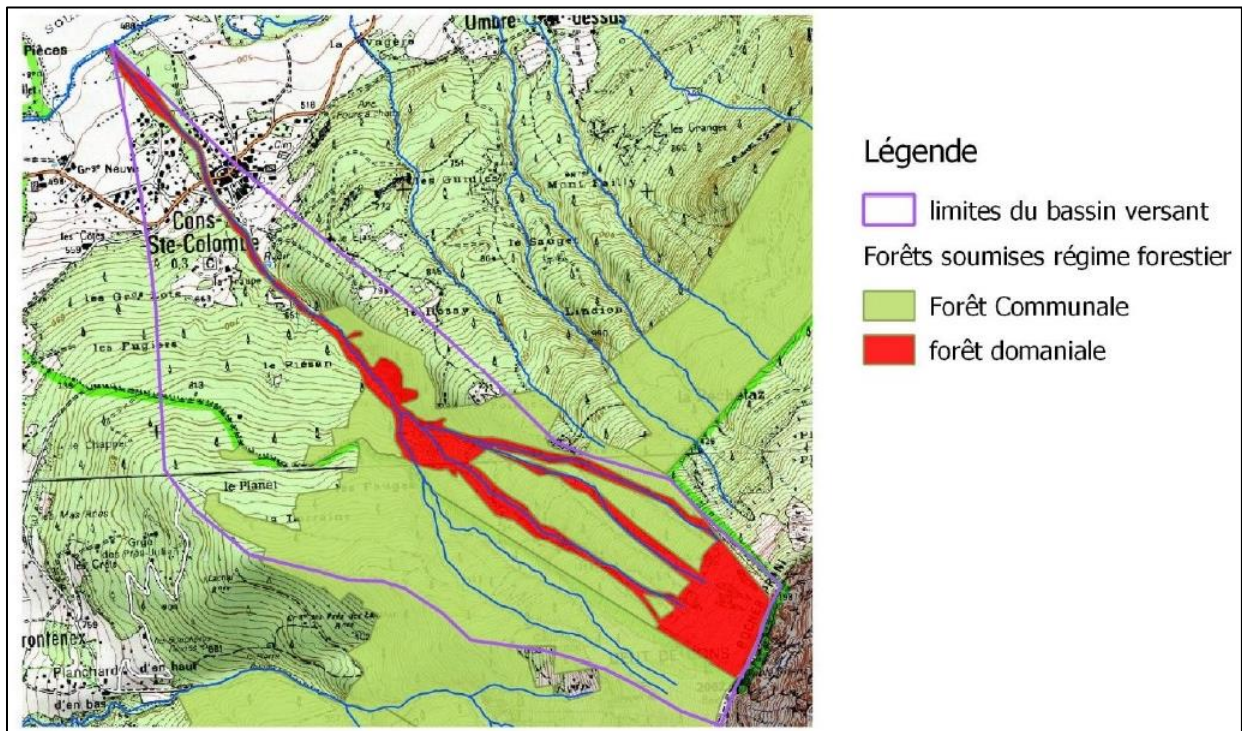
Proportion d'épicéas par parcelle, en surface terrière.

Parcelles	Proportion en épicéas (%)
1	97,5
3	100
4	97,5
Total général	98,3

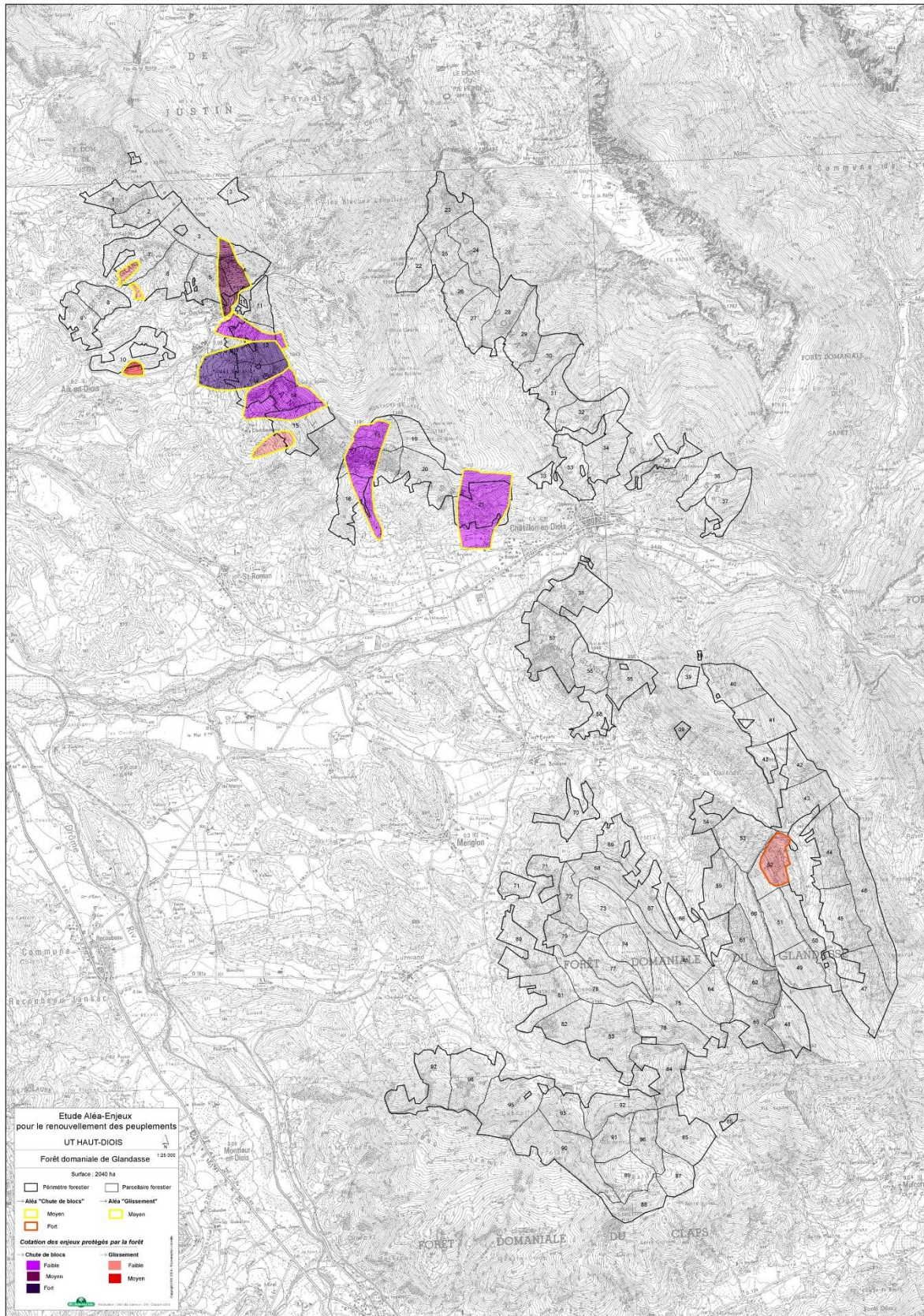
Moyennes des couverts des tiges de franc-pied de diamètre < 7,5 cm.

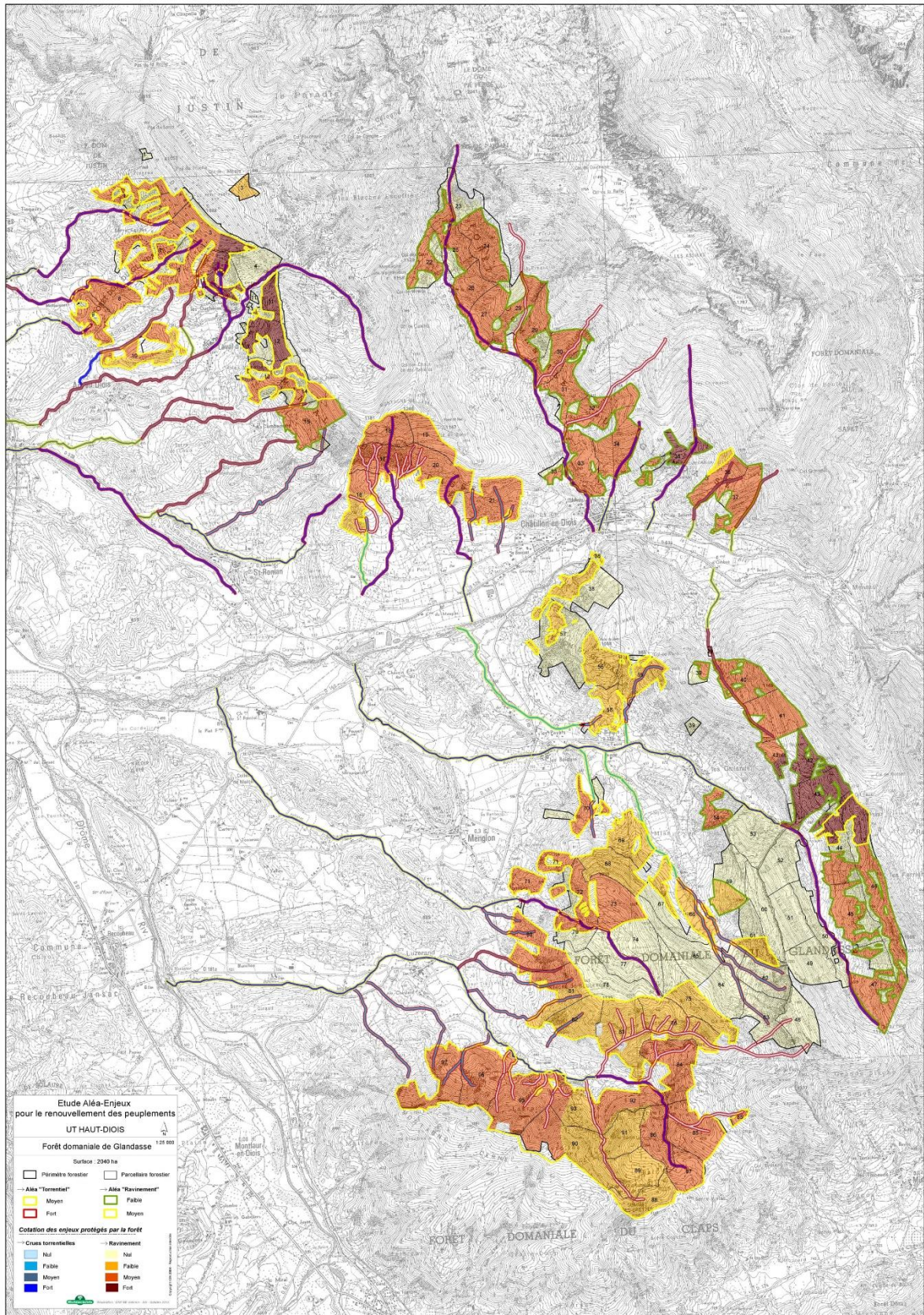
Parcelles	Couvert des tiges de diamètre < 7,5 cm (%)
1	6,5
3	3
4	3
Total général	4,2

Annexe 24. Forêts domaniale et communale de Cons Sainte-Colombe (74).

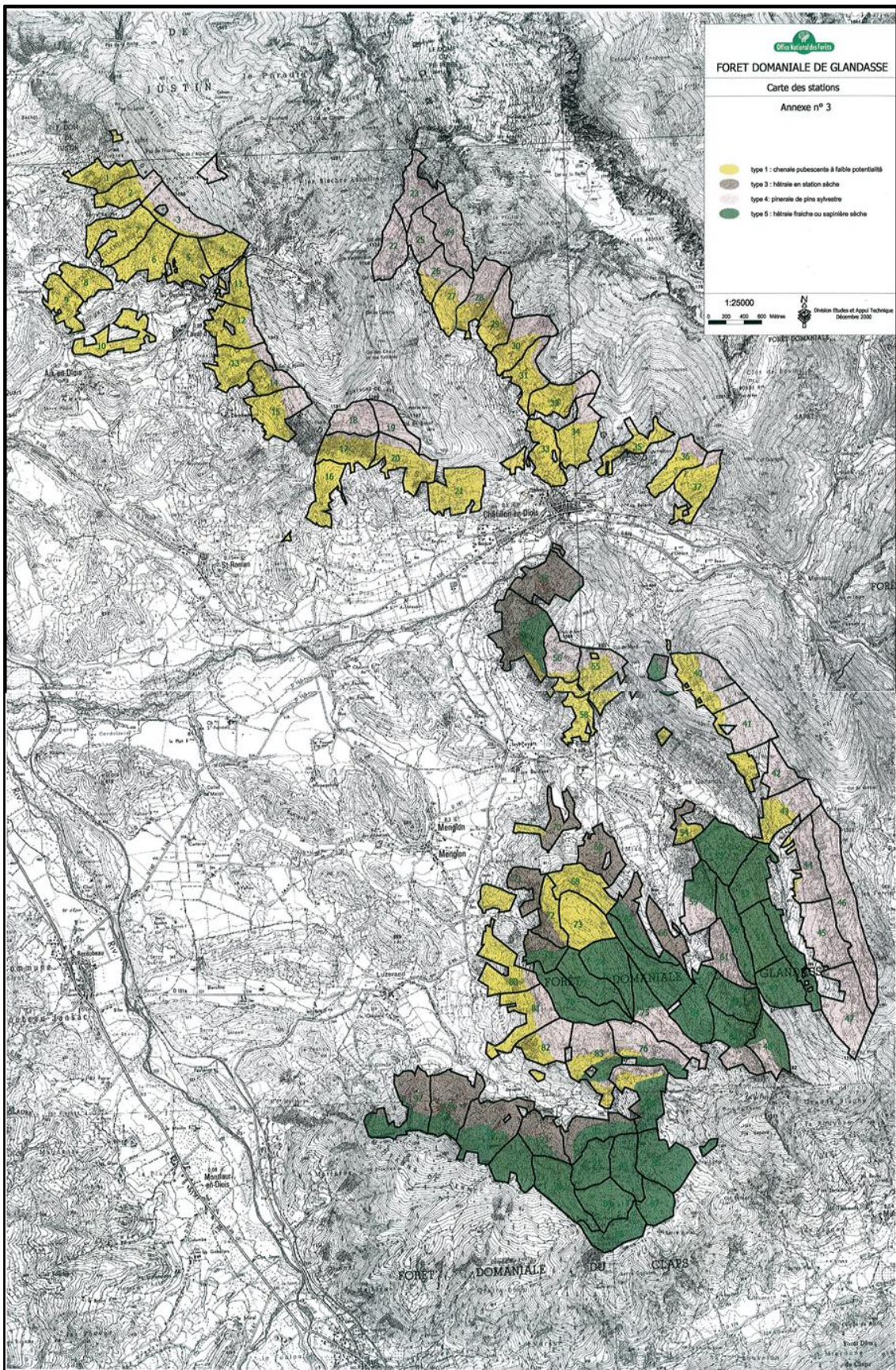


Annexe 25. Cartes aléa-enjeux (FD RTM de Glandasse).





Annexe 26. Parcellaire de la FD RTM de Glandasse.



Annexe 27. Résultats des relevés effectués en FD RTM de Glandasse.

Parcelle	Aléa	Indice de surface de la ravine (1)	Couvert végétal en été (2)
11	R	0	2
11	R	0	2
42	R	0	2
90	R	0	2
90	R	0	2
90	R	0	2

(1) 0 si ravine < 1 ha, 1 si ravine > 1 ha

(2) 0 si couvert < 30 %, 1 si couvert entre 30 et 70 %, 2 si couvert > 70 %

Parcelle	Aléa	Longueur boisée (1)	Surface terrière (m²/ha)	Peuplement majoritairement précomptable (2)	Densité (3)
12	P	1	27	1	1
12	P	1	35	1	1
13	P	1	31	1	1

(1) 0 si inférieure à 200 m, 1 si supérieure à 200 m

(2) 0 si non, 1 si oui

(3) 0 si densité des tiges précomptables < 350, 1 si densité > 350

