

**Valoriser les massifs forestiers du Limousin en améliorant leur
accessibilité : définition d'une méthodologie et proposition
d'équipements adaptés**



**Dominante d'approfondissement
Gestion forestière**

Crédit photo (dans l'ordre) :

Centre régional de la propriété forestière

Sylvain Dupire

Parc naturel régional du Morvan

Office national des forêts Chambéry

Sylvain Rollet

Valoriser les massifs feuillus du Limousin en améliorant leur
accessibilité : définition d'une méthodologie et proposition
d'équipements adaptés

Dominante d'approfondissement
Gestion forestière

Résumé

La desserte forestière est un élément important pour la valorisation du bois, ressource plébiscitée par le Grenelle de l'environnement. Dans ce cadre, le CRPF de Limoges nous a confié la mission de réfléchir aux moyens de dynamiser et d'optimiser l'accessibilité aux massifs forestiers du Limousin dans le but d'assurer une meilleure exploitation des richesses forestières de cette région. Notre travail a donc consisté, dans un premier temps, à effectuer un état des lieux des massifs peu desservis afin de pouvoir déterminer les facteurs impactant la réalisation de voiries. Nous avons aussi recensé les techniques de construction routière et de débardage, ainsi que leurs implications économiques. Dans un deuxième temps, au vu de l'analyse des données précédentes, nous avons tenté de proposer un outil d'aide à la décision permettant d'évaluer les différents projets de dessertes forestières et de les hiérarchiser afin de faciliter les choix de subventions ou la création de programme de travaux. Enfin, nous avons tenté de mettre au point une méthodologie permettant de déterminer la desserte la plus efficiente possible en prenant en compte les facteurs de peuplements, les facteurs environnementaux, sociétaux et économiques.

Abstract

Forest roads are essential to increase the valuation of wood, a resource largely acclaimed by the *Grenelle de l'environnement*. In this context, the *Centre régional de la propriété forestière* of Limoges entrusted us to think about means to stimulate and optimize access to the Limousin forest in order to ensure a better use of the forest in this area. First, we created a map of the underserved forests so as to be able to determinate factors impacting road construction. We also identified techniques for road construction and skidding, as well as their economics implications. Once collected and analysed, we used these data to suggest the designing of a new tool to facilitate the valuation of different projects aimed at building forest roads. In particular, this tool aims at facilitating the identification of relevant subsidies and the creation of tasks programs for the construction of the forest roads. Finally, we suggest a methodology that helps identify the most efficient forest roads, taking into account environmental, societal, and economic factors.

Remerciements

Je souhaite remercier en premier lieu Dominique Cacot, pour avoir bien voulu me prendre en stage, pour son encadrement, son suivi, son aide, et pour m'avoir fait confiance tout au long de ce projet, sans oublier tous ses précieux conseils pour apprendre à connaître le Limousin et ses particularités

Je tiens aussi à remercier Yves Erhart pour ses conseils et aussi pour son suivi malgré un emploi du temps chargé.

Je souhaite remercier spécialement toute l'équipe du CRPF Limousin, pour son aide technique et pratique, mais aussi pour son ambiance et son accueil. Je n'oublierai pas les nombreux cafés offerts.

J'aimerais remercier toutes les personnes ayant bien voulu nous accorder de leur temps pour répondre à nos questions et ainsi faire avancer le projet.

Enfin un grand merci à mes proches qui ne se lassent pas de me corriger.

Table des matières

Introduction.....	7
1. Contexte et présentation de l'étude.....	7
1.1. La forêt en Limousin.....	7
1.2. La filière bois en Limousin	9
1.3. Présentation du Centre régional de la propriété forestière du Limousin	9
1.4. Le statut des routes :.....	10
1.5. Les acteurs de la voirie forestière.....	10
1.5.1. Les propriétaires de la voirie	10
1.5.2. Les gestionnaires,	11
1.5.3. Les utilisateurs	11
1.6. Les outils favorisant la construction de voiries	12
1.6.1. Les schémas directeurs de voiries et d'équipements forestiers (SDVEF).....	12
1.6.2. Le Plan Pluriannuel Régional de Développement Forestier du Limousin (PPRDF)	12
1.7. La commande	13
1.8. Bilan et présentation des freins évidents	14
2. Recensement des techniques de constructions de voiries et innovations.....	15
2.1. Présentation de la voirie classique empierrée	15
2.2. Identification des idées porteuses et prometteuses.....	16
2.2.1. Béton	16
2.2.2. Liant hydraulique	16
2.2.3. Bois	17
2.2.4. Les autres alternatives de débardages	17
2.1.5. Des innovations très particulières (plate-forme, matériaux de récupération pont...).....	18
2.2. Les outils informatiques	20
2.2.1. Sur le calcul des cubatures	20
2.2.2. Apport du Lidar.....	20
3. Réflexions sur deux massifs et calcul de projet	21
3.1. Choix des massifs.....	21
3.1.1. Protocole suivi pour choisir les massifs	21
3.1.2. Méthodologie de l'étude	22
3.2. Les relevés.....	22
3.2.1. Protocole de relevé de voirie	22
3.2.2. Protocole de relevé de peuplement.....	24

3.3.	Analyse des données et travail SIG.....	25
3.3.1.	Etude des variations de la distance de débardage	25
3.3.2.	Modélisation de la surface desservie pour chaque piste.....	26
3.3.3.	Comparaison des pentes en long entre données terrains et MNT	27
3.4.	Calcul économique de projet.....	28
3.4.1.	Calcul route empierrée	28
3.4.2.	Calcul route béton	29
3.4.3.	Piste empierrée	30
3.4.4.	Route « low-cost »	30
3.4.5.	Calcul économique sur la durée de vie des routes.....	31
3.4.6.	Economie sur les distances de débardages.....	32
3.4.7.	Câble-mat	33
4.	Enquête d'acteurs	35
4.1.	Choix des intervenants	35
4.2.	Création des guides d'entretiens	35
4.3.	Résultats et discussions	36
4.3.1.	Bilan entretiens transporteurs.....	36
4.3.2.	Bilan entretiens exploitants	37
4.3.3.	Bilan entretiens élus	39
5.	Établissement de la nouvelle méthodologie.....	40
5.1.	Prise en compte des éléments constatés précédemment/ Identification des freins.....	40
5.1.1.	Construction du tableau récapitulatif des leviers techniques	40
5.1.2.	Présentation des freins non évidents	40
5.2.	Prise en compte de la législation et clé d'aide à la décision.....	42
5.3.	Réflexion avec analyse multicritères	45
5.3.1.	Présentation.....	45
5.3.2.	Définition des actions potentielles	45
5.3.3.	Établissement d'une famille de critères	46
5.3.4.	Évaluation des critères	46
5.3.5.	Exemple de notation avec les 2 projets type	51
5.4.	Type de méthodologie à suivre	53
6.	Conclusion.....	56
	Bibliographie.....	57

Table des annexes

Annexe 1 : Entretien avec les professeurs du Lycée Caraminot	65
Annexe 2 : fiche de relevé terrain pour la voirie	67
Annexe 3 : Calepin relevé profil route	68
Annexe 4 : fiche de relevé pour le peuplements.....	69
Annexe 5 : détail du protocole suivi pour les études SIG.....	70
Annexe 5 Bis : Carte des surfaces desservies pour chaque piste.....	72
Annexe 6a : Analyse des pentes en Limousin	73
Annex 6b : Comparaison entre pente relevées sur le terrain et pente calculées à partir du MNT 74	
Annexe 7 : dimensionnement des voiries bétons	75
Annexe 8 : les questionnaires pour l'enquête d'acteurs.....	76
Annexe 9 : réponses des transporteurs	80
Annexe 10 : réponses des exploitants.....	84
Annexe 11 : réponses des élus	90
Annexe 11 bis (entreprise conseillé par les acteurs)	92
Annexe 12 : liens entre chaque caractéristique et chaque frein.	93
Annexe13 : Résumé de la Législation.....	94
Annexe 14 : Tableau récapitulatif de notation des critères	99
Annexe 15 : tableau des échelles de portance.....	100
Annexe 16 : tableau d'aide à la décision et explication	100
Annexe 17 : Présentation des coûts unitaires appliqués pour l'estimation des coûts de construction	

Table des illustrations

Figure 1 : Forêts et milieux semi-naturels du Limousin	7
Figure 2 : Région forestière du Limousin (source SRGS)	8
Figure 3 : Zonage issu du PPRDF	13
Figure 4: route en construction (source CRPF Limousin)	15
Figure 5 : présentation du câble mât (source Dupire 2012)	18
Figure 6 : Rampe métallique (crédit photo PNR Morvan)	19
Figure 7 : Données Lidar (source ONF R&D pôle de Chambéry)	21
Figure 8 : Comparaison entre différentes distances de débardage	25
Figure 9 : carte de situation de la zone d'étude (SDVEF de la Vimbelle)	25
Figure 10 : surface desservie pour chaque piste.....	26
Figure 11 : profil en long des projets	28
Figure 12 : Cartographie des projets (source SCAN 25 IGN)	28
Figure 13 : Présentation du calcul économique sans renouvellement	31
Figure 14 : Présentation du calcul économique avec renouvellement.....	32
Figure 15 : clé législation.....	43
Tableau 1: résumé du statut de la voirie (source : Martin 2008)	10
Tableau 2 : Réalisation des différents projets de routes selon le type de boisement.....	12
Tableau 3 : Calcul économique Projet 1	29
Tableau 4 : Calcul économique Projet 2	29
Tableau 5 : Calcul économique béton projet 2 et 1	29
Tableau 6 : Récapitulatif des chiffres utilisés pour le calcul économique	31
Tableau 7 : Récapitulatif des surcoûts de débardages si le projet n'est pas réalisé en fonction des productions annuelles à l'hectare. Toutes les valeurs sont en euros.....	33
Tableau 8 : Réduction des coûts de débardage au câble par rapport aux routes	34
Tableau 9 : Thèmes abordés selon les acteurs	36
Tableau 10 : Récapitulatif des caractéristiques et des freins techniques d'une route forestière	40
Tableau 11 : Recensement des freins	42
Tableau 12 : Coefficients appliqués selon le peuplement	48
Tableau 13 : Notation selon la largeur de la plateforme	49
Tableau 14 : Récapitulatif des notations des critères	51
Tableau 15 : pondération des différents critères	53

Liste des acronymes

ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
ASA	Association syndicale autorisée (explication en annexe 13)
ASL	Association syndicale libre (explication en annexe 13)
BM	Bois moyen
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
BTP	Bâtiments travaux publics
CBB	Comptoir des bois de Brive
CFBL	Coopérative forestière Bourgogne Limousin
CG	Conseil général
CNPF	Centre national de la propriété forestière
CRPF	Centre régional de la propriété forestière
DDT	Direction départementale du territoire
DIG	Déclaration d'intérêt générale (explication en annexe 13)
DRAAF	Direction régional de l'alimentation, de l'agriculture, et de la forêt
DUP	Déclaration d'utilité publique (explication en annexe 13)
GB	Gros bois
GNT	Grave non traitées
GPS	Global position system
IFN	Institut forestier national
IGN	Institut géographique national
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
Lidar	Light detection and ranging
MIOM	Mâchefer d'incinération des ordures ménagères
MNT	Modèle numérique de terrain
ONF	Office national des forêts
PB	Petit bois
PCQM	Point-centered quarter method
PEHD	Polyéthylène haute densité
PNR	Parc naturel régional
PPRDF	Plan pluriannuel régional de développement forestier
PSG	Plan simple de gestion (document de gestion)
SDVEF	Schéma directeur de voirie et d'équipement forestier
SETRA	Service d'études sur le transport, les routes, et leurs aménagements
SIG	Système d'information géographique
SRGS	Schéma régional de gestion sylvicole

Introduction

Suite au Grenelle de l'Environnement, le bois est devenu une ressource de plus en plus demandée, et de ce fait le forestier se voit dans la nécessité de se mobiliser encore plus. Or de nombreux obstacles comme le manque de dessertes forestières, les problèmes liés à la micropropriété, ou encore le relief difficile, viennent compliquer la tâche. Ce travail, réalisé au CRPF de Limoges dans le cadre de mon stage de fin d'étude, s'inscrit dans l'optique de faciliter l'accès aux forêts, en redynamisant les projets de construction de routes forestières. Pour ce faire nous allons tenter d'avoir une vision globale de la desserte forestière et d'apporter des idées nouvelles en recensant ce qui a été fait en dehors du Limousin tout en prenant en compte les demandes et les contraintes des futurs usagers de cette voirie.

1. Contexte et présentation de l'étude

1.1. La forêt en Limousin

La forêt limousine est largement privée avec 94,8% de sa surface. Cette forte proportion de forêt privée, en comparaison avec le reste de la France, est due à l'histoire de la région qui était très peu boisée jusqu'au XXème siècle. Puis avec l'exode rural et le Fond Forestier National les boisements se font nombreux jusque dans les années 1970. Mais la forêt limousine reste aujourd'hui principalement feuillue car elle représente 382271 hectares des 584 280 hectares de formations boisées recensées. De ce fait la forêt représente 34,3% de la surface du territoire limousin et se situe essentiellement sur les plateaux de Millevaches et Limousins. 140000 propriétaires se partagent ces forêts soit l'équivalent de un limousin sur 5. Selon l'IFN (2002) l'accroissement moyen sur la région est de 8,4m³/ha/an ce qui est supérieur à la moyenne nationale et qui peut s'expliquer par la forte

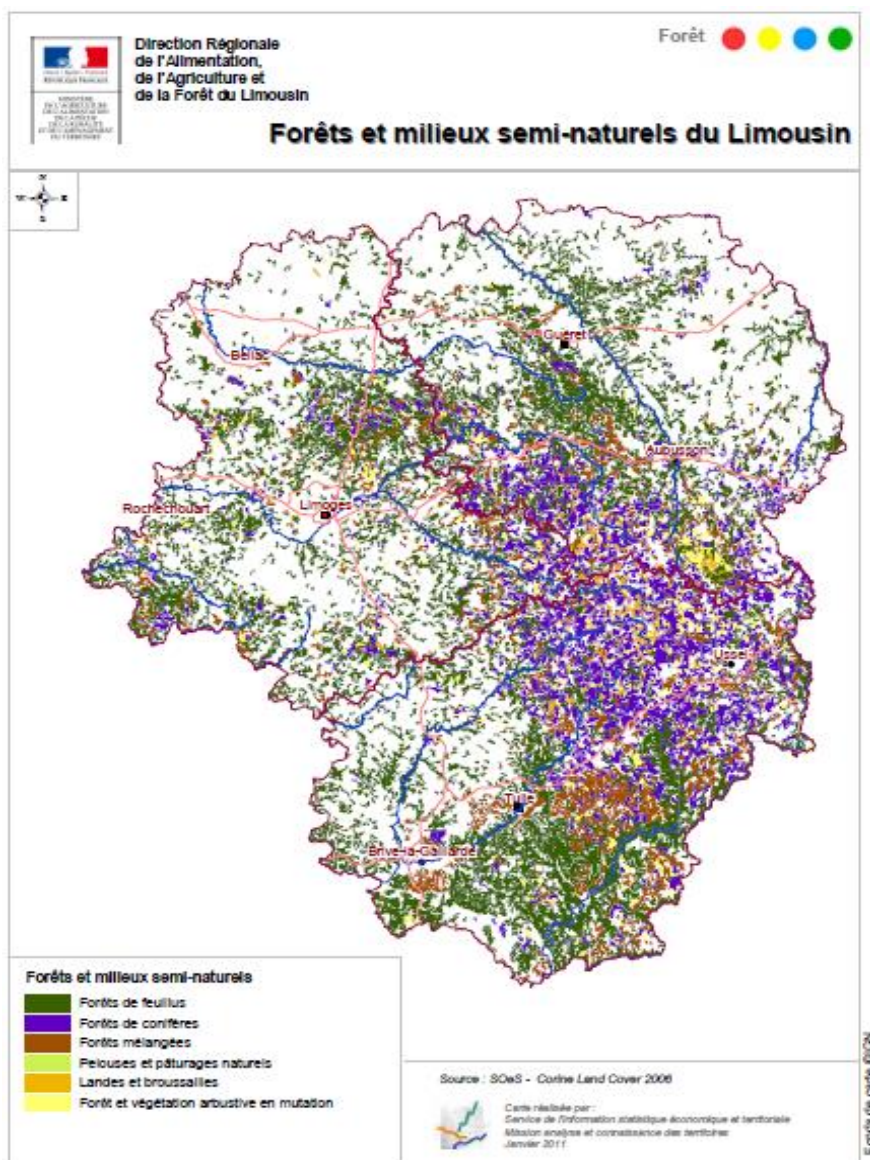


Figure 1 : Forêts et milieux semi-naturels du Limousin

proportion de résineux de forte production : 190000 hectares dont environ 65000 hectares de Douglas. On obtient alors une production brute par an de 4,3 millions de m³. La majorité des peuplements (55%) sont gérés en futaie régulière ensuite vient la gestion en taillis sous futaies (24%) et 22% sont classés dans le taillis. La futaie irrégulière n'est donc pas un mode de gestion très usité dans le limousin, du fait des nombreux peuplements boisés jeunes et artificiels. La part du résineux a pris de plus en plus de place dans la forêt limousine puisque depuis 40 ans sur les 112 357 hectares plantés seulement 1,2% l'a été en feuillus. Les plantations en feuillus sont plus chères et beaucoup plus sensibles à la dent du gibier. Il en résulte une forte exploitation du résineux (50% du volume mobilisé pour le tiers de la surface forestière), mais aussi du taillis de châtaignier dont la demande est importante. On peut aussi noter le manque de document de gestion durable : seulement 20% des surfaces de productions relèvent d'un à un document de gestion (Morillon 2005).

De la diversité climatique, géologique et géographique du Limousin, il résulte plusieurs régions présentant des aptitudes forestières bien différentes les unes des autres. L'IGN a caractérisé 10 régions distinctes qui sont rassemblées dans 4 grandes régions présentant toutes des caractéristiques propres (SRGS Limousin).

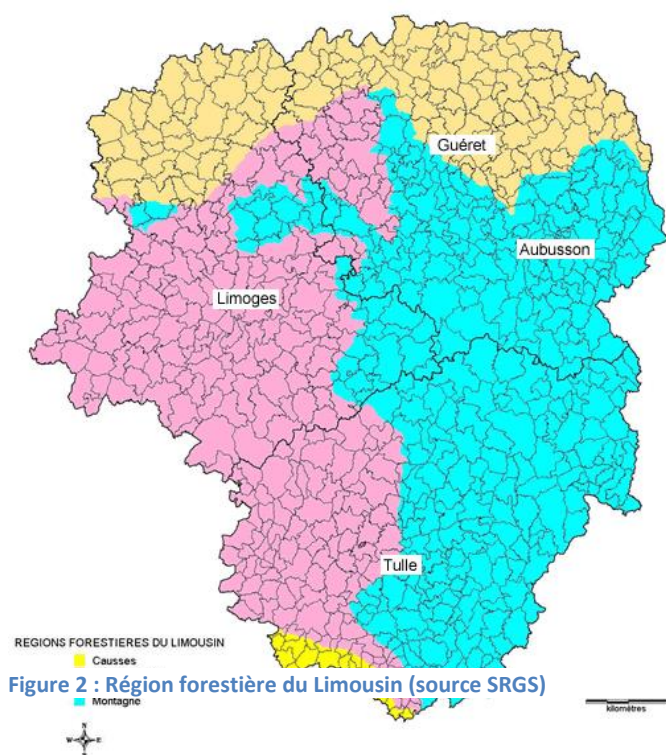


Figure 2 : Région forestière du Limousin (source SRGS)

1. Les Causse
2. La plaine
3. La montagne
4. La basse marche

Les Causse : région regroupant les Causse et Avant-Causse définies par l'inventaire forestier national. Cette région au Sud du Limousin, présente une pluviométrie de 700 à 900 mm pour des températures allant de 10 à 11°C. La sécheresse estivale y est très importante. Il en résulte que de nombreux milieux ne permettent pas une production forestière économiquement rentable.

La plaine : région regroupant la châtaigneraie limousine et le bassin de Brive. Les feuillus et surtout le chêne sont

majoritaires (86% du couvert forestier dont 47% de chênes). La roche mère est plutôt acide et correspond aux roches du massif central. Pourtant de nombreux sols d'origine sédimentaire sont présents. Il y a peu de déficit hydrique en été pour une température moyenne variant de 9,5 à 11°C.

La montagne : elle rassemble les régions des plateaux du Limousin et de Millevaches et aussi les Combrailles. La température moyenne varie de 10 °C à 7,5 °C avec de nombreuses gelées tardives et précoces et avec des précipitations de plus de 1200 mm. Les fonds de vallon sont

souvent des tourbières acides impropres à la production forestière. Pour les autres stations la production forestière est plus ou moins bonne. Le chêne est toujours la première essence forestière, mais vient ensuite le douglas avec 17% des peuplements. 49% de la surface de la région est classée en forêt.

La Basse marche : sols très hétérogènes liés aux dépôts éoliens et à l'érosion des roches du massif central. Climat fortement atlantique, avec néanmoins des gelées tardives et précoces régulières. La température moyenne varie entre 9 et 10°C. Le taux de boisement est de 14,5% avec une très forte majorité de feuillus : 93% dont 68% de chênes.

1.2. La filière bois en Limousin

La forêt limousine est le second secteur d'activité dans le limousin après l'agriculture. Elle représente 3,4% de l'emploi salarié, un chiffre d'affaires de 1,138 milliards d'euros, pour une exploitation d'environ 1 935 000m³ sans compter 500 000 à 700 000 m³ d'autoconsommation (Agreste 2014). Environ 220 entrepreneurs de travaux forestiers et 100 scieries sont directement concernés par la production bois (INSEE-MSA DRAAF 2005). En globalité ce sont 9 400 personnes concernées par la filière bois (INSEE 2013). La récolte est donc bien inférieure à l'accroissement annuel. Ceci étant dû en partie au manque de dessertes forestières sur certains massifs. Il est vrai que 55% de la surface forestière de la région est considérée comme difficilement exploitable à cause de la pente ou d'une distance trop grande par rapport à une route praticable aux grumiers. De plus seulement 43% des routes et 17% des places de dépôts prévues dans les schémas directeurs de voiries et d'équipements forestiers ont été réalisées en 2008, (CRPF Limousin 2008). C'est dans ce contexte que les objectifs établis par le Plan Pluriannuel Régional de Développement Forestier du Limousin sont de mobiliser 300 000 m³ supplémentaires par an.

Dans l'avenir les volumes mobilisables en résineux vont augmenter parce que les épicéas arrivent bientôt au diamètre d'exploitabilité et la production de Douglas va augmenter fortement étant donné que le massif arrive à maturité. Malgré ceci l'on remarque qu'entre 2011 et 2012 la plupart des débouchés du bois ont baissé sauf pour le bois d'œuvre conifère (+1%) et la récolte de bois énergie qui s'élève à 185 000m³ soit 12% de plus qu'en 2011. En revanche le bois d'industrie a chuté fortement (-16%) mais la plus forte baisse s'est faite sur les bois d'œuvre feuillus (-18%) (Agreste, 2014). Ceci est dû à un effort de production trop concentré sur les résineux; ce qui explique la diminution des scieries "feuillus" au profit des résineux.

1.3. Présentation du Centre régional de la propriété forestière du Limousin

Le centre régional de la propriété forestière du Limousin est une délégation du centre national de la propriété forestière (CNPF). Sa mission principale est d'aider les propriétaires forestiers dans la gestion de leurs propriétés forestières. Mais le CRPF limousin a d'autres missions, comme l'instruction de PSG ou l'élaboration d'autres documents de gestion, ainsi que le contrôle des coupes. C'est aussi un bureau d'études car il bénéficie du savoir, et du niveau de compétence des techniciens et des ingénieurs employés. Ainsi le CRPF limousin possède de nombreuses missions concernant l'ensemble du milieu forestier.

1.4. Le statut des routes :

La voirie peut avoir de nombreux statuts, parfois peu clairs et contradictoires. Le tableau qui suit se base sur la législation (se référer à l'annexe 13) et permet de résumer les différents statuts, les propriétaires impliqués et le droit s'appliquant aux différents types de voies.

Tableau 1: résumé du statut de la voirie (source : Martin 2008)

	Voies publiques		Voie privées
	Domaine public routier	Domaine privé communal	Propriétaire privé ou domaine privé des personnes publiques
Statut juridique des voies de circulation	Autoroute et route nationale (<i>article L-121-1 du Code de la voirie routière</i>)	Chemins ruraux (<i>art. L-161-1 du Code de la voirie routière et L-161-1 du Code rural</i>)	Chemins d'exploitation et chemins privés (<i>art L-162-2 du Code de la voirie routière</i>)
	Route départementale (<i>art. L-131.1 du Code de la voirie routière</i>)		
	Voies communales (<i>art. L-141-1 du Code de la voirie routière</i>)		
Destination	Affectation à la circulation publique par nature	Affectation à l'usage du public par nature (<i>art L-161-1 et L-161-3 du Code rural</i>)	Communication pour l'exploitation des fonds ruraux à usage privé
Ouverture au public	Oui par définition	Oui par définition	Éventuelle
Fermeture	Résulte d'une mesure de police motivée par des impératifs de sécurité publique	Résulte d'une mesure de police pour des motifs de sécurité publique, de protection de l'environnement ou de tourisme (<i>art .L-1311-4 et L-1313-14 du Code des communes</i>)	Pas de formalisme si la mesure relève de la décision du propriétaire Arrêté de police s'il s'agit d'une mesure publique
Compétence en matière de création et d'entretien	Le ministre chargé de la voirie (<i>art L-121-1 du Code de la voirie routière</i>)	Commune (<i>art. L-121-17</i>) ou communauté de communes si il y a eu transfert de compétence (<i>art. L5214-16 du Code général des collectivités territoriales</i>)	Propriétaire privé
	Conseil général (<i>art. L-131.4 du Code de la voirie routière</i>)		
	Commune ou communauté de communes (<i>art. L-5214-16 du Code général des collectivités territoriales</i>)		
Dispositions particulières	Servitude de visibilité (<i>art. L-114-1 et L114-2 du Code de la voirie routière</i>)		Assainissement (<i>art. 162-6 du Code de la voirie routière</i>)

1.5. Les acteurs de la voirie forestière

Maintenant que nous commençons à connaître le contexte et la législation nous allons nous intéresser aux acteurs se rassemblant autour de la voirie forestière : qui en sont propriétaires, qui la gère et fait les entretiens nécessaires, mais aussi qui l'utilise?

1.5.1. Les propriétaires de la voirie

L'historique et les méthodes de montage de dossiers de subventions en Limousin ont abouti à certaines spécificités que l'on ne retrouve pas partout en France. Ainsi les propriétaires de voiries forestières et de places de dépôts sont en grande majorité les communes. Il s'est effectivement révélé que la construction de voiries sur les chemins ruraux préexistants permettait,

à la fois de réduire les problèmes de fonciers, mais aussi de faciliter le montage de dossiers de subventions. De plus, pour les communes, les subventions pouvaient s'élever facilement à 80% du montant des travaux, sans oublier que les mairies bénéficiaient d'une aide non négligeable des DDT ou même du CRPF sur la maîtrise d'ouvrage.

Dans ce contexte, la voirie en forêt fait majoritairement partie du domaine public et est soit classée en voie communale, soit en chemin rural.

Mais n'oublions pas les autres parties du réseau de dessertes forestières qui comportent les chemins d'exploitation ainsi que les servitudes. Pour ce genre de desserte la propriété revient au propriétaire de la parcelle forestière et donc très majoritairement des particuliers.

1.5.2. Les gestionnaires,

Les communes ont la responsabilité de l'entretien de leur voirie. En ce qui concerne les voies communales elles sont dans l'obligation d'inscrire au nombre des dépenses obligatoires, les coûts d'entretien. Pour les chemins ruraux cette obligation n'existe pas, il revient donc à la commune de décider de la gestion ou non de cette desserte. Il en résulte une grande quantité de chemins ruraux non entretenus faute de moyens financiers, surtout lorsqu'il s'agit de petites communes rurales. La gouvernance de la voirie peut, dans certains cas, être déléguée aux communautés de communes mais seules les voies principales sont généralement concernées, et non les chemins ruraux.

Pour les chemins privés la gestion est à la charge du propriétaire, l'on remarque alors que l'entretien est souvent très insuffisant et se fait généralement lors de la remise en état par les exploitants après un passage en coupe.

1.5.3. Les utilisateurs

Comme nous l'avons vu, les voies appartenant à la commune doivent être ouvertes à la circulation sauf lorsque les caractéristiques de la voirie ne peuvent pas permettre la circulation. De ce fait n'importe quel usager peut emprunter cette desserte.

Les professionnels de la filière forêt bois comprenant les propriétaires forestiers ; construite pour eux, les routes leur apportent de nombreux avantages : un accès au cœur du massif, permettant à la fois d'obtenir un accès facilité aux parcelles mais aussi une meilleure sortie des bois par les grumiers. Elles sont aussi des points de repères pour le forestier.

Les agriculteurs se révèlent être des utilisateurs fréquents pour accéder aux parcelles agricoles régulièrement proches de forêts. Ils peuvent alors être des acteurs importants dans l'établissement de projets routiers, malheureusement ils peuvent aussi avoir assez de poids pour bloquer la construction de projet. Il est toutefois nécessaire de ne pas les oublier lors de l'établissement d'un projet, car leur circulation avec des engins agricoles lourds doit être impérativement prise en compte pour le dimensionnement de la voie.

Les riverains, n'oublions pas les nombreux hameaux souvent isolés au milieu des massifs. La route forestière est aussi pour eux un moyen d'accès primordial, et c'est également un levier très important afin de lancer de nouveaux projets de route. Ce multi-usage peut être un levier important pour inciter les maîtres d'ouvrages publics à construire.

Les chasseurs sont aussi des usagers réguliers de la desserte forestière que ce soit les routes ou même les chemins d'exploitations. Pour eux c'est un bon moyen d'accéder au cœur des

massifs. La route forestière peut aussi être une aide lors de battues et procure un milieu semi-ouvert favorable au gibier.

Les touristes : la forêt est, entre autres, un lieu de loisir, les randonneurs, vététistes, ou encore les cavaliers empruntent ce genre de voirie pour profiter de la nature. Elle devient alors un atout touristique pour une commune, et permet parfois de desservir un monument historique (ancien maquis, chapelle) comme l'on en trouve régulièrement en Limousin. Mais l'inverse peut être vrai : une route dénaturant le paysage comme une saignée au milieu de la forêt sera très mal perçue, il est donc nécessaire de penser à intégrer cette voirie au paysage.

1.6. Les outils favorisant la construction de voiries.

1.6.1. Les schémas directeurs de voiries et d'équipements forestiers (SDVEF)

Depuis de nombreuses années déjà, les schémas directeurs de voiries et d'équipements forestiers (SDVEF) tendent à favoriser la construction de voiries. Ils consistent en une étude réalisée par le CRPF ou l'ONF permettant de conseiller certaines améliorations ou constructions de voiries sur le massif. Ces schémas prennent en compte les peuplements, les divers points noirs existant sur le massif, les pentes ou même les cours d'eau principaux. Le raisonnement principal étant de mettre toutes les parcelles forestières à moins de 500 mètres d'une route accessible aux grumiers. L'on obtient alors une desserte hypothétique optimum pour la sortie des bois. Les projets conseillés par les SDVEF sont alors favorisés quant à l'attribution des subventions pour la création de voiries.

Et pourtant, même avec l'approbation des conseils municipaux des communes concernées, de nombreux projets inscrits dans ces schémas voire des schémas entiers n'ont pas été réalisés.

Suite à une étude SIG recoupant les données des peuplements IFN avec le recensement des projets réalisés ou non (données CRPF Limousin), nous avons pu comparer les taux de réalisation de routes entre les zones feuillues et celles résineuses. Pour ceci nous avons découpé les routes réalisées et les projets inscrits aux SDVEF avec la couche des peuplements IFN. Nous avons alors obtenu pour chaque polygone de la couche des peuplements de l'IFN une longueur de voirie réalisée et une longueur de projet de voirie. En séparant les peuplements feuillus des peuplements résineux nous avons pu obtenir :

Tableau 2 : Réalisation des différents projets de routes selon le type de boisement

	réalisation (en m)	Projet (en m)	Taux de réalisation
feuillus	208653	590696	0.35
résineux	555231	1104916	0.50
mélange	70080	203814	0.34

Il existe donc, une différence de 15% en faveur du résineux. Cependant, nous remarquons un taux de réalisation de 50% pour les résineux ce qui reste faible. Nous en concluons que l'accent pourra être mis sur les zones feuillues mais il ne faudra pas commettre l'erreur de délaisser les massifs résineux.

1.6.2. Le Plan Pluriannuel Régional de Développement Forestier du Limousin (PPRDF)

Plus récemment, et suite aux décisions du Grenelle de l'environnement, la mobilisation du bois est devenue une priorité. Or le Limousin avec ses nombreuses forêts et son exploitation du bois relativement faible par rapport à la production annuelle doit s'inscrire dans cette dynamique.

Dans cette optique le Plan Pluriannuel Régional de Développement Forestier du Limousin donne des options et des conseils afin d'augmenter raisonnablement l'exploitation du bois en Limousin. Un objectif de 300 000 mètres cube supplémentaires de bois récoltés par année y est alors indiqué. Le PPRDF permet, selon des critères de taux de boisement, de taux de feuillus, de taux de gestion et d'accessibilité des massifs, de mettre en évidence des zones géographiques prioritaires sur lesquelles il faut travailler telles que représentées sur la carte qui suit.

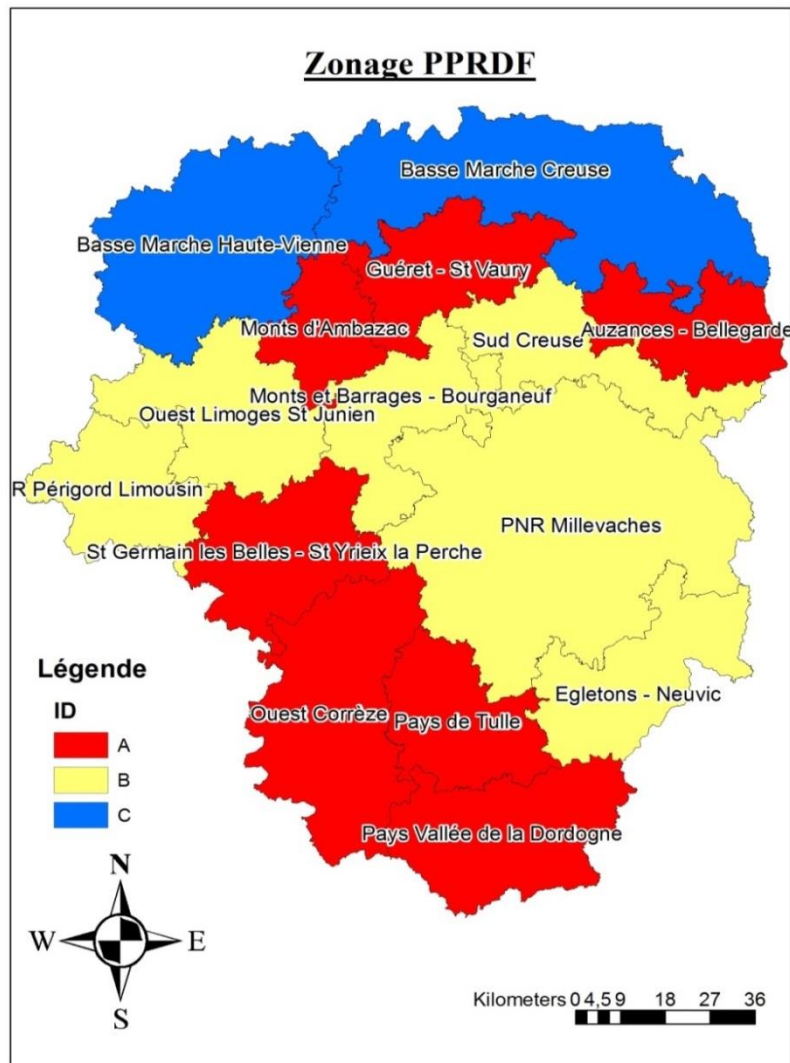


Figure 3 : Zonage issu du PPRDF

Les régions classées en A sont des régions prioritaires pour lesquelles il faudra porter l'essentiel des efforts. Celles classées en B nécessiteront une attention plus faible, et celles ayant la note C ne présentent aucun caractère prioritaire sur les critères étudiés. Ceci nous permet de cibler les massifs sur lesquels il faudra concentrer les efforts. Il semble aussi que ce seront les zones sur lesquelles un gros travail d'animation devra être effectué, car une absence de voirie, ainsi qu'un faible taux de forêts relevant d'un document de gestion traduisent sûrement une culture forestière moins développée que sur d'autres zones.

1.7. La commande

Dans ce contexte-là, la DRAAF a demandé au CRPF de réaliser une étude sur les équipements de voirie, afin de réfléchir sur des solutions innovantes notamment en terme de coûts,

et sur une nouvelle méthodologie de schéma de dessertes permettant d'augmenter la création de voiries forestières en Limousin et en particulier sur les massifs feuillus. Cette méthodologie consistera en un outil d'aide à la décision mais aussi en une présentation des techniques possibles en voirie forestière.

1.8. Bilan et présentation des freins évidents

Nous avons pu remarquer l'écart de réalisation de projets entre les parcelles feuillues et celles résineuses. Il existe, néanmoins encore de nombreuses parcelles résineuses peu desservies. Ceci est dû au fait que malgré une rentabilité économique plus forte pour le résineux, il existe d'autres « freins » à la construction de dessertes, que le peuplement. Nous avons pu recenser relativement facilement, un certain nombre de freins et d'autres ne nous sont apparus qu'au cours de notre réflexion.

Cependant il nous a semblé évident que l'on pouvait classer les freins en grandes catégories :

- les freins techniques, relatifs aux caractéristiques et à la construction des routes
- les freins d'ordres sociétaux
- les freins causés par la situation géographique, tels que :

Le franchissement de cours d'eau : La loi sur l'eau régule très fortement le franchissement de cours d'eau. Une déclaration voire une autorisation sera nécessaire avant de pouvoir envisager quoi que ce soit. Les futurs projets devront donc dans la limite du possible éviter le franchissement. Sinon limiter l'impact sur le cours d'eau à une superficie de 200 mètres carrés (article R214-1 du code de l'environnement) permettra de restreindre le dossier à une déclaration auprès de l'administration, et non à une autorisation.

Une zone protégée : Les zones Natura 2000, les réserves naturelles, les espaces boisés classés ou encore bien d'autres zonages environnementaux engendrent de nombreuses contraintes. Il est évident que certains projets ne pourront éviter ces espaces sensibles. Par conséquent, si l'un des projets touche un zonage environnemental, il faudra prendre en compte les contraintes bien en amont et apporter une attention toute particulière lors du montage du dossier qui se révèlera plus compliqué.

La proximité avec des éléments touristiques engendre de fortes contraintes paysagères. En abord de monument historique ou de point de vue, une route peut être vue comme une cicatrice pour le grand public. L'acceptation d'un projet peut alors se révéler très compliquée voire impossible. Il sera alors indispensable de trouver un nouveau tracé ou des méthodes permettant de limiter au maximum l'impact paysager de la route, afin d'augmenter les chances d'acceptation du projet.

En outre, parmi les nombreux maîtres d'ouvrage possibles pour la construction de voirie forestière, certains n'ont que très peu, voire pas du tout, de compétences quant à la construction de route, ou l'élaboration de dossiers de subventions. Ce frein, pouvait jusqu'il y a peu, être pallié par de l'assistance de maîtrise d'ouvrage réalisée par les DDT, le CRPF, l'ONF etc. De plus cela permettait, en partie, de répercuter le temps des montages de dossiers sur ces organismes et non uniquement sur la commune, ou le propriétaire. Cette aide semble primordiale si l'on veut inciter ces maîtres d'ouvrage à se lancer dans un projet de route forestière.

Les problèmes de regroupements de propriétaires : les propriétés forestières étant en moyenne de petite taille, il est donc très fréquent qu'un projet de route concerne de nombreux propriétaires. La méthode utilisant principalement les chemins ruraux fut une solution afin de contourner le problème, mais il n'existe pas toujours des chemins ruraux aux endroits nécessaires, ou alors le tracé de ces chemins ne correspond pas aux caractéristiques indispensables de la voirie. Pour exemple en zone de pente les chemins ruraux présentent régulièrement une pente en long supérieure à 12% et deviennent donc impraticables aux grumiers. Ainsi la création d'emprises est toujours indispensable ; or un seul propriétaire en désaccord avec le projet peut rendre ce dernier impossible.

Les problèmes de financement : le coût d'une route forestière est très élevé, les propriétaires (publics ou privés) au revenu modeste ne pourront en aucun cas avancer les fonds nécessaires à la réalisation du projet. Si les subventions permettent d'aider ces propriétaires et permettent la réalisation de nombreux projets, pour d'autres cette solution n'est pas suffisante.

D'autres freins ont rapidement été identifiés, ils sont principalement dus aux caractéristiques intrinsèques du terrain sur lequel le projet doit être réalisé. Une pente en travers trop forte, des sols très peu portants ou encore un peuplement sans valeur sont de réels problèmes à la construction de voiries. Dans certains cas, créer une desserte ne peut pas s'envisager : par exemple pour des pentes en travers supérieures à 65 %, ou pour des sols de très faible portance. Dans d'autres cas des solutions sont possibles si l'on envisage des techniques innovantes, ou tout simplement plus coûteuses. Voilà pourquoi le débardage par câble mât sera évoqué au cours de cette étude, ainsi que d'autres solutions telles que le béton.

2. Recensement des techniques de constructions de voiries et innovations

2.1. Présentation de la voirie classique empierrée

La route empierrée au concassé de carrière est la plus courante en forêt. On peut la revêtir, dans le cas de fortes pentes en long, d'un revêtement tri-couche. Mais globalement on reste toujours sur les mêmes caractéristiques, avec des largeurs de chaussée de 3,5 à 4 mètres, et des accotements d'environ 1 mètre flanqués de fossés. L'empierrement quant à lui peut varier selon le type de sol mais une hauteur de 30 cm est couramment utilisée, avec en moyenne trois types de couche : de fondation, de base, et de fermeture (voir lexique).



Figure 4: route en construction (source CRPF Limousin)

Ce genre de route nécessite donc une emprise minimum de 6,5 mètres, des terrassements et un apport en matériaux coûteux. Mais elles sont accessibles quasiment en tout temps, la circulation des grumiers se fait facilement et elles ont une durée de vie de 15 à 30 ans, selon les entretiens qu'on leur apporte. Leurs coûts estimés (pour plus de détails voir 3.4) varient entre 70 000 euros et 90 000 euros du kilomètre selon la difficulté de mise en œuvre et l'apport de matériaux.

2.2. Identification des idées porteuses et prometteuses

2.2.1. Béton

Lors de notre recherche de nouvelles techniques de voirie nous avons cherché à approfondir nos connaissances sur les routes en béton, très utilisées dans le secteur agricole et plus particulièrement dans les vignobles. Nous avons alors découvert que les routes en béton peuvent apporter beaucoup d'avantages et résoudre des problèmes récurrents de la desserte forestière empierrée comme : le manque d'entretien, une gestion des eaux difficile, ou même une emprise forte.

Il est vrai que la gestion des eaux est largement simplifiée avec la voirie béton car la chaussée peut servir d'aide à l'écoulement, et dans le même temps les fossés peuvent être supprimés. Sans oublier que ce type de voie est très résistante aux assauts du temps, les entretiens sont donc extrêmement réduits et la durée de vie allongée. De plus sur les sols de faible portance l'épaisseur de la chaussée peut être réduite. Enfin le béton est beaucoup moins sensible au frottement des roues et au cisaillement par rapport aux routes empierrées. Notons aussi qu'il existe des entreprises en Limousin compétentes qui seraient intéressées par de tels chantiers.

La voirie béton présente donc de nombreux avantages mais il existe aussi des inconvénients de taille : le coût d'une route béton est entre 220 000 et 270 000 euros du kilomètre (pour plus de détails voir la partie 3.4), et présente des contraintes de pentes énormes : il sera difficile de construire une chaussée béton avec une pente en long supérieure à 5%. Sur le plan bilan carbone, le béton est beaucoup moins écologique que la voirie empierrée, mais il n'aura aucun impact sur l'environnement puisqu'une fois coulé c'est un matériau inerte, qui peut être facilement recyclé. (CIMBéton 2002a). Pour finir, les chaussées rigides telles que les routes en béton sont beaucoup plus sensibles à la surcharge. Il en résulte qu'un léger surdimensionnement est préférable tout en obligeant les transporteurs à respecter les limitations de tonnage. (CIMBéton 2002b)

2.2.2. Liant hydraulique

Cette technique tout comme les chaussées béton n'est pas nouvelle mais elle est aussi très peu répandue en Limousin pour la desserte forestière. Cette méthode consiste à mélanger le sol en place avec un liant (généralement soit de la chaux soit du ciment) afin de rendre le sol plus porteur (CIMBéton 2004). Nous avons pu étudier un exemple de ce type de voirie réalisée par l'entreprise Poulain en Creuse. Au bout de 5 à 6 ans l'état de la route semble relativement bon, il y a malgré tout de nombreux nids de poule en formation.

Ainsi sur le long terme le comportement d'une chaussée traitée au liant hydraulique se rapprochera d'une voie empierrée. Il en résulte que des entretiens réguliers devront être faits et la chaussée sera aussi sensible aux arrachements de matériaux causés par le passage des grumiers.

Néanmoins la construction d'une route au liant hydraulique limite considérablement l'apport de matériaux tels que les GNT (voir lexique). Par conséquent le coût de construction peut être diminué jusqu'à 50 pourcents par rapport à la route empierrée classique. Mais selon les enseignants du lycée Caraminot il serait préférable de poser un revêtement au-dessus afin d'imperméabiliser la chaussée, et de la protéger des intempéries ou même du passage des grumiers. Sans oublier la possible difficulté de mise en œuvre sur les routes forestières étroites.

2.2.3. Bois

Jusqu'au XX^e siècle de nombreuses routes passant sur des terrains humides furent construites. Par exemple certaines des routes principales aux Etats Unis étaient en bois. De nos jours, en France, ce type de voirie n'est plus du tout usité mais au Canada ou même en Russie il s'en construit encore sur des zones très humides. Leur durée de vie est déclarée comme courte de 5 à 10 ans mais il existe pourtant des routes en bois encore utilisées maintenant et construites il y a plusieurs dizaines d'années.

Le principe de construction est relativement simple : l'on couche des rondins d'environ 10cm de diamètre, perpendiculairement à la longueur de la route. Puis on la recouvre d'une couche plus ou moins épaisse de granulats. Il est aussi possible d'attacher les rondins entre eux, et de poser une, voire 2 couches de géotextiles afin d'améliorer la longévité et la résistance au trafic. Ce genre de routes étant plus généralement réalisé dans des climats froids ; l'on aura du mal à prédire leur réaction au climat limousin.

Mais en dehors de cette utilisation pour le passage de grumier il est possible d'envisager cette solution pour les pistes de débardage sur des terrains très humides. Ainsi simplement coucher les arbres du peuplement au niveau de la future chaussée avec une légère couche d'empierrement peut débloquent certaines situations délicates de débardages, ou même le passage de zones humides restreintes. L'on obtient donc un gain de matériaux important et le passage d'une simple abatteuse peut suffire à mettre les troncs en place, selon les mêmes méthodes d'utilisation des rémanents afin de préserver les sols.

2.2.4. Les autres alternatives de débardages

2.2.4.1. Le câble mât

Le câble mât est une technique de débardage couramment utilisée en zone de montagne. Le principe est quasiment le même que celui d'un téléphérique et permet de ce fait de sortir les bois jusqu'à une route accessible aux grumiers sans avoir besoin d'envoyer des engins de débardages au sein de la parcelle. Par conséquent, des zones de pente ou à faible portance peuvent être exploitées par ce type de système, et ce jusqu'à 800 mètres de part et d'autre de la route. Par contre, il ne faut pas perdre de vue que cette technique est relativement complexe, et nécessite une main d'œuvre hautement qualifiée. Sans oublier que la gestion sylvicole et le martelage sont totalement différents des pratiques courantes en Limousin, sauf en cas de coupe rase (pour plus de renseignements : Dupire 2012, Magaud et al 2013).

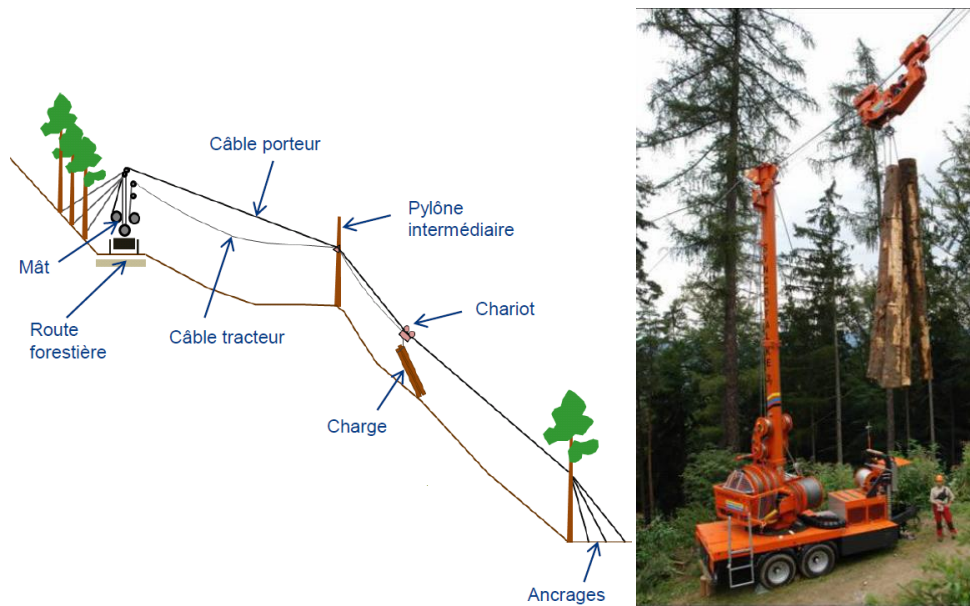


Figure 5 : présentation du câble mât (source Dupire 2012)

2.2.4.2. Le treuil

Le bois rond de faible longueur est un des principaux débouchés en Limousin. Il en résulte que le schéma abatteuse porteur domine très largement tous les autres types d'exploitation. Nous voulons donc rappeler brièvement qu'il existe le débardage par treuil, qui permet d'aborder des pentes assez fortes ou des zones humides de faible portance. La distance possible de débardage par rapport à la route est limitée à 150-200 mètres mais cette technique un peu oubliée en Limousin pourrait aussi débloquent quelques situations délicates.

2.2.4.3. Le flottage

Le flottage était très régulièrement pratiqué jusqu'au début du siècle dernier. Pour de multiples raisons cette pratique fut abandonnée. Mais aujourd'hui avec les nombreux barrages régulant les cours d'eau ceci devient moins dangereux, et facilement contrôlable. Sur des vallées très encaissées ce moyen semble séduisant car il permettrait de réduire considérablement les coûts et la réalisation des exploitations sur des zones, jusque-là laissées à l'abandon.

2.1.5. Des innovations très particulières (plate-forme, matériaux de récupération pont...)

Au-delà des solutions décrites précédemment il existe des innovations assez peu connues en forêt mais tout aussi intéressantes.

2.1.5.1. Les matériaux de récupération

Lors de l'étude bibliographique nous avons recensé une technique utilisant des matériaux de recyclage BTP pour la construction d'une route forestière en région Parisienne. Ce stockage de déchets fut même rémunéré et permis donc de réduire considérablement les coûts de construction. (Cluzeau 2012). Ce genre de travaux a demandé de nombreuses précautions. Travailler avec un professionnel compétent semblait indispensable, mais il a fallu un réel travail de persuasion auprès des associations environnementales afin de prouver l'absence de risque engendré par une telle construction, sans oublier la transparence nécessaire afin de convaincre l'administration de la

légalité du projet. Il en résulte qu'au-delà des problèmes d'acceptation cette solution, encore peu envisagée en forêt soit un levier pour la création de nouvelles routes.

De plus, nous avons pu contacter *Pouzol environnement et TP*, basé sur Aubazine et réalisant depuis de nombreuses années déjà des empierrements en matériaux de récupération. Cette entreprise pourrait facilement répondre aux appels d'offre si dans les cahiers des clauses techniques particulières il était indiqué la possibilité de réaliser l'empierrement avec des matériaux de récupération inerte.

Le site internet OFRIR (ofrir2.ifsttar.fr) réalisé par l'Institut français des sciences et technologies des transports de l'aménagement et des réseaux, rassemble l'ensemble des informations sur les matériaux recyclés et leurs possibles usages dans la voirie. L'intérêt de ce site est de favoriser l'utilisation de matériaux recyclés. Sous le contrôle du ministère en charge de l'équipement, et de l'écologie, le BRGM, l'INERIS, et l'ADEME ont contribué à l'élaboration de ce site promouvant ce type de matériaux.

2.1.5.2. Les kits de franchissement temporaires

Nous avons pu également remarquer de nombreuses techniques de franchissement de cours d'eau. Certaines de ces techniques comme les kits de tuyaux PEHD sont très connues en forêt mais d'autres le sont un peu moins. Il existe par exemple la méthode des rampes métalliques pour le passage des porteurs (cf photo ci-contre) (PNR Morvan 2004). Le coût de ces rampes de 3 mètres de long et 50 centimètres de large en prototypes sur mesure est d'environ 5000 euros en 2002, l'installation sur le terrain se fait en dix minutes avec un simple porteur contre 1 à 3 heures pour la méthode avec les tubes PEHD. Des petits ponts en bois sont aussi réalisés pour franchir de petits cours d'eau, mais leur mise en place est souvent longue et difficile.



Figure 6 : Rampe métallique (crédit photo PNR Morvan)

2.1.5.3. Les ouvrages métalliques lourds

Toujours lors de notre étude bibliographique et grâce aux professeurs du lycée de travaux publics d'Egletons, nous avons pu identifier un type de pont métallique, facile à installer et très résistant aux charges lourdes. L'Unibrigde de l'entreprise Matière peut donc être installé pour de la voirie forestière pour le franchissement délicat de cours d'eau. Le coût théorique reste néanmoins élevé, mais apporte une durabilité et une facilité de mise en œuvre non négligeable. Il serait par contre intéressant de développer à grande échelle avec l'entreprise Matière les rampes métalliques présentées au paragraphe ci-dessus. Si l'on réduit les coûts d'achat de ce matériel, il sera rapidement amorti par rapport au kit de franchissement PEHD.

De son côté Dominique Cacot a eu l'idée d'une estacade métallique avec pieds télescopiques réglables dans le but de créer des places de dépôts temporaires dans des zones difficiles et en particulier en forte pente. La nécessité de ce dispositif se comprend lorsque l'on remarque qu'une grande quantité des bois transportés en Limousin est du bois rond. Leur longueur est donc très limitée et de ce fait, la technique consistant à utiliser les arbres proches de la route comme soutien pour les dépôts des arbres entiers ne peut pas se faire. De plus, ce dispositif pourra réduire les dangers engendrés par les nombreux chargements des grumiers directement à partir de routes à forte circulation. L'entreprise Matière pourrait être compétente sur ce genre de dispositifs.

2.2. Les outils informatiques

2.2.1. Sur le calcul des cubatures

Sur les conseils de William Traen et Alain Buron (voir Annexe 1), nous nous sommes dirigés vers quelques logiciels permettant le calcul de cubatures pour la création de routes comme Covadis, Autocad civil 3D, Mansura, ou Piste. L'utilisation de ces logiciels pourrait apporter un support technique et donner des ordres de grandeurs pour les entrepreneurs. En voirie forestière ce genre de renseignements est dans la plupart des cas superflu car les terrassements habituels sont facturés au forfait. Mais lors de la correction de tracé l'utilisation de ce type de logiciel trouve son intérêt.

Par contre pour l'utilisation de certains de ces logiciels (comme Autocad, ou Covadis) il est nécessaire d'avoir des données fines. Mais dans les cas de forte correction de profil en long (décaissement important ou remblais conséquent), lors de construction de rampe par exemple, il est indispensable d'avoir une forte précision afin d'obtenir des estimations de terrassement proche de la réalité. Il en résulte que lors de ces occasions, l'utilisation de ce genre de logiciel n'engendrera aucun frais supplémentaire. De plus avec ces logiciels il est possible de réaliser tous ces calculs à partir de modèles numériques de terrain (MNT). Ainsi des données assez fines (comme celle du Lidar) pourraient permettre de réaliser tous ces calculs précis et fiables en réduisant considérablement la phase de terrain et donc les coûts. En théorie il serait même possible de calculer très rapidement le tracé idéal en fonction de nombreux critères.

Pour finir les logiciels HDM4, Ecorce du LCP, et Alysée du SETRA, permettent à la fois d'apporter une aide à la décision sur la construction de voie mais aussi des données globales sur les caractéristiques de la voirie. Ils prennent en compte de nombreux facteurs afin d'évaluer le meilleur projet, le coût économique, et ils permettent d'établir un programme de travaux d'entretiens sur tout un réseau de voirie en priorisant certains facteurs. Certains de ces logiciels (en particulier HDM4) sont coûteux pour une petite commune mais peuvent être supportés par un conseil général et régional. D'autres moins complets sont gratuits comme le logiciel ECORCE2 (Ecomparateur, route construction entretien).

2.2.2. Apport du Lidar

Le Lidar ou **light detection and ranging** permet d'acquérir une très grande quantité de points repérés dans l'espace par une méthode de réflexion de la lumière. Ainsi cette grande quantité de points possédant à la fois des coordonnées de hauteur, de longitude, et de latitude permet d'obtenir par extrapolation des cartes représentant la topographie du sol ou même les changements dus à la végétation. Avec une précision allant du mètre pour les lidars aériens les moins performants au millimètre pour les Lidar terrestres il devient possible d'identifier la

moindre variation au niveau du sol, d'identifier les essences, les hauteurs des arbres, leurs volumes...

Ces outils encore en développement aujourd'hui vont devenir de plus en plus présents, et le

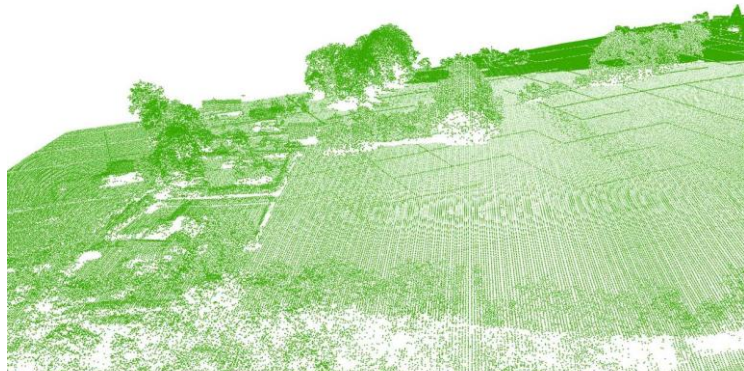


Figure 6 : Données Lidar (source ONF R&D pôle de Chambéry)

domaine forestier peut en retirer beaucoup d'avantages. Dans le cas de la voirie, il sera possible d'utiliser les logiciels cités ci-dessus sans avoir besoin de nombreux relevés de terrain. Il sera aussi possible d'évaluer avec une précision satisfaisante les volumes, ainsi que la qualité des arbres (J. BOCK et al, 2013) et permettre aussi d'évaluer la pertinence d'un projet de voirie. Dans un autre

thème avec de telles données il est possible d'évaluer les meilleures solutions de débardages en prenant en compte avec précision la voirie existante et les pentes, tout comme il sera possible d'optimiser la pose de ligne de câble-mât et réduire le travail des cablistes. (Sylvain Dupire, 2012)

Les coûts d'acquisition élevés : environ 4,5 euros de l'hectare pour obtenir un modèle numérique de terrain est le principal frein au Lidar. Mais de telles données peuvent être utilisées dans de nombreux domaines et être ainsi rapidement rentabilisées. L'autre frein au Lidar est la difficulté d'analyse des données, il ne faut pas oublier que sur une campagne de relevés Lidar le nombre de points pris est très important, les analyses se révèlent alors difficiles et nécessitent des ordinateurs à forte capacité de calculs. Mais avec le développement de logiciels aidant cette analyse et avec l'évolution technologique des ordinateurs, il est fortement probable que dans un avenir proche, ce frein n'aura plus lieu d'être.

Tout au long de cette partie nous avons pu identifier de nombreuses méthodes facilitant la sortie des bois. Nous avons alors décidé de réfléchir sur le terrain et d'appliquer un bon nombre de ces solutions en conditions réelles.

3. Réflexions sur deux massifs et calcul de projet

3.1. Choix des massifs

3.1.1. Protocole suivi pour choisir les massifs

Le choix des massifs sur lesquels se basera l'étude est primordial, puisque de ce choix dépendra la validité de cette étude. Il faut donc choisir des massifs forestiers qui sont représentatifs de la forêt limousine et en particulier de la forêt feuillue. Ainsi l'un des critères sera la proportion de feuillus mais nous avons aussi décidé de regarder le taux de réalisation des projets de dessertes qui étaient prévus suite à l'établissement de Schémas Directeurs de Voiries et d'Equipements Forestiers. Un taux faible montre qu'il y a eu peu de travaux réalisés ; la question sera donc de mettre en lumière les raisons pour lesquelles ils n'ont pas été réalisés afin de pouvoir prendre en compte ces difficultés à l'avenir.

Ces critères permettent d'écarter un bon nombre de massifs, reste maintenant à trouver des massifs représentatifs. Il a donc été décidé que les massifs choisis posséderont des caractéristiques

de peuplements, géographiques ou topographiques différentes afin d'aborder un large éventail de possibilités. De ce fait nous avons choisi un massif en Corrèze et un autre en Creuse. Parmi les critères retenus il y aura la pente, l'historique, et les caractéristiques de la forêt.

L'étude de l'historique des forêts s'est faite à partir des cartes d'état-major du XIXème siècle et des photos aériennes aux alentours de 1950 (Géoportail). Nous avons donc tenté d'étudier une forêt « ancienne » par rapport à des forêts plus récentes. N'oublions pas qu'au XIXème siècle il n'y avait que peu de forêts dans le Limousin mais repérer ces forêts peut être un critère de qualité et de volume important (présence de gros chênes possible).

La pente joue aussi un rôle dans cette problématique car les zones en pente sont les plus difficiles d'accès, l'exploitation y est donc réduite et le nombre de routes forestières très faible. Nous aborderons aussi les méthodes alternatives de débardages par exemple le débardage par câble aérien; mais aussi la réalisation de routes plus simples à construire, ayant moins d'impact sur le paysage, et étant moins coûteuses.

A partir des données IFN sur les peuplements, des scan 25 de l'IGN et des données sur les SDVEF nous avons déterminé les massifs de la Vimbelle en Corrèze et Thouraud Courolle en Creuse, pour la suite de l'étude.

3.1.2. Méthodologie de l'étude

Une fois les massifs choisis il a fallu confirmer leur intérêt pour l'étude avec des visites sur le terrain. Ces visites nous ont aussi permis d'étudier rapidement d'autres massifs. Avec ce repérage nous avons pu déduire une certaine récurrence entre les massifs du Limousin. Tous les massifs étudiés, présentent un grand nombre de pistes ou d'anciens chemins, sur lesquels les engins de débardage peuvent circuler, et ceci indépendamment de la pente.

Une autre récurrence a été identifiée mais elle concerne les massifs de vallée en Corrèze : en haut de versant il y a très régulièrement d'anciennes châtaigneraies laissées à l'abandon. Le peuplement qui en résulte est généralement de moindre qualité avec beaucoup de perches de mauvaise qualité. Mais lorsque l'on descend dans le versant l'on retrouve de plus en plus de feuillus (chênes et frênes en majorité) et mieux venants. Leur diamètre est plutôt raisonnable et une amélioration serait la bienvenue afin de tirer, au mieux, parti des tiges les plus belles. Cette observation est d'autant plus vraie que l'on se retrouve dans les talwegs.

Sur le terrain nous avons aussi remarqué que l'historique forestier du massif ne joue pas beaucoup sur les peuplements actuels. Là où l'on s'attendait à avoir de gros arbres parce que la forêt devait être ancienne nous retrouvons des peuplements d'âge moyen. Ainsi l'étude des cartes de Cassini sur le Limousin ne nous a pas apporté d'indice, par contre l'étude des photos aériennes peut être déjà un premier indice quant au peuplement.

3.2. Les relevés

3.2.1. Protocole de relevé de voirie

Le but de cette étude est de répertorier toutes les pistes et routes préexistantes sur le SDVEF étudié. Ceci permettra d'identifier les leviers possibles et ainsi de pouvoir tirer bénéfice de ce réseau déjà existant et de ce fait, limiter au maximum la construction de nouvelles voiries.

Cette étude s'inscrit dans le stage, suite au constat fait lors des observations préliminaires de terrain. Elles ont mis en évidence un grand nombre de pistes potentiellement utilisables, mais pas forcément bien identifiées dans les bases de données déjà existantes (SDVEF, SCAN 25...). C'est aussi l'occasion d'introduire une réflexion sur le débardage par câble mat qui n'a pas été pris en compte lors de l'établissement des SDVEF (certains datant de plus de 20 ans). Le but n'étant donc pas de refaire un nouveau schéma directeur de voiries et d'équipements forestiers, mais d'aller dans les détails pour identifier au mieux les points d'actions possibles en conditions réelles.

3.2.1.1. Etude cartographique

Certaines données comme les points noirs, les pentes (sur certaines pistes) ont déjà été relevées, il ne sera donc pas nécessaire de les décrire à nouveau, mais il ne faudra pas oublier de les relever sur les cartes tout comme les nouvelles caractéristiques que l'on décrira. L'étude de ce réseau va se faire par cheminement et par identification de tronçons lorsqu'il y a changement de caractéristiques. Ainsi pour une route donnée, il y aura de nombreux tronçons qui devront être parfaitement identifiés sur des cartes détaillées. Le parcellaire cadastral semble la meilleure option de fond de carte car il est assez précis et il traduit la vérité juridique (l'intérêt est d'éviter tout problème de foncier).

3.2.1.2. Relevés terrain

Les relevés vont différer en fonction des choix faits lors de la création des SDVEF. Ainsi, si une piste était indiquée comme à améliorer en route, le protocole diffèrera par rapport à une piste destinée à rester en l'état. Le but étant de caractériser les projets réalisables ou non. Ce choix s'inscrit aussi dans l'optique d'identifier les points qui ont bloqué la création de cette voirie, car il est possible qu'un frein technique soit à l'origine d'une non réalisation. L'annexe 2 est la fiche de relevé sur le terrain, elle correspond au principe énoncé ci-dessous.

- Piste non destinée à devenir route : Pour chacune d'entre elles, des tronçons seront identifiés à l'avance. Et pour chacun de ces tronçons, leur état, leur taille, leur largeur d'emprise, ainsi que le type de sol seront relevés. Nous n'oublierons pas non plus de spécifier la pente, les points noirs possibles ainsi que les pistes et routes liées à ce tronçon.
- Pour les pistes destinées à devenir des routes (dans les SDVEF) : En plus des points relevés pour les pistes non destinées à devenir routes, il sera aussi nécessaire de relever la largeur de chaussée, l'existence ou non d'un renforcement (présence d'une dalle empierrée), la taille des fossés ainsi que leur état, sans oublier les éventuelles raisons qui ont pu rendre impossible la construction de la route (absence d'emprise, création de captage non loin de la piste, ...)

Il sera alors possible d'étudier avec finesse ce réseau pour pouvoir, à la fois, identifier des projets facilement réalisables sur lesquelles une étude plus poussée sera faite, mais aussi d'avoir une cartographie très détaillée du réseau. Ceci permettra donc une réflexion possible sur les freins existants et bloquant la création de voirie, tout comme une étude détaillée sur l'optimisation de ce réseau.

3.2.2. Protocole de relevé de peuplement

Cette étude permettra de construire une analyse économique détaillée des différents projets étudiés. Cette étude optionnelle se veut être un outil supplémentaire permettant d'apporter de nouvelles cartes, afin de faciliter au plus le travail du décisionnaire. Il est vrai que plus le décisionnaire disposera de données pour construire son choix, meilleur sera ce choix.

La contrainte majeure de cette étude est bien sûr le temps. Il faut qu'elle soit réalisable à l'échelle du stage mais aussi pour les futurs gestionnaires. Le protocole suivant se veut donc peu chronophage tout en apportant un nombre de données raisonnables permettant de caractériser le plus fidèlement possible le peuplement.

Placette PCQM : Point-Centered Quarter Method : Placette permettant de ne prendre en compte que l'arbre le plus proche du centre de la placette, pour chaque quart de cercle. On peut répéter l'opération autant de fois qu'il y a de populations à échantillonner. L'établissement des quarts de cercle se fait à la boussole et à partir des 4 points cardinaux. La distance de l'arbre au centre de la placette doit être celle de l'horizontale. Il faudra donc appliquer une correction si la placette est en pente. Cette méthode permet de prendre en peu de temps des mesures, pour avoir une idée des caractéristiques du peuplement. Ce procédé présente un coefficient de variation relativement faible pour des peuplements hétérogènes (comme les peuplements feuillus que l'on va étudier). Il est, par contre, moins efficace pour des peuplements peu diversifiés. (Poilvet, Masson, Jamin, Lovero 2010)

L'inventaire suivant se base donc sur ce genre de placette qui va permettre d'échantillonner rapidement de grandes surfaces. Ainsi trois populations d'arbres seront évaluées par cette méthode de PCQM : les perches (tiges ayant un diamètre compris entre 12,5 et 17,5cm) et les arbres de futaie des deux essences majoritaires (diamètre supérieur à 17,5cm). Les fiches de relevés sont en annexe 4.

De plus, plusieurs tours relascopiques seront effectués pour comptabiliser les différentes catégories de bois (PB, BM, GB) en fonction de l'essence. Avec ces deux types de placettes nous pourrions donc avoir une bonne idée du capital sur pied ainsi que la qualité. Deux mesures de hauteurs dominantes, une mesure de la pente, ainsi qu'un petit descriptif stationnel (situation, exposition, climat, et sol) permettront d'appréhender un peu mieux le peuplement et de pouvoir avoir des idées de volumes ainsi que quelques indices sur les accroissements.

Après avoir réalisé quelques-unes de ces placettes, nous avons remarqué que pour une personne le relevé de données prend aux alentours de 30 min. Mais il a été remarqué qu'il est difficile de réaliser ce genre de placette PCQM seul car il est nécessaire de repérer parfaitement les arbres à mesurer. Ainsi deux personnes sur ce genre de placette semblent l'idéal : ceci permettra de faciliter le travail lors des relevés PCQM mais aussi de l'accélérer. De ce fait il semble possible de pouvoir diminuer par deux le temps de relevés par placette. Ainsi 20 min de relevés et 5 min environ de cheminement peuvent aboutir à 15 placettes par jour.

3.3. Analyse des données et travail SIG

3.3.1. Etude des variations de la distance de débardage

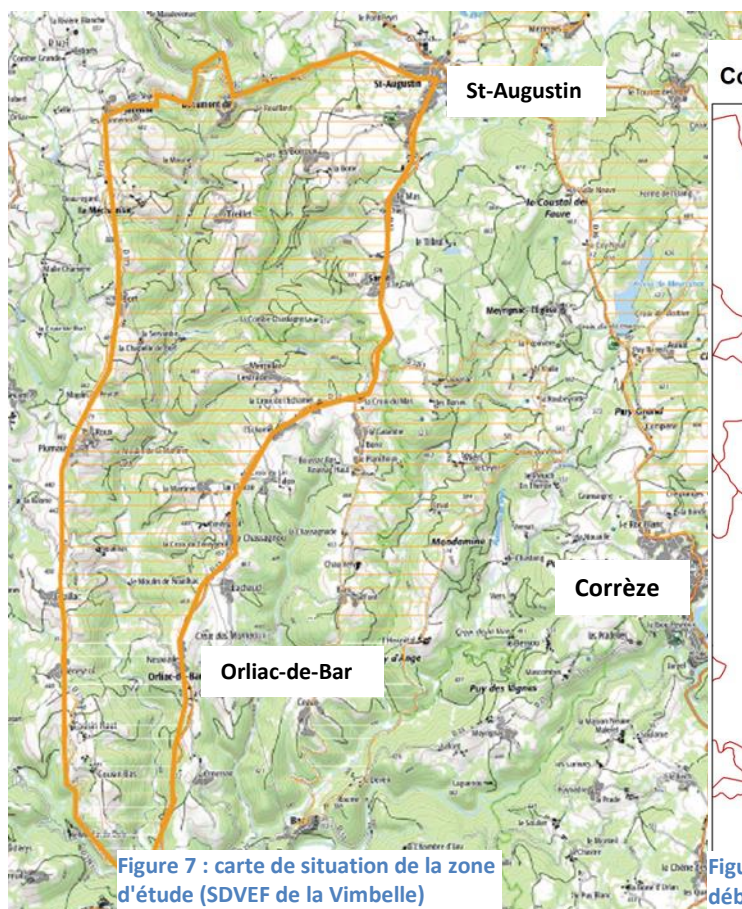


Figure 7 : carte de situation de la zone d'étude (SDVEF de la Vimbelle)

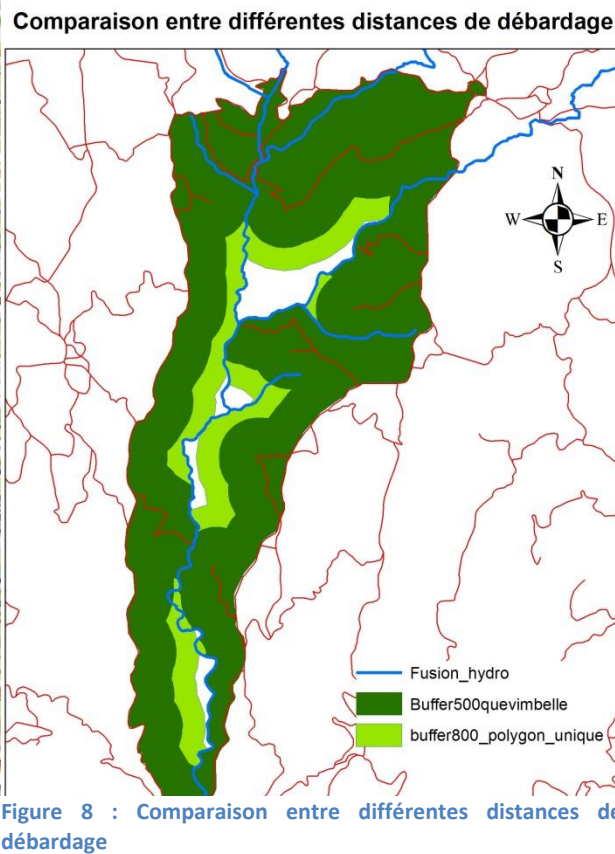


Figure 8 : Comparaison entre différentes distances de débardage

Au vu des entretiens réalisés avec les exploitants forestiers, il semblerait que la distance de débardage de 500 mètres à toutes routes accessibles aux grumiers n'est pas tout à fait justifiée. Il est vrai qu'une distance de 800 mètres semble plus appropriée puisque les exploitants s'accordent à dire que jusqu'à 800 mètres de débardage il n'y a pas de surcoût. Nous avons alors décidé de faire une comparaison entre ces deux distances à l'aide du logiciel SIG et des BD routes du CG Corrèze. Nous avons alors réalisé un buffer à 500 et 800 mètres autour de toutes les routes carrossables de Corrèze. Afin de réduire le temps de calcul et le poids de la couche nous avons découpé chacun de ces buffers avec les limites de SDVEF. Nous avons ensuite tenté de rapprocher le modèle de la réalité en prenant en compte le réseau hydrologique du département et en postulant que tous les gros cours d'eau sont infranchissables en absence de ponts déjà existants (détail du protocole en Annexe 5). Ceci a donc permis d'affiner les couches buffer et d'avoir une bonne idée de la réalité. N'oublions pas qu'en théorie une distance de débardage de 800 mètres peut augmenter considérablement les surfaces desservies par rapport à une distance théorique de 500 mètres. On obtient alors une différence de 300ha sur les 2100 que compte la Vimbelle entre les 2 buffers (le buffer 500 dessert 1771ha contre 2069 pour le buffer800). Cette différence montre donc bien qu'un raisonnement d'une distance de débardage de 500 mètres peut être un peu trop forte surtout lorsque l'on cherche à réduire les coûts. Il faut bien sûr ne pas oublier que dans la pratique le débardage ne se fait pas systématiquement en ligne droite. Afin de prendre en compte

cette donnée l'on peut considérer une marge de sécurité de 100-150 mètres ce qui ramènerait à une distance de débordage préconisée de 650-700 mètres. On arrive à 2004 ha avec une distance de débordage de 700 mètres.

3.3.2. Modélisation de la surface desservie pour chaque piste

A partir des données récoltées sur le terrain nous avons pu identifier les tronçons de pistes sur tout le sud du massif de la Vimbelle. Ces tronçons ont d’abord été reportés sur la carte grâce au logiciel SIG, puis chacune des données relevées a été associée à un tronçon par jointure attributaire sur Arcmap.

Avec cette cartographie des pistes comportant leurs caractéristiques détaillées nous pouvons aussi avoir une vision d’ensemble des contraintes principales existantes sur toutes les pistes répertoriées. Il semblerait que sur le massif de la Vimbelle les pentes en long posent de sérieux problèmes. Il en résulte que tout projet routier de forte longueur (plus de 500 m) devra obligatoirement passer par un nouveau tracé en engendrant par conséquent de gros problèmes de foncier. Par contre il semble que sur de nombreuses pistes, il existe un empierrement plus ou moins en profond. De telles bases promettent de réduire considérablement les coûts d’aménagement de voirie, il est donc préférable de réaliser des routes sur ce genre de pistes.

Il nous a alors semblé intéressant d’étudier ces tronçons de pistes par rapport à de nombreux paramètres. Ainsi nous avons tenté de calculer la surface de forêt desservie par chaque piste, grâce aux fonctions de calcul de proximité du logiciel SIG.

Ainsi nous avons la surface théorique que chaque piste dessert. Cette surface théorique ne correspond pas à la réalité à cause du franchissement des cours d’eau. Nous avons donc décidé de prendre en compte les cours d’eau dans notre analyse. Il s’est alors avéré que la solution la moins chronophage était de séparer le massif en différents sous-massifs à l’aide de la couche hydrologie. Ainsi la réflexion s’est faite par

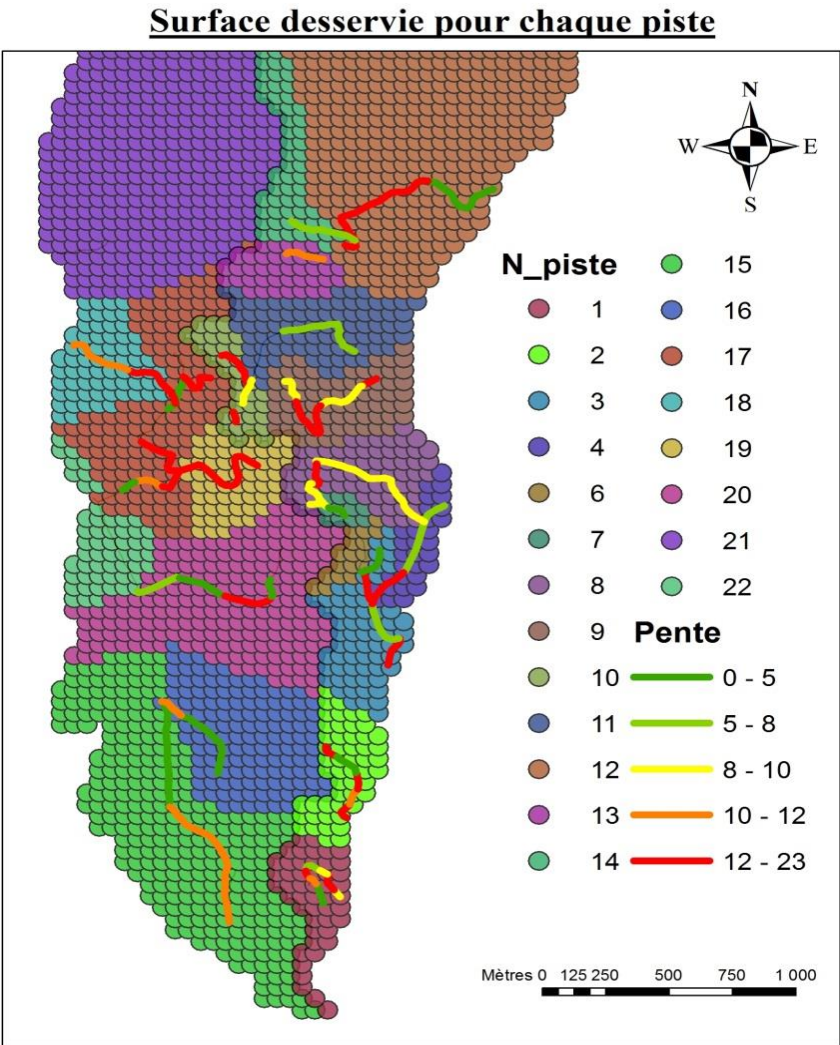


Figure 9 : surface desservie pour chaque piste (carte en format A4 en annexe 5bis)

sous massifs et non par massifs entiers. Nous obtenons alors des résultats plutôt convaincants qui nous permettent d'évaluer facilement les trajets de débardage. Ces résultats peuvent aussi servir à choisir le projet de route desservant la plus grande surface forestière.

Sur la carte ci-dessus nous pouvons remarquer que sont représentés de nombreux points de couleurs différentes. Chaque point représente 0,25 hectare et la couleur du point dépend de la piste qui le dessert le plus efficacement. Par conséquent, la forme géométrique correspondant à l'ensemble des points de même couleur correspond à la zone de desserte optimale d'une piste. Or, les pistes sont représentées sur la carte par un dégradé allant du vert au rouge et qui correspond à la pente en long des tronçons relevés sur le terrain.

3.3.3. Comparaison des pentes en long entre données terrains et MNT

Le but de cette étude est de montrer s'il est possible ou non d'utiliser le MNT de l'IGN afin d'avoir des idées correctes des pentes de pistes déjà existantes ou de pistes à créer afin de faciliter les relevés sur les terrains. Pour ceci nous avons tout d'abord converti la couche MNT de l'IGN qui est un raster, en une couche de polygones. Nous pouvons alors intersecter la couche piste issue du cadastre et des relevés terrain avec la couche obtenue à partir du MNT. Nous obtenons une altitude moyenne pour chaque tronçon de route. Il ne reste alors plus qu'à calculer les pentes pour chaque tronçon et les comparer avec les données terrains grâce à la formule :

$$Pente\ tronçon\ A = \frac{Altitude\ tronçon\ A - Altitude\ tronçon\ B}{Longueur\ du\ tronçon\ A}$$

Pour le massif de la Vimbelle les résultats sont extrêmement différents. Ceci n'est pas étonnant car les variations d'altitudes sont très importantes par rapport au pas de 25 du MNT. Ainsi la marge d'erreur est trop grande pour obtenir des résultats cohérents, sans oublier toutes les marges d'erreurs qui s'accumulent lors des calculs SIG. Nous pouvons donc en conclure que dans le cas des zones avec de fortes variations d'altitudes à l'échelle des 25m, il n'est pas possible d'utiliser cette méthode. Le seul moyen d'obtenir des résultats beaucoup plus cohérents est d'avoir un MNT plus précis au pas des 5 mètres par exemple. Les données lidar trouvent donc tout leur sens pour cette réflexion. Au pas de 50 cm voire moins il est possible de calculer les pentes avec une marge d'erreur très faible, sans oublier qu'avec une échelle aussi grande, il est possible d'automatiser tous les calculs de cubatures réduisant considérablement toutes les études sur le terrain ; tout en ayant des données extrêmement précises.

Pour le massif de Thouraud Courolle les variations d'altitudes sont beaucoup plus faibles. Nous obtenons alors des pentes calculées à partir du MNT très proches de celles relevées sur le terrain. Nous en concluons que pour les massifs présentant de faibles variations à l'échelle des 25 mètres l'étude est pertinente. Nous pensons d'après nos résultats qu'une variation d'altitude moyenne de moins de 3 mètres au 25 mètres est la valeur seuil pour effectuer ce genre d'étude qui permettrait de réduire considérablement les relevés sur le terrain.

3.4. Calcul économique de projet

3.4.1. Calcul route empierrée

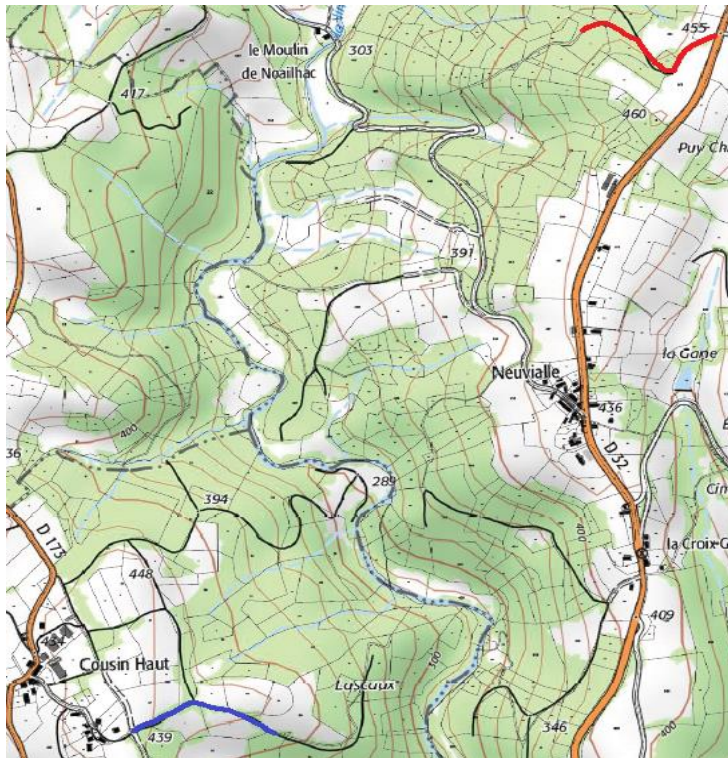


Figure 11 : Cartographie des projets (source SCAN 25 IGN)

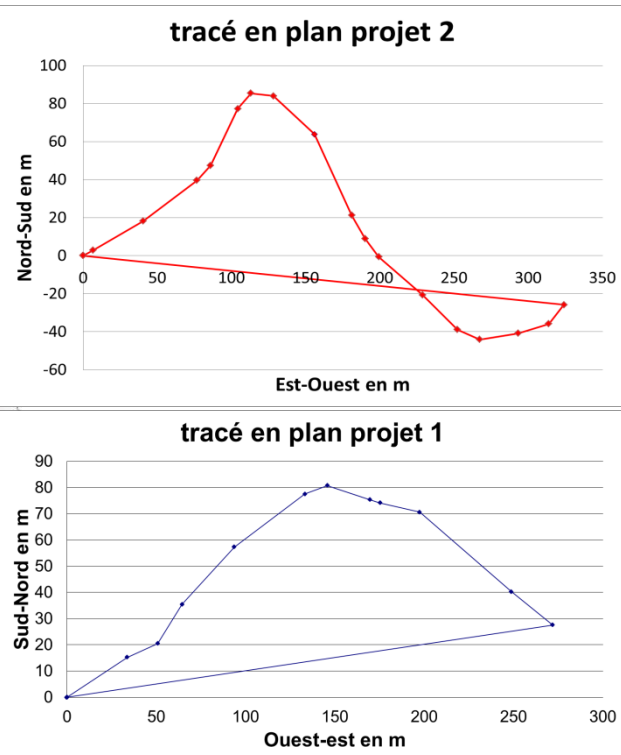


Figure 10 : profil en long des projets

Afin d'obtenir des valeurs cohérentes et fidèles au contexte du Limousin nous avons décidé d'évaluer deux projets, sur le massif de la Vimbelle en Corrèze. Après une phase de relevés selon le calepin joint en annexe 3, nous avons pu calculer grossièrement les volumes de déblais, remblais, ou de décaissement de ces différents projets. Ceci nous permet donc d'avoir des idées de volumes à déplacer, lors de la construction de routes avec des fortes pentes en travers, et sur des pistes préexistantes mais à élargir. Même si les volumes à déplacer vont différer avec les projets, cette étude de cas va nous permettre d'obtenir des ordres de grandeurs mais aussi des exemples pour la suite.

Pour pouvoir comparer les différents projets entre eux et avoir une unité commune, nous avons décidé de tout ramener au kilomètre de route construite. De ce fait, nous avons calculé le coût des terrassements, des mouvements de terre sur et en dehors du projet, sans oublier la mise en place des accotements et des fossés. Tous ces calculs restent grossiers, puisqu'ils ont été réalisés sur de grands tronçons (30 mètres en moyenne). Mais l'on remarquera par la suite qu'une marge d'erreur de 50 mètres cube n'a que très peu d'impact sur la valeur finale du projet. (voir tableur calcul des cubatures)

Une fois tous les calculs de cubatures réalisés, il reste à calculer le coût de construction de la route elle-même. Et toujours dans l'idée de donner des ordres de grandeurs nous avons décidé de calculer les projets selon des types d'arase différentes : PF2 (voir lexique) ou PF3 (voir lexique). Cette différence de portance va se répercuter sur l'épaisseur des différentes couches composant la chaussée. Ainsi avec un sol appartenant à la classe PF2, il faudra au minimum 15 cm supplémentaire de grave de grande taille par rapport au sol PF3. Au final, pour une simple route avec des empièvements très limités, l'on arrive à une différence de plus de 30 000 euros par

kilomètre entre les différents types de sols. Il n'est donc pas inconcevable de penser à la route en béton sur des sols très peu portants et qui ne concernent que de petites distances au sein d'un projet (cf paragraphe suivant).

Si l'on ajoute du géotextile ou même du bitume dans les zones de fortes pentes nous arrivons aux valeurs exposées dans le tableau ci-dessous. Les coûts unitaires de chaque dépense se trouvent en annexe 17.

Tableau 3 : Calcul économique Projet 1

Coût/km empierré (€)	sans géotextile ni bitume	avec géotextile	avec bitume pour les fortes pentes
PF2	97000	104000	119000
PF3	66000	72000	88000

Tableau 4 : Calcul économique Projet 2

Coût/km empierré (€)	sans géotextile ni bitume	avec géotextile	avec bitume pour les fortes pentes
PF2	93000	101000	104000
PF3	61000	69000	71000

Nous remarquons alors que les différences entre les projets rapportées au kilomètre sont minimales lorsque l'on exclut le bitumage pour les fortes pentes, nous pouvons donc estimer que l'ordre de grandeur estimée par cette étude est applicable dans de nombreux cas. Nous pouvons aussi noter la différence de coût très forte entre les projets lorsque l'on commence à goudronner les fortes pentes. Il est vrai que l'un des projets comporte de très nombreux tronçons avec des pentes de plus de 8%, nécessitant la pose d'un revêtement de 15 à 20 euros par mètre carré.

3.4.2. Calcul route béton

Le calcul économique de la route en béton s'est effectué sur les mêmes projets explicités ci-dessus. Le calcul des mouvements de terre n'a donc pas été refait, par contre toute l'analyse sur la construction de la chaussée a été réalisée. Nous avons aussi voulu supprimer les fossés car ils ne sont pas indispensables pour les routes en béton. Nous n'avons pas voulu réduire la largeur de la chaussée ni la largeur des accotements afin de pouvoir comparer des types de routes ayant des caractéristiques techniques identiques.

Tout comme l'analyse faite pour les routes empierrées nous avons effectué les calculs pour deux types de sols : PF2, PF3. De plus le dimensionnement (épaisseur de béton pour la chaussée) a été effectué par CIMbéton selon la charge maximale par essieu (13t), le trafic annuel cumulé (sur la base de 15 poids lourds par jour) et pour une durée de vie de 30 ou 50 ans (voir annexe 7 : fiche dimensionnement CIMbéton).

Nous avons alors obtenu les résultats donnés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Calcul économique béton projet 2 et 1

coût km béton (€)	Projet 2	Projet 1
PF2	247000	248000
PF3	231000	232000

Nous remarquons de prime abord que le coût d'une route béton est bien plus élevé qu'une voie empierrée. Il n'est donc pas question de substituer la route béton à la voie empierrée, même si elle devient économiquement viable sur le long terme. Mais la voirie béton pourrait avoir son

intérêt sur des terrains très peu portants car l'épaisseur de la chaussée sera alors beaucoup plus faible par rapport à l'épaisseur de route en grave. Par exemple sur l'arase la moins portante sur laquelle il est possible de construire une route, soit le PF1, la hauteur maximum de béton nécessaire sera de 30 centimètres alors que pour la même résistance une chaussée empierrée aura une épaisseur de 50 centimètres au minimum (catalogue des structures de chaussée (Destombes et al, 2003)).

3.4.3. Piste empierrée

Lors de nos études préliminaires un type de schéma de voirie est revenu régulièrement : le schéma favorisant les pistes. Ce schéma limite considérablement le kilométrage de route au profit des pistes. La faiblesse de ce genre de réflexion est qu'une piste n'est pas praticable en tout temps et limite donc considérablement les possibilités de débordage. De ce fait si l'on augmente le nombre de pistes, on augmente aussi les problèmes liés au débordage. Alors pourquoi ne pas s'arranger pour améliorer les pistes afin qu'elles deviennent praticables une majeure partie de l'année sans pour autant être accessibles au grumier.

S'appuyant sur cette réflexion nous avons décidé d'évaluer les coûts de construction de ce genre de pistes. Nous avons alors basé nos calculs sur un empierrement modeste : 10 centimètres de grave 0/150 pour la chaussée mais il nous a semblé primordial que la gestion des eaux soit la meilleure possible, c'est pourquoi nous avons ajouté la réalisation de fossés dans notre calcul.

Pour conclure nous avons calculé que ce genre de piste aurait un coût de 15 000 euros du kilomètre, pour une durée de vie très variable. En comparaison aux routes à 90 000 euros du kilomètre la facture est très réduite mais il faudra ajouter les frais de débordage supplémentaire (cf paragraphe frais de débordage) sans oublier que le kilométrage de piste sera plus important que le kilométrage de route. Nous pouvons néanmoins penser que les frais d'investissement seront beaucoup plus réduits que pour la construction d'une route. Cette option reste très séduisante pour les zones de pente car elle permet de reprendre le tracé des chemins ruraux sans souci de pente, ni même d'élargissement.

3.4.4. Route « low-cost »

Nous avons tenté de réfléchir à une technique de construction de route moins onéreuse à la construction. Il est alors devenu évident que pour limiter les coûts de construction il faut diminuer au maximum l'apport de matériaux. Ainsi une route low-cost, si la portance des sols le permet aura simplement 15 à 20 cm de gros empierrement (du 0-150 par exemple) sur lequel un broyeur passera sur l'empierrement en place afin de réduire la taille des blocs et de créer une couche de roulement à moindre frais. Il sera aussi possible de réduire au maximum la largeur de la chaussée avec un minimum de 3,25 mètres. En réalisant tout ceci l'on réduira les investissements mais la qualité de la route sera plus faible qu'une route standard. Les entretiens seront donc plus fréquents, la circulation des grumiers ne pourra pas se faire en tout temps, et la durée de vie sera plus courte. Néanmoins d'après nos calculs ce type de route pourrait être deux fois moins coûteux.

coût final au km (€)	avec géotextile
45000	50000

3.4.5. Calcul économique sur la durée de vie des routes

Tous les calculs précédents sont des calculs sur les coûts d'investissement de la voirie, mais il est tout aussi important de prendre en compte dans le bilan financier, les entretiens et la remise en état sur toute la durée de vie de la route. L'équation permettant de prendre en compte ceci est :

$$C = I + \sum_{1}^n E * (1 + i)^{(n-1)}$$

Avec C : Coût actualisé final

I : investissement

E : coût de l'entretien courant au km

n : l'année

i : le taux d'actualisation

Le tableau ainsi que le graphique ci-dessous représentent l'évolution des coûts en fonction d'un taux d'actualisation de 4%.

Tableau 6 : Récapitulatif des chiffres utilisés pour le calcul économique

Entretien (€)	Empierrée	béton
montant (euros) =E	3000	2000
Fréquence (ans)	2	12
Invest (euros)=I	90000	240000

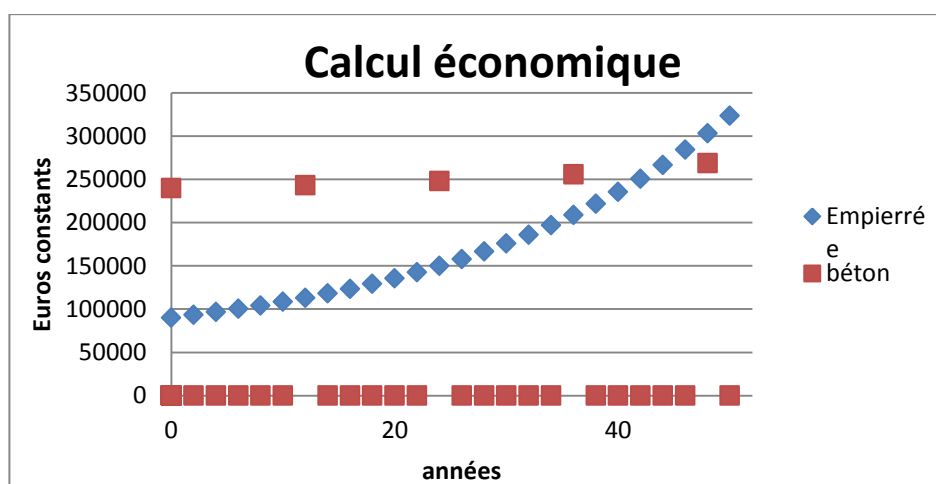


Figure 12 : Présentation du calcul économique sans renouvellement

L'on remarque alors que la route en béton, à l'investissement, coûte plus de 2,5 fois plus cher que la route sans revêtement. Mais si les entretiens sur la route empierrée sont très fréquents et coûteux il se révèle que la route en béton peut devenir plus économique sur le long terme. Dans le tableur « comparaison route béton-route empierrée) vous pouvez faire varier les paramètres afin de comprendre quels impacts ont les entretiens sur le bilan économique global.

Mais ce calcul économique ne rend pas compte fidèlement des frais de renouvellement occasionnés à intervalle de temps régulier pour remettre en état la route. Ces travaux de renouvellement sont beaucoup plus lourds que les travaux d'entretien et donc beaucoup plus

coûteux. Dans le paragraphe précédent nous avons réparti également ces frais sur les frais d'entretien. Or si l'on répartit ces frais de renouvellement selon la formule suivante :

$$C_{\text{bis}} = I + \sum_t^n E * (1 + i)^{(n-1)} + \sum_r^n R * (1 + i)^{(n-1)}$$

Avec C_{bis} : Coût actualisé final

I : investissement

E : coût de l'entretien courant au km

t : la fréquence des entretiens

n : Le nombre d'année de durée de vie du projet

R : le coût de renouvellement au km et sur des périodes de temps régulières

r : période de renouvellement

i : taux d'actualisation

Pour exemple nous avons appliqué la formule avec les chiffres suivants

Entretien	Empierrée	béton
montant (euros) =E	2000	4000
Fréquence (ans)	2	6
Invest (euros) = I	90000	240000
Renouvellement (euros) = R	15000	
Fréquence de R (ans) = r	10	

Nous obtenons alors les résultats suivants

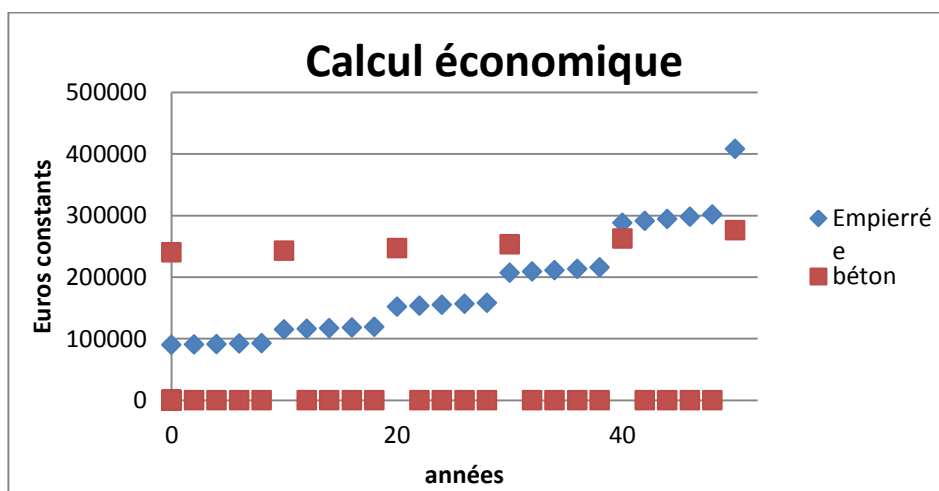


Figure 13 : Présentation du calcul économique avec renouvellement

3.4.6. Economie sur les distances de débordages

Nous nous sommes permis de faire une rapide comparaison entre le coût de la route et le surcoût de débordage possible si le projet n'est pas réalisé. D'après les données obtenues dans la bibliographie (Pascal Meric 2012) nous savons que le coût de débordage sur 100 mètres de 1

mètre cube de bois est d'environ 1,2 – 1,4 euros. Afin de ne pas s'enfermer dans un chiffre précis nous avons choisi d'établir une fourchette de prix en utilisant des valeurs d'accroissement extrême : soit 6 m³/ha/an (donnée IFN pour les feuillus en Limousin) soit 14 m³/ha/an (donnée IFN pour les résineux en Limousin). Avec ces données et la longueur totale du projet nous avons pu ainsi calculer l'avantage théorique qu'occasionnerait le projet de route par rapport au surcoût de débardage.

Les calculs ont été effectués sur trois périodes de temps avec un taux d'actualisation de 4%. :

$$S_d = \frac{C * L * S * (V * (1 + i)^{n-1})}{(i * (1 + i)^n)}$$

Avec : S_d : surcoût de débardage actualisé

C : coût de débardage aux 100 mètres

L : La longueur du projet en mètre

S : La surface potentielle desservie par le projet en hectares

V : Le volume moyen théorique par hectare et par an en mètres cubes/hectares/ans

i : le taux d'actualisation

n : Le nombre d'année de durée de vie du projet

Le coût du projet avec entretien a lui, été calculé selon les principes énoncés au paragraphe précédent avec I = 30000, E = 1500, t= 3, R=15000, r=15 et bien sûr i=4%

Tableau 7 : Récapitulatif des surcoûts de débardages si le projet n'est pas réalisé en fonction des productions annuelles à l'hectare. Toutes les valeurs sont en euros

	6 m³/ha/an	14 m³/ha/an	cout projet avec entretien
15 ans	10500	24600	62900
30 ans	16400	38200	122200
50 ans	20300	47400	242400

L'on remarque alors que dans tous les cas le coût du projet est supérieur au surcoût de débardage. Pour être rentable au bout de 15 ans à 6m³/ha/an il faudrait que le projet desserve 163 hectares, à 14m³/ha/an le projet devra desservir 69 hectares.

Mais il faut savoir que la construction de la route aura d'autres impacts financiers, ou sociétaux. N'oublions pas non plus que la construction de cette desserte permettra d'engendrer une mobilisation de bois beaucoup plus importante, et dans certains cas engendrer une sylviculture de production, sans compter « l'effet boule de neige » régulièrement constaté et entraînant de nombreux propriétaires voisins à exploiter leurs forêts. Il est donc très difficile d'évaluer réellement le gain qu'apporte une nouvelle route.

3.4.7. Câble-mat

Lors de notre prospection sur les moyens de débardages, le câble nous est apparu comme une solution pour la sortie de bois. Il nous a alors semblé nécessaire de faire une étude économique sur ce type de débardage plutôt coûteux. D'après les comptes rendus du chantier du Cunlhat ((Débardage au câble-mat test de 3 types d'éclaircie), P.Magaud et al, 2013) le coût moyen de mobilisation des bois est d'environ 36 euros du mètre cube pour la méthode câble mat.

Si l'on compare avec la méthode de débardage classique (abattage manuel, porteur) le coût est 2 fois plus élevé. Ainsi pour des produits de faible valeur comme le bois énergie ou la trituration le bilan économique du câble mat est négatif, mais dès que l'on obtient de la grumette de moyenne qualité il semble que le débardage par câble devienne rentable.

Nous savons qu'il faut de bonnes infrastructures pour le câble mat et un réseau de routes assez dense puisque les lignes ne peuvent pas dépasser 600 mètres. Néanmoins sur des vallées assez étroites comme celle de la Vimbelle de nombreuses places de dépôts bien placées le long des routes préexistantes peuvent permettre un débardage au câble sur une très grande partie de la vallée. Ainsi, si l'on supprime le coût de projet de route tout en laissant une place de dépôt, l'économie sera du montant de la route soit entre 23 000 et 32 000 euros selon le type de sol rencontré. Par conséquent, le surcoût de débardage (sur toute la durée de vie de la route) ne serait plus de 67 000 euros mais de 35 à 44 000 euros soit une économie de 17 à 24%. Cette réduction ramènerait le coût de la mobilisation par câble mat entre 27 et 30 euros du mètre cube. De quoi rendre possible l'exploitation du bois de trituration ou le bois buche sur des chantiers concernant des volumes importants.

Imaginons maintenant que l'on subventionne le débardage par câble de la hauteur des subventions que l'on aurait donné pour la construction de la route soit environ 80% de 23 ou 32 mille euros. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Réduction des coûts de débardage au câble par rapport aux routes

Type de sol	Montant projet (€)	Subvention (€)	Pourcentage de la réduction de coût par rapport au surcoût initial	Prix au mètre cube de bois mobilisé par câble en ayant déduit le coût de construction de la route (€)	Prix au mètre cube de bois mobilisé par câble en ayant déduit le coût de construction de la route et les subventions dédiées (€)
PF2	32100	25600	0.24	27.42	20.6
PF3	23000	18400	0.17	29.8	24.9

Nous remarquons alors que si l'on déduit du coût de débardage les subventions qui auraient pu être reversées pour la création de la route nous obtenons des coûts de débardage par câble mat très légèrement supérieurs au coût de débardage classique. L'exploitation de nombreux produits bois devient rentable tout en ayant une sylviculture très peu impactante sur les sols et les paysages.

Etant parti du postulat que l'on ne construisait aucune route, nous devons prendre en compte d'éventuels coûts supplémentaires engendrés par une accessibilité des grumiers difficile. Imaginons donc que l'on doit reprendre le bois remonté au câble par un porteur jusqu'à une route accessible aux grumiers : l'on peut alors ajouter environ un euro supplémentaire aux coûts affichés dans le tableau. Ceci reste néanmoins raisonnable et ne compromet en rien l'exploitation de nombreux produits.

Au cours de ces dernières pages nous nous sommes intéressés uniquement aux calculs économiques concernant les méthodes de sorties de bois. Or comme nous avons pu le remarquer lors de l'identification des freins évidents, de nombreux aspects autres que l'économie entrent en

jeux. Afin de bien identifier ces aspects et de ne pas en oublier, en fonction des acteurs concernés, nous avons décidé de réaliser une enquête d'acteurs.

4. Enquête d'acteurs

4.1. Choix des intervenants

La problématique de la desserte forestière concerne de nombreux acteurs (cf I). Une réflexion sur ce sujet implique donc de prendre en compte les avis des personnes qui peuvent jouer un rôle primordial sur le sujet. Par conséquent il nous est apparu évident que ces acteurs devaient être rencontrés.

Nous avons choisi de contacter des mairies, afin de pouvoir parler de leurs problèmes et de pouvoir appréhender leurs opinions sur le sujet. Les maires nous ont semblé cruciaux d'autant plus qu'ils peuvent avoir plusieurs casquettes : propriétaire de forêt, gestionnaire de la voirie communale, maître d'ouvrage pour la construction de route forestière.

Dans cette même optique l'opinion des transporteurs de bois, destinés à utiliser très fréquemment la voirie forestière nous a semblé déterminante. Qui mieux qu'eux peuvent nous parler des problèmes de transport en forêt et des types de voiries dont ils ont besoin ? Nous avons ainsi décidé de rencontrer 2 transporteurs, afin de parler de caractéristiques de voirie mais aussi de leur mode de travail.

Nous nous sommes ensuite dirigés vers les exploitants tout aussi concernés par la voirie forestière. Ils dépendent de cette voirie pour accéder au plus proche des parcelles, leur coût de débardage est étroitement lié à cette facilité d'accès de la parcelle. De ce fait ils auront plus tendance à aller sur des chantiers faciles d'accès. De plus en absence de route, les démarches administratives pour pouvoir accéder aux parcelles peuvent s'alourdir considérablement : franchissement de cours d'eau, traversée de nombreuses propriétés etc.

Nous avons aussi interrogé les conseils généraux, étant donné qu'ils sont aussi propriétaires et gestionnaires de voiries, ils sont directement impactés par la sortie de bois et le passage des grumiers.

4.2. Création des guides d'entretiens

Suite au travail bibliographique nous avons pu faire ressortir un bon nombre de questions pour chaque acteur cité ci-dessus. Par la suite, nous avons décidé de créer un questionnaire spécifique à chaque acteur, dans le but d'obtenir un fil d'Ariane lors de nos entretiens et de ne pas oublier des questions primordiales pour notre étude. Afin de faciliter ces entretiens nous avons classé chaque question dans quelques grands thèmes identifiés.

Le tableau suivant représente les grands thèmes abordés selon les acteurs. Les questionnaires détaillés correspondent à l'annexe 8

Tableau 9 : Thèmes abordés selon les acteurs

Elus	Exploitants	Transporteurs
Informations Générales : si l'élu connaît la surface de forêt sur la commune, s'il a déjà eu des problèmes lors de précédentes exploitations forestières.	Quelques caractéristiques de l'entreprise : sur le chiffre d'affaire de l'entreprise, ou encore ses moyens.	Quelques caractéristiques de l'entreprise : sur le chiffre d'affaire, le nombre d'employés ou d'ensembles routiers.
Les aspects financiers : les revenus que la commune peut retirer de la forêt ou même les coûts engendrés par l'entretien de la voirie.	Méthode de travail : quels peuplements l'entreprise exploite le plus, sur la difficulté d'exploitation des chantiers.	Leurs opinions sur la voirie : sur les caractéristiques, sur ce qui leur pose le plus de problèmes, ou sur les améliorations possibles.
En ce qui concerne les SDVEF : s'ils ont connaissance de ce schéma, s'ils savent les travaux déjà réalisés.	Quelques questions bilan : sur des coûts moyens de débardage ou leur rapport avec les autres acteurs.	Et quelques questions annexes concernant à la fois le respect de la réglementation ou le relationnel entre eux et les autres acteurs.
Réflexions quant à l'avenir : sur les projets de route sur la commune, si les maires sont prêts à soutenir des dossiers de dessertes, etc	Réflexions quant à l'avenir : sur les améliorations qu'ils aimeraient voir pour la voirie, ou les possibles exploitations dans des zones difficiles d'accès	

4.3. Résultats et discussions

4.3.1. Bilan entretiens transporteurs

Lors de notre enquête d'acteurs, deux transporteurs ont été interrogés avec l'aide des questionnaires réalisés au préalable. Nous avons alors rédigé un résumé de leurs remarques majeures quant aux problématiques de transports de bois.

En moyenne, un ensemble pour le transport de bois rond (comprenant le camion tracteur, la ou les remorques, et même la grue de manutention) effectue 90 000 kms par an sur un rayon d'action à l'échelle régionale d'environ 150 kms. Sur les routes forestières, les transporteurs préfèrent une pente de moins de 10% et des routes de 3 à 4 mètres de largeur avec de bons accotements. Il leur semble primordial de ne pas faire rouler les porteurs sur les routes forestières afin d'éviter les débris de bois et autres dégradations. La gestion de la végétation avoisinante est aussi une question importante : il faut un bon élagage pour permettre les passages des grumiers, qui peuvent faire plus de 4 mètres de haut.

En ce qui concerne les places de dépôts, les avis des deux transporteurs divergent : l'un considère que les accotements suffisent pour stocker le bois, l'autre trouve qu'il est indispensable de réaliser suffisamment régulièrement des places de dépôts.

L'outil Transbois (voir lexique) est vu comme un outil relativement utile même s'il peut occasionner des surcharges de travail.

Les problèmes majeurs auxquels sont confrontés les transporteurs sont de trouver du personnel qualifié, et de renouveler leur ensemble, car pour le transport de bois rond à 57t il existe de nouvelles obligations contraignantes nécessitant des investissements très lourds (au moins 300 000 euros). Sans oublier que les industriels travaillent de plus en plus en flux tendu. Ainsi les transporteurs ne peuvent plus gérer leurs stocks comme bon leur semble et de ce fait cela complexifie leur travail.

Une idée d'un train routier a été évoquée, afin de pouvoir séparer un ensemble en deux remorques tractables par un tracteur agricole. Cela permet une plus grande maniabilité, les remorques peuvent passer certains passages difficiles, et la consommation est beaucoup plus faible. L'inconvénient est l'impossibilité de reculer. De plus, il y a possibilité de rouler à 57t avec des investissements beaucoup plus faibles que pour un ensemble routier spécialisé bois rond, sans oublier que la charge utile est nettement supérieure.

Aucun système d'optimisation cartographique de trajet n'existe pour le transport de bois. Pour l'instant, il n'y a que les connaissances du terrain et les cartes IGN qui permettent aux transporteurs de localiser le bois. Cette technique nécessite donc de l'expérience et une bonne connaissance du terrain, par conséquent son efficacité n'est pas optimum.

4.3.2. Bilan entretiens exploitants

Les trois grandes entreprises d'exploitations du Limousin ont été interrogées afin de connaître leurs demandes et leurs réflexions sur le sujet de la voirie mais aussi de l'exploitation. Nous avons alors pu comparer leurs remarques, mais aussi relever certaines d'entre-elles qui méritent un approfondissement.

Alliance Forêt Bois en Limousin exploite 175 000 mètres cubes de feuillus et 134 000 mètres cubes de résineux. Le feuillus est très largement destiné à la trituration, d'où les volumes très forts.

CFBL en Limousin exploite en grande majorité du résineux : 300 000 mètres cubes par an contre 130 000 de feuillus. Le feuillus est aussi destiné en grande majorité à la trituration ou au bois énergie, mais il en sort néanmoins environ 17% de bois d'œuvre.

CBB exploite aussi une majorité de feuillus, cela correspond à une moyenne annuelle de 70% de feuillus sur les 120 000 à 140 000 tonnes de bois sorties par la CBB. Mais si une grande majorité de ces bois est destinée à la trituration, il y a néanmoins un tri en entrée d'usine qui permet de sortir 20 à 25% de bois d'œuvre.

Si les avis de ces grandes entreprises peuvent diverger pour quelques sujets, elles peuvent aussi partager les mêmes opinions sur de nombreuses problématiques. Toutes deux sont unanimes sur le fait que la préparation en amont des exploitations est très complexe. Dans un premier temps, les problèmes de foncier sont un frein énorme : s'il n'y a pas d'accès direct ou de possibilité de droit de passage, les coupes ne seront pas réalisées. Et dans le cas d'un accord pour le droit de passage, il y a encore la possibilité de nombreux conflits. N'oublions pas non plus les démarches très lourdes à réaliser auprès des administrations : permis de coupe, démarche Transbois, autorisation environnementale (surtout pour la loi sur l'eau), etc. Ainsi, monter un dossier

d'exploitation est extrêmement chronophage, et les exploitants auront tendance à répercuter cette perte sur le prix d'achat au propriétaire. De ce fait, si l'outil Transbois permet une bonne régulation des transports dérogatoires de bois rond, l'outil cartographique n'est pas pratique et ajoute une nouvelle étape aux démarches administratives. L'idée d'un outil permettant de réaliser toutes les démarches administratives en une seule fois a été évoquée et pourrait apporter un gain considérable de temps et d'argent aux exploitants.

Il y a aussi unanimité des exploitants sur le fait qu'il est préférable d'avoir un maximum de routes forestières, même si deux d'entre eux estiment que jusqu'à une distance de débardage de 800 mètres, il n'y a généralement pas de surcoût. Cette préférence est due au fait que les routes sont praticables en tout temps, contrairement aux pistes de débardage. De ce fait, le schéma favorisant les pistes, n'est pas très bien accueilli. Pourtant un exploitant s'est accordé à dire qu'il valait mieux un minimum de routes que rien du tout, car des projets de route structurant un massif ne sont quasiment plus réalisables du fait de leurs coûts et des impacts fonciers.

De la même manière, nous avons pu relever une véritable demande en places de dépôts et de retournements. Il y a une réelle nécessité de stocker du bois dans des zones accessibles aux grumiers mais tout aussi faciles d'accès aux porteurs et skidders, qui ne peuvent en aucun cas rouler sur les routes. Ainsi les places de dépôts sont cruciales et pour l'instant trop peu nombreuses. L'idée d'utiliser des délaissés routiers semblent en séduire plus d'un. Il est vrai qu'une réflexion détaillée sur ces places afin d'identifier les plus structurantes, de les améliorer et de les sécuriser serait peut-être un début de solution.

Par contre les avis sont très mitigés pour le câble mat. Alliance et CBB ne possèdent pas de câble mat et ne désirent pas en acquérir. Le principal argument contre est la rentabilité de ce type d'ensemble. Malgré tout, la CFBL possède un câble mat de taille moyenne avec une pelle équipée d'une tête d'abattage. Le bilan au terme de deux années d'activités est plutôt bon : pour le bois énergie, les bilans économiques sont à peu près équilibrés, pour la trituration il est négatif et pour le bois d'œuvre le bilan est clairement positif. L'inconvénient est que les coupes se font principalement en résineux et avec de très forts prélèvements. De plus, la CFBL estime qu'un temps complet est quasiment indispensable pour préparer les chantiers. Cette technique permet, néanmoins, de mobiliser 10 000 m³ supplémentaires.

La question des franchissements de cours d'eau a également été évoquée. Ce genre de problématique est considérée comme très complexe et représente un réel frein à l'exploitation, surtout depuis la nouvelle loi sur l'eau et le durcissement de la police en la matière. Ainsi, les exploitants sont très réticents à traverser les cours d'eau : soit ils font de grands détours pour passer par un pont déjà existant, soit ils dépensent énormément pour créer de nouveaux franchissements respectant difficilement toutes les normes, soit ils abandonnent les chantiers. Trouver alors la possibilité d'apporter des outils de franchissements préfabriqués relativement peu coûteux pourrait aussi être une solution. Par contre, une réflexion sur la gestion de ces nouveaux kits de franchissement devra être réalisée afin de ne pas retomber dans les mêmes problématiques que les kits de franchissement PEHD.

Nous avons aussi pu relever quelques remarques isolées très intéressantes, par exemple le fait que les camions à six essieux devraient être favorisés car ils permettent de passer par des zones plus compliquées. Ou sur l'exploitation mécanisée de feuillus, qui n'est pas impossible mais

techniquement compliquée car elle nécessite un bûcheron supplémentaire hautement qualifié pour préparer le terrain. N'oublions pas aussi la proposition que ce soit le vendeur de la coupe qui organise une grande partie de la sortie des bois et non uniquement les exploitants.

4.3.3. Bilan entretiens élus

Dans le cadre de l'enquête d'acteurs, trois élus de trois communes différentes ont été contactés. Nous avons alors pu remarquer la grande disparité existant entre les élus, et surtout les différences d'opinions et de connaissances forestières selon les communes. On peut identifier ces différences de connaissances forestières par la présence de forêts communales ou sectionnelles conséquentes sur la commune.

Il a été dit que les élus peuvent se retrouver relativement seuls face aux problématiques de voiries. En l'absence d'aide des DDT ou de la communauté de commune apportant une aide technique, les petites communes rurales n'ont pas beaucoup de moyens pour monter de lourds dossiers de voirie. Sans oublier que le morcellement du foncier complique les choses sur le plan juridique. Dans ce contexte, les maires ne sont pas incités à construire des routes, surtout en l'absence de demande de la part de propriétaires. La création de routes multi-usages (servant à la fois pour la sortie des bois mais aussi pour d'autres usages) pourrait être un moyen d'inciter les maires mais cela restreint beaucoup le nombre de projets possibles. N'oublions pas, non plus, les craintes des élus face à l'exploitation forestière et aux dégâts qu'elle pourrait engendrer, à la fois en forêt mais aussi sur les routes. Les mauvaises expériences et les exploitations dévastatrices sont dans les esprits, et le transport à 57tonnes fait peur.

L'entretien de la voirie communale ne semble pas poser de problème aux élus malgré des budgets qui peuvent être conséquents. Nous pouvons néanmoins noter que les communautés de communes peuvent apporter une aide précieuse pour les entretiens de voiries, sans oublier l'appui technique permettant de réduire les démarches comme pour les dossiers de marché public qui sont mutualisés pour l'ensemble de la communauté de commune.

Dans tous les cas, les déclarations d'utilité publique ou d'intérêt général afin d'obtenir la maîtrise du foncier par la commune, sont à réaliser qu'en dernier recours et seulement si une très grande majorité des propriétaires cautionne le projet. Cependant les élus sont d'accord sur le fait que la maîtrise du foncier est problématique car les propriétaires sont attachés à leurs terres.

Quelques idées ont émergé, comme le principe de mettre en place une sorte de taxe au mètre cube sorti et par conséquent mettre à contribution les propriétaires ou impliquer les communautés de communes dans les dossiers de voirie forestière. Ces solutions pourraient pallier le manque d'aide technique et aussi aider financièrement ces communes qui pourront alors investir l'argent gagné avec la sortie des bois, dans la création ou la réfection de routes forestières.

5. Établissement de la nouvelle méthodologie

5.1. Prise en compte des éléments constatés précédemment/ Identification des freins

5.1.1. Construction du tableau récapitulatif des leviers techniques

La construction d'une desserte forestière dépend, comme nous avons pu le voir tout au long de l'étude, de nombreux freins, mais aussi de nombreuses caractéristiques sur lesquelles il est possible de jouer. Nous avons donc tenté de rassembler au sein d'un même document toutes les caractéristiques d'une route et les leviers d'action possibles.

Le tableau suivant représente l'ensemble des caractéristiques d'une route forestière et les freins techniques.

Tableau 10 : Récapitulatif des caractéristiques et des freins techniques d'une route forestière

Caractéristiques	Les freins techniques
Distance de débardage	Financement
Largeur chaussée	Foncier
Pente en long	Sol difficile
Pente en travers	Pente forte
revêtement-chaussée couches	Peuplement
Rayon de courbures	Impacts paysagers
Fossé	Impacts environnementaux
Emprise	Tourisme fréquentation
Accotement	
Terrassement, dessouchage	
Tracé	
Franchissement de cours d'eau	
Végétation avoisinante	

Le tableau en annexe 12 représente les liens entre chaque caractéristique et chaque frein.

5.1.2. Présentation des freins non évidents

Au 1.7 nous nous sommes permis de présenter les freins évidents à la construction de voiries. Ces premiers freins, principalement techniques et donc relativement faciles à déterminer, sont bien différents de la plupart des freins présentés dans ce paragraphe. Il est vrai que ces nouveaux freins sont principalement sociétaux, donc moins évidents. Nous avons pu les mettre en évidence grâce au travail d'enquête d'acteurs mais aussi grâce au travail réalisé directement sur les massifs. Nous avons donc recensé :

Captage d'eau potable : les captages d'eau peuvent être très contraignants pour la réalisation de voirie. Dans le périmètre immédiat rien n'est possible, et dans le périmètre rapproché les contraintes sont telles qu'il vaut mieux contourner la zone si possible. De ce fait la mise en place d'un captage peut totalement bloquer un projet, il est donc indispensable de les prendre en compte lors de l'établissement de futurs schémas.

Les levées de boucliers possibles de la part des chasseurs ou des agriculteurs : il s'est révélé que lors de certains anciens projets les agriculteurs ou les chasseurs pouvaient s'y opposer vivement (les agriculteurs peuvent voir d'un mauvais œil le fait que l'on avantage la desserte

forestière au lieu de la desserte agricole ou les chasseurs peuvent avoir peur de l'augmentation de la fréquentation en forêt et donc se monter contre certains projets de voirie).

La peur des dégâts suite aux passages des grumiers ou de l'exploitation de bois : les maires ayant peu de connaissances sur le monde forestier peuvent éprouver une inquiétude quant au passage de grumier à 57t sur les voiries communales. Ne voulant alors pas de problèmes, certains peuvent refuser ou ne pas prendre part au projet pour cette raison. Une bonne communication peut dans un premier temps débloquer ce genre de frein et donc favoriser un bon nombre de projets.

Une opposition du conseil municipal : dans le cas d'une construction de route concernant un chemin rural, le conseil municipal doit être en accord. Il sera donc nécessaire de convaincre aussi bien les maires que les conseillers municipaux. Or il est d'autant plus difficile de faire accepter un projet qu'il y a plus de personnes. Sans oublier que la construction d'une route sur un chemin rural est destinée à servir aux privés et non à la mairie.

Nous avons pu identifier un problème très courant dans le Limousin : le manque de culture forestière. L'histoire forestière en Limousin est très récente, les limousins n'ont donc pas une habitude du monde forestier et peuvent, par conséquent, avoir des intentions qui ne vont pas dans le sens de la forêt. Ce genre de réflexions les entraîne à considérer que la sortie de bois n'est pas compliquée, que le réseau de route déjà existant est suffisant, ou tout simplement que l'exploitation n'est pas nécessaire. Il en résulte que de nombreux propriétaires n'ont pas idée d'établir une desserte de leur parcelle. De plus la vente de bois en bloc et sur pieds dédouane le propriétaire de tous ces problèmes liés à l'exploitation du bois et des surcoûts engendrés. Par conséquent ils n'ont pas forcément conscience de ces problèmes, or ces surcoûts de débardage sont directement répercutés sur le prix d'achat des bois et donc sur le portemonnaie des propriétaires.

La nécessité de bien identifier le maître d'ouvrage et de l'impliquer dans le projet a été révélée comme cruciale pour l'aboutissement des projets, lors de précédentes études (Sylvain Dupire 2012).

Au cours de notre analyse sur le terrain nous avons remarqué le grand nombre de pistes présentes au cœur des massifs. Ce sont en très grande majorité des pistes non carrossables sur lesquelles seuls les engins de débardage peuvent circuler. Or ce fort réseau de pistes, parfois en très mauvais état, induit beaucoup en erreur les propriétaires. Ils pensent alors que le débardage est possible et qu'il n'y a donc pas de problème. Néanmoins un réseau de pistes dense n'exclut pas des distances de débardages très longues, et des problèmes de franchissement de cours d'eau, qu'un réseau de route cohérent peut régler.

Pour résumer tous les freins rencontrés et afin de comprendre leurs caractéristiques nous les avons classés dans le tableau suivant.

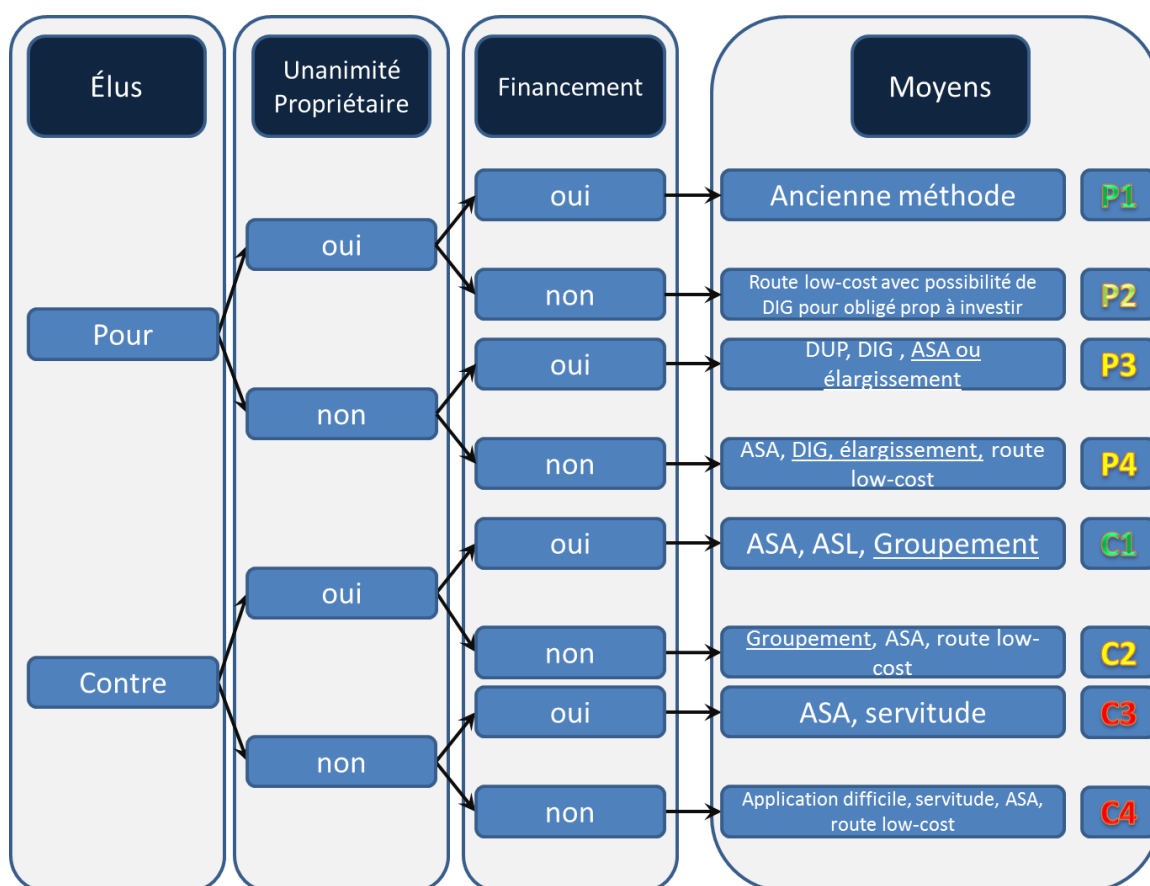
Tableau 11 : Recensement des freins

Zonage	captage d'eau
	environnement (zone protégée)
	Franchissement de cours d'eau
	éléments touristiques à proximité
sociologique	Blocage par les chasseurs car ne veulent pas accroître la fréquentation en forêt
	Blocage par les agriculteurs (jalousie : voirie forestière et non agricole)
	Blocage au sein du conseil municipal
	Ou même le blocage de la société (actions via des pétitions)
	manque d'intérêts ou de culture forestière (La construction de route n'est donc pas du tout envisagée)
	Blocage de la part des propriétaires
	Peur du passage des grumiers ou des dégâts d'exploitation
	manque de soutien de la part des DDT, ou autres administrations compétentes
	montage de dossier de subventions trop compliqué et chronophage (d'autant plus sans aide, or il y a de moins en moins d'aide)
	maitre d'ouvrage mal identifié ou très peu impliqué
	L'existence de nombreuses pistes induit en erreur (il est possible de sortir les bois, donc pas d'inquiétude de la part des propriétaires, mais au prix d'énormes distances de débardage qui se répercutent sur l'achat des bois)
technique	financement trop faible
	oubli du SDVEF ou absence de SDVEF
	problème de foncier (désaccord de certains propriétaires)
	mauvaise portance des sols
	pente en travers très forte
	peuplement sans valeur (généralement les feuillus)
	projets concernant plusieurs communes

5.2. Prise en compte de la législation et clé d'aide à la décision

La législation, dans un souci de préservation de la propriété privée limite les possibilités contraignant les propriétaires à la cessation de terrain ou à la construction de route. Il est bien sûr primordial que les projets de voirie se fassent en accord ou mieux, par les propriétaires des fonds concernés eux-mêmes. Mais dans le cas de la forêt limousine, un projet peut concerner une grande quantité de propriétaires. Il est alors évident qu'au sein de ces propriétaires, les probabilités sont grandes pour rencontrer des opposants. S'ils sont en majorité, alors il vaut mieux stopper toutes tentatives, mais s'ils sont en forte minorité, des solutions de déblocage sont nécessaires afin de satisfaire la demande de la majorité.

La clé qui suit se base sur tous les textes de lois concernant la propriété forestière (un résumé de ces lois se trouve en annexe 13) et permet de déterminer les solutions législatives adéquates selon la situation.



Pour les ASA il est nécessaire qu'une grande majorité des propriétaires soit d'accord, Les DUP sont à éviter car compliquées et très exigeantes

Figure 14 : clé législation

Avec

P1 :

Avec de l'argent, des maires prêts à soutenir les projets ainsi que des propriétaires partants, nous sommes dans une situation idéale. La méthode d'abandon de terrain par les propriétaires peut se faire, ainsi que la construction d'une route de qualité sans se poser de question. L'abandon de terrain de la part des propriétaires, doit tout de même se faire devant une personne compétente (notaire si les coûts ne sont pas trop élevés) afin de ne pas avoir de contestations par la suite.

P2 :

Nous sommes donc dans une situation un peu plus délicate que la précédente. La mairie ne peut pas payer les travaux. Soit des financements, privés ou publics, permettent de couvrir la totalité du projet, soit il y a nécessité de trouver de l'argent. Dans le cas d'une unanimité des propriétaires en faveur de la route, ces derniers pourront être mis à contribution avec ou sans une déclaration d'intérêt général. La route pourra aussi être étudiée afin de réduire les coûts (route « low-cost »).

P3/P4:

Le problème majeur dans ce cas est l'absence de l'unanimité des propriétaires en faveur de la voirie. Le seul moyen de sortir de cette impasse est de « forcer la main » du ou des

propriétaires. Soit les propriétaires finissent par être convaincus, soit l'option législative est envisageable.

La déclaration d'utilité publique est possible mais lourde de conséquences puisqu'elle aboutit sur une expropriation. De plus, il est nécessaire de dédommager le propriétaire du terrain. Il faut donc un financement supplémentaire. Voilà pourquoi cette option ne ressort que lorsque la commune a des moyens financiers. Il reste dans le cas contraire la possibilité de passer par une association syndicale autorisée qui aura pour avantage de pouvoir être maître d'ouvrage.

La déclaration d'intérêt général a aussi sa place, elle obligera les propriétaires à céder un droit de passage pendant la durée des travaux et permettra aussi l'établissement d'une servitude pour l'usage et l'entretien. Une compensation financière peut aller de pair avec une déclaration d'intérêt général. Dans tous les cas, la décision politique est lourde à prendre car elle porte atteinte au droit de la propriété, il faut donc que les maires soient absolument porteurs du projet, et que le nombre de propriétaires récalcitrants soit minime.

Le principe de l'ASA permet aux maires de se dédouaner de cette décision, mais cela veut dire qu'il faut trouver des propriétaires porteurs du projet et de l'ASA. La route « low-cost », pour réduire les coûts, est aussi envisageable. Le simple droit de passage peut, bien sûr, être utilisé dans ce cas mais un propriétaire récalcitrant n'acceptera sûrement pas un arrangement à l'amiable et, dans tous les cas, il faudra le dédommager.

Il existe une dernière option qui permet d'éviter toutes les lourdes démarches administratives : sur décision du conseil municipal, un chemin rural peut être élargi de deux mètres maximum sans demande d'avis des propriétaires. Cette solution permettra sans doute de régler quelques problèmes mais la limitation des deux mètres et néanmoins une forte contrainte.

C1

Dans ce cas, le groupement forestier ou l'ASL ou tout autre regroupement pouvant être éligible aux subventions est recommandé. Ainsi, si la route se fait entièrement sur terrain privé l'accord du maire n'est pas nécessaire, le raccordement à une voie communale sera peut-être délicat mais il n'y a pas possibilité d'interdiction.

C2

Le regroupement de propriétaires éligibles aux subventions est primordial dans ce cas. La route « low-cost » trouve de nouveau son intérêt, mais il faut savoir que la construction d'une route peut très vite être rentabilisée par une exploitation accrue des bois et au meilleur prix. Sans oublier que la valeur d'une parcelle augmente avec sa proximité par rapport à la route.

C3/C4

Dans ce cas, ni DUP ni DIG ne sont envisageables. Reste donc l'ASA ou la servitude. Dans les deux cas, l'action est difficile à mettre en œuvre et, sans groupement, l'éligibilité aux subventions est compromise. En absence de financement, il est recommandé de ne rien faire sauf tenter d'établir une servitude avec une piste forestière. Une déviation est aussi envisageable afin d'éviter les propriétés posant problèmes.

5.3. Réflexion avec analyse multicritères

5.3.1. Présentation

Les questions de voiries forestières sont nombreuses, parfois conflictuelles, et n'ont pas le même degré d'importance selon la personne intéressée du fait du caractère multifonctionnel de la forêt. Nous avons alors réfléchi sur un outil d'aide à la décision permettant de classer les différents projets proposés pour les subventions. Le classement ainsi obtenu, permettra donc de hiérarchiser les projets selon une famille de critères qui se veut exhaustive.

Afin de pouvoir faire des choix en tenant compte de l'ensemble des critères composant la desserte forestière, nous proposons une analyse multicritères comme outil d'aide à la décision. Nous utiliserons plus particulièrement l'analyse Électre ou élimination et choix traduisant la réalité. Cette méthode déjà utilisée par l'ONF ou Coforêt (rapport Nicolas Martin 2008) avec des résultats concluants, permet de prendre en compte des critères conflictuels entre eux, et d'importances inégales, afin d'effectuer un choix optimal.

Il existe six grands types d'analyse Électre :

- Électre I et IS: permettent de choisir une ou plusieurs actions.
- Électre II, III, IV : classe les actions potentielles selon une famille de critères.
- Électre TRI : détermine les bonnes actions.

Dans le cadre de notre étude nous voulons classer les actions potentielles (ici les projets de voiries), nous avons donc le choix entre les méthodes II, III, et IV. Étant donné que nous allons pondérer les critères puisqu'ils sont considérés d'importances inégales nous avons le choix entre l'analyse II ou III. L'analyse Électre III permet de fournir un ordre non complet des actions, l'incomparabilité est alors prise en compte. Nous choisissons alors l'analyse III car nous supposons que des situations d'incomparabilité existent au sein des différentes actions possibles.

Pour réaliser cette étude, il nous faut obtenir un niveau de connaissances élevé et général du problème. Il est alors nécessaire d'identifier :

- L'ensemble des actions potentielles, c'est-à-dire tous les choix que l'on peut imaginer.
- Construire une famille de critères qui sera exhaustive, non redondante, cohérente, et qui permettra d'évaluer les performances ou les impacts des actions.
- Il faudra ensuite définir une évaluation de chaque critère que nous voulons la plus objective possible.

5.3.2. Définition des actions potentielles

Dans notre cas les actions potentielles sont les différents projets de dessertes. Ces différents projets, sont tous supposés comme envisageables, et au premier abord rien ne nous permet de conclure qu'un projet est meilleur que l'autre. Pour illustration, nous prenons les deux projets de routes explicités au 3.4 et utilisés pour les analyses économiques.

5.3.3. Établissement d'une famille de critères

Une famille de critères est un ensemble de critères sur lesquelles se base l'étude. Elle doit répondre à de nombreuses exigences car elle doit représenter les différents points de vue et doit permettre de modéliser les préférences à un niveau global. De ce fait une famille de critères doit respecter trois principes : l'exhaustivité, la cohésion, et la non redondance. Si l'exhaustivité et la non redondance sont des termes évocateurs, la cohésion est plus difficile à appréhender : la cohésion de l'ensemble des critères est le fait que ces critères ne doivent pas remettre en cause les propriétés de chaque critère pris individuellement.

Si la famille de critères établie respecte ces trois règles on peut alors la qualifier de famille cohérente de critères. Par conséquent, si deux projets ne peuvent pas être départagés sur tous les critères sauf un, le classement des projets pourra néanmoins se réaliser sur cet unique critère.

Il faut aussi savoir que pour faciliter le travail du décideur, lors de l'étape de pondération de critères, il faut réduire au maximum le nombre de critères. La solution permettant de réduire ce nombre de critères tout en gardant l'exhaustivité est de regrouper les critères en thématique, par conséquent les nombreux critères originels deviennent des sous-critères. Le tableau de regroupement des critères est en annexe 14, ce tableau résume aussi l'ensemble des évaluations de critères présentées dans le paragraphe suivant.

5.3.4. Évaluation des critères

Certains critères se sont révélés assez difficiles à noter, afin de faciliter l'évaluation nous avons décidé de rapporter toutes les évaluations des critères à une note allant de 0 à 10, avec le 0 étant la moins bonne note et 10 la meilleure.

5.3.4.1. Le financement

Il représente le coût d'investissement nécessaire pour la construction du projet : plus l'investissement sera lourd moins la note sera bonne. Ce critère n'est composé que d'un seul sous critère que nous avons décidé d'évaluer de la manière suivante :

$$c1 = 10 - \left(\frac{I}{IB} * 10 \right)$$

Avec I l'investissement nécessaire moyen pour la réalisation du projet ramené au mètre linéaire.

Et IB : l'investissement nécessaire pour la construction d'une voirie béton (correspondant à 250 mille euros du kilomètre) ramené au mètre linéaire.

Cette formule permet d'obtenir une note cohérente sur 10, reflétant le degré d'investissement nécessaire pour l'établissement du projet.

5.3.4.2. Le foncier

Les problèmes de fonciers comme nous l'avons vu lors de la présentation des freins peuvent être extrêmement problématiques. C'est pourquoi nous avons décidé de l'intégrer à notre évaluation des critères. Soit :

$c_2 = 10$ s'il n'y a pas nécessité d'élargir la voie ou le chemin rural préexistant ou si l'acquisition foncière est déjà réalisée.

$c_2 = 7,5$ si l'élargissement nécessaire ne dépasse pas 2 mètres.

$c_2 = 2,5$ si l'élargissement nécessaire dépasse les 2 mètres.

$c_2 = 0$ s'il y a obligation de créer l'emprise, autrement dit si la maîtrise du foncier n'est pas déjà acquise en partie.

5.3.4.3. *La qualité du sol*

Sur le même principe, la qualité du sol est primordiale pour évaluer la difficulté de réalisation d'un projet de desserte forestière. Un sol de faible portance nécessitera beaucoup plus de matériaux, et engendrera une mise en œuvre plus complexe. Pour simplifier la compréhension et faciliter le travail d'évaluation de ce critère, nous nous sommes basés sur le tableau des échelles de portance (voir annexe 15) du manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic (cf manuel de conception SETRA, LCPC 1981) Nous avons donc :

$c_3 = 0$ pour les sols ayant une portance de 0

$c_3 = 4$ pour les sols ayant une portance de 1

$c_3 = 6$ pour les sols ayant une portance de 2

$c_3 = 8$ pour les sols ayant une portance de 3

$c_3 = 10$ pour les sols ayant une portance de 4

5.3.4.4. *La pente en travers*

Nous avons pu identifier au cours de notre travail bibliographique (rapport FIF 15, ROLLET, 2007) et de l'enquête d'acteurs, 3 seuils impactant fortement les conditions de débardage. Il en résulte donc 4 catégories de pente en travers sur lesquelles se base la notation :

$c_4 = 10$ lorsque la pente est inférieure à 45% pour au moins 90% de la surface desservie par le projet.

$c_4 = 7,5$ lorsque la pente est comprise entre 45 et 65% pour au moins 90% de la surface desservie par le projet

$c_4 = 2,5$ est comprise entre 65 et 110% pour au moins 90% de la surface desservie par le projet

$c_4 = 0$ lorsque la pente est supérieure à 110% pour au moins 90% de la surface desservie par le projet

Le seuil de 45% correspond à la limite de pente pour les engins d'exploitations classiques, celui de 65% représente la limite pour les engins d'exploitations spécialisés pour les pentes, c'est-à-dire les débardeurs ou abatteuses avec treuil, nous pouvons aussi penser aux abatteuses araignées (cf photo ci-contre). Et le dernier seuil de 110% représente la pente limite praticable par des bûcherons expérimentés en exploitation de montagne.



Crédit photo Sylvain Rollet : Menzi Muck A 91, porte outil type araignée

Autrement dit **au-delà de 110% toute exploitation forestière devient impossible.**

5.3.4.5. Le peuplement

Ce critère va permettre de traduire l'importance des peuplements pour la voirie forestière. La valeur des peuplements ainsi que les volumes à exploiter vont permettre de justifier ou non la rentabilité d'une route forestière. Mais afin de ne pas trop pénaliser les feuillus nous avons décidé de réfléchir en valeur et en surface plutôt qu'en volume hypothétique. Ce raisonnement a pour avantage de supprimer une approximation : celle du volume tout en gardant une notion de valeur relative entre les différents peuplements. Nous obtenons alors la formule suivante :

$$P = \frac{St * Xt + Stsf * Xtsf + Sff * Xff + Sfm * Xfm + Sfr * Xfr + \dots}{Lp}$$

Avec : St, Stsf, Sff, etc, les surfaces des différents peuplements IFN desservies par le projet en hectares. Nous pouvons obtenir ces surfaces par simple recoupement entre la surface totale desservie par le projet et la couche SIG des peuplements de l'IFN.

Xt, Xtsf, Xff, etc, les coefficients que l'on applique en fonction des peuplements IFN (voir tableau 12)

Lp : la longueur du projet en mètre

Mais p ne correspond pas à une note sur 10 : la note théorique maximum de p pour les routes est de $180 * 7 / 1000 = 1,26$ avec 180 : la surface forestière maximum qu'une route de 1km peut desservir, 7 étant le coefficient maximum que l'on peut attribuer au peuplement, et divisé par 1000 puisque l'on ramène au mètre linéaire. Sur le même principe les pistes possèdent une note maximum de : $23,5 * 7 / 1000 = 0,165$

Afin d'obtenir une note sur 10 nous appliquons la fonction suivante :

$$c5 = \frac{p}{\max(p)} * 10$$

Avec $\max(p) = 180 * 7 / 1000$ ou $23,5 * 7 / 1000$ (pour les pistes) et qui représente la valeur maximale du peuplement que l'on peut obtenir.

Si le projet résout un point noir, il a alors un caractère spécial puisqu'il ne permet pas directement de desservir des forêts. Pourtant il peut débloquer une desserte sur des massifs entiers. Alors l'évaluation sur le peuplement ne se fera pas sur un calcul des surfaces desservies directement mais sur un calcul prenant en compte toutes les routes rendues accessibles par la réalisation du projet. Néanmoins la note ne pourra pas dépasser 10.

Tableau 12 : Coefficients appliqués selon le peuplement

Type de peuplement	Note
Futaie de feuillus	6
Futaie de conifères	7
Futaie mixte	6
Mélange de futaie de feuillus et de taillis	3
Mélange de futaie de conifères et de taillis	4
Taillis	2
Forêt ouverte	1

Les coefficients indiqués dans le tableau ci-dessus sont des coefficients choisis arbitrairement mais pouvant refléter les différences relatives de valeur et de volume des différents types de peuplements. L'avantage de cette étude est que ces coefficients pourront être changés lorsque l'on disposera de données plus précises.

5.3.4.6. *Le paysage*

Comme nous l'avons vu, l'aspect paysager peut entrer en compte lors de la création d'une route forestière. Il est donc indispensable d'y penser précocement pour que la route soit mieux acceptée par les riverains.

Afin de traduire cet aspect paysager nous avons décidé de traiter 3 sous-critères :

- sc61, le type de revêtement utilisé. Une route goudronnée se remarque beaucoup plus qu'une route béton, et une route béton est plus visible qu'une route empierrée. Par conséquent l'aspect revêtement est noté de la façon suivante :

$$sc61 = (\% \text{ empierrement} + 1/2 * \% \text{ de béton}) * 10$$

Par exemple, une route empierrée à 60% avec 20% de béton et 20% de goudron aura une note de : $sc61 = (0,6 + 0,2/2) * 10 = 7$

- sc62, la largeur de plateforme. La largeur de plateforme définit la largeur de défrichement. De ce fait une largeur trop grande aura beaucoup d'impact paysager contrairement à une piste de faible largeur. Ainsi nous noterons la largeur de la plateforme selon le tableau de notation qui suit :

Tableau 13 : Notation selon la largeur de la plateforme

Largeur plateforme en mètre	Note
4	10
5	8
6	6
7	4
8	2
9	0

- sc63, si la route est visible depuis des zones à forte densité de population. Dans ce cas les options sont soit oui soit non donc les notes seront de 0 pour non et 10 pour oui.

La note obtenue pour les 3 sous-critères est donc :

$$c6 = \frac{sc61 + sc62 + sc63}{3}$$

5.3.4.7. *Les impacts environnementaux*

La facilité de mise en œuvre d'un projet de voirie dépend aussi des zones à caractères environnementaux impactés. La traversée d'un cours d'eau, d'une zone humide complique énormément les projets, tout comme le passage dans des zones Natura 2000, des sites inscrits ou classés. Dans ce but nous avons détaillé ce critère en 4 sous-critères :

- sc71 : impact sur un cours d'eau ou une zone humide sur plus de 200 mètres carrés (article R214-1 du code de l'environnement)
- sc72 : impact sur une zone Natura 2000
- sc73 : impact sur un site inscrit ou classé
- sc74 : impact sur un espace boisé classé

Pour chacun de ces sous-critères les réponses sont toutes binaires : oui ou non et donc soit 10 pour non soit 0 pour oui.

Nous pouvons définir la note des projets selon les sous-critères explicités ci-dessus ainsi qu'avec la formule ci-dessous qui nous permet de pondérer les sous-critères selon leurs ordres d'importance:

$$c7 = \frac{3 * (sc71 + sc72) + 2 * (sc73 + sc74)}{10}$$

5.3.4.8. Les multiples usages possibles de la route

Une route forestière est avant tout construite pour la sortie des bois, mais il est néanmoins possible que son usage ne se cantonne pas uniquement à cette fonction. Nous avons donc décidé de prendre en compte ce multiusage dans notre notation.

Par conséquent nous noterons les usages possibles, comme l'accès pour les chasseurs, le passage potentiel de promeneurs, ou la desserte en faveur de la commune : par exemple l'amélioration de la desserte d'un petit hameau.

La fonction suivante permet de prendre en compte ces critères

$$c8 = X_{exploit} + X_{chasse} + X_{Randonnée} + X_{Desserte\ communale}$$

Si le projet concerne un des usages alors il est possible d'ajouter le coefficient dédié à cet usage aux autres coefficients déjà dédiés. Avec $X_{exploit}=1$, $X_{chasse}=1$, $X_{Randonnée}=4$, $X_{Desserte\ communale}=4$

5.3.4.9. Le zonage

Tout comme le problème des impacts environnementaux, certaines zones sont soumises à des documents ou à une législation plus lourde qu'en temps normal. Nous avons pensé aux documents d'urbanisme, ou zones rapprochées des monuments historiques ainsi que des périmètres de captage d'eau potable.

- sc91 : Si le projet se situe à moins de 500 mètres d'un monument classé comme historique, alors la note sera de 0. Dans le cas contraire la note sera de 10
- sc92 : Ce sous-critère correspond à l'impact que peut avoir un captage d'eau potable sur un projet de voirie. Si le tracé du projet passe dans un périmètre immédiat de captage il faudra alors **obligatoirement revoir le tracé du projet.**

Si le tracé est concerné par un périmètre rapproché la réalisation sera possible mais extrêmement difficile, nous attribuerons par conséquent une note de 0

Si le tracé passe dans un périmètre éloigné, la tâche sera quelque peu complexifiée, la note attribuée sera donc de 5. Pour les autres cas la note sera de 10

- sc93 : Le projet est concerné par un document d'urbanisme, la note sera de 0, s'il ne l'est pas la note sera de 10

Tout comme les critères précédents nous avons décidé de pondérer les différents sous-critères. La formule ci-dessous traduit cette pondération. Nous avons voulu accentuer le poids pour le zonage des captages d'eaux car ils peuvent être bloquants pour un projet de desserte forestière.

$$c9 = \frac{sc91 + sc93 + sc92 * 3}{5}$$

5.3.4.10. L'intégration du projet

Chaque projet doit obligatoirement être réfléchi en cohérence avec le reste de la desserte du massif mais aussi avec les réseaux de voirie principaux. Il faudra donc réfléchir aux points noirs pouvant bloquer l'accès, à l'intégration du projet avec les autres routes déjà existantes.

Dans ces conditions nous avons décidé d'avantager les projets prenant en compte les données précisées ci-dessus, sans oublier que nous avantagerons aussi le projet ayant un caractère collectif, c'est-à-dire les projets dont les maîtres d'ouvrages sont des associations de propriétaires, des groupements forestiers, des indivisions, ou des collectivités.

Nous pouvons donc noter :

sc101 : intégration du projet : si le projet comporte une liaison avec une autre route accessible aux grumiers alors sc101 = 1, s'il comporte 2 liaisons sc101 = 4, s'il en comporte 3 ou 4 alors sc101 = 7 et si c'est 5 liaisons ou plus sc101 = 10

sc102 : inscription du projet dans un SDVEF : si oui alors la note sera de 10 sinon elle sera de 0

sc103 : si le projet est collectif et reconnu administrativement alors la note sera de 10 sinon sc103 = 0

sc104 : si le projet résout un point noir la note sera de 10, sinon l'on attribuera 0

La formule permettant d'obtenir la note finale du critère 10 est :

$$c10 = \frac{sc101 + sc102 + sc103 + sc104}{4}$$

5.3.5. Exemple de notation avec les 2 projets type

5.3.5.1. Notation des projets

Nous avons appliqué les méthodes de calculs des paragraphes précédents aux 2 projets étudiés lors de l'analyse économique. Nous obtenons alors le tableau ci-dessous :

Tableau 14 : Récapitulatif des notations des critères

Projet	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
1	6,4	7,5	4	7,5	2,6	6,4	10	2	10	5,25
2	6,4	7,5	6	10	1,5	8,06	10	6	10	5,25

Cette notation nous a pris moins d'une heure pour les deux projets, il est par contre nécessaire d'avoir toutes les données pour assurer le bon déroulement de cette évaluation. Mais une bonne lecture du portail cartographique du CNPF, ou de géoportail permet de noter les critères de : foncier (cadastre), d'environnement (zonage environnemental de géoportail), de

zonages (données géoportail), ou même de peuplements (couches des peuplements du serveur cartographique du CNPF). Pour le critère de pente en travers l'outil SIG permet aussi son estimation avec les couches des pentes obtenues à partir de la BD ALTI de l'IGN. Pour les autres critères une brève étude sur le terrain ainsi qu'un entretien avec les élus peuvent apporter tous les éléments manquants.

5.3.5.2. Application de Electre III

La méthode Electre III repose maintenant sur la pondération des différents critères. Cette pondération faite arbitrairement permet de donner davantage de poids à certains critères plus qu'à d'autres et ainsi déterminer la position finale des projets.

Mais en plus de cette pondération, pour chaque critère il faut fixer différents seuils qui seront la base des comparaisons entre les différents critères. Ces seuils déterminés aussi par le décisionnaire vont refléter la différence entre les projets. Pour l'analyse Electre III il existe 3 seuils différents :

- Un seuil d'indifférence (S_i): si la différence de note sur le critère étudié entre 2 projets est inférieure à ce seuil alors les 2 projets sont égaux aux yeux du décisionnaire.
- Un seuil de préférence stricte (S_p) : si la différence de note sur le critère étudié entre 2 projets est comprise entre S_i et S_p alors nous préférerons légèrement le projet possédant la meilleure note sur ce critère.
- Un seuil de veto (S_v) : si la différence de note sur le critère étudié entre 2 projets est comprise entre S_p et S_v alors nous préférons largement le projet possédant la meilleure note sur ce critère. Et si la différence de note sur le critère étudié entre 2 projets est supérieure à S_v alors le projet qui a la meilleure note sera considéré comme « au moins aussi bon » que le second projet, quels que soient les résultats sur les autres critères.

Une macro excel rédigée en langage Visual Basic par Max Bruciamacchie permet alors de réaliser automatiquement les calculs permettant de classer les différents projets en fonction de la méthode Electre III. Ces calculs ne seront pas expliqués en détail dans ce rapport, mais il est possible de se renseigner plus amplement auprès d'ouvrages spécialisés comme le Manuel d'Utilisation Electre III-IV (Laboratoire d'Analyse et de Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la Décision 1993). Ils reposent néanmoins sur des calculs d'indice (explicités dans le Manuel d'Utilisation) et sur deux processus itératifs antagonistes. Le premier processus itératif appelé classification ascendante ou distillation ascendante, permet de trouver les projets surpassant un maximum d'autres projets tout en se faisant surclasser par un minimum de projets. Le second processus itératif appelé classification descendante ou distillation descendante, correspond donc exactement à l'inverse du premier processus. Ainsi grâce à ces distillations nous pouvons déterminer l'ordre des meilleurs projets mais aussi des moins bons.

Nous pouvons alors attribuer des notes arbitraires aux valeurs seuil :

Tableau 15 : pondération des différents critères

(Nom du critère)	Le financement	le foncier	la qualité du sol	la pente en travers	Le peuplement	Le paysage	les impacts environnementaux	Multi-usage	Le zonage	Intégration
	Critère1	Critère2	Critère3	Critère4	Critère5	Critère6	Critère7	Critère8	Critère9	Critère10
Poids	4	3	3	3	4	1	3	1	3	2
Indifférence	0.5	2	1	2	0.2	1	1	1	1	1
Préférence	2	4	2	4	0.5	2	2	2	1.5	3
Veto	3	5	6.5	5.5	3	5	4	5	4	5
Sens(à max : 1, à min : -1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Ces notes ont été attribuées à titre d'exemple mais ne sont pas universelles et dépendront du choix du décideur. Nous avons décidé de vous les présenter à titre d'exemple.

Après avoir posé les calculs dans la macro Excel nous obtenons : que le projet 2 est mieux classé que le projet 1.

5.4. Type de méthodologie à suivre

Au vu du travail bibliographique, de l'enquête d'acteurs, des études économiques, et des réflexions sur les massifs, nous avons tenté d'établir une méthodologie à suivre pour la construction de routes forestières.

Cette méthodologie se décompose en 5 parties :

I Utilisation des SDVEF

Une grande partie du territoire forestier du Limousin possède un SDVEF. Des propositions de projets et des études ont donc déjà été faites sur toutes ces zones. Malheureusement ces schémas n'ont pas tous été réalisés pour de multiples raisons et sont tombés dans l'oubli car datant de plus de 30 ans pour certains. Il semble alors judicieux avant toutes choses de ressortir ces schémas des cartons et de les rappeler aux différents élus concernés (par exemple lors de la prise de contact). Ensuite ces SDVEF pourront servir afin de faciliter les études : par exemple sur l'identification des points noirs ou sur la confirmation des différents types de peuplements proposés par l'IFN.

II Prise de contact

Il nous semble primordial d'impliquer les acteurs locaux dès le début de la réflexion, afin de les informer au plus tôt, d'identifier leur envie et leurs besoins pour intégrer tout ceci dès le début de la réflexion.

Une identification de potentiels propriétaires porteurs de projets sera donc faite : elle ciblera les propriétaires possédant des forêts soumises à document de gestion, ou des propriétaires dynamiques au sein du milieu forestier, ou encore des propriétaires possédant d'autres casquette plus ou moins proches du monde forestier (par exemple un propriétaire qui est aussi maire). Après de ces propriétaires, il faudra se renseigner sur leur volonté et leurs contraintes, les informer sur les avantages et les inconvénients de la voirie forestière ainsi que sur le regroupement. Les maires seront contactés sur le même principe que ci-dessus.

III Etude technique

Cette étude correspond fortement aux méthodes employées pour l'établissement des schémas de dessertes et d'équipements forestiers réalisés jusqu'alors. La différence va se faire, sur la prise en compte de toutes les méthodes de débardages possibles ainsi que sur les types de voiries alternatifs. Par conséquent, au lieu d'aboutir sur la situation géographique précise d'un projet que ce soit une place de dépôt ou une route, on aboutira sur des différents types de débardages, et des types de voies spécifiques. Tout ceci en prenant en compte les différents freins existants sur le massif. Les tableaux de l'annexe 16 apporteront une aide à la décision mais le manque de moyens plus précis ne nous permet pas d'aller beaucoup plus loin. Il existe des outils SIG permettant de calculer les meilleures méthodes de débardages (Sylvain Dupire, 2012) selon le terrain ; mais des données précises comme des données Lidar sont nécessaires. Ainsi un avis d'expert (professionnel de la forêt) sera recommandé afin d'appliquer les bonnes solutions aux bons endroits.

Il faudra néanmoins que le choix repose sur des données :

- de pentes,
- de types de sol,
- de peuplement,
- de financement possible,
- de problèmes de foncier, et utilisation de la clé du 5.2
- de desserte pré-existante,
- d'intégration de ces projets au reste de la voirie accessible aux grumiers.
- de contraintes environnementales

Une étude comme celle faite sur les massifs tests pourra être réalisée tout en diminuant considérablement les protocoles de relevés des pistes existantes (annexe 2). Une cartographie simple de ces pistes par relevés GPS et cheminement peut suffire pour ce genre d'étude. Les passages délicats ainsi que les fortes pentes en long devront néanmoins être évalués.

Ensuite il faudra identifier les freins possibles existants sur la zone, nous avons donné au 1.7 et 5.1.2 une liste de ces freins afin qu'ils soient plus faciles à identifier, mais cette liste n'est sans doute pas exhaustive. Une analyse du foncier, ou une enquête auprès des chasseurs sont fortement envisageables.

IV Retour auprès des acteurs

Un nouveau contact auprès des mairies, et des propriétaires pour connaître leurs impressions sur les projets semble inévitable, afin de les impliquer aux projets et de pouvoir modifier certaines propositions suite aux possibles remarques.

Ensuite, l'identification précise du maître d'ouvrage sera nécessaire si l'on veut que les projets aboutissent. Ce maître d'ouvrage devra comprendre son implication dans les projets, et son importance pour les entretiens sur la voirie.

L'analyse multicritères permettant de hiérarchiser les différents projets peut alors être réalisée, si les projets ne peuvent pas se faire dans le même temps. Il sera donc possible d'étaler dans le temps la réalisation de voirie en favorisant les meilleurs projets.

V Réalisation des projets

Après avoir réglé ou contourné tous les freins identifiés sur le projet, et une fois le maître d'ouvrage bien identifié, il sera essentiel d'acquérir la maîtrise du foncier. Les groupements de propriétaires ou les communes auront alors besoin d'une aide précieuse afin de faciliter ces démarches. Une aide d'entité compétente sera alors vitale et il sera aussi possible de s'appuyer sur la clé de législation donnée au 5.2.

N'oublions pas que le maître d'ouvrage est souvent très peu compétent en matière de voirie et de dossier de subvention, un nouveau travail d'animation pourra alors être fait afin d'aider ces maîtres d'ouvrages en difficulté. La vérification du bon déroulement des chantiers ainsi que leur réception devront également être prises en charge par du personnel compétent. De part cette technique, le maître d'ouvrage est mis à contribution tout en ayant une aide tout au long du processus, qui le soulagera de la charge de travail et qui le rassurera sur la création de la voirie.

VI Cas spécifique des places de dépôts

Nous avons pu identifier l'importance des places de dépôts au sein d'un massif forestier. Il nous semble donc évident de les prendre en compte dans notre analyse.

Nous avons pu remarquer lors de nos études qu'une place de dépôt peut se substituer à quelques kilomètres de routes et même s'il y a construction de route, il est nécessaire d'envisager l'implantation de places. Dans ces conditions ce genre d'équipement devient prioritaire. Ainsi chaque projet de route devra comporter un bon nombre de places de dépôts (idéalement une tous les 500 mètres) et il sera fortement envisageable de transformer un projet de voirie compliqué et difficilement réalisable en quelques places de dépôts bien placées.

6. Conclusion

La mobilisation de bois en Limousin est confrontée à de nombreux problèmes. Il est donc nécessaire d'avoir une vision globale si l'on veut réfléchir sur l'exploitation et la sortie des bois. Il est vrai que, selon le système d'exploitation envisagé, le type ou la densité de la desserte forestière peut varier. N'oublions pas non plus qu'une fois sur le domaine public les bois impactent de nombreux acteurs et des kilomètres de routes.

Cette étude, centrée sur la problématique des dessertes forestières appliquées au Limousin a donc permis de rappeler les facteurs impactant la réalisation des routes forestières, les nouvelles techniques de construction de voiries mais aussi l'importance des acteurs locaux dans la réalisation des projets. Sans les maires ou sans des propriétaires très motivés, la desserte forestière n'est même pas envisageable. Une fois levés ces problèmes sociaux, que des entretiens avec les acteurs locaux de la voirie forestière ont confirmé, il reste la complexité des études sur le terrain comme nous l'avons montré à partir de deux exemples (Vimbelle et Thouraud Courolle). Cette complexité est en partie due à la nécessité de prendre en compte de nombreux facteurs comme le réseau déjà existant, l'environnement, mais aussi les budgets disponibles.

Nous nous sommes alors confrontés aux manques récurrents de données précises sur les peuplements ainsi que sur le relief. Cet élément handicapant peut néanmoins être résolu grâce aux nouvelles technologies existantes et permettrait, comme il est démontré dans ce rapport de faciliter le travail sur le terrain actuellement très chronophage, et par conséquent de réduire considérablement les devis. Nous proposons néanmoins une méthodologie permettant d'établir des schémas les plus efficaces possibles afin d'optimiser la création de dessertes forestières tant du point de vue technique qu'économique. Cette méthodologie qui se veut transposable à tous les massifs du Limousin, permettra de prendre en compte les nombreuses contraintes possibles face à la réalisation d'équipement en forêt tout en travaillant étroitement avec les acteurs locaux.

Bibliographie

- AGRESTE, 2014. *Memento de la forêt et du bois*. Ministère de l'agriculture de l'agroalimentaire et de la forêt, Sriset Limousin, p 16.
- ASSOCIATION MONDIALE DE LA ROUTE, 2006. *Volume DEUX, Guide des applications de HDM-4*, AIPCR, p 133.
- BALCON J., 1988. Construction cost for forest Roads. *Research Bulletin*, (64).
- BERGÈS L., AVON C., CHEVALIER R., 2012. Impact des routes forestières sur la biodiversité floristique : synthèse de trois études menées en forêt de plaine. *Revue Forestière Française*, (64), p. 19.
- BOCK J., JOLLY A., MUNOZ A., PIBOULE A., RENAUD J.P., 2013. *Les nouveaux outils au service des forestiers : Panorama de l'utilisation de la télédétection à l'ONF*. Office national des forêts.
- CIMbéton, 2001. Les chaussées en béton : contribution au choix des techniques. *Routes*, (75), pp. 7-14.
- CIMbéton, 2002. Le BPE et la voirie à faible trafic en béton. *Routes*, (80), pp. 7-13.
- CIMbéton, 2004. Le traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques. *Routes*, (89), pp. 7 - 14.
- CLOUET N., BERGER F., MONNET J.M., DESCROIX L., Cartuvi : un modèle sous SIG pour la cartographie des surfaces débardables en zone de montagne. *Revue Forestière Française*, 62 (2), pp. 55-71.
- CLUZEAU F., 2012. Création de routes forestières avec des matériaux recyclés. *Forêts de France*, (557), pp. 15-16.
- COMMUNES FORESTIÈRES AUVERGNE LIMOUSIN, 2011. *La voirie forestière en Auvergne, Guide à l'attention des élus*, p 56.
- CONSTANTIN E., 2003. Exploitation en forêt de montagne, un casse-tête technico-économique. *Rendez-vous Techniques*, (2), pp. 46-50.
- CENTRE RÉGIONAL DE LA PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE AUVERGNE, 2011. *Chênes et hêtres : un capital bois disponible pour le développement de nos territoires*, CRPF Auvergne, p. 3.
- CENTRE RÉGIONAL DE LA PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE BOURGOGNE, 1993. *L'amélioration du transport des bois en bourgogne*. Travail de synthèse. CRPF Bourgogne, p 55.
- CENTRE RÉGIONAL DE LA PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE LIMOUSIN - *Conseiller le propriétaire de forêt privée, arbre et bois en Limousin*. Disponible sur Internet: <http://www.crpf-limousin.com/france/index.htm> [Consulté le 04/08/2014a].

- CENTRE RÉGIONAL DE LA PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE LIMOUSIN, *Schéma régional de gestion sylvicole du Limousin*.
- DIRECTION DÉPARTEMENTALE DU TERRITOIRE CORRÈZE, *Portail Transbois Limousin Info*. Disponible sur Internet: <http://www.transbois-limousin.info/> [Consulté le 06/08/2014].
- DESTOMBES M.A., AUSSDAT M.G., BAUDIN A., VECOVEN J., 2003. *Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'Ile-de-France/ Catalogue des structures de chaussées*, p 108.
- DIRECTION RÉGIONAL DE L'ÉQUIPEMENT LIMOUSIN, 1999. *Problématique des transports dans la filières bois en Limousin*. Compte rendu d'étude. CETE, p. 29.
- DUPIRE S., 2010. *Les démarches territoriales de développement forestier : réflexion nationale et exemple local en Lozère*. Mémoire de fin d'études. AgroParisTech, p. 66.
- DUPIRE S., 2012. *Cartographie automatique des zones débardables*. IRSTEA p 33.
- DUPIRE S., 2013. *Cartographie automatique de l'exploitabilité des forêts*. IRSTEA, p 39.
- INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUES ET DES ÉTUDES ÉCONOMIQUES, *La filière bois en Limousin : une tradition qui a de l'avenir*. Disponible sur Internet: http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?reg_id=9&ref_id=19641 [Consulté le 25/08/2014].
- INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS CONSTRUCTION AMEUBLEMENT, 2013. *Exploit'MC - Consultation des suivis*. Disponible sur Internet: <http://www.exploitmc.fr/> [Consulté le 04/08/2014].
- FÉDÉRATION RÉGIONALE DE FOGFOR, 1995. *La circulation en Forêt*. L'Harmattan. Fédération Régionale des FOGFOR, p.155.
- FIBOIS ALSACE, 2009. *Avenir et adaptation des ETF aux nouveaux enjeux & Capacité des ETF à investir dans la modernisation de leur outil de travail*, p 120.
- GRANLUND P., 2006. Results, five million km covered in CTI Project. *SKOGFORSK*, (4), p 4.
- LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE MODÉLISATION DE SYSTÈMES POUR L'AIDE À LA DÉCISION, 1993. *Electre III-IV, Manuel d'utilisation*, p 85.
- LOYEN, 1999. Le système SYEGON de gonflage-dégonflage centralisé des pneus pour camion de transport de bois. *Informations-forêt*, (1), pp. 1-6.
- MAGAUD P., CARETTE T., MONTAGNY X., PERINOT C., 2013. *Débardage au câble-mât, test de 3 types d'éclaircie*. FCBA, p. 20.
- MARTIN N., 2008. *Mise en place du schéma de desserte forestière du Pays Beaujolais*. Mémoire de fin d'études. AgroParisTech, p. 62.
- MERIC P., 2012. *Desserte Forestière*, cours AgroParisTech 2012.

- MILLOT M., *Conception de schémas de desserte forestière*. CEMAGREF éditions, p 75
- MILLOT M., GRANDJEAN D., COMPAGNON F., BREMAN P., GARIBEL, SALLABERRY P., 2006. Dossier, Desserte forestière : conception, exemple de réalisation. *Rendez-vous Techniques*, 13, pp. 27-62.
- MORILLON V., 2005. *Analyse de l'évolution de la forêt en Limousin. Etude de la ressource résineuse actuelle et de la disponibilité future de la forêt limousine*. Compte rendu d'étude. CRPF et DRAF du Limousin, p. 156.
- NORMANDIN D., 1984. *Guide d'aide à la décision en matière d'équipements routier des forêts*. INRA, p 43.
- OBSERVATOIRE FRANÇAIS DU RECYCLAGE DANS LES INFRASTRUCTURES ROUTIÈRES. <http://ofrir2.ifsttar.fr/> [Consulté le 04/08/2014b].
- PILLON S., BRETON V., 2005. *La desserte Forestière : accéder à son bois pour le valoriser*. p 28.
- PARC NATUREL RÉGIONAL MORVAN, 2004. *Information sur les kits amovibles de franchissement temporaires de ruisseaux*. PARC NATUREL RÉGIONAL MORVAN, p 5.
- POILVET B., MASSON B., JAMIN L., LOVERO M., 2010. *Evaluation du coût et des résultats des méthodes permettant d'évaluer l'efficacité de la forêt face à l'aléa chute de bloc*. AgroParisTech, CEMAGREF, p 47.
- PRÉVOST G., 2011. *Étude de la mobilisation des bois dans la vallée de la Tinée*. Mémoire de fin d'études. AgroParisTech, p. 48.
- ROLLET S., 2007. *Optimisation multicritère de la desserte, de l'exploitation et de la valorisation des bois des forêts de montagne du Bas-Valais*. Mémoire de fin d'études. AgroParisTech, p. 46.
- ROUCOUS D., 2004. *Voies et chemins ruraux*. Edition du Puits Fleuri. Emile Guchet, Le conseiller juridique pour tous, p. 217.
- SETRA, *L'entretien courant des chaussées, Guide pratique*. SETRA, p 116.
- SETRA, LCPC, 1981. *Manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic*. SETRA, LCPC.
- SETRA, 1984. *Voirie à faible trafic, Eléments pour la conception et l'entretien*. SETRA, p 131.

Liste des contacts

ORGANISME	FONCTION	NOM
LYCEE CARAMINOT	Professeur	Alain BURON
MAIRIE D'ORLIAC DE BAR	Maire	Alain CHEZE
ALLIANCE-FORETS- BOIS	Responsable Limousin	Christophe CESTONA
CONSEIL GENERAL Haute-Vienne	Responsable Routes	Christophe MATHOU
CONSEIL GENERAL Corrèze	Responsable service gestion durable / forêt	Dominique ROUCHER
CFBL	Responsable d'agence Nord Limousin	Eric PAILLOT
FNTR	Délégué régional	François CENUT
CRPF Champagne-Ardenne	Technicien	Jean Baptiste VOKAN
CRPF Limousin	Technicien	Joel PERRIN
MAIRIE de ST ANGEL	Maire	Joël PRADEL
TRANSPORTS PRADEL	Chef d'entreprise	Joël PRADEL
CIMBETON	Directeur délégué routes	Joseph ABDO
MAIRIE de BAR	Adjoint au Maire	Mr GRALON
CIMBETON	Directeur délégué génie civil	Patric Guiraud
ECOLE DES PONTS	Consultant	Pierre JOUBERT
CBB	Responsable exploitation forestière	Saïd DIFLE
ONF	Responsable voirie	Stéphane SIGNOLLET
LYCEE CARAMINOT	Professeur	William TRAEN
CONSEIL GENERAL Creuse	Responsable gestion durable forêt	Xavier DEVAUX
GEMH GCD	Directeur de laboratoire	Christophe petit

Lexique

1. Caractéristiques des routes : d'après la Circulaire ministérielle n° 64 du 4 juillet 1957 "Nomenclature routière". Ministère des travaux publics, des transports et du tourisme. (Modifiée)

1.1. **Une route forestière** est un chemin principalement situé en milieu boisé et accessible en tous temps par les grumiers.

1.2. **L'emprise** de la route est la surface du terrain appartenant à la collectivité et affectée à la route, ainsi qu'à ses dépendances.

L'emprise coïncide généralement avec le domaine public.

1.3. **L'assiette** d'une route est la surface occupée par la construction et ses dépendances

1.4. **La plate-forme** est les surfaces occupées par la chaussée ainsi que les accotements

1.5. **La chaussée** est la surface sur laquelle circulent normalement les véhicules

1.6. **Les accotements** sont les zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée. Ils peuvent être dérasés ou surélevés.

1.7. **Les fossés** sont creusés dans le terrain parallèlement à l'axe de la route pour l'écoulement des eaux

1.8. **Une saignée** est une petite tranchée creusée dans les accotements surélevés pour conduire l'eau de ruissellement de la chaussée au fossé.

Une route est composée de plusieurs épaisseurs afin de répondre à la fois aux contraintes de tassement et à celle de cisaillement.

1.9. Les différentes couches d'une chaussée souple sont, en partant du haut :

- **la couche de surface ou de fermeture**
- **la couche de base**
- **la couche de fondation**
- **la sous-couche**

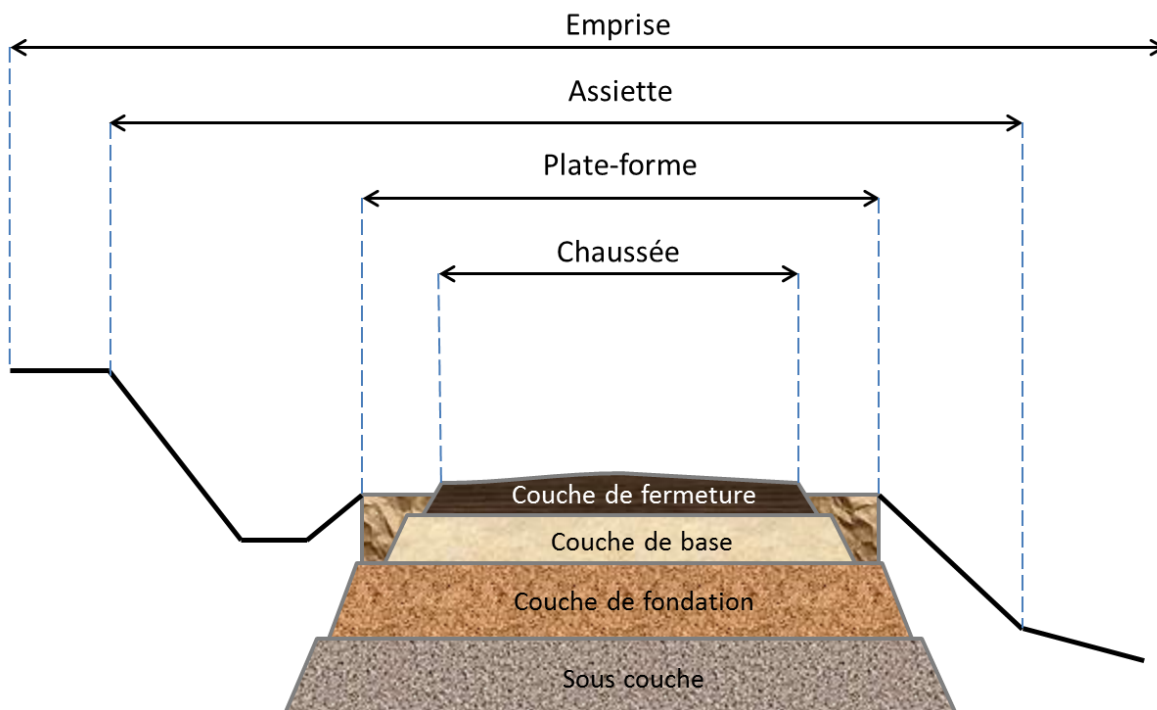
Ces différentes couches peuvent ne pas exister simultanément dans une chaussée. S'il y a toujours une couche de base, il n'y a pas toujours de couche de surface ou de couche de fondation.

1.10. **La couche de surface** a pour objet essentiel de permettre l'absorption des efforts de cisaillement importants provoqués par la circulation dans la partie haute de la chaussée.

1.11. **La couche de base** et, si elle existe, la couche de fondation ont pour objet essentiel de résister aux charges verticales et de répartir convenablement sur le terrain les pressions qui en résultent ; l'ensemble de ces couches constitue le corps de chaussée.

1.12. Lorsque le corps de chaussée doit être préservé contre certains effets, on interpose entre celui-ci et le terrain une couche supplémentaire appelée **sous-couche**. Le rôle de celle-ci peut être :

- soit d'empêcher les remontées d'argile dans la chaussée (sous-couche anti-contaminante),
- soit d'assurer le drainage de la fondation (sous-couche drainante),
- soit de couper les remontées capillaires (sous-couche anti-capillaire),
- soit de lutter contre le gel (sous-couche anti-gel).



2. Les sols et matériaux

2.1. **Les GNT**, les graves non traitées : mélange de cailloux de granulométrie variable.

2.2. **Les MIOM**, ou Mâchefer d'incinération des ordures ménagères, sont les résidus des foyers des unités d'incinération. Certains peuvent être classés en valorisable et être utilisé en technique routière.

2.3. **Revêtement bicouche ou tricouche**, revêtement routiers imperméable composé de 2 ou 3 couches de graviers et d'autant de couche de liant (essentiellement bitume)

2.4. **La portance**, est la capacité du sol à supporter les pressions occasionné par le passage des roues.

2.5. **Les classes de plateforme** est une classification de la portance de la plateforme avant l'apport de matériaux. On distingue quatre classes appelées PF1 PF2 PF3 PF4 (de la plus faible portance à la plus forte) à partir desquelles nous pourrions dimensionner la route et ainsi savoir l'épaisseur des différentes couches à appliquer.

Le tableau suivant représente les pressions que peuvent subir les différentes classes :

	PF1	PF2	PF3	PF4
portance	>20MPa	>50MPa	>120MPa	>200MPa

Figure 15 : tableau des classes de plateforme (source DESTOMBES et al, 2003)

2.6. **Les joints goujonnés** : ce sont des joints situés entre deux plaques de ciments qui possèdent des barres d'acier placées dans l'axe de la route, donc perpendiculaire au joint et au centre de l'épaisseur de la dalle de ciment. Ces joints permettent les transferts de charges.

3. Les machines

3.1. **Ensemble routier** est un camion composé du camion tracteur de sa remorque. Pour le transport de bois rond ces ensembles peuvent posséder une grue de manutention.

3.2. **Train routier** est un ensemble routier composé de plusieurs remorque bien distincte l'une des autres mais aussi séparé du camion tracteur.

4. Autres

4.1. **Transbois** : est un outil informatique (site internet) permettant d'apporter une aide pour le respect de la législation en ce qui concerne le transport de bois rond. Pour le transport à 57 t il est nécessaire de circuler sur un itinéraire dérogatoire nécessitant l'accord de l'administration. L'outil transbois est l'outil permettant au transporteur de faire leur demande d'itinéraires dérogatoires.

Table des annexes

Annexe 1 : Entretien avec les professeurs du Lycée Caraminot	65
Annexe 2 : fiche de relevé terrain pour la voirie	67
Annexe 3 : Calepin relevé profil route	68
Annexe 4 : fiche de relevé pour le peuplements.....	69
Annexe 5 : détail du protocole suivi pour les études SIG.....	70
Annexe 5 Bis : Carte des surfaces desservies pour chaque piste.....	72
Annexe 6a : Analyse des pentes en Limousin	73
Annexe 6b : Comparaison entre pente relevées sur le terrain et pente calculées à partir du MNT74	
Annexe 7 : dimensionnement des voiries bétons	75
Annexe 8 : les questionnaires pour l'enquête d'acteurs.....	76
Annexe 9 : réponses des transporteurs	80
Annexe 10 : réponses des exploitants.....	84
Annexe 11 : réponses des élus	90
Annexe 11 bis (entreprise conseillé par les acteurs)	92
Annexe 12 : liens entre chaque caractéristique et chaque frein.	93
Annexe13 : Résumé de la Législation.....	94
Annexe 14 : Tableau récapitulatif de notation des critères	99
Annexe 15 : tableau des échelles de portance.....	100
Annexe 16 : tableau d'aide à la décision et explication	100
Annexe 17 : Présentation des coûts unitaires appliqués pour l'estimation des coûts de construction	

Annexe 1 : Entretien avec les professeurs du Lycée Caraminot

Entretien Lycée Caraminot

Chaussée béton : contacter Mr Guiraud chargé de développement technique du béton, fait partie du syndicat des cimentiers et est donc très bien placé pour parler de la voirie béton (surtout en zone agricole et vignoble). La création de voirie en béton est tout à fait possible avec les entreprises existantes en Limousin (de plus, un faible kilométrage sera déjà un marché intéressant). L'avantage des structures en béton est qu'elles sont extrêmement plus simples que les autres types de chaussées et permettent de limiter considérablement les apports de matériaux. L'inconvénient pour le béton est qu'il n'y a pas de cimenterie en limousin les coûts seront donc un peu plus élevés. Par contre au niveau de l'assainissement tout est simplifié par rapport à l'empierrement. Ainsi les chaussées bétons voient leur intérêt pour des sols pas très bons, peu portants, et humides qui nécessiteront des empierrements énormes dans les cas des routes souples. Il est vrai que les chaussées béton ont une longue durée de vie (plus de 60 ans avec entretien) et ne nécessitent quasiment aucun entretien les 30 premières années de leur existence. Pour les liants hydrauliques et aussi le béton le problème est le délai de mise en service : 1 mois max, tout comme la grande sensibilité aux surcharges. Hauteur moyenne des couches béton : 15 cm. Mais le principal inconvénient du béton outre son prix est la difficulté de mise en œuvre pour des pentes supérieures 5%. La route bi-bande est une solution mais le gain de matière sera perdu dans la mise en œuvre plus complexe. Pour le recyclage le béton est un matériau inerte donc aucun problème de plus il consomme moins de matériaux.

Le traitement par liant hydraulique permet de stabiliser des terrains de moyennes qualités et ainsi de gagner en matériaux de structure. Par contre il est déconseillé de laisser nue, une chaussée traitée au liant hydraulique (car très sensible à l'arrachement). Il faudra donc la revêtir.

Pour un bon assainissement des chaussées, il ne faudra pas oublier une légère pente en travers de 2-3%, des fossés bien entretenus, et des évacuations d'eaux efficaces (l'ennemi numéro de la route empierrée est l'eau).

Une solution aux grandes distances de pistes occasionnées par le schéma favorisant les pistes plutôt que les routes est d'assainir certains collecteurs hyper structurant, ainsi ces pistes seront praticables en tout temps.

L'ombrage pose problème pour les routes non revêtues car il y a plus d'accumulation d'eau. Par contre pour le bitume, il vaut mieux de l'ombre et le pour le béton il n'y a que peu d'impact. Le peuplement peut néanmoins être un problème, de par les racines, mais on pallie facilement à ce problème s'il y a des fossés de qualité de part et d'autre de la route.

Il vaut mieux éviter les routes en fond de vallon et proches des cours d'eau, à cause de l'humidité et des sols beaucoup plus profonds. Mais s'écarter de quelques mètres du fond de vallon peut suffire à pallier le problème et éviter des surcoûts trop importants.

En ce qui concerne les ouvrages d'art, il y plusieurs solutions préfabriquées : buse, pont en bois, mais il y aussi l'existence d'un pont métallique à monter en kit pouvant s'installer facilement et résistant aux charges lourdes. Il est aussi possible de réaliser sur mesure des sortes d'estacades pour le dépôt de bois. L'inconvénient de tous ces ouvrages est leur coût qui peut être assez élevés.

L'utilisation du géotextile est recommandé car il permet de réduire considérablement l'empierrement (de 10 à 20 cm) et augmente la durée de vie de la route, de par le son rôle de

structuration et de séparation des éléments. Ainsi la route possède une armature et les fines ne remonteront pas. Le géotextile doit être placé le plus bas possible pour être le plus efficace possible.

L'utilisation de matériaux recyclés peut aussi être une solution mais, pour l'instant, en Limousin la production de déchet TP n'est pas trop importante et le recyclage est coûteux. A revoir dans quelques années lorsque les problématiques de stockages de déchets seront plus importantes. Pour l'instant seuls les vieux enrobés sont recyclés car ils peuvent être réutilisés facilement en de nouveaux enrobés. Néanmoins l'entreprise Pouzol sur Aubazine utilise ces matériaux.

Pour les routes en bois la mise en œuvre est assez compliquée. Si l'on veut que la route soit durable il faudra immerger en permanence les rondins ou les laisser au sec systématiquement. Une utilisation sommaire peut être faite pour les pistes.

Logiciel de voirie : Ecorce réalisé par le LCP (gratuit)

Alysée réalisé par le SETRA

Logiciel de calcul de cubature : Mansura utilisé par les TP routes

Covadis

Piste peu ergonomique mais gratuit

Autocad Civil 3D licence gratuite pour les étudiants. Dessine la chaussée, calcul les cubatures par section très affinées. Le problème est qu'il faut rentrer un grand nombre de données.

Annexe 2 : fiche de relevé terrain pour la voirie

[illegible]

Annexe 3 : Calepin relevé profil route

[illegible]

Annexe 4 : fiche de relevé pour le peuplements

Fiche terrain peuplement								
N° placette		X :		Y :		date		
H01 :	H02 :	Station :		Pente :				
Dégats gibier :								
Essence				FP	Perche	diam	Avenir	dist
PB					1			
BM					2			
GB					3			
TGB					4			
essence								
	D130	Qual	dist	D130	Qual	dist		
1								
2								
3								
4								
Fiche terrain peuplement								
N° placette		X :		Y :		date		
H01 :	H02 :	Station :		Pente :				
Dégats gibier :								
Essence				FP	Perche	diam	Avenir	dist
PB					1			
BM					2			
GB					3			
TGB					4			
essence								
	D130	Qual	dist	D130	Qual	dist		
1								
2								
3								
4								

Annexe 5 : détail du protocole suivi pour les études SIG

Tableau 16 : Modélisation de la surface desservie pour chaque piste

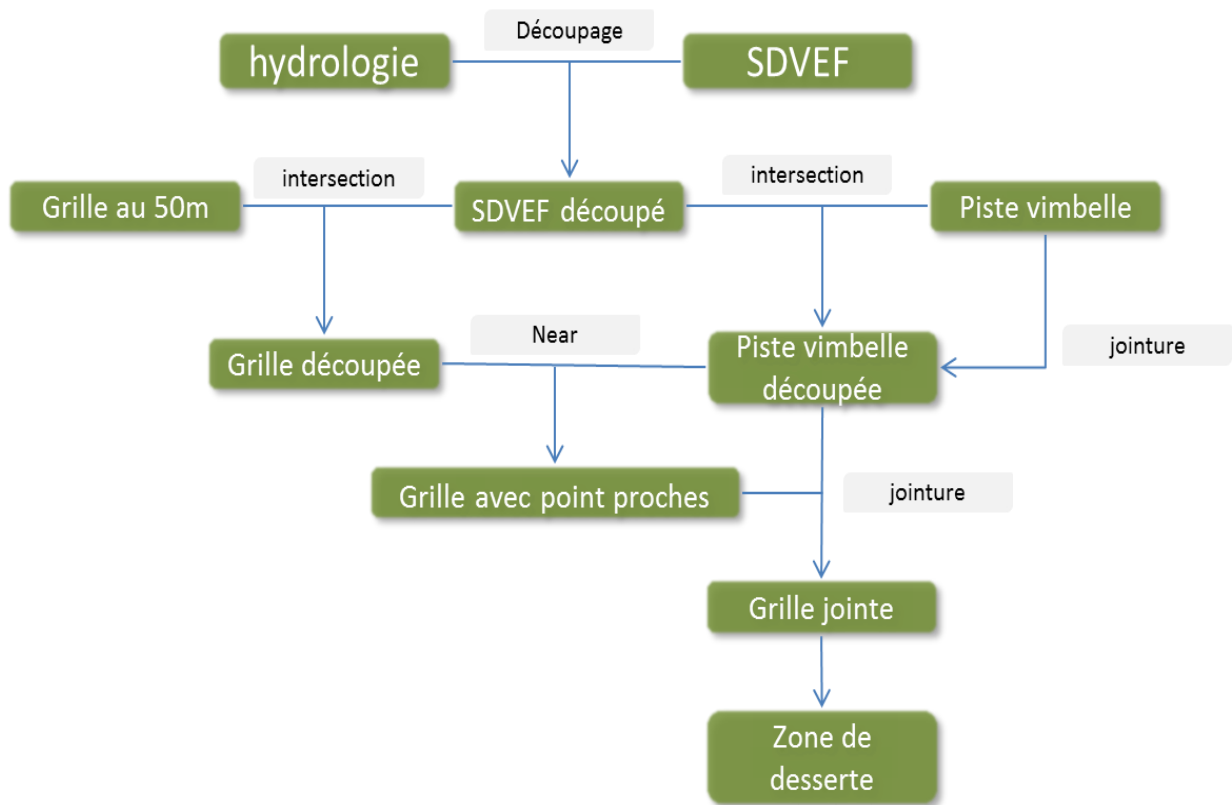
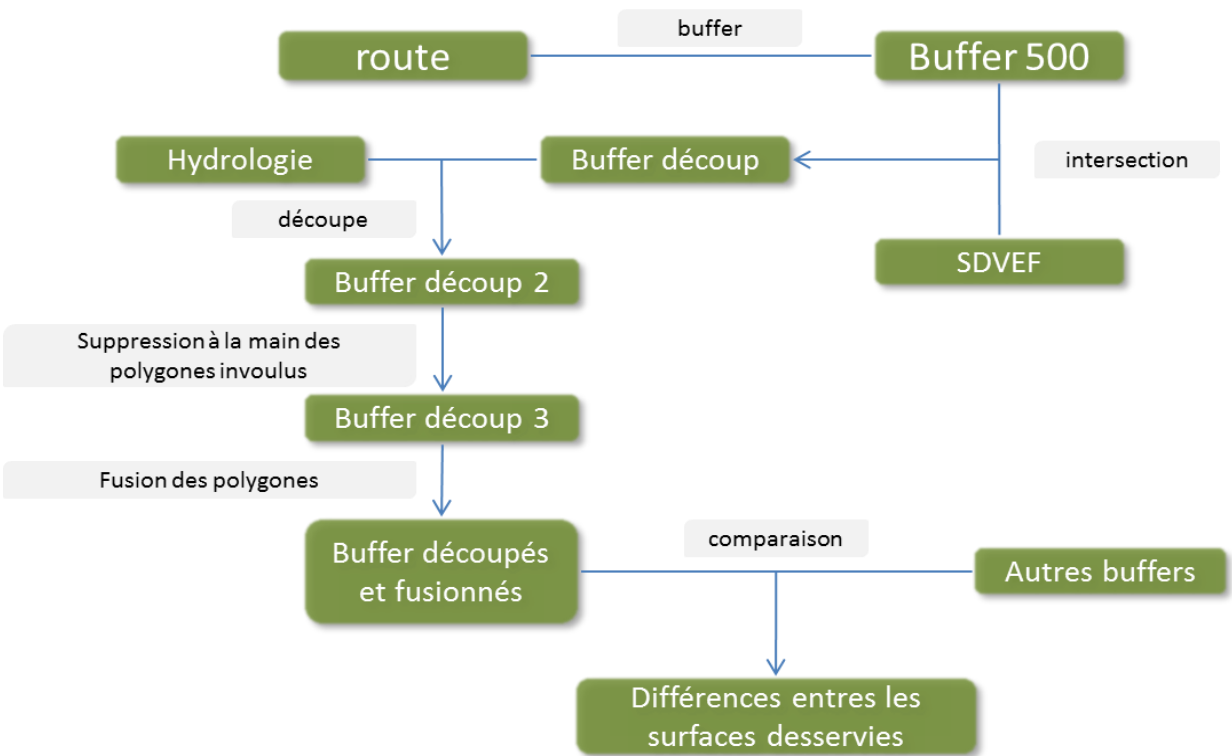


Tableau 17 : Etude des variations de la distance de débordage



Avec :

Hydrologie : couche issue de la BD hydrologie

SDVEF : couche ressemblant toutes les caractéristiques des schémas directeurs de voirie et d'équipement forestier mais aussi leurs contours.

Piste Vimbelle : couche rassemblant toutes les pistes et leurs caractéristiques, relevées lors de la phase terrain

SDVEF découpé : SDVEF qui a été redécoupé par la couche hydrologie. Il y a alors plusieurs polygones pour chaque schéma.

Grille au 50m : Grille de points espacés tous les 50m sur la zone à étudier

Grille découpée : Grille de points espacés tous les 50m présente uniquement sur le polygone de la *couche SDVEF découpe* étudié.

Piste Vimbelle découpée : Pistes présentent uniquement sur le polygone de la *couche SDVEF découpe* étudié

Grille avec points proches : Pour chaque point de la *couche grille découpée* nous avons maintenant la piste correspondante la plus proche.

Grille jointe : A chaque point de la *grille avec points proches* nous avons toutes les caractéristiques de la piste correspondante la plus proche.

Zone desserte : de la grille jointe nous en déduisons la zone de desserte de chacune des pistes relevées.

Route : couche issue de le BD route

Buffer500 : buffer réalisé autour de chaque route avec une distance de 500m

SDVEF : couche ressemblant toutes les caractéristiques des schémas directeurs de voirie et d'équipement forestier mais aussi leurs contours.

Buffer découp : buffer 500 découpé en fonction de la couche SDVEF, ainsi seuls les buffers à l'intérieur des schémas choisis sont conservés

Hydrologie : couche issue de la BD hydrologie

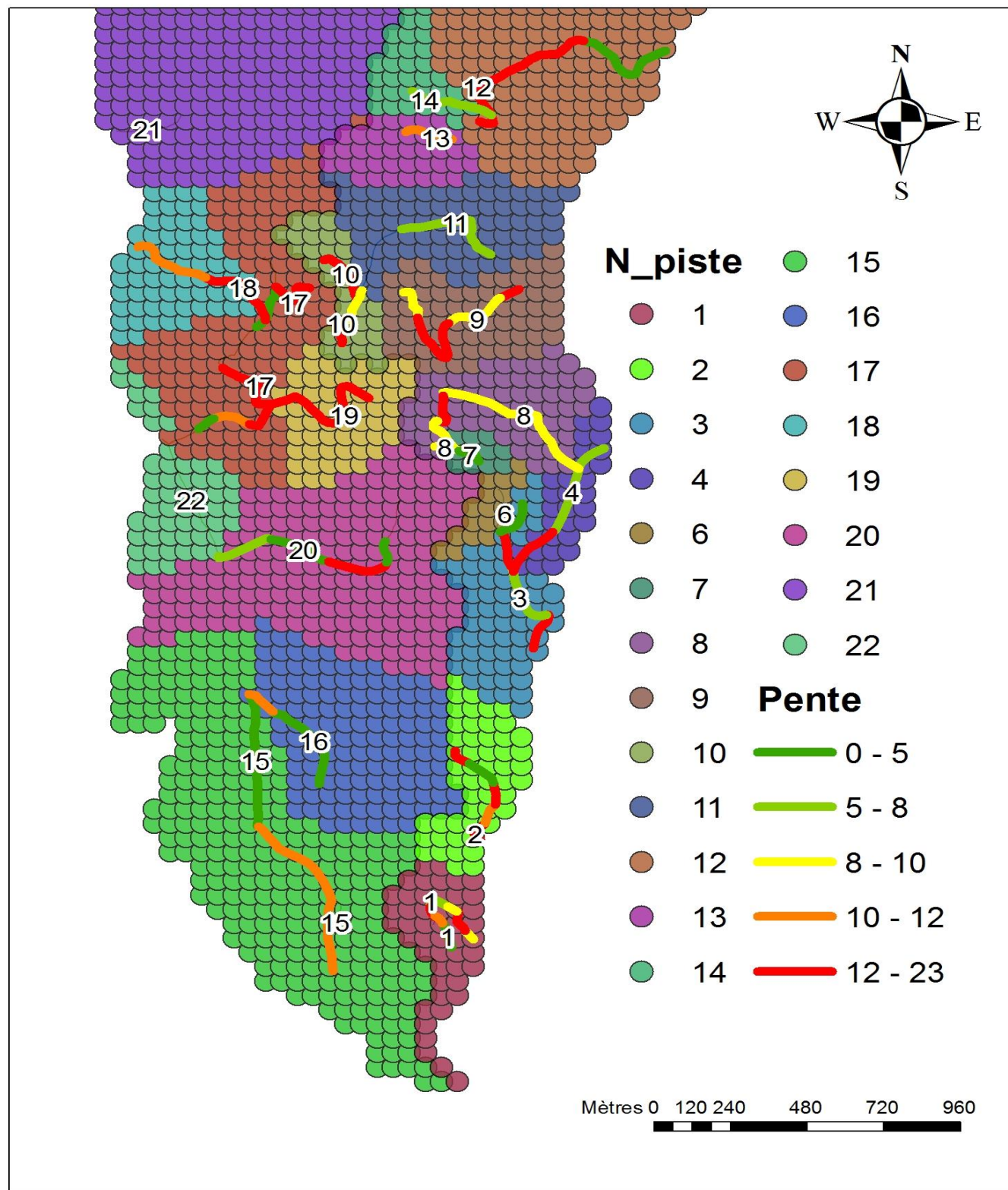
Buffer découp 2 : Buffer découp découpé cette fois par la couche hydrologie. Ainsi chaque buffer intersectant un cours d'eau est découpé et alors séparé du reste du buffer.

Buffer découp 3 : toutes les parties des buffers non rattachées aux routes doivent être supprimées, car cela signifie que ces polygones sont séparés de la route par un cours d'eau.

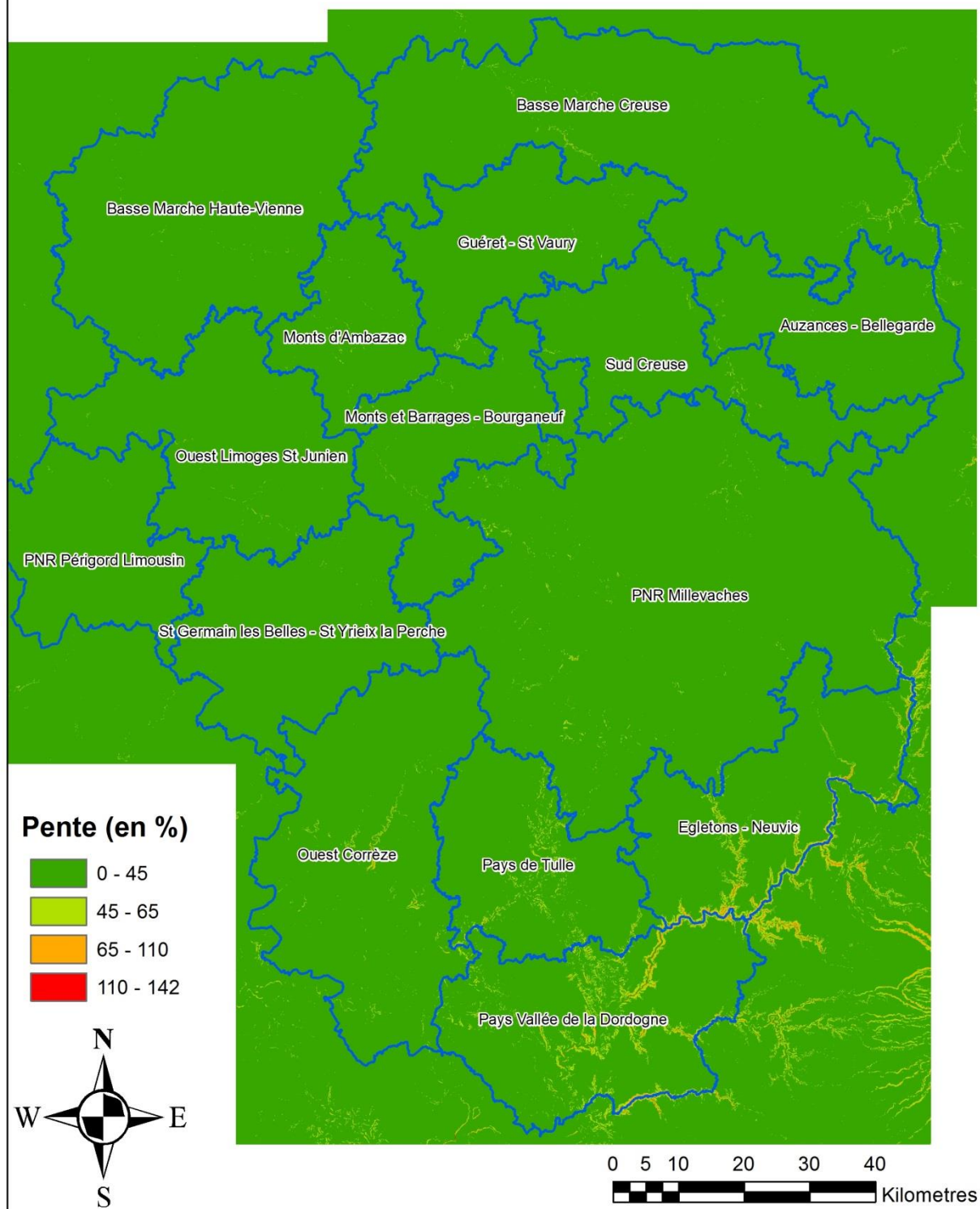
Buffer découpés et fusionnés : tous les polygones de la couche Buffer découp 3 ont été fusionnés entre eux.

Autres buffers : tout autre buffer ayant une distance avec les routes autre que 500 et ayant subi la même analyse que précédemment.

Surface desservie pour chaque piste



Les pentes en Limousin



Annexe 6b : Comparaison entre pentes relevées sur le terrain et pentes calculées à partir du MNT

Figure 16 : tableau récapitulatif (en pourcent)

Thouraud Courolle		Vimbelle	
Pente_mnt	pente_terrain	Pente mnt	pente terrain
0,01	0,05	0,2	0,10
0,03	0,05	0,1	0,16
0,02	0,05	0,15	0,10
0,02	0,05	0,2	0,08
0,06	0,10	0,13	0,18
0,08	0,08	0,14	0,12
0,09	0,08	0,08	0,03
0,06	0,12	0,06	0,14
0,07	0,05	0,24	0,12
0,03	0,05	0,29	0,22
0,04	0,05	0,10	0,05
0,17	0,13	0,11	0,02
0,03	0,05	0,04	0,14
0,01	0	0,06	0,16
0,06	0,08	0,11	0,06
0,06	0,05	0,11	0,20
		0,09	0,03
		0,23	0,13
		0,16	0,16
		0,15	0,07
		0,02	0
		0,02	0,10
		0,05	0,10
		0,1	0,10
		0,27	0,20
		0,11	0,10
		0,18	0,18
		0,20	0,10
		0,06	0,20
		0,22	0,16
		0,09	0,23
		0,05	0,10
		0,11	0,15
		0,18	0,23
		0,06	0,10
		0,13	0,16
		0,14	0,07
		0,10	0,05
		0,1	0,14
		0,15	0,14
		0,16	0,12
		0,13	0,08

	Thouraud Courolle	Vimbelle
Moyenne des différences	0.022315254	0.06176251
écart type des différences	0.014671167	0.0358567

La moyenne des différences est obtenue à partir de toutes les valeurs absolues des différences relevées entre pente_mnt et pente_terrain. Le calcul de l'écart type se base sur le même principe.

Annexe 7 : dimensionnement des voiries bétons



Paris, le 2 Juin 2014

Voirie forestière PROPOSITION DE STRUCTURES CHAUSSEES EN BÉTON

Les hypothèses

- ✚ Trafic : 15 PL/jour, sachant qu'un poids lourd comporte 5 essieux
- ✚ Plate-forme : PF1 ; PF23 ; PF3
- ✚ Durée de service : 30 ans et 50 ans
- ✚ Taux de croissance du trafic : 0% par an
- ✚ Coefficient d'agressivité du trafic : 0,6

Le dimensionnement de la structure en Béton

Structures conformes au Catalogue des structures SETRA/LCPC – 1998

Plate-forme support	Trafic cumulé sur 30 ans		Trafic cumulé sur 50 ans	
	Revêtement béton non armé, à joints non goujonnés	Revêtement béton non armé, à joints goujonnés	Revêtement béton non armé, à joints non goujonnés	Revêtement béton non armé, à joints goujonnés
PF1	30 cm BC5	27 cm BC5	31 cm BC5	28 cm BC5
PF2	28 cm BC5	25 cm BC5	29 cm BC5	26 cm BC5
PF3	26 cm BC5	23 cm BC5	27 cm BC5	24 cm BC5
PF4	24 cm BC5	21 cm BC5	25 cm BC5	22 cm BC5

Ces structures ne nécessitent pas de couche de fondation. Elles sont calculées pour être placées directement sur la plate-forme support.

Annexe 8 : les questionnaires pour l'enquête d'acteurs

Questionnaire élus

Introduction

Après une étude menée en 2008, il est établi qu'un bon nombre de projets de voirie forestière (principalement en massif feuillus) n'a pas été réalisé. La DRAAF et le CRPF ont la volonté d'améliorer cette desserte, dans le but d'augmenter les volumes de bois sortis sans pour autant décapitaliser les forêts bien desservies.

Informations générales

- Connaissez-vous la surface de forêt sur votre commune ? de feuillus ?
- Avez-vous eu des problèmes avec l'exploitation du bois : stockage de bois mal positionné, chaussées détériorées par passage de grumiers, passages des grumiers compliqués...
- Avez-vous trouvé des solutions à ces problèmes.
- La commune possède t-elle des parcelles forestières / souhaite t-elle en acquérir (si oui combien d'hectares) ?
- Connaissez-vous le dispositif Transbois ? Avez-vous déjà été sollicité pour des permissions de voirie liées à l'exploitation forestière ?

Aspects financiers

- La forêt est-elle une ressource pour la commune : entreprise, exploitants, bûcherons, restaurants, tourisme...
- Investissez-vous pour la forêt / Avez-vous par le passé investi en forêt : amélioration de voirie, aide aux propriétaires, opérations sylvicoles si forêt communale ou sectionale...
- L'entretien des routes et chemins communaux est-il difficile à réaliser sur le plan financier ?

SDVEF

- Connaissez-vous les SDVEF ?
- Avez-vous un Schéma directeur de voiries et d'équipement sur la commune ?
- Si SDVEF pourriez-vous m'expliquer pourquoi certains projets ont été faits et d'autres non ?
- Savez-vous à quand remontent les derniers travaux de voiries forestières ?

Avenir

- Y a t'il des projets de voiries en cours sur la commune (redondant avec question derniers travaux).
- A votre connaissance y a t'il des propriétaires demandeurs de desserte forestière ?
- Que pensez-vous de la création d'une ASA/ASL (explication) pour la réalisation d'une route. L'aideriez-vous (techniquement, financièrement...)

- En ce qui concerne la création de route, préféreriez-vous un investissement originel plus important mais garantissant, par la suite, une diminution des entretiens, ou rester dans le type de route actuelle.
- Avez-vous des projets en ce qui concerne l'exploitation forestière (place de dépôts, pistes, route ou restriction de circulation)?
- Que pensez-vous d'un partenariat avec les autres utilisateurs des voiries afin de faciliter l'entretien des routes.
- Seriez-vous prêts à prendre la maîtrise d'ouvrage de projets de voirie ou dépôt si l'autofinancement est porté par les propriétaires (regroupés ou non).

Questionnaire exploitant

Introduction

Après une étude menée en 2008, il est établi qu'un bon nombre de projets de voirie forestière (principalement en massif feuillus) n'a pas été réalisé. La DRAAF et le CRPF ont la volonté d'améliorer cette desserte, dans le but d'augmenter les volumes de bois sortis sans pour autant décapitaliser les forêts bien desservies.

Caractéristiques de l'entreprise

- Quels types d'équipements possède votre entreprise ?
- Combien d'employés avez-vous et que font-ils au sein de l'entreprise ?
- Serait-il possible de connaître le chiffre d'affaire de l'entreprise, ainsi que les volumes moyens sortis par an ?

Méthode de travail de l'entreprise

- Sur quels types de peuplements travaillez-vous en majorité : feuillus ? taillis, futaie, TSF, ... (possibilité d'avoir des chiffres) ?
- Comment trouvez-vous les chantiers, avez-vous des difficultés de ce côté-là ?
- Quelles sont les difficultés d'exploitations que vous rencontrez le plus souvent (franchissement de cours d'eau, accès difficile, distance de débardage trop importante, pente, peuplement...) ?
- Si nécessaire êtes-vous prêt à modifier les chemins et pistes de débardage pour faciliter votre travail ?
- Travaillez-vous avec un treuil de débardage?
- Faites-vous de l'abattage manuel/mécanisé ?
- Utilisez-vous le portail transbois ? Commentaires / améliorations souhaitées

Bilan

- A partir de quelle distance de débardage (de la forêt à la place de dépôt) les coûts augmentent. (prendre situation référence) ?
- Quel est pour vous le seuil économique en terme de distance de débardage (par type de produit) ?
- Quel rapport avez-vous avec les élus, les propriétaires, les transporteurs ?
- Serait-il possible d'avoir quelques idées des coûts au m³ et des rendements moyens? selon différentes situations (en pente, distance de débardage forte, peuplement difficile) ?

A l'avenir

- Dans l'idéal quelles améliorations voudriez-vous faire en ce qui concerne la desserte forestière?
- Quelle est la pente maximale que vous acceptez pour intervenir ?
- Pour vous est ce que travailler en régie serait une option envisageable?
- Si absence d'équipement (treuil) : Si l'on vous garantit des chantiers supplémentaires, seriez-vous prêt à investir dans de nouveaux équipements pour l'exploitation des feuillus en pente ?

Questionnaire transporteurs

Introduction

Après une étude menée en 2008, il est établi qu'un bon nombre de projets de voirie forestière (principalement en massif feuillus) n'a pas été réalisé. La DRAAF et le CRPF ont la volonté d'améliorer cette desserte, dans le but d'augmenter les volumes de bois sorti sans pour autant décapitaliser les forêts bien desservies.

Ce questionnaire est anonyme les fiches ne sortiront pas du cadre du CRPF ou d'AgroParisTech et seuls des résultats généraux (regroupant tous les acteurs rencontrés) seront accessibles par un plus grand public.

Informations générales

- Combien de camions avez-vous? de quels types (nombre d'essieux, avec grues...)
- Quels sont, à peu près, les volumes annuels transportés par votre entreprise. Quels sont les proportions entre feuillus et résineux ?
- Quel est le rayon d'approvisionnement de l'entreprise ?
- Avez-vous une idée du kilométrage moyen par trajet ?

En ce qui concerne la voirie

- Quel est le problème le plus récurrent en terme de points noirs ou d'accessibilité aux massifs ?
- Dans l'idéal quelles améliorations voudriez-vous apporter à la desserte?
- Quelle est la largeur minimale requise pour faire passer un grumier ? Est-ce qu'une largeur de chaussée de 3,5m est suffisante pour la bonne circulation des grumiers ?
- Quelle est la pente maximale acceptable pour un passage de grumier (différenciation à vide et chargé) ? Est-ce qu'une pente en long de 10% est un problème pour un grumier plein ?
- Que pensez-vous des routes en béton (pour vous quels avantages, inconvénients) ?
- Utilisez-vous les places de dépôt ? Sont-elles en nombre suffisant ? Quelle serait l'implantation la plus favorable ?

Autres

- Avez-vous entendu parler de systèmes centralisés de régulation de la pression des pneus ?

- Pour vous quels impacts (financiers, logistiques,...) causeraient une restriction de la circulation (fermeture lors du dégel, sens unique)
- Comment optimisez-vous vos parcours : logistique, GPS pour localiser les stockages, optimisation des tournées, calcul d'itinéraires...
- Respectez-vous les limitations de tonnages à plus ou moins 10% ?
- S'il y avait des incitations financières pour respecter strictement les limitations de tonnages seriez-vous prêt à les respecter assidûment ?
- Comment qualifieriez-vous vos relations avec les exploitants, les maires, les propriétaires ?
- Quel serait le tonnage optimal pour rentabiliser les trajets ?

Annexe 9 : réponses des transporteurs

Entretien Monsieur Cenut – 7/04/2014

Secrétaire général de la FNTR Limousin

Conscient des avantages et des inconvénients apportés par la petite propriété (diversité).

Lors de son activité de transporteur : entreprise rassemblant 8 véhicules, pour un rayon d'action à l'échelle régionale (environ 150km) avec certaines des livraisons hors région. Le transport concerne principalement du résineux mais aussi quelquefois du feuillu.

Moyenne de kilométrage d'un camion est de 80000 à 90000 km ce qui est en dessous de la moyenne des autres types de transporteurs ((en général plus proche de 110 000 km) . Par contre le nombre d'heures de travail est plus important (220-290h/mois). Résultat dû au fait qu'il y a de nombreuses heures de circulation sur des petites routes.

A possédé jusqu'à 7 tracteurs et semi-remorques dont 2 ensembles 6 essieux conformément au décret bois rond de 2003.

Pour Monsieur Cenut de bonnes conditions de circulation sont : des pistes sans ornières, sans morceaux de bois traînant sur la chaussée, et une chaussée solide. Il ne faut surtout pas que les porteurs ou skidders circulent sur la route (ils peuvent rendre cette route impraticable)

Le minimum de largeur de chaussée est de 3m mais l'important, ce sont les bas-côtés qui permettent ainsi une bonne stabilité de la chaussée et un stockage des bois facilité. Prévoir des bas-côtés propres sur 1,50 m : les chauffeurs veulent savoir où ils mettent les roues...) Dans ce cas la difficulté est lors du croisement des grumiers (il faut donc éviter le croisement de véhicules). La hauteur est aussi une donnée primordiale (4,10m est un minimum avec un optimum à 4,30m chargé). Lors de l'entretien des routes, l'élagage des branches gênantes est primordial. En ce qui concerne les places de retournement, un croisement peut suffire. Pas beaucoup plus d'exigence que pour retourner une voiture. Il faut néanmoins que cette place ne soit pas encombrée de bois.

Les exploitants ont tendance à calculer leur prix sur la distance minimale de transport. Les transporteurs doivent aller le plus loin possible car le débardage est onéreux.

Les contraintes des pentes ne sont pas à modifier : pas de problèmes à 5-8% (terrain sec), au-delà revêtement nécessaire.

Les places de dépôts ne posent pas tant de problèmes dès lors qu'il existe une route forestière : le stockage des bois peut se faire sur les bas-côtés ou dans le peuplement, l'idéal serait de couper la première rangée d'arbres. Pour les routes à forte circulation les anciens virages pourraient faire l'affaire mais cela à un coût. Il y a alors l'option « Bourgogne » : les maires louent les places de dépôts aux exploitants (l'acceptation par les exploitants sera malgré tout difficile).

Rappeler aux propriétaires qu'ils ont été exonérés d'impôt pendant 30 ans et qu'ils ont le devoir d'investir un minimum dans les infrastructures.

L'outil Transbois permet un respect des règles plutôt bon, le problème est sur la non implication des propriétaires dans cet outil, et engendre de ce fait des problèmes de responsabilité qui sont reportés sur les transporteurs (les propriétaires vendent des bois qui ne peuvent pas être sortis dans des conditions acceptables ni pour les routes, ni pour la loi). Il faudrait aussi remédier aux problèmes cartographiques de Transbois : un bon outil carto peut apporter beaucoup.

Les outils d'optimisation de trajet efficace pour les transporteurs n'existent pas. La carte IGN et un peu le GPS (pas adapté aux camions et surtout au réseau de pistes forestières qui ne sont pas cartographiées) sont les principaux outils après la formation des chauffeurs. Le problème est le manque de signalétique permettant d'identifier facilement les routes en forêt, néanmoins la recherche des places de dépôts n'est pas une difficulté (généralement ce genre d'incident arrive lorsqu'il y a erreur d'indication de la part du technicien).

Logiciel Girafe : décrit les routes et ponts mais pas d'éléments sur la forêt et en particulier sens de circulation favorable). Une carte des RF mise à jour (existence, état, sens d'accès...) serait un outil utile.

La diminution du nombre de scierie impacte directement le taux des trajets en charge (donc moins bon rendement) et ne permet pas l'optimisation des tournées. Et le transport de produit annexe (comme la pâte à papier) ne permet pas du tout de compenser la perte due aux trajets sans charge, au contraire.

Pb lié au frêt ferroviaire : inexistant

La dérogation de dépassements des 44t n'est pas vue comme une faveur mais plutôt comme une contrainte étant donné qu'avant les transporteurs dépassaient les tonnages maximum autorisés. Les véhicules 57t ne sont pas rentables car ils nécessitent de lourds investissements, pour un rapport charge utile/poids du camion à vide, moins avantageux que les poids lourds de plus petits gabarits. Les véhicules de 48t sont donc plus rentables que les 57t. Mais les 44t sont à favoriser car c'est un matériel standard donc moins cher pour un ratio charge utile/poids à vide du camion plus avantageux. Sur 48t : pas de charge utile supplémentaire par rapport au 44t.

Les problèmes économiques sont dus aux prix qui sont tirés vers le bas, par conséquent il y a eu chute du nombre de transporteurs, entre 2008 et 2010. Ils tendent à être remplacés par des transporteurs de l'Est avec tous les problèmes législatifs qui vont avec. En ce moment sur le Limousin il y a 25 entreprises de bois rond regroupant environ 100 personnes pour 80 véhicules.

L'idée du train routier : expérimentation d'un système de remorque, ainsi, au lieu de placer une grosse remorque à l'arrière d'un camion tracteur, il y en a 2. Ces deux remorques sont chargées par un tracteur agricole qui peut, aussi tirer ces petites remorques sur de grandes distances. Il y a alors un gain de place important : il est plus facile de stocker 2 petites remorques qu'une seule, le retournement est plus simple, cela permet aussi de passer des passages délicats avec de plus petites charges, pour arriver à une charge utile de 40t avec le rassemblement des remorques. L'avantage se trouve aussi sur l'utilisation du tracteur agricole qui correspond à un petit investissement, qui consomme très peu de fuel non taxé. Les remorques sont du matériel standard de porte conteneur qui sont, de ce fait, un investissement raisonnable. Le problème de ce système est l'impossibilité de reculer. Mais il rend alors possible un transport rentable à 57t, sans compter les distances de freinage réduites par deux et des durées de vie des pneumatiques fortement prolongées (plus de 200000km au lieu de 90000).

Ce système permet d'atteindre environ 40 t de charge utile. Conso 32 l/100 km contre 45 l/100
1 train de pneus (80 000 km) : 1500 € avec ensemble routier : dure 2X plus longtemps

Le système SYEGON n'est pas inconnu de Monsieur Cenut. Les équipements sont de l'ordre de 10000 à 12000 euros et nécessitent des entretiens supplémentaires. Monsieur Cenut ne perçoit ces avantages que pour des utilisations extrêmes (pays scandinaves l'utilisent). Donc système peu convaincant.

Le transport de bois grande longueur ne semble pas l'idéal pour monsieur Cenut, de plus ce genre de transport ne rentre pas dans le décret bois rond.

COMPTE-RENDU RDV J. PRADEL – St Angel -7 mai 2014

Mr Pradel : maire de St Angel et transporteur de bois

Vision « Maire » :

Commune très concernée et intéressée par la forêt 350 ha de forêt communales et sectionnales: possède des forêts et a donc des revenus forestiers positifs. A investi depuis longtemps dans les infrastructures routières en général et forestières en particulier.

La commune a un budget de 150 000 €/an sur la voirie

Impliqué dans Transbois. La secrétaire répond aux sollicitations mais heureusement que le maire connaît bien le sujet et les acteurs.

L'état des lieux avant et après utilisation n'est pas systématisé, il est mis en œuvre si le maire perçoit un risque...

Les élus sont relativement seuls sur le dossier – Comment accompagner les élus ? Sont-ils formés pour les états des lieux ?

Les intercommunalités pourraient le faire, mais prise en compte de ce thème de façon très inégale.

Difficulté à acquérir le foncier pour création de places de dépôt. La commune acquière des terrains dans cet objectif dès que cela se présente même si la création du dépôt est réalisée plus tard. Car réel manque de places de dépôt mais existences de nombreux chemins d'exploitations.

En général, les propriétaires forestiers sont prêts à participer au financement des infrastructures s'ils tirent un revenu de leur forêt. Cela nécessite donc des propriétés de grandes surfaces.

La solution DUP ou DIG n'est à utiliser uniquement qu'en dernier recours

L'idée de la mise en place d'une taxe aux mètres cubes débardées a été évoquée.

«Vision « transporteur »:

2 ensembles 6 essieux aux normes 57t – a bénéficié de 15 % de subvention par le Conseil régional, malgré tout effort difficile à amortir (car 300000 euros d'investissement par ensemble).

Ensemble actuel : 32 tonnes de Charge Utile pour 6 essieux+grue

Auparavant : 30 tonnes pour 4 essieux

Rayon d'approvisionnement : 150 km

60 000 à 80 000 km/an par camion pour un volume journalier d'environ 100 mètres cube par camion.

Largeur minimale pour passage camion : 4m et pente < 10 %

Pour les transporteurs, le fait d'imposer un sens de circulation est acceptable et déjà largement pratiquée en fonction des soucis rencontrés sur les routes.

Dans les autorisations Transbois, le maire peut imposer un sens de circulation, cela ne serait pas mal vu par les transporteurs

Optimisation des parcours : utilisation des cartes IGN et du téléphone. Pas de GPS.

Un GPS adapté aux forestiers serait utile.

SYEGON : système inconnu et pas de volonté de s'en équiper malgré que les ensemble 6 essieux soient des gouffres à pneumatiques.

Problème majeur : flux tendu / pas de stock ce qui ne permet pas de travailler dans de bonnes conditions quand la météo est défavorable...

Profession avec de gros problèmes de recrutement. Nécessite du temps pour former les opérateurs...

Annexe 10 : réponses des exploitants

Entretien Alliance – C.Cestona – 14/04/2014

Résumé de la société : pas de transport, sous-traitance à plusieurs transporteurs du grand Limousin. Mais en possession de différents matériels d'exploitation : 4 abatteuses qui sont à 85% sur du résineux, 3 porteurs qui sont à 60% sur du résineux. Mais l'agence sous-traite néanmoins 50% de l'exploitation. Elle ne possède aucun câble mat et elle ne compte pas en acquérir, car cette technique est estimée comme économiquement difficile (expérience non concluante dans le Tarn). L'agence a un bilan de 175000m³ de feuillus (car gros contrat avec Saillat) contre 134000m³ de résineux. En ce qui concerne les peuplements feuillus il y a environ 50% de coupe rase et le reste en amélioration. Généralement c'est une exploitation de mauvais taillis. En ce qui concerne les distances de débardage : il n'y a généralement pas de surcoût pour une distance inférieure à 800m mais cela dépend beaucoup du terrain.

Chantier/Transbois : les chantiers ne sont pas difficiles à trouver mais la législation qui les entoure complique énormément les choses (dossier trop lourd) : accord franchissement de cours d'eau, autorisation de dépassement de tonnage, autorisation de dépôt... De plus l'organisation du transport par le principe de Transbois fonctionne beaucoup moins bien qu'en Corrèze car seulement un tiers du département peut être autorisé à 57t. Il y a donc des difficultés pour l'organisation et la gestion du transport. De plus sur la Corrèze lors de l'établissement de Transbois la région s'était engagée à aider le renouvellement du parc de camion mais rien n'a été fait. De plus l'outil cartographique de Transbois n'est pas simple : le chargement des cartes est difficile, les cartes sont mauvaises...)

Pente : Le problème de la pente n'en est pas vraiment un, si il y a un réseau de pistes suffisant et en état. Il faut tout de même que la pente ne dépasse pas le seuil de franchissement des engins. De plus des pistes peuvent être créées par la coopérative pour faciliter l'exploitation. En ce qui concerne les dossiers de subventions de voirie montés par Alliance, il y en a eu 2 l'an dernier (une nette diminution ces dernières années a été remarquée (baisse des subventions) : une place de dépôt et une route.

Au niveau du peuplement, il peut y avoir de la qualité, les grumes sont alors triées et valorisées, Alliance possède d'ailleurs plusieurs parcs de valorisation (St Léonard – Betaille dans le Lot proche Corrèze ; Bourgneuf).

Dans les feuillus, les rapports avec les propriétaires ne sont pas différents de ceux observés avec les propriétaires de parcelles résineuses. Il ne semble pas y avoir de ressentiment lié à une plus grande facilité selon les zones géographiques : « il n'y a pas de stéréotypes dans les feuillus, cela dépend de la personne ». Et s'il y a coupe rase alors dans la majorité des cas la parcelle est laissée pour compte et dans une autre partie des cas, il y a plantation (généralement des résineux).

Schéma favorisant les pistes : Pour l'établissement d'un nouveau type de schéma avec beaucoup moins de route débouchant sur une place de dépôt sur laquelle un grand réseau de piste converge, l'avis d'Alliance n'est pas en faveur de cette technique, le bois doit être facilement accessible en tout temps, il faut donc un bon réseau de route avec de nombreuses places de dépôt et de retournements si nécessaire. Les transporteurs veulent pouvoir charger leur camion en sécurité. Il est par contre indispensable d'effectuer un entretien courant pour que les routes restent praticables (il y a trop de routes construites à grand frais et qui maintenant ne sont plus praticables au grumier).

Nouveau matériel : Au niveau des équipements il y a une veille technologique afin d'étudier les nouveaux matériels : les machines à compensation de devers sont regardées de près mais le câble mat n'est pas à l'ordre du jour. Tout comme le skidder avec treuil de débardage qui est très peu usité et qui ne sera utilisé seulement s'il en existe en Limousin et que l'exploitation est rentable ; de plus ce type d'exploitation n'est pas adaptée au système de bois court généralement pratiqué dans la région.

Béton : Alliance ne voit pas d'inconvénient aux chaussées en béton voire aux enrobés en ciment (très résistant aux cisaillements). Surat, ou Eurovia sont des constructeurs de chaussée à longue durée mais le surcoût semble être de 10 €/m².

Transport : Les camions à 6 essieux ou plus sont plus intéressants car passent plus facilement les zones délicates, (voir avec Transvige qui en possède). Saillat a aussi fait un bilan de l'état des camions (Hyvernaud Jean Marc). En ce qui concerne un outil d'optimisation des trajets, il a été proposé de prendre part au projet réalisé en Aquitaine (GIPATegeri) qui semble pouvoir intégrer le Limousin. Cet outil rassemblant un grand nombre de données a fait ses preuves en Aquitaine lors de la tempête, il est considéré comme un réel plus car c'est un outil unique pour tous les acteurs.

Energie : le bois énergie est vu comme un plus qui permet de valoriser des peuplements qui ne l'étaient pas jusqu'à maintenant, mais il faut faire attention de ne pas multiplier le nombre de grosses chaudières par rapport à la ressource.

Compléments : DCacot :

- Eléments bloquants : prix des bois, pas de marge de manœuvre suffisante
- Scandinavie Autriche : grumiers 6X6 ou 8X4 : très performants mais investissements beaucoup plus lourds.
- Les transporteurs utilisent la carte IGN pour trouver les dépôts de bois. Pas de logistique embarquée ni GPS...

CFBL – E.Paillot – 14/04/2014

Rétrospective sur le feuillu : Beaucoup de propriétés feuillues n'ont jamais été exploitées, pour des raisons de morcellement de la propriété et à cause de pentes trop fortes. L'exploitation n'était alors pas rentable en Limousin. Mais depuis 3-4 ans l'avènement du bois de chauffage (professionnel) et du bois énergie a permis de s'intéresser aux feuillus. Maintenant le bois de trituration est en concurrence avec le bois de chauffage, les prix sont donc tirés par le haut. Le problème est que le sciage ne suit pas cette tendance. Il en résulte tout de même un changement de mentalité et une culture du feuillu qui commence à émerger. Ainsi la valeur des bois est de moins en moins sous-estimée.

On distingue 4 catégories de feuillus :

- taillis châtaignier : marché connu – pb de dépérissement
- taillis améliorable (feuillus divers)
- taillis non améliorable à transformer
- accrus feuillus

Concernant les taillis améliorables : actuellement rentable – Si main d'oeuvre manuelle il n'y a pas forcément de taille critique (on peut descendre) jusqu'à 150 st. C'est plus le taux de boisement qui joue, car en général le bouche à oreille fonctionne bien dans le milieu rural.

Concernant les taillis non améliorables : les bois se vendent mieux ce qui permettrait de réinvestir – tendance à confirmer. Possibilité d'activer le DEFI travaux (25 % défiscalisé si adhésion coop contre 16 % sinon).

Pour les vieilles futaies : interventions plus difficiles (pb environnementaux et paysagers)

Le marché du Hêtre semble se redynamiser.

Résumé de la société : la CFBL suit un peu cette tendance surtout parce que tout « est au vert » du point de vue commercial. La CFBL exploite donc 130000m³ de feuillus dont 25% de châtaigner et 50% de chêne. Mais seulement 17% de ces bois sont des grumes contre 50% de bois de trituration et 25 % chauffage. Du côté des résineux l'entreprise sort 300000m³ dont une forte proportion de grumes.

Matériel/exploitation : 11 abatteuses, 12 porteurs répartis sur le Limousin et l'Auvergne. Il y a eu une abatteuse sur le feuillus mais suite à de gros problèmes de rentabilité l'exploitation a été stoppée. Il semble que cette faible rentabilité est due au fait que l'abatteuse a été envoyée dans des zones difficiles même pour les bûcherons. Maintenant en Creuse il y a une abatteuse qui travaille dans le feuillus mais c'est un sous-traitant, le travail est néanmoins très compliqué car il nécessite une préparation de la part du bûcheron qui doit être très bien formé à ce genre de chose, pour une rentabilité moindre. Il en résulte une diminution de la mécanisation en feuillus. Pour le bois énergie, la mécanisation des feuillus est faite car l'investissement est faible, par contre le débardage semble poser problème : pour des raisons d'encombrement très important par rapport au mètre cube, il faut des porteurs spéciaux avec de plus grand panier, plus de maniabilité, et une plus grande vitesse de déplacement. Nécessite des places de dépôts très importantes

Jusqu'à 800m de débardage il n'y a pas de surcoût (notion de barre des 800m). Au-delà de ces 800m les coûts ont tendance à augmenter exponentiellement car il y a une très forte augmentation des problèmes (franchissement, zones sensibles...). La pente n'est pas le principal problème pour l'exploitation, l'eau est beaucoup plus problématique à cause de la police de l'eau très contraignante et des procédures trop complexes. De plus les kits de franchissement ne sont pas pratiques (pas toujours adaptés) et ont tendance à rester sur place. Un franchissement à l'aide de bois mis en travers peut être plus simple à mettre en place et moins déranger pour le cours d'eau. Il faut donc plus de souplesse.

Schéma type favorisant les pistes : S'il y a possibilité de prolonger les routes alors il faut le faire, car les pistes ne sont pas praticables en tout temps et apporte plus de problèmes que les routes. Ce type de schéma ne va bien que pour les zones gelant pendant de longues périodes. Ce type de schéma apportera l'avantage de bien définir les zones d'accès aux parcelles et de remédier, de ce fait, aux nombreux problèmes de passage.

Câble-mat : Principalement exploitation de résineux (sauf pour chantier Auvergne Cf sortie Auvergne).

En conclusion, l'exploitation de bois de trituration n'est pas rentable mais avec le bois de chauffage le bilan est équilibré (38-40 euros du m³ bord de route). Personne n'est convaincu par les petits câbles mats. Pour le câble en feuillus il est possible de porter les coûts sur autre chose que les bois (paiement à la journée). Par contre le câble mat implique une sylviculture bien

particulière qui nécessite des personnes très bien formées avec de l'expérience. Un temps complet est quasiment nécessaire pour préparer les chantiers qui mobilisent 10000m³ de bois car pour ces 10000m³ il a fallu voir 40000m³.

Amélio feuillus difficilement envisageable avec câble mat sauf par petites coupes rases.

Transbois : En Creuse les maires ne savent pas comment l'outil fonctionne, de plus 2 mois pour la réponse est un délai trop long. L'outil présente des problèmes de fonctionnement lors de passage de zone rouge. Transbois est vu comme une couche supplémentaire aux dossiers déjà importants. L'outil rêvé serait un outil qui permette de monter tout le dossier (toutes autorisations dont franchissement cours d'eau, autorisations diverses...) en une seule fois.

Places de dépôt : Elles sont localisées par les techniciens : envoi du plan au transporteur, (tous les vendredis soirs pour anticiper la semaine à venir) et la gestion des stocks se fait manuellement.

Skidder avec treuil : Oui d'un point de vue matériel mais très éprouvant pour les hommes.

Câble synthétique : méfiance par rapport au risque de rupture. Pour l'instant très peu développé.

Entretien CBB Mr Diffle – 13/05/2014

Il faut déjà faire la distinction entre propriétaires non impliqués dans la forêt et avec lesquels la discussion est relativement difficile, et les autres propriétaires intéressés par leur forêt.

40% du volume de bois utilisé par CBB vient du Limousin soit 120 à 140 mille tonnes de bois dont 70% de feuillus. De plus les bois subissent un léger tri. Il en résulte que 20 à 25% des bois ne partent pas en trituration et possèdent généralement une plus forte valeur.

Les problèmes de la propriété privée sont aussi le morcellement et la difficulté d'accéder aux noms des propriétaires à partir du cadastre. L'accès sur le terrain est primordial : s'il n'y a pas d'accès la coupe peut être refusée. CBB tente de régler les problèmes de foncier avant même l'achat d'une coupe. Pour aller de la parcelle à la route, il y a de nombreuses complications possibles : la nécessité de demande d'autorisation de passage aussi bien pour les zones boisées que pour les zones agricoles (les prés et le dédommagement pour le passage sont aussi source de conflit). Il y aussi la largeur des chemins forestiers qui peut être trop faible ou la législation (exemple des chemins ouverts au public et donc soumis au code de la route ce qui engendre une interdiction théorique de circulation des engins forestiers qui n'ont pas de plaque d'immatriculation.).

Demande d'avoir des barèmes pour dédommager les propriétaires de champs qui seront traversés pour le débardage.

Les places de dépôts peuvent aussi être un sujet de litige avec les transporteurs qui les veulent les plus accessibles possible alors que les engins forestiers ne peuvent pas circuler sur les routes. Dans l'idéal les places de dépôts privées sont privilégiées, car il n'y a pas besoin de faire de demande d'autorisation de dépôt. Il faut aussi tirer parti des places de dépôts improvisées, les sécuriser et bien les aménager afin de pouvoir en tirer le meilleur parti. Les délaissés de routes peuvent rentrer dans ce genre de réflexions.

Inventorier les places de dépôts les plus utilisées pour identifier lesquelles seraient à améliorer, consolider...

La sortie de bois longs nécessite des places de dépôt très importantes.

En quelques chiffres : sur 300 coupes par an il y a 3 à 4 litiges de desserte et des complications en tous genres dans 5 à 6% des cas. Tout ceci engendre, bien sûr, des surcoûts importants notamment pour les litiges de voirie. La solution proposée est que ce soit les vendeurs du bois (propriétaires) qui se chargent de régler les problèmes fonciers et d'accès car les exploitants se retrouvent souvent être des victimes des conflits entre propriétaires.

L'outil Transbois n'est pas bien vécu et demande beaucoup de travail supplémentaire sans pour autant considérer qu'il y a des améliorations. Les améliorations ont été plutôt vues, lors du changement du matériel de transport et l'utilisation d'ensemble adéquat au transport de bois rond.

Pour les créations de voirie il semblerait qu'une route en bas de pente, juste avant le cours d'eau soit l'idéal pour le débardage. La nécessité d'un ou 2 ouvrages permanents de franchissement de cours d'eau semble aussi très structurant tout comme les places de dépôts. Le flottage des bois n'est pas écarté par le CBB (cf. problèmes sur le Taurion)

En ce qui concerne le câble mat, il n'y a aucune volonté de s'équiper à cause d'une rentabilité présumée négative. Pour le bois de trituration même le débardage au skidder est

économiquement peu rentable. CBB possède 1 skidder, 3 porteurs, et 8 abatteuses sans compter les sous-traitants.

La route béton ne semble pas exister en Limousin ni dans les régions limitrophes. Par contre il y a existence de quelques routes en liants hydrauliques. Le problème de ce liant hydraulique est qu'il faut un certain temps de stabilisation (jusqu'à 1 an en fonction de la météo) sinon elle peut être très rapidement détruite. Voir projet porté par C.Riboulet à Availles Limousine.

Les difficultés d'exploitations sont en majorité en basse Corrèze pour des raisons principalement foncière et de desserte. Il serait intéressant de travailler dans ces zones boisées bien situées et peu exploitées.

Pour la distance de débardage jusqu'à 500 mètres il n'y a pas de surcoût sauf gros problèmes. Au-delà beaucoup de facteurs jouent et les coûts sont alors au cas par cas. Généralement au-delà de 500 mètres s'il y a risque de surcoût au débardage il y a alors des tentatives d'optimisations : regroupements de chantiers, baisse des prix d'achat... En fait les coûts de débardage sont très liés au chiffre d'affaires journalier possible sur le chantier.

CBB crée régulièrement des pistes pour débarder les bois, soit simplement avec la lame du porteur, mais aussi avec de légers travaux TP (pelle et camion de pierre). Généralement ce sont des équipements peu coûteux (exemple de rénovation d'une piste de 1200m à 2000 euros), qui peuvent être répercutés sur le prix de bois. Ainsi la réflexion d'une route juste en bordure de massif peut être une option alternative séduisante à la place d'un projet de route structurante très coûteux et quasiment pas réalisable.

Aucune réflexion sur l'optimisation SIG ou les outils logistiques pour les transporteurs n'a été faite, et pour l'instant il n'y a pas de volonté de travailler dessus. Voir étude FCBA.

Motiver les communes passera par une péréquation liée à la ressource, car les entreprises ne sont pas au même endroit.

Le CBB rencontre des difficultés en Basse Corrèze pour sa desserte, idem Monts d'Ambazac.

Nécessité d'harmoniser les procédures de charte de transport du bois (cf. charte de Guéret, ou autre). Faciliter les démarches administratives semble une urgence... Les cours des bois remontent mais les contraintes administratives grèvent les coûts de structure et de montage des dossiers.

Annexe 11 : réponses des élus

Maire Orliac de Bar Mr Chèze

La commune ne possède que très peu de forêt, la très grande majorité sont des forêts privées qui sont encore liées aux exploitations agricoles (propriété d'agriculteurs). Il y a malgré tout quelques plantations et de la vente de bois de qualité de temps en temps. Les seules surfaces importantes gérées sont les forêts du château voisin (gestionnaire Nadalon) plus PSG de Chastagnol.

L'avis du maire sur les exploitants est qu'ils créent pas mal de problèmes surtout sur la voirie communale. Le respect de la voirie communale et de la propriété d'autrui a été évoqué. Il y a eu aussi beaucoup d'abus sur les prix de ventes des bois : les exploitants profitant de la méconnaissance des propriétaires pour acheter du bois à bas prix.

Quelques kilomètres de pistes forestières ont été réalisés sur la commune mais ils permettraient aussi de desservir des petits hameaux (ou des maisons). Il n'y a pas plus de volonté de créer de nouvelles routes, l'accent est plutôt mis sur le développement de chemin pédestre. L'intérêt de la sortie de bois n'est pas vu comme suffisant pour engendrer la construction de nouvelles routes. Surtout que des propriétaires exploitent ces forêts sans avoir de route à proximité. Les investissements semblent aller pour la réhabilitation de chemins ruraux desservant des parcelles agricoles. Le financement des routes dépend maintenant de la communauté d'agglomération de Tulle dont la commune d'Orliac de Bar fait partie. Cette communauté pourrait par contre facilement assurer la maîtrise d'œuvre. La politique de l'agglomération de Tulle étant d'augmenter la filière agricole et aussi la filière bois, elle sera donc plus apte à porter des projets de routes que les petites communes sans moyens ni compétences. Les entretiens courants sont fait dans la plupart des cas. Il y a aussi la peur de voir passer des grumiers de 57t sur de petites routes.

La sortie de bois n'est pas la préoccupation principale des habitants, mais certains ont quand même essayé de monter un groupement forestier sans succès pour des problèmes relationnel entre les propriétaires.

L'outil Transbois est connu par le maire mais il n'en sait pas plus sur son fonctionnement.

Les routes en bétons ou autres routes à fort investissement originel ont été écartées car selon le maire il faut un usage important pour justifier ces routes or les routes forestières sont à faible trafic.

En ce qui concerne les DIG DUP, il n'y a pas de réticence particulière si la très grande majorité des propriétaires sont en faveur de la route. Mais à n'utiliser qu'en cas de force majeure car forte atteinte à la propriété privée qui peut être très mal perçue. Pour les autres réglementations de passage le maire n'est pas en faveur de ce genre de décision (pour la liberté de circulation). Par contre s'il y a consentement des personnes intéressées (par exemple les chasseurs partant pour financer une partie des entretiens) alors la mairie ira aussi dans ce sens.

Le gros problème relevé par le maire est aussi le problème d'une réglementation trop contraignante en ce qui concerne les coupes. Il faudrait plus de souplesse pour les autorisations de défrichement ou de déboisement, ce qui pourrait permettre d'augmenter les sorties de bois.

Entretien Mr GRALON – Mairie de BAR – 22/05/2014

La commune possède un peu de forêt -

État des lieux à réaliser. La nouvelle municipalité souhaite s'y intéresser.

L'exemple de la forêt du Chadon qui a une forêt où se pratique l'affouage intéresse la commune.

Pas de soucis majeurs rencontrés avec l'exploitation forestière. Les demandes d'autorisation sont effectuées correctement (Transbois géré par la secrétaire de mairie).

Amélioration de chemins ruraux

Réalisation de voirie forestière sur Ceaux avec élargissement et empierrement : 1,5 km subvention à 80 %. Dossier suivi par la DDT. Environ 60 000 €/km.

Il y en a déjà eu d'autres de créées.

L'entretien courant se fait par l'employé communal.

Retours positifs des agriculteurs qui utilisent régulièrement les routes forestières.

Peu ou pas de propriétaires forestiers demandeurs.

Béton : semble superflu par rapport aux projets de la commune (trop onéreux).

La commune a une histoire forestière ancienne, cela se retrouve dans les archives.

DUP/DIG : en dernier recours mais pas exclus

ASA – ASL : outil à approfondir.

La commune est prête à informer les propriétaires, relayer nos messages, accompagner si besoin.

Bar dépend de la communauté d'agglomération de Tulle qui bénéficie d'un service voirie compétent (Mr Saintonge) et qui appuie les communes dans leurs projets.

La commune réalise les élagages en bord de route avant que les travaux sur les routes soient réalisés par la communauté d'agglomération.

Les aspects paysagers, visibilité ne sont pas un problème à priori.

Annexe 11 bis : (entreprises conseillées par les acteurs)

<u>entreprise</u>	<u>secteur</u>	<u>domaines de compétences</u>	<u>adresse site internet</u>	<u>adresse</u>	<u>téléphone</u>	<u>mail</u>
EUROVIA	Entreprise TP sur toute la France	tous types d'enrobés, matériaux pour assise de chaussée (dont MIOM), recyclage et retraitement	www.eurovia.fr	81, avenue du Président J.F. Kennedy BP 868 87016 LIMOGES	+33555309111	
POUZOL	Entreprise TP sur Limouzin et Dordogne	Terrassement, empierrement reprofilage de chaussée, goudronnage, recyclage déchets du BTP (GNT)	www.pouzol.com	Zone artisanale, RN89 19190 AUBAZINE	+33555846368	pouzol.tp@orange.fr
MATIERE unibridge	Construction ouvrage d'art dans le monde	construction pont à ossature métallique, et autre construction en métal	www.unibridge.fr	2 rue Louis Matière BP 54 15130 Arpajon-Sur-Cère	+33471465014	unibridge.info@matiere.fr
SARL ROLAND POULAIN	entreprise TP Indre et Creuse	En particulier utilisation de liant hydraulique		50 route de Varennes 36330 LE POINCONNET,	+33254353210	
FNTP Limousin	Fédération régionale des travaux publics	Aide aux entreprises TP mais aussi communication (liste des entreprises TP par département)	www.fntp.fr	22, rue Atlantis BP 6954 87069 LIMOGES CEDEX	+555350705	limou@fntp.fr

Annexe 12 : liens entre chaque caractéristique et chaque frein.

	distance de débordage	Largeur chaussée	pente en long	pente en travers	revêtement-chaussée	couches	rayon de courbures	fossé	emprise	accotement	terrassement, dessouchage	tracé	Franchissement de cours d'eau	Végétation avoisinante
financement	kilométrage le plus faible (jusqu'à 800m de débordage)	la plus faible (3m)	pas plus de 8% sinon revêtement obligatoire	2-3%	empierrement	matériaux recyclés, bois, liant hydraulique	pas de levier	réduire au maximum les passages busés	éviter le rachat de terrain	pas de levier	éviter les transports de matériaux, revente des souches	utiliser l'existant, le moins de virage possible	le moins possible (penser au méthodes de franchissement temporaire)	entretien supplémentaire
foncier	kilométrage le plus faible (jusqu'à 800m de débordage)	la plus faible (3m)	préférer le trajet le plus simple de ce point de vue (pente forte possible)	2-3%	béton car réduit l'emprise	pas de contrainte	pas de levier	suppression si béton	la plus réduite possible (favoriser l'existant)	pour diminuer l'emprise : les réduire au maximum	pas de levier	utiliser l'existant	à envisager si permet d'éviter des problèmes (penser au méthodes de franchissement temporaire)	une plus grande emprise améliorera la situation, donc augmentation des problèmes de foncier
sol difficile (humide ou peu portant)	kilométrage le plus faible (jusqu'à 800m de débordage)	la plus faible (3m)	préférer le trajet le plus simple de ce point de vue (pente forte possible)	2-3%	béton, (évit trop d'apport de matériaux)	bois, liant hydraulique, matériaux recyclés, géotextiles (si béton couche pas obligatoire ou très faible)	pas de levier	pas de contrainte	éviter les passages délicats (zone humide...)	pas de levier		utiliser l'existant si présence d'une couche d'empierrement préexistante		
pente forte	kilométrage le plus faible (jusqu'à 800m de débordage)	la plus faible (3m)	éviter les épingles et ne pas suivre les courbes de niveaux (permet ainsi de réduire distance de débordage). Envisager le débordage par câble	2-3%	si pente en long > 8% revêtement. Béton problématique en pente	pas de contrainte	pas de levier	si béton renvoi d'eau et fossé peuvent être à minimiser (mais pas de suppression)	le minimum possible	pas de levier	le minimum de terrassement (cf recommandation précédente)	prendre l'existant ainsi le terrassement sera peut être déjà fait. Mais attention aux passages trop pentus. éviter les trop fortes pentes en travers (problèmes décaissement important)	préférer les radiers	
peuplement	kilométrage le plus faible (jusqu'à 800m de débordage)	pas de levier		2-3%	Moins de dégâts lorsque les bois sont entraînés sur la route		attention bois longs : les rayons de courbures ainsi que sur-largeur ne doivent pas être négligées	ne pas combler les fossés avec du bois (sauf pour passage provisoire)	profiter de la vente des bois situés sur l'emprise pour financer route	des accotements élargis en certains endroits peuvent faire office de place de dépôt	attention de ne pas dégrader les peuplements avec les déblais	éviter si possible les peuplements d'avenir.	attention aux retenues d'eau causées par la route	des lisières plus importante peuvent être bénéfiques
impacts paysagers	kilométrage le plus faible (jusqu'à 800m de débordage)	la plus faible (3m) en roulement bi-bande	pas trop forte	2-3%	empierrement à favoriser ou béton coloré ou roulement bi-bande		le moins possible de sur-largeurs	peu d'impact mais leur absence permet de réduire l'emprise	éviter les emprises trop grandes	les réduire au maximum	les déblais-remblais trop importants, scarifient le paysage	préférer l'amont des points de vue importants et éviter au maximum les épingles et virages	le moins possible	la plus forte possible
impacts environnementaux	kilométrage le plus faible (jusqu'à 800m de débordage)	la plus faible (3m) en roulement bi-bande		2-3%	éviter les enrobés : trop d'émission de CO2 et possibilité de pollution du milieu. L'empierrement est recommandé ou roulement bi-bande	Les matériaux recyclés permettent d'éviter la production supplémentaire de granulats et permettent de recycler des déchets	le moins possible de sur-largeurs	présence : permet d'apporter un nouvel écosystème et canalise le ruissellement des eaux sur la route qui peut être polluée	éviter les emprises trop grandes	nécessaire et même penser à les élargir pour gibier	à éviter	Du point de vu financier : éviter zone sensible, il vaut mieux faire un détour de 100m qu'un pont et détruire un habitat	le moins possible, dans le cas contraire, le passage des poissons est important. Forte contrainte due à la loi sur l'eau.	ouvertures de milieux peut être bénéfique (grande faune) mais aussi négatif si la séparation est trop grande.
Tourisme fréquentation	kilométrage le plus faible (jusqu'à 800m de débordage)	la plus faible		2-3%	bitume, mal vu des promeneurs, préférer l'empierrement ou le béton coloré				éviter les emprises trop grandes	Prevoir des stationnements et de places de croisements, les places de dépôt semblent idéales pour ces utilisations	à éviter			Si paysages intéressants, prévoir quelques points de vues

Annexe13 : Résumé de la Législation

Législation

ASA

Association syndicale autorisée : C'est un établissement public à caractère administratif. Un groupement de propriétaires, de collectivités territoriales peut demander la création d'une ASA mais l'autorité administrative du département peut prendre l'initiative de la création d'une ASA.

Dans ce but une enquête publique doit être réalisée (conformément au III de l'article L11.1 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique). De plus si les ouvrages ou les travaux envisagés tendent à impacter l'environnement alors ils sont soumis à enquête tel que prévu à l'article L.214-1 du code de l'environnement.

Après enquête auprès des propriétaires, tout propriétaire n'ayant pas exprimé son désaccord sera vu comme favorable au projet.

Nécessité que deux tiers des propriétaires possédant plus de la moitié de la surface soient en accord avec l'ASA ou que la majorité des propriétaires possédant plus de deux tiers de la surface soient favorables. *Article 1 à 42 de l'ordonnance n°2004-632 du 1 juillet 2004 relative aux associations syndicales de propriétaires.*

ASL

Association syndicale libre : formée par consentement unanime des propriétaires intéressés. Ce sont donc des personnes morales administrées par un syndicat composé de membres élus parmi les propriétaires. Une association syndicale libre peut à l'issue d'un délai d'un an, être transformée en ASA. *Article 1 à 42 de l'ordonnance n°2004-632 du 1 juillet 2004 relative aux associations syndicales de propriétaires.*

Voiries communales

Chemin ruraux : Domaine privé communal, mais la circulation doit être ouverte au public. Il ne doit pas être en domaine urbain, la plate-forme ne doit pas dépasser 7 mètres et la chaussée 4 mètres. Par contre il n'y a aucune obligation d'entretien de la route même si la commune peut être tenue responsable de préjudices causés par non entretien de la voirie. Les restrictions de tonnages (minima-maxima) sont possibles mais soumises à justification (la jurisprudence montre que l'interdiction totale de circulation sans motivations fortes et valables est sanctionnée). Par contre vu à l'article L161-7 du code rural, il y a possibilité d'appliquer une taxe aux propriétaires desservis par le chemin rural d'autant plus facilement si le chemin est entretenu par un groupement foncier.

De par l'appropriation ou le redressement il est possible de modifier légèrement le tracé ou la largeur de la chaussée (2m maximum) sans avoir à exproprier ou à racheter les dites surfaces aux propriétaires. *Article L161-9 du code rural*

Tableau 18 : exemple d'interdiction de circulation abusive (crédit photo CRPF Limousin)



Voies communales : domaine public routier, la commune a donc une obligation d'entretien qui doit être inscrit au budget de la commune. Le déclassement d'une voie communale est possible sans obligation d'enquête publique (cf Loi n°2005-809 du 20 juillet 2005 NOR EQUX0500057)

Chemin d'exploitation : appartiennent à des particuliers et servent à la communication de divers héritages (cours de cassation du 21 décembre 1998). Il s'agit d'une copropriété divisée entre les propriétaires riverains. Ainsi le passage peut être interdit au public mais non aux autres propriétaires dont le chemin dessert la propriété. Un chemin d'exploitation peut être inscrit au cadastre mais ce n'est pas une certitude, il faut donc se baser sur d'autres critères de passage et de servitude pour prouver que le chemin est un chemin d'exploitation. Il sera difficile de créer des routes sur ce genre de chemins sans l'accord de tous les propriétaires, mais il n'y a pas de nécessité de demander un droit de passage. Cf L162-2 du code de la voirie routière et articles L161-1 et suivants du code rural. Un chemin d'exploitation abandonné reste un chemin d'exploitation si la preuve en est faite cf : Cass. 3^{ème} civ 2 octobre 2002 n° de pourvoi : 01-02582

Subventions (modalités jusqu'en 2013)

Sont éligibles : Les propriétaires forestiers privés et leurs associations,
Les communes et leurs groupements propriétaires de forêts,
Les structures de regroupement des investissements:

- Coopératives forestières,
- OGEC,
- ASL,
- ASA,

- communes (lorsqu'elles interviennent comme maître d'ouvrage délégué pour plusieurs propriétaires de forêt),
- Les syndicats intercommunaux

Investissements éligibles : • la création, la mise au gabarit des routes forestières accessibles aux camions grumiers et des places de chargement et de retournement, ainsi que de leurs équipements annexes indispensables (fossés, passages busés, ouvrages d'art, signalisation d'interdiction de circuler, barrières,...),

- l'ouverture de pistes accessibles aux engins de débardage,
- la résorption de points noirs, sous certaines conditions, définies au plan régional.

Sont exclus les entretiens courants tels que : tous types de réparation n'engendrant pas de changement important des caractéristiques de la route (cf : annexe 2 à la circulaire n° NOR INT B0200059C du 26 février 2002)

Il doit être montré une rentabilité économique du projet, suivre la densité de route aux 100 ha recommandée peut être un levier.

Critères techniques minimaux : • **largeur maximale de la chaussée** des routes forestières : elle est fixée à 4 mètres, des adaptations régionales par un abaissement de cette largeur de 3 à 3,5 mètres sont souhaitables.

- **déclivité maximale des routes forestières** : elle est fixée à 12%, l'optimum se situant entre 4 et 8 %, avec possibilité de tronçons à une pente supérieure sur de courtes distances.
- **revêtement des routes forestières** : le revêtement de la chaussée est exclu des aides de l'Etat, sauf pour des tronçons de distance réduite qui le justifieraient (forte pente, débouché sur voirie publique) pour des motifs de sécurité.
- **utilisation de matériaux recyclés** : le recours à des matériaux recyclés pour certaines parties du corps de chaussée est possible dès lors que ces matériaux auront subi le traitement adéquat (tri, calibrage, ...) sous réserve de dispositions plus restrictives.

Respect des aspects environnementaux

Modalités de subvention : Le taux de la subvention est de 40 % maximum pour un dossier présenté à titre individuel et cofinancé par des crédits d'Etat et du FEADER. Il peut être porté à 50 % maximum dans le cas d'un financement additionnel en "Top up" apporté par une collectivité territoriale.

Le taux de la subvention est porté à 70 % maximum pour les dossiers présentés dans les cas suivants :

- projet inscrit dans un schéma directeur de desserte forestière (SDDF). Le demandeur précisera dans son dossier les références du schéma prévoyant le projet objet de la demande, sa date et les modalités de sa validation ainsi que les éventuelles mises à jour. Tout projet présenté dans la zone couverte par un schéma et s'en écartant fera l'objet d'une validation par le comité de pilotage du schéma pour pouvoir bénéficier du taux majoré.

- projet s'inscrivant dans le cadre d'une stratégie locale de développement dès lors que celle-ci contient un volet relatif à la mobilisation ou à la transformation de la ressource forestière, et que le projet s'inscrit en cohérence avec cette stratégie.
- projet porté par l'une des structures de regroupement énumérées au paragraphe 2. Ces projets ne doivent pas être l'agrégat de projets individuels non contigus, sans cohérence ni effet structurant pour la mobilisation de la ressource forestière.

D'après la CIRCULAIRE DGFAR/SDFB/C2007-5056 du 10 octobre 2007

Servitude

Droit de passage : le propriétaire de fonds enclavés peut revendiquer un droit de passage suffisant pour assurer la desserte de son fond. Le passage doit être pris du côté du trajet le plus court mais aussi le moins dommageable. Une indemnité proportionnée aux dommages devra être versée. L'emprise et le mode de servitude de passage sont valables pour une durée de 30 ans d'usages continus. L'action en indemnité est prescriptible. *Article 682, 683, 684, 685, 685-1 créé par Loi 1804-31 du code civil*

Déclaration d'intérêt générale

Maître d'ouvrage public voulant faire des travaux sur des propriétés privées qui présentent un caractère d'intérêt général (l'exploitation forestière peut rentrer dans ce cadre, il est néanmoins préférable d'avoir d'autres éléments de justifications) ou d'urgence. Programme des travaux soumis à enquête publique. Pour réglementer la propriété de l'emprise, une déclaration d'utilité publique peut venir en soutien s'il y a nécessité d'expropriation. Lorsque la DIG est acceptée, la réalisation des travaux est obligatoire même s'il y a oppositions de certains propriétaires (pas de nécessité d'une majorité en accord avec le projet). Les propriétaires opposés peuvent exiger un rachat de leur parcelle, si la participation financière aux travaux est supérieure au tiers de la valeur du fond de leur propriété. Une contribution financière de la part de propriétaires est donc possible, tout comme après réalisation des travaux, l'entretien peut être transféré à une association syndicale autorisée. **L'entretien de la route est obligatoire dans le cas d'une DIG.**

La DIG permet de remédier aux problèmes de morcellement de la propriété privée. S'il n'y a pas expropriation des terrains privés, le droit de passage (servitude) peut s'appliquer sur le chemin pour l'exploitation ou l'entretien. Cette servitude est aussi soumise à enquête publique, les propriétaires des terrains ont alors le droit à des indemnités proportionnées aux dommages subis mais calculées en tenant compte des avantages apportés par le projet (elle peut se faire en même temps que l'enquête pour la DIG.)

Cf fiche n°646003 du CRPF PACA : Déclaration d'intérêt général Comment s'y prendre ?

Cf fiche n°646004 du CRPF PACA : Déclaration d'intérêt général usage et intérêt pour la forêt privée?

Article L.151-36 à L.151-41 et R.151-40 à R.151-49 du code rural

Déclaration d'utilité publique

Engendre une expropriation. Mesure de force qui peut être mal vue et mal vécue par les propriétaires. Soumise aussi à enquête publique mais nécessite un rachat des terrains (donc plus coûteux pour la commune). Pour recourir à la DUP il est nécessaire de montrer le caractère d'utilité publique de la mesure (l'utilité publique peut être déclarée par arrêté ministériel, préfectoral ou décret en conseil d'état). La seule construction de route pour l'exploitation forestière aura du mal à passer. Les places de dépôts qui permettent le stockage mais aussi une amélioration de la sécurité en bordures des voiries fréquentées sont légitimes.

Cf article L11-2 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique

Mise en compatibilité du PLU pour projet d'utilité publique (DDT Sarthe Août 2013)

Annexe 14 : Tableau récapitulatif de notation des critères

financement	10-(I/IB*10)					
foncier	nécessité d'élargissement de l'emprise :					
	création d'emprise	0				
	>2	2.5				
	<2	7.5				
	pas d'élargissement (ou acquisition foncière déjà réalisée)	10				
sol difficile	0	0				
	1	4				
	2	6				
	3	8				
	4	10				
penne en travers	<45	10				
	45<...<65	7.5				
	65<...<110	2.5				
	>110	0				
peuplement	surface desservie	Valeur du peuplement				
	$P = (St \cdot Xt + Stsf \cdot Stsf + Sf \cdot Xff + Sm \cdot Sm + Sr \cdot Xr) / \text{longueur_projet} / \max(P)$					
	avec : St, Stsf, Sf les surfaces des différents peuplements IFN desservie par le projet					
	avec : Xt, Xtsf... les pondérations accordées à chaque type de peuplements IFN					
paysage	type de chaussée	largeur de plate-forme	si route visible des zones à forte densité de population			
	bitume	4	oui			
	empierrée	5	non			
	béton	6				
environnement	Si zone humide	Si Natura 2000	site inscrit/classé	EBC	Si ZNIEFF	Si parc
	oui	oui	oui	oui	oui	oui
	non	non	non	non	non	non
tourisme	utilisation touristique de route					
	exploitation uniquement					
	chasse					
	passage potentiel de promeneurs					
	desserte en faveur de la commune					
Autres	Monuments historiques (500m)	captage	règlement d'urbanisme			
	oui	Zone immédiate	oui			
	non	zone rapprochée	non			
		zone éloignée				
intégration du projet						
inscripion dans les SDVEF						
Projet Collectif (nombre de propriétés desservies/ types de strutures porteuses)						
Si route résolve point noir						

Annexe 15 : tableau des échelles de portance

Figure 17 : tableau des portances (source : Manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic SETRA 1981)

TABLEAU III - Echelle de portance

Portance (P)	Caractéristiques
0	SOLS TRÈS DÉFORMABLES ● Il s'agit très fréquemment de sols fins argileux saturés et à faible densité sèche en place, éventuellement de sols spéciaux (tourbes par exemple). ● Ces sols sont incompactables et toute circulation de chantier y est impossible.
1	SOLS DÉFORMABLES ● Ce sont généralement les sols classés A, B ou C à teneur en eau élevée. ● De faibles variations de teneurs en eau peuvent néanmoins leur conférer des qualités de portance assez différentes, d'où la distinction entre 1 et 2.
2	● Ces sols sont de réglage difficile et peuvent être sujets au matelassage.
3	SOLS PEU DÉFORMABLES ● Il s'agit le plus souvent de sols fins ou de matériaux graveleux à forte proportion de fines (A, B ou C) dont la teneur en eau varie de moyenne à faible.
4	SOLS TRÈS PEU DÉFORMABLES ● Il s'agit généralement des matériaux insensibles à l'eau (D essentiellement).

Annexe 16 : tableau d'aide à la décision et explication

Les tableaux qui suivent permettent de choisir entre différents types de solutions : câble-mât, route low-cost, route béton, route normale, favoriser les pistes ou l'empierrement de rebus de carrière ou l'usage de matériaux recyclés. Le choix dépend bien évidemment des caractéristiques techniques de la zone qui sont rassemblées dans les premières colonnes : la pente en travers en pourcent, le type de sol, si les peuplements desservis ont de la valeur pour pouvoir être exploités au câble-mât, et s'il existe déjà un réseau de piste que l'on peut exploiter.

On rentre alors dans le tableau tout à gauche, pour ensuite suivre les différentes caractéristiques correspondant au cas étudié. Ainsi on avance au fur et à mesure sur la droite jusqu'à arriver à la colonne câble.

Une fois la colonne câble atteinte, alors on peut regarder simultanément les différentes cellules de la même ligne et comparer les différences de couleur et le nombre de I. En ce qui concerne la couleur, plus l'on tend vers le vert foncé, plus la solution est recommandée d'un point de vue technique. Le I représente l'investissement nécessaire pour chaque solution. Plus il y a de I plus l'investissement initial sera faible.

Avec ce tableau, il n'y a qu'à suivre les caractéristiques puis regarder les cellules les plus rouges mais aussi ayant le plus de I si les investissements sont limités.

Nous avons décidé de mettre le câble mât dans les choix car il pourrait éviter la construction de route tout en permettant la sortie de bois. Les élus semblent d'ailleurs assez séduits par cette solution. Rappelons que pour le câble nous estimons un investissement nul ou très faible.

Pente	Emprise possible	Sol	Existant	câble	low-cost	béton	empierré e	piste	Empierrement de seconde main
0-45	<5	PF1	oui					III	
			non						
		PF2	oui					III	
			non						
		PF3	oui					III	
			non					III	
		PF4	oui					III	
			non					III	
	5<...<6,5	PF1	oui				I	III	I
			non						
		PF2	oui		II		I	III	II
			non				I		I
		PF3	oui		III		II	III	II
			non		II		I	III	II
		PF4	oui		III		II	III	III
			non		III		II	III	II
	>6,5	PF1	oui				I	III	I
			non						I
		PF2	oui		II		I	III	II
			non						I
		PF3	oui		III		II	III	II
			non		II		I	III	II
		PF4	oui		III		II	III	III
			non		III		II	III	II
45-65	<5	PF1	oui					III	
			non						
		PF2	oui					III	
			non						
		PF3	oui					III	
			non					III	
		PF4	oui					III	
			non					III	
	5<...<6,5	PF1	oui					III	I
			non						
		PF2	oui				I	III	I
			non						I
		PF3	oui		III		II	III	II
			non		II		I	III	II
		PF4	oui		III		II	III	III
			non		III		II	III	II
	>6,5	PF1	oui					III	I
			non						
		PF2	oui		II		I	III	I
			non						I
		PF3	oui		III		II	III	II
			non		II		I	III	II
		PF4	oui		III		II	III	III
			non		III		II	III	II

Figure 18 : tableau d'aide à la décision de projets

Annexe 17 : Présentation des coûts unitaires appliqués pour l'estimation des coûts de construction

Présentation rapide des coûts unitaires appliqués pour l'estimation des coûts de construction

		Coûts en euros	unités
Matériaux livré et mis en place	0-150	16	t
	0-80	18	t
	0-31,5	19	t
	Béton	225	m ³
	géotextile	2	m ²
	bitume	9	m ²
travaux	création fossé	3	mètre linéaire
	mise en place accotement	0.8	mètre linéaire
	décassement pour empierrer	0.8	mètre linéaire