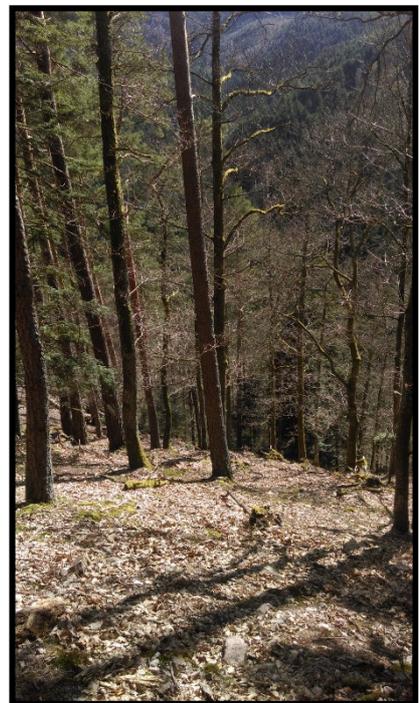


Étude du potentiel d'exploitation en forte pente dans les forêts publiques du massif vosgien central



Mémoire de dominante gestion forestière

Présenté par : Jean-Louis LE CALONNEC

Stage effectué du 01/02/2018 au 01/08/18

À : Office national des forêts

Maître de stage : Rodolphe PIERRAT

Enseignant référent : Yves EHRHART

Soutenu le 30/08/18

Année 2017/2018

Crédit des illustrations : Jean-Louis LE CALONNEC
(de gauche à droite)

Parcelle en forte pente en forêt du mont Sainte-Odile (67)
Chantier au câble-mât en forêt communale de Metzeral (68)
Parcelle en forte pente en forêt domaniale de Ribeauvillé (68)

**AgroParisTech ENGREF
Formation des ingénieurs
forestiers**

**Office national
des forêts**

Étude du potentiel d'exploitation en forte pente dans les forêts publiques du massif vosgien central

Dominante gestion forestière

Résumé

Le massif vosgien central comprend de nombreuses zones de fortes pentes où les engins d'exploitations classiques (débusqueur, abatteuse) ne peuvent intervenir. L'objectif de cette étude est de recenser ces zones nécessitant des modes d'exploitation alternatifs et d'estimer la ressource mobilisable pour chaque mode d'exploitation. La finalité étant de mettre en place un portefeuille de coupes pluriannuel à l'échelle du massif vosgien afin de massifier l'offre.

Pour ce faire, le logiciel CARTUVI, qui cartographie les zones exploitables au tracteur débusqueur, a été utilisé. Par effet miroir, les zones non exploitables ont été identifiées et ont fait l'objet d'une validation auprès des équipes de terrain. Cette validation a consisté à définir le mode d'exploitation à mettre en place. Toutes les zones devant faire l'objet d'une exploitation avec un mode de débardage alternatif ont ensuite été élargies dans l'optique de mettre en œuvre de futurs chantiers. C'est à partir de ces zones élargies que le volume et la nature des produits ont été estimés d'après les données d'inventaires des aménagements forestiers. Une fois le mode d'exploitation renseigné ainsi que le volume et les produits, un projet de programme de coupe a été réalisé.

Les résultats de cette étude montrent qu'il existe un besoin relativement faible de mise en place de systèmes d'exploitation alternatifs en forte pente sur le massif vosgien central avec 7 500 ha concernés en forêt publique, soit 2,7 % des surfaces publiques en production. Cela représente un potentiel annuel de 42 000 m³ dont 27 765 m³ pour le câble-mât. Ces peuplements sont majoritairement composés de bois moyens (44 %) et de résineux (76 %), il s'agit là du type de produit qui répond le plus aux besoins de la filière de transformation. Le frein principal à l'exploitation des bois en forte pente, en particulier pour le câble-mât est le surcoût d'exploitation et, à ce jour, il n'existe pas de dispositif d'aide pour les amortir en région Grand Est comme pour d'autres régions.

Abstract

The Vosges mountains include many steep slopes where usual logging machines (wood harvester and skidder) cannot work. The purpose of this study is to list the areas where an alternative way of lumbering is needed and to assess the potential resources for each mode of harvesting (in these areas). It aims to set up a multi-year cutting plan for the (whole) Vosges mountains sector in order to increase the offer.

TO that end, the CARTUVI software, which maps the exploitable areas accessible to the skidder, has been used. This way, inaccessible areas were identified and validated afterwards by teams on the field. This confirmation consisted in defining the harvesting mode to set up. Then, the areas where an alternative harvesting method has been selected have been stretched to include future lumbering sites. The volume and nature of the products were estimated from the forest management inventory data from/within these "stretched areas". Once the harvesting mode, the volume and the products were identified, a draft cutting plan was created.

The results of this study indicate that there is a relatively low need to set up alternative harvesting systems in the Vosges mountains. Only 7 500 ha of public forest are concerned, which amounts to 2.7% of public productive areas. This represents an annual potential of 42 000 m³ including 27 765 m³ for cable logging. These forest stands are mainly composed of medium wood (44%) and softwood (76%), which is the type of product that best meets the needs of the processing industry. The main obstacle to the harvesting in steep slopes, especially for cable logging, is the additional operating cost. To this day, there is still no financial support from the Grand-Est region, unlike in other regions.

Engagement de non plagiat

① Principes

- Le plagiat se définit comme l'action d'un individu qui présente comme sien ce qu'il a pris à autrui.
- Le plagiat de tout ou parties de documents existants constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée
- Le plagiat concerne entre autres : des phrases, une partie d'un document, des données, des tableaux, des graphiques, des images et illustrations.
- Le plagiat se situe plus particulièrement à deux niveaux : Ne pas citer la provenance du texte que l'on utilise, ce qui revient à le faire passer pour sien de manière passive. Recopier quasi intégralement un texte ou une partie de texte, sans véritable contribution personnelle, même si la source est citée.

② Consignes

- Il est rappelé que la rédaction fait partie du travail de création d'un rapport ou d'un mémoire, en conséquence lorsque l'auteur s'appuie sur un document existant, il ne doit pas recopier les parties l'intéressant mais il doit les synthétiser, les rédiger à sa façon dans son propre texte.
- Vous devez systématiquement et correctement citer les sources des textes, parties de textes, images et autres informations reprises sur d'autres documents, trouvés sur quelque support que ce soit, papier ou numérique en particulier sur internet.
- Vous êtes autorisés à reprendre d'un autre document de très courts passages in extenso, mais à la stricte condition de les faire figurer entièrement entre guillemets et bien sûr d'en citer la source.

③ Sanction : En cas de manquement à ces consignes, le département SIAFEE se réserve le droit d'exiger la réécriture du document, dans ce cas la validation de l'Unité d'Enseignement ou du diplôme de fin d'études sera suspendue.

④ Engagement :

Je soussigné Jean-Louis LE CALONNEC

Reconnaît avoir lu et m'engage à respecter les consignes de non plagiat

A STRASBOURG le 18/07/2018

Signature :



Remerciements

Je remercie tout d'abord Rodolphe Pierrat, mon maître d'apprentissage, pour m'avoir proposé ce sujet de mémoire et avoir pris le temps de m'encadrer et m'appuyer tout au long de cette étude. Merci également pour ses recommandations d'ouvrages forestiers via lesquels j'ai beaucoup appris.

Je remercie également Yves Ehrhart, mon tuteur d'apprentissage, pour sa disponibilité, ses conseils et son encadrement.

Je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à enrichir ce travail, que ce soit depuis leur bureau ou depuis le terrain. Je pense particulièrement à Hubert Loye, responsable des projets complexes, et à Patrick Tibiletti, responsable mécanisation, qui m'a accompagné sur divers chantiers.

Merci également à tous les membres du personnel du pôle système et information de Strasbourg, et plus largement de la direction territoriale, qui m'ont accueilli et sur qui j'ai pu compter en cas d'interrogations. En particulier Nicolas Degarne, responsable des systèmes d'information géographiques pour sa disponibilité, son soutien et son partage d'expérience, et aussi Régis Bindner, responsable de l'élaboration des aménagements, et Maud Gironde, responsable environnement, pour leurs aides et leurs suggestions.

Enfin merci à mes parents sans qui aucune de mes études n'auraient pu être réalisées. Merci pour leur soutien technique et moral.

Merci à tous !

Table des matières

Remerciements.....	1
Table des matières	2
Table des illustrations	5
Table des tableaux	7
Table des sigles et acronymes	8
1. Introduction	9
2. Contexte et objectifs du projet	11
2.1. La sylvoécორégion du massif vosgien central comme zone d'étude	11
2.2. Un projet pluridisciplinaire	14
2.3. Un projet autour de la mobilisation de la ressource bois	15
2.4. Une équipe projet diversifiée	15
2.5. Calendrier.....	16
2.6. Budget.....	16
2.7. Historique des études menées dans le massif vosgien	16
3. Les techniques de mobilisation des bois en pente	17
3.1. Les spécificités d'un chantier en pente	17
3.1.1. L'accès aux chantiers et aux peuplements	17
3.1.2. Des besoins en homme et en compétence.....	17
3.1.3. Les bonnes pratiques des opérateurs.....	17
3.1.4. Une économie de chantier fragile	18
3.2. Les techniques d'abattage	19
3.3. Les techniques de débardage terrestre.....	19
3.3.1. Le tracteur forestier.....	19
3.3.2. Le porteur forestier	20
3.3.3. Le lançage.....	21
3.4. Les techniques de débardage aérien.....	21
3.4.1. L'hélicoptère.....	21
3.4.2. Le ballon captif	21
3.4.3. Le câble aérien	22
3.4.4. Le TVS 20.....	24
3.5. Éléments économiques des systèmes d'exploitation.....	26
3.6. Domaine d'utilisation des systèmes d'exploitation.....	28

4. Établir une cartographie des zones d'exploitation en forte pente non exploitables classiquement	29
4.1. Choix de l'outil SIG	29
4.1.1. Sylvaccess	29
4.1.2. CartoMob	29
4.1.3. CARTUVI	29
4.2. L'outil CARTUVI	30
4.2.1. Matériel et données nécessaires au modèle	30
4.2.2. Paramètres du modèle	30
4.2.3. Processus	31
4.2.4. Récupération des données	32
4.3. Tests à l'échelle d'une UT	33
4.3.1. Fixation d'un seuil de surface pour les zones à faire valider par retour terrain	33
4.3.2. Mise en forme de la cartographie	34
4.4. Intégration des zones non exploitées (RBI et autres)	35
4.4.1. Les réserves biologiques intégrales (RBI)	35
4.4.2. Les îlots de sénescences (ILS)	35
4.4.3. Intégration des données dans le SIG	35
4.4.4. Résultats	36
4.5. Intégration de la dimension zones humides	37
4.5.1. La gestion forestière et ses impacts sur l'eau	38
4.5.2. Les zones humides remarquables (ZHR)	38
4.5.4. Les périmètres des captages d'eau potable	39
4.5.5. Résultats	41
5. Validation des premiers rendus par les responsables de terrain.....	42
5.1. Mise à disposition des données	42
5.1.1. Création d'un atlas	42
5.1.2. Création d'un lien HTML	42
5.2. Mise en place d'une fiche retour	43
5.3. Retours des unités territoriales (UT)	43
5.4. Résultats	44
6. De l'enquête terrain à la réalisation du programme de coupe	48
6.1. Passage de l'échelle de la zone à potentiel de récolte à l'échelle de la zone à exploiter	

avec un mode de débardage alternatif.....	48
6.1.1. Explication de la méthode	48
6.1.2. Résultats de l'élargissement des zones	49
6.2. Choix du mode d'exploitation.....	50
6.3. Estimation des volumes et produits potentiels.....	52
6.3.1. Estimation du volume bois fort tige sur écorce	53
6.3.2. Estimation du volume d'après la donnée LiDAR.....	54
6.3.3. Estimation des produits.....	55
6.4. Projet de programme de coupes	58
6.4.1. Analyse des états d'assiette et des programmes de coupe	59
6.4.2. Réalisation du programme de coupe.....	61
6.4.3. Prise en compte du mode d'exploitation dans l'aménagement.....	64
Rédaction d'un guide technique (sylviculture)	65
Conclusion.....	66
Références bibliographiques.....	67
Liste des contacts	69
Glossaire de terminologie.....	74
Table des annexes	75
Annexe 1 : Récapitulatif des activités menées dans le cadre de l'étude. Source : Jean-Louis LE CALONNEC.....	76
Annexe 2 : Compte rendu démonstration câble-mât KSK-3 RITTER. Source : ONF77	
Annexe 3 : Compte rendu de la tournée câble au Vorarlberg (Autriche)	81
Annexe 4 : Exemple de retours de l'enquête Excel. Source : ONF	84
Annexe 5 : Clé d'identification des types de structure. Source : guide de typologie et sylviculture des peuplements forestiers du massif vosgien.....	85
Annexe 6 : Atlas de la zone d'étude. Source : ONF	86
Annexe 7 : Programme de coupe 2019-2021. Source : ONF.....	87
TVS20.....	87
Petit câble-mât	89
Petit câble-mât (dont surfaces TVS20).....	90
Câble-mât sur camion	92
Câble-mât sur remorque	95
Câble-mât sur remorque (dont surfaces câble-mât sur camion)	97
Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé.....	101
Annexe 8 : Cartographie des secteurs en forêts publiques nécessitant des modes d'exploitation alternatifs (1 atlas et 31 cartes). Source : ONF.....	105

Table des illustrations

Figure 1 : Sylvoécocorégion du massif vosgien central. Source BD carto IGN, BD carthage IGN et Agences de l'eau, MNHN.....	10
Figure 2 : Relief et hydrographie de la SER du massif vosgien central. Source : BD carto IGN, BD carthage IGN et Agences de l'eau, MNHN.....	12
Figure 3 : Répartition des surfaces par propriété et par classe de pente de débusquage. Source : IGN.....	14
Figure 4 : Répartition des incidents ou accidents sur des chantiers de câble aérien. Source : FCBA.....	18
Figure 5 : Schéma de l'effet de blessures sur les arbres réservés lors du débardage au tracteur forestier. Source : ONF.....	19
Figure 6 : Porteur avec treuil d'assistance synchronisé en action. Source : Jean-Louis LE CALONNEC.....	20
Figure 7 : Schéma du débardage par ballon captif. Source : <i>United States Department of Labour</i> . 21	21
Figure 8 : Schéma du dispositif de câble long. Source : FCBA.....	23
Figure 9 : Schéma du dispositif de câble-mât. Source : FCBA.....	23
Figure 10 : Schéma du TSV 20. Source : Vigneau matériel forestier.....	25
Figure 11 : Schéma du TSV 20 version téléphérique. Source : Vigneau matériel forestier.....	25
Figure 12 : Composantes du bilan d'exploitation pour le skidder et le câble-mât. Source : Laboratoire d'Économie Forestière UMR ENGREF/INRA.....	27
Figure 13 : Clé de détermination des systèmes d'exploitation en pente. Source : ONF d'après FCBA.....	28
Figure 14 : Principe de 50 - 150 m en fonction de la pente à partir de la voie de vidange. Source : Nicolas CLOUET.....	30
Figure 15 : Évolution de la distance de treuillage en fonction de la pente. Source : Nicolas CLOUET.....	31
Figure 16 : Exemple de conversion du MNT en TIN. Source : gis.stackexchange.com	32
Figure 17 : Schéma du redécoupage de la zone d'étude en 3 parties pour traiter les erreurs de jointure. Source : ONF.....	32
Figure 18 : Nombre de polygones cumulés en fonction de leur superficie. Source : ONF.....	33
Figure 19 : Nombre d'hectares cumulés en fonction de la superficie du polygone. Source : ONF.....	34
Figure 20 : Exemple de rendu cartographique. Source : ONF.....	35
Figure 21 : Exemple de rendu cartographique de l'intégration des réserves biologiques intégrales (ici RBI du Kertoff) et des îlots de sénescences. Source : ONF.....	36
Figure 22 : Le bassin Rhin-Meuse dans son contexte international. Source : Agence de l'eau Rhin-Meuse.....	37
Figure 23 : Zones humides remarquables du SDAGE des bassins Rhin et Meuse 2016-2021. Source : Agence de l'eau Rhin-Meuse.....	39
Figure 24 : Les périmètres de captage. Source : Agence Régionale de la Santé.....	40
Figure 25 : Exemple de rendu cartographique de l'intégration des périmètres de protection de captage et des zones humides remarquables. Source : ONF.....	41
Figure 26 : Structuration de l'atlas de la zone d'étude. Source : ONF.....	42
Figure 27 : Surfaces générées par CARTUVI en ha par type d'exploitation sur la zone d'étude. Source : ONF.....	44
Figure 28 : Détail par agence des surfaces générées par CARTUVI en ha par type d'exploitation. Source : ONF.....	45
Figure 29 : Scénarios d'élargissement des zones initiales. Source : ONF.....	48
Figure 30 : Soustraction des UG hors sylviculture sur les zones élargies. Source : ONF.....	49
Figure 31 : Surface (en ha) par mode d'exploitation. Source : ONF.....	50
Figure 32 : Clé d'identification du système d'exploitation à mettre en place pour les zones câble-mât. Source : ONF.....	51
Figure 33 : Répartition des modes d'exploitation sur les zones élargies. Source : ONF.....	52
Figure 34 : Types de peuplements sur les zones élargies en sylviculture. Source : ONF.....	55

Figure 35 : Codification des types de structures de la typologie du massif vosgien. Source : ONF et CRPF Lorraine-Alsace	55
Figure 36 : Codification des types de peuplements de la typologie du massif vosgien. Source : ONF et CRPF Lorraine-Alsace	56
Figure 37 : Rappel des diamètres des différentes catégories de bois. Source : ONF et CRPF Lorraine-Alsace	56
Figure 38 : Répartition des catégories de bois sur les zones élargies. Source : ONF.....	57
Figure 39 : Répartition des essences sur les zones élargies. Source : ONF	57
Figure 40 : Processus de la réalisation du programme de coupe. Source : Jean-Louis LE CALONNEC	58
Figure 41 : Schéma de vérification de la désignation passée et future des UG. Source : Jean-Louis LE CALONNEC	59
Figure 43 : Schéma de la répartition des grands secteurs géographiques pour le regroupement des coupes. Source : Jean-Louis LE CALONNEC	61
Figure 44 : Programme de coupe initial issu du logiciel ONF RECPREV. Source : ONF	63

Table des tableaux

Tableau 1 : Surface par occupation du sol et par classe d'altitude. Source : campagnes IGN de 2009 à 2013.....	13
Tableau 2 : Surface par propriété et par classe de pente de débusquage. Source : IGN.....	13
Tableau 3 : Productivité et coût technique des machines forestières. Source : Memento FCBA 2016.....	26
.....	
Tableau 4 : Nombre de polygones en fonction de leur classe de surface. Source : ONF.....	33
Tableau 5 : Surface (ha) par agence avec des peuplements de PB où pente > 35 %. Source : ONF 47	
Tableau 6 : Élargissement de la zone initiale CARTUVI. Source : ONF	48
Tableau 7 : Surface (en ha) des groupes d'aménagement de toutes les UG situées sur les zones élargies. Source : ONF	49
Tableau 8 : Surface (en ha) par mode d'exploitation sur les zones élargies en sylviculture par agence. Source : ONF.....	51
Tableau 9 : Surface (en ha) par mode d'exploitation sur les zones élargies en sylviculture par type de propriétaire. Source : ONF	51
Tableau 10 : Hauteur totale (m) issue de l'inventaire LiDAR par groupe d'aménagement. Source : ONF.....	53
Tableau 11 : Surface terrière et volume moyen à l'hectare des zones élargies par type de propriété. Source : ONF.....	54
Tableau 12 : Comparaison du volume bois fort tige sur écorce (m ³ /ha) estimé dans l'étude avec celui issu du LiDAR par agence. Source : ONF	54
Tableau 13 : Coupes inscrites ni dans le passé ni dans le futur par type de propriétaire. Source : ONF.....	59
.....	
Tableau 14 : Coupes reportées par type de propriétaire. Source : ONF.....	60
Tableau 15 : Effets du lissage du programme de coupe. Source : ONF.....	64

Table des sigles et acronymes

AAP : Appel à projets

AML : *Arc Macro Language*

BDA : base de données aménagement pour l'Alsace

BDPat : base de données aménagement pour la Lorraine

BTSA : brevet de technicien supérieur agricole

COFIL : comité de pilotage

CRA : Conseil régional d'Alsace

CRPF : Centre régional de la propriété forestière

DRAAF : Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt

DT : direction territoriale

ETF : entrepreneurs de travaux forestiers

FBE : forêt et bois de l'Est

FC : forêt communale

FCBA : Institut technologique forêt cellulose bois-construction Ameublement

FD : forêt domaniale

FIBOIS : Fédération interprofessionnelle forêt bois

FSB : Fond stratégique bois

IGN : Institut national de l'information géographique et forestière

IRSTEA : Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture

MNT : modèle numérique de terrain

MVC : massif vosgien central

ONF : Office national des forêts

PNRBV : Parc naturel régional des Ballons des Vosges

PSI : Pôle système d'information

RDF : référentiel des forêts

RDI : recherche, développement et innovation

SER : sylvoécocorégion

SIG : système d'information géographique

UG : unité de gestion

UT : unité territoriale

1. Introduction

Quel potentiel d'exploitation en forte pente sur le massif vosgien ?

Dans le cadre du programme national de la forêt et du bois (PNFB) 2016-2026, introduit par la Loi d'Avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt du 13 octobre 2014, la mobilisation de la ressource bois doit, entre autres, permettre de créer de la valeur en France en répondant aux besoins de l'industrie (MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION, 2014). Cette exploitation optimale des produits bois doit s'inscrire dans le respect des sols et de la ressource en eau (protection des captages, des cours d'eau et des zones humides).

Sur les 273 000 ha de forêts publiques présents dans la sylvoécocorégion (SER) du massif vosgien central (grande région écologique définie par l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN)), 119 000 ha sont situés sur des pentes supérieures à 30 % et présentent souvent des obstacles infranchissables par les engins classiques. La forêt privée présente sur 128 000 ha est moins concernée avec 29 000 ha situés sur des pentes supérieures à 30 %.

Le massif vosgien a un enjeu fort de production et l'intensité de gestion y est élevée car il est bien desservi. Pour autant, lorsque le réseau de piste devient insuffisant (notamment en zone de forte pente), une partie de ces surfaces n'est plus exploitable avec les systèmes d'exploitation courants (abattage mécanisé ou manuel et débusquage par tracteur ou porteur). Une partie de la ressource existante n'est donc plus mobilisée ou pas de manière satisfaisante.

Des moyens d'exploitation alternatifs existent, comme le câble-mât par exemple. Pour autant les volumes sont limités et l'absence de vision à l'échelle du massif vosgien est un frein pour définir une stratégie de mobilisation des bois avec des moyens alternatifs. Cette étude doit donc permettre d'avoir une vision globale à l'échelle du massif vosgien des zones nécessitant un mode de débardage alternatif pour ensuite lisser le potentiel d'exploitation dans le temps.

La dimension zone humide est un autre potentiel d'exploitation par des moyens alternatifs mais n'est pas l'objet principal de cette étude. Cette dimension a été pour partie intégrée dans l'étude car elle pourrait représenter un complément d'activité, ainsi que des chantiers de repli pour des exploitations au câble-mât.

Cette étude doit également permettre de conforter les entrepreneurs de travaux forestiers (ETF) qui se plaignent, à juste titre, de l'absence de vision et de stabilité sur la durée de la commande d'exploitation par câble-mât. Sans vision sur le long terme il est difficile pour eux de mesurer le risque de leur investissement. Jusqu'à aujourd'hui, l'approche opportuniste est plutôt de règle pour les chantiers en zone de forte pente nécessitant des moyens alternatifs : les exploitations ont lieu lorsque le marché est porteur. Dans le cas contraire les coupes sont reportées pour des raisons économiques.

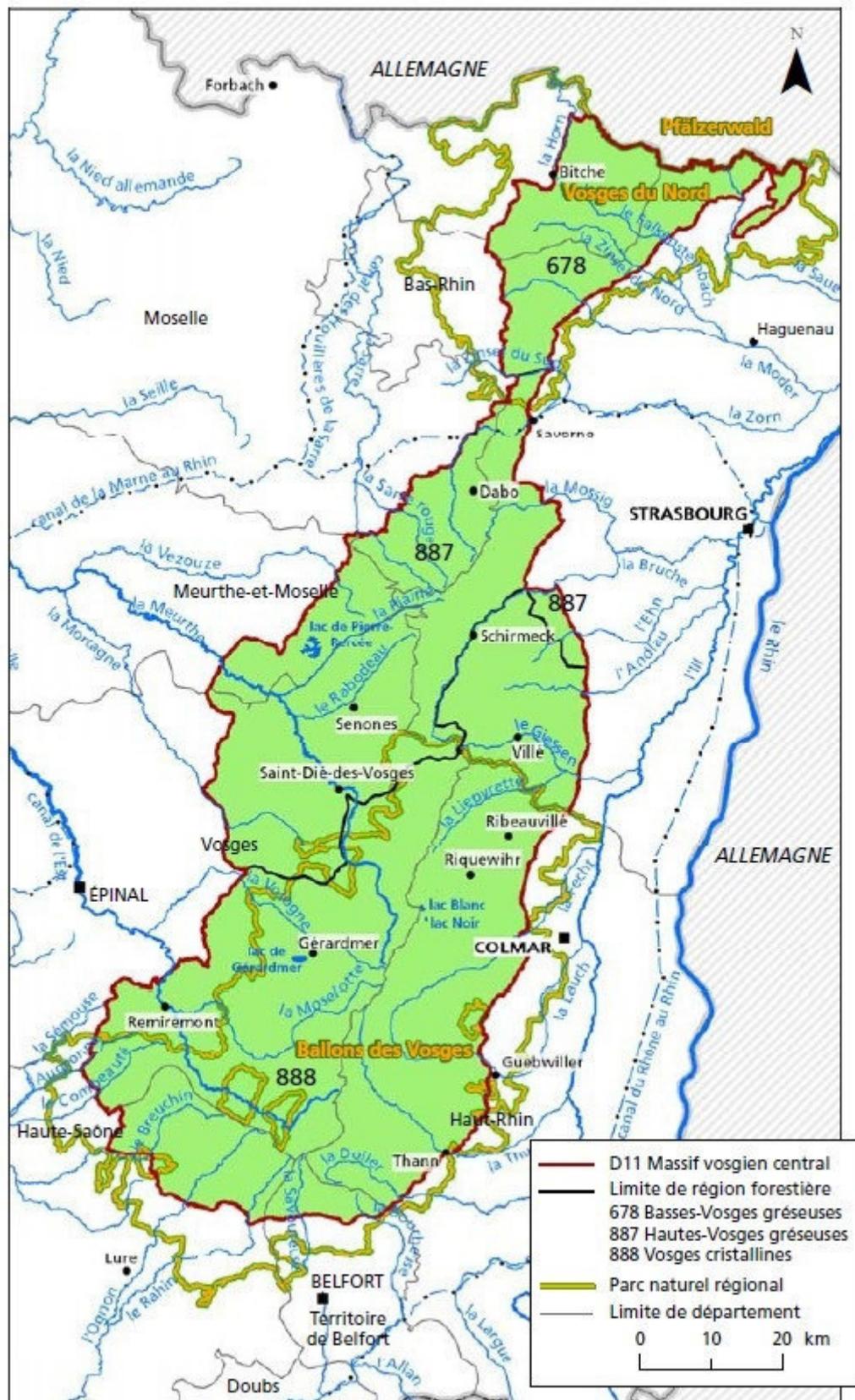


Figure 1 : Sylvoécocorégion du massif vosgien central. Source BD carto IGN, BD carthage IGN et Agences de l'eau, MNHN.

2. Contexte et objectifs du projet

L'étude de la ressource doit permettre d'évaluer, à l'échelle de la SER du massif vosgien central, sur une période de 10 ou 15 ans les volumes et produits mobilisables en contexte de forte pente (ou sur sols sensibles) pour donner d'une part de la lisibilité aux entreprises et aux gestionnaires, mais aussi pour permettre aux investisseurs et financeurs de préparer une stratégie de développement dans les années à venir et à l'échelle du massif vosgien.

En France, la définition des zones de massif vient de la mise en application de la Loi montagne de 1985. Les zones de massif englobent les régions de montagne et les espaces qui leur sont immédiatement contigus. La zone massif est le cadre et l'outil (via ces documents de planification officiels) d'application des politiques territoriales à destination des espaces de montagne français (INSPECTION GÉNÉRALE DE L'ADMINISTRATION DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, 2010). Il m'a paru plus logique de s'appuyer sur une limite écologique qu'une limite administrative. Je me suis basé sur la répartition écologique et forestière de la France élaborée par l'IGN. J'aurais pu choisir la grande région écologique (GRECO) des Vosges qui englobe la SER D11 Massif vosgien central et la SER D12 Collines périvosgienne et Warndt, mais la SER D12 est constituée de collines sous-vosgiennes et de plaine. Elle ne répond donc pas au critère de forte pente de l'étude d'où le choix de travailler sur le SER du massif vosgien central.

L'objectif de cette étude est d'identifier les surfaces et volumes concernés. En lien avec les plans de gestion cela permettra de constituer un portefeuille pluriannuel de coupes que les propriétaires et gestionnaires pourront proposer en appel d'offres aux entreprises spécialisées. Une vision pluriannuelle permet de donner aux différents acteurs des perspectives. Pour se faire, il est prévu de revoir les états d'assiette de toute la zone pour assurer une régularité annuelle des approvisionnements pour les entreprises de débardage alternatif.

L'étude sera complétée par la préparation d'un guide technique à destination des gestionnaires leur permettant de choisir les systèmes d'exploitation appropriées aux conditions topographiques et de peuplements.

2.1. La sylvoécocorégion du massif vosgien central comme zone d'étude

La sylvoécocorégion du massif vosgien central est une région montagneuse du nord-est de la France qui réunit trois régions forestières nationales : les Basses-Vosges gréseuses, les Hautes-Vosges gréseuses et les Vosges cristallines. Elle s'étend sur les départements du Bas-Rhin, du Haut-Rhin, de la Moselle, de la Meurthe-et-Moselle, des Vosges et de la Haute-Saône, ainsi que sur le territoire de Belfort (INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE, 2012), couvrant ainsi une surface totale de 531 900 ha. Elle comprend également la majeure partie des parcs naturels régionaux (PNR) des Vosges du Nord et, au sud, des Ballons des Vosges.

Le Massif vosgien central est constitué d'une chaîne de montagnes orientée nord-sud, dont l'altitude s'élève du nord au sud pour culminer à 1 424 m au Grand Ballon. La Forêt noire constitue un massif similaire aux Vosges à l'est du Rhin, dans le Bade-Wurtemberg (INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE, 2012). Les roches mères, gréseuses au nord et cristallines au sud, ont donné des sols plus ou moins profonds à tendance acide, sableux au nord, plus limoneux au sud. De nombreux cours d'eau prennent leur source dans la SER et de nombreux lacs sont présents. Le massif reçoit entre 900 à 2 000 mm de pluie par an.

Le tableau ci-dessous donne la répartition de surface par occupation du sol et par classe d'altitude. On observe que le taux de boisement de la région est très élevé avec 74 % de la SER boisée. L'industrie et le commerce du bois y sont donc des activités économiques importantes. Le taux de boisement augmente en fonction de l'altitude jusqu'à ne plus devenir significatif au-delà des 1000 m. La forêt est feuillue jusque vers 500 m et constituée essentiellement de hêtre, de sapin et d'épicéa au-dessus de cette altitude.

	Forêt	Taux de boisement	Non forêt	Total
Classe d'altitude	1 000 ha	%	1 000 ha	1 000 ha
De 0 à 200 m	-		n.s	n.s
De 200 à 400 m	97 ± 13	67	48 ± 8	145 ± 15
De 400 à 600 m	134 ± 15	72	53 ± 7	188 ± 17
De 600 à 800 m	95 ± 13	80	23 ± 5	118 ± 14
De 800 à 1000 m	61 ± 10	86	n.s	70 ± 11
Plus de 1000 m	n.s	n.s	n.s	26 ± 7
Massif vosgien central	406 ± 22	74	142 ± 13	548 ± 24

Tableau 1 : Surface par occupation du sol et par classe d'altitude. Source : campagnes IGN de 2009 à 2013.

L'altitude a un impact possible sur l'organisation des chantiers car plus elle est élevée et plus la contrainte météo se fait ressentir, notamment en hiver où la neige empêche l'exploitation des bois. Il faudra prendre cet aspect en compte par la suite afin d'identifier de potentiels chantiers de repli en basse altitude pour pouvoir faciliter l'activité tout au long de l'année.

Le tableau ci-dessous donne la répartition de surface par propriété et par classe de pente de débusquage. On constate que sur les 273 000 ha de forêt publique, 119 000 ha sont situés sur des pentes supérieures à 30 %.

	Forêt domaniale	Autre forêt publique	Forêt publique	Forêt privée	Toutes propriétés
Classe de pente de débusquage	1 000 ha	1 000 ha	1 000 ha	1 000 ha	1 000 ha
De 0 à 15%	44 ± 8	54 ± 9	98 ± 12	50 ± 10	147 ± 16
De 15 à 30%	26 ± 7	30 ± 7	56 ± 10	33 ± 8	89 ± 13
De 30 à 45%	27 ± 7	37 ± 7	64 ± 10	29 ± 8	93 ± 13
De 45 à 60%	n.s	22 ± 6	33 ± 7	n.s	44 ± 9
De 60 à 100%	n.s	n.s	22 ± 6	n.s	27 ± 7
Massif vosgien central	120 ± 11	152 ± 13	273 ± 17	128 ± 15	401 ± 22

Tableau 2 : Surface par propriété et par classe de pente de débusquage. Source : IGN

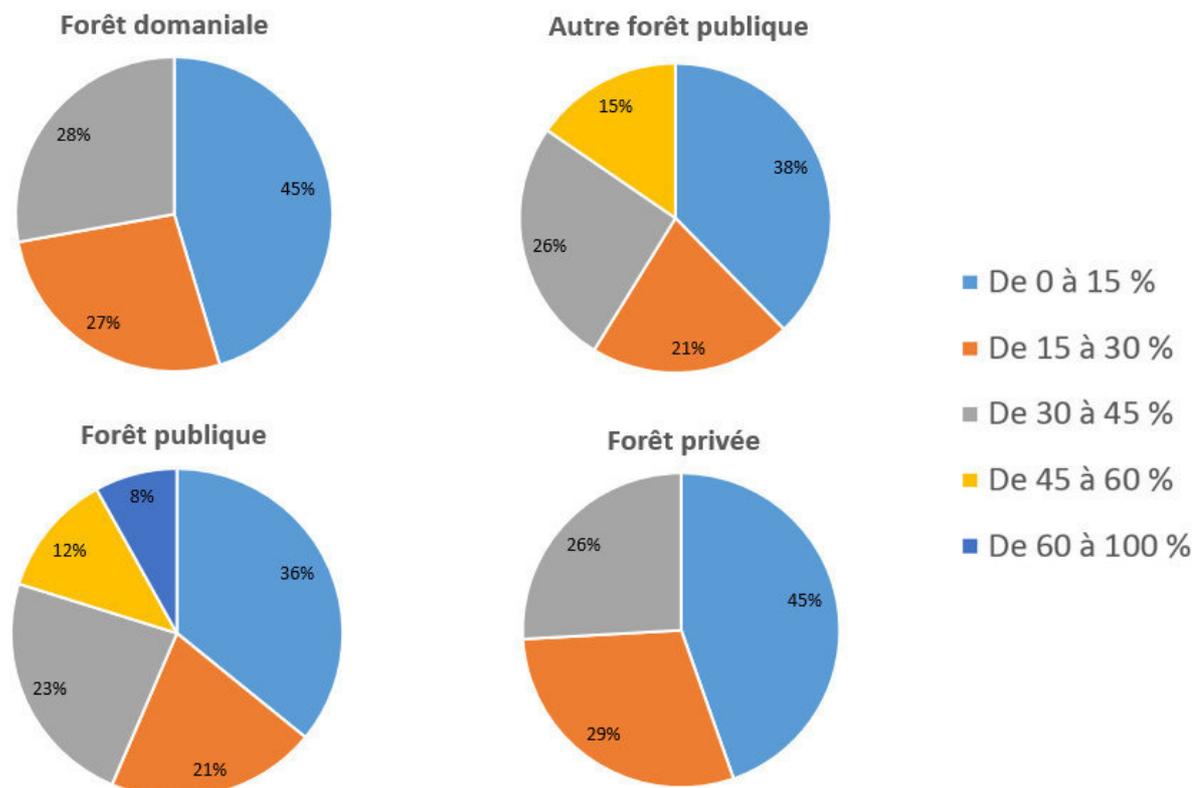


Figure 3 : Répartition des surfaces par propriété et par classe de pente de débusquage. Source : IGN

2.2. Un projet pluridisciplinaire

L'étude de la ressource comprend quatre étapes :

1) Établir une carte des zones d'exploitation en forte pente non exploitables classiquement

A l'aide de l'outil cartographique interne CARTUVI qui croise la topographie et le réseau de desserte, il s'agit de recenser les zones accessibles au tracteur de débardage : zones situées sur une pente inférieure à 20 % et dans le cas contraire situées à 50 m en amont et 150 m en aval des routes et pistes. On pourra ainsi disposer pour les zones en forte pente d'une cartographie des secteurs exploitables avec un tracteur classique de débardage et par effet miroir de ceux nécessitant d'autres systèmes d'exploitation.

Intégration de la dimension zones humides

Il s'agit de déterminer les zones les plus sensibles des bassins versants et des périmètres rapprochés des zones de captage où des systèmes d'exploitation alternatifs seraient plus adaptés. Ces zones peuvent concerner des pentes où le débardage classique est possible.

2) Validation des premiers rendus par les responsables de terrain

Les zones identifiées par les deux premiers volets feront l'objet d'une validation technique par les techniciens de terrain. Pour chaque zone, les techniciens devront répondre de la faisabilité ou non d'une coupe au skidder, au câble-mât ou en mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé via un formulaire Excel. De plus, ils devront faire remonter les zones non identifiées par l'analyse effectuée par le système d'information géographique (SIG) afin qu'elles puissent être intégrées dans l'étude. Les zones validées seront cartographiées et serviront de base pour établir le programme de coupes.

3) Estimation des volumes potentiels

Pour chaque propriétaire public une estimation du volume et de la nature des produits sera réalisée permettant de définir le potentiel pour chacun des systèmes d'exploitation envisagé. Cette estimation sera fondée d'une part sur les éléments contenus dans les aménagements forestiers, sur des données proposées par l'IGN mais aussi, le cas échéant, à partir des relevés Lidar existants. Les opportunités de chantier commun avec la forêt privée seront recherchées par la suite dans le cas de chantier en forêt publique avec des volumes < 500 m³.

4) Projet de programme de coupes

A partir des données des aménagements en cours, un projet de programmes de coupes adapté aux préconisations des aménagements, mais aussi aux nécessités de regroupement des chantiers d'exploitation et aux besoins de la commercialisation (massification de l'offre, prise en compte des contraintes de desserte) sera proposé.

Vulgarisation

Une analyse technique et opérationnelle sera réalisée sur des chantiers en cours. A partir des éléments caractéristiques de terrain (pente, état du sol, présence d'obstacles), de la description des peuplements (nature et dimension des produits, volume/ha à récolter, volume de l'arbre moyen), de la situation des infrastructures (dessertes, place de dépôt), de la taille des chantiers, un croisement avec différents systèmes d'exploitation sera réalisé (petit câble-mât, câble-mât longue portée et abatteuse et porteur disposant de treuil synchronisé). Les avantages constatés permettront d'établir un guide de recommandations à usage des gestionnaires.

Une communication des résultats sera présentée aux parties intéressées au travers de l'interprofession. Ils seront également publiés sur le site de l'ONF et dans des revues techniques en fonction des opportunités. Des journées de formation vulgarisant le guide technique seront organisées pour les unités territoriales (UT) de l'ONF concernées.

2.3. Un projet autour de la mobilisation de la ressource bois

Ce projet s'inscrit dans un projet plus large porté par la société de matériel forestier Vigneau. Celle-ci développe et réalise un nouveau concept au service de la mobilisation des bois en zones sensibles : le TVS 20 (dispositif de treuil et mât à intégrer sur une pelle de travaux publics). Ce projet est élaboré en réponse à l'Appel à projets (AAP) national "Investissement et Innovation pour l'amont forestier", lancé le 13 décembre 2016 par le ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt (MAAF). L'Office national des forêts, direction territoriale (DT) Grand Est, participe au projet en tant que partenaire technique pour le volet d'estimation de la ressource nécessitant des modes d'exploitation alternatifs, en se concentrant sur les zones de forte pente non exploitables classiquement au sein du massif vosgien. L'Institut technologique forêt cellulose bois-construction Ameublement (FCBA) aide à la réalisation du cahier des charges de l'outil TVS 20 et la coopérative Forêt et Bois de l'Est (FBE) s'occupe de l'estimation de la ressource pour les forêts privées.

2.4. Une équipe projet diversifiée

L'équipe projet est constituée de diverses compétences à l'ONF :

- Gestion de projet complexe : Hubert Loye (DT Grand Est)
- Responsable SIG : Nicolas Degarne (Strasbourg)
- Référent élaboration des aménagements (EAM) : Régis Bindner
- Référents sylviculture : Arnaud Zolnierowski et Bernard Viry (retraité) (Agence Vosges-Montagne)
- Mécanisation : Patrick Tibiletti (Agence Colmar), Eric Gleize (Agence Vosges Montagne), Denis Bize (Agence travaux Haguenau)

Le travail est réalisé par Jean-Louis LE CALONNEC, apprenti ingénieur AgroParisTech au Pôle système d'information (PSI) de Strasbourg, dans le cadre de son mémoire de fin d'étude. Le maître d'apprentissage est Rodolphe Pierrat (Adjoint au directeur territorial au pôle Est de la DT Grand Est et responsable du PSI) et le tuteur AgroParisTech est Yves Ehrhart.

2.5. Calendrier

La durée du projet s'étend sur 15 mois, de septembre 2017 à décembre 2018.

2.6. Budget

Le budget prévisionnel pour l'ONF DT Grand Est est de 135 598 €, sur la durée du projet, comprenant les salaires et charges de personnel et les frais de déplacement.

Dans le cadre de l'appel à projet MAAF, le montant de l'aide demandée est de 56 393 € au titre du Fond stratégique bois (FSB), soit 42 % du budget. L'autofinancement correspondant est de 79 205 €, soit 58 % du budget.

2.7. Historique des études menées dans le massif vosgien

L'exploitation en forte pente dans le massif vosgien a déjà été l'objet d'études. La plus importante est l'étude sur le débardage aérien a été initiée en 1999 par le Parc naturel régional des Ballons des Vosges (PNRBV), en collaboration avec Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRAAF) d'Alsace, le Conseil régional d'Alsace (CRA), la Fédération interprofessionnelle forêt bois Alsace (FIBOIS Alsace), les gestionnaires forestiers (ONF, Centre régional de la propriété forestière CRPF) et entrepreneurs de travaux forestiers (ETF).

La tempête de décembre 1999 a laissé cette initiative inachevée et caduque. Cependant, cette étude a été relancée en 2003, à l'initiative de la DRAAF Alsace et du CRA Alsace, pilotée par FIBOIS Alsace, incluant préalablement à la réalisation d'une dizaine de chantiers d'exploitation par câble aérien, en forêts publiques et privées, un inventaire partiel des coupes débardables par câble aérien sur le massif vosgien.

Cet inventaire, achevé en 2006, a eu pour objectif l'évaluation de la ressource potentielle « coupes à câble », en surface et en volume, dans l'enceinte du PNRBV (tout type de propriétés forestières confondues, publiques ou privées) avec comme fondement l'identification cartographique des zones potentiellement débardables par câble pour des raisons réglementaires, techniques et environnementales.

L'inventaire n'a porté que sur des peuplements débardables par câble-mât, matériel considéré par cette étude comme le plus adapté aux coupes des forêts vosgiennes, avec des volumes et distances de débardage modérées. L'analyse des zones s'est faite à l'échelle de la parcelle par identification à dire d'expert puis digitalisation des données sur le SIG. Ce sont 16 913 ha de parcelles débardables par câble aérien (sur plus de la moitié de leur surface) en forêt publique qui ont été identifiées. L'estimation des volumes a été effectuée d'après les données des placettes IGN. Il en résulte un volume de 7 149 702 m³ sur pied en zones potentiellement débardables par câble concernant des surfaces > 10 ha. Ce volume se décompose de 5 260 180 m³ situé en forêt publique et 1 889 320 m³ en forêt privée.

D'autres études plus localisées ont été menées par des étudiants en brevet de technicien supérieur agricole (BTSA) spécialisés en gestion forestière. L'étude de la ressource bois mobilisable par câble sur le massif du Donon (Le cas des forêts domaniales d'Abreschviller et de Walscheid) par Jean-Marie TISSOT en 2006. L'étude sur le développement du débardage par câble-mât dans le Bas-Rhin par Gilles THAON en 2008.

3. Les techniques de mobilisation des bois en pente

L'exploitation forestière en zone de forte pente est historiquement concentrée dans les massifs de haute montagne (Alpes, Pyrénées) où les chantiers sont très complexes. Les évolutions technologiques des matériels permettant de diminuer les coûts de mobilisation et d'augmenter la sécurité des opérateurs ouvrent de nouvelles perspectives en zone de moyenne montagne concernée par des chantiers aux conditions moins extrêmes comme c'est le cas pour le massif vosgien.

Avant de lister les différentes techniques d'abattage et de débardage terrestre, nous allons lister les spécificités des chantiers en pente.

3.1. Les spécificités d'un chantier en pente

Plus la pente augmente et plus la mobilisation des bois devient complexe. Par conséquent, ce type de chantier engendre des coûts de mise en œuvre plus élevés.

3.1.1. L'accès aux chantiers et aux peuplements

Le réseau de desserte en forte pente est plus coûteux et plus contraignant pour le transport des matériels et des bois. Les engins de transport doivent pouvoir circuler sur des routes pentues aux rayons de braquage étroits. Dans certains cas une limitation de la taille des grumes à 12 m permet d'utiliser de petits camions équipés de remorques.

L'absence de place de dépôt, difficiles à créer sur des profils pentus, induit une reprise des produits coûteuse en temps et en matériel. La durée d'accès à pied aux zones de coupes a également un impact sur la productivité des opérateurs.

3.1.2. Des besoins en homme et en compétence

Les chantiers en contexte de forte pente sont plus complexes que ceux en plaine, à ce titre les compétences des opérateurs doivent être renforcées. De nombreuses techniques sont à mettre en œuvre comme par exemple l'abattage directionnel et les techniques de grimpe pour la mise en place des supports aériens. Le recrutement d'opérateurs en contexte de forte pente est difficile d'une part en raison de la pénibilité du travail et d'autre part par manque de formation.

Une formation câbliste a été mise en place à l'Institut des Sciences de l'Environnement et des Territoires d'Annecy (ISETA) de 1996 à 2007. Aujourd'hui il n'y a plus de formation de câbliste en France mis à part en interne dans les entreprises mais cela fait perdre du temps et donc de la rentabilité. L'ISETA a pour objectif de mettre en place une formation non certifiante et d'en proposer une certifiante pour 2018-2019 (FORMICABLE FRANCE - SUISSE, 2017).

3.1.3. Les bonnes pratiques des opérateurs

En contexte de forte pente toutes les difficultés sont accrues ce qui demande aux exploitants d'être très vigilant. Avec l'apparition de nouveaux matériels et techniques développés pour mobiliser du bois en contexte de forte pente, sont également apparus de nouveaux risques pour les opérateurs.

Le FCBA a mené en 2017 une enquête auprès de 12 entreprises de câblistes pour recenser les accidents survenus sur les chantiers (INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION, 2017), il en résulte le graphique ci-dessous :

Répartition des incidents ou accidents sur des chantiers de câble aérien

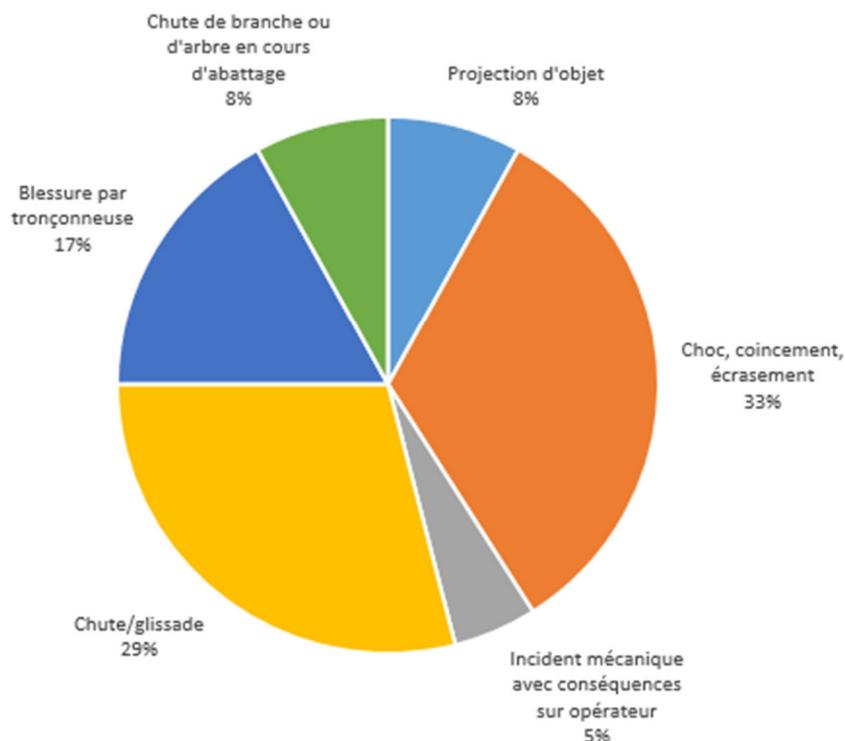


Figure 4 : Répartition des incidents ou accidents sur des chantiers de câble aérien. Source : FCBA

Accident : engendre un arrêt de travail.

Incident : n'engendre pas d'arrêt de travail.

Incident mécanique : panne ou problème mécanique mais n'ayant pas provoqué d'incident ou d'accident humain.

Certains accidents ne sont pas spécifiquement liés aux chantiers en contexte de forte pente comme par exemple les blessures à la tronçonneuse, on peut toutefois supposer que la pente augmente le risque. En revanche le risque de coincement est plus élevé en forte pente, pour le diminuer le débardage en arbres entiers semble être la meilleure solution car il limite les risques de départ de grume. En effet, l'arbre au sol dans la pente est plus stable s'il n'est pas ébranché.

L'enquête a également été menée auprès d'entreprises équipées de treuils d'assistance synchronisés. Il en résulte que les incidents matériels sont assez rares et liés à la découverte du matériel et de la technique (ancrage trop faible). C'est plutôt au niveau des troubles musculo-squelettiques que le problème se pose. Ils sont liés à la tension nerveuse des conducteurs (crispation musculaire) et à la fatigue liée à la concentration. Le réglage fin des sièges et manettes semble un élément important pour limiter ces tensions dans les muscles (INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION, 2017).

3.1.4. Une économie de chantier fragile

Les temps d'installation improductifs, le coût des matériels spécifiques et le nombre d'opérateurs génèrent des coûts d'exploitation plus élevés que ceux d'exploitations classiques. La notion de surcoût ne devrait pas être citée car les moyens d'exploitation alternatifs sont la seule solution technique dont nous disposons pour mobiliser la ressource dans ce type de contexte excepté si on choisit de construire des pistes (tout dépend de la notion de temps et d'amortissement de l'infrastructure routière).

3.2. Les techniques d'abattage

Il existe deux techniques d'abattage, le manuel et le mécanisé qui peuvent se combiner de surcroît. En contexte de forte pente, l'abattage mécanisé diminue la pénibilité du travail et renforce la sécurité des opérateurs. De plus, il pallie le manque croissant de bûcherons qualifiés.

Impacts de l'abattage mécanisé sur l'environnement : le déplacement sur coupe des engins a un impact fort sur les sols en zone de forte pente entraînant des problèmes de scalpage : patinage des roues motrices, glissement latéral ou dérapage qui entraîne le mélange des horizons superficiels du sol. Les interventions sont à proscrire lorsque les conditions météorologiques sont défavorables, même si l'engin est équipé de tracks pouvant entraîner des phénomènes d'érosion encore plus intenses en forte pente. La circulation sur des cloisonnements d'exploitation implantés dans le sens de la pente s'impose.

La manipulation des bois provoque des blessures aux arbres d'intensité variable en fonction de la densité du peuplement. Le système bois court génère moins d'impacts que le système bois long.

3.3. Les techniques de débardage terrestre

3.3.1. Le tracteur forestier

Le tracteur forestier est le mode de débusquage privilégié en zone de forte pente. Sa grande maniabilité et sa puissance lui permettent de travailler dans une large gamme de situations, des pistes jusque dans les peuplements. On le nomme également skidder, tracteur débardeur, tracteur débusqueur.

Impacts du débardage au débusqueur sur l'environnement : les dégâts sur les arbres restants après coupe sont préjudiciables pour l'avenir du peuplement. Le passage du câble et des grumes peut provoquer de graves blessures aux arbres (jusqu'à 50% peuvent être touchés, cf. schéma ci-dessous). Pour limiter ces dégâts, le débardeur sortira les bois par des axes privilégiés, les couloirs de halage, dont la densité et l'implantation dépendent de la répartition du prélèvement et de la topographie de la parcelle (prise en compte des obstacles, etc.). Ceux-ci occupent souvent moins de 15 % de la surface de la parcelle. Les dégâts au sol, en cas de débardage depuis une piste ou route, se concentrent dans ces couloirs de halage. Dans le cas où le skidder pénètre sur la coupe (pente < 35 %), il faut prévoir des couloirs d'exploitation pour le passage de l'engin.

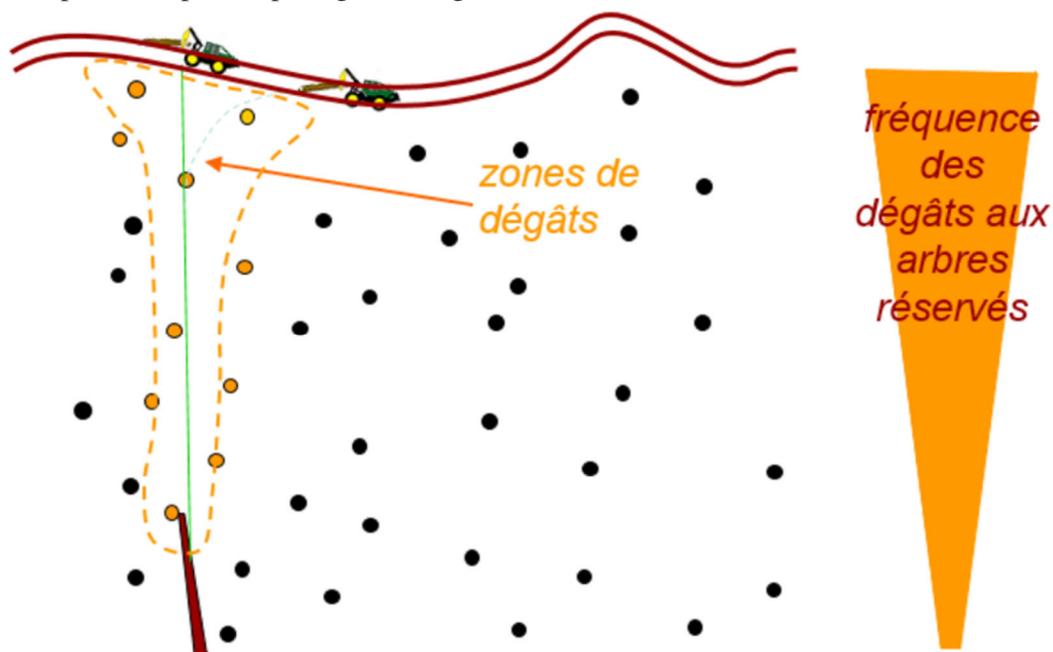


Figure 5 : Schéma de l'effet de blessures sur les arbres réservés lors du débardage au tracteur forestier. Source : ONF

3.3.2. Le porteur forestier

Le porteur est un engin doté d'un plateau et d'une grue à grappin, permettant le débardage des bois courts par portage. Il est aussi appelé « porteur auto chargeur », « débardeur » ou « débardeuse ». C'est un engin à châssis articulé doté de 4, 6 ou 8 roues. Le porteur recouvre une opération de manutention (chargement des billons sur son propre plateau et déchargement sur une pile ou un camion) et une opération de transport tout terrain entre la coupe et le réseau routier.

Intérêt du treuil d'assistance : pour stabiliser la machine lors des phases de travail et pour favoriser une progression régulière. L'utilisation du treuil d'assistance permet de mobiliser l'ensemble de la parcelle en atteignant les parties du chantier inaccessibles aux engins classiques. Le travail à plat sur zone humide en association avec des tracks marais et le treuil d'assistance permet de supprimer le patinage et fournit un excellent travail (INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION, 2016). C'est une autre alternative possible pour les exploitations sur sols sensibles non portant. Les engins treuillés devraient se déployer progressivement dans les massifs français (INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION, 2015).



Figure 6 : Porteur avec treuil d'assistance synchronisé en action. Source : Jean-Louis LE CALONNEC

Organisation du chantier : les porteurs étant plus lourds, l'organisation des chantiers est différente des autres engins forestiers. Pour éviter les dégâts au sol et au peuplement il faut :

- effectuer le demi-tour et franchir les obstacles (fossés, talus, angles, etc) à vide ou à mi-charge ;
- une place de dépôt accessible (chemin empierré) aux camions avec une capacité suffisante de stockage;
- mettre en place une signalisation sur la voie publique, ne pas stocker les bois sous les lignes électriques pour éviter tout problème avec la grue;
- commencer les chantiers par le fond de la parcelle;
- réduire la charge sur les terrains peu porteurs;
- débarder par type de produit en les rangeant séparément.

3.3.3. Le lançage

Le principe consiste à abattre la tige puis à l'élaguer partiellement. La culée une fois taillée (en arrondis), les dernières branches sont coupées pour que la tige puisse dévaler la pente. La descente est rapide (une dizaine de kilomètre par heure). Les dégâts au peuplement sont conséquents tout comme à la tige concernée qui connaît de nombreux impacts. L'espoir de récupérer une qualité "bois d'œuvre" en bas de pente est faible. Les dégâts sur la zone d'impact (route ou piste) sont également conséquents.

Cette technique est encore rarement employée et tend à disparaître en France compte-tenu de sa grande dangerosité pour les bûcherons (COMMUNES FORESTIÈRES RHÔNE-ALPES, 2014).

3.4. Les techniques de débardage aérien

3.4.1. L'hélicoptère

Quasiment pas utilisé en France mais utilisé sur des coupes spéciales en Suisse, Italie et Autriche. L'abattage et le façonnage sont manuels sur coupe puis le débardage s'effectue par hélicoptère. L'utilisation de cette technique reste cantonnée aux travaux dans les zones à forts enjeux de protection et à l'extraction de bois d'œuvre à forte valeur. La charge peut varier de 1 à 3 tonnes suivant le type d'hélicoptère et le cycle de débardage ne doit pas dépasser les 3 minutes. Cette technique sécurisée et permettant de limiter les impacts au peuplement est freinée par son coût élevé : les prix sont en effet décalés par rapport à la valeur des bois. Les ordres de grandeur des coûts d'exploitation pour l'hélicoptère varient entre 80 €/ m³ et 90 €/ m³ (INSTITUT FÉDÉRAL DE RECHERCHES SUR LA FORÊT LA NEIGE ET LA PAYSAGE, 2013).

3.4.2. Le ballon captif

Le FCBA développe actuellement un projet de débardage par ballon "dirigé" par câble au sol. Cette technique permettra d'assurer la desserte de versant complet et nécessitera un volume minimal de l'ordre de 2000 m³ pour envisager son utilisation. Cela nécessiterait non seulement une entente des acteurs locaux (publics et privés) mais également de grandes aires de stockage (logistique à repenser) (INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION, 2017).

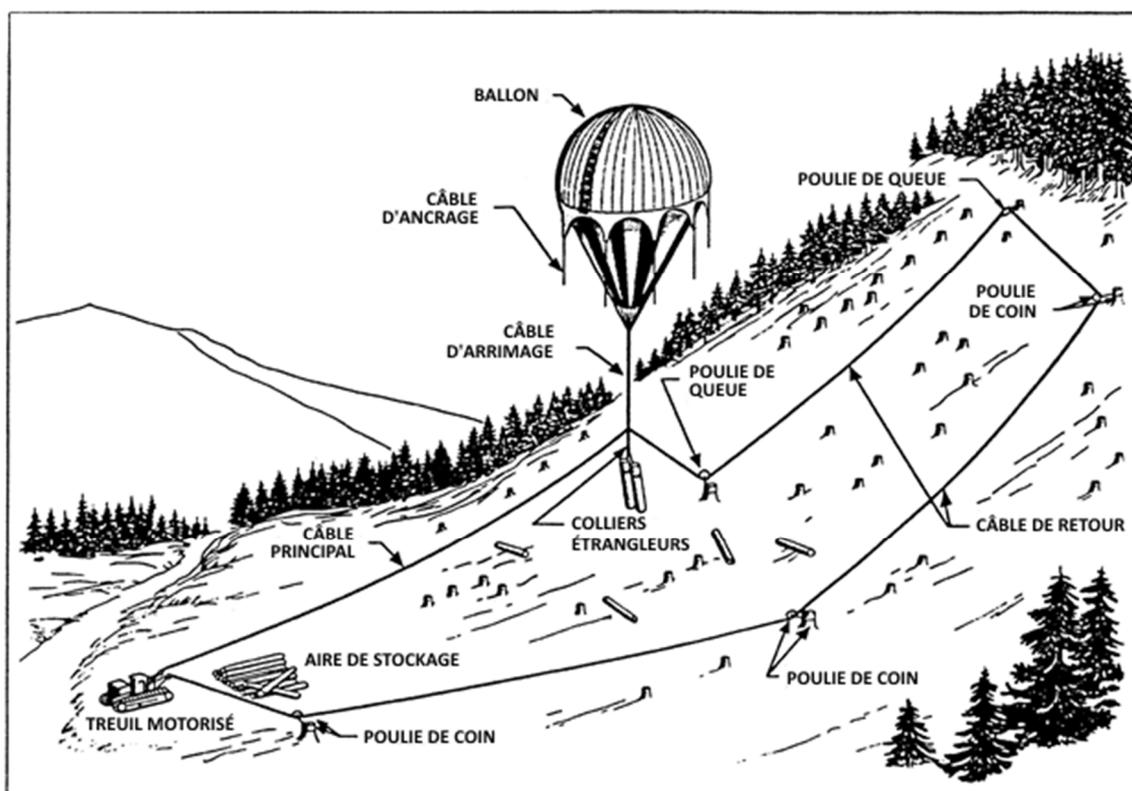


Figure 7 : Schéma du débardage par ballon captif. Source : *United States Department of Labour*

3.4.3. Le câble aérien

Il s'agit d'une technique de débardage par voie aérienne où les bois sont totalement ou partiellement suspendus depuis leur lieu de coupe vers une route forestière. La France accuse un retard dans l'emploi de cette technique par rapport à nos voisins suisses, autrichiens, italiens et allemands qui l'utilisent en contexte de forte pente. Le câble aérien répond aux besoins de mobilisation des bois en zone de forte pente de manière efficace, sûre et respectueuse de l'environnement (RERAT (Bernard), 2017).

L'installation d'une ligne demande une grande technicité et se détermine selon plusieurs critères :

- la longueur de la ligne : de 100 m au petit câble-mât jusqu'à 2 km au câble long ;
- la distance de pèchage est d'environ 40 m depuis la ligne de câble ;
- l'Indice de Prélèvement à Câble (IPC) correspondant au volume de bois à débarder sur la longueur de l'installation qui doit être supérieur à 0,5 m³/ml et idéalement supérieur à 0,8 m³/ml pour un prélèvement minimum de 75 m³/ha ;
- le stockage des bois, l'accessibilité et la possibilité de chargement des camions.

Impacts sur l'environnement : outre les zones de forte pente, le câble-mât permet l'exploitation en contexte de zones humides car les bois étant semi-traînés ou soulevés, il n'y a pas de tassement de sol. Par la même occasion les traînes et pistes forestières ne subissent pas des effets de l'érosion consécutifs aux passages répétés de tracteurs de charges. Ce mode de débardage réduit les dégâts sur les peuplements restant ainsi que les dérangements (faune et habitat) en limitant la pénétration des massifs (nécessité d'un réseau de routes forestières moins dense qu'un réseau de pistes à skidder) (PISCHEDDA (Dider), 2012).

Aides financières : dans d'autres régions, des subventions sont disponibles pour les coupes à câble aérien. Dans les forêts jouant un rôle de protection, 50% des dépenses sont éligibles à une aide de l'Etat plafonnée à 2 500 €/ha (câble-mât) et 3 125 €/ha (câble-long). En Isère, le conseil général finance 7,5 € à 10 €/ml de ligne installée, en fonction du type de câble. En Savoie, le conseil général finance 950 €/ha pour les câbles-mats inférieurs à 400 ml (sous réserve de la récolte d'au moins 75 m³/ha en surface «parcourue», soit 40 m de part et d'autre de chaque ligne de câble) et 1 250 €/ha pour les autres câbles (sous réserve de la récolte d'au moins 100 m³/ha (COMMUNES FORESTIÈRES RHÔNE-ALPES, 2014). En région Grand Est, il n'existe pas de dispositif d'aides pour amortir les surcoûts.

Les différents systèmes de câble :

Les systèmes d'autrefois utilisaient astucieusement la gravité et de multiples poulies. Ils ont laissé place à des équipements plus sophistiqués intégrant des composants hydrauliques, électroniques et des radiocommandes. Le débardage des bois peut s'effectuer vers l'amont ou vers l'aval en utilisant un chariot avec câble retour ou un chariot automoteur. De nos jours, on distingue encore deux grands modes de débardage par câble aérien : le câble long et le câble-mât.

Le câble long

Situé en amont de la coupe, un treuil monté sur traineau (luge ou lugeon) est positionné sur une plateforme en forêt et permet de tendre le câble porteur sur des longueurs pouvant atteindre les 2 000 m. Le débardage se fait généralement à la descente. Un chariot se déplace sur le câble porteur, par gravité dans la descente et tiré par un câble tracteur dans la montée. Le câble long nécessite 3 opérateurs : un treuilliste, un accrocheur sur la coupe et un décrocheur à la réception des bois.

Ce système nécessite des temps de montage et de démontage très longs. Le volume à débarder par ligne doit donc être important pour rentabiliser l'installation. Ce système n'est quasiment plus utilisé en France du fait de ces inconvénients. On lui préfère maintenant le câble-mât.

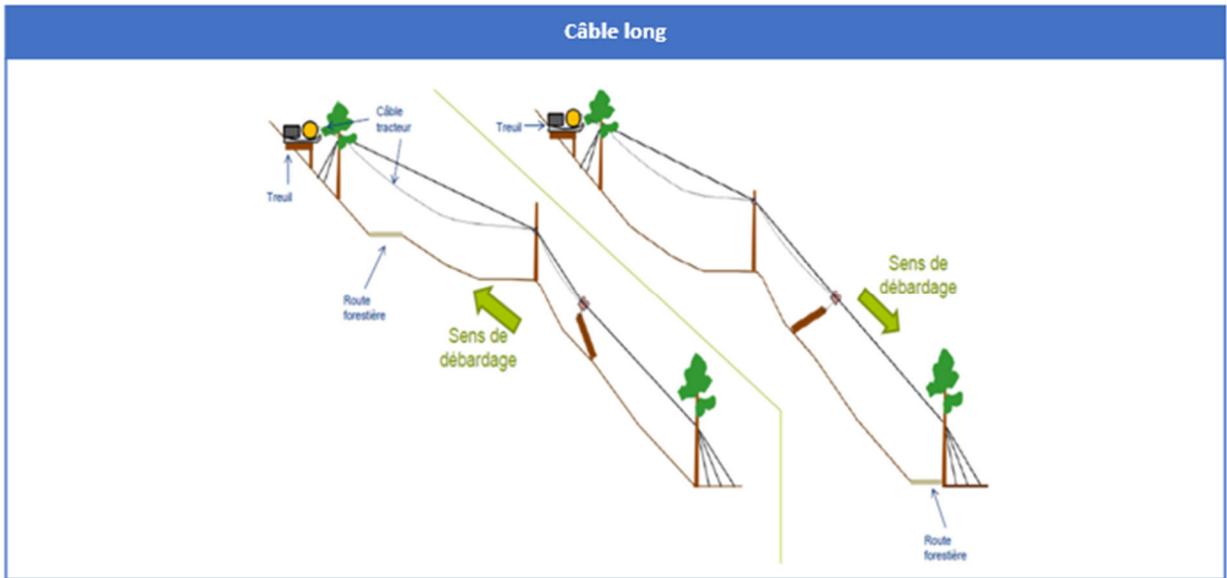


Figure 8 : Schéma du dispositif de câble long. Source : FCBA

Le câble-mât

Le câble-mât est une évolution technologique du câble long pour diminuer les temps d'installation des lignes. En effet, il faut 1 à 2 jours de montage, ceci se traduit par du matériel mobile léger avec un mât repliable mais d'une portée plus réduite (inférieure à 1 200 m).

Le mât installé sur une remorque ou un camion doit être positionné sur une route ou piste carrossable. L'équipe de travail est réduite à deux personnes : un accrocheur en forêt et un décrocheur positionné au niveau du mât pour la réception des bois. Le débardage se fait aussi bien à la montée qu'à la descente.

En Europe centrale, les systèmes intégrés combinant un mât + grue + tête de bûcheronnage installés sur la remorque d'un camion fonctionnent depuis une dizaine d'années. Ces systèmes ont encore du mal à trouver leur place en France.

On distingue 2 types de fonctionnement pour le câble-mât :

- câble-mât machine-en-haut : descente du chariot par gravité : pente du câble > 20 % ;
- câble-mât machine-en-bas : le câble tracteur et le câble retour sont synchronisés de façon à assurer la circulation du chariot quelle que soit la pente.

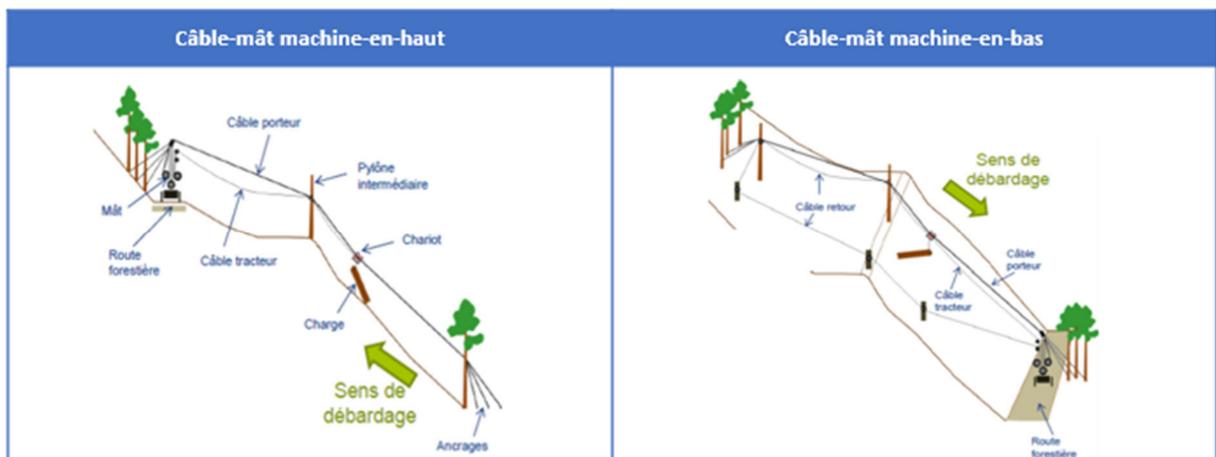


Figure 9 : Schéma du dispositif de câble-mât. Source : FCBA

Le petit câble-mât

En compléments de matériels onéreux et sophistiqués conçus pour des conditions extrêmes, des alternatives plus simples et rustiques existent. Des matériels plus petits installés directement sur la prise de force d'un tracteur permettent de disposer de techniques alternatives de débardage dans les zones de piémont et sur des distances plus courtes. En Allemagne un petit matériel de type câble-mât commercialisé par le fabricant RITTER (le modèle KSK-3) est utilisé depuis une vingtaine d'années pour le débardage d'arbres entiers sur de très courtes distances.

Le 20 février 2018, j'ai participé à une tournée avec des personnels de l'agence Vosges montagne pour visiter l'entreprise RITTER en Allemagne et voir fonctionner le petit câble-mât KSK-3. Le compte-rendu de cette journée est consultable en annexe n° 2.

En France ce petit câble-mât est pour l'instant très peu présent (2 engins recensés dont un utilisé dans le Nord du massif vosgien par l'entreprise WOLF) comparé à l'Allemagne (où 122 engins sont utilisés dont 60 en Forêt Noire).

3.4.4. Le TVS 20

Le TVS 20 est un outil de débardage modulaire par treuil à installer sur une pelle mécanique développé par la société de matériel forestier Vigneau en réponse à l'Appel à projets (AAP) national « innovation et investissements pour l'amont forestier », lancé le 13 décembre 2016 par le MAAF. Cet outil permet la mobilisation de la ressource bois dans des milieux sensibles (sol peu portant et zones de pente).

Caractéristiques techniques :

- treuil et bobine viennent se fixer sur la partie inférieure de la pelle ;
- treuil équipé de deux vitesses réversibles (lente et rapide), d'un système de frein et d'une assistance de déroulage du câble ;
- force du treuil : 20 tonnes permettant la mobilisation de tous les bois ;
- capacité de câble : 200 m ;
- utilisation d'un câble synthétique afin de limiter le poids pour une résistance équivalente au câble acier (proposé en option) ;
- rapidité de mise en place de l'accessoire ;
- l'accessoire n'empêche en rien l'utilisation du porte outil à d'autres tâches ;
- poulie avec système d'attache rapide ;
- système d'attache automatique au bout du balancier pour optimiser les fonctions du treuil ;
- élévation du point de traction jusqu'à 10 m de haut pour respecter les sols et la sylviculture ;
- orientation possible grâce à la rotation de la tourelle facilitant la coupe sélective sans abimer le peuplement ;
- mobilisation d'une seule machine sur coupe : débardage manutention des produits ;
- l'outil comportera un pied, un chariot et un 2^e treuil pour la version téléphérique.

Le prix de vente potentiel de cet accessoire devra se situer entre 50 000 € et 80 000 € selon les options (téléphérique, diamètre et type de câble utilisé). Aucun coût de prestation ne peut être évoqué pour l'instant, les chantiers tests n'étant pas encore commencés.

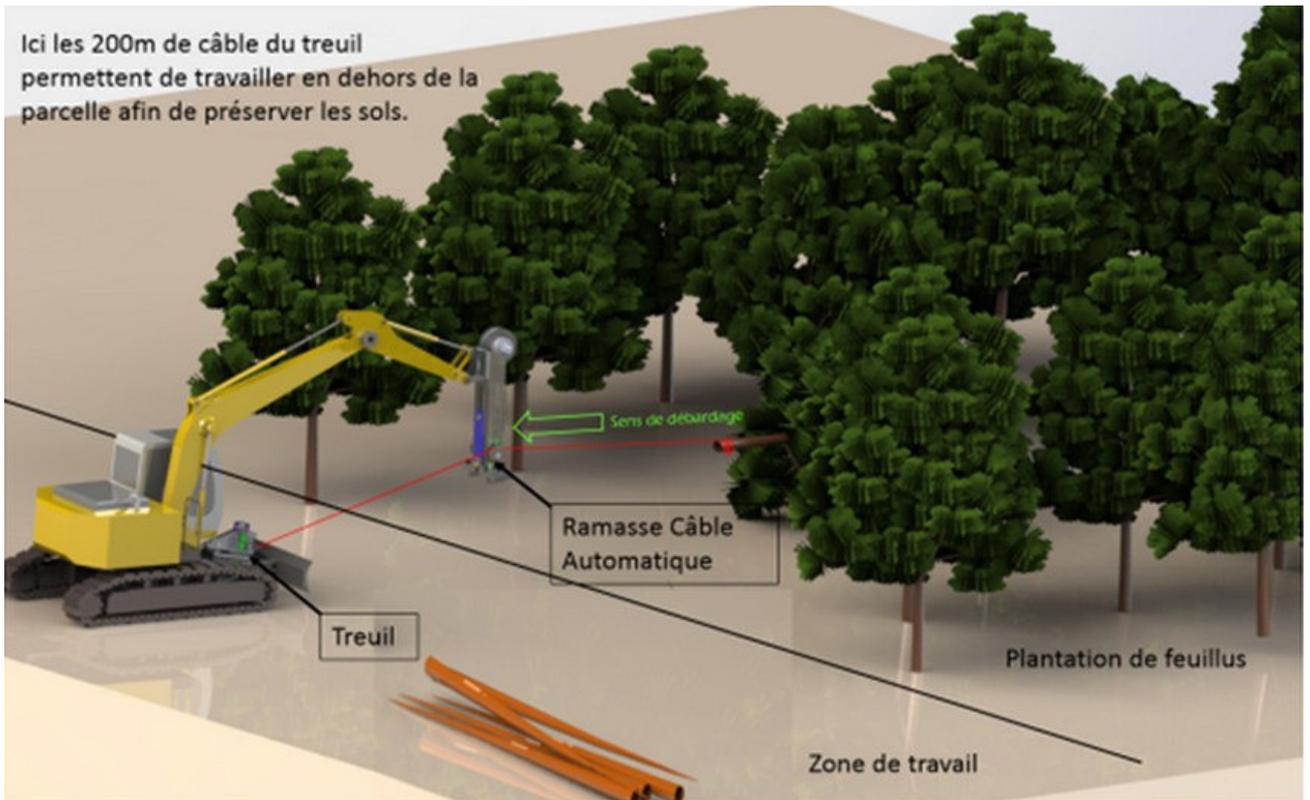


Figure 10 : Schéma du TSV 20. Source : Vigneau matériel forestier

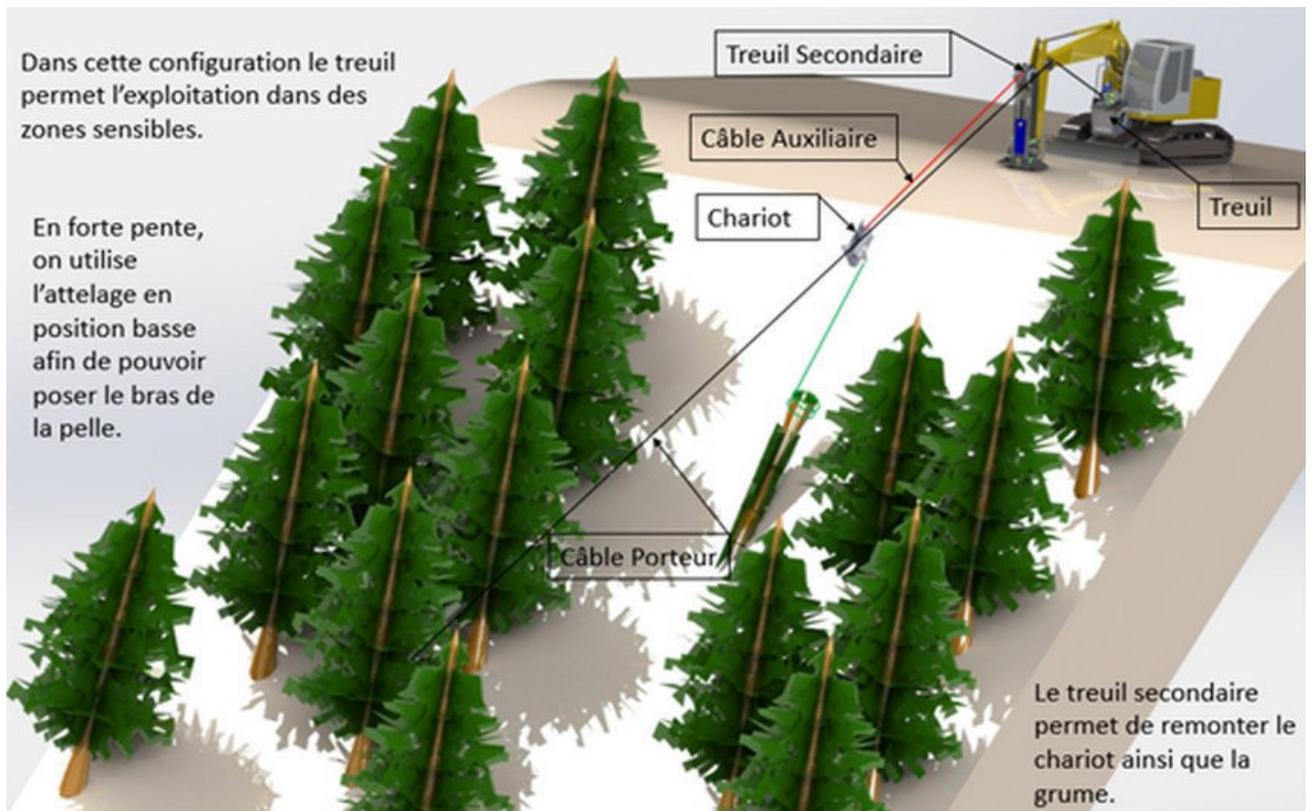


Figure 11 : Schéma du TSV 20 version téléphérique. Source : Vigneau matériel forestier

3.5. Éléments économiques des systèmes d'exploitation

	Abattage		Débardage		
	Bûcheron- nage manuel (scie à chaîne)	Machine de bûcheron- nage	Porteur	Débusqueur	Câble aérien + engin de reprise
Durée annuelle d'utilisation (heures/an)	800 à 1 400	1 400 à 2 000	1 200 à 2000	1 000 à 1 500	600 à 1 000
Durée d'amortis- sement (années)	1 à 2	5 à 7	6 à 7	6 à 7	6 à 8
Production an- nuelle (m³/an)	1 500 à 5 000	15 000 à 35 000	10 000 à 25 000	9 000 à 16 000	5 000 à 10 000
Prix d'acquisition (€/an)	900 à 1 300	350 000 à 450 000	240 000 à 320 000	170 000 à 280 000	350 000 à 550 000
Coût technique horaire (€/heure)	35 à 50	100 à 130	60 à 110	50 à 95	150 à 230
Coût technique journalier (€/heure)	220 à 300	900 à 1 300	600 à 1 000	500 à 650	1 400 à 2 000
Coût technique d'exploitation (€/m³)	7 à 15	7 à 16	5 à 10	7 à 13	20 à 35

Tableau 3 : Productivité et coût technique des machines forestières. Source : Memento FCBA 2016

Ces coûts techniques des machines forestières sont valables en simple poste. Ils intègrent les charges fixes (acquisition, assurance...), les charges variables (consommables, entretien, transfert...), et les frais de personnels. Ils ne tiennent pas compte des autres frais liés à l'entreprise : frais de structure (local, secrétariat,...) et marge commerciale qui représentent entre 10 à 15 % du coût technique. Les principaux facteurs de variation sont les conditions de chantiers, les productions annuelles, les durées d'amortissements et les frais de personnels.

En termes d'investissement, les machines d'abattage adaptées au contexte de forte pente sont en moyenne 15 % plus chères que les engins conçus pour la plaine compte tenu des spécificités liées à l'adaptation des matériels (INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION, 2014). Par exemple il faut ajouter 110 000 € pour équiper la machine d'un treuil d'assistance synchronisé. Cela fait passer le prix de la prestation abattage et débardage mécanisé de 20 €/m³ sans treuil d'assistance à 28 €/m³ avec treuil d'assistance (INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION, 2016).

Sur le massif vosgien le prix constaté pour la prestation d'abattage et de débardage varie entre 32 €/m³ et 40 €/m³ pour la mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé du fait du peu de concurrence (seules 2 entreprises sont équipées). Pour le câble-mât, les prix rejoignent la tendance nationale, c'est-à-dire qu'ils sont situés entre 27 €/m³ (petit câble-mât) et 50 €/m³ (câble-mât moyen) pour la prestation d'abattage et de débardage.

Lors de la réalisation d'un chantier, certains coûts liés directement à l'exploitation interviennent de manière immédiate et sont souvent connus par le gestionnaire. D'autres coûts sont une conséquence directe ou différée de l'exploitation et varient fortement selon le mode d'exploitation choisi. C'est en particulier le cas des dégâts au sol et au peuplement. Ces coûts sont difficiles à chiffrer et à intégrer dans le calcul de rentabilité. L'exemple chiffré proposé ci-dessous montre qu'en intégrant ces coûts indirects (qu'ils soient réels ou intégrés sous forme de risque) l'écart entre deux modes d'exploitation peut se réduire voire s'inverser (BRUCIAMACCHIE (Max), 2008) :

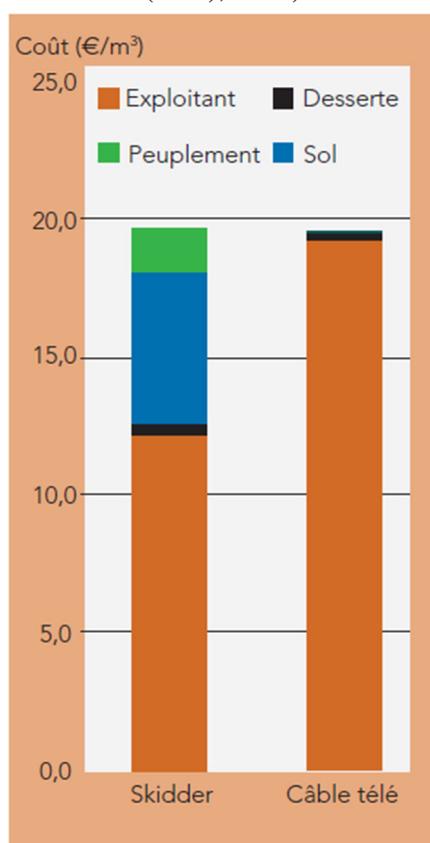


Figure 12 : Composantes du bilan d'exploitation pour le skidder et le câble-mât. Source : Laboratoire d'Économie Forestière UMR ENGREF/INRA

Le coût « Peuplement » correspond à la perte de valeur d'avenir des tiges non exploitées qui sont blessées lors de l'exploitation. Ces dégâts peuvent être visibles directement (arbre cassé ou frotté) ou ne seront visibles qu'au moment de la récolte ultérieure (cas du cœur rouge du hêtre). En cas de perte immédiate, l'estimation correspond à la différence entre la valeur d'avenir et celle de sauvegarde, pour tous les arbres touchés. En cas d'exploitation différée, l'estimation correspond à la réduction de valeur d'avenir suite à une perte de qualité et/ou d'accroissement (BRUCIAMACCHIE (Max), 2008).

Le coût « Sol » correspond à des dégâts plus long terme, très difficile à réparer. À titre d'exemple le tassement des sols sur limons acides peut être considéré comme irréversible (son éventuelle remise en état ne peut s'imaginer qu'à l'échelle de plusieurs siècles). Ce tassement entraîne une diminution de la régénération et de la croissance des arbres adultes. Il est pris en compte par le biais d'une réduction de la surface productrice (qui est fonction de la surface de sol compacté et du degré du compactage) et donc du revenu (BRUCIAMACCHIE (Max), 2008).

3.6. Domaine d'utilisation des systèmes d'exploitation

Le choix du système d'exploitation se fait principalement en fonction de la présence d'obstacles au sol (rochers, talus, etc.) et de la pente :

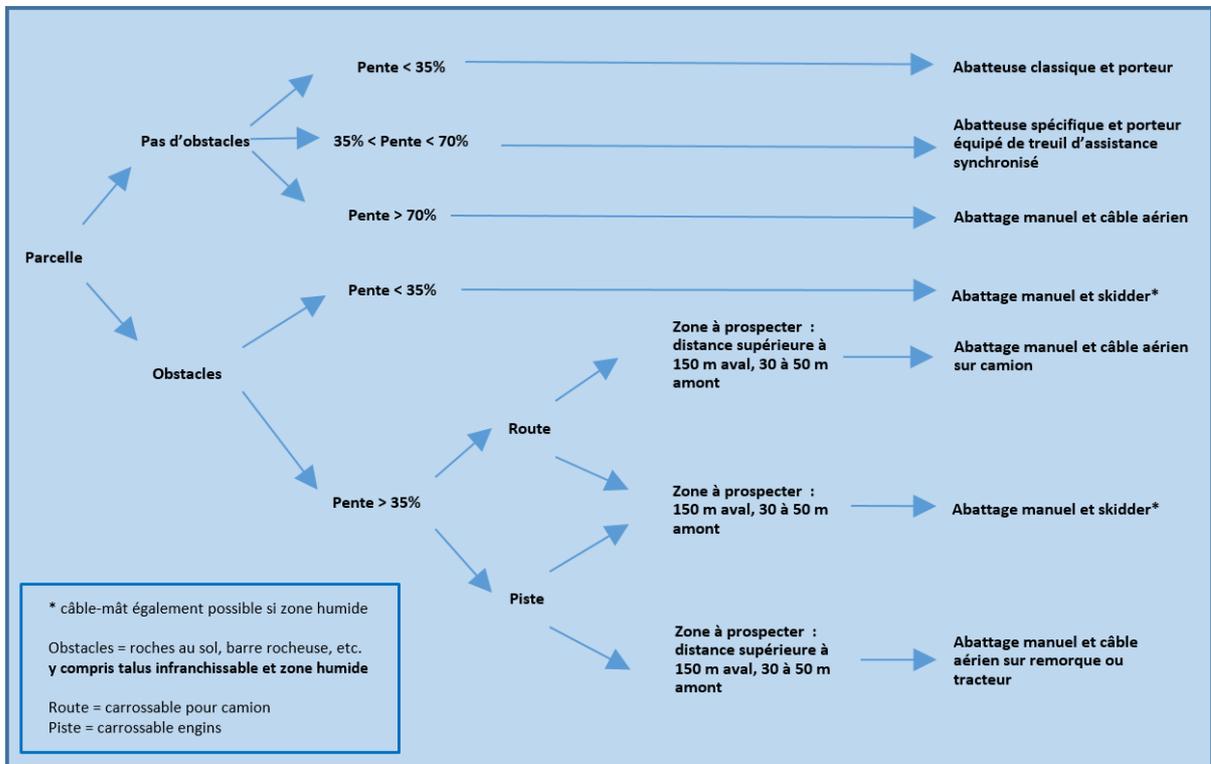


Figure 13 : Clé de détermination des systèmes d'exploitation en pente. Source : ONF d'après FCBA

L'abattage manuel possède le grand avantage de pouvoir s'effectuer dans tout type de peuplement. Son unique frein est la pente : au-delà de 110 % de pente, le travail des bûcherons devient trop dangereux.

L'abattage mécanisé est utilisé dans les éclaircies résineuses, ainsi que sur les places de dépôt comme engin de façonnage et billonage. En plus des contraintes pente et obstacles au sol, l'abattage mécanisé n'est pas possible dans les peuplements de gros bois (diamètre > 60 cm) et les peuplements feuillus (conformation particulière et branchaison).

Concernant le tracteur débusqueur, lorsque la pente est inférieure à 35% il peut circuler sur les cloisonnements. Cela permet d'exploiter des zones non desservies par un réseau de pistes ou de routes. Lorsque la pente est supérieure à 35 %, il doit se déplacer sur le réseau de desserte. La distance de débusquage varie en fonction de la pente et est en général de 150 m en aval de la voie de desserte et de 50 en amont de celle-ci. Cette zone de prospection est par conséquent directement liée au réseau de piste forestière.

Le treuil d'assistance synchronisés, de longueur allant jusqu'à 500 m, permet aux abatteuses et porteurs équipés de travailler dans des pentes jusqu'à 70 %.

Maintenant que nous avons identifié les différentes techniques de mobilisation des bois qui existent en contexte de forte pente, nous allons voir comment cartographier les zones ayant besoin de ces techniques alternatives.

4. Établir une cartographie des zones d'exploitation en forte pente non exploitables classiquement

L'objectif de cette étape est d'identifier les zones non exploitables classiquement afin de déterminer le potentiel en surface puis en volume.

4.1. Choix de l'outil SIG

Il existe différents modèles SIG plus ou moins évolués permettant d'identifier les zones non accessibles au tracteur forestier.

4.1.1. Sylvaccess

Le modèle Sylvaccess développé à l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA) de Grenoble permet de cartographier automatiquement l'accessibilité des forêts en fonction des principaux systèmes de débardage utilisés en France : le tracteur forestier, le porteur forestier et le câble aérien. Le modèle s'appuie sur des sources d'information spatiale et des paramètres techniques propres à chaque système de débardage. Il offre également la possibilité d'intégrer des obstacles physiques ou environnementaux dans l'analyse (DUPIRE (Sylvain), 2015).

Cependant, le pôle recherche, développement et innovation (RDI) de l'ONF basé à Chambéry (73) se pose des questions sur l'appropriation de cet outil en licence libre, peu documenté et sans maintenance. En effet, Sylvaccess offre de vastes possibilités de paramétrages mais certains d'entre eux ont des impacts importants comme le coefficient de sécurité et la charge maximale. Le modèle câble est le plus problématique, outre qu'il ait besoin d'un modèle numérique de terrain (MNT) très précis (au pas de 5 m), des incohérences ont été détectées sur les longueurs de lignes selon les paramètres renseignés et le module d'optimisation est à revoir. Dans l'immédiat, il n'y a donc pas de transfert opérationnel, le pôle RDI de Chambéry poursuit ces travaux en lien avec l'IRSTEA.

4.1.2. CartoMob

L'outil CartoMob croise les données sur les peuplements forestiers, la desserte forestière (données issues de vols LiDAR « *light detection and ranging* », une technologie de détection et d'estimation de la distance par laser) et les domaines d'utilisation des systèmes d'exploitation. Il fournit les volumes mobilisables, localisés et ventilés suivant les différentes techniques de débardage. Il permet également de réaliser des simulations d'implantation de nouveaux tronçons de desserte (INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION, 2015). Cependant, cet outil ne peut pas être utilisé dans notre cas car il nécessite la donnée LiDAR qui n'est disponible que sur la partie sud-est de la zone d'étude (agences de Colmar et Mulhouse survolées en 2011).

4.1.3. CARTUVI

Le modèle CARTUVI, développé par l'ONF et l'IRSTEA permet de cartographier toutes les zones accessibles au tracteur débusqueur, on peut donc par effet miroir identifier les zones inaccessibles avec ce mode de débardage.

Comme le modèle Sylvaccess (pour le modèle câble aérien) a besoin d'un MNT au pas de 5 m et le modèle CartoMob de la donnée Lidar, éléments dont nous ne disposons pas sur l'intégralité de la zone d'étude, le choix est de se replier sur l'outil CARTUVI. Par ailleurs, CARTUVI a été utilisé en 2016 pour la mise à jour de la desserte forestière en forêts publiques en secteurs de montagne pour les agences de Colmar et Schirmeck (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, DIRECTION TERRITORIALE ALSACE : PÔLE SYSTÈME D'INFORMATION, 2016).

4.2. L'outil CARTUVI

4.2.1. Matériel et données nécessaires au modèle

L'environnement utilisé pour la mise au point des cartes d'accessibilité est ArcInfo 9.2. Les scripts du modèle ont été écrits en *Arc Macro Language* (AML) (CLOUET (Nicolas), 2010). Les paramètres d'entrée du modèle sont les suivants :

- un modèle numérique de terrain (MNT), de l'IGN au pas de 25 m dans notre cas, qui permet de connaître relief, altitude et pente ;
- une couche d'information de desserte, comprenant l'ensemble des routes et pistes ;
- une couche des périmètres des forêts publiques sur la zone d'analyse.

4.2.2. Paramètres du modèle

Les chiffres donnés par la suite peuvent être paramétrés en fonction des acteurs, du lieu et des avancées technologiques. Dans le modèle, tous les chiffres sont stockés dans des variables figées jusqu'à la fin du processus. Pour comprendre le modèle, il faut d'abord recenser toutes les situations où le débusqueur peut aller chercher les bois :

- si la pente est supérieure à 110 %, l'exploitation est impossible pour des raisons de sécurité des bûcherons ;
- si la pente est inférieure à 20 %, le tracteur peut parcourir directement le peuplement en s'appuyant sur les cloisonnements d'exploitation ;
- si la pente est supérieure à 20 %, le débusquage (transport des bois hors de la parcelle) à partir des voies de vidange (pistes et routes) s'effectue sur 50 m à l'amont de la voie et sur 150 m à son aval. Ces deux distances sont mesurées selon la pente.

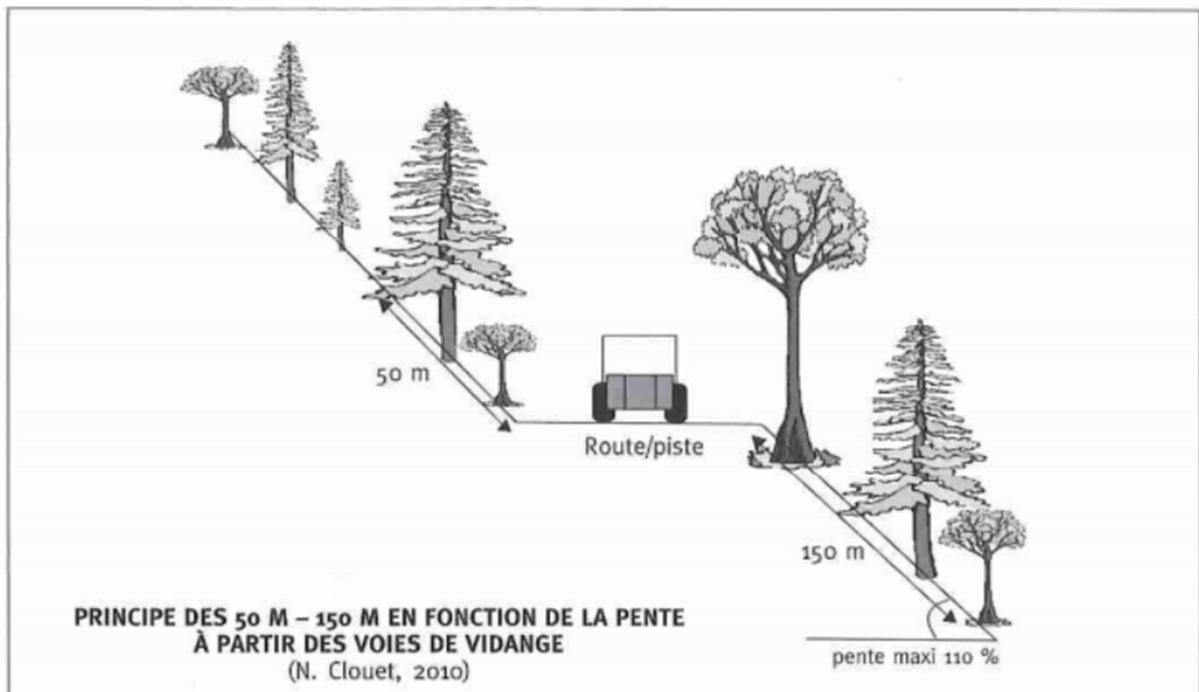


Figure 14 : Principe de 50 - 150 m en fonction de la pente à partir de la voie de vidange. Source : Nicolas CLOUET

Les valeurs 50 et 150 m sont les extrêmes et ne sont valables qu'à partir de, respectivement, 75 % et - 20 % de pente adjacente à la voie. Entre ces deux valeurs de pente, les longueurs de débusquage s'ajustent, pour arriver à une longueur de 100 m lorsque la pente est nulle. L'équation de l'algorithme donnant la longueur de relevée sur la carte est :

$$\text{Si } p \leq -20 \%, \text{ alors } dh = \frac{150}{\sqrt{1+p^2}} ;$$

$$\text{Si } p \geq 75 \%, \text{ alors } dh = \frac{50}{\sqrt{1+p^2}} ;$$

$$\text{Si } -20 < p < 75 \%, \text{ alors } dh = \frac{100}{\frac{5}{3} \times p + \sqrt{1+p^2}} ;$$

Où p est la pente en pourcents et dh la longueur de débusquage projetée à l'horizontale.

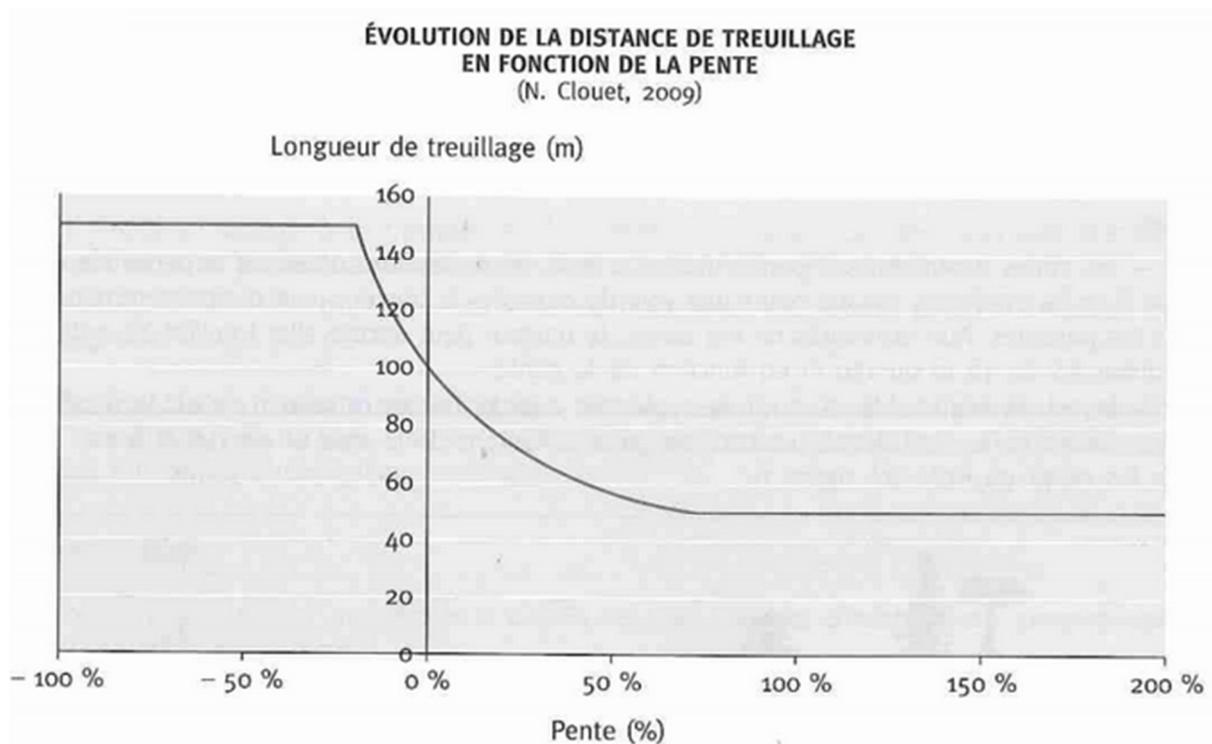


Figure 15 : Évolution de la distance de treuillage en fonction de la pente. Source : Nicolas CLOUET

4.2.3. Processus

Lors du processus 54 scripts AML s'exécutent les uns à la suite des autres, s'appuyant sur les trois couches d'information source pour réaliser la cartographie. Le processus se concentre d'abord sur le tri de la desserte pour individualiser les routes et les pistes. La distinction et séparation des routes et pistes est nécessaire pour pouvoir calculer la distance de traînage (CLOUET (Nicolas), 2010).

Un travail sur le MNT est ensuite exécuté pour délimiter les zones trop pentues pour être exploitées (supérieures à 110 %), et pour calculer le débusquage. Les parcelles accessibles au tracteur sont délimitées en croisant les zones de moins de 20% de pente, issues du MNT, et le réseau de desserte. Une zone forestière peu pentue et traversée par au moins une voie est considérée comme parcourable, donc accessible au tracteur.

Le calcul des longueurs de débardage nécessite la conversion du MNT en *triangulated irregular network* (TIN). Il faut considérer la voirie comme une succession de segments que l'on doit caler sur le réseau de triangles pour récupérer les valeurs de pente. Il reste à calculer les longueurs de débusquage en appliquant les formules présentées au paragraphe précédent. Les longueurs de traînage, uniquement sur les pistes, sont calculées grâce à une approche raster, pixel par pixel : à partir des points de départ des pistes, considérés comme les intersections des routes et des pistes, le modèle cherche le pixel de piste le plus proche et calcule la distance entre ces deux pixels. Le programme travaille ainsi de proche en proche, jusqu'à la fin de la piste, en cumulant les distances qu'il calcule. De cette façon on obtient les distances de traînage.

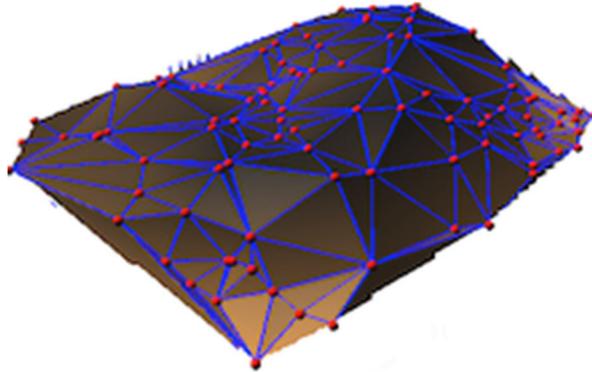


Figure 16 : Exemple de conversion du MNT en TIN. Source : gis.stackexchange.com

4.2.4. Récupération des données

Pour chaque secteur de la zone d'étude, les données d'entrée du modèle (MNT, desserte mise à jour, forêts publiques) ont été recueillies auprès des agences concernées. Deux zones de la sylvoécocorégion étant situées en dehors de la partie est de la DT Grand Est, les patches de la Lorraine et de la Franche-Comté ont donc été demandés et intégrés.

Une fois tous les patches intégrés, les données étant trop lourdes car la zone d'étude est très vaste (environ 500 000 ha), cette dernière a été découpée en deux parties pour que l'algorithme puisse fonctionner correctement (à savoir que c'est la première fois que CARTUVI est utilisé à une échelle aussi vaste). L'algorithme a donc tourné successivement sur la partie Nord et la partie Sud de la sylvoécocorégion. La difficulté de cette opération est de réussir à découper des zones "autonomes" (*id est* sans desserte qui passe d'une zone à l'autre). Le réseau de desserte étant très dense sur la sylvoécocorégion, ce découpage a produit des erreurs sur la jointure des deux zones créant des polygones de zones à potentiel de récolte de taille démesurée (de l'ordre du millier d'hectares). Pour résoudre ce problème, CARTUVI a été relancé dans la partie centrale du massif après un découpage en trois zones :

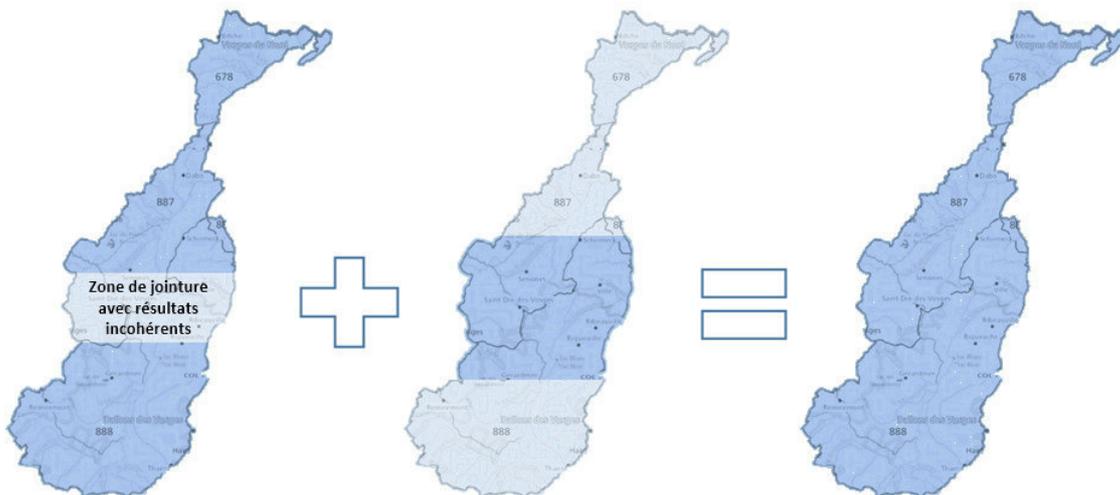


Figure 17 : Schéma du redécoupage de la zone d'étude en 3 parties pour traiter les erreurs de jointure. Source : ONF

4.3. Tests à l'échelle d'une UT

Avant de faire tourner CARTUVI sur l'ensemble de la sylvoécocorégion du massif vosgien central, la carte des secteurs non débardables classiquement a été générée à l'échelle de l'UT de Munster qui est représentative des différentes topographies et peuplements du massif vosgien. L'analyse à l'échelle de l'UT permet de raccourcir la durée des calculs et des analyses avant d'effectuer les opérations pertinentes au niveau de la sylvoécocorégion.

4.3.1. Fixation d'un seuil de surface pour les zones à faire valider par retour terrain

Sur l'UT de Munster, CARTUVI a généré 15 827 polygones représentant les zones potentiellement non accessibles avec un mode de débardage classique. Ce nombre de zones très élevé demanderait un travail de validation technique colossal par l'agent de terrain. J'ai donc fixé un seuil de surface à partir duquel il est pertinent de s'intéresser à une zone. Les zones générées sont réparties de la façon suivante :

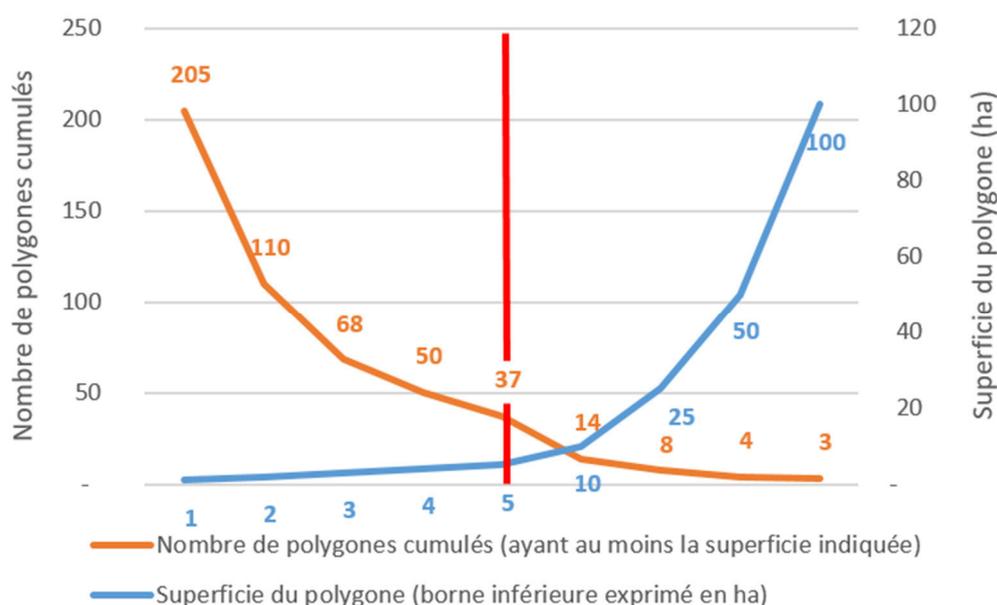


Figure 18 : Nombre de polygones cumulés en fonction de leur superficie. Source : ONF

Aide à la lecture (ci-dessus): 3 polygones font plus de 100 ha et 8 polygones font plus de 25 ha.

Le tableau ci-dessous récapitule, à l'échelle de l'UT de Munster et de la sylvoécocorégion le nombre de polygones cumulés en fonction des classes de surface retenues :

Superficie	UT Munster	Sylvoécocorégion
> 5 ha	37	1 203
> 0,5 ha	228	7 753
> 0 ha	15 827	330 287

Tableau 4 : Nombre de polygones en fonction de leur classe de surface. Source : ONF

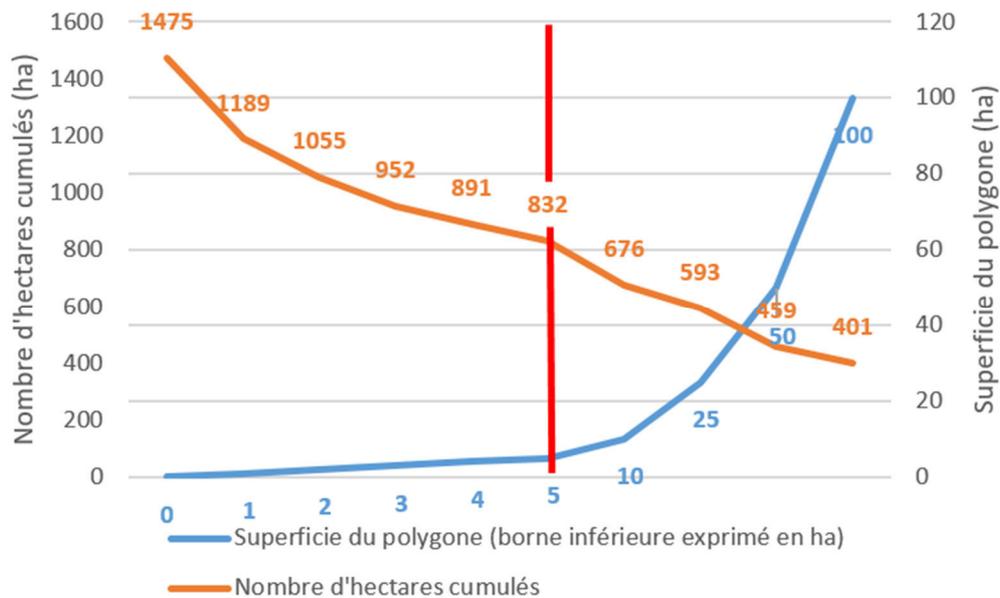


Figure 19 : Nombre d’hectares cumulés en fonction de la superficie du polygone. Source : ONF

Fixer un seuil à 5 ha semble pertinent, cela nous donne 37 polygones à analyser par l’UT, pour un total de 832 ha. L’analyse, en fixant le seuil à 3 ha, demanderait presque le double de temps (68 polygones à analyser) pour seulement 12% de surface supplémentaire (952 ha contre 832 ha). Par ailleurs, l’ordre de grandeur des chantiers réalisés au câble-mât sur l’ATE Vosges Montagne en 2017 est d’une dizaine d’hectares. Le seuil des 5 ha est donc retenu.

4.3.2. Mise en forme de la cartographie

Une fois le seuil défini à 5 ha, les zones de plus de 5 ha sont affichées en orange sur la carte et étiquetées pour faciliter leur identification. Les zones de moins de 5 ha sont conservées et affichées en jaune sur la carte. Ces zones ne feront pas l’objet d’une validation terrain mais sont indicatrices de chantiers potentiels. Sur la liste des 8 parcelles mises en appel d’offre et débardées par câble-mât, 6 parcelles ont été détectées comme inaccessibles en partie au débusqueur d’après le modèle et sont localisées sur des zones de moins de 5 ha.

Concernant les zones d’une superficie inférieure à 0,5 ha, on décide de les supprimer pour alléger la mise en forme de la carte. Ces petites zones sont dues à des effets de bords car l’analyse CARTUVI produit un résultat en raster tandis que l’analyse de surface s’appuie sur des données vecteurs des limites de forêts, ce qui génère des micro-polygones qui n’ont pas une réalité opérationnelle.

Les limites des UT et des forêts sont présentes sur la carte ainsi que les numéros de parcelles afin de permettre aux agents de se repérer plus aisément. La desserte est également affichée en faisant la distinction entre les pistes et les routes.

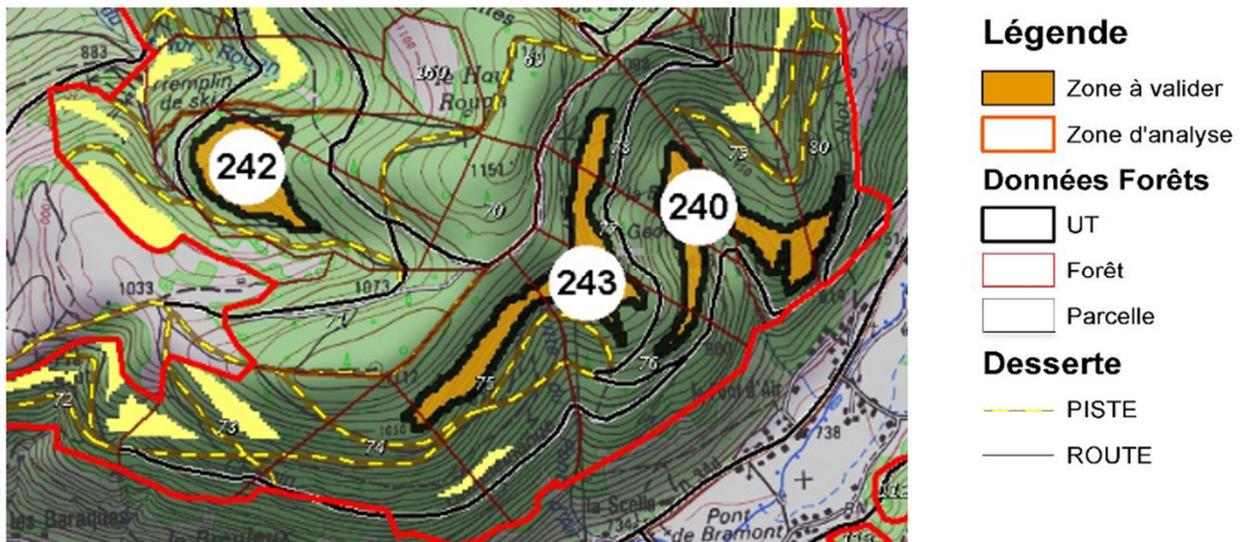


Figure 20 : Exemple de rendu cartographique. Source : ONF

4.4. Intégration des zones non exploitées (RBI et autres)

Il existe des surfaces qui pour des raisons réglementaires ou choix de gestionnaire prohibent l'exploitation forestière sous toutes ses formes. Celles présentes dans la zone d'étude sont les suivantes : réserves biologiques intégrales (RBI) et îlots de sénescences (ILS). L'objectif de cette étape est d'identifier ces surfaces pour les exclure des zones potentiellement exploitables avec des moyens alternatifs.

4.4.1. Les réserves biologiques intégrales (RBI)

Les RBI sont des espaces-témoins voués à la libre évolution des forêts. Si les plus anciennes ont été créées il y a plus de 60 ans, c'est depuis les années 1990 que l'ONF a entrepris de constituer un réseau national représentatif de toute la diversité des milieux forestiers, des plus communs jusqu'aux plus remarquables. Comme il n'y a donc pas de coupe visant la mobilisation des bois dans les RBI, on les exclut des zones à potentiel d'exploitation.

4.4.2. Les îlots de sénescences (ILS)

Les îlots de sénescences sont fixés à l'aménagement, il s'agit de petits peuplements laissés en évolution libre sans intervention culturale et conservés jusqu'à leur terme physique, c'est-à-dire jusqu'à l'effondrement des arbres. Les îlots de sénescence ont pour principal objet d'assurer la présence des éléments des stades de vieillissement et de sénescence, peu présents dans le cadre d'un cycle sylvicole axé sur la production de bois.

Les îlots de sénescence sont composés d'arbres de faible valeur économique et qui présentent une valeur biologique particulière (gros bois à cavité, vieux bois sénescents, etc.). Les îlots de sénescence sont donc préférentiellement recrutés dans des peuplements de qualité technologique moyenne à médiocre, des peuplements peu accessibles, des séries boisées d'intérêt écologique, etc. Pour des raisons de sécurité et de responsabilité, ils sont choisis hors des lieux fréquentés par le public (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, 2009).

4.4.3. Intégration des données dans le SIG

Afin d'intégrer ces données dans le SIG, on utilise l'outil « Intersecter » dans Arcgis qui calcule une intersection géométrique des entités en entrée. Les entités ou les portions des entités superposées dans toutes les couches et/ou classes d'entités sont enregistrées dans la classe d'entités en sortie (ArcGis, Fonctionnement de l'outil Intersecter, 2016). Cette opération a été effectuée entre les couches des RBI, des îlots de sénescences et celle des zones de plus de 5 ha à valider.

4.5. Intégration de la dimension zones humides

Au sens de la loi sur l'eau de 1992, les zones humides sont définies comme suit : « terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ». Au sens de la convention de Ramsar, elles sont définies comme « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres » (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2016).

La SER du massif vosgien central, en totalité située dans le bassin versant Rhin-Meuse, abrite un chevelu dense de ruisseaux et de zones humides associées. Ces milieux aquatiques jouent des rôles essentiels. D'une part en alimentant en eau le réseau hydrographique et en assurant leur rôle naturel de filtre pour la consommation humaine. D'autre part en abritant une importante biodiversité.

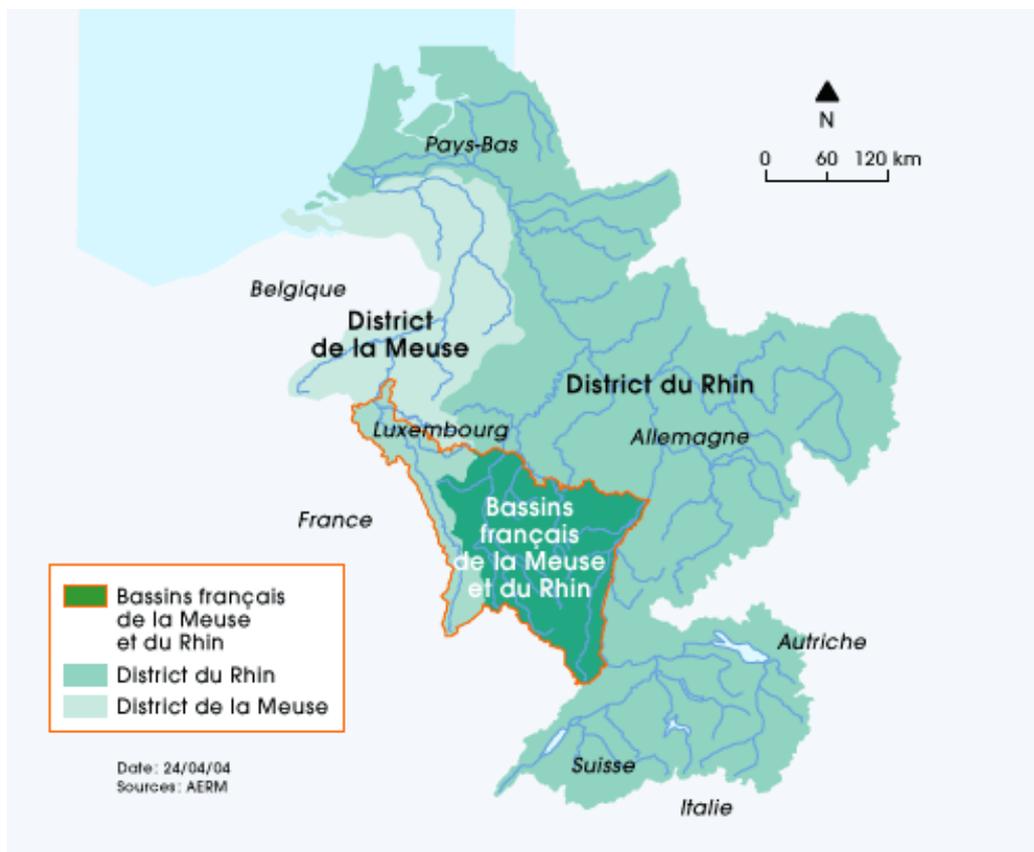


Figure 22 : Le bassin Rhin-Meuse dans son contexte international. Source : Agence de l'eau Rhin-Meuse

Sur la zone d'étude nous disposons des données suivantes :

- les zones humides remarquables (ZHR) du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) ;
- les périmètres de captages d'eau potable ;
- les zones humides (tourbières, mares, etc.) recensées par l'ONF en Alsace.

4.5.1. La gestion forestière et ses impacts sur l'eau

La forêt, de par sa composition et son couvert végétal continu et durable, protège la qualité physico-chimique de l'eau. Elle abrite des milieux humides de bonne qualité écologique, régule les crues et réduit l'érosion des sols. Mais la gestion et l'exploitation forestière peuvent dégrader les milieux aquatiques et les habitats humides associés. Au niveau de l'exploitation cela peut se produire lors des passages d'engins dans les ruisseaux qui génèrent des matières en suspensions, augmentent la turbidité de l'eau et détruisent des zones de fraies. Mais aussi par les nombreux ouvrages de franchissement (passage busé, pont...) qui occasionnent le plus souvent une interruption entre l'amont et l'aval du cours d'eau, et forment des obstacles pour les déplacements de la faune aquatique. Enfin, l'érosion liée à la circulation des engins sur les cloisonnements et pistes est plus accentuée avec la pente.

L'utilisation du câble-mât

Dans le cadre d'un projet pédagogique sur la ressource en eau, des étudiants ingénieur spécialisés en Gestion des Milieux Naturels du centre AgroParisTech de Nancy ont travaillé autour des enjeux écologiques sur les bassins versants des lacs de Gérardmer, Longemer et Retournermer (Gestion des Milieux Naturels promotion 2016-2017, 2017). Ce travail préconise de modifier les pratiques de gestion forestière en exploitant par câble aérien les zones sensibles à l'érosion afin de diminuer l'impact de l'exploitation forestière sur l'érosion des versants. Pour exemple l'étude évoque l'impact de l'érosion, liée à la circulation des engins sur les réseaux de pistes d'exploitation, sur l'envasement du lac de Retournermer.

Les lignes de câbles ne doivent pas être disposées à la perpendiculaire du sens de la pente afin d'éviter l'apparition de griffes d'érosion. De plus, l'érosion des sols due au débusquage des grumes dans les parcelles est évitée. Il n'y a plus de circulation d'engins lourds sur les pistes. L'érosion est donc très limitée. Par ailleurs, l'impact paysager des lignes de câbles est faible comparé à l'ouverture de cloisonnement d'exploitation.

Une synergie entre problématiques pente et eau peut s'effectuer. La majorité des acteurs est favorable à ce type d'exploitation, qui concilie la mobilisation de bois avec la conservation d'un bon état du sol et du milieu. Cependant, la viabilité économique reste à montrer, et l'appui par des subventions est nécessaire pour l'instant si on veut développer ce modèle.

Il serait opportun d'utiliser le câble dans les situations suivantes :

- pente faible (<20%) sur sol très humide : tourbière, pessière sur sol engorgé ;
- bassin versant très sensible à l'érosion (contexte de forte pente avec sol sableux) ;
- bassin versant avec beaucoup de captage d'eau potable (Masevaux) ou de milieux humides.

4.5.2. Les zones humides remarquables (ZHR)

Pour notre étude, la dimension zone humide (ZH) s'effectue en intégrant les ZH remarquables. Les zones humides remarquables sont les zones humides qui abritent une biodiversité exceptionnelle. Elles correspondent aux zones humides intégrées dans les inventaires des espaces naturels sensibles d'intérêt au moins départemental, ou à défaut, aux Zones naturelles d'intérêt écologique floristique et faunistique (ZNIEFF), aux zones Natura 2000 ou aux zones concernées par un arrêté de protection de biotope et présentent encore un état et un fonctionnement biologique préservés a minima. Leur appartenance à ces zones ou à ces inventaires leur confère leur caractéristique de zone humide remarquable. Elles imposent la constitution d'inventaires détaillés. Ces derniers sont déjà initiés mais encore incomplets.

Des zones dites remarquables ont été identifiées dans le bassin Rhin-Meuse et constituent autant de priorités d'actions pour la préservation. Elles représentent 35 000 ha, soit de l'ordre de 4,2 % de la surface du bassin réparties en : 40 % de forêts humides ; 35 % de prairies humides ; 19 % d'étangs et mares ; 6 % de marais et de tourbières.

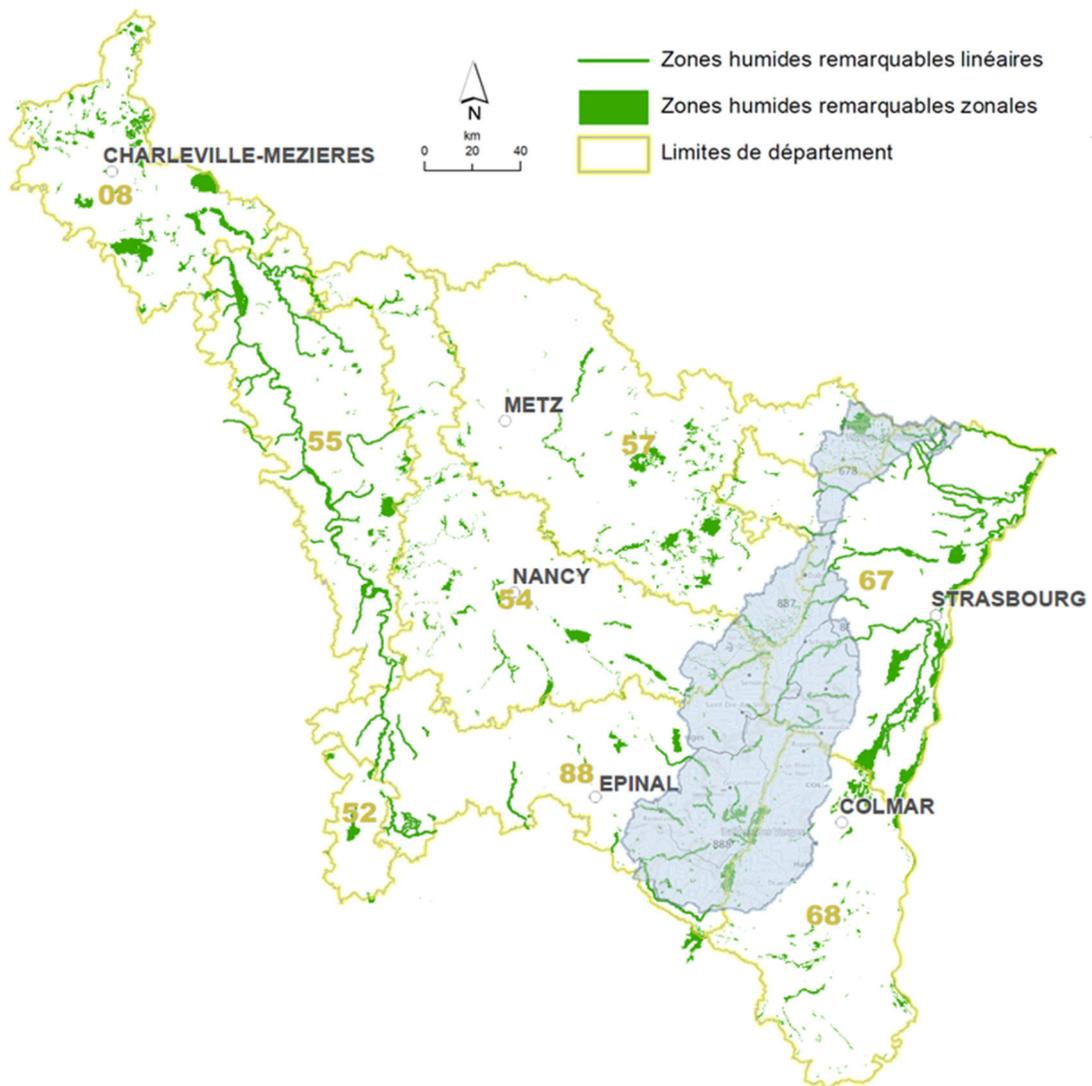


Figure 23 : Zones humides remarquables du SDAGE des bassins Rhin et Meuse 2016-2021. Source : Agence de l'eau Rhin-Meuse

4.5.4. Les périmètres des captages d'eau potable

L'instauration de périmètres de protection autour d'un captage constitue un moyen de prévention face aux pollutions ponctuelles et accidentelles et contribue à assurer la qualité de l'eau distribuée à la population pour sa consommation. Ils interdisent ou réglementent les activités qui pourraient nuire à la qualité des eaux captées. Le code de la santé publique définit trois périmètres (AGENCE RÉGIONALE DE LA SANTÉ DE LORRAINE, 2014) :

- 1 : un périmètre de protection immédiate (PPI) obligatoire qui correspond au terrain d'implantation de l'ouvrage. Il protège de la malveillance et sert à éviter l'introduction directe de substances polluantes dans l'eau. Toutes les activités autres que celles nécessaires à l'exploitation de l'ouvrage et à son entretien y sont interdites.

- 2 : un périmètre de protection rapprochée (PPR) obligatoire qui correspond à la zone de vulnérabilité du captage. Il doit protéger efficacement le captage vis-à-vis de la migration souterraine des substances polluantes. Les activités qui y sont présentes sont réglementées ou interdites pour les plus polluantes d'entre elles car elles sont susceptibles d'avoir un impact sur la qualité de l'eau.

- 3 : un périmètre de protection éloignée (PPE) non obligatoire qui correspond à l'aire d'alimentation du point d'eau, voir à l'ensemble du bassin versant. Ce périmètre permet d'attirer l'attention des services publics sur la nécessité de respecter la réglementation en vigueur.



Figure 24 : Les périmètres de captage. Source : Agence Régionale de la Santé

Préconisations à prendre dans les périmètres de protection de captage

La SER du massif vosgien central est concernée par un enjeu fort d'eau potable avec des précipitations alimentant la nappe alluviale du Rhin sur le versant alsacien et celle de la Meuse sur le versant lorrain. Cela se traduit par la présence de nombreux périmètres de protection de captage qui sont à prendre en compte lors de l'exploitation des bois dans diverses activités :

L'abattage des tiges : dans le PPR ne doit pas mettre en péril l'intégrité des ouvrages de captage. L'abattage dirigé permet d'orienter la chute des arbres. Cette technique demande plus de temps et baisse par conséquent la productivité du chantier.

Le stationnement des engins : doit éviter de provoquer des pollutions accidentelles et d'engendrer des pollutions diffuses indésirables au niveau du captage. Avant chaque journée de travail le conducteur doit réaliser un contrôle global de l'engin.

Le débardage : peut modifier les écoulements dans l'eau du captage et engendrer des pollutions diffuses au niveau du captage. L'utilisation d'un débusqueur ou d'un porteur peut être à l'origine de pollutions aux hydrocarbures, de pollutions minérales (mise en suspensions d'éléments fins), de détérioration du pouvoir épurateur du sol par orniérage et tassement.

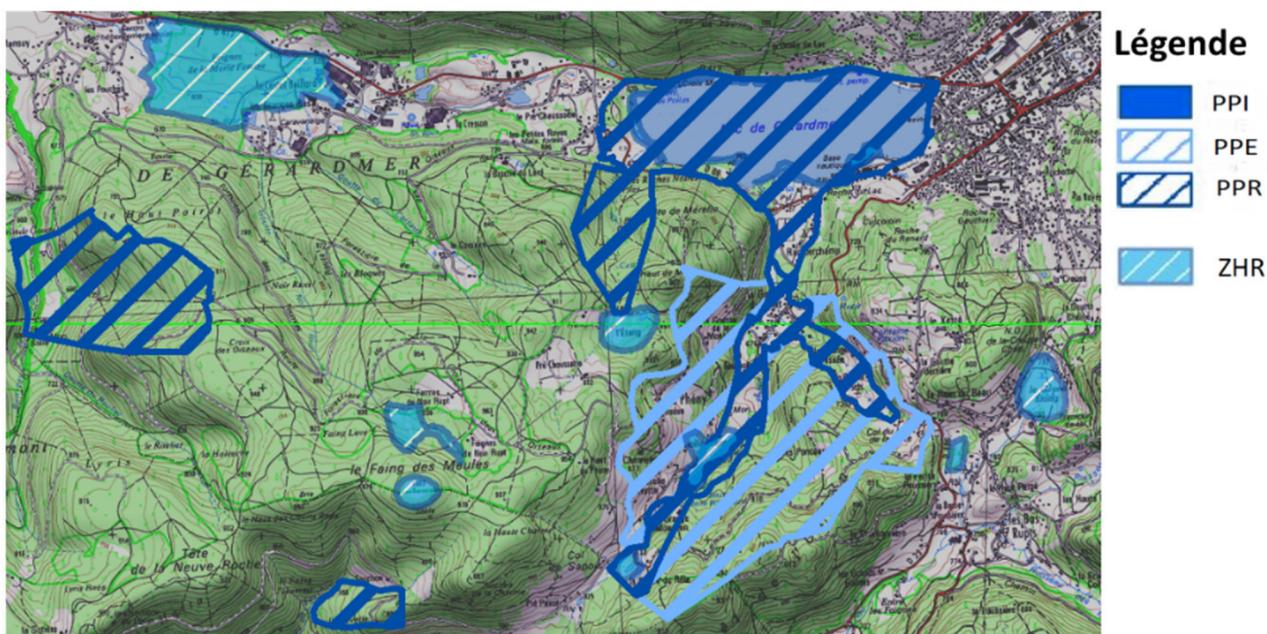
Le câble-mât est une alternative intéressante dans ce type de situation fragile. En effet, les PPR sont des zones privilégiées pour ce mode de débardage comme c'est le cas en Alsace à Masevaux depuis 2007. Pour le moment, la solution la plus courante reste les couples bucheron-débusqueur ou abatteuse-porteur. En mettant en place une gestion de chantier très rigoureuse (incluant une cartographie précise des éléments de captage, une visite préalable du chantier avec un responsable), il est possible, dans la majorité des cas, de rendre compatible ce mode de débardage avec la protection des captages (EQUENOT (Jimmy), 2008).

Le stockage des bois : risque d'engendrer des pollutions diffuses au niveau du captage par les travaux de maintenance et les manœuvres d'engins. De manière générale, le stockage des bois est interdit dans les PPR à cause des manœuvres d'engins.

L'utilisation de moyens de débardage alternatifs autour des captages d'eau potable n'est pas soumise à une obligation légale mais à un choix du gestionnaire. Une gestion de chantier classique très rigoureuse est par conséquent compatible avec la protection des captages. Les périmètres de captages seront intégrés dans l'étude.

4.5.5. Résultats

A l'échelle de la sylvoécocorégion, les zones humides remarquables représentent une surface totale de 26 891 ha dont 14 759 ha situés en forêt publique. Les périmètres des captages représentent une surface totale de 82 295 ha (18 ha PPI, 52 339 ha PPR, 29 938 ha PPE) dont 58 566 ha situés en forêt publique (11 ha PPI, 39 236 ha PPR, 19 319 ha PPE).



5. Validation des premiers rendus par les responsables de terrain

Pour chaque UT, il est demandé aux agents de terrain de valider ou non les zones définies par CARTUVI. Ce retour est indispensable car le MNT utilisé dans l'étude lisse beaucoup les microtopographies (barres rocheuses, fossés) et car aucune couche d'obstacle au sol n'est disponible sur la zone d'étude (roches). Les rendus des responsables de terrain s'effectuent à l'aide d'une carte disposant d'étiquettes d'identification des zones à valider de plus de 5 ha et d'une fiche retour au format Excel.

5.1. Mise à disposition des données

5.1.1. Création d'un atlas

Chaque UT ayant une superficie variable, un atlas avec un quadrillage fixe sur l'emprise de la zone d'étude afin d'automatiser la visualisation des données a été créé. Pour faire cela on utilise l'outil "Entités de l'index du quadrillage" qui crée un quadrillage d'entités surfaciques rectangulaires pouvant être utilisé en tant qu'index pour spécifier des pages pour un atlas à l'aide de pages dynamiques (ArcGis, Fonctionnement de l'outil Entités de l'index du quadrillage, 2016). Dans notre cas on crée un quadrillage de cellules carrées (dalles) avec un maillage de 10 km. L'atlas est consultable en annexe n° 6.

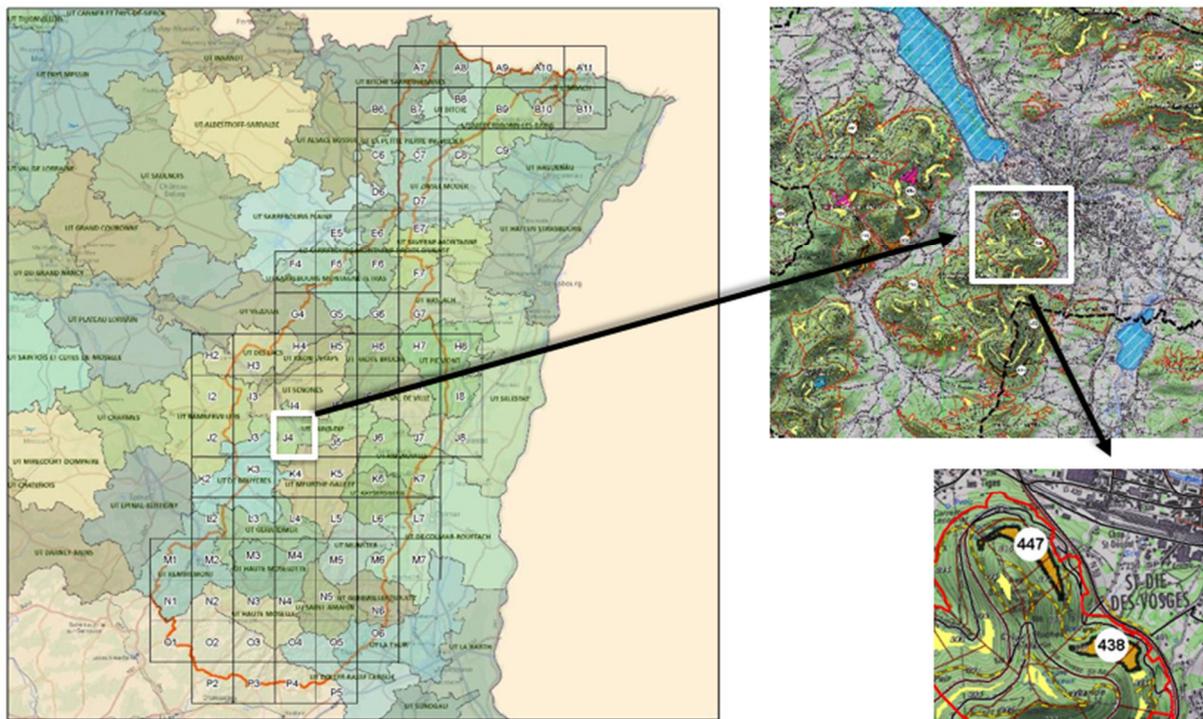


Figure 26 : Structuration de l'atlas de la zone d'étude. Source : ONF

5.1.2. Création d'un lien HTML

Une fois l'atlas créé, une interface web pour l'utilisateur a été mise en place. Elle lui permet de visualiser les dalles présentes sur son UT. L'utilisateur peut choisir de visualiser ces dalles avec comme fond une carte d'élévation (MNT) ou une carte IGN (SCAN 25). Cette interface permet à l'utilisateur de zoomer sur les cartes afin de situer très précisément les zones à valider.

5.2. Mise en place d'une fiche retour

Afin que les agents de terrain puissent valider les zones identifiées, j'ai élaboré une fiche retour Excel. Cette fiche retour donne pour chacune des zones identifiées de plus de 5 ha, son numéro d'étiquette, son UT, son code forêt, sa surface et renseigne (lorsque l'information est disponible) le type de peuplement présent.

La personne chargée de remplir cette fiche doit indiquer, pour chaque zone située dans son UT, si elle est techniquement exploitable au skidder, au câble-mât et en mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé. Cela sans prendre en compte l'aspect économique de la coupe. L'opération de choix du système d'exploitation doit se faire par retour terrain car on ne dispose pas d'une couche d'obstacle sur le SIG permettant de discriminer l'exploitation avec treuil d'assistance synchronisé au profit du câble-mât.

Une colonne commentaire est également présente pour d'éventuelles remarques ou ajouts de parcelles non identifiées. Par ailleurs il est demandé d'identifier les zones de moins de 5 ha (affichées en jaune sur la carte) qui en cumul sont opportunes à exploiter avec un système d'exploitation alternatif. Il est également demandé d'identifier des zones humides ou des sols non portants ou sensibles au tassement où l'exploitation au câble-mât serait adaptée.

5.3. Retours des unités territoriales (UT)

L'étape du retour des UT a été longue et difficile car la zone d'étude englobe (en entier ou en partie) 39 UT. J'ai diffusé par mail l'enquête auprès des UT le 29 février. Le rendu a été rapide dans les UT où aucun secteur ne nécessitait de système d'exploitation alternatif et où des créations de piste sont en cours (UT de Luxeuil-Les-Bains). Suite à la diffusion de l'enquête, j'ai animé des présentations du projet auprès des UT qui le souhaitaient. J'ai effectué une présentation auprès des responsables d'UT de l'agence Vosges Montagne le 19 mars, suivie d'une même présentation pour l'agence Mulhouse le 23 mars et puis l'agence de Schirmeck le 26 mars suivie d'une tournée terrain sur des parcelles nécessitant des moyens de débardage alternatifs. L'agence Nord Alsace étant moins concernées que les autres, j'ai présenté l'étude au directeur d'agence le 9 avril.

Le 7 mai, j'ai diffusé par mail aux directeurs d'agence les premiers résultats partiels de l'étude et le taux de retour par agence. Cela a permis aux DA de se rendre compte de l'avancement de l'étude dans leur agence et de relancer leurs UT n'ayant pas répondu à l'enquête. Un exemple de retours de l'enquête Excel est consultable en annexe n° 4.

Certaines UT ont demandé une présentation de l'étude après leur retour effectué ainsi qu'un diagnostic de terrain en leur présence pour déterminer le système d'exploitation à mettre en place dans certaines parcelles problématiques. C'est le cas de l'UT de Kaysersberg où cela s'est fait le 28 mai et l'UT du Piemont le 31 mai.

5.4. Résultats

Suite à l'enquête diffusée le 28 février, les 17 357 ha de zones identifiées en forte pente de plus de 5 ha nécessitant des moyens de débardage alternatifs ont été renseignés avec les remontées d'information.

Les résultats se répartissent de la façon suivante sur la zone d'étude :

- 66% des zones identifiées avec l'outil CARTUVI sont débardables au débusqueur, cela vient du fait que la donnée desserte était incomplète dans certains secteurs ;
- 15% des zones ne font pas l'objet d'exploitation (la zone est dans une RBI, un îlot de sénescence, une réserve naturelle hors exploitation, etc.) ;
- 11% des zones sont débardables uniquement au câble-mât ;
- 4% des zones peuvent être débardées en mécanisation-treuilée ;
- 4% des zones sont exclues de l'étude, nous allons voir pourquoi par la suite.

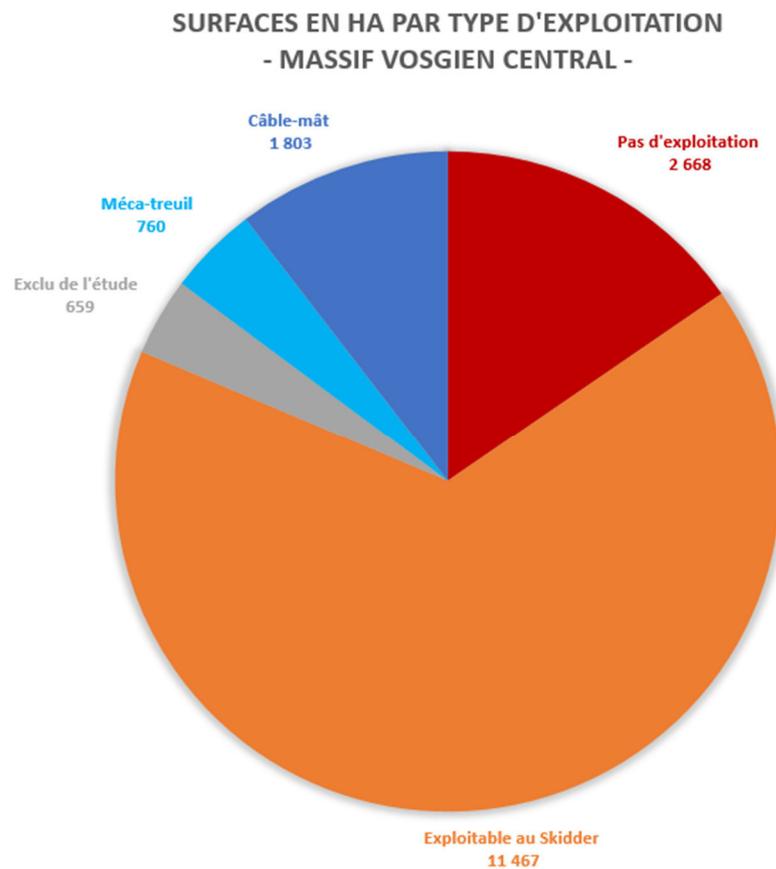


Figure 27 : Surfaces générées par CARTUVI en ha par type d'exploitation sur la zone d'étude.

Source : ONF

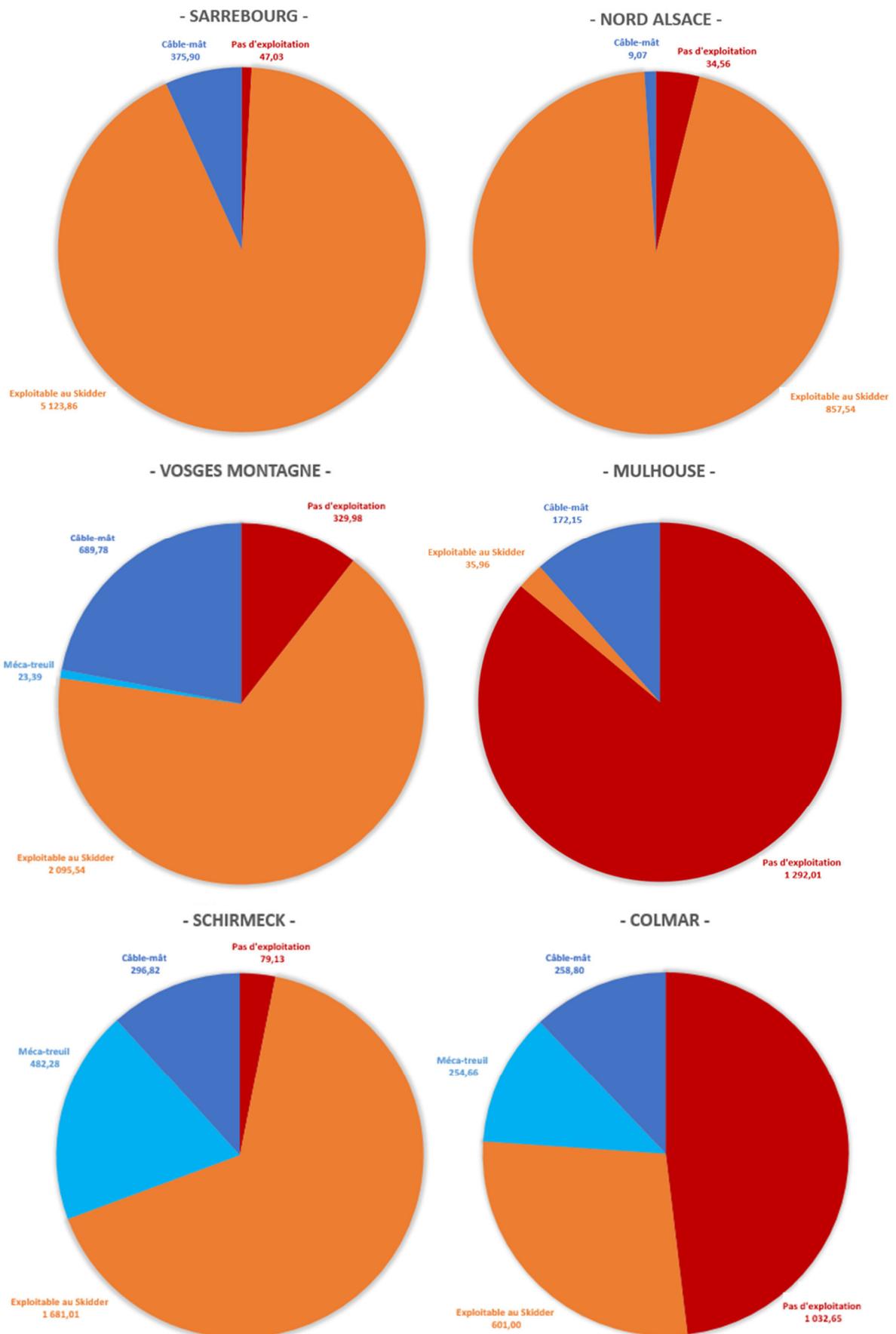


Figure 28 : Détail par agence des surfaces générées par CARTUVI en ha par type d'exploitation.
Source : ONF

Ces résultats nous montrent les limites des paramètres retenus pour l'algorithme permettant de définir les zones non exploitables de façon classique. Le fait d'avoir fixé un seuil de pente de 20 %, à partir duquel le débusqueur doit travailler à partir des routes et des pistes est discutable. En effet, ce seuil de pente de 20 % est une estimation basse de la limite d'intervention du tracteur débusqueur sur la parcelle. Le fait de remonter ce seuil de pente à 35 %, ce qui correspond à l'estimation haute de la limite d'intervention du skidder sur la parcelle, aurait été probablement plus proche de la réalité et aurait diminué le nombre de zones à valider.

Une partie des agences de la zone d'étude ont été retirées, il s'agit des agences de Nord Franche-Comté (un retour était possible mais trop tardif), Vesoul (une étude câble aérien a été menée en 2017 et l'agence a opté pour la création de pistes), Vosges ouest et Meurthe-et-Moselle (la donnée desserte était incomplète, toutes les zones identifiées sont accessibles classiquement).

Au final, les surfaces potentielles sont restreintes en regard de la surface totale de production du massif vosgien (2 563 ha sur 273 00 ha soit 1 %). Ce constat explique pour partie les difficultés pour développer une filière d'exploitation par câble.

L'agence Nord Alsace est très peu concernée par le câble-mât, mais malgré ce peu de surface elle a mis en place un marché triennal (2017-2020) de coupe au petit câble-mât qui concerne des premières éclaircies.

L'agence de Mulhouse se caractérise par une très grande proportion (86 %) de zones non exploitables, cela s'explique d'une part avec le projet de réserve biologique du Val de la Doller qui est en cours d'étude, d'autre part avec le nombre important de chênaies thermophiles qui ont un objectif unique de protection des milieux (pas de coupe ni de travaux sylvicoles prévus à l'aménagement) et enfin par le secteur du Hartmannswillerkopf (théâtre de violents combats entre Français et Allemands entre 1914 et 1946). Ces zones n'apparaissent donc pas dans la couche de zones non exploitées (RBI et ILS).

Pour la mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé, le potentiel est de 760 ha, concentré sur les agences de Colmar et Schirmeck. Cela s'explique par le fait que ces deux agences disposent de responsables mécanisation qui ont pour objectif de promouvoir l'exploitation mécanisée. En Alsace seulement 10% des coupes sont mécanisées car les communes propriétaires emploient des bûcherons salariés (spécificité du droit local Alsace-Moselle) et ont donc recours traditionnellement au mode d'exploitation manuelle. Le fait que la mécanisation treuillée se concentre sur ces deux agences signifie également que ce mode d'exploitation est méconnu voir craint dans les autres agences. Par exemple, l'agence Vosges montagne redoute le risque de scalpage des sols avec ces engins car de mauvaises expériences ont eu lieu dans le passé. C'est là une des limites du retour des UT car les facteurs de méconnaissance des outils ainsi que le degré de sensibilisation de la personne au mode d'exploitation ont une incidence sur la façon dont elle va répondre au formulaire.

Par ailleurs, 68 % des surfaces câble-mât sont situées en forêt domaniale et 73 % des surfaces exploitables en mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé est situé en forêt des collectivités, cela s'explique par le fait que ces surfaces sont situées essentiellement en Alsace où 66 % de la surface gérée par l'ONF est constituée de forêts appartenant à des communes ou des collectivités (INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE, 2013).

Lors de la présentation des résultats des zones à exploiter avec un mode d'exploitation alternatif validées par le retour terrain, il a été mentionné que des zones non exploitables classiquement n'ont pas été recensées. Il s'agit de zones où la pente est supérieure à 35 %, avec des peuplements de petits bois, situées entre deux routes ou pistes dont la largeur n'excède pas les 200 m. L'analyse avec CARTUVI n'a pas identifié ces zones car elles ne sont pas à plus de 50 m en amont et de 150 m en aval de la desserte. L'information n'a pas été remontée systématiquement par le terrain d'où la limite de l'enquête si les zones ne sont pas pré-ciblées avec l'analyse SIG. On sous-estime alors le potentiel de coupes de

première éclaircie. Ces zones doivent être exploitées à l'aide de moyens alternatifs car le débusqueur ne va pas chercher les petits bois pour des raisons de rendements et le porteur ne peut pas travailler dans une pente de plus de 35 % sans treuil d'assistance synchronisé.

J'ai effectué une analyse croisant les peuplements de petits bois (PB) avec les pentes de plus de 35 % sans prendre en compte la desserte afin de recenser ces zones. Ce sont au total 27 600 ha qui sont concernés sur la zone d'étude (dont seulement 1 080 ha recensés dans cette étude). A titre indicatif, la répartition de la surface de ces peuplements par agence est la suivante :

Agence	Surface (ha) avec des peuplements de petits bois où pente > 35 %
Schirmeck	8 359
Colmar	7 838
Mulhouse	3 629
Nord Alsace	3 844
Sarrebourg	1 854
Vosges montagne	2 076
Total	27 600

Tableau 5 : Surface (ha) par agence avec des peuplements de PB où pente > 35 %. Source : ONF

Il serait intéressant comme poursuite de cette étude d'identifier de plus près ces zones afin de savoir lesquelles nécessitent des moyens de débardage alternatifs.

A partir des zones à potentiel de récolte validées, l'approche peut s'affiner pour avoir une idée plus précise de la surface des zones à exploiter avec un mode de débardage alternatif, c'est ce dont nous allons parler dans la partie suivante.

6. De l'enquête terrain à la réalisation du programme de coupe

6.1. Passage de l'échelle de la zone à potentiel de récolte à l'échelle de la zone à exploiter avec un mode de débardage alternatif

6.1.1. Explication de la méthode

Une fois une zone à potentiel de récolte validée par les équipes de terrain, il faut élargir la zone en cohérence avec le réseau de desserte, la topographie ou d'autres contraintes locales. En effet, toute la parcelle n'est pas forcément concernée par un mode de débardage alternatif et inversement la zone identifiée trop restrictive. Illustrons cela avec la zone à potentiel de récolte n°766 de 7,4 ha située dans la FD du DONON qui a été remontée comme uniquement exploitable au câble-mât. Trois parcelles sont concernées par cette zone : 147, 148 et 149.

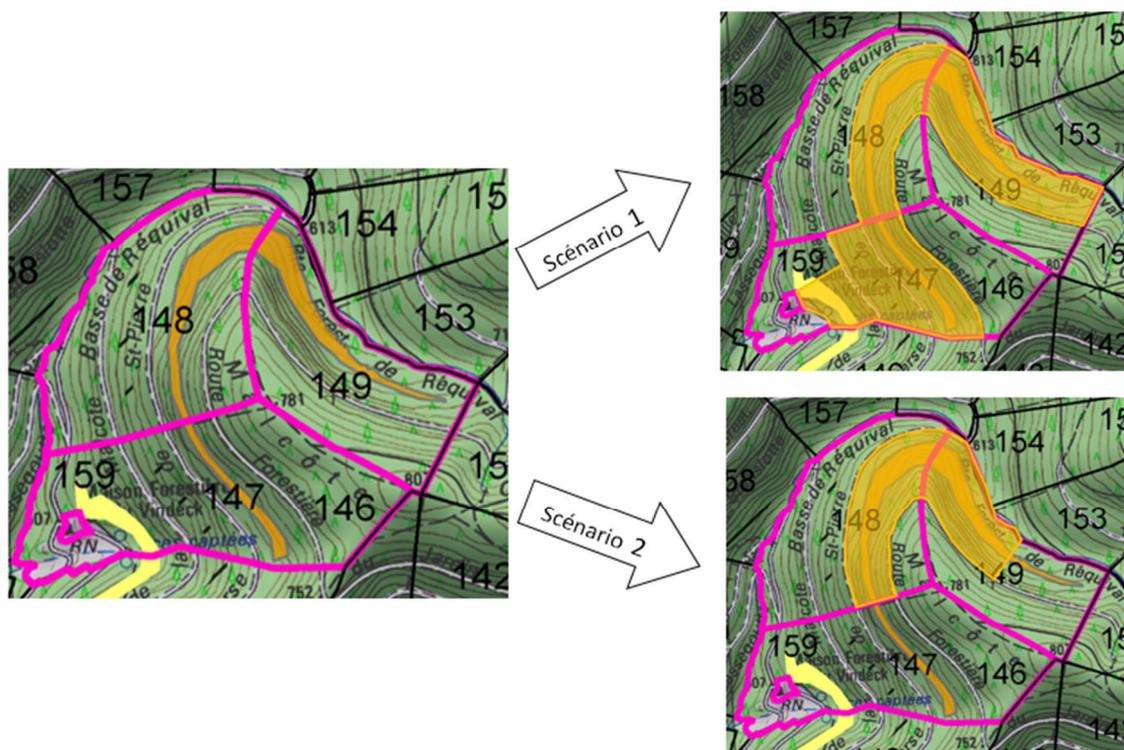


Figure 29 : Scénarios d'élargissement des zones initiales. Source : ONF

La zone à exploiter au câble-mât est élargie jusqu'aux routes ou pistes qui la bordent. Plusieurs scénarios sont possibles. Dans le scénario 1, pour la parcelle 147, on va plus loin que la bordure des routes car une source captée est située en bas de la parcelle et dans cette même zone un polygone de moins de 5 ha (en jaune) nous indique qu'une petite zone pose des difficultés d'accès à la ressource. Dans le scénario 2 on choisit d'exploiter la parcelle 147 classiquement quitte à classer la partie non exploitable classiquement en îlot de sénescence par exemple.

Cette opération nous donne les résultats suivants :

Parcelle	Surface zone avant élargissement (ha)	Surface zone élargie (scénario 1)	Surface zone élargie (scénario 2)
147	1,4	15,8	-
148	3	10,3	10,3
149	3	12,9	7,7
Total	7,4	39	18

Tableau 6 : Élargissement de la zone initiale CARTUVI. Source : ONF

On passe d'une zone à potentiel de récolte de 7,4 ha à 39,01 ha pour le scénario 1 et de 7,4 ha à 18 ha pour le scénario 2. La suite de l'étude se fera exclusivement sur la base du scénario 1 car dans le scénario 2 il est difficile d'appréhender où fixer la limite de la zone sans effectuer une visite de terrain.

6.1.2. Résultats de l'élargissement des zones

Une fois les zones initiales élargies avec le scénario 1, on obtient les résultats suivant en croisant cette couche avec celle des groupes d'aménagements des unités de gestion (UG) du référentiel des forêts de l'ONF (RDF) :

Agence	AME	ATT	HSN	HSY	ILS	ILV	IRR	PAR	REC	REG	TAI	X	Total
Schirmeck	1 243	22	31	6	6	24	289		56	335	4		2 015
Colmar	1 348	48	2	137	16	38	468	42	2	49	20	41	2 210
Mulhouse	173		24	4	4	1	155			19			381
Nord Alsace	51						28			1			80
Sarrebourg	54		8		20		904		2	36			1 024
Vosges montagne	284	11	40	129	12	21	1 372	150		210			2 228
Total	3 152	81	105	276	58	85	3 216	193	60	649	25	41	7 938

Tableau 7 : Surface (en ha) des groupes d'aménagement de toutes les UG situées sur les zones élargies. Source : ONF

Les différents traitements sylvicoles présents sont les suivants :

- AME : phase d'amélioration ;
- ATT : attente sans traitement défini ;
- HSN : en libre évolution naturelle ;
- HSY : hors sylviculture ;
- ILS : îlot de sénescence ;
- IRR : futaie irrégulière ;
- ILV : îlot de vieillissement ;
- PAR : futaie par parquets ;
- REC : phase de récolte ;
- REG : phase de régénération ;
- TAI : taillis ;
- X : traitement non renseigné.

On constate qu'en élargissant les zones on a englobé des zones non exploitables qu'il va falloir enlever (ILS, HSY et HSN) :



Figure 30 : Soustraction des UG hors sylviculture sur les zones élargies. Source : ONF

Sur l'ensemble de la zone d'étude, le passage à l'échelle de la zone initiale à la zone élargie (à exploiter) nous donne les résultats suivants :

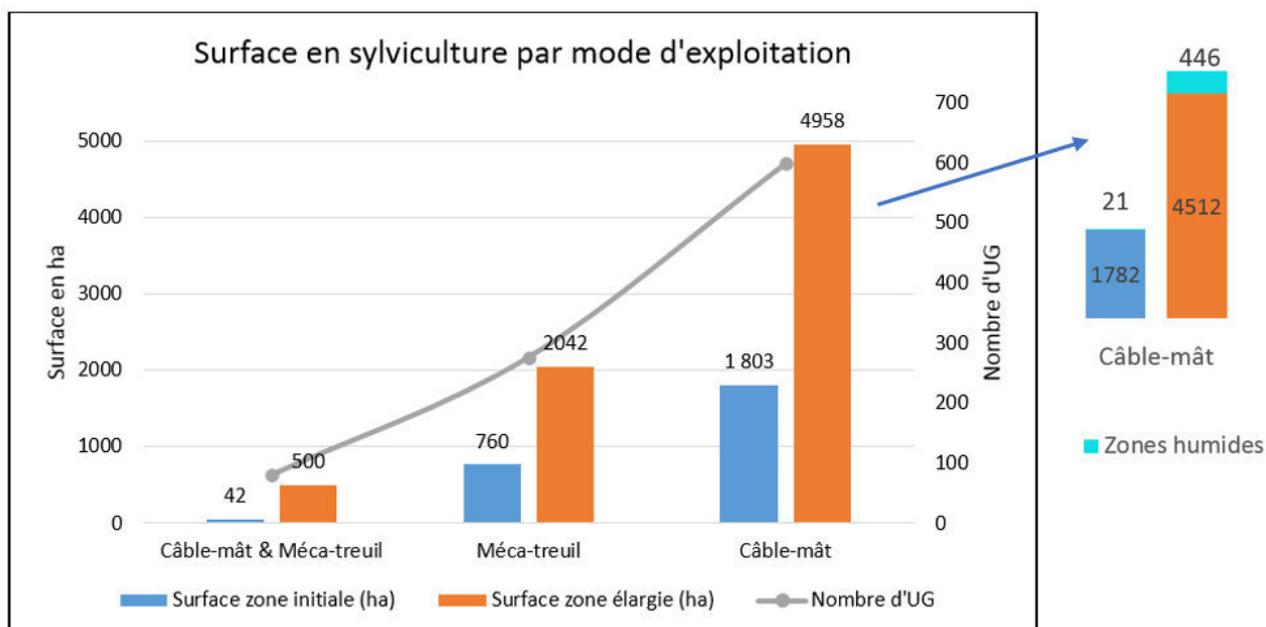


Figure 31 : Surface (en ha) par mode d'exploitation. Source : ONF

Ces résultats montrent l'impact de l'opération d'élargissement des zones initiales avec le scénario 1. Le choix d'élargir ou non la zone à exploiter au câble-mât est donc important pour définir le niveau d'activité potentiel.

Certaines UT ont fait remonter des parcelles ne figurant pas dans les zones à valider, ces ajouts représentent environ 900 ha dont 446 ha de zones humides. Une grande partie de ces zones humides est située sur des secteurs où la pente est comprise entre 20 et 35%.

Il y a 479 ha qui sont débardables au câble-mât ou en mécanisation treuillée, il faudra étudier ces parcelles au cas par cas afin de savoir quel mode est le mieux adapté.

6.2. Choix du mode d'exploitation

Maintenant que les zones élargies des futurs chantiers sont définies, on va chercher à savoir quel système d'exploitation mettre en place pour chaque zone. Pour ce faire, j'ai renseigné sur le SIG pour chaque zone élargie les paramètres complémentaires suivants :

- Le type de voirie : route ou piste en prenant en compte seulement le type de voirie en amont dans le cas où il existe une desserte amont et aval ;
- Le sens du débardage : amont ou aval en prenant en compte que le sens amont s'il existe une desserte amont et aval ;
- La distance de la ligne de câble qui correspond à la distance de débardage depuis la desserte jusqu'au fond de la parcelle (distance la plus éloignée prise en compte) ou jusqu'à la desserte la plus proche (cas des zones traversées par des pistes).

Pour les zones où la mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé a été remontée (2 042 ha) on choisit en toute logique ce mode d'exploitation. Pour les zones où la mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé est possible ainsi que celle au câble-mât (500 ha), on décide de passer toutes ces surfaces en mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé. Ceci ne reflète pas forcément la réalité mais lorsque le programme de coupe devra être validé par le terrain on pourra discriminer les parcelles à exploiter au câble-mât.

Pour les zones à exploiter au câble-mât (4 958 ha), il faut affiner la donnée car nous avons vu dans la partie 3.4.3. que différents systèmes de câble aérien existent. A partir des paramètres complémentaires renseignés sur le SIG, le choix du système d'exploitation s'effectue de la manière suivante pour les zones à exploiter au câble-mât :

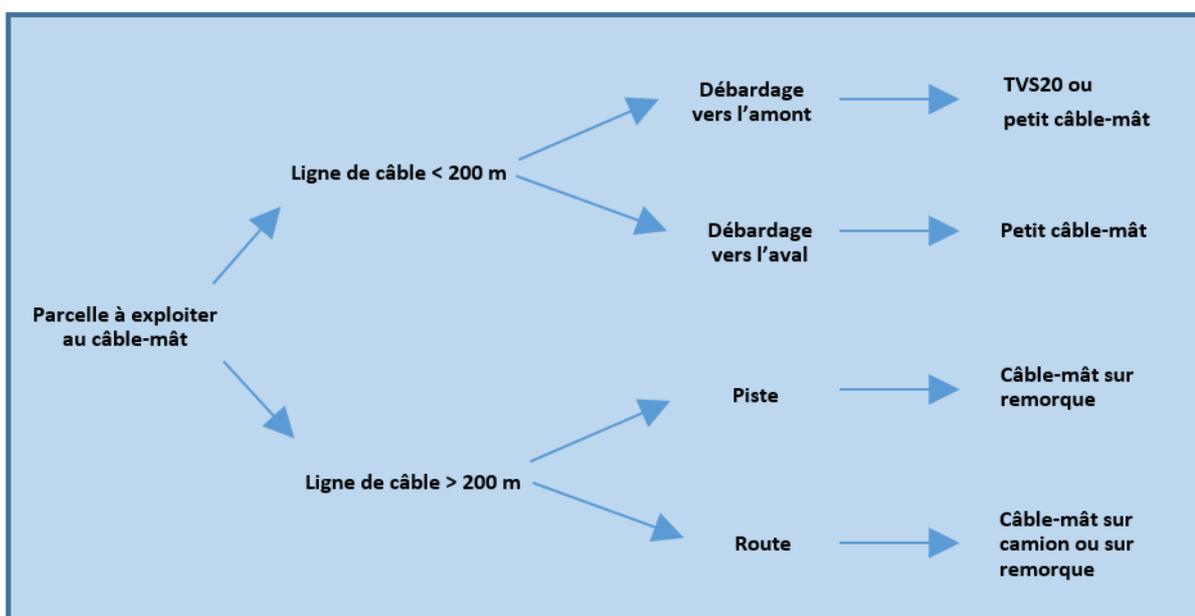


Figure 32 : Clé d'identification du système d'exploitation à mettre en place pour les zones câble-mât. Source : ONF

Cette opération nous donne les résultats suivants :

Agence	TVS20	Petit câble-mât	Câble-mât sur camion	Câble-mât sur remorque	Mécanisation avec treuil d'assistance	Total
Schirmeck	149	40	489	57	1 239	1 974
Colmar	341	47	553	101	1 012	2 055
Mulhouse	62	-	134	115	37	348
Nord Alsace	60	-	20	-	-	80
Sarrebourg	185	-	811	-	-	996
Vosges montagne	199	107	1 389	98	254	2 048
Total	996	195 + 996	3 396	371 + 3 767	2 542	7 500

Tableau 8 : Surface (en ha) par mode d'exploitation sur les zones élargies en sylviculture par agence. Source : ONF

Propriétaire	TVS20	Petit câble-mât	Câble-mât sur camion	Câble-mât sur remorque	Mécanisation avec treuil d'assistance	Total
Forêt domaniale	584	128	2 656	-	751	4 119
Autre forêt publique	412	66	740	371	1 791	3 380
Total	996	195 + 996	3 396	371 + 3 767	2 542	7 500

Tableau 9 : Surface (en ha) par mode d'exploitation sur les zones élargies en sylviculture par type de propriétaire. Source : ONF

Répartition des modes d'exploitation sur les zones élargies

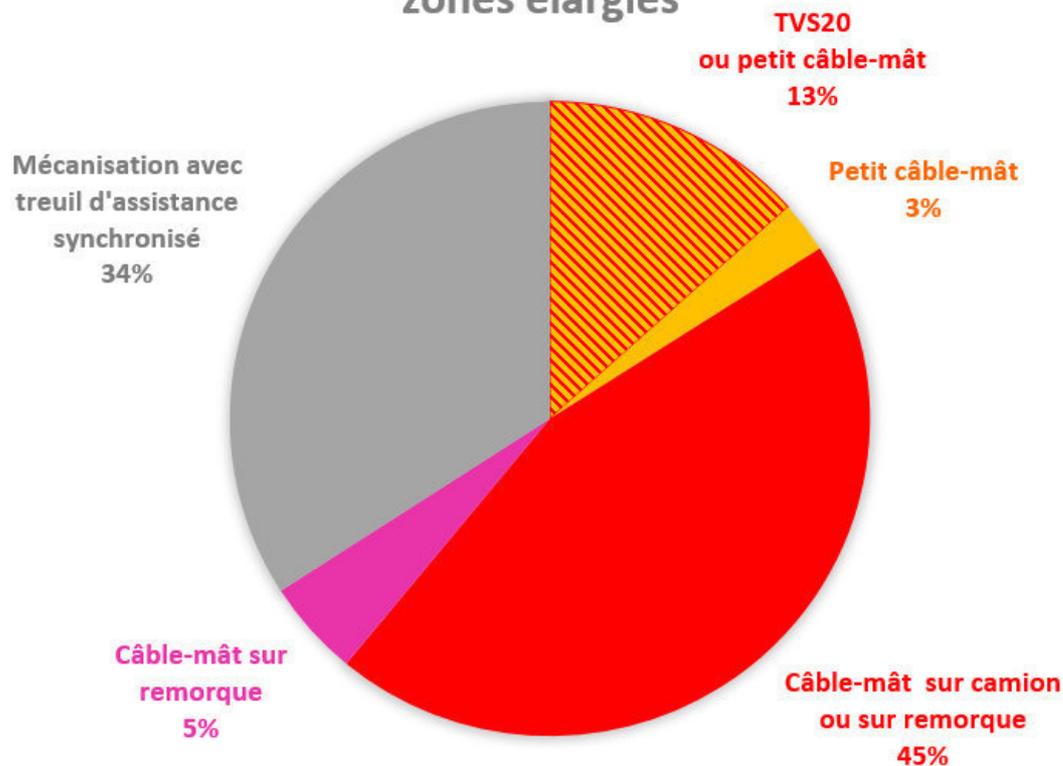


Figure 33 : Répartition des modes d'exploitation sur les zones élargies. Source : ONF

On constate que le petit câble-mât est en concurrence directe avec le TVS20 car ce dernier travaille sur les zones à débardage vers l'amont avec une distance de débardage inférieure à 200 m, ce que le petit câble-mât effectue également. Pour information, le débardage vers l'aval représente un surcoût d'exploitation de 10 €/ m³ pour le câble-mât.

La longueur de ligne moyenne sur la zone d'étude étant de 272 m, le câble-mât moyen se voit donc avoir un potentiel de 3 767 ha de surfaces où travailler. On est toutefois proche du seuil de 200 m.

La mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé a également un potentiel de chantiers fort avec 2 542 ha à exploiter.

Une fois le mode d'exploitation renseigné, la cartographie des secteurs en forêts publiques nécessitant des modes d'exploitation alternatifs a été générée. L'ensemble des cartes est consultables en annexe n° 8.

6.3. Estimation des volumes et produits potentiels

Cette étape consiste à estimer le volume et la nature des produits sur les forêts publiques. Cela permettra de définir le potentiel pour chacun des systèmes d'exploitation envisagés.

Différentes sources de données existent pour estimer les volumes et les produits. La plus courante est la donnée des inventaires IGN mais le maillage est trop lâche (un point au km²) pour cette étude. La donnée LiDAR est disponible mais seulement sur la partie sud-est du massif (agences de Mulhouse et Colmar).

Pour des raisons d'homogénéisation de la donnée on se basera sur la donnée LiDAR pour le calcul du volume à l'échelle de la zone d'étude uniquement si une variable du calcul du volume n'est pas disponible ou non pertinente. En revanche, on réalisera un focus sur les agences concernées pour comparer et estimer des marges d'erreurs qui permettent de relativiser les chiffres de cette étude.

Pour estimer les volumes et les produits il reste les données des aménagements. La base de données aménagement (nommée BDA en Alsace et BDPat en Moselle et dans les Vosges) est un fichier géo référencé créé lors de la conception des aménagements. Ce fichier comprend les données des placettes d'inventaires des aménagements (type de peuplement, surface terrière, essence principale, etc.).

L'estimation du volume et des produits va donc se faire en couplant les données des BDA/BDPAT avec les UG afin d'avoir une donnée la plus homogène possible sur l'ensemble de la zone d'étude.

6.3.1. Estimation du volume bois fort tige sur écorce

Le volume bois fort tige sur écorce (tronc et branches) à l'hectare (V), exprimé en m³/ha, correspond à la somme des volumes des tiges des arbres précomptables (diamètre > 17,5 cm pour l'ONF et > 7,5 cm pour l'IGN). Son calcul s'effectue en multipliant trois variables qui sont :

- la surface terrière (G), exprimée en m²/ha, qui correspond à la somme des sections, à 1,3 m du sol, des tiges des arbres précomptables (DREYFUS (Philippe), 2018). La moyenne des résultats des inventaires d'aménagements (BDA et BDPAT) donne la valeur : $G = 27,8 \text{ m}^2/\text{ha} \pm 0,9 \text{ m}^2/\text{ha}$. Selon l'IGN, la surface terrière est de 27,1 m²/ha en forêt domaniale et de 32 m²/ha dans les autres forêts publiques. En forêt privée la surface terrière atteint les 30 m²/ha (INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE, 2013) ;

- le coefficient de forme du peuplement (f), qui correspond au rapport du volume réel de l'arbre au volume d'un cylindre ayant comme base la section à 1,3 m et comme longueur, la hauteur h de l'arbre (à la découpe considérée) (DREYFUS (Philippe), 2018). Ici $f = 0,5$ car il s'agit de la valeur moyenne constatée au niveau national pour le volume bois fort (DREYFUS (Philippe), 2018) ;

- la hauteur totale des arbres (h), exprimée en m, est obtenue en extrapolant la données de hauteur LiDAR (disponible pour les agences de Colmar et Mulhouse) des zones à valider en fonction du groupe d'aménagement. On choisit d'extrapoler la donnée LiDAR car la hauteur n'est pas renseignée dans les inventaires d'aménagements. La donnée de hauteur IGN existe pour la sylvoécocorégion mais il s'agit d'une moyenne tous type de peuplements confondus (dont les peuplements trop jeunes pour faire l'objet d'une coupe). L'opération d'extrapolation de la donnée LiDAR donne les résultats suivants (pour rappel les codes des groupes d'aménagement sont expliqués dans la partie 6.1.2.) :

Groupe d'aménagement	Hauteur totale LiDAR (m)
AME	22,99
IRR	25,63
X	22,36
REG	28,48
REC	26,31
ILV	27,11
TAI	17,64
ATT	22,56
PAR	27,08
Moyenne	24,46

Tableau 10 : Hauteur totale (m) issue de l'inventaire LiDAR par groupe d'aménagement. Source : ONF

Pour chaque UG en sylviculture (7 500 ha), le calcul du volume bois fort tige sur écorce s'effectue (si la donnée de surface terrière est renseignée) de la façon suivante :

$$V = \sum G \times f \times h$$

La moyenne des surfaces terrières et volume de chaque UG nous donne les résultats suivants :

Propriétaire	Surface terrière (m ² /ha)	Volume bois fort tige sur écorce (m ³ /ha)
Forêt domaniale	28,1 ± 1,2	345 ± 14
Autre forêt publique	27,3 ± 1,3	326 ± 16
Total	27,8 ± 0,9	337 ± 11

Tableau 11 : Surface terrière et volume moyen à l'hectare des zones élargies par type de propriété.
Source : ONF

Le volume bois fort tige sur écorce moyen estimé est de 337 m³/ha (345 m³/ha en forêt domaniale et 326 m³/ha en forêts communales et des collectivités).

Le volume bois fort tige sur écorce d'après l'IGN (INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE, 2013) est de 286 m³/ha (263 m³/ha en forêt domaniale, 301 m³/ha dans les autres forêts publiques). Ce résultat plus faible que notre estimation s'explique en partie par la fait que les zones ciblées par cette étude posent des difficultés d'exploitation, d'où leur capitalisation plus élevée que la moyenne.

Le volume bois fort tige sur écorce total mobilisable avec des modes d'exploitation alternatifs est donc estimé à 2 527 500 m³ (337 m³/ha x 7 500 ha).

Le volume prélevé (VPR) constaté sur l'outil interne "Récoltes Prévisibles" (dont nous allons parler dans la partie 6.4.) est de 44 m³/ha soit 13% du capital pour des rotations de 6-8 ans. Cette rotation n'est pas adaptée en forte pente compte tenu des coûts et contraintes d'exploitation. Nous retenons un prélèvement de 25 % pour une rotation de 15 ans soit 84 m³/ha et 463 ha/an passés en coupe.

En retenant ces chiffres, le potentiel d'exploitation estimé serait de 42 000 m³/an (7 500 x 84 / 15) dont 27 765 m³/an au câble-mât (4 958 x 84 / 15).

6.3.2. Estimation du volume d'après la donnée LiDAR

Afin de relativiser les chiffres de l'étude, j'ai pensé qu'il serait intéressant de comparer le volume estimé dans cette étude avec le volume calculé par l'inventaire LiDAR qui s'est déroulé en 2011 sur les agences de Colmar et Mulhouse. Cette comparaison, basée sur les zones élargies, donne les résultats suivants :

Agence	Volume bois fort tige sur écorce estimé d'après G BDA et h LiDAR (m ³ /ha)	Volume bois fort tige sur écorce LiDAR (m ³ /ha)
Colmar	344 ± 43	379 ± 30
Mulhouse	346 ± 75	382 ± 54
Total	345 ± 36	379 ± 25

Tableau 12 : Comparaison du volume bois fort tige sur écorce (m³/ha) estimé dans l'étude avec celui issu du LiDAR par agence. Source : ONF

On constate que le volume LiDAR est supérieur d'environ 10 % au volume estimé. Cela s'explique principalement par le fait que le LiDAR prend en compte les tiges à partir d'un diamètre de 7,5 cm alors que les inventaires de l'ONF utilisent un seuil de 17,5 cm.

6.3.3. Estimation des produits

Il n'existe pas d'homogénéisation nationale pour le recensement des types de peuplements mais seulement des démarches locales. A partir de celles-ci j'ai pu récupérer pour la majorité des zones les types de peuplements forestiers présents d'après les inventaires renseignés dans la BDA et la BDPat. Il s'agit de données basées sur la typologie des peuplements forestiers du massif vosgien (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS & CENTRE RÉGIONAL DE LA PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE LORRAINE-ALSACE, 1999) :

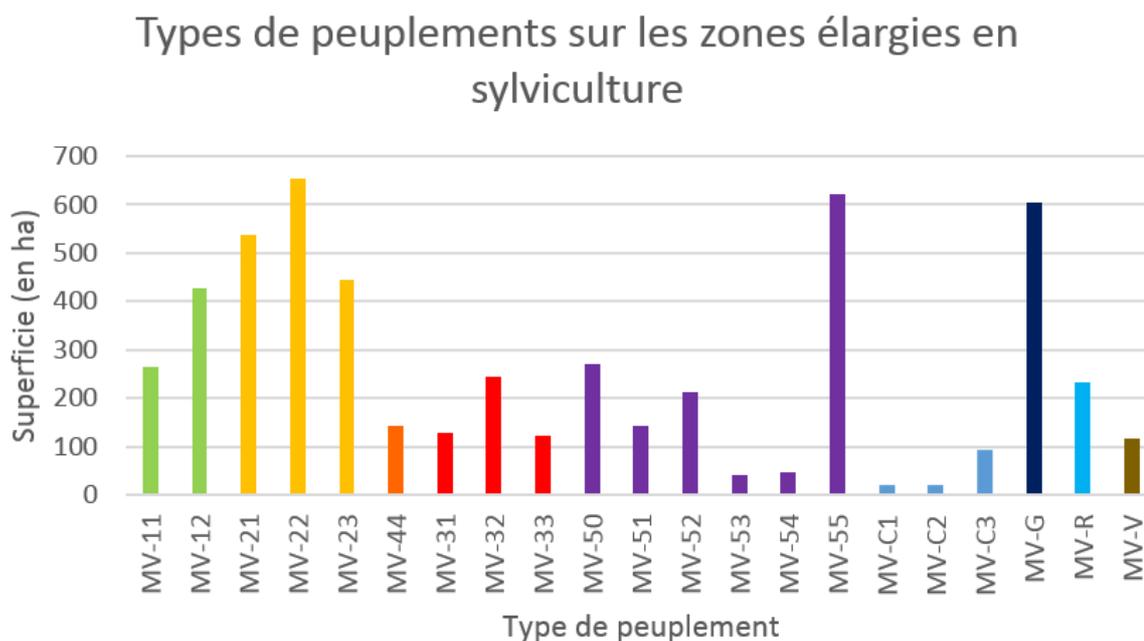


Figure 34 : Types de peuplements sur les zones élargies en sylviculture. Source : ONF

La codification des types de structures s'exprime par 2 chiffres pris parmi les 5 ci-dessous :

Catégories de bois	Codes
Petits Bois	1
Bois Moyens	2
Gros Bois	3
Bois Moyens et Gros Bois (<i>sans dominance de l'un des deux</i>)	4
Irrégulier	5

Figure 35 : Codification des types de structures de la typologie du massif vosgien. Source : ONF et CRPF Lorraine-Alsace

- le premier chiffre exprime la ou les catégories de diamètre les plus représentées (ou l'irrégularité pour le 5) ;
- le deuxième exprime la ou les catégories de diamètres de deuxième importance. Quand celle-ci est très minoritaire on reprend le premier chiffre (exemples 32 : peuplement à Gros Bois avec des Bois Moyens ; 22 : peuplement à Bois Moyens).

Un type de peuplement est considéré comme irrégulier lorsque chacune des trois catégories de bois (Petits Bois, Bois Moyens, Gros Bois) est présente au-dessus d'une certaine proportion. Dans le cas contraire, on nomme le type de peuplement d'après la ou les deux catégories de bois les plus représentées.

La clé d'identification des peuplements forestiers du massif vosgien est consultable en annexe n° 5.

Les types de peuplements ont été regroupés en familles qui correspondent aux stades d'évolution dans le cycle forestier (à une dynamique commune aux types de peuplements appartenant à la famille) :

Famille de peuplements en croissance active		Famille de peuplements irréguliers	
11	à Petits Bois (et perches)	50	Irrégulier déficitaire en Gros Bois
12	à Petits Bois avec Bois Moyens	51	Irrégulier à Petits Bois
21	à Bois Moyens avec Petits Bois	52	Irrégulier à Bois Moyens
22	à Bois Moyens	54	Irrégulier à Bois Moyens et Gros Bois
Famille de peuplements en maturation		53	Irrégulier à Gros Bois
23	à Bois Moyens avec Gros Bois	55	Irrégulier type
32	à Gros Bois avec Bois Moyens	Autres peuplements	
44	à Bois Moyens et Gros Bois	R	Régénération semis à gaulis
Famille de peuplements mûrs		G	Gaulis à bas perchis
33	à Gros Bois	C1	Peuplements Clairs à Petits Bois
31	à Gros Bois avec Petits Bois	C2	Peuplements Clairs à Bois Moyens
		C3	Peuplements Clairs à Gros Bois
		S	Hêtraie sommitale

Figure 36 : Codification des types de peuplements de la typologie du massif vosgien. Source : ONF et CRPF Lorraine-Alsace

Rappel des diamètres des différentes catégories de bois :

		Classes
Per	Perches	10-15
PB	Petits Bois : de 17,5 à 27,5 cm	20-25
BM	Bois Moyens : de 27,5 à 47,5 cm de diamètre	30-45
GB	Gros Bois : de 47,5 à 67,5 cm	50-65
TGB	Très Gros Bois : > 67,5 cm	70 et +

Dans leur dénomination courante et dans la clé, les Gros Bois comprennent la sous catégorie des Très Gros Bois

Figure 37 : Rappel des diamètres des différentes catégories de bois. Source : ONF et CRPF Lorraine-Alsace

On constate que les peuplements irréguliers (affichés en violet) et ceux de bois moyens (affichés en jaune) sont prépondérants. A noter que les peuplements jeunes régularisés (PB-BM) correspondent à des peuplements renouvelés dans les décennies passées. Une partie correspond à l'élargissement des zones initiales vers les routes intégrant ainsi des peuplements qui ont pu être exploités à l'époque de manière classique au débusqueur.

Les peuplements de gros bois (affichés en rouge) sont minoritaires contrairement aux Alpes où la ressource non mobilisable est essentiellement constituée de gros bois.

Répartition des catégories de bois sur les zones élargies

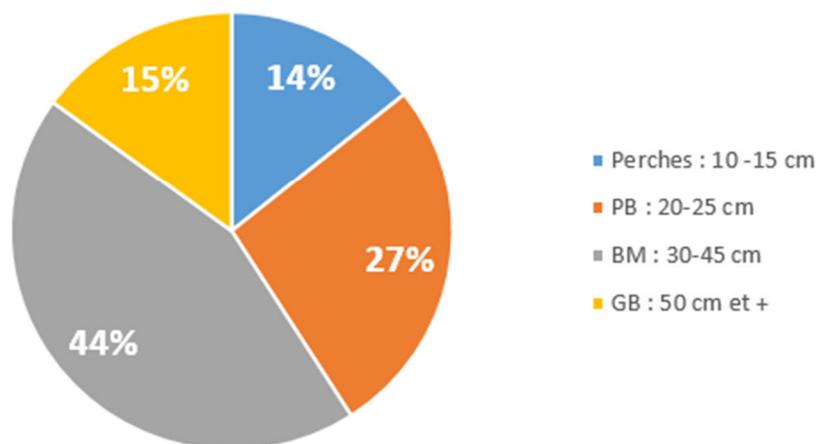


Figure 38 : Répartition des catégories de bois sur les zones élargies. Source : ONF

On peut constater sur le graphique ci-dessus l'importante proportion de bois moyen (44 %). La faible proportion de gros bois (15 %) peut s'expliquer du fait que le débardage par lançage s'est arrêté dans les années 1980, les gros bois ont donc été exploités préférentiellement et débardés de cette façon.

Répartition des essences sur les zones élargies

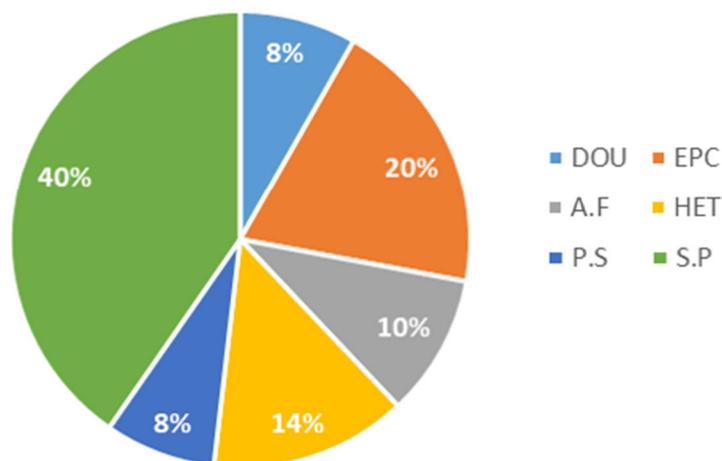


Figure 39 : Répartition des essences sur les zones élargies. Source : ONF

Le graphique ci-dessus donne la répartition des essences sur les zones élargies. On constate que 76 % des essences en place sont résineuses, dont plus de la moitié est de sapin pectiné. Les essences résineuses sont très appréciées des scieurs locaux, leur mobilisation a donc un intérêt stratégique pour cette filière.

6.4. Projet de programme de coupes

L'objectif de cette étape est de proposer un projet de programmes de coupes adapté aux préconisations des aménagements, mais aussi aux nécessités de regroupement des chantiers d'exploitation, aux besoins de la commercialisation (massification de l'offre, prise en compte des contraintes de desserte) et également adapté à la sylviculture spécifique pour les coupes au câble-mât.

Précédemment nous avons, pour chaque zone élargie, renseigné le mode d'exploitation, le volume sur bois fort sur pied et les types de produits. Il reste à renseigner l'année de passage en coupe pour réaliser le programme de coupe.

Pour ce faire, on va utiliser l'outil interne "Récoltes Prévisibles" (RECPREV) qui répond à deux objectifs stratégiques dans le domaine des récoltes de bois :

- améliorer le pilotage pluriannuel des récoltes de bois, afin de répondre aux besoins :
 - des clients bois, qui doivent connaître à l'avance et de façon fiable l'offre publique de bois ;
 - de l'ONF, pour la mise en œuvre de la politique de bois façonnés par contrat d'approvisionnement pluriannuels ;
 - des communes forestières, en tant que propriétaires de forêt ou dans le cadre de projets territoriaux d'étude de la ressource.
- faciliter le pilotage annuel des récoltes, pour :
 - fiabiliser les prévisions budgétaires ;
 - appuyer la gestion de la tranche annuelle des contrats d'approvisionnements (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, 2009).

Il permet également une gestion facilitée et plus fiable des états d'assiette annuels des coupes, en particuliers des reports et des anticipations de coupes sécurisant ainsi la mise en œuvre de l'aménagement.

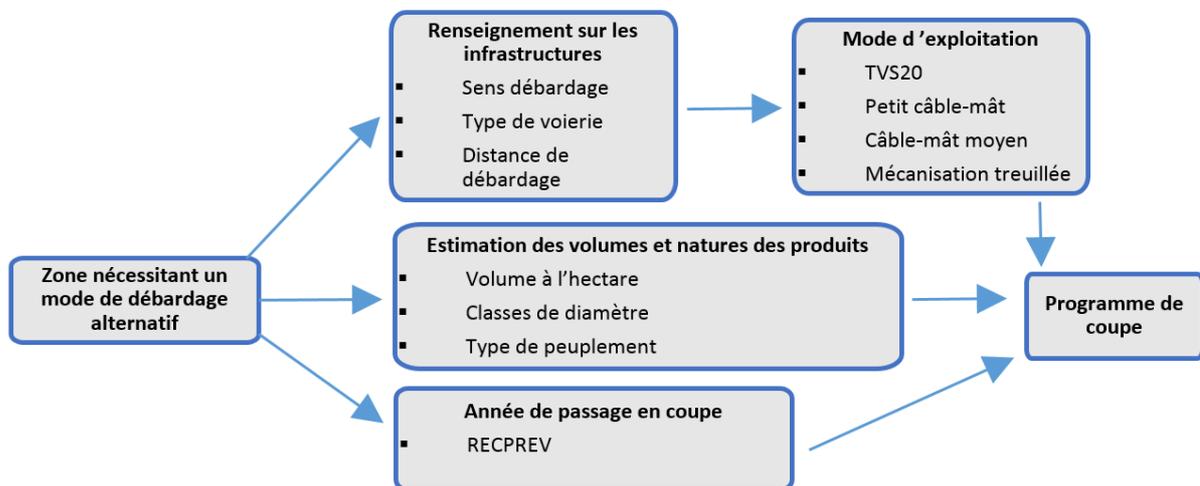


Figure 40 : Processus de la réalisation du programme de coupe. Source : Jean-Louis LE CALONNEC

6.4.1. Analyse des états d'assiette et des programmes de coupe

Tout d'abord j'ai exporté et fusionné les états d'assiette des UG de toutes les UT concernées par l'étude. J'ai vérifié que les UG existaient bien dans le guichet du RDF spatialisé, dans deux cas la codification n'était pas conforme, à savoir pour les forêts communales de Sigolsheim (code SIG) et Kayserberg (code KAY) car elles ont fusionné en 2017 suite au regroupement des communes de Kaysersberg, Sigolsheim et Kientzheim. J'ai donc remplacé les anciens codes par le code actuel de la forêt de Kaysersberg-vignoble (KBV). Ensuite, j'ai regardé pour chaque UG si elle a fait l'objet d'une désignation dans le passé ou prévue dans le futur (période renseignée allant de 2009 à 2038).

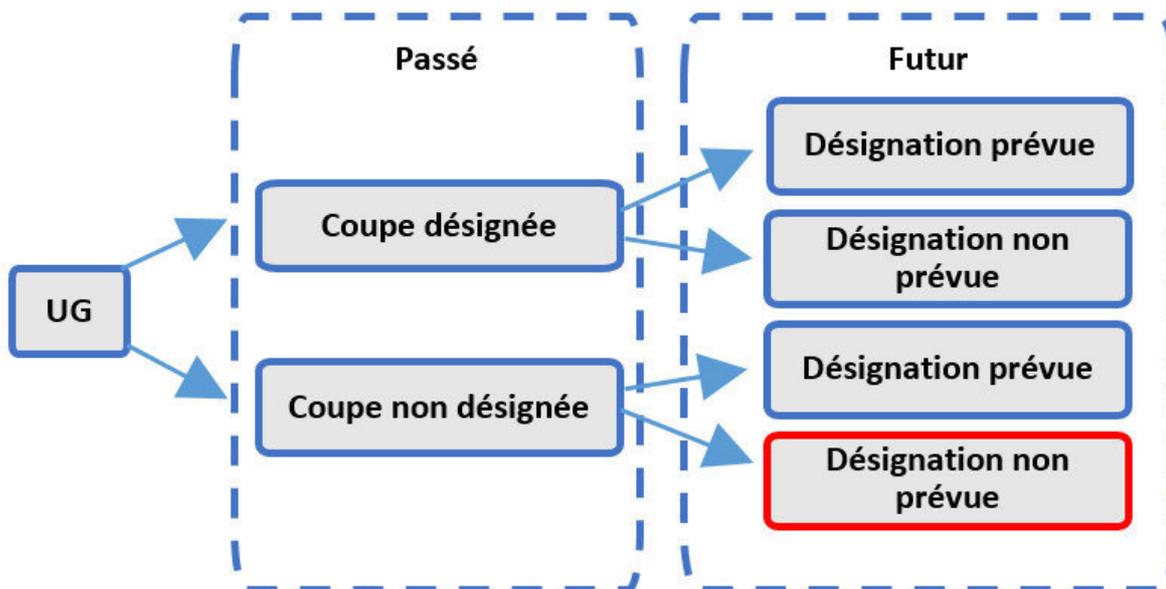


Figure 41 : Schéma de vérification de la désignation passée et future des UG. Source : Jean-Louis LE CALONNEC

On s'intéresse de près aux coupes non prévues pour pouvoir les intégrer dans le programme de coupe. Pour les 7 500 ha en sylviculture, l'analyse des données issues du logiciel RECPREV donne les résultats suivants (on fait la distinction avec les groupes d'amélioration (AME) et de régénération (REG) pour éliminer le doute car la coupe est effectuée si le peuplement est suffisamment évolué) :

Propriétaire	Nombre d'UG	Somme surfaces des UG (ha)	Nombre d'UG	Somme surfaces des UG (ha)
	<i>Tous groupes d'aménagement</i>		<i>Hors groupes AME et REG</i>	
Forêt domaniale	101	445	49	216
Autre forêt publique	159	1 193	61	448
Total	260	1 638	110	664

Tableau 13 : Coupes inscrites ni dans le passé ni dans le futur par type de propriétaire. Source : ONF

La non inscription des coupes ni dans le passé ou dans le futur s'explique principalement par le fait que les forêt concernées voient leur aménagement arriver à terme, on n'a donc pas de vision sur les futurs coupes. La forêt communale de la Bresse est la plus touchée (170 ha) car son aménagement prend fin en 2020. Par ailleurs, il se peut que nous ne visualisons pas des coupes effectuées dans le passé. Cela s'explique par le fait que l'outil RECPREV qui a été déployé en 2008. Dans la zone d'étude les données les plus anciennes proviennent de l'agence Vosges montagne qui renseigne l'outil depuis 2009, suivi de l'agence de Sarrebourg qui le renseigne depuis 2010, les agences de Mulhouse et Colmar depuis 2011 et celles de Schirmeck et Nord Alsace depuis 2012. En prenant l'hypothèse d'une coupe désignée il y a 8 ans, la donnée ne serait disponible que pour les agences de Vosges montagne et Mulhouse.

Propriétaire	Nombre d'UG	Somme surfaces des UG (ha)	Nombre d'UG	Somme surfaces des UG (ha)
	<i>Tous groupes d'aménagement</i>		<i>Hors groupes AME et REG</i>	
Forêt domaniale	17	146	41	384
Autre forêt publique	10	59	28	157
Total	27	205	69	541

Tableau 14 : Coupes reportées par type de propriétaire. Source : ONF

Le report de la désignation traduit très probablement la difficulté technique et financière de réaliser la coupe. En effet, la désignation des tiges est effectuée dans une perspective d'exploitation, si celle-ci a été reportée il doit probablement y avoir soit un problème de faisabilité matériel (seul un mode d'exploitation alternatif est adapté) soit financier (pas assez de volume à récolter ou produits de trop faible valeur ne permettant pas de couvrir les frais d'exploitation).

Dans l'ensemble, on constate que de nombreuses UG ne sont pas programmées à l'état d'assiette ce qui va poser des difficultés pour établir un programme de coupe. On va donc générer le programme de coupe à partir des données existantes sur les UG renseignées puis greffer les autres UG en fonction de la répartition spatiale des coupes.

6.4.2. Réalisation du programme de coupe

Pour réaliser le programme de coupe sur les trois années à venir, j'ai procédé de la manière suivante :

- 1) Extraire les UG désignées dans RECPREV pour les trois années à venir afin d'identifier les UG devant faire l'objet d'une coupe ;
- 2) Regrouper les UG désignées par grands secteurs géographiques ;
- 3) Intégrer les UG non désignées et reportées dans RECPREV appartenant aux forêts devant faire l'objet d'une coupe dans les trois années à venir.

Lors de l'extraction des UG désignées depuis RECPREV, j'ai pu constater que les coupes à venir étaient dispersées chaque année sur l'ensemble du massif vosgien. De plus, la surface à passer en coupe chaque année peut varier du simple au triple. Afin de regrouper de manière pertinente les coupes à venir, j'ai divisé la zone d'étude en trois grands secteurs géographiques :

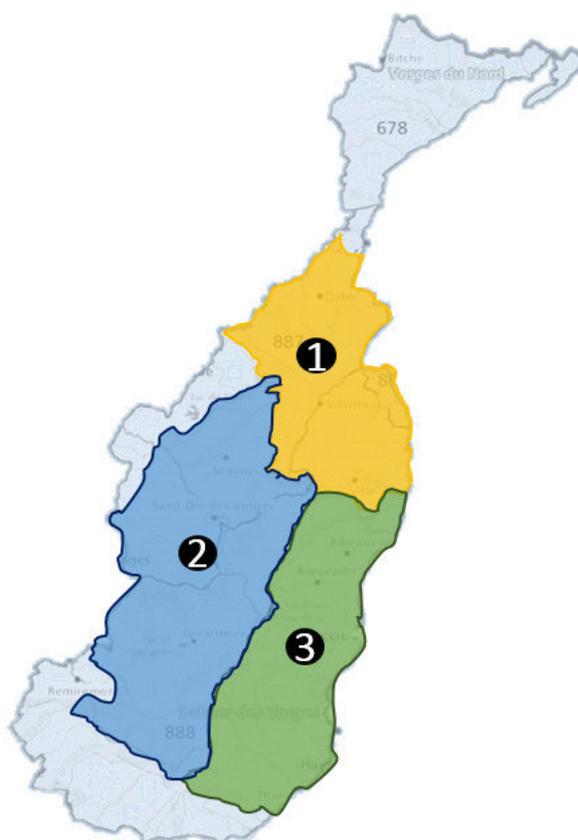


Figure 42 : Schéma de la répartition des grands secteurs géographiques pour le regroupement des coupes. Source : Jean-Louis LE CALONNEC

Le secteur 1 est composé des agences de Schirmeck (code 8691) et de Sarrebourg (code 8630).

Le secteur 2 est composé des agences de Colmar (code 8693) et de Mulhouse (code 8694).

Le secteur 3 est composé de l'agence Vosges montagne (code 8670).

A titre d'exemple, voici les résultats de l'extraction des UG désignées depuis RECPREV devant faire l'objet d'une coupe au petit câble-mât (dont parcelles à exploiter au TVS20) dans les trois années à venir :

Année de coupe	Agence	Propriétaire	Forêt	UG	Surface de la coupe (ha)	Type de coupe	Volume sur pied (m³/ha)	Calibre des bois	Essence principale
2019	8692	Domanial	FDDONON	47_a	8,00	AMEL		BM	HET
2019	8693	Autres soumis	ROD	32_a	12,07	AI	529	PB	EPC
2019			ROD	33_i	11,33	IRR	577	PB	EPC
2019			ROD	34_i	6,74	IRR	359	BM	P.S
2019			SOULTZER	55_1	13,03	APR	425	BM	S.P
2019	8693	Domanial	OSP	13_j	3,89	AMEL	402	BM	P.L
2019			GUEBWDO	55_a	16,97	AMEL	322	BM	ERS
2019	8630	Domanial	ABRESCHV	220_u	13,30	IBO		IRR	
2019			DABO	15_u	15,54	IBI	315	PB	S.P
2019			DABO	16_u	12,66	IBI	569	PB	S.P
2019			WALSCH EI	181_u	4,71	IBO		IRR	S.P
2019			WALSCH EI	184_i	3,25	IBO		IRR	S.P
2019	8670	Domanial	CORNIDOM	28_j	1,15	IBO		IRR	
2019			CORNIDOM	29_j	4,72	IBO	154	IRR	
2019			CORNIDOM	3_j	5,54	IBO	141	IRR	
2019			CORNIDOM	4_j	8,12	IBO	205	IRR	
2019			CORNIDOM	5_j	7,90	IBO	231	IRR	
2019			GEHANT	9_u	9,50	IBO		GB	
2019			MOYENM	9_u	4,94	IBO	310	GB	
2019			VALDESEN	116_u	5,75	IBO	247	GB	
2019			VALDESEN	119_u	3,33	IBO	364	GB	
2019			VALDESEN	129_u	5,91	IBO	218	GB	
2019			VALDESEN	135_r	3,54	RS		GB	
2019	Domanial		Sous-total :		138,72	Moyenne :	310	Volume potentiel mobilisable (m³) :	12 901
2019	Autres soumis				43,17		484		6 263
2019		Total :		181,90	364		19 863		

2020	8692	Autres soumis	BAREMBA	50_b	5,77	AMEL		PB	NOI
2020			LABROQUE	13_b	7,46	AMEL	368	BM	S.P
2020			WISCHES	45_a	6,81	AMEL	690	BM	EPC
2020			MOLLKIRC	3_i1	3,98	IRR			EPC
2020	8693	Autres soumis	WIHRVAL	2_c	7,07	AMEL	138	BM	P.S
2020	8693	Domanial	ORI	16_af	7,80	AMEL	621	BM	P.S
2020			GUEBWDO	11_a1	13,85	AMEL	345	BM	S.P
2020			GUEBWDO	115_a1	15,35	AMEL	218	PB	HET
2020	8630	Domanial	DABO	54_u	15,15	IBO		BM	S.P
2020			WALSCH EI	143_r	3,08	RPR	285	IRR	S.P
2020	8670	Domanial	BE	313_u	4,53	AI		PB	S.P
2020			GM	215_a	6,74	AO	598	IRR	
2020			KL	7_u	6,78	IBO		BM	S.P
2020	Domanial		Sous-total :		73,27	Moyenne :	382	Volume potentiel mobilisable (m³) :	8 397
2020	Autres soumis				31,08		394		3 674
2020		Total :		104,36	386		12 085		
2021	8693	Autres soumis	MUNSTER	4_ap	11,55	AMEL	218	PB	P.S
2021			MUNSTER	4_i	1,36	IRR	167	BM	DOU
2021			MUNSTER	4_j	6,75	AMEL			MEE
2021			MUNSTER	D_ap	15,02	AMEL	598	PB	DOU
2021			MURBACH	19_a1	5,39	AMEL			HET
2021			ORSCHWIL	7_a	2,63	AMEL	379	BM	HET
2021	8693	Domanial	ORI	11_c	4,90	IRR	487	PB	HET
2021			GUEBWDO	52_a1	5,67	AMEL	276	BM	MEE
2021	8692	Domanial	FDLUTZEL	29_b2	5,17	AMEL	241	PB	DOU
2021	8630	Domanial	ABRESCHV	218_u	11,52	IBO	686	GB	S.P
2021			DABO	13_u	0,42	IBO		GB	S.P
2021			DABO	37_u	11,19	IBI	243	IRR	P.S
2021			WALSCH EI	169_u	2,70	IBI		IRR	S.P
2021			WALSCH EI	171_u	6,61	IBO	103	IRR	S.P
2021			WALSCH EI	173_u	7,71	IBO		IRR	S.P
2021			WALSCH EI	183_i	2,25	IBO		IRR	EPC
2021	8670	Domanial	SMB	87_u	7,41	AO	410	BM	
2021			SMB	91_u	17,88	AO	345	BM	
2021			SMB	61_u	18,27	IBO	666	BM	
2021	Domanial		Sous-total :		101,69	Moyenne :	427	Volume potentiel mobilisable	13 027
2021	Autres soumis				42,70		416		5 329
2021		Total :		144,39	425		18 410		

Figure 43 : Programme de coupe initial issu du logiciel ONF RECPREV. Source : ONF

On peut constater la dispersion géographique des coupes à venir. Pour remédier à cela, j'ai choisi de regrouper ces UG par grand secteur. Une fois cette opération effectuée, j'ai intégré les UG non désignées et reportées appartenant aux forêts devant faire l'objet d'une coupe dans les trois années à venir. Cette opération permet d'assurer une cohérence spatiale ainsi qu'une régularité annuelle des approvisionnements. Dans le cas de ce programme de coup, deux UG se sont greffées en forêt domaniale du Val de Senones (88). Les résultats de l'opération sont consultables en annexe n° 7 (pour cet exemple cf. Petit câble-mât dont surfaces TVS20).

Lissage des coupes	Surface minimale passée en coupe (ha/an)	Surface maximale passée en coupe (ha/an)	Écart-type de la surface passée en coupe (ha/an)	Moyenne de la surface passée en coupe (ha/an)
Sans	104,36	181,9	38,78	143,55
Avec	135,63	161,37	12,89	148,09

Tableau 15 : Effets du lissage du programme de coupe. Source : ONF

Le tableau ci-dessus nous montre les conséquences de l'opération de lissage des coupes. On constate que l'écart-type de la surface passée en coupe chaque année est un tiers plus faible une fois avec le lissage des coupes. Cette opération permet donc d'assurer une meilleure régularité des chantiers tout en optimisant les déplacements.

6.4.3. Prise en compte du mode d'exploitation dans l'aménagement

Lors de la réalisation du programme de coupe, j'ai observé sur RECPREV des rotations de passage en coupe comprises entre 6 et 8 ans. Comme évoqué dans la partie d'estimation du volume (6.3.1.), pour avoir un prélèvement cohérent avec le mode d'exploitation à mettre en place il faut doubler cette rotation sinon on décapitalisera trop fortement le peuplement et il n'y aura pas assez de tiges à prélever lors du prochain passage en coupe. L'exploitation en forte pente est plus coûteuse c'est pour cela qu'il faut mobiliser plus de volume à l'hectare que dans les exploitations classiques afin d'améliorer le bilan.

Le mode d'exploitation des parcelles devrait donc être pris en compte dès la rédaction de l'aménagement sous forme cartographique comme c'est le cas en Rhône-Alpes (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, 2005). Les aménagistes devraient être formés aux méthodes d'exploitation en contexte difficile pour les aider lors des classements des UG. Sans cette formation, ce qui ne paraît pas exploitable mais qui pourrait l'être avec des moyens alternatifs est classé hors sylviculture, voire au mieux en attente. L'atlas réalisé dans le cadre de cette étude pourra donc servir de base de réflexion lors de la réalisation des aménagements.

Enfin, une partie des surfaces identifiées comme non exploitable est également potentiellement utile dans le cadre de la mise en place d'ILS et d'ILV. En effet, la DT ONF Grand Est doit respecter un objectif de 1 % de la surface gérée en ILS et 2 % en ILV. Les surfaces identifiées comme non exploitables classiquement peuvent ainsi alimenter la réflexion des aménagistes pour la mise en place de ces îlots.

Rédaction d'un guide technique (sylviculture)

Une analyse technique et opérationnelle sera réalisée sur des chantiers en cours. A partir des éléments caractéristiques de terrain (pente, état du sol, présence d'obstacles), de la description des peuplements (nature et dimension des produits, volume/ha à récolter, volume de l'arbre moyen), de la situation des infrastructures (dessertes, place de dépôt, etc.), de la taille des chantiers, un croisement avec différents systèmes d'exploitation sera réalisé (petit câble-mât, câble-mât longue portée et abatteuse et porteur disposant de treuil synchronisé). Les avantages constatés permettront d'établir un guide de recommandations à usage des gestionnaires.

Dans le cadre du projet FORMICABLE, la rédaction d'un guide technique d'exploitation en forte pente est en cours. Ce guide technique sera complété par des fiches synthétiques. Afin de ne pas faire le travail seul de mon côté j'ai proposé ma participation à ce projet.

Le projet FORMICABLE est un projet réunissant la France et la Suisse. Les enjeux de ce projet sont de : mobiliser plus de bois, développer l'emploi, maintenir et développer les savoir-faire. Ces principaux objectifs sont de :

- promouvoir le câblage et ses avantages ;
- former la main d'œuvre aux techniques avec la mise en place de formations reconnues ;
- favoriser une exploitation économiquement viable et écologiquement favorable (INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION, 2016).

Ce projet allant du 1er septembre 2016 au 31 août 2019 réunit différents partenaires :

- PEB : Pôle Excellence Bois ;
- ACSR : Association de Câblage de Suisse romande ;
- FCBA : Institut Technologique Forêt, Cellulose, Bois-construction Ameublement ;
- URACOFOR : Association des Communes forestières Auvergne Rhône-Alpes ;
- ISETA : Institut de l'Environnement et des Territoires d'Annecy ;
- GEIQ BTP Pays de Savoie.

Conclusion

Cette étude a permis d'avoir une idée précise du potentiel d'exploitation en contexte de forte pente sur le massif vosgien. La majorité des zones nécessitant des moyens d'exploitation alternatifs a été cartographiée et la ressource mobilisable estimée. Une vision pluriannuelle des zones à passer en coupe permet maintenant de donner aux différents acteurs des perspectives en termes de mobilisation de la ressource. C'est le cas pour l'ONF qui a mis en place un programme coupes pluriannuel à proposer en appel d'offres aux entreprises spécialisées.

Les résultats de cette étude montrent qu'il existe un besoin relativement faible de mise en place de systèmes d'exploitation alternatifs en forte pente sur le massif vosgien central avec 7 500 ha concernés en forêt publique, soit 2,7 % des surfaces publiques en production. Cela représente un potentiel annuel de 42 000 m³ dont 27 765 m³ pour le câble-mât. Cela explique en partie les difficultés pour développer et conforter une filière d'exploitation par câble et la logique opportuniste de mobilisation des bois en contexte de forte pente quand le marché est demandeur de volume complémentaire.

Pour autant ce potentiel annuel de 27 765 m³ pour le câble-mât est important à l'échelle du pays où 100 000 m³ sont mobilisés par an de cette manière (dont la moitié dans les Alpes) (RERAT (Bernard), 2017). De plus, de nombreux peuplements de petits bois (27 600 ha) situés sur des pentes supérieures à 35 % et entre deux voies de desserte proches (200 m maximum entre elles) n'ont pas été identifiés. Cette étude sous-estime donc les peuplements de petits bois situés en forte pente qui vont entrer au stade de la première éclaircie. Ceux-ci vont poser des problèmes de rentabilité financière lors de l'exploitation car le débusqueur aura un rendement faible dans ces conditions, mais le petit câble-mât ou le TVS20 pourraient être des alternatives.

Dans le cadre du programme national de la forêt et du bois (PNFB) 2016-2026, introduit par la Loi d'Avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt du 13 octobre 2014, la mobilisation de la ressource bois doit, entre autres, permettre de créer de la valeur en France en répondant aux besoins de l'industrie (MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION, 2014). Justement, les peuplements à exploiter avec des moyens alternatifs recensés dans cette étude sont majoritairement composé de bois moyens (44 %) et de résineux (76 %), il s'agit là du type de produit qui répond le plus aux besoins de la filière de transformation.

Cette exploitation optimale des produits bois doit s'inscrire dans le respect des sols et de la ressource en eau (protection des captages, des cours d'eau et des zones humides). C'est tout à fait ce que nous propose l'exploitation au câble-mât. D'ailleurs l'intégration de la dimension zone humide est très satisfaisante dans cette étude car ce sont au total 446 ha de zones humides qui ont été intégrés, ce qui représente 10 % des zones à exploiter au câble-mât.

Cette intégration de la dimension zone humide a été difficile compte tenu des informations partielles, et non consolidées, des enjeux Eaux à l'échelle du massif pour automatiser leur prise en compte à l'échelle de la zone étudiée. L'exploitation par câble en zone humide constitue un potentiel complémentaire probablement significatif sous réserve que des dispositifs d'aides accompagnent ce choix technique plus contraignant. En effet, le frein principal au câble-mât est son surcoût d'exploitation et, à ce jour, il n'existe pas de dispositif d'aide pour les amortir en région Grand Est comme pour d'autres régions.

Références bibliographiques

- AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE. (2013). Schéma d'aménagement et de gestion des eaux : état des lieux du bassin versant. 1-220.
- AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE. (2016). Les SDAGE et programmes de mesures des districts Rhin et Meuse 2016-2021. 1-38.
- AGENCE RÉGIONALE DE LA SANTÉ DE LORRAINE. (2014). La qualité de l'eau du robinet en Lorraine. 1-20.
- ArcGis. (2016). *Fonctionnement de l'outil Entités de l'index du quadrillage*. Consulté le 2018, sur <http://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.3/map/page-layouts/creating-grid-index-features.htm>
- ArcGis. (2016). *Fonctionnement de l'outil Intersecter*. Consulté le 2018, sur <http://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/how-intersect-analysis-works.htm>
- BASTIEN (Yves). (2001). *Futaie régulière*. Nancy (54): École National du Génie Rural des Eaux et des Forêts.
- BASTIEN (Yves) et GAUBERVILLE (Christian). (2011). *Vocabulaire forestier : écologie, gestion et conservation des espaces boisés*. (C. n. forestière, Éd.) Paris.
- BRUCIAMACCHIE (Max), C. (. (2008). Analyse économique des coûts d'exploitation d'un chantier. (O. n. forêts, Éd.) *Les Rendez-vous techniques de l'ONF*(19), pp. 43-49.
- CLOUET (Nicolas), (. B.-M. (2010). CARTUVI : un modèle sous SIG pour la cartographie des surfaces débardables en zone de montagne. *Revue forestière française, LXII*(2), pp. 155-171.
- COMMUNES FORESTIÈRES RHÔNE-ALPES. (2014). Le débardage des bois par câble : une opportunité pour les territoires montagnards ! 1-12.
- DREYFUS (Philippe). (2018). *Dendrométrie et Inventaire Forestier*. Montpellier (34): AgroParisTech gestion environnementale et des écosystèmes et forêts tropicales.
- DUPIRE (Sylvain), B. (.-M. (2015). SYLVACCESS : un modèle pour cartographier automatiquement l'accessibilité des forêts. *Revue forestière française, LXX*(2), pp. 111-126.
- EQUENOT (Jimmy). (2008). *Préconisations de gestion forestière dans les périmètres de protection des captage d'eau potable*. AgroParisTech Nancy.
- FIQUEPRON (Julien), C. n. (2017). Le débardage par câble : ça vaut le coût ! *Forêt-entreprise*(237), pp. 56-60.
- FORMICABLE FRANCE - SUISSE. (2017). Le développement des compétences des opérateurs : séminaire FORMICABLE des 28 et 29 juin 2017. 1-9.
- Gestion des Milieux Naturels promotion 2016-2017. (2017). *Diagnostic technique et sociologique des lacs de Gérardmer, Longemer et Retourner et plan d'action*. (Module pédagogique bassin versant et ressource en eau), AgroParisTech : Nancy.
- INSPECTION GÉNÉRALE DE L'ADMINISTRATION DU DÉVELOPPEMENT DURABLE. (2010). Bilan de la loi du 9 janvier 1985 relative au développement et à la protection de la montagne. 1-457.
- INSTITUT FÉDÉRAL DE RECHERCHES SUR LA FORÊT LA NEIGE ET LA PAYSAGE. (2013). Méthodes de récolte pour les forêts en pentes. 1-20.

- INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE. (2013). Résultats d'inventaire forestier standards : Alsace. 1-102.
- INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE. (2012). Sylvoécocorégion D11 : Massif vosgien central. 1-8.
- INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE. (2013). Résultats d'inventaire forestier standards : D11 Massif vosgien central. 1-57.
- INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION. (2014). La récolte forestière en montagne : nouveaux systèmes et technologies innovantes. 1-17.
- INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION. (2015). CartoMob : un intégrateur graphique pour la gestion forestière. 1-4.
- INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION. (2015). Journée technique : la récolte des bois en zone de forte pente. Nouvelles méthodes d'exploitation, nouveaux outils d'aide à la décision. 1-19.
- INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION. (2016). *FORMICABLE : Le câblage au service de l'exploitation forestière*. Consulté le 2018, sur <http://www.fcba.fr/catalogue/1ere-transformation-approvisionnement/actions-collectives/formicable-le-cablage-au-service-de-lexploitation-forestiere>
- INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION. (2016). Groupe de travail pente : compte rendu de la tournée "Vosges". 1-11.
- INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION. (2017). Exploitation forestière en pente : les bonnes pratiques des opérateurs. 1-8.
- INSTITUT TECHNOLOGIQUE FORÊT CELLULOSE BOIS-CONSTRUCTION. (2017). Techniques de mobilisation des bois en pente : état des lieux des solutions. 1-8.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION. (2014). Programme national de la forêt et du bois 2016 - 2026. 1-60.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS & CENTRE RÉGIONAL DE LA PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE LORRAINE-ALSACE. (1999). *Peuplements forestiers du massif vosgien : typologie et sylvicultures*. Obernai (67): GYSS Imprimeur.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. (2005). Manuel d'aménagement Rhône Alpes : surfaces en sylviculture et cartes d'exploitabilité des aménagements. 1-9.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. (2009). NDS-09-G-1583 : Déploiement de l'outil Récoltes Prévisibles Version 2. 1-4.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. (2009). NDS-09-T-310 : Ilôts de vieux bois. 1-6.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, DIRECTION TERRITORIALE ALSACE : PÔLE SYSTÈME D'INFORMATION. (2016). Rapport sur la mise à jour de la desserte forestière en forêts publiques. 1-18.
- PISCHEDDA (Dider), D. (. (2012). Mobiliser du bois en montagne : le défi du câble aérien. (O. n. forêts, Éd.) *Les Rendez-vous techniques de l'ONF*(35), pp. 54-57.
- RERAT (Bernard). (2017). Le câble aérien peine à prendre son envol : le programme FORMICABLE veut développer son utilisation dans les Alpes du Nord. *Forêt Privée*(355), pp. 56-64.

Liste des contacts

Prénom - Nom	Organisme	Fonction	Courriel	Téléphone
Directeurs d'agences				
Béatrice Longechal	ONF	Directeur d'agence de Schirmeck (67)	beatrice.longechal@onf.fr	03.88.47.49.82
Benoît Cuillier	ONF	Directeur d'agence de Nord Alsace (67)	benoit.cuillier@onf.fr	03.88.02.80.33
Cédric Ficht	ONF	Directeur d'agence de Mulhouse (68)	cedric.ficht@onf.fr	03.89.46.03.28
Christophe Colette	ONF	Directeur d'agence de Meurthe-et-Moselle (54)	christophe.colette@onf.fr	03.83.17.74.41
Denis Dagneaux	ONF	Directeur d'agence de Vosges Ouest (88)	denis.dagneaux@onf.fr	03.29.69.66.74
Etienne Zahnd	ONF	Directeur d'agence de Colmar (68)	etienne.zahnd@onf.fr	03.89.22.96.10
Franck Jacquemin	ONF	Directeur d'agence de Sarrebourg (57)	franck.jacquemin@onf.fr	03.87.25.77.81
François Rollin	ONF	Directeur d'agence de Nord Franche-Comté (70)	francois.rollin@onf.fr	03.84.30.53.32
Laurent Tautou	ONF	Directeur d'agence de Vesoul (70)	laurent.tautou@onf.fr	03.84.97.51.02
Patrick Kubler	ONF	Directeur d'agence de Vosges montagne (88)	patrick.kubler@onf.fr	03.29.62.87.74
Responsables d'unités territoriales				
Alain Claudon	ONF	Responsable d'UT de Meurthe Galilée (88)	alain.claudon@onf.fr	03.29.50.30.98
Arnaud Lardit	ONF	Responsable d'UT de Vezouze (54)	arnaud.lardit@onf.fr	03.83.71.51.77
Bernard Calvet	ONF	Responsable d'UT de Val de Villé (67)	bernard.calvet@onf.fr	03.88.57.25.02
Bernard Metzger	ONF	Responsable d'UT de la Petite-Pierre Ingwiller (67)	bernard.metzger@onf.fr	03.88.70.46.83
Christian Pocachard	ONF	Responsable d'UT de Sarrebourg montagne tétras (57)	christian.pocachard@onf.fr	03.87.03.70.98
Christian Rozet	ONF	Responsable d'UT de Ribeauvillé (68)	christian.rozet@onf.fr	03.89.73.44.45
Christophe Robert	ONF	Responsable d'UT de Rambervillers (88)	christophe.robert@onf.fr	03.29.43.21.87
Claude Houpert	ONF	Responsable d'UT de Bitche Sarreguemines (57)	claudio.houpert@onf.fr	03.87.06.61.70
Daniel Cuny	ONF	Responsable d'UT de Senones (88)	daniel.cuny@onf.fr	03.29.58.97.09
Eike Wilmsmeier	ONF	Responsable d'UT de Luxeuil-les-Bains (70)	eike.wilmsmeier@onf.fr	03.84.93.96.13
Emmanuel Handwerk	ONF	Responsable d'UT de Haslach (67)	emmanuel.handwerk@onf.fr	03.88.50.97.26

Eric Krauser	ONF	Responsable d'UT de Colmar/Rouffach (68)	eric.krauser-02@onf.fr	03.89.47.00.22
Fabien Wirth	ONF	Responsable d'UT de Saint-Dié (88)	fabien.wirth@onf.fr	03.29.58.45.08
Florent Neault	ONF	Responsable d'UT de Kaysersberg (68)	florent.neault@onf.fr	03.89.58.50.01
François Durmann	ONF	Responsable d'UT de Lembach (67)	francois.durmann@onf.fr	03.88.94.42.80
François Joly	ONF	Responsable d'UT de Saint-Amarin (68)	francois.joly@onf.fr	03.89.81.02.04
Frédérique Moulin	ONF	Responsable d'UT de Bruyeres (88)	frederique.moulin@onf.fr	03.29.70.36.69
Gilles Oudot	ONF	Responsable d'UT de Remiremont (88)	gilles.oudot@onf.fr	03.29.22.13.94
Guillaume Antoine	ONF	Responsable d'UT de Haute Moselotte (88)	guillaume.antoine@onf.fr	03.29.62.87.67
Guillaume Houth	ONF	Responsable d'UT de la Thur (68)	guillaume.houth@onf.fr	03.89.46.88.10
Hubert Georg	ONF	Responsable d'UT de Zinsel Moder (67)	hubert.georg@onf.fr	03.88.02.80.40
Jacques Bernhard	ONF	Responsable d'UT de Gérardmer (88)	jacques.bernhard@onf.fr	03.29.63.06.38
Jean-Claude Gregy	ONF	Responsable d'UT de Servance (70)	jean-claude.gregy@onf.fr	03.84.63.86.44
Jean-Marc Verdenal	ONF	Responsable d'UT de Haute Moselle (88)	jean-marc.verdenal@onf.fr	03.29.28.11.22
Jean-Marie Lauler	ONF	Responsable d'UT de Sélestat (68)	jean-marie.lauler@onf.fr	03.89.22.38.47
Jean-Marie Triboulot	ONF	Responsable d'UT de Raon L'étape (88)	jean-marie.triboulot@onf.fr	03.29.41.38.35
Jean-Michel Helle	ONF	Responsable d'UT de lacs Blainville-sur-L'eau (54)	jean-michel.helle@onf.fr	03.83.42.15.12
Laurent Krimm	ONF	Responsable d'UT de Niederbronn-les-Bains (67)	laurent.krimm@onf.fr	03.88.05.83.20
Marc Bacher	ONF	Responsable d'UT de Haute Bruche (67)	marc.bacher@onf.fr	03.88.97.43.82
Mathilde Wendling	ONF	Responsable d'UT de Domaniales Bruche (67)	mathilde.wendling@onf.fr	06.15.11.48.35
Nicolas Dericbourg	ONF	Responsable d'UT de Bitche (57)	nicolas.dericbourg@onf.fr	03.87.06.24.03
Nicolas Gerard	ONF	Responsable d'UT de Sarrebourg montagne droits usages (57)	nicolas.gerard@onf.fr	03.87.25.30.22
Philippe Gasteuil	ONF	Responsable d'UT de Piémont (67)	philippe.gasteuil@onf.fr	03.88.08.90.06
Pierre Ley	ONF	Responsable d'UT de Saverne montagne (67)	pierre.ley@onf.fr	03.88.71.46.69
Pierre Schneider	ONF	Responsable d'UT de Hatten – Strasbourg (67)	pierre.schneider@onf.fr	03.88.80.00.02

Pierre Sprauel	ONF	Responsable d'UT de Guebwiller/Soultz (68)	pierre.sprauel@onf.fr	03.89.74.97.84
Rémy Grandemange	ONF	Responsable d'UT de Munster (68)	remy.grandemange@onf.fr	03.89.77.53.76
Thierry Ziegler	ONF	Responsable d'UT de Doller - basse Largue (68)	thierry.ziegler@onf.fr	03.89.26.14.53
Yvan Nicolas	ONF	Responsable d'UT de Plancher – Giromagny (70)	yvan.nicolas@onf.fr	03.84.27.95.66
Techniciens forestiers				
Bernard Grebert	ONF	Technicien forestier territorial (67)	bernard.grebert@onf.fr	03.88.95.81.62
Gilles Bilot	ONF	Technicien forestier territorial (88)	gilles.bilot@onf.fr	03.29.63.32.16
Mathieu Colinmaire	ONF	Technicien forestier territorial (67)	mathieu.colinmaire@onf.fr	03.88.95.80.93
Nathalie Strauch	ONF	Technicien forestier territorial (68)	nathalie.strauch@onf.fr	03.89.77.60.55
Pierre Bacher	ONF	Technicien forestier territorial (67)	pierre.bacher@onf.fr	03.88.08.33.65
Equipe projet				
Arnaud Zolnierowski	ONF	Charge de sylviculture et de progrès technique (88)	arnaud.zolnierowski@onf.fr	03.29.41.14.42
Bernard Viry	ONF	Retraité – Ex chargé de sylviculture et de progrès technique (88)	bernard.viry@onf.fr	03.29.62.87.76
Damien François	FBE	Responsable Agence Champagne-Ardenne (10)	damien.francois@foretsetboisdelest.com	06.85.94.05.75
Denis Bize	ONF	Adjoint au RUP - Responsable Mécanisation Schirmeck (67)	denis.bize@onf.fr	03.88.97.20.51
Eric Gleize	ONF	Chef de projet travaux et développement (88)	eric.gleize@onf.fr	06.27.94.90.92
Frédéric Levy	ONF	Responsable commercial Bois et Services (88)	frederic.levy@onf.fr	03.83.17.74.11
Hubert Loye	ONF	Responsable du montage et du suivi des projets complexes (54)	hubert.loye@onf.fr	03.25.06.52.90
Nicolas Degarne	ONF	Responsable SIG (67)	nicolas.degarne@onf.fr	03.88.76.82.63
Patrick Tibiletti	ONF	Animateur exploitation Colmar et Mulhouse (68)	patrick.tibiletti@onf.fr	03.89.74.69.99
Philippe Ruch	FCBA	Ingénieur Études et Recherche (10)	philippe.ruch@fcba.fr	03.80.36.36.23
Régis Bindner	ONF	Référent aménagements (67)	regis.bindner@onf.fr	03.88.76.82.56

Rodolphe Pierrat	ONF	Adjoint au DT chargé des questions forestières du pôle Est (67)	rodolphe.pierrat@onf.fr	03.88.76.81.94
Stephan Schmidt	ONF	Responsable production bois (88)	stephan.schmidt@onf.fr	03.29.56.18.55
Groupe national exploitation en forte pente				
Catherine Riond	ONF	Responsable de pôle R&D de Chambéry (73)	catherine.riond@onf.fr	04.79.69.81.01
Didier Pischedda	ONF	Expert national en exploitation forestière et logistique (75)	didier.pischedda@onf.fr	01.40.19.59.11
Florent Battiston	ONF	Chef du Service Bois (83)	florent.battiston@onf.fr	04.93.18.51.56
Jean-Luc Mabboux	ONF	Responsable territorial animation sylvicole - mobilisation bois en montagne (74)	jean-luc.mabboux@onf.fr	04.50.25.72.06
Laurent Malabeux	ONF	Technicien RDI (73)	laurent.malabeux@onf.fr	04.79.69.96.27
Mickael Vericel	ONF	Spécialiste câble - Expert RATD (55)	mickael.vericel@onf.fr	04.73.65.96.42
Victor Avenas	ONF	Responsable de projets - Accueil du public (77)	victor.avenas@onf.fr	01.60.74.93.57
Xavier Duthy	ONF	Chef de projet complexe desserte et câble (73)	xavier.duthy@onf.fr	04.79.10.48.26
Environnement				
Maud Gironde-Ducher	ONF	Chargée d'environnement RATD (67)	maud.gironde@onf.fr	03.88.76.82.64
Pauline Barrier	Pays de la Déodatie	Chargée de mission Trame Verte et Bleue (88)	pbarrier@deodatie.com	03 29 56 88 64
Sandra Pedurthe	ONF	Chef de projet Eau (68)	sandra.pedurthe@onf.fr	03.89.22.96.21
SIG				
Alain Godie	ONF	Responsable SIG (68)	alain.godie@onf.fr	03.89.22.96.19
Cedric Ostailier	FBE	Technicien géomatique (88)	cedric.ostailier@foretsetboisdelest.com	03.29.29.11.23
Claude Geyer	ONF	SSR et administrateur de données SIG (67)	claudio.geyer@onf.fr	03.88.76.81.97
Denis Othenin	ONF	Responsable de l'atelier départemental SIG des Vosges (88)	denis.oftenin@onf.fr	03.29.69.66.96
Fabienne Niederlender	ONF	Responsable de la cellule SIG (57)	fabienne.niederlender@onf.fr	03.87.25.72.37
François Benavoli	ONF	Responsable informatique territorial (67)	francois.benavoli@onf.fr	03.88.76.76.49
Marie-Noëlle Gillot	ONF	Responsable géomatique (68)	marie-noelle.gillot@onf.fr	03.89.46.82.01

Nicolas Clouet	ONF	Responsable territorial SIG et SIFOB (38)	nicolas.clouet@onf.fr	04.79.68.28.04
Pascal Audureau	ONF	Responsable national SIG (75)	pascal.audureau@onf.fr	03.83.39.06.64
Roger Notter	ONF	Géomaticien (68)	roger.notter@onf.fr	03.89.74.97.88
Autres				
Bruno Rigoulot	ONF	Adjoint au responsable commercial territorial (69)	bruno.rigoulot@onf.fr	04.72.60.09.32
Denis Mouron	ONF	Chef du service Travaux- Développement (67)	denis.mouron@onf.fr	03.88.47.49.83
Dominique Lorentz	ONF	Responsable production aménagement (57)	dominique.lorentz@onf. fr	03.87.25.72.23
Irène Bee	ONF	Chef du service Forêt (57)	irene.bee@onf.fr	03.87.06.62.16
Jean-Pierre Dietrich	ONF	Responsable du pôle "commercialisation des bois" (68)	jean- pierre.dietrich@onf.fr	03.89.77.60.12
Jean-Yves Boitte	ONF	Responsable du Service Forêt (88)	jean-yves.boitte@onf.fr	03.29.42.16.23
Marc-Etienne Wilhelm	ONF	Responsable de développement technique en sylviculture (67)	marc- etienne.wilhelm@onf.fr	03.89.22.96.10
Marc Sezyk	ONF	Chef de projets complexes desserte forestière et gestion foncière (57)	marc.sezyk@onf.fr	03.87.25.72.32
Odile Mougeot	ONF	Chef du service foret inter agences Colmar/Mulhouse (68)	odile.mougeot@onf.fr	03.89.46.88.90
Raphaël Lauth	Région Grand Est	Chef du Service Forêt Bois au sein de la Direction de l'agriculture et de la forêt de la Région Grand Est (67)	Raphael.LAUTH@gran dest.fr	03.88.15.65.10

Glossaire de terminologie

Ce glossaire de terminologie se base sur l'ouvrage de vocabulaire forestier d'Yves Bastien et Christian Gauberville (BASTIEN (Yves) et GAUBERVILLE (Christian), 2011).

Aménagement :

État d'assiette : liste des parcelles ou de parties de parcelles prévues pour être martelées une année donnée, avec indication de la surface ou du volume à exploiter et de la nature des coupes à réaliser.

Parcelle : division de la forêt utilisée comme cadre de référence géographique et matérialisée sur le terrain. Elle constitue généralement une unité de gestion, mais peut aussi faire l'objet de sous-ensembles : sous-parcelle en forêt privée, unité de gestion en forêt publique.

Unité de gestion : plus petite division géographique d'une forêt faisant l'objet d'une planification (objectifs, interventions, suivi et contrôle).

Exploitation :

Billon : tronçon de bois de dimensions standardisées.

Billonnage : action de réaliser des billons.

Culée : base d'une grume.

Débardage : transfert des bois par des moyens appropriés entre la zone où ils ont été abattus et un lieu accessible aux camions.

Débusquage : transport des produits forestiers entre le point d'abattage ou de récolte et le premier dépôt transitoire non accessible aux camions grumiers.

Desserte forestière : ensemble des voies d'accès et de vidange des bois (routes, pistes, câbles fixes).

Exploitation classique : exploitation avec abattage manuel et débardage au tracteur forestier ou abattage mécanisé et débardage au porteur sans treuil d'assistance synchronisé.

Grume : tronc (ou section de tronc) d'un arbre abattu et ébranché, recouvert ou non de son écorce.

Traînage : transport d'une grume que l'on fait glisser sur le sol depuis la souche jusqu'à l'emplacement où elle peut être chargée sur un engin.

Vidange des bois : ensemble des opérations consistant à sortir d'une coupe les produits qui y ont été exploités.

Voirie :

Piste : voie en terrain naturel, accessible aux seuls engins tout terrain, notamment aux tracteurs de débardage.

Place de retournement : emplacement d'une route forestière spécialement aménagée pour permettre une manœuvre de demi-tour aux camions grumiers.

Route forestière : voie accessible en tout temps aux camions grumiers.

Table des annexes

Annexe 1 : Récapitulatif des activités menées dans le cadre de l'étude. Source : Jean-Louis LE CALONNEC.....	76
Annexe 2 : Compte rendu démonstration câble-mât KSK-3 RITTER. Source : ONF77	
Annexe 3 : Compte rendu de la tournée câble au Vorarlberg (Autriche)	81
Annexe 4 : Exemple de retours de l'enquête Excel. Source : ONF	84
Annexe 5 : Clé d'identification des types de structure. Source : guide de typologie et sylviculture des peuplements forestiers du massif vosgien.....	85
Annexe 6 : Atlas de la zone d'étude. Source : ONF	86
Annexe 7 : Programme de coupe 2019-2021. Source : ONF.....	87
TVS20.....	87
Petit câble-mât	89
Petit câble-mât (dont surfaces TVS20).....	90
Câble-mât sur camion	92
Câble-mât sur remorque	95
Câble-mât sur remorque (dont surfaces câble-mât sur camion)	97
Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé.....	101
Annexe 8 : Cartographie des secteurs en forêts publiques nécessitant des modes d'exploitation alternatifs (1 atlas et 31 cartes). Source : ONF.....	105

Annexe 1 : Récapitulatif des activités menées dans le cadre de l'étude.

Source : Jean-Louis LE CALONNEC

20/07/17 : tournée sur l'exploitation au câble-mât en Autriche dans le Vorarlberg
27/07/17 : visite de chantier mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé à Linthal (68)
03/08/17 : test du logiciel Sylvaccess
29/08/17 : Skype réunion avancement de l'étude
12/09/17 : Skype point d'étape sur l'étude
30/10/17 : Skype réunion avancement de l'étude
07/11/17 : signature de la convention ONF-FBE d'utilisation de fichiers informatiques géographiques
20/11/17 : projet câble Saint-Dié-des-Vosges (88)
18/12/17 : conférence téléphonique sur l'avancement de l'étude
08/02/17 : Skype sur les étapes SIG de l'étude
20/02/18 : tournée petit câble-mât chez le fabricant RITTER en Allemagne
28/02/18 : diffusion de l'enquête par mail aux UT
19/03/18 : présentation de l'étude à Saint-Dié-des-Vosges (88)
20/03/18 : réunion avec le Pays de la Déodatie à Saint-Dié-des-Vosges (88) pour l'intégration des zones humides
23/03/18 : présentation de l'étude en Codir agence à Mulhouse (68)
26/03/18 : présentation de l'étude en Codir agence à Schirmeck (67) suivi d'une visite terrain de parcelles exploitées et à exploiter en mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé et au câble aérien
29/03/18 : étude comparative entre les zones générées par CARTUVI et l'historique des coupes effectuées avec des moyens alternatifs avec le responsable mécanisation de l'agence de Colmar (68)
05/04/18 : martelage d'une coupe câble-mât à Metzeral (68) avec un technicien du pôle RDI de Chambéry (73)
06/04/18 : présentation de l'étude forte pente au technicien du pôle RDI de Chambéry (73) à Colmar (68) et présentation de sa part de l'utilisation du LiDAR pour les chantiers en forte pente en Rhône-Alpes
09/04/18 : présentation de l'étude au DA de l'agence Nord Alsace (67)
11/04/18 : conférence Skype "étude câble et TVS 20"
12/04/18 : visite d'une coupe effectuée au câble-mât pour diagnostic en FD de Ribeauvillé (68)
19/04/18 : visite d'un chantier câble-mât à Metzeral (68) puis martelage d'une coupe câble-mât
24/04/18 : Skype sur la thématique LiDAR/exploitation avec le pôle RDI de Chambéry, des responsables SIG et le responsable aménagement des agences de Colmar et Mulhouse (68)
30/04/18 : martelage et visite de chantier câble-mât d'ouverture de tourbières en FD de Gérardmer (88)
07/05/18 : diffusions aux DA des premiers résultats partiels de l'étude et du taux de retour par agence
28/05/18 : présentation de l'étude à l'UT de Kaysersberg (68) puis visite de parcelles à exploiter en mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé
31/05/18 : présentation de l'étude à l'UT de Piémont (67) puis tournée de diagnostic de faisabilité des parcelles au câble-mât
14/06/18 : participation à la formation interne sur la mécanisation en forte pente à Munster (68) puis visite d'un chantier en mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé
18/06/18 : présentation des premiers résultats de l'étude en interne (+ FCBA et AgroParisTech) à Saint-Dié-des-Vosges (88)
19/06/18 : martelage de futaie irrégulière en forte pente en forêt domaniale de Saint-Nabor (67)
21/06/18 : réunion du groupe national d'exploitation en forte pente à Chalon-sur-Saône (71)
22/06/18 : visite du salon Euroforest à Saint-Bonnet-de-Joux (71)
20/07/18 : COPIL TVS20 avec présentation des résultats de l'étude ressource à Nancy (54)
30/07/18 : réunion avec FBE pour une estimation de la surface et des produits mobilisables en forte pente à Épinal (88)

Annexe 2 : Compte rendu démonstration câble-mât KSK-3 RITTER. Source : ONF



Direction Territoriale Grand-Est

Compte rendu démonstration câble-mât KSK-3 RITTER

Février 2018

DEROULEMENT DE LA JOURNEE

La première partie de la rencontre, sur le site de production des câbles mâts RITTER, nous aura permis de découvrir la chaîne de montage, un environnement de travail rigoureux et organisé en ateliers compartimentés. En salle, le produit câble mât nous a été présenté par les technico-commerciaux et le directeur de RITTER, afin que nous puissions appréhender les caractéristiques de l'entreprise et de l'outil.

La seconde partie sur le terrain nous a permis de voir en action la machine et de nous rendre compte du type de travail qu'il est possible d'effectuer avec ce câble mât.

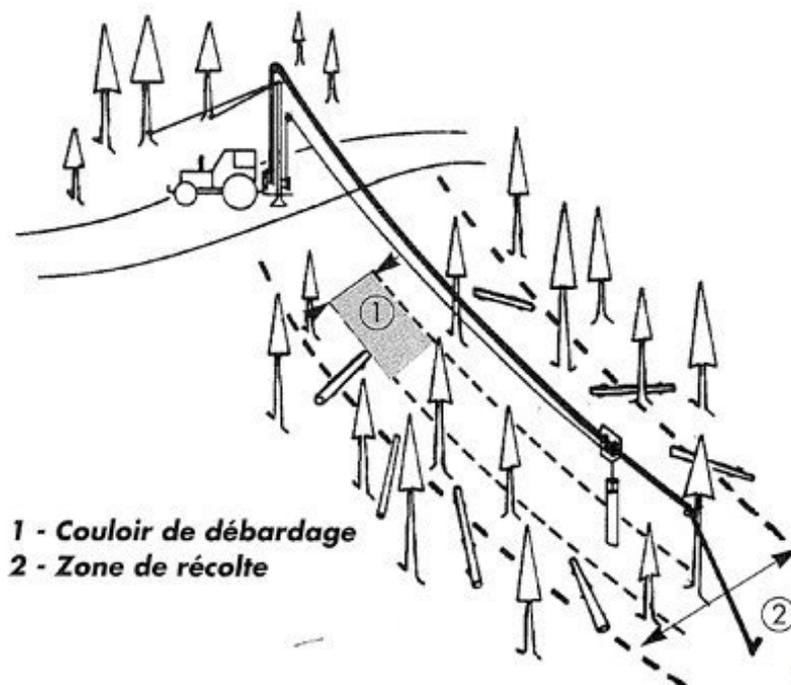
L'ENTREPRISE RITTER

Située en Forêt Noire, l'entreprise familiale RITTER fabrique depuis 1924 des produits pour 3 secteurs : agriculture, sylviculture et travaux forestiers, spectacle (treuils scéniques pour opéra et théâtre). L'activité treuil est la base de leur travail.

L'entreprise RITTER favorise le développement local en gardant l'intégralité de son activité en Forêt Noire. Les idées et commandes viennent des clients, l'entreprise essaye d'y répondre en y travaillant sur mesure.

PRINCIPE

Câble-mât débardant vers l'amont,
fixé sur le 3 points d'un tracteur agricole.



Source : FCBA

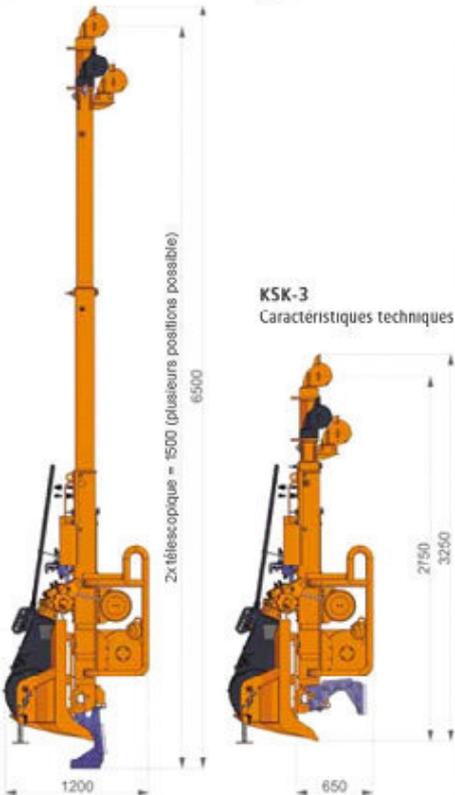
CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Le KSK-3 est le type de câble-mât le plus vendu par l'entreprise et celui qui nous a été présenté par M. RITTER accompagné de 2 technico-commerciaux, du chef mécanicien de RITTER et de l'ingénieur en développement de RITTER. D'autres types de câbles mâts sont développés chez Ritter, la principale variante étant la longueur du câble : jusqu'à 400m. Ce système permet le débardage par voie aérienne en plus du débardage classique (double treuil). Ce type d'outil prend son énergie à la prise de force d'un tracteur agricole, la puissance du tracteur en lui-même n'est pas à frein à l'installation d'un câble mât de ce type. (50/70cv suffisent)

Cet outil a été développé dans l'idée de maximiser sa facilité d'utilisation et sa fiabilité (limitation de l'usage de l'électronique).

Le câble permet de débarder/travailler dans toutes les directions (montée, descente, plat), bien qu'il ait été initialement conçu pour travailler à la montée. La distance de débusquage des bois est de 20 à 30 m de part et d'autre de la ligne.

Le chariot est actionné par un petit câble, à l'arrivée il s'arrête automatiquement et la charge descend. Lorsque les bois touchent le sol, la petite secousse associée à la suppression de la tension provoque l'ouverture automatique du choker. Cette innovation est l'une des plus prometteuses pour ce système débardage : ainsi, il n'est pas nécessaire d'avoir un deuxième opérateur à l'arrivée des grumes ; c'est une source d'économie de main d'œuvre donc de diminution du coût d'exploitation. C'est aussi une des principales différences avec le système câble mat développé par les autres constructeurs : Valentini ou Konrad par exemple.

KSK-3
Caractéristiques techniques

KSK-3 CÂBLE-GRUE À COURT RAYON D'ACTION

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

(Caractéristiques techniques en combinaison avec RITTER S 70 DK)

TYPE	KSK-3 S 70	KSK-3 S GG
Longueur max du trajet/ Câble porteur environ	110m/ 12mm	190m/ 11,5mm
Câble de traction environ	160m/ 10mm	210m/ 10mm
Poids traîné environ	1.000kg	1.000kg
Câble de retour environ	300m/ 6mm	400m/ 6mm
Hauteur de tourelle y compris flèche télescopique max.	6.500mm	6.500mm
Hauteur de transport	3.200mm	3.300mm
Poids sans câble	1.900kg	2.100kg
Puissance du tracteur à partir de	70PS	80PS
Nombre de treuils à tension	2	2
Actionnement	HBC radiocommande	HBC radiocommande
Nombre d'opérateur	1	1
Chariot	optionnel	optionnel
Vitesse du câble 1000T/min	*0,2-1,2m/s	*0,2-1,2m/s
Ouverture du câble semi-automatique	en série	en série
Attelage au tracteur	3 points	3 points

* Régulateur de vitesse au véhicule est nécessaire.



KSK-3 Position de travail



KSK-3 Position de transport

UTILISATIONS POTENTIELLES

- Débardage de petits bois et de bois moyen jusqu'à 1,5m³ en zone humide ou en zone de pente encombrée d'obstacles ou un système abatteuse/porteur n'est pas possible (cas de rochers, d'obstacles ou problème d'érosion).
- Débardage classique par câble (en utilisation sans câble mât), 2 treuils de 10T.
- L'utilisation potentielle la plus fréquente dans nos agences de moyenne montagne est la réalisation de première et deuxième éclaircie résineuse ou feuillue en zone de pente souvent non réalisée car déficitaire ou reportée pour avoir un diamètre moyen à exploiter plus important ce qui est préjudiciable à une sylviculture de bois de qualité.

DONNEES ECONOMIQUES

Prix d'achat : 74 000 €

Prix de prestation : **abattage + débardage en long: 24-35 €/m³** chiffre communiqué par Ritter pour des bois d'un volume unitaire > à 0.5 m³.

Coût d'un chantier communiqué par un forestier allemand en janvier 2018 :

Coupe de douglas en forte pente, vol/ha 70 m³ au moins et vam de 0.6 m³/arbre.

Longueur de la ligne : 130 m.

Les arbres sont abattus, ébranchés et mis en polder en toute longueur pour 34 €/m³.

ONF Grand-Est / CR démonstration câble-mât KSK-3 RITTER du 20/02/2018

PRODUCTIVITE JOURNALIERE

Les chiffres annoncés ci-dessous comprennent l'abattage et la préparation des bois (débardés en long, non ébranchés et disposés en perpendiculaire de la route).

- Pour un volume unitaire d'environ 0.15 m³ : 20 m³/J à 2 personnes
- Pour un volume unitaire d'environ 0.5 m³ : 65 m³/J à 2 personnes

AVANTAGES

- Faible investissement
- Facilité d'installation et d'utilisation
- Rapidité d'installation de la ligne (30 minutes à 2 opérateurs)
- Un seul opérateur nécessaire en fonctionnement au débusquage et débardage des bois
- Faible tension dans le câble pour une charge limitée, ce qui permet un ancrage sur des petits arbres et donc des interventions dans des petits bois
- Productivité annoncée et prix de prestation permettant d'envisager de nombreuses coupes, notamment BE
- Peut évoluer vers un double treuil classique

LIMITES

- Travail à la descente délicat avec une charge importante comme tout type de câble mât)
- L'outil est conçu uniquement pour l'exploitation de PB
- Pour la sécurité des opérateurs et afin d'avoir deux personnes il faut organiser les chantiers avec un bucheron et un débardeur sur le parterre de la coupe
- Rayon d'action court de 200m ce qui correspond malgré tout à la majorité de nos cas de desserte en forêt publique.
- Pour optimiser les différents produits, il faudra une abatteuse et un porteur pour lesquels il faut au minimum 700 m³ pour rentabiliser le transfert.
Ce volume :
 - correspond à environ 10 jours de production au câble-mât.
 - permet de limiter les risques sanitaire pour le produit sciage ou fraîcheur pour le papier.

CONCLUSION

Cette journée aura été l'occasion d'observer la machine en action et ses qualités comparées à des modes de débardage plus traditionnels.

Ses avantages sont clairement ressortis, et ce que l'on retiendra surtout c'est la rapidité d'installation du matériel, **son faible cout**, ainsi que le « décrochage » des grumes automatisé près du mât. Cet outil est très spécialisé (PB-BM) et il faudra prendre garde à ne pas l'utiliser en dehors de sa gamme (débardage de trop gros bois, travail à la descente dans sa limite haute de charge).

Nous retiendrons aussi l'accueil chaleureux qui nous a été réservé par l'entreprise RITTER Maschinen.

Vous pouvez trouver un petit film présentant l'outil ici :
<https://www.youtube.com/watch?v=dZbTtUWnViQ>

Annexe 3 : Compte rendu de la tournée câble au Vorarlberg (Autriche)



Direction Territoriale Grand-Est

Compte rendu de la tournée câble du 20/07/17 au Vorarlberg (Autriche)

Juillet 2017

CONTEXTE

Cette tournée avait pour objectif de visiter un exemple original d'intégration d'une filière bois locale. Etaient présents des représentants de la DRAAF, de la Région et de l'ONF.

La zone de la GroÙes Walsertal, située à 1400 m d'altitude est caractérisée par des sols profonds et riches sur schiste (Slush) possédant une forte capacité de rétention en eau mais également une forte sensibilité à l'érosion. Les essences présentes sont l'épicéa, le Sapin pectiné (qui stabilise sol avec son système racinaire), le hêtre, l'Erable sycomore, le frêne et l'orme de montagne (qui dépérit à 30 ans après sa fructification).

La zone gérée par le forestier rencontré s'étend sur 23 000 ha, sur lesquels il y a 3 500 ha de forêt dont 500 ha de forêt de protection (située au-dessus des villages pour stopper les chutes de blocs et avalanches). La forêt de protection est répartie en de multiples petits îlots (aspect peau de léopard) et est constituée d'un mélange de feuillus et de résineux. Cela lui confère une structure irrégulière et concourt à une répartition hétérogène de la neige qui fait diminuer le risque de départ d'avalanche. La forêt est très morcelée et appartient à un grand nombre de propriétaires privés. Concernant la gestion forestière, il n'existe pas d'obligation réglementaire (type plan simple de gestion) mais chaque année on sait la quantité de bois que l'on peut proposer à l'industrie locale.

EQUILIBRE SYLVO-CYNEGETIQUE

Plusieurs types de grand gibier sont présents : cerf (la population doit être diminuée suite à l'apparition de cas de tuberculose), chevreuil, bouquetin, chamois, absence de sangliers (présent uniquement en plaine). Toutes les surfaces de la zone doivent être parcourues par la chasse, même si cela conduit à dépasser le plan de chasse prévu. La planification des quotas de chasse du cerf est réalisée à l'échelle de la région, celle des autres gibiers au niveau local. En novembre, 80% du plan de chasse cerf doit être réalisé, et 90% à la mi-décembre. Le plan de chasse 2016 était le suivant : 350 chevreuils, 300 cerfs et 150 chamois tirés sur l'ensemble de la zone (les trophées de chasse doivent être déclarés). La période de chasse commence 14 jours avant l'ouverture nationale et se prolonge de 14 après la fermeture de celle-ci dans la zone centrale. Les daguets sont tirés du 15/05 au 15/01. Dans les forêts de protection, la chasse a lieu tout au long de l'année. L'exercice de la chasse se pratique dans 70% des cas au mirador, avec chien dans 30% des cas et 1 à 2 battues sont effectuées chaque année. Le revenu de la chasse est de 13€/ha (il représente en moyenne 30€/ha en Alsace).

Un inventaire est réalisé depuis 5 ans sur un dispositif de 60 enclos-exclos, disposés tous les 50 ha. Cet inventaire mesure l'abrutissement de la pousse terminale sur l'épicéa, le Sapin pectiné, le hêtre et l'Erable sycomore. Les résultats sont relativement bons : 1,2% des épicéas abrutis, 5,1% des

Sapin pectinés et 8% des hêtres et Erables sycomores. La neige couvre les jeunes plants durant l'hiver ce qui les protège de la dent du gibier. Les enclos sont contrôlés tous les 3 ans et les exclos tous les 5 ans.

Des essais de différentes protections individuelles contre l'abrouissement (tubex, pincettes, laine de mouton, etc.) menés dans les trouées se sont avérés inefficaces. Dans l'ensemble, le chamois et le chevreuil semblent avoir un impact plus fort sur la régénération que le cerf.

EXPLOITATION PAR CÂBLE

Chaque année, 8 000 à 12 000 m³ sont exploités dans la zone.

Environ 80% des bois sont débardés au câble au vu du contexte de forte pente. Il faut compter 35-40€/m³ pour débarder à l'aide du câble mâ. Ce coût élevé est en partie compensé par une aide de l'Etat à l'exploitation d'environ 10 à 15€ par m³. Moins il y a de m³ exploité et plus la proportion d'aide est élevée.

Les largeurs de coupes passées étaient trop forte (>20 m de large), elles ont apporté trop de lumière donnant l'avantage à une régénération héliophile dynamique concurrençant celle du Sapin pectiné. L'horizontoscope (venant de Suisse et utilisé en architecture) est utilisé pour mesurer l'ensoleillement au sol. La pousse apicale du Sapin pectiné donne également une indication sur l'apport en lumière : si sa longueur est supérieure de un tiers à celle des pousses latérales, alors l'apport en lumière est trop fort. La largeur de coupe préconisée doit être égale à la demi hauteur du peuplement, c'est-à-dire 20 m de large maximum. Ces lignes d'exploitations sont ouvertes en diagonales dans la pente pour diminuer l'entrée du vent froid qui fait baisser la température du sol. Or, on sait que pour avoir une bonne régénération, ce facteur est essentiel (les trois facteurs principaux sont la lumière, l'eau et la chaleur).

Les lignes d'exploitation font en moyenne 600 m de long et mobilisent 200 m³ (soit 0,3 m³/ml) en réalisant une coupe à blanc de 20 m de large sur toute la longueur de la ligne. En France, on effectue de petites trouées (0,25 à 1 ha) de chaque côté de la ligne câblée pour une récolte située entre 0,3 et 1 m³/ml. Une coupe pour une ouverture d'une trouée de 1 ha donne 600 m³ mais laisse place au développement d'une végétation envahissante. Mieux vaut récolter 150-250 m³ par ha en passant en coupe tous les 30 ans. Peu d'interventions en éclaircie sont effectuées et les rémanents sont laissés au sol pour que la régénération soit moins attractive vis-à-vis du gibier. De plus, ces rémanents jouent un rôle d'enrichissement du sol.

Le prix des produits est de 120€/m³ bord de route pour de l'épicéa de bonne qualité, 95€/m³ bord de route pour de le Sapin pectiné. A titre de comparaison, 75-90€/m³ bord de route pour de le Sapin pectiné en Alsace. Les très gros diamètres ne sont pas une contrainte commerciale.

CONSTRUCTION BOIS

Nous avons visité la menuiserie Heiseler, une entreprise familiale créée en 1963, qui utilise principalement le bois produit dans la vallée. Cette entreprise comprend 8 employés dont plus de la moitié sont des apprentis et est spécialisée dans la fabrication de maison préfabriquée en bois.

RESERVE DE BIOSPHERE

La zone visitée fait partie d'une réserve de biosphère de 180 km² comprenant 3420 habitants. Dans ce type de réserve, il faut au moins 5% de la surface en zones de protection forte, ici elles représentent 17%.

Une réserve de biosphère est une reconnaissance par l'UNESCO de zones modèles conciliant la conservation de la biodiversité et le développement durable, dans le cadre du programme sur l'homme et la biosphère (MAB).

Le Programme sur l'Homme et la biosphère (MAB) est un programme scientifique intergouvernemental visant à mieux connaître et améliorer les relations homme-nature au niveau mondial. Lancé au début des années 70, le MAB propose un agenda de recherche interdisciplinaire, encourage le renforcement des capacités et a pour principaux objectifs de réduire la perte de biodiversité et d'en traiter les aspects écologiques, sociaux et économiques (unesco.org).

Jean-Louis LE CALONNEC, Apprenti Ingénieur AgroParisTech Nancy

Annexe 4 : Exemple de retours de l'enquête Excel. Source : ONF

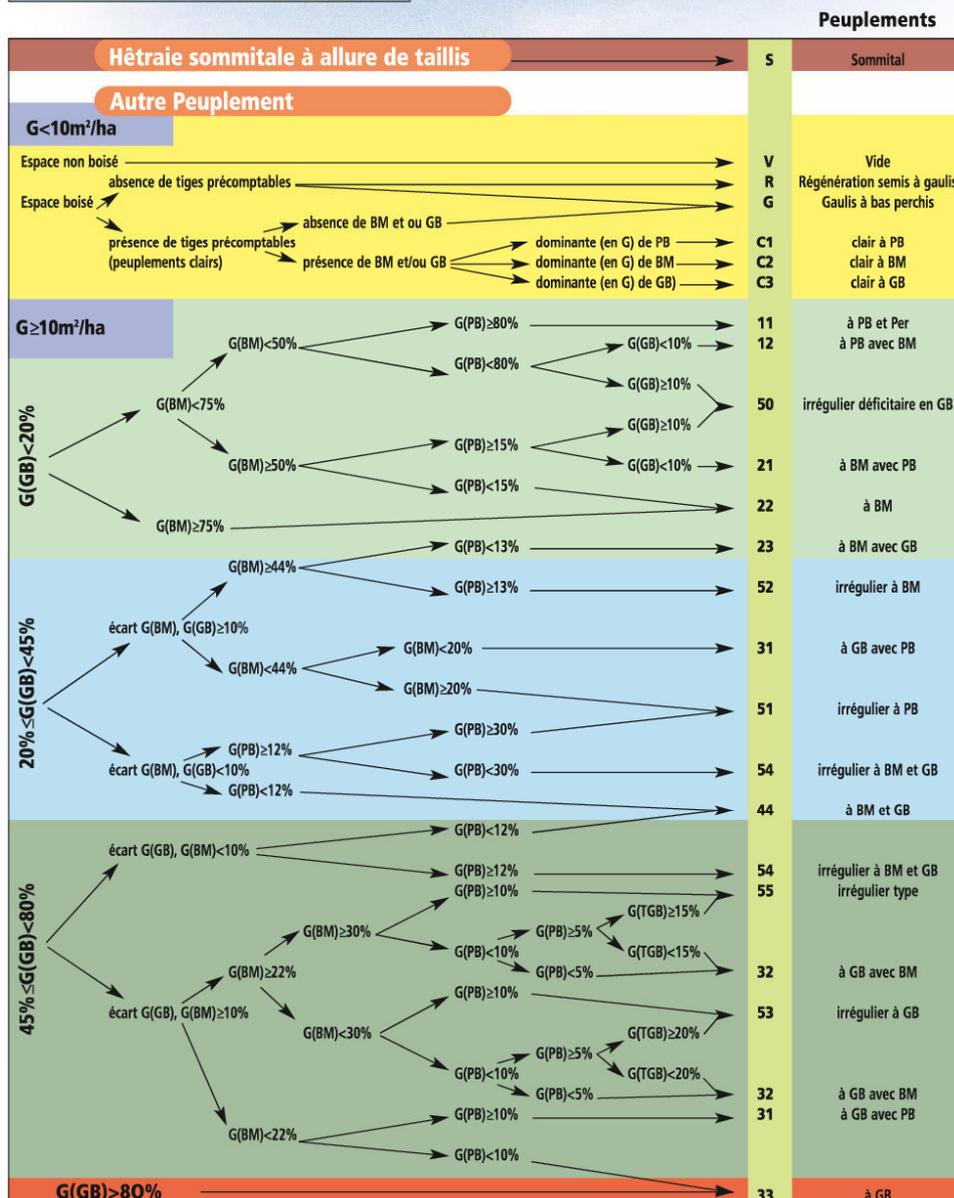
N° ZONE	UT	CODE FRT	SURFACE.ZONE (HA)	SKIDDER (O/N)	CABLE-MAT (O/N)	MECA-TREUILLEE (O/N)	COMMENTAIRE
85	LA THUR	UFFHOLTZ	6,48	N	N	N	Chénaie thermophile - SIEP - objectif unique de protection des milieux
99	LA THUR	WILLER	7,53	N	N	N	Zone extensive - chénaie sur roche - pas d'accès
110	LA THUR	WILLER	11,21	N	O	O	partie haute possible par câble - pin
111	LA THUR	WILLER	8,91	N	O	N	Sapin BM-GB
126	LA THUR	WATTWILL	113,89	N	N	N	Mémorial national 14-18 du Vieil-Armand
150	GUEBWILLER/SOULTZ	SOULTZHR	13,35	N	O	N	CAPTAGE, HET
166	GUEBWILLER/SOULTZ	SOULTZHR	29,87	N	O	N	HET ALTITUDE, CAPTAGE
191	GUEBWILLER/SOULTZ	GUEBWDO	6,47	N	N	O	p37-38? FEUILLUS RSNX
203	MUNSTER	MUNSTER	66,72	N	O	N	166 APB?
205	MUNSTER	MUNSTER	32,04	N	O	N	p81 câble par chemin en haut
210	GUEBWILLER/SOULTZ	LINTHAL	25,92	N	N	O	PAS DESSERTTE + 162, 163
213	GUEBWILLER/SOULTZ	LINTHAL	7,21	N	O	O	12 EN MECA TREUIL 2015, combinaison câble treuil
219	GUEBWILLER/SOULTZ	LINTHAL	7,70	N	N	O	6A, 6a, 4a, 4b, 5
258	COLMAR - ROUFFACH	GUEBERS	9,51	O	N	N	piste non renseignée
264	COLMAR - ROUFFACH	SCHRANKE	14,90	N	O	O	v <0,3 m3 treuil en 2017 + câble mât en 1998 (1ere eclaircie)
295	MUNSTER	GUNSBACH	7,07	N	N	O	petites languettes, peu roche
364	KAYSERSBERG	KBV	9,50	N	O	N	IRSTEA feuillus, RD415 en aval, gros cailloux
368	KAYSERSBERG	KBV	12,90	N	O	N	IRSTEA feuillus, RD415 en aval, gros cailloux
373	BRUYERES	CHAPELBY	5,32	N	O	N	P40
379	BRUYERES	DCHAMP	7,39	N	O	N	P17-18 EN 2016 CM, P16 / 9HA PARTIE BASSE
390	RIBEAUVILLE	ORI	7,73	N	N	N	classé inexploitable, danger roches

Annexe 5 : Clé d'identification des types de structure. Source : guide de typologie et sylviculture des peuplements forestiers du massif vosgien

Clef d'identification des types de structure

Catégories de bois :
 - Perches : 10-15 cm
 - PB (Petits Bois) : 20-25 cm
 - BM (Bois Moyens) : 30 à 45 cm
 - GB (Gros Bois) : 50 cm et plus comprenant la sous-catégorie des Très Gros Bois (70 cm et plus)

Les surfaces terrières sont mesurées uniquement sur les arbres d'un diamètre supérieur à 17,5 cm.
 G(...) correspond au pourcentage de la surface terrière dans la catégorie de diamètre désignée.



Richesse en perches

La structure sera dite riche en perches si dans un cercle de 15 m de rayon (jugé à l'œil), on trouve plus de :

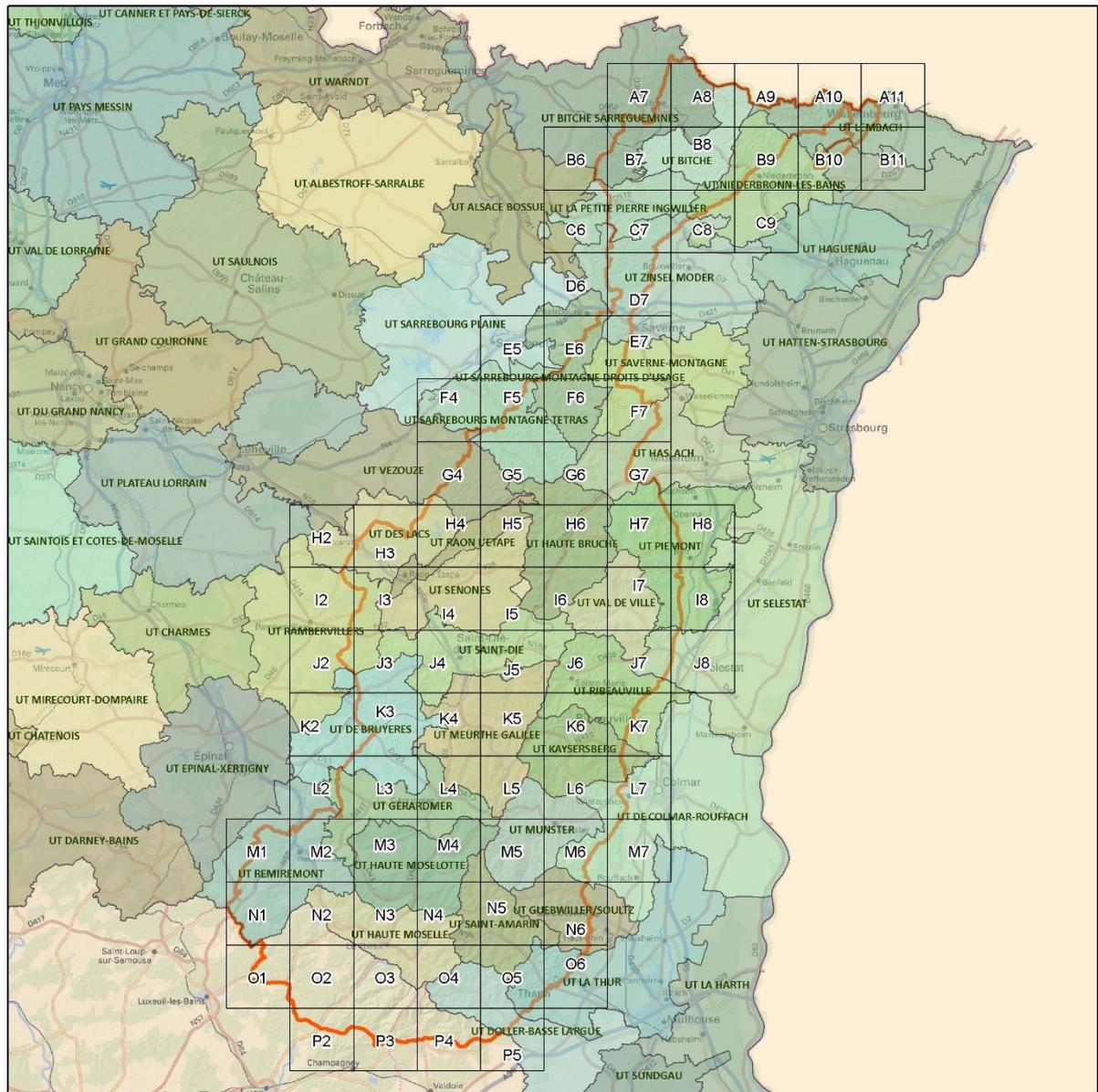
- 6 perches pour les types 21-22-23-44-32-33
- 10 perches pour les types 50-52-53-54-55

Par exemple : Type 33 "pauvre en perches" 330
 "riche en perches" 331

Remarque : Les types 11, 12, 31 et 51 sont toujours riches en perches.

Document ONF CRPF Alsace-Lorraine. Extrait du Guide «Peuplements forestiers du Massif Vosgien - Typologie et Sylvicultures».

Annexe 6 : Atlas de la zone d'étude. Source : ONF



Annexe 7 : Programme de coupe 2019-2021. Source : ONF

Pour information : les UG ajoutées au programme de coupe initial sont affichées en italique sur fond de couleur plus clair.

TVS20

Année de coupe	Agence	Propriétaire	Forêt	UG	Surface de la coupe (ha)	Type de coupe	Volume sur pied (m ³ /ha)	Calibre des bois	Essence principale
2019	8630	Domanial	ABRESCHV	218_u	11,52	IBO	686	GB	S.P
2019			ABRESCHV	220_u	13,30	IBO		IRR	
2019			DABO	54_u	15,15	IBO		BM	S.P
2019			DABO	13_u	0,42	IBO		GB	S.P
2019			DABO	37_u	11,19	IBI	243	IRR	P.S
2019			DABO	15_u	15,54	IBI	315	PB	S.P
2019			DABO	16_u	12,66	IBI	569	PB	S.P
2019			WALSCH EI	143_r	3,08	RPR	285	IRR	S.P
2019			WALSCH EI	181_u	4,71	IBO		IRR	S.P
2019			WALSCH EI	184_i	3,25	IBO		IRR	S.P
2019			WALSCH EI	169_u	2,70	IBI		IRR	S.P
2019			WALSCH EI	171_u	6,61	IBO	103	IRR	S.P
2019			WALSCH EI	173_u	7,71	IBO		IRR	S.P
2019			WALSCH EI	183_i	2,25	IBO		IRR	EPC
2019	8692	Autres soumis	BAREMBA	50_b	5,77	AMEL		PB	NOI
2019			LABROQUE	13_b	7,46	AMEL	368	BM	S.P
2019			WISCHES	45_a	6,81	AMEL	690	BM	EPC
2019		Domanial	FDDONON	47_a	8,00	AMEL		BM	HET
2019	Domanial		Sous-total :		118,09	Moyenne :	388	Volume potentiel mobilisable (m ³) :	11 684
2019	Autres soumis				20,03		428		2 186
2019		Total :		138,12			412		14 511
2020	8693	Autres soumis	ROD	32_a	12,07	AI	529	PB	EPC
2020			ROD	33_i	11,33	IRR	577	PB	EPC
2020			ROD	34_i	6,74	IRR	359	BM	P.S
2020			SOULTZER	55_1	13,03	APR	425	BM	S.P
2020			MUNSTER	4_ap	11,55	AMEL	218	PB	P.S
2020			MUNSTER	4_i	1,36	IRR	167	BM	DOU
2020			MUNSTER	4_j	6,75	AMEL			MEE
2020			MUNSTER	D_ap	15,02	AMEL	598	PB	DOU
2020			MURBACH	19_a1	5,39	AMEL			HET
2020			ORSCHWIL	7_a	2,63	AMEL	379	BM	HET

2020		Domanial	OSP	13_j	3,89	AMEL	402	BM	P.L
2020			ORI	16_af	7,80	AMEL	621	BM	P.S
2020			ORI	11_c	4,90	IRR	487	PB	HET
2020			ORI	115_a1	15,35	AMEL		PB	HET
2020			GUEBWDO	52_a1	5,67	AMEL	276	BM	MEE
2020			GUEBWDO	11_a1	13,85	AMEL	345	BM	S.P
2020			GUEBWDO	55_a	16,97	AMEL	322	BM	ERS
2020	Domanial		Sous-total :		68,43	Moyenne :	388	Volume potentiel mobilisable (m³) :	6 774
2020	Autres soumis				85,87		456		9 985
2020		Total :		154,31	427		16 802		
2021	8670	Domanial	CORNIDOM	28_j	1,15	IBO		IRR	
2021			CORNIDOM	29_j	4,72	IBO	154	IRR	
2021			CORNIDOM	3_j	5,54	IBO	141	IRR	
2021			CORNIDOM	4_j	8,12	IBO	205	IRR	
2021			CORNIDOM	5_j	7,90	IBO	231	IRR	
2021			GEHANT	9_u	9,50	IBO		GB	
2021			MOYENM	9_u	4,94	IBO	310	GB	
2021			VALDESEN	116_u	5,75	IBO	247	GB	
2021			VALDESEN	119_u	3,33	IBO	364	GB	
2021			GM	215_a	6,74	AO	598	IRR	
2021			KL	7_u	6,78	IBO		BM	S.P
2021			SMB	87_u	7,41	AO	410	BM	
2021			SMB	91_u	17,88	AO	345	BM	
2021		Total :		89,76	Moyenne :	310	Volume potentiel mobilisable (m³) :	7 096	

Lissage des coupes	Surface minimale passée en coupe (ha/an)	Surface maximale passée en coupe (ha/an)	Écart-type de la surface passée en coupe (ha/an)	Moyenne de la surface passée en coupe (ha/an)
Sans	88,78	172,45	42,21	127,40
Avec	89,76	154,31	33,58	127,40

Petit câble-mât

Année de coupe	Agence	Propriétaire	Forêt	UG	Surface de la coupe (ha)	Type de coupe	Volume sur pied (m ³ /ha)	Calibre des bois	Essence principale
2019	8692	Autres soumis	MOLLKIRC	3_i1	3,98	IRR			EPC
2019		Domanial	FDLUTZEL	29_b2	5,17	AMEL	241	PB	DOU
2019			FDLUTZEL	28_r	2,46	REC	355	BM	HET
2019			Total :		11,61	Moyenne :	278	Volume potentiel mobilisable (m³) :	824
2020	8693	Autres soumis	WIHRVAL	2_c	7,07	AMEL	138	BM	P.S
2020			WHIRVA	1_u	10,57	AME	241	GB	P.S
2020			Total :		17,64	Moyenne :	200	Volume potentiel mobilisable (m³) :	899
2021	8670	Domanial	VALDESEN	129_u	5,91	IBO	218	GB	
2021			VALDESEN	135_r	3,54	RS		GB	
2021			BE	313_u	4,53	AI		PB	S.P
2021			SMB	61_u	18,27	IBO	666	BM	
2021			Total :		32,24	Moyenne :	557	Volume potentiel mobilisable (m³) :	4 579

Lissage des coupes	Surface minimale passée en coupe (ha/an)	Surface maximale passée en coupe (ha/an)	Écart-type de la surface passée en coupe (ha/an)	Moyenne de la surface passée en coupe (ha/an)
Sans	9,44	23,43	7,01	16,15
Avec	11,61	32,24	10,61	20,50

Petit câble-mât (dont surfaces TVS20)

Année de coupe	Agence	Propriétaire	Forêt	UG	Surface de la coupe (ha)	Type de coupe	Volume sur pied (m³/ha)	Calibre des bois	Essence principale
2019	8630	Domanial	ABRESCHV	218_u	11,52	IBO	686	GB	S.P
2019			ABRESCHV	220_u	13,30	IBO		IRR	
2019			DABO	54_u	15,15	IBO		BM	S.P
2019			DABO	13_u	0,42	IBO		GB	S.P
2019			DABO	37_u	11,19	IBI	243	IRR	P.S
2019			DABO	15_u	15,54	IBI	315	PB	S.P
2019			DABO	16_u	12,66	IBI	569	PB	S.P
2019			WALSCH EI	143_r	3,08	RPR	285	IRR	S.P
2019			WALSCH EI	181_u	4,71	IBO		IRR	S.P
2019			WALSCH EI	184_i	3,25	IBO		IRR	S.P
2019			WALSCH EI	169_u	2,70	IBI		IRR	S.P
2019			WALSCH EI	171_u	6,61	IBO	103	IRR	S.P
2019			WALSCH EI	173_u	7,71	IBO		IRR	S.P
2019			WALSCH EI	183_i	2,25	IBO		IRR	EPC
2019	8692	Autres soumis	BAREMBA	50_b	5,77	AMEL		PB	NOI
2019			LABROQUE	13_b	7,46	AMEL	368	BM	S.P
2019			MOLLKIRC	3_i1	3,98	IRR			EPC
2019			WISCHES	45_a	6,81	AMEL	690	BM	EPC
2019	8692	Domanial	FDDONON	47_a	8,00	AMEL		BM	HET
2019	Domanial		Sous-total :		118,09	Moyenne :	401	Volume potentiel mobilisable (m³) :	12 075
2019	Autres soumis				24,02		521		3 191
2019			Total :		142,11		375		13 589
2020	8693	Autres soumis	ROD	32_a	12,07	AI	529	PB	EPC
2020			ROD	33_i	11,33	IRR	577	PB	EPC
2020			ROD	34_i	6,74	IRR	359	BM	P.S
2020			SOULTZER	55_1	13,03	APR	425	BM	S.P
2020			MUNSTER	4_ap	11,55	AMEL	218	PB	P.S
2020			MUNSTER	4_i	1,36	IRR	167	BM	DOU
2020			MUNSTER	4_j	6,75	AMEL			MEE
2020			MUNSTER	D_ap	15,02	AMEL	598	PB	DOU
2020			MURBACH	19_a1	5,39	AMEL			HET
2020			ORSCHWIL	7_a	2,63	AMEL	379	BM	HET
2020			WIHRVAL	2_c	7,07	AMEL	138	BM	P.S
2020	8693	Domanial	OSP	13_j	3,89	AMEL	402	BM	P.L
2020			ORI	16_af	7,80	AMEL	621	BM	P.S

2020			ORI	11_c	4,90	IRR	487	PB	HET
2020			ORI	115_a1	15,35	AMEL		PB	HET
2020			GUEBWDO	52_a1	5,67	AMEL	276	BM	MEE
2020			GUEBWDO	11_a1	13,85	AMEL	345	BM	S.P
2020			GUEBWDO	55_a	16,97	AMEL	322	BM	ERS
2020	Domanial		Sous-total :		68,43	Moyenne :	388	Volume potentiel mobilisable (m³) :	6 771
2020	Autres soumis				92,94		428		10 144
2020			Total :		161,37		412		16 954
2021	8670	Domanial	BE	313_u	4,53	AI		PB	S.P
2021			CORNIDOM	28_j	1,15	IBO		IRR	
2021			CORNIDOM	29_j	4,72	IBO	154	IRR	
2021			CORNIDOM	3_j	5,54	IBO	141	IRR	
2021			CORNIDOM	4_j	8,12	IBO	205	IRR	
2021			CORNIDOM	5_j	7,90	IBO	231	IRR	
2021			GEHANT	9_u	9,50	IBO		GB	
2021			MOYENM	9_u	4,94	IBO	310	GB	
2021			VALDESEN	116_u	5,75	IBO	247	GB	
2021			VALDESEN	119_u	3,33	IBO	364	GB	
2021			VALDESEN	129_u	5,91	IBO	218	GB	
2021			VALDESEN	135_r	3,54	RS		GB	
2021			VALDESEN	136_r	3,56	REG	427		
2021			VALDESEN	137_r	10,06	REG	470		
2021			GM	215_a	6,74	AO	598	IRR	
2021			KL	7_u	6,78	IBO		BM	S.P
2021			SMB	87_u	7,41	AO	410	BM	
2021			SMB	91_u	17,88	AO	345	BM	
2021			SMB	61_u	18,27	IBO	666	BM	
2021			Total :		135,63	Moyenne :	382	Volume potentiel mobilisable (m³) :	13 211

Lissage des coupes	Surface minimale passée en coupe (ha/an)	Surface maximale passée en coupe (ha/an)	Écart-type de la surface passée en coupe (ha/an)	Moyenne de la surface passée en coupe (ha/an)
Sans	104,36	181,90	38,78	143,55
Avec	135,63	161,37	12,89	148,09

Câble-mât sur camion

Année de coupe	Agence	Propriétaire	Forêt	UG	Surface de la coupe (ha)	Type de coupe	Volume sur pied (m³/ha)	Calibre des bois	Essence principale
2019	8693	Autres soumis	BON	49_a	6,47	AMEL		PB	EPC
2019			BON	49_j	19,52	AI			EPC
2019			BON	52_ap	16,59	AMEL		PB	EPC
2019			BON	56_af	16,80	AMEL		BM	S.P
2019			BEN	3_a	6,49	AMEL		BM	HET
2019			<i>BEN</i>	<i>3_j</i>	<i>0,69</i>	<i>AMEL</i>	<i>483</i>	<i>BM</i>	<i>S.P</i>
2019			GUEBWDO	106_a	7,97	AMEL	264	BM	S.P
2019		Domanial	ORI	23_af	10,41	AMEL	517	PB	DOU
2019			ORI	84_ap	11,00	AMEL	138	BM	P.S
2019			ORI	77_af	7,49	AMEL	425	BM	S.P
2019			<i>ORI</i>	<i>38_iv</i>	<i>0,72</i>	<i>AMEL</i>	<i>203</i>	<i>PB</i>	<i>CHS</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>43_ac</i>	<i>1,84</i>	<i>AMEL</i>	<i>241</i>	<i>BM</i>	<i>DOU</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>77_ap</i>	<i>2,72</i>	<i>AMEL</i>	<i>391</i>	<i>BM</i>	<i>DOU</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>84_j</i>	<i>2,75</i>	<i>AMEL</i>	<i>414</i>	<i>BM</i>	<i>S.P</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>56_j</i>	<i>3,34</i>	<i>AMEL</i>	<i>425</i>	<i>BM</i>	<i>CHS</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>39_iv</i>	<i>3,36</i>	<i>AMEL</i>	<i>298</i>	<i>PB</i>	<i>CHS</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>38_j</i>	<i>3,43</i>	<i>AMEL</i>			<i>P.S</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>45_ac</i>	<i>4,42</i>	<i>AMEL</i>	<i>333</i>	<i>BM</i>	<i>S.P</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>50_j</i>	<i>6,33</i>	<i>AMEL</i>	<i>529</i>		<i>P.S</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>78_ap</i>	<i>8,73</i>	<i>AMEL</i>	<i>391</i>	<i>PB</i>	<i>EPC</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>32_ac</i>	<i>9,96</i>	<i>AMEL</i>	<i>184</i>	<i>BM</i>	<i>CHS</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>55_af</i>	<i>14,69</i>	<i>AMEL</i>	<i>494</i>	<i>PB</i>	<i>DOU</i>
2019			GUEBERSC	7_b	4,43	AMEL	322	BM	CHS
2019	8694	Autres soumis	STORCKEN	14_a	10,45	AMEL	529	PB	EPC
2019			URBES	28_a	4,70	AMEL	115	PB	HET
2019	8692	Autres soumis	BISCHOFF	16_d	7,07	AMEL	322	PB	S.P
2019			<i>BISCHOFF</i>	<i>14_b</i>	<i>2,61</i>	<i>AMEL</i>	<i>276</i>	<i>BM</i>	<i>HET</i>
2019			<i>BISCHOFF</i>	<i>14_a</i>	<i>3,99</i>	<i>REG</i>	<i>299</i>	<i>BM</i>	<i>EPC</i>
2019		Domanial	FDDONON	33_a	8,49	AMEL	484	PB	S.P
2019			FDDONON	174_i	12,20	IRR	461	GB	S.P
2019			FDDONON	127_b	0,21	AMEL	345	BM	AUG
2019			FDDONON	29_r	0,50	RS	237	GB	S.P
2019			FDDONON	34_r	0,52	RS			EPC
2019			FDDONON	176_r	1,90	RS	263	GB	S.P
2019			FDDONON	34_a	8,63	REG	228	GB	S.P
2019			FDDONON	128_a	11,68	REG	684	BM	S.P

2019			FDDONON	29_a	16,54	REG	256	GB	S.P
2019			FDDONON	32_a	18,08	REG	199	GB	S.P
2019			HASLACH	147_a	11,96	AMEL	471	IRR	EPC
2019			HASLACH	147_aj	0,81	AMEL			
2019			FDLUTZEL	25_b2	12,14	AMEL		PB	DOU
2019			FDLUTZEL	26_b2	13,23	AMEL	552	PB	S.P
2019			FDLUTZEL	39_b1	2,00	AMEL	529	PB	DOU
2019			FDLUTZEL	39_b2	6,64	AMEL	529	PB	DOU
2019			FDLUTZEL	47_i	7,34	IRR	320	GB	S.P
2019			FDLUTZEL	47_j	0,91	AMEL			EPC
2019			FDLUTZEL	48_j	5,42	AMEL	207	BM	EPC
2019	Domanial		Sous-total :		234,78	Moyenne :	384	Volume potentiel mobilisable (m³) :	22 990
2019	Autres soumis				103,36		339		8 934
2019		Total :		338,14	284		24 462		
2020	8630	Domanial	ABRESCHV	213_u	17,21	IBO	542	GB	S.P
2020			ABRESCHV	221_u	18,94	IBO		GB	S.P
2020			ABRESCHV	252_u	15,05	IBO	666	BM	EPC
2020			ABRESCHV	231_u	10,44	IBO	410	GB	S.P
2020			ABRESCHV	212_u	15,00	IBO	678	GB	S.P
2020			ABRESCHV	230_u	11,34	IBO	436	GB	EPC
2020			ABRESCHV	254_r	9,72	RPR		GB	S.P
2020			ABRESCHV	35_r	2,93	RA		PB	EPC
2020			DABO	29_u	17,62	IBO	256	BM	HET
2020			DABO	26_u	23,02	IBO	492	BM	S.P
2020			DABO	28_u	20,10	IBO	91	BM	S.P
2020			DABO	30_u	16,50	IBO	528	BM	S.P
2020			DABO	31_u	18,02	IBO	474	IRR	S.P
2020			DABO	38_i	16,66	IBO	256	GB	S.P
2020			DABO	79_u	14,37	IBO	346	BM	EPC
2020			DABO	81_u	20,80	IBO	349	BM	S.P
2020			DABO	85_u	18,92	IBO	341	BM	HET
2020			WALSCHER	150_i	22,84	IBO	372	BM	S.P
2020			WALSCHER	152_r	20,33	RPR	555	BM	EPC
2020			WALSCHER	175_u	12,77	IBO	308	IRR	S.P
2020			WALSCHER	177_u	8,15	IBO		IRR	S.P
2020			WALSCHER	53_i	18,01	IBO		IRR	S.P
2020			WALSCHER	54_i	12,99	IBO		GB	S.P
2020			WALSCHER	55_u	15,86	IBO		GB	S.P
2020			ENGENTHA	8_a	0,25	AMEL	230	PB	S.P
2020		Total :		377,82	Moyenne :	413	Volume potentiel mobilisable (m³) :	39 790	

2021	8670	Autres soumis	BRESSE	88_u	19,73	IBO	282	PB	
2021			PETITERA	3_u	2,21	IBO	384	IRR	
2021		Domanial	BANNES	16_u	7,19	IBO	320	IRR	
2021			BANNES	17_u	5,39	IBO	449	BM	
2021			BANNES	18_u	5,83	IBO	384	BM	
2021			BANNES	19_j	2,22	IBO	231	IRR	
2021			CORNIDOM	6_j	10,45	IBO	205	IRR	
2021			GM	215_r	4,14	RGN	627	GB	
2021			GM	217_a	1,04	AO		BM	
2021			MOYENM	43_u	17,98	RGN	214	GB	DOU
2021			MOYENM	44_u	9,47	E1		PB	DOU
2021			MOYENM	45_u	4,65	IBO	310	BM	
2021			SMB	75_u	10,45	AI	138	PB	
2021			SMB	141_u	8,93	IBO	256	BM	
2021			KL	2_u	8,42	IBO		PB	
2021			KL	5_u	6,71	IBO		IRR	S.P
2021			VALDESEN	165_r	14,58	RGN	544	GB	
2021			VALDESEN	188_u	9,67	RGN		GB	
2021			VALDESEN	45_j	1,50	IBO	666	GB	
2021			VALDESEN	45_r	14,72	RGN	441	GB	
2021			VALDESEN	65_r	13,51	RGN	669	GB	
2021			VALDESEN	66_u	8,13	IBI		PB	
2021			VALDESEN	67_r	21,76	RGN	404	GB	
2021			VALDESEN	68_u	0,15	RGN	413	GB	
2021			VALDESEN	177_u	17,42	IBO	333	GB	
2021			VALDESEN	35_u	18,92	IBO		BM	
2021			VALDESEN	67_v	0,22	IBO		GB	
2021			VALDESEN	69_v	0,72	IBO		GB	
2021			VALDESEN	70_v	3,50	IBO	333	BM	
2021			VALDESEN	160_u	9,09	IBO		GB	
2021			VALDESEN	181_u	12,37	IBO	564	BM	
2021			VALDESEN	32_u	15,00	IBO	359	BM	
2021			VALDESEN	44_u	8,09	IBO	461	GB	
2021			VO	45_u	18,32	E1		PB	S.P
2021	Domanial		Sous-total :		67,30	Moyenne :	388	Volume potentiel mobilisable (m³) :	6 659
2021	Autres soumis				58,24		292		4 337
2021			Total :		125,54		379		12 133

Lissage des coupes	Surface minimale passée en coupe (ha/an)	Surface maximale passée en coupe (ha/an)	Écart-type de la surface passée en coupe (ha/an)	Moyenne de la surface passée en coupe (ha/an)
Sans	220,44	353,88	73,91	305,57
Avec	312,46	377,82	38,51	346,26

Câble-mât sur remorque

Année de coupe	Agence	Propriétaire	Forêt	UG	Surface de la coupe (ha)	Type de coupe	Volume sur pied (m³/ha)	Calibre des bois	Essence principale
2019	8692	Autres soumis	URMATT	29_r	16,88	RGN		GB	ERS
2019			URMATT	29_j	0,92	AMEL	80	BM	HET
2019			MUTZIG	10_b	2,76	AMEL	356	PB	CHS
2019			MUTZIG	10_j	6,94	AMEL			CHS
2019		Domanial	FDDONON	138_a	8,47	AMEL	256	PB	S.P
2019			FDDONON	138_c	2,23	AMEL	506	BM	S.P
2019			FDDONON	139_r	5,42	RS	263	BM	HET
2019			FDLUTZEL	40_b2	11,86	AMEL	172	PB	DOU
2019			HASLACH	148_a	3,65	AMEL	149	BM	HET
2019			HASLACH	142_a	10,78	AMEL	276	BM	ERS
2019			HASLACH	142_v	2,40	AMEL	339	BM	FRC
2019			HASLACH	143_aj	0,35	AMEL	322	PB	S.P
2019	Domanial		Sous-total :		45,17	Moyenne :	248	Volume potentiel mobilisable (m³) :	2 861
2019	Autres soumis				27,49		287		2 012
2019			Total :		72,67		251		4 651
2020	8693	Autres soumis	RIB	45_b8	5,09	IRR		IRR	
2020			RIB	44_a	4,82	REG			
2020			MIT	3_a	11,26	AMEL	161	BM	P.S
2020		Domanial	GUEBWDO	26_a	15,93	AMEL	276	BM	S.P
2020	8694	Autres soumis	WILDENST	19_i	13,71	IRR	513		HET
2020			WILDENST	20_i	10,36	IRR	372		HET
2020			WILDENST	21_i	5,57	IRR	487		HET
2020			WILDENST	22_i	7,13	IRR			HET
2020			WILDENST	25_i	4,00	IRR	333	BM	HET
2020	Domanial		Sous-total :		15,93	Moyenne :	276	Volume potentiel mobilisable (m³) :	1 121
2020	Autres soumis				61,93		373		5 890
2020			Total :		77,87		347		6 890
2021	8670	Autres soumis	BRESSE	80_u	4,25	AI		PB	
2021			BUSSANG	68_u	16,38	AO	414	IRR	HET
2021			BUSSANG	73_j	17,87	IBI	205	IRR	EPC
2021		Domanial	GEHANT	8_u	19,37	IBO		GB	HET
2021			CORNIDOM	26_j	9,72	IBO	256	IRR	

2021			CORNIDOM	27_j	9,10	IBO	256	IRR	
2021			CORNIDOM	30_u	10,42	IBO	192	IRR	
2021			SMB	74_u	15,02	AO	308	BM	
2021			SMB	17_u	6,88	IBO	410	BM	
2021	Domanial	Sous-total :			70,51	Moyenne :	279	Volume potentiel mobilisable (m³) :	5 017
2021	Autres soumis				38,50		305		2 994
2021		Total :			109,01		289		8 033

Lissage des coupes	Surface minimale passée en coupe (ha/an)	Surface maximale passée en coupe (ha/an)	Écart-type de la surface passée en coupe (ha/an)	Moyenne de la surface passée en coupe (ha/an)
Sans	38,06	99,47	34,86	78,29
Avec	72,67	109,01	19,65	86,51

Câble-mât sur remorque (dont surfaces câble-mât sur camion)

Année de coupe	Agence	Propriétaire	Forêt	UG	Surface de la coupe (ha)	Type de coupe	Volume sur pied (m³/ha)	Calibre des bois	Essence principale
2019	8693	Autres soumis	BON	49_a	6,47	AMEL		PB	EPC
2019			BON	49_j	19,52	AI			EPC
2019			BON	52_ap	16,59	AMEL		PB	EPC
2019			BON	56_af	16,80	AMEL		BM	S.P
2019			BEN	3_a	6,49	AMEL		BM	HET
2019			<i>BEN</i>	<i>3_j</i>	<i>0,69</i>	<i>AMEL</i>	<i>483</i>	<i>BM</i>	<i>S.P</i>
2019			GUEBWDO	106_a	7,97	AMEL	264	BM	S.P
2019			RIB	45_b8	5,09	IRR		IRR	
2019			<i>RIB</i>	<i>44_a</i>	<i>4,82</i>	<i>REG</i>			
2019			MIT	3_a	11,26	AMEL	161	BM	P.S
2019		Domanial	ORI	23_af	10,41	AMEL	517	PB	DOU
2019			ORI	84_ap	11,00	AMEL	138	BM	P.S
2019			ORI	77_af	7,49	AMEL	425	BM	S.P
2019			<i>ORI</i>	<i>38_iv</i>	<i>0,72</i>	<i>AMEL</i>	<i>203</i>	<i>PB</i>	<i>CHS</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>43_ac</i>	<i>1,84</i>	<i>AMEL</i>	<i>241</i>	<i>BM</i>	<i>DOU</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>77_ap</i>	<i>2,72</i>	<i>AMEL</i>	<i>391</i>	<i>BM</i>	<i>DOU</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>84_j</i>	<i>2,75</i>	<i>AMEL</i>	<i>414</i>	<i>BM</i>	<i>S.P</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>56_j</i>	<i>3,34</i>	<i>AMEL</i>	<i>425</i>	<i>BM</i>	<i>CHS</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>39_iv</i>	<i>3,36</i>	<i>AMEL</i>	<i>298</i>	<i>PB</i>	<i>CHS</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>38_j</i>	<i>3,43</i>	<i>AMEL</i>			<i>P.S</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>45_ac</i>	<i>4,42</i>	<i>AMEL</i>	<i>333</i>	<i>BM</i>	<i>S.P</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>50_j</i>	<i>6,33</i>	<i>AMEL</i>	<i>529</i>		<i>P.S</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>78_ap</i>	<i>8,73</i>	<i>AMEL</i>	<i>391</i>	<i>PB</i>	<i>EPC</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>32_ac</i>	<i>9,96</i>	<i>AMEL</i>	<i>184</i>	<i>BM</i>	<i>CHS</i>
2019			<i>ORI</i>	<i>55_af</i>	<i>14,69</i>	<i>AMEL</i>	<i>494</i>	<i>PB</i>	<i>DOU</i>
2019			GUEBERSC	7_b	4,43	AMEL	322	BM	CHS
2019			GUEBWDO	26_a	15,93	AMEL	276	BM	S.P
2019	8694	Autres soumis	STORCKEN	14_a	10,45	AMEL	529	PB	EPC
2019			URBES	28_a	4,70	AMEL	115	PB	HET
2019			WILDENST	19_i	13,71	IRR	513		HET
2019			WILDENST	20_i	10,36	IRR	372		HET
2019			WILDENST	21_i	5,57	IRR	487		HET
2019			WILDENST	22_i	7,13	IRR			HET
2019			<i>WILDENST</i>	<i>25_i</i>	<i>4,00</i>	<i>IRR</i>	<i>333</i>	<i>BM</i>	<i>HET</i>
2019	8692	Autres soumis	BISCHOFF	16_d	7,07	AMEL	322	PB	S.P
2019			<i>BISCHOFF</i>	<i>14_b</i>	<i>2,61</i>	<i>AMEL</i>	<i>276</i>	<i>BM</i>	<i>HET</i>
2019			<i>BISCHOFF</i>	<i>14_a</i>	<i>3,99</i>	<i>REG</i>	<i>299</i>	<i>BM</i>	<i>EPC</i>

2019			URMATT	29_r	16,88	RGN		GB	ERS	
2019			URMATT	29_j	0,92	AMEL	80	BM	HET	
2019			MUTZIG	10_b	2,76	AMEL	356	PB	CHS	
2019			MUTZIG	10_j	6,94	AMEL			CHS	
2019		Domanial	FDDONON	33_a	8,49	AMEL	484	PB	S.P	
2019			FDDONON	174_i	12,20	IRR	461	GB	S.P	
2019			FDDONON	138_a	8,47	AMEL	256	PB	S.P	
2019			FDDONON	127_b	0,21	AMEL	345	BM	AUG	
2019			FDDONON	29_r	0,50	RS	237	GB	S.P	
2019			FDDONON	34_r	0,52	RS			EPC	
2019			FDDONON	176_r	1,90	RS	263	GB	S.P	
2019			FDDONON	34_a	8,63	REG	228	GB	S.P	
2019			FDDONON	128_a	11,68	REG	684	BM	S.P	
2019			FDDONON	29_a	16,54	REG	256	GB	S.P	
2019			FDDONON	32_a	18,08	REG	199	GB	S.P	
2019			FDDONON	138_c	2,23	AMEL	506	BM	S.P	
2019			FDDONON	139_r	5,42	RS	263	BM	HET	
2019			HASLACH	147_a	11,96	AMEL	471	IRR	EPC	
2019			HASLACH	148_a	3,65	AMEL	149	BM	HET	
2019			HASLACH	142_a	10,78	AMEL	276	BM	ERS	
2019			HASLACH	142_v	2,40	AMEL	339	BM	FRC	
2019			HASLACH	147_aj	0,81	AMEL				
2019			HASLACH	143_aj	0,35	AMEL	322	PB	S.P	
2019			FDLUTZEL	25_b2	12,14	AMEL		PB	DOU	
2019			FDLUTZEL	26_b2	13,23	AMEL	552	PB	S.P	
2019			FDLUTZEL	39_b1	2,00	AMEL	529	PB	DOU	
2019			FDLUTZEL	39_b2	6,64	AMEL	529	PB	DOU	
2019			FDLUTZEL	40_b2	11,86	AMEL	172	PB	DOU	
2019			FDLUTZEL	47_i	7,34	IRR	320	GB	S.P	
2019			FDLUTZEL	47_j	0,91	AMEL			EPC	
2019			FDLUTZEL	48_j	5,42	AMEL	207	BM	EPC	
2019	Domanial		Sous-total :			295,89	Moyenne :	341	Volume potentiel mobilisable (m³) :	25 729
2019	Autres soumis					192,78		334		16 419
2019			Total :			488,67		344		42 866
2020	8630	Domanial	ABRESCHV	213_u	17,21	IBO	542	GB	S.P	
2020			ABRESCHV	221_u	18,94	IBO		GB	S.P	
2020			ABRESCHV	252_u	15,05	IBO	666	BM	EPC	
2020			ABRESCHV	231_u	10,44	IBO	410	GB	S.P	
2020			ABRESCHV	212_u	15,00	IBO	678	GB	S.P	
2020			ABRESCHV	230_u	11,34	IBO	436	GB	EPC	
2020			ABRESCHV	254_r	9,72	RPR		GB	S.P	
2020			ABRESCHV	35_r	2,93	RA		PB	EPC	
2020			DABO	29_u	17,62	IBO	256	BM	HET	
2020			DABO	26_u	23,02	IBO	492	BM	S.P	

2020			DABO	28_u	20,10	IBO	91	BM	S.P
2020			DABO	30_u	16,50	IBO	528	BM	S.P
2020			DABO	31_u	18,02	IBO	474	IRR	S.P
2020			DABO	38_i	16,66	IBO	256	GB	S.P
2020			DABO	79_u	14,37	IBO	346	BM	EPC
2020			DABO	81_u	20,80	IBO	349	BM	S.P
2020			DABO	85_u	18,92	IBO	341	BM	HET
2020			WALSCHEI	150_i	22,84	IBO	372	BM	S.P
2020			WALSCHEI	152_r	20,33	RPR	555	BM	EPC
2020			WALSCHEI	175_u	12,77	IBO	308	IRR	S.P
2020			WALSCHEI	177_u	8,15	IBO		IRR	S.P
2020			WALSCHEI	53_i	18,01	IBO		IRR	S.P
2020			WALSCHEI	54_i	12,99	IBO		GB	S.P
2020			WALSCHEI	55_u	15,86	IBO		GB	S.P
2020			WALSCHEI	150_j	1,59	AMEL			EPC
2020			WALSCHEI	152_p	2,18	RS			EPC
2020			WALSCHEI	152_j	2,81	AMEL			EPC
2020			ENGENTHA	8_a	0,25	AMEL	230	PB	S.P
2020			Total :		384,39	Moyenne :	413	Volume potentiel mobilisable (m³) :	40 482
2021	8670	Autres soumis	BRESSE	88_u	19,73	IBO	282	PB	
2021			BRESSE	80_u	4,25	AI		PB	
2021			BUSSANG	68_u	16,38	AO	414	IRR	HET
2021			BUSSANG	73_j	17,87	IBI	205	IRR	EPC
2021			PETITERA	3_u	2,21	IBO	384	IRR	
2021		Domanial	BANNES	16_u	7,19	IBO	320	IRR	
2021			BANNES	17_u	5,39	IBO	449	BM	
2021			BANNES	18_u	5,83	IBO	384	BM	
2021			BANNES	19_j	2,22	IBO	231	IRR	
2021			CORNIDOM	6_j	10,45	IBO	205	IRR	
2021			CORNIDOM	26_j	9,72	IBO	256	IRR	
2021			CORNIDOM	27_j	9,10	IBO	256	IRR	
2021			CORNIDOM	30_u	10,42	IBO	192	IRR	
2021			GEHANT	8_u	19,37	IBO		GB	HET
2021			GM	215_r	4,14	RGN	627	GB	
2021			GM	217_a	1,04	AO		BM	
2021			MOYENM	43_u	17,98	RGN	214	GB	DOU
2021			MOYENM	44_u	9,47	E1		PB	DOU
2021			MOYENM	45_u	4,65	IBO	310	BM	
2021			SMB	75_u	10,45	AI	138	PB	
2021			SMB	141_u	8,93	IBO	256	BM	
2021			SMB	74_u	15,02	AO	308	BM	

2021			SMB	17_u	6,88	IBO	410	BM	
2021			KL	2_u	8,42	IBO		PB	
2021			KL	5_u	6,71	IBO		IRR	S.P
2021			VALDESEN	165_r	14,58	RGN	544	GB	
2021			VALDESEN	188_u	9,67	RGN		GB	
2021			VALDESEN	45_j	1,50	IBO	666	GB	
2021			VALDESEN	45_r	14,72	RGN	441	GB	
2021			VALDESEN	65_r	13,51	RGN	669	GB	
2021			VALDESEN	66_u	8,13	IBI		PB	
2021			VALDESEN	67_r	21,76	RGN	404	GB	
2021			VALDESEN	68_u	0,15	RGN	413	GB	
2021			VALDESEN	177_u	17,42	IBO	333	GB	
2021			VALDESEN	35_u	18,92	IBO		BM	
2021			VALDESEN	67_v	0,22	IBO		GB	
2021			VALDESEN	69_v	0,72	IBO		GB	
2021			VALDESEN	70_v	3,50	IBO	333	BM	
2021			VALDESEN	160_u	9,09	IBO		GB	
2021			VALDESEN	181_u	12,37	IBO	564	BM	
2021			VALDESEN	32_u	15,00	IBO	359	BM	
2021			VALDESEN	44_u	8,09	IBO	461	GB	
2021			VO	45_u	18,32	E1		PB	S.P
2021	Domanial	Sous-total :			361,03	Moyenne :	366	Volume potentiel mobilisable (m³) :	33 695
2021	Autres soumis				60,44		300		4 624
2021		Total :			421,47		354		38 046

Lissage des coupes	Surface minimale passée en coupe (ha/an)	Surface maximale passée en coupe (ha/an)	Écart-type de la surface passée en coupe (ha/an)	Moyenne de la surface passée en coupe (ha/an)
Sans	258,50	450,72	105,99	380,41
Avec	384,39	488,67	52,86	431,51

Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé

Année de coupe	Agence	Propriétaire	Forêt	UG	Surface de la coupe (ha)	Type de coupe	Volume sur pied (m ³ /ha)	Calibre des bois	Essence principale
2019	8692	Domanial	DBERNSTE	19_b	9,98	AMEL	218	BM	CHS
2019			FDDONON	42_r	0,43	RS	79	GB	S.P
2019			FDDONON	43_r	0,39	RD		GB	S.P
2019			FDDONON	81_a	2,82	AMEL	214	BM	S.P
2019			FDDONON	44_i	0,12	IRR	346	GB	HET
2019			FDDONON	107_r	0,34	RS	316	GB	EPC
2019			FDDONON	108_i	1,01	IRR	308	GB	S.P
2019			FDDONON	97_c	1,30	AMEL	379	BM	HET
2019			FDDONON	42_b	1,72	AMEL	184	GB	S.P
2019			FDDONON	108_j	1,88	AMEL	276	GB	S.P
2019			FDDONON	108_r	2,18	RS	316	GB	EPC
2019			FDDONON	110_r	2,36	RS			EPC
2019			FDDONON	109_i	2,50	IRR	205	IRR	S.P
2019			FDDONON	109_r	3,26	RS	210	IRR	S.P
2019			FDDONON	110_i	3,51	IRR			EPC
2019			FDDONON	51_a	5,04	REG	384	GB	EPC
2019			FDDONON	45_b	5,06	AMEL	483	PB	HET
2019			FDDONON	43_b	5,70	AMEL			ERS
2019			FDDONON	97_b	8,16	AMEL	460	BM	HET
2019			FDDONON	98_b	9,38	AMEL	253	BM	S.P
2019			FDDONON	44_a	10,74	REG	328	GB	HET
2019			FDDONON	81_b	17,03	AMEL	540	GB	S.P
2019			FDLUTZEL	12_b1	4,24	AMEL		BM	HET
2019			FDLUTZEL	13_b1	5,87	AMEL	908	BM	EPC
2019			FDLUTZEL	9_a	9,83	RGN	256	GB	S.P
2019			FDLUTZEL	1_a	4,96	RGN	285	BM	HET
2019			FDLUTZEL	11_b1	0,92	AMEL	322	PB	HET
2019			FDLUTZEL	13_b2	1,72	AMEL	437	BM	DOU
2019			FDLUTZEL	15_b2	7,33	AMEL	253	PB	ERS
2019			FDLUTZEL	16_b2	6,56	AMEL	207	PB	CHA
2019			FDLUTZEL	2_a	7,37	RGN		BM	S.P
2019			FDLUTZEL	36_b1	9,23	AMEL	345	BM	EPC
2019			FDLUTZEL	12_a	2,85	RGN		GB	S.P
2019			FDLUTZEL	16_b1	1,36	AMEL	218	PB	TIG
2019			FDLUTZEL	20_b1	6,77	AMEL		BM	DOU
2019			FDLUTZEL	12_j	0,68	AMEL	241	PB	FRC
2019			FDLUTZEL	10_j	0,79	AMEL	149	GB	S.P
2019			FDLUTZEL	9_r	0,87	RS	263	BM	HET
2019			FDLUTZEL	12_r	0,99	RS	579	BM	EPC

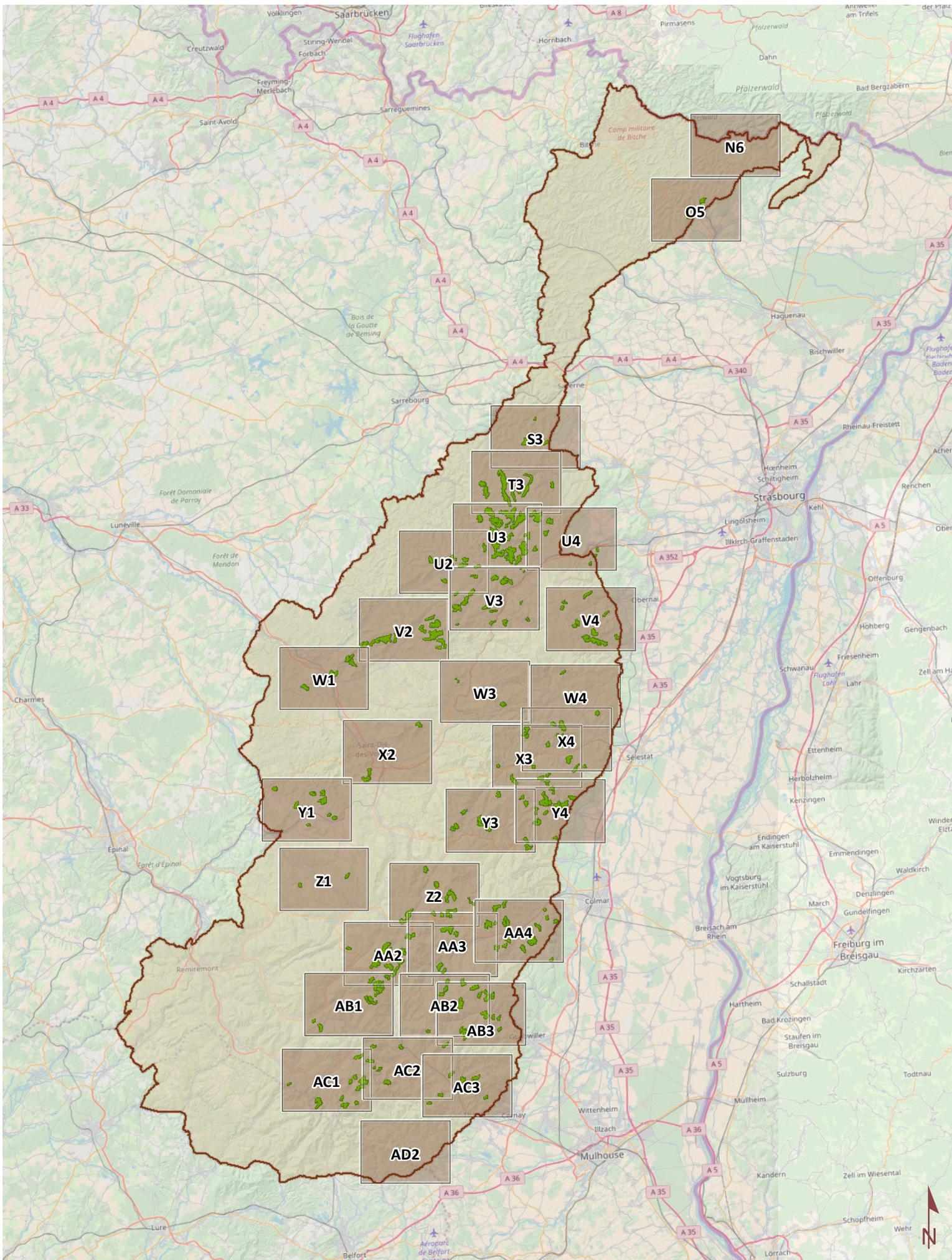
2019			FDLUTZEL	11_r	1,35	RS			S.P
2019			FDLUTZEL	1_r	1,75	RS	118	BM	HET
2019			FDLUTZEL	3_j	1,75	AMEL			HET
2019			FDLUTZEL	21_r	1,76	RS			HET
2019			FDLUTZEL	19_r	2,16	RS	513	BM	HET
2019			FDLUTZEL	11_j	3,07	AMEL	276	BM	DOU
2019			FDLUTZEL	2_j	3,36	AMEL	437	BM	S.P
2019			FDLUTZEL	20_r	3,61	RS	289	BM	HET
2019			FDLUTZEL	21_j	4,51	AMEL	460	PB	DOU
2019			FDLUTZEL	19_j	5,27	AMEL	448	BM	HET
2019			FDLUTZEL	15_j	8,11	AMEL			HET
2019			FDLUTZEL	37_j	9,24	AMEL	138	BM	HET
2019			HASLACH	111_r	8,59	RS	171	GB	S.P
2019			HASLACH	111_v	1,95	AMEL	447	GB	EPC
2019			HASLACH	158_r	2,27	RD	114	BM	S.P
2019			HASLACH	158_a	14,32	AMEL	299	BM	S.P
2019			HASLACH	111_aj	0,53	AMEL			
2019			HASLACH	114_aj	1,46	AMEL	448	BM	S.P
2019			HASLACH	112_aj	2,27	AMEL			HET
2019			SAV	189_b	20,69	AMEL	333	BM	HET
2019			SAV	189_j	0,75	AMEL	299	PB	EPC
2019			Total :		266,01	Moyenne :	335	Volume potentiel mobilisable (m³) :	22 724
2020	8693	Autres soumis	GUNSBACH	26_b	1,11	AMEL	368	GB	HET
2020			LAP	11_z	0,49	IRR	641	BM	EPC
2020			LAP	1_b1	2,87	AMEL			SOR
2020			LAP	7_i3	10,21	IRR	256	BM	DOU
2020			LAP	7_z	6,96	IRR	461	BM	DOU
2020			LAP	5_c	4,50	AMEL			EPC
2020			ROM	20_i	1,63	IRR	282	PB	HET
2020			ROM	21_i	3,03	IRR	692	IRR	EPC
2020			ROM	26_i	4,87	IRR	372	GB	EPC
2020			ROM	27_i	8,54	IRR	487	IRR	S.P
2020			ROM	21_j	0,28	AMEL	402	GB	S.P
2020			ROM	26_j	2,41	AMEL	184	GB	HET
2020			SCHRANKE	11_i	2,67	IRR	218	BM	HET
2020			SMA	56_a	13,81	AMEL		BM	
2020			SMA	92_q	5,21	RPQ		IRR	
2020			SMA	171_q	5,61	RPQ		IRR	
2020			STOSSWIH	34_a	14,96	AMEL		PB	TRE
2020			STOSSWIH	38_a	11,77	AMEL	368	IRR	S.P
2020			STOSSWIH	39_i	11,58	IRR	436	GB	S.P

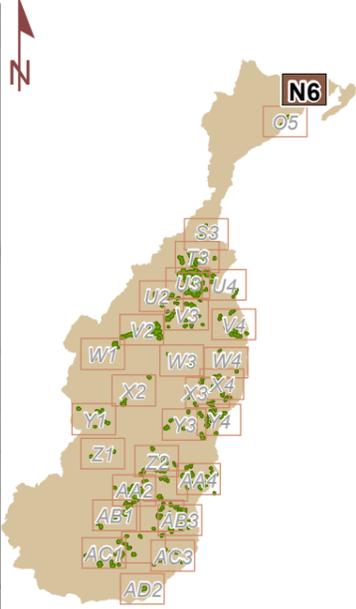
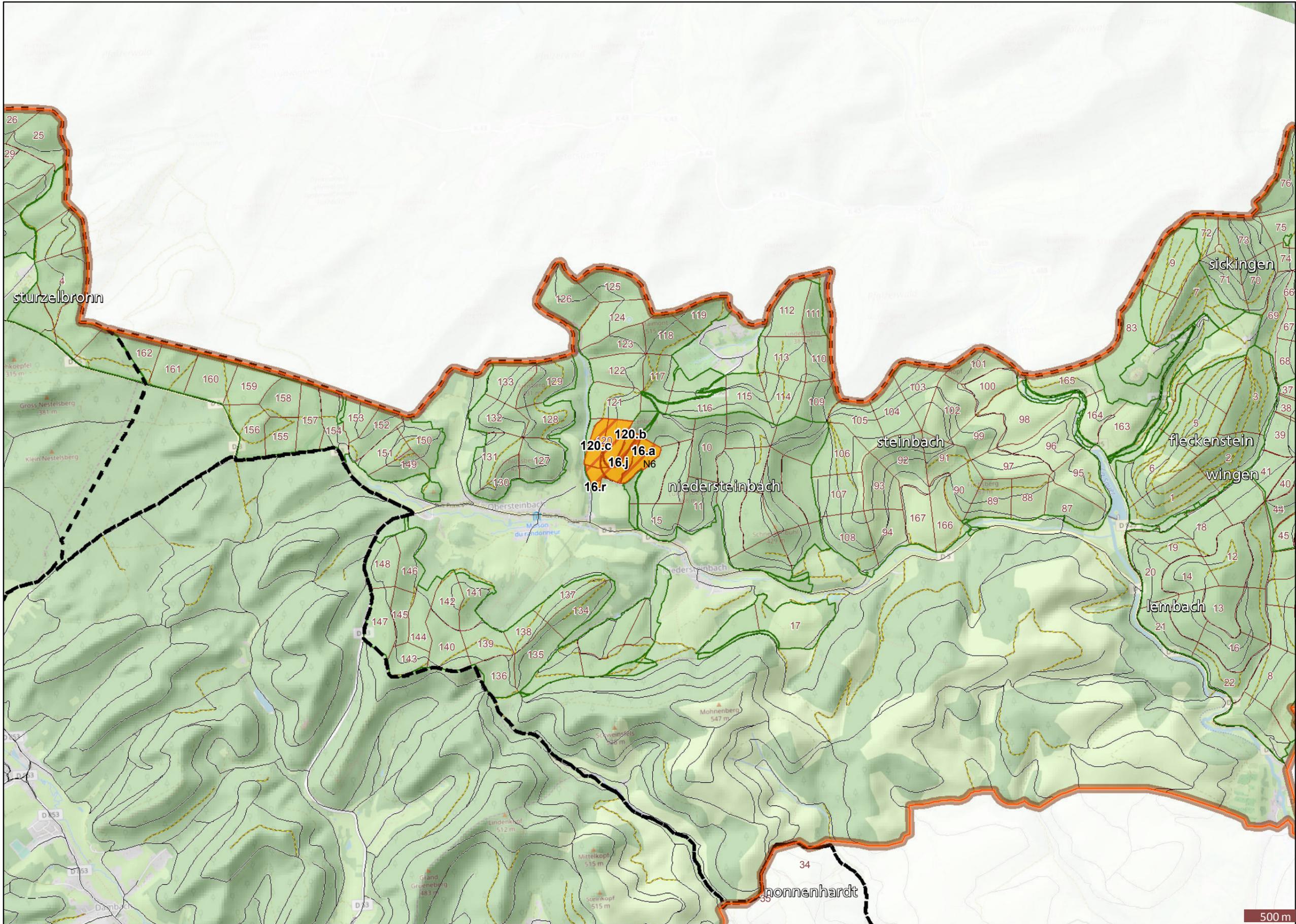
2020			STOSSWIH	39_aj	1,67	AMEL			FRC
2020			STOSSWIH	37_aj	2,62	AMEL	115	PB	S.P
2020			STOSSWIH	40_aj	17,22	AMEL			DOU
2020			WIHRVAL	50_b	3,29	AMEL	276	BM	CHX
2020			WIHRVAL	53_f	1,70	IRR	256	PB	CHX
2020			WIHRVAL	50_f	2,38	IRR	384	PB	DOU
2020			WIHRVAL	38_u	6,64	AMEL	207	PB	DOU
2020			WIHRVAL	4_u	7,55	AMEL	368	BM	P.S
2020			WIHRVAL	60_u	7,94	AMEL	391	PB	DOU
2020			WIHRVAL	54_u	7,94	AMEL			P.S
2020			WIHRVAL	49_u	10,08	AMEL	529	PB	DOU
2020			WIHRVAL	58_u	13,08	AMEL	253	PB	P.S
2020			WIHRVAL	5_u	14,14	AMEL	230	PB	P.S
2020		Domanial	ORI	63_af	1,34	AMEL	483	BM	S.P
2020			ORI	61_af	7,32	AMEL			S.P
2020			GRIESBAC	2_a	4,89	RGN	541	GB	S.P
2020			GRIESBAC	14_ab	6,81	AMEL	644	PB	S.P
2020			GRIESBAC	12_b	2,43	RGN	399	GB	DOU
2020			GRIESBAC	13_ab	5,41	AMEL	276	PB	DOU
2020			GRIESBAC	2_cd	1,98	AMEL	391	PB	HET
2020			GRIESBAC	6_a	2,56	AMEL	414	PB	DOU
2020			GRIESBAC	5_a	3,65	AMEL	207	GB	HET
2020			GRIESBAC	2_b	5,09	AMEL			S.P
2020			GRIESBAC	4_a	7,63	AMEL	276	PB	HET
2020			GRIESBAC	1_a	11,24	AMEL	322	BM	P.S
2020			GUEBWDO	36_a1	24,80	AMEL	253	PB	EPC
2020			GUEBWDO	37_a1	11,11	AMEL		PB	S.P
2020			GUEBWDO	162_i	16,44	AMEL		GB	EPC
2020			GUEBWDO	163_il	6,54	AMEL	569		EPC
2020			GUEBWDO	37_j	4,05	AMEL			S.P
2020			GUEBWDO	38_j	6,13	AMEL			S.P
2020		Domanial	Sous-total :		129,41	Moyenne :	359	Volume potentiel mobilisable (m³) :	11 846
2020		Autres soumis	Sous-total :		208,75		350		18 630
2020			Total :		338,16		353		30 439
2021	8670	Autres soumis	HNA	38_u	20,15	IBO	538	GB	
2021			HNA	39_u	8,32	RGN		GB	
2021			HNA	78_u	9,49	E1		PB	
2021			HNA	38_u	20,15	IBO	538	GB	
2021			PREY	14_u	6,80	AI		PB	S.P
2021		Domanial	DCHAMP	58_j	7,39	IBO	282	GB	
2021			DCHAMP	56_j	10,55	IBO	423	BM	
2021			DCHAMP	67_u	6,64	IBO	154	IRR	
2021			DCHAMP	59_j	5,59	IBO	308	IRR	

2021			DCHAMP	66_u	11,57	IBO	410	BM	
2021			DCHAMP	59_j	5,59	IBO	308	IRR	
2021			DCHAMP	66_u	11,57	IBO	410	BM	
2021			DCHAMP	64_u	14,07	IRR	397		
2021	8692	Autres soumis	BARR4AC	24_i	14,18	IRR	410	GB	EPC
2021			BARR4AC	26_i	17,61	IRR	333	GB	MEE
2021			BARR4AC	4_b	2,98	AMEL	287	BM	HET
2021			BARR4AC	4_t1	1,40	AMEL	194	PB	CHT
2021			BARR4AC	49_a4	13,26	RGN	456	GB	EPC
2021			BARR4AC	50_a4	8,53	RGN		GB	S.P
2021			BARR4AC	55_b	13,90	AMEL	322	PB	HET
2021			BARR4AC	58_a4	2,59	RGN		GB	HET
2021			BISCHOFF	40_c	8,63	AMEL	253	BM	S.P
2021			BISCHOFF	40_d	5,89	AMEL		PB	EPC
2021			DINSHEIM	25_i	5,81	IRR	295	GB	S.P
2021			FOUCHY	11_r	5,03	RE	285	BM	HET
2021			MUTZIG	116_b	12,14	AMEL	184	BM	S.P
2021			OBER	3_i	4,98	IRR	38	IRR	P.S
2021			OBER	31_b	1,35	AMEL	379	PB	DOU
2021			OBER	9_i	14,94	IRR	333	GB	EPC
2021			OBER	31_a	4,07	RGN		GB	S.P
2021			OBER	33_b	10,02	AMEL	126	PB	CHS
2021			OBERBER	46_b	10,66	AMEL	483	PB	S.P
2021			URMATT	21_a	15,29	AMEL	115	BM	S.P
2021			URMATT	25_a	14,83	AMEL		BM	EPC
2021			SCHIRMEC	8_a	2,31	AMEL	322	BM	DOU
2021			SCHIRMEC	45_a	2,21	AMEL	276	BM	HET
2021	Domanial		Sous-total :		72,98	Moyenne :	357	Volume potentiel mobilisable (m³) :	6 652
2021	Autres soumis				257,53		344		22 590
2021		Total :		330,51	348		29 329		

Lissage des coupes	Surface minimale passée en coupe (ha/an)	Surface maximale passée en coupe (ha/an)	Écart-type de la surface passée en coupe (ha/an)	Moyenne de la surface passée en coupe (ha/an)
Sans	105,34	298,79	78,39	187,54
Avec	266,01	338,16	39,63	311,56

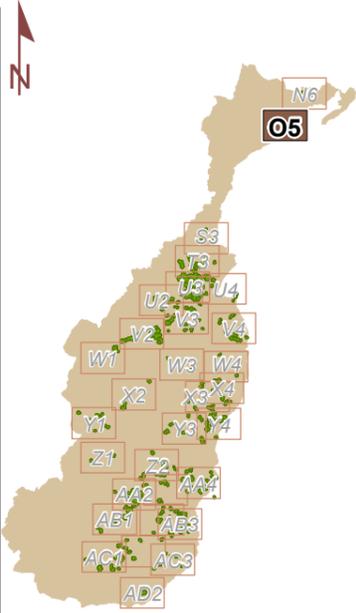
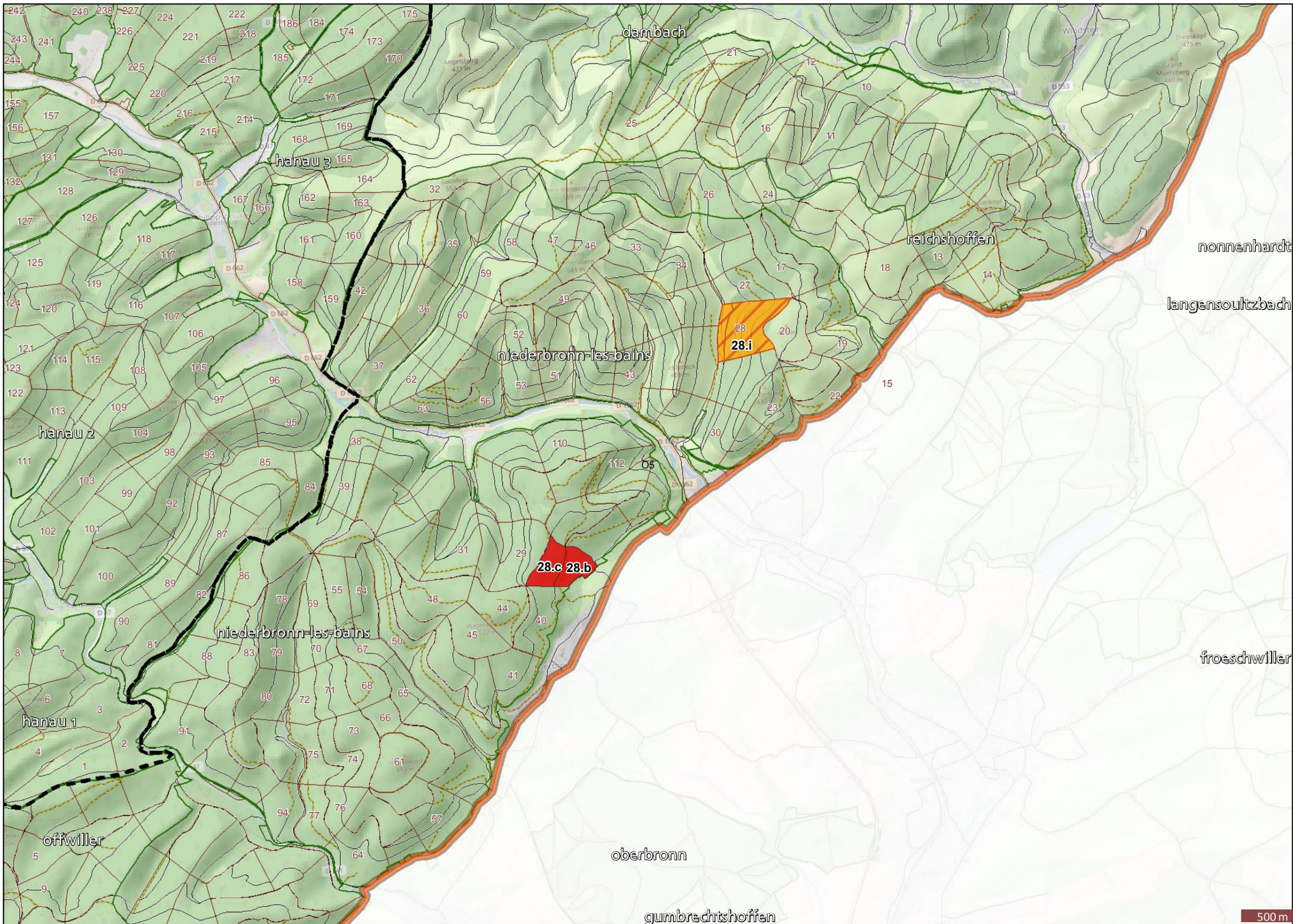
Annexe 8 : Cartographie des secteurs en forêts publiques nécessitant des modes d'exploitation alternatifs (1 atlas et 31 cartes). Source : ONF





N6

- Mode d'exploitation recommandé :**
- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé 
 - Petit câble-mât 
 - TVS20 ou petit câble-mât 
 - Câble-mât moyen sur remorque 
 - Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque 



05

Mode d'exploitation recommandé :

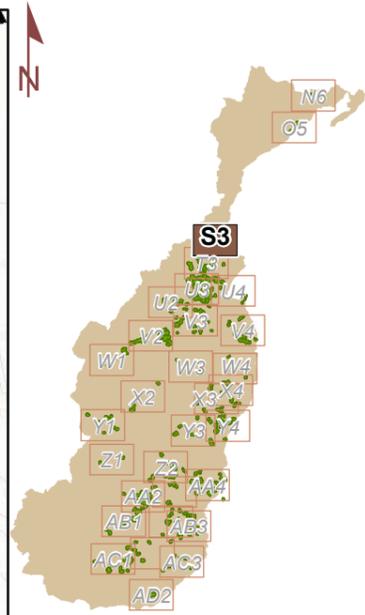
Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé

Petit câble-mât

TVS20 ou petit câble-mât

Câble-mât moyen sur remorque

Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque



S3

Mode d'exploitation recommandé :

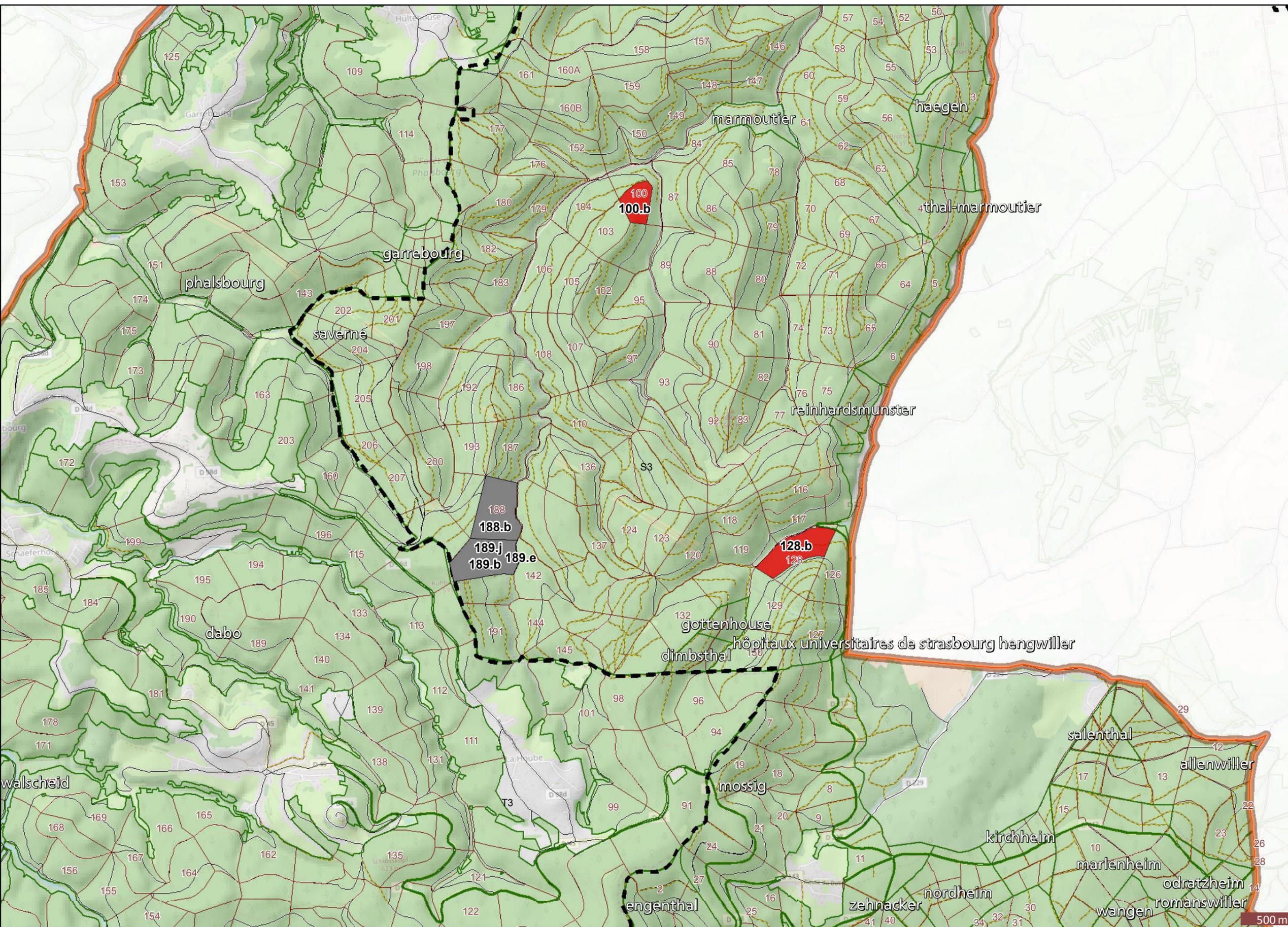
Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé

Petit câble-mât

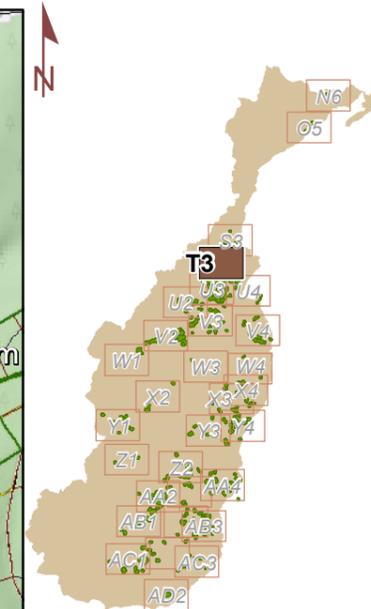
TVS20 ou petit câble-mât

Câble-mât moyen sur remorque

Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque

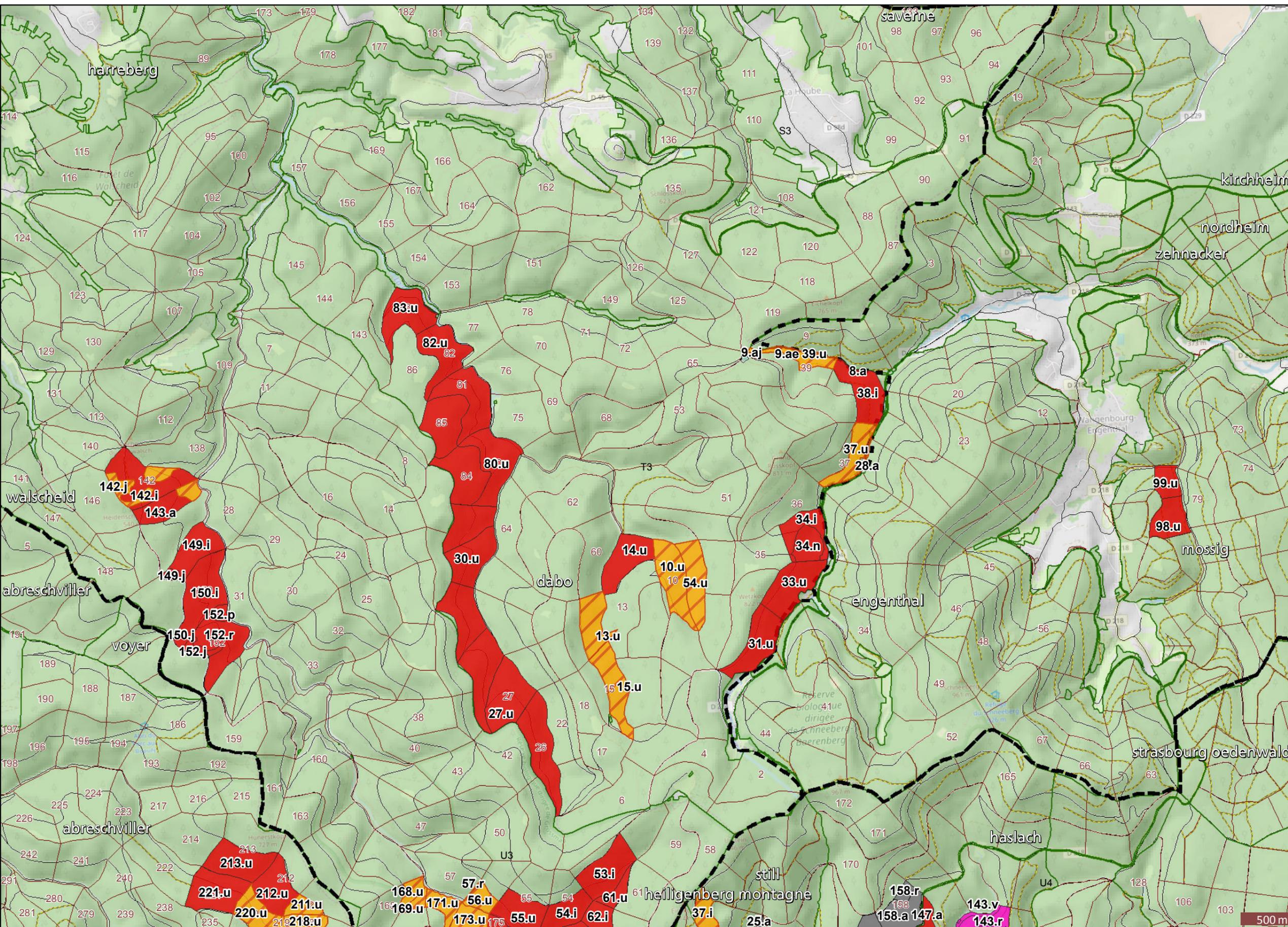


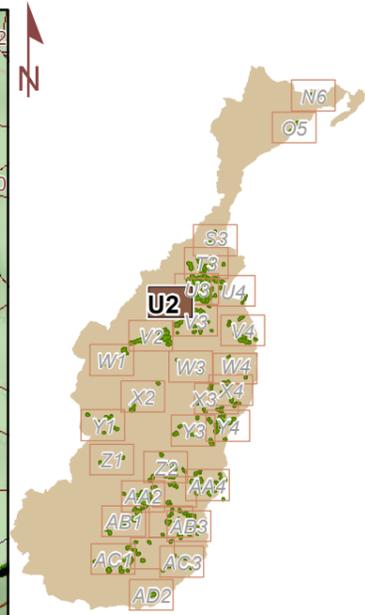
500 m



T3

- Mode d'exploitation recommandé :**
- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé 
 - Petit câble-mât 
 - TVS20 ou petit câble-mât 
 - Câble-mât moyen sur remorque 
 - Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque 





U2

Mode d'exploitation recommandé :

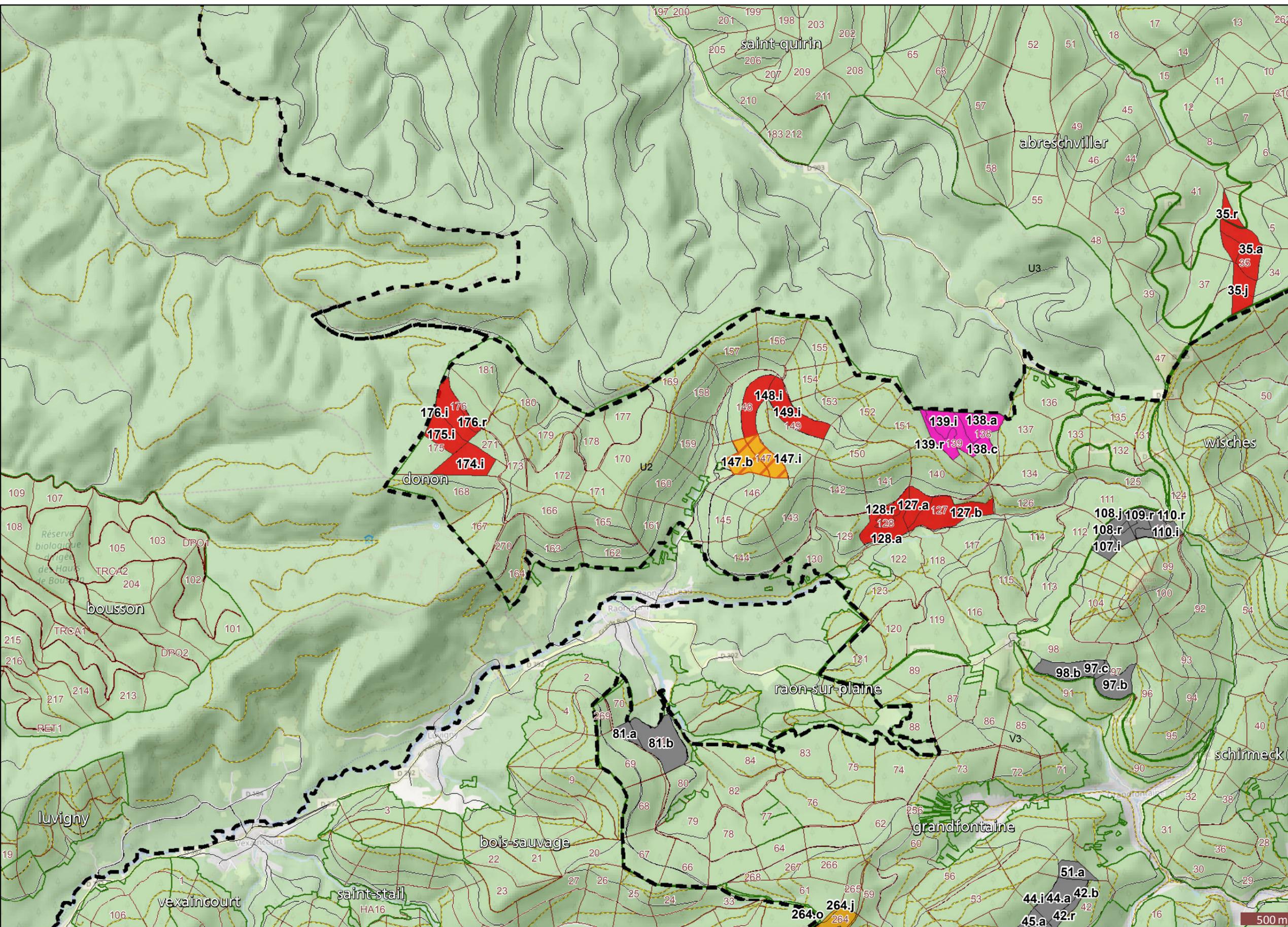
Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé

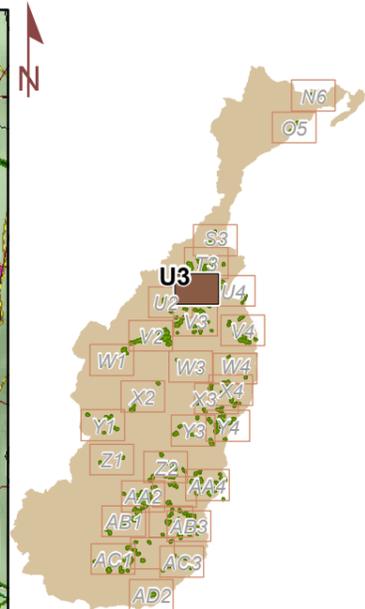
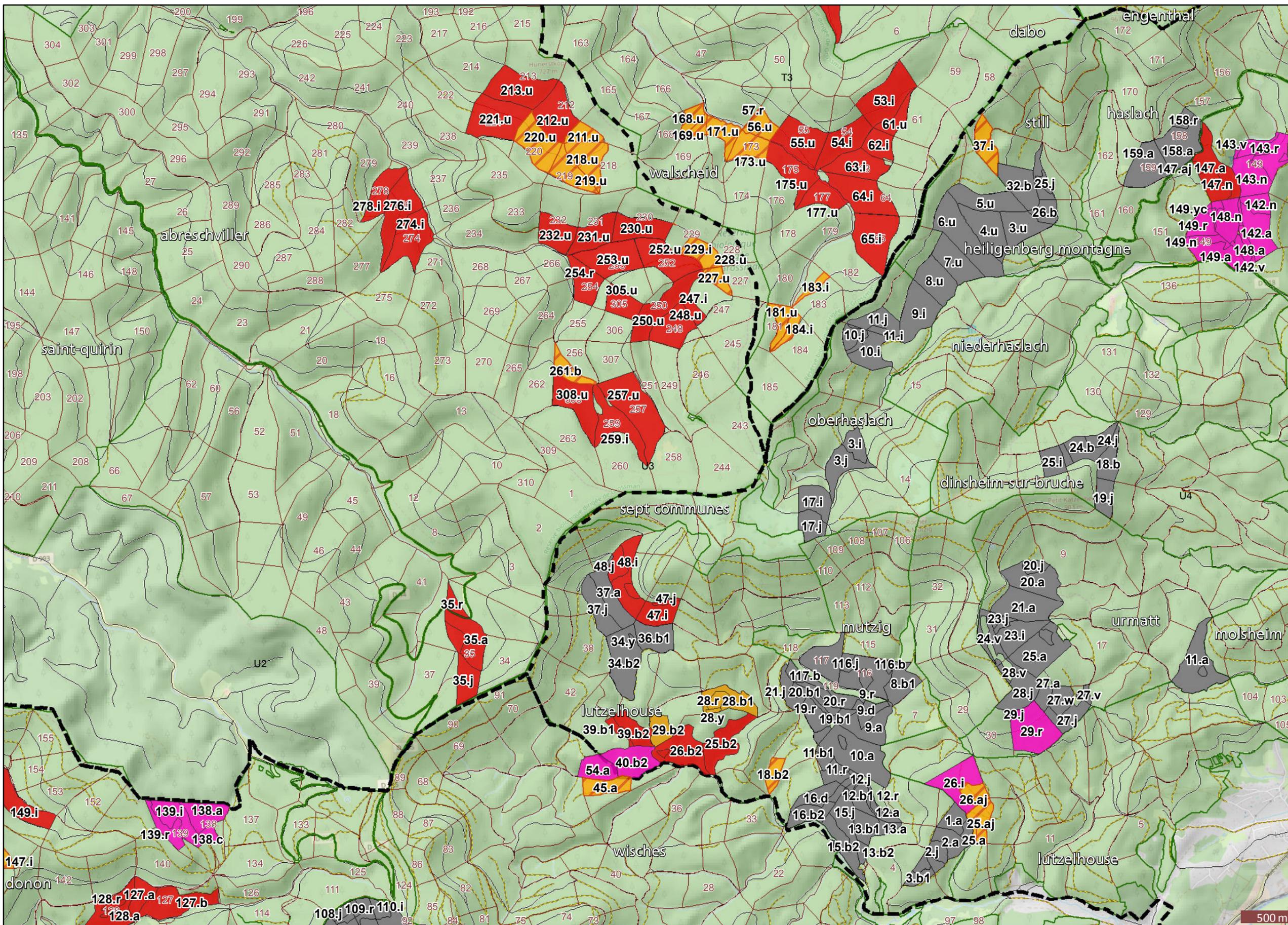
Petit câble-mât

TVS20 ou petit câble-mât

Câble-mât moyen sur remorque

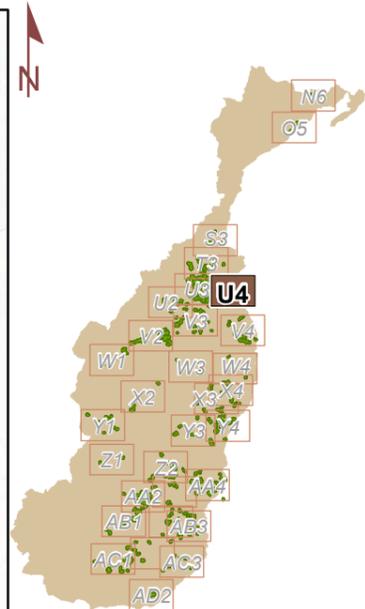
Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque





U3

- Mode d'exploitation recommandé :**
- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé 
 - Petit câble-mât 
 - TVS20 ou petit câble-mât 
 - Câble-mât moyen sur remorque 
 - Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque 



U4

Mode d'exploitation recommandé :

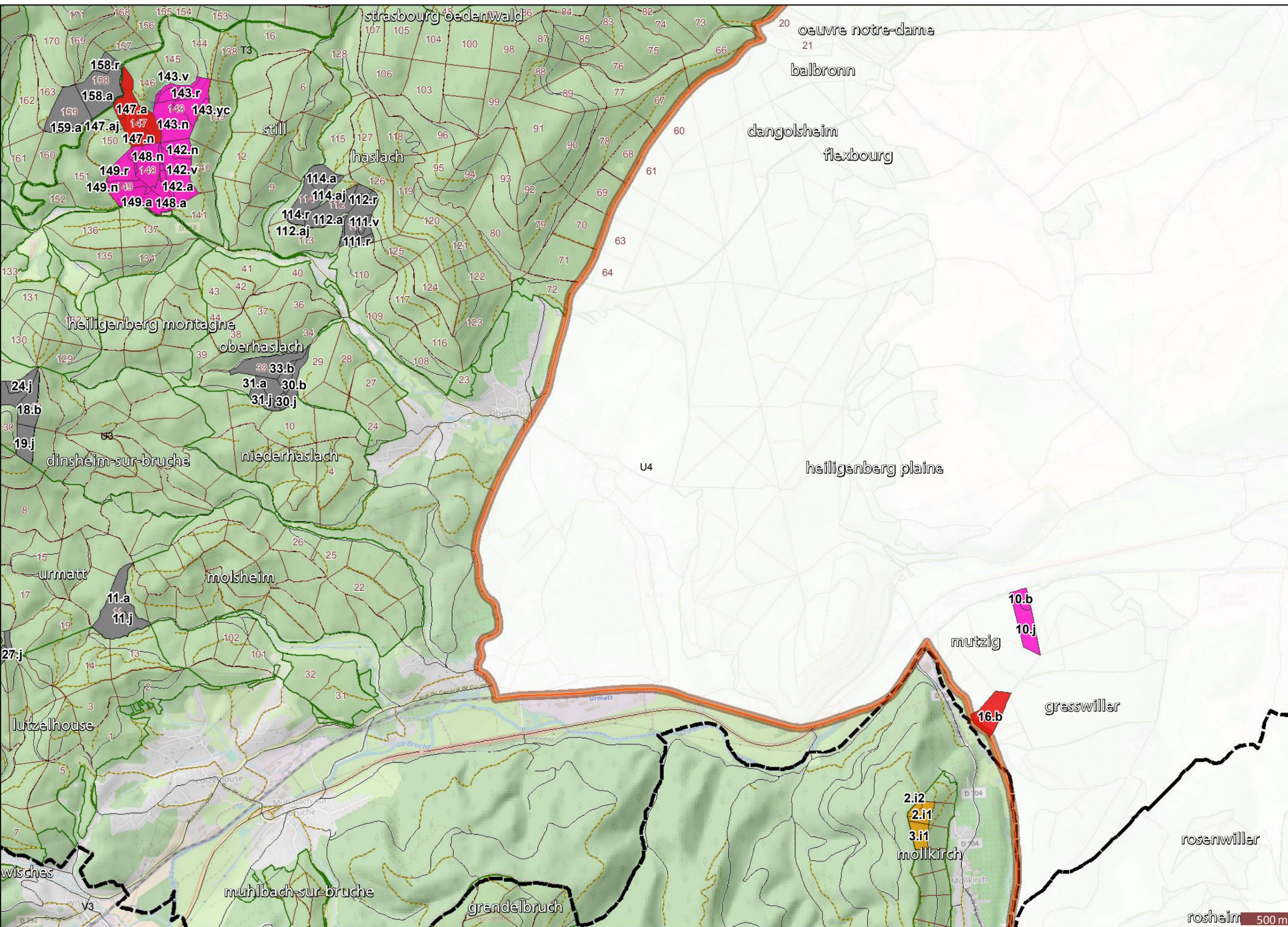
Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé

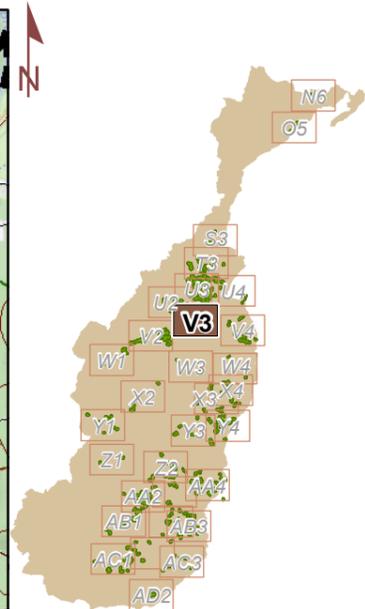
Petit câble-mât

TVS20 ou petit câble-mât

Câble-mât moyen sur remorque

Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque





V3

Mode d'exploitation recommandé :

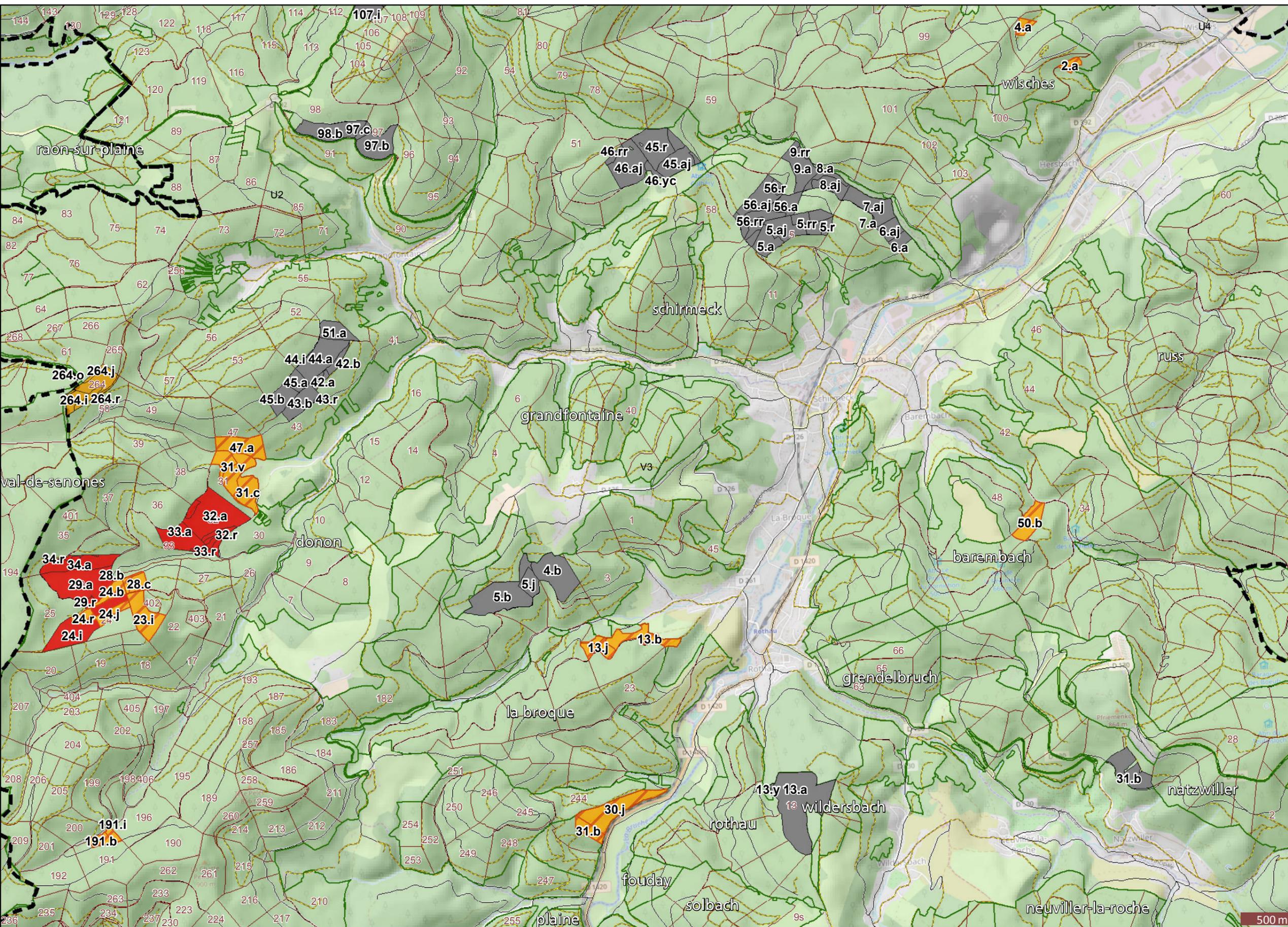
Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé

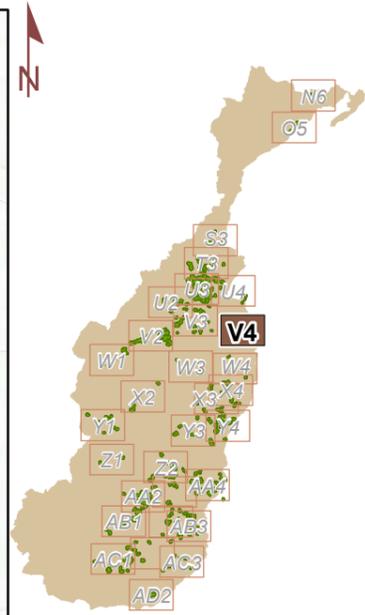
Petit câble-mât

TVS20 ou petit câble-mât

Câble-mât moyen sur remorque

Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque





V4

Mode d'exploitation recommandé :

Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé

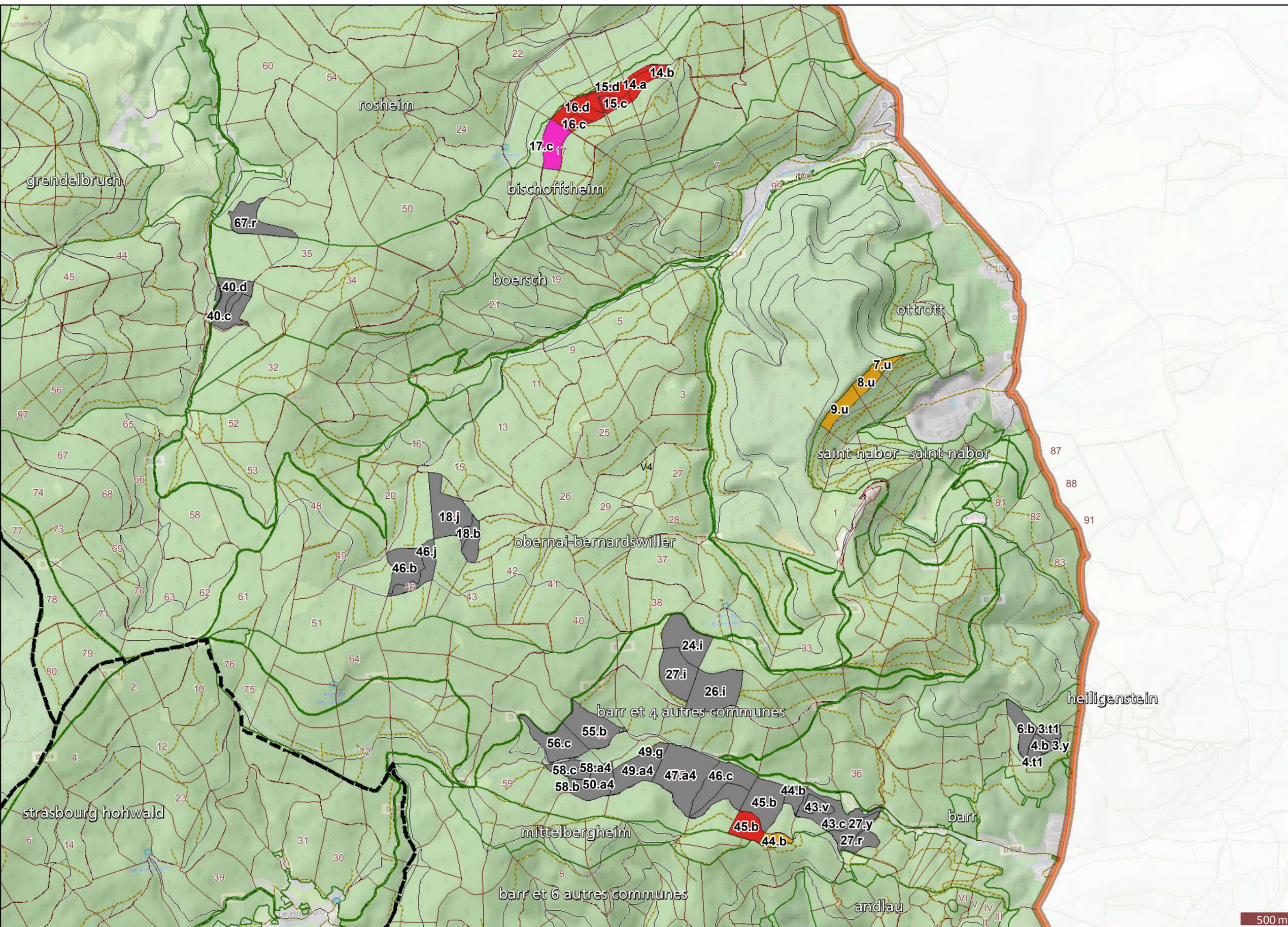
Petit câble-mât

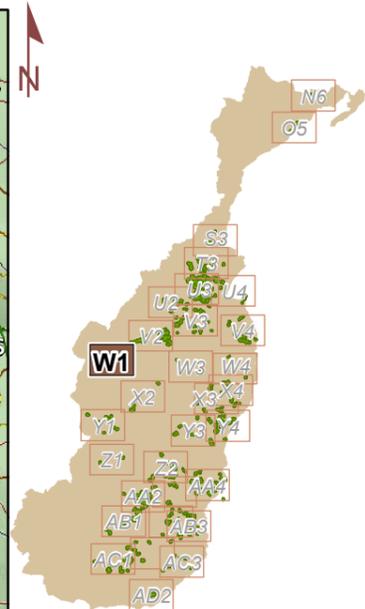
TVS20 ou petit câble-mât

Câble-mât moyen sur remorque

Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque

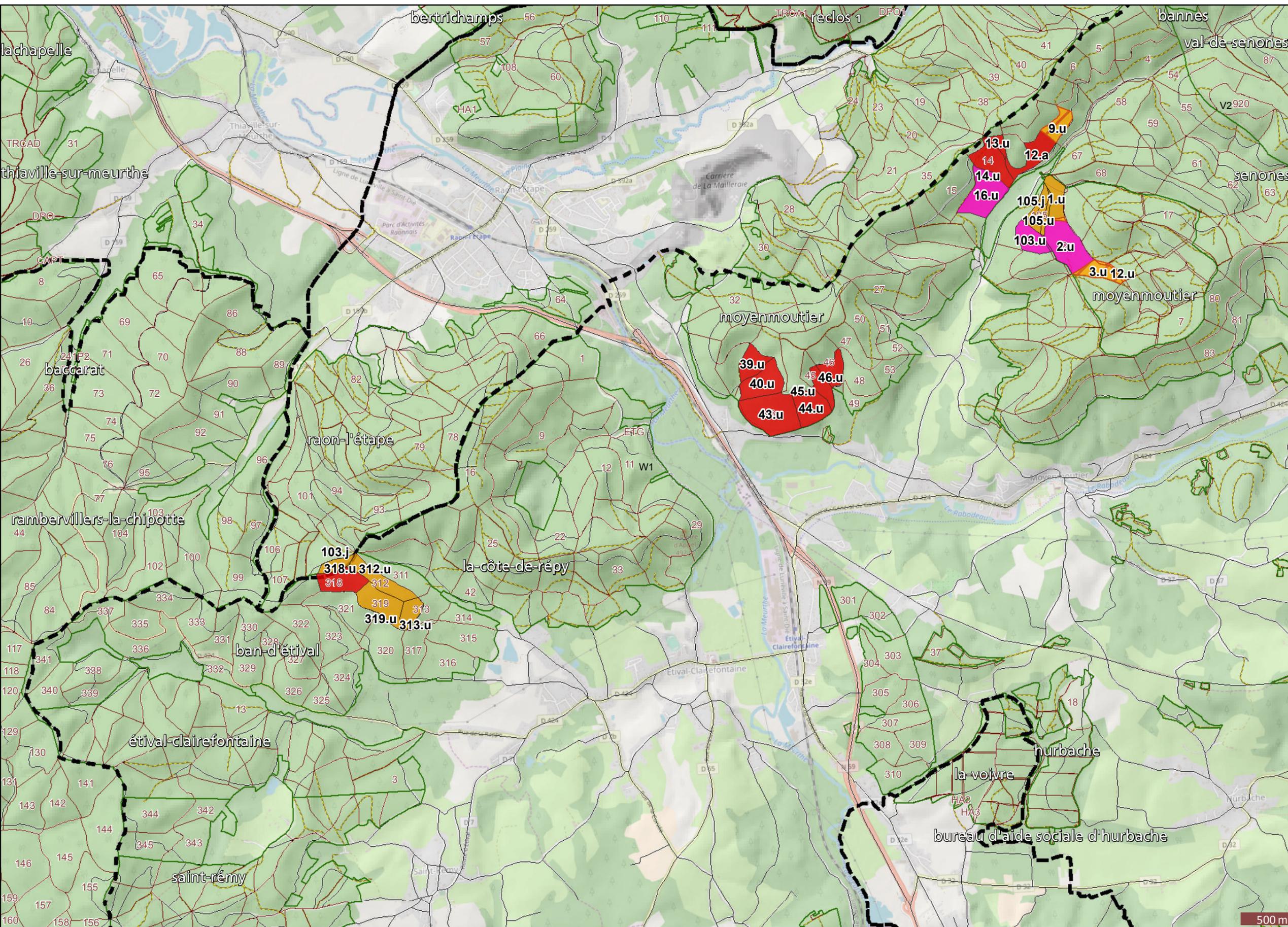
500 m



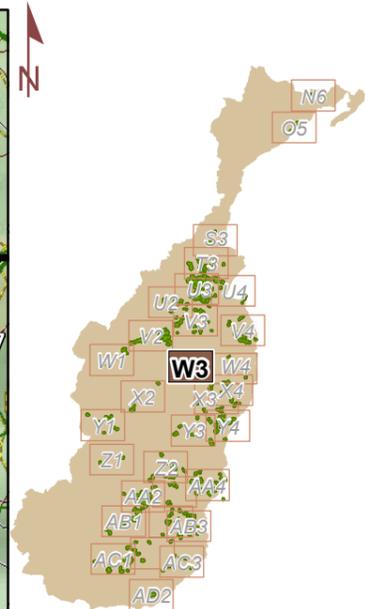


W1

- Mode d'exploitation recommandé :**
- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé 
 - Petit câble-mât 
 - TVS20 ou petit câble-mât 
 - Câble-mât moyen sur remorque 
 - Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque 



500 m



W3

Mode d'exploitation recommandé :

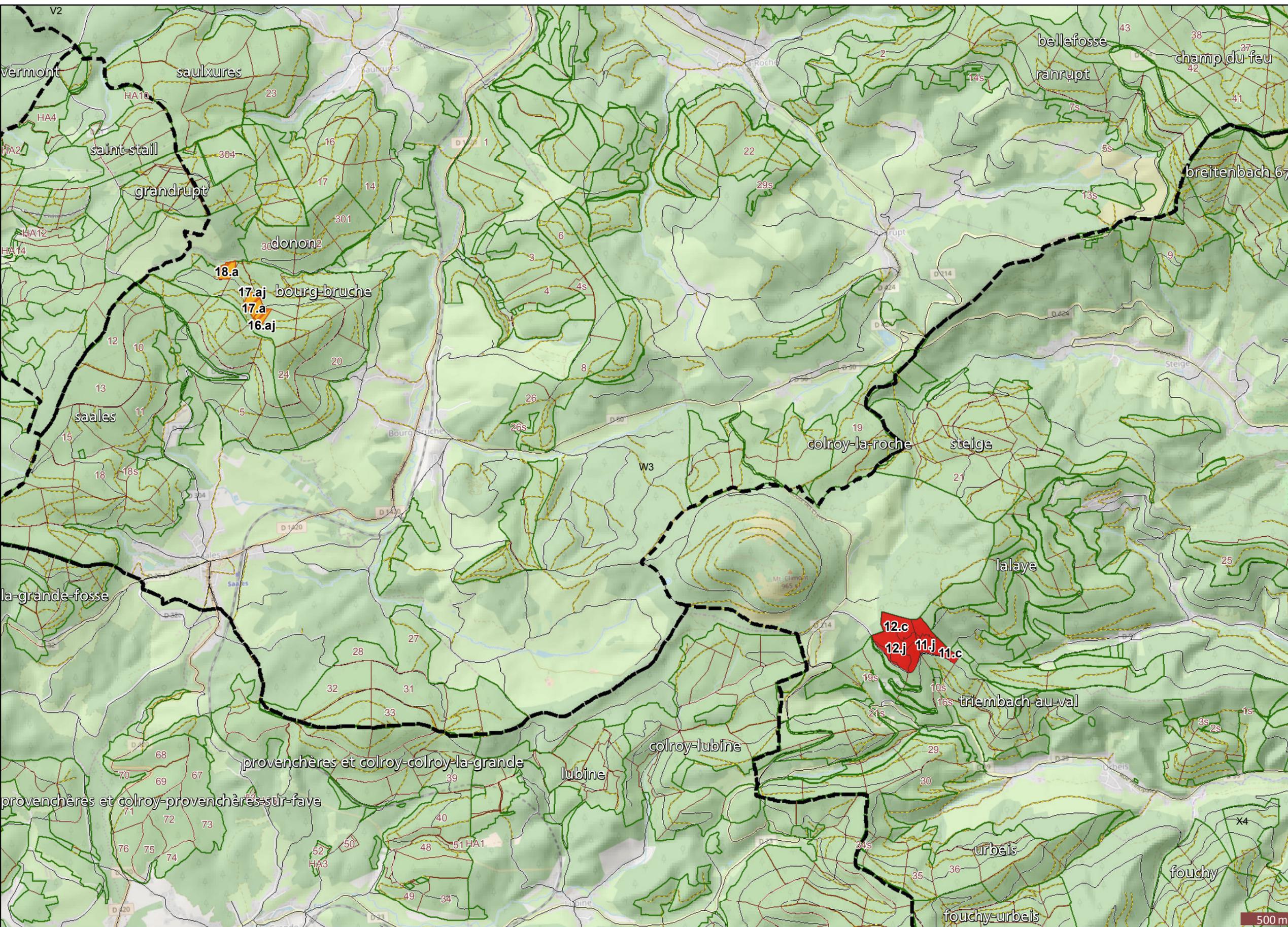
Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé

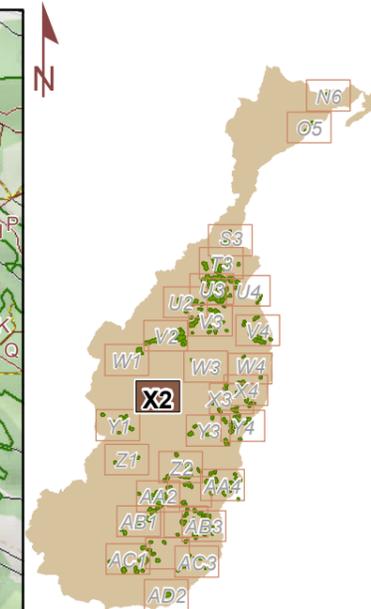
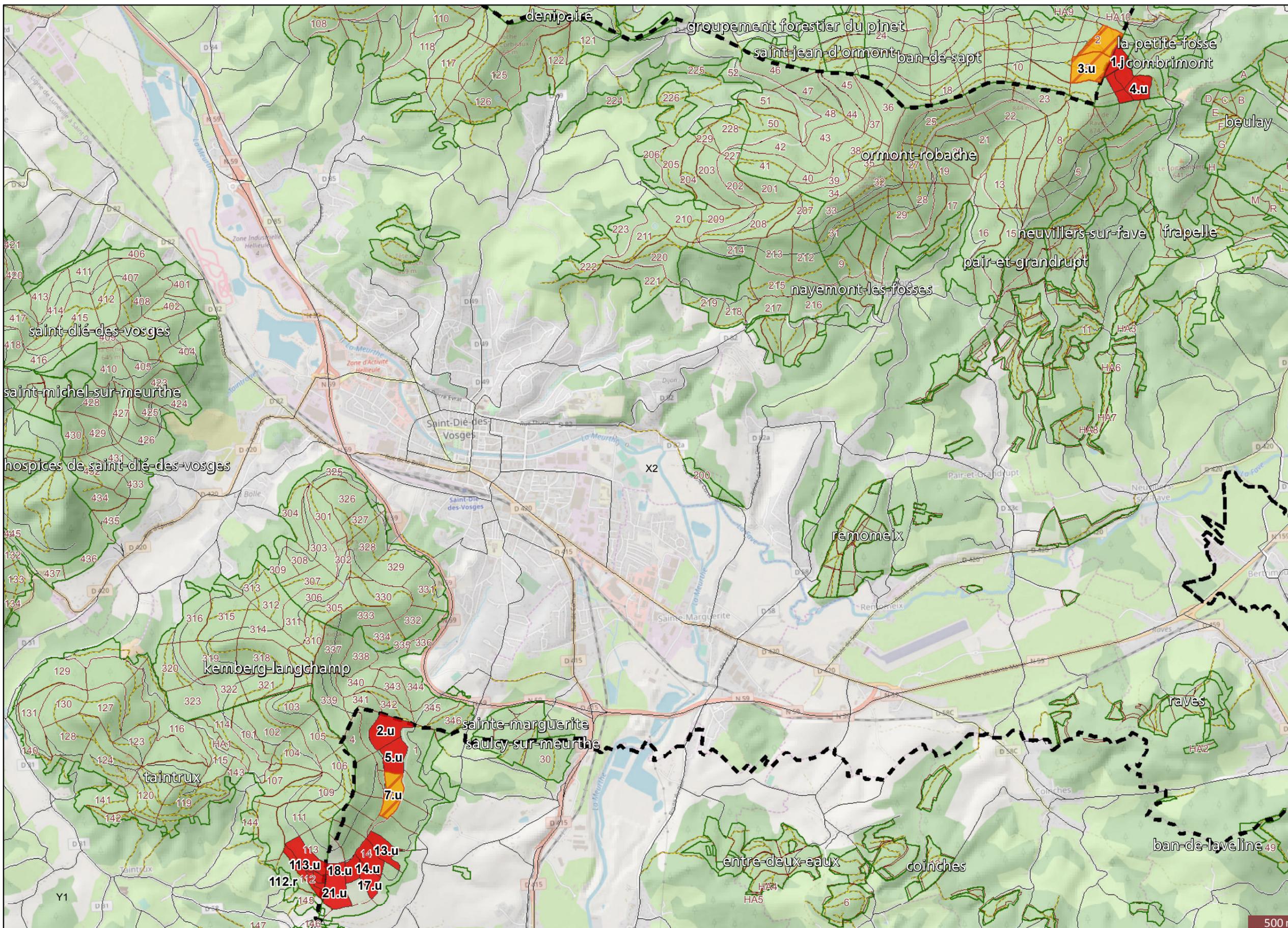
Petit câble-mât

TVS20 ou petit câble-mât

Câble-mât moyen sur remorque

Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque





X2

Mode d'exploitation recommandé :

Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé

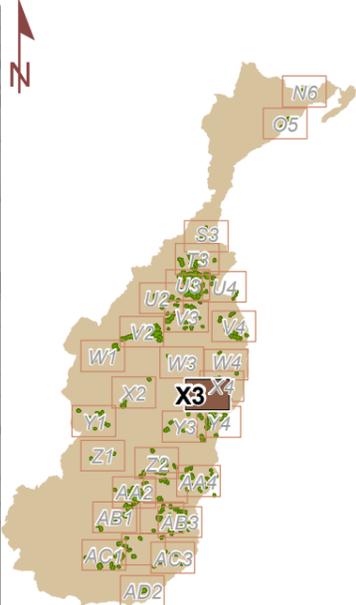
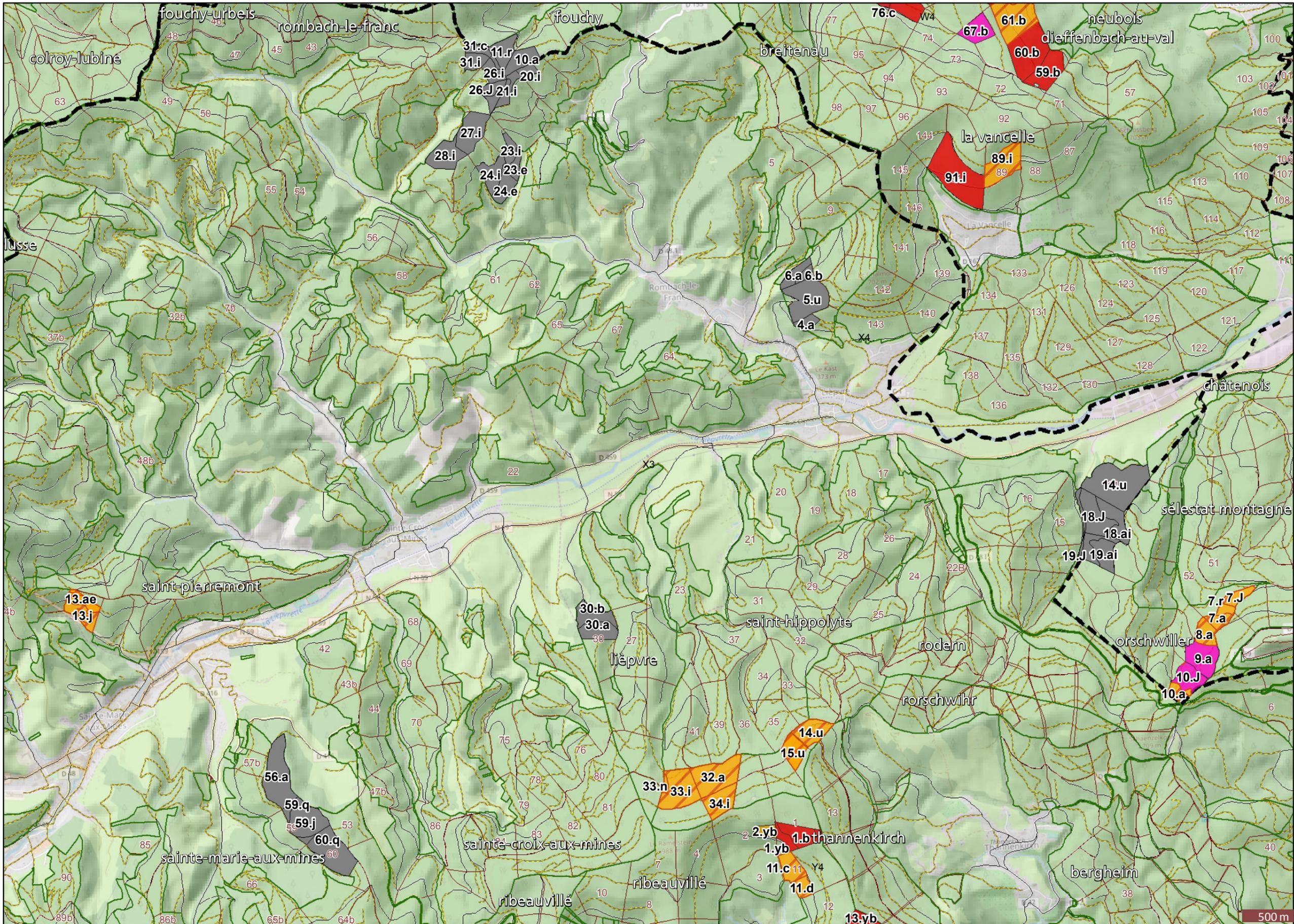
Petit câble-mât

TVS20 ou petit câble-mât

Câble-mât moyen sur remorque

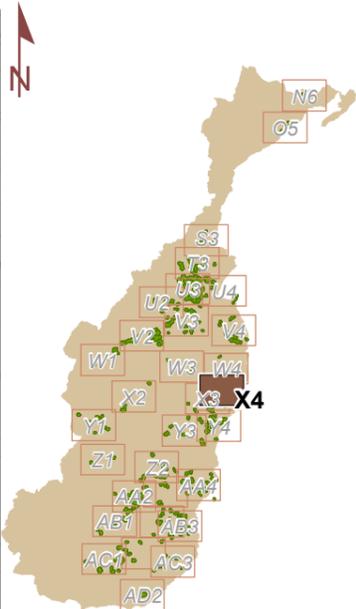
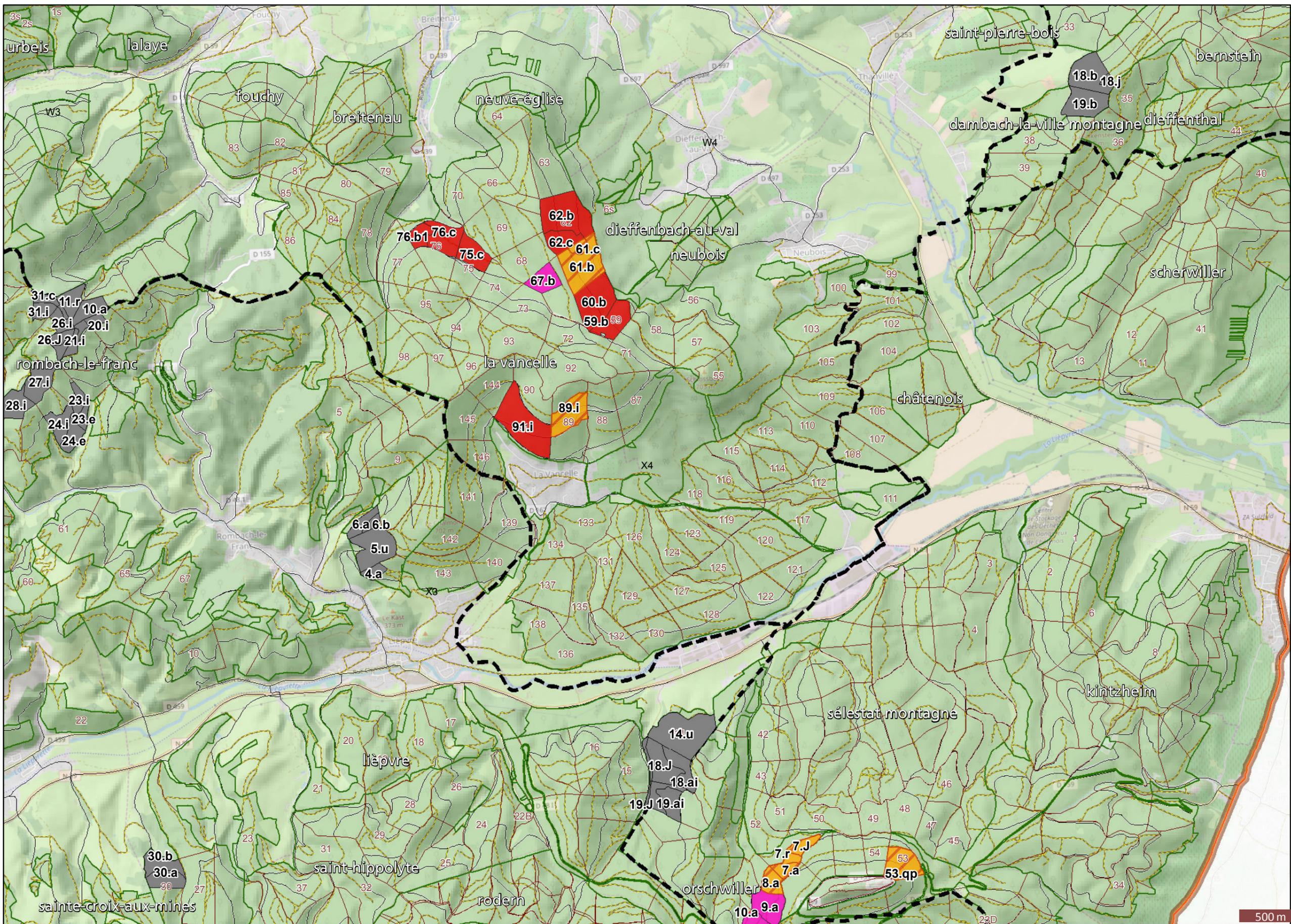
Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque

500 m



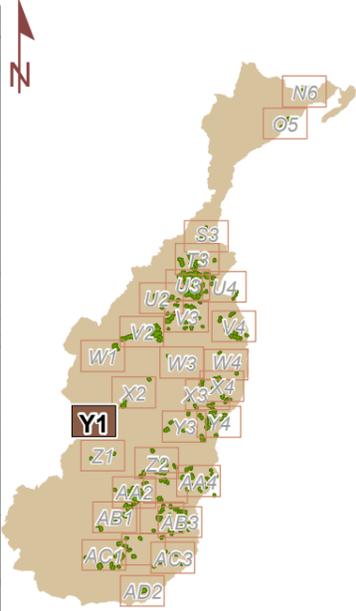
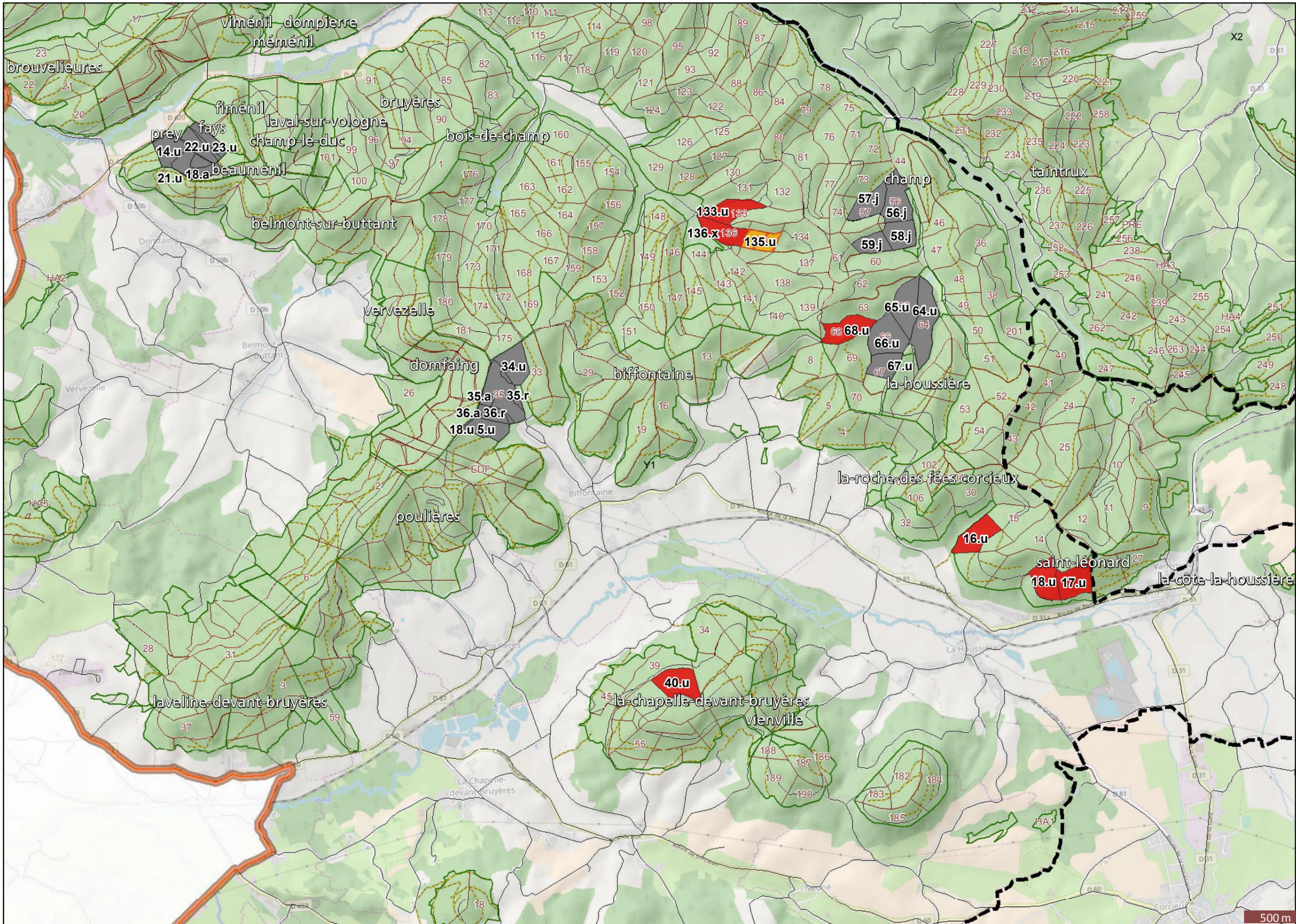
X3

- Mode d'exploitation recommandé :**
- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé
 - Petit câble-mât
 - TVS20 ou petit câble-mât
 - Câble-mât moyen sur remorque
 - Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque



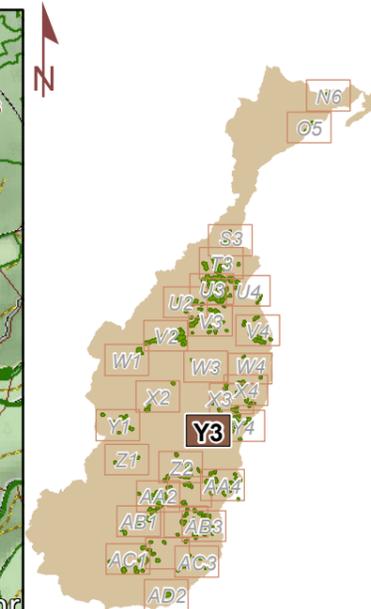
X4

- Mode d'exploitation recommandé :**
- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé 
 - Petit câble-mât 
 - TVS20 ou petit câble-mât 
 - Câble-mât moyen sur remorque 
 - Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque 



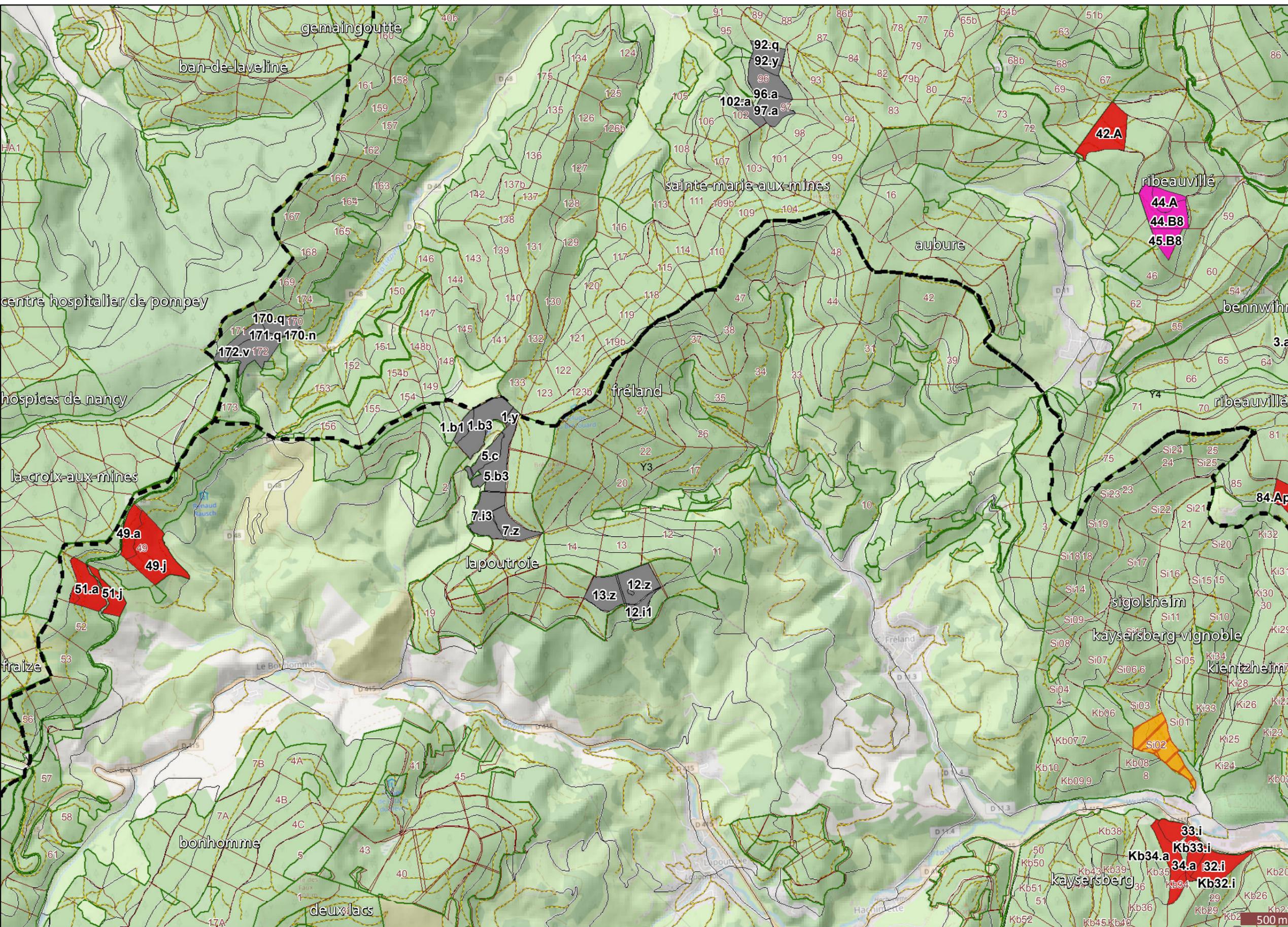
Y1

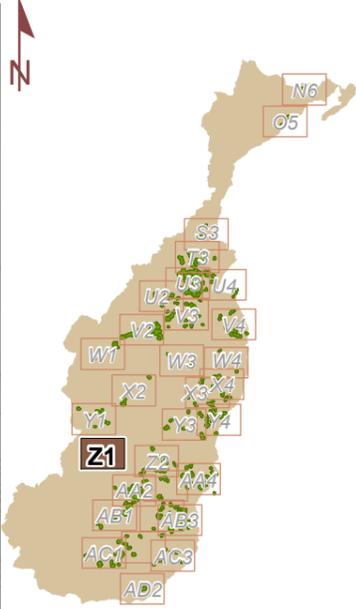
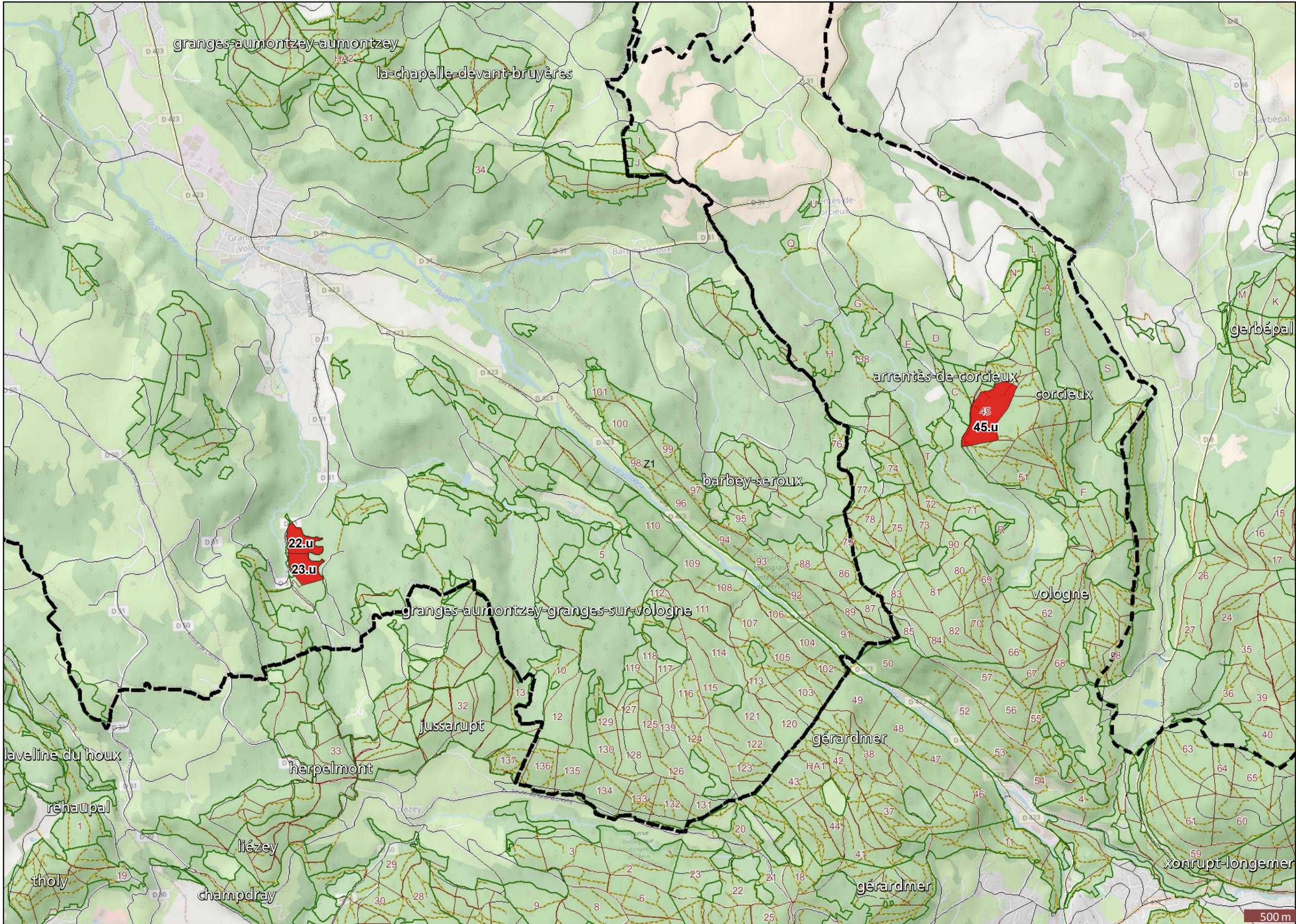
- Mode d'exploitation recommandé :**
- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé 
 - Petit câble-mât 
 - TVS20 ou petit câble-mât 
 - Câble-mât moyen sur remorque 
 - Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque 



Y3

- Mode d'exploitation recommandé :**
- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé 
 - Petit câble-mât 
 - TVS20 ou petit câble-mât 
 - Câble-mât moyen sur remorque 
 - Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque 





Z1

Mode d'exploitation recommandé :

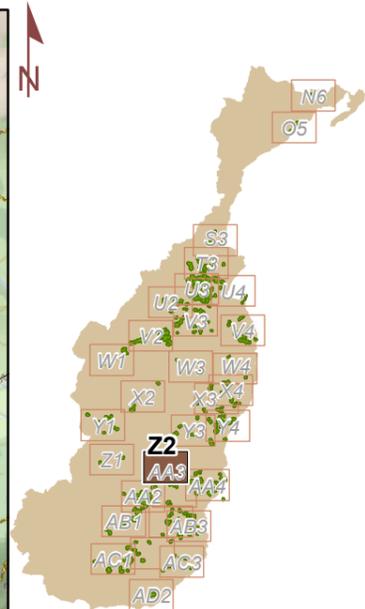
Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé

Petit câble-mât

TVS20 ou petit câble-mât

Câble-mât moyen sur remorque

Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque



Z2

Mode d'exploitation recommandé :

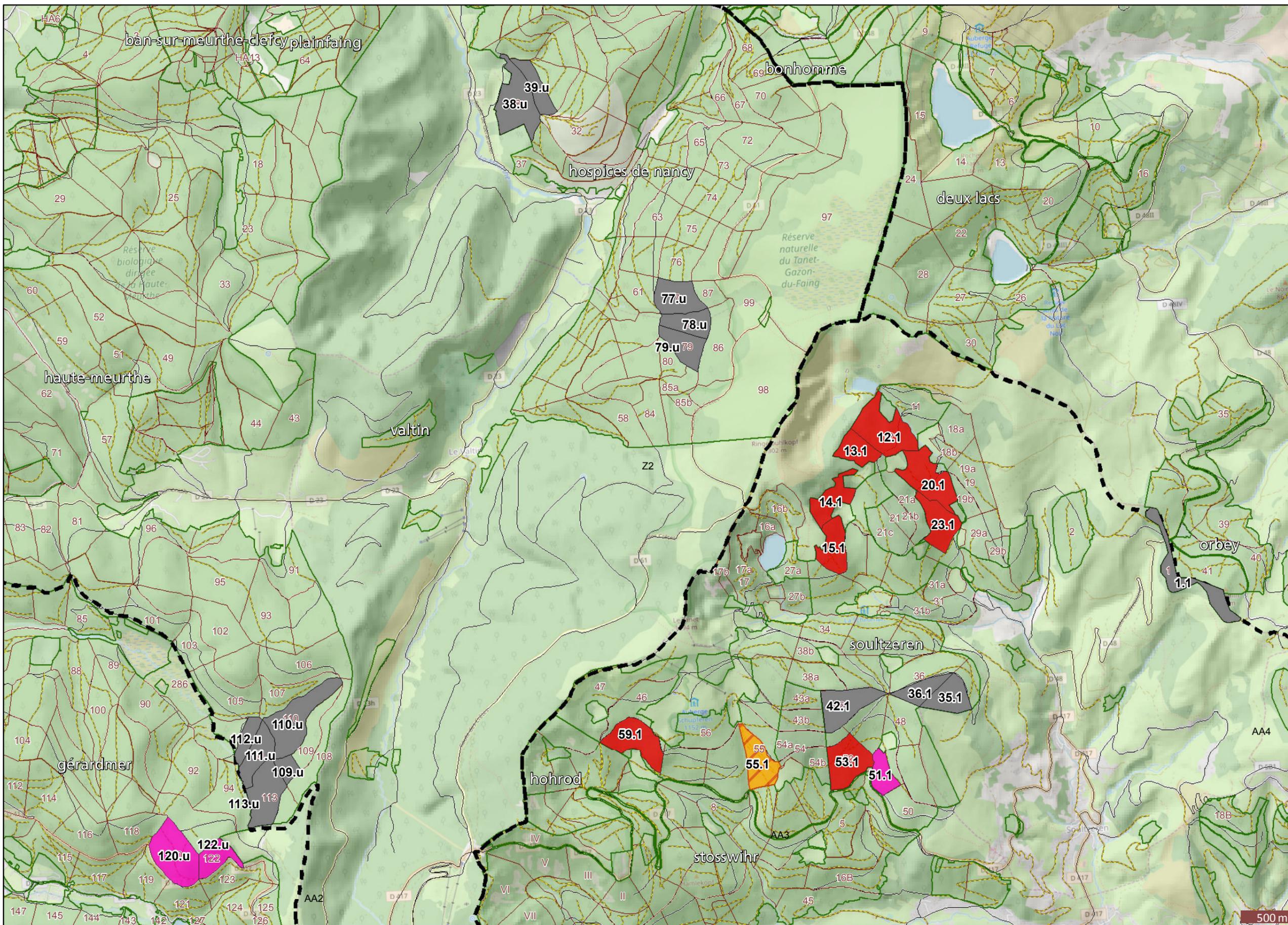
Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé

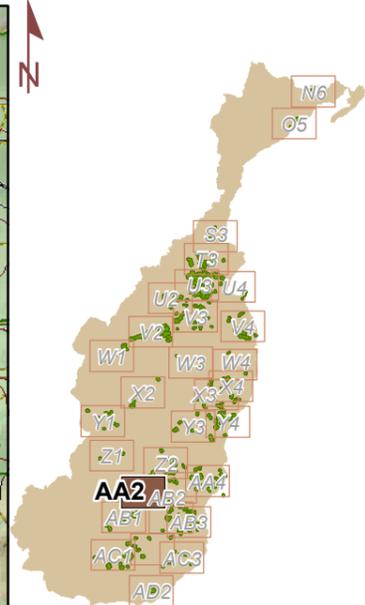
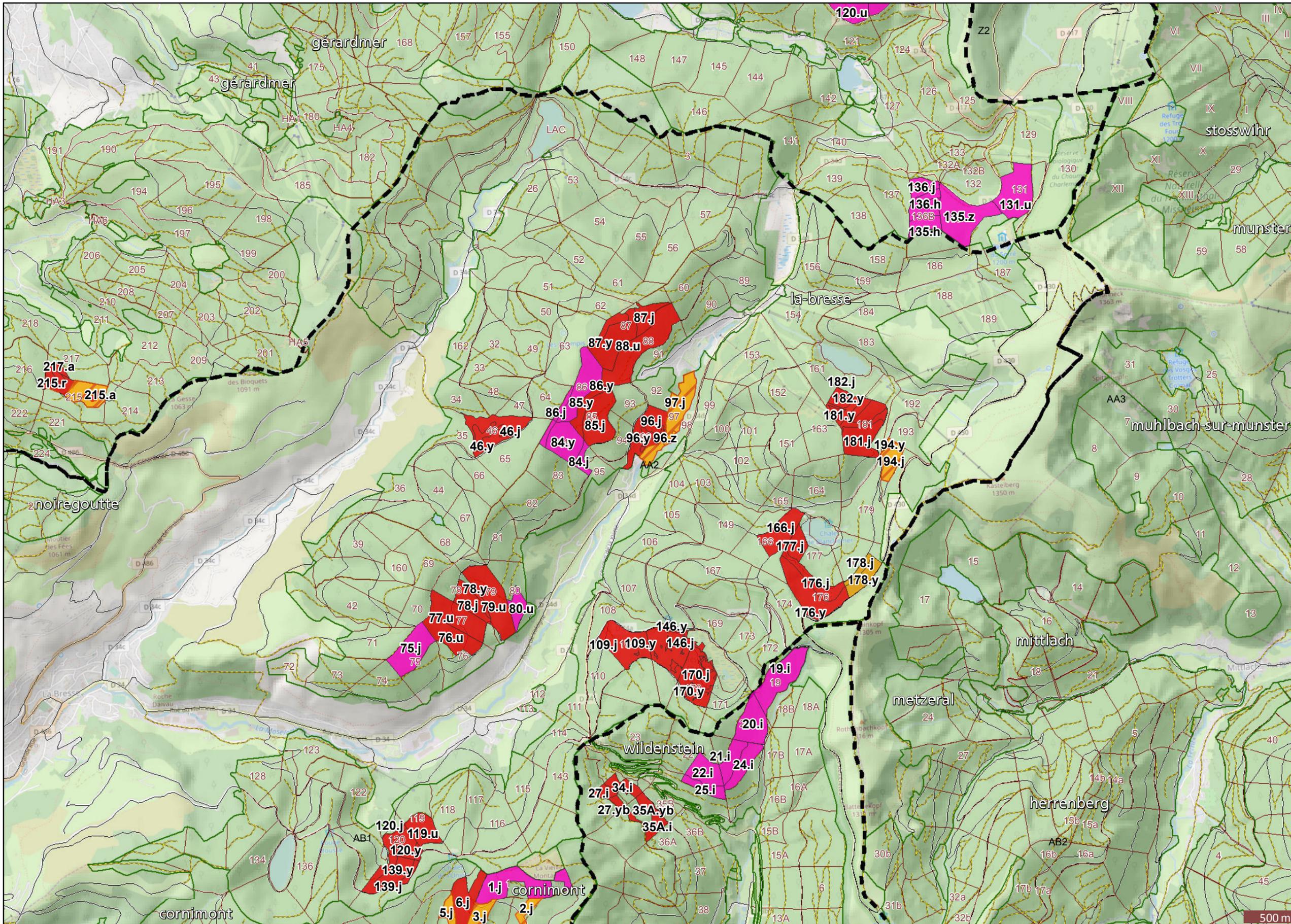
Petit câble-mât

TVS20 ou petit câble-mât

Câble-mât moyen sur remorque

Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque

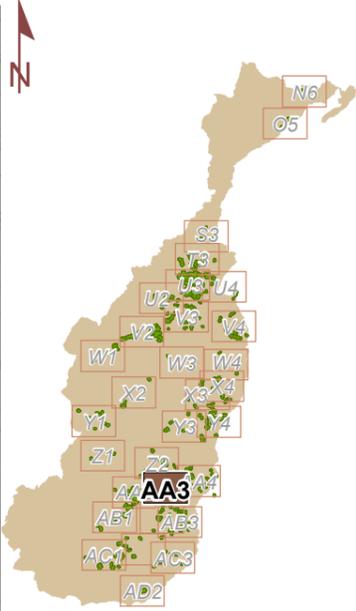
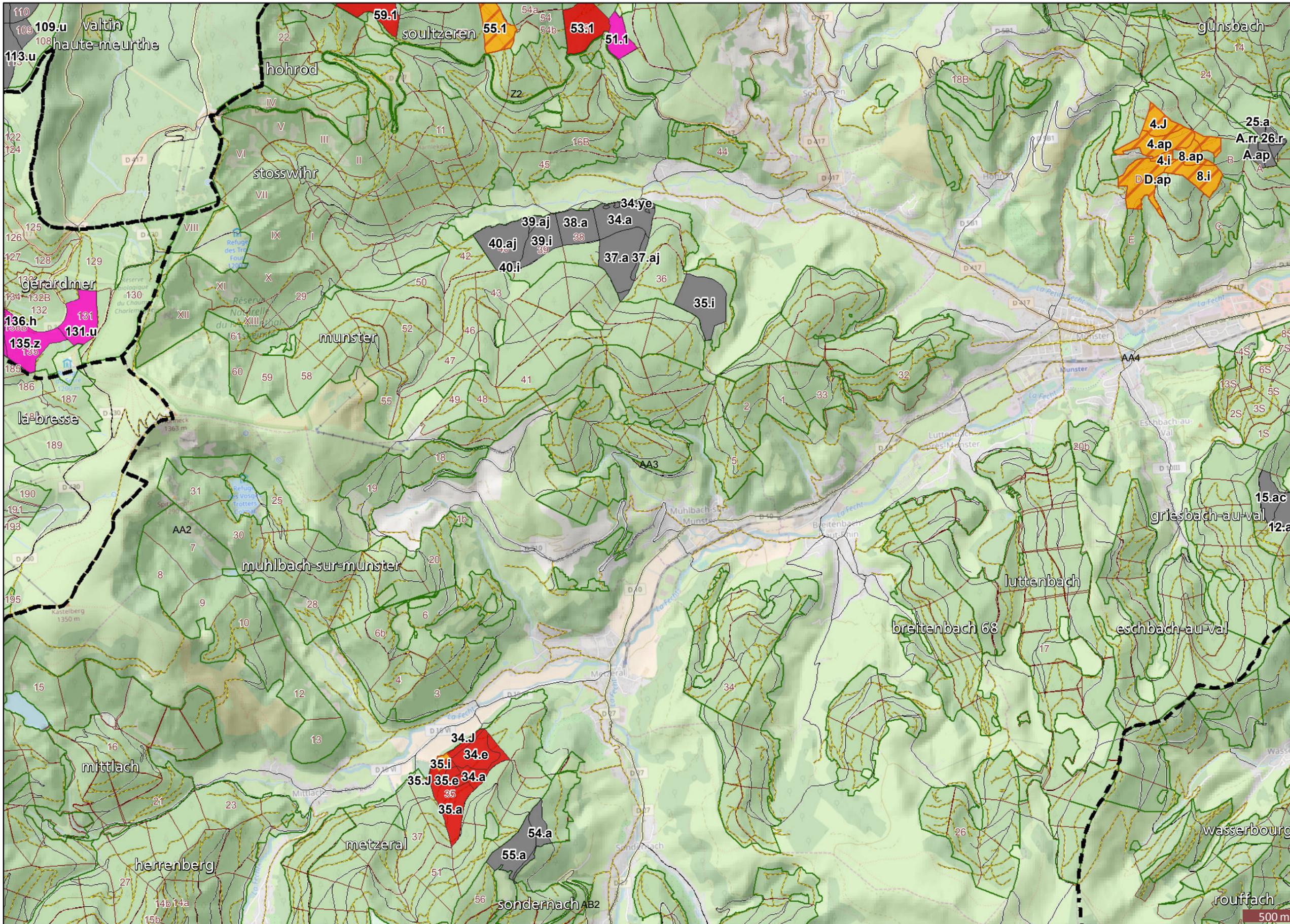




AA2

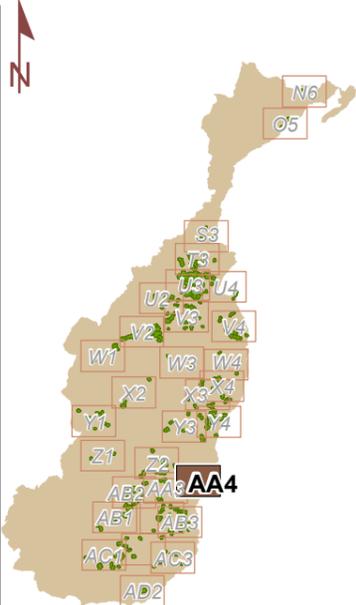
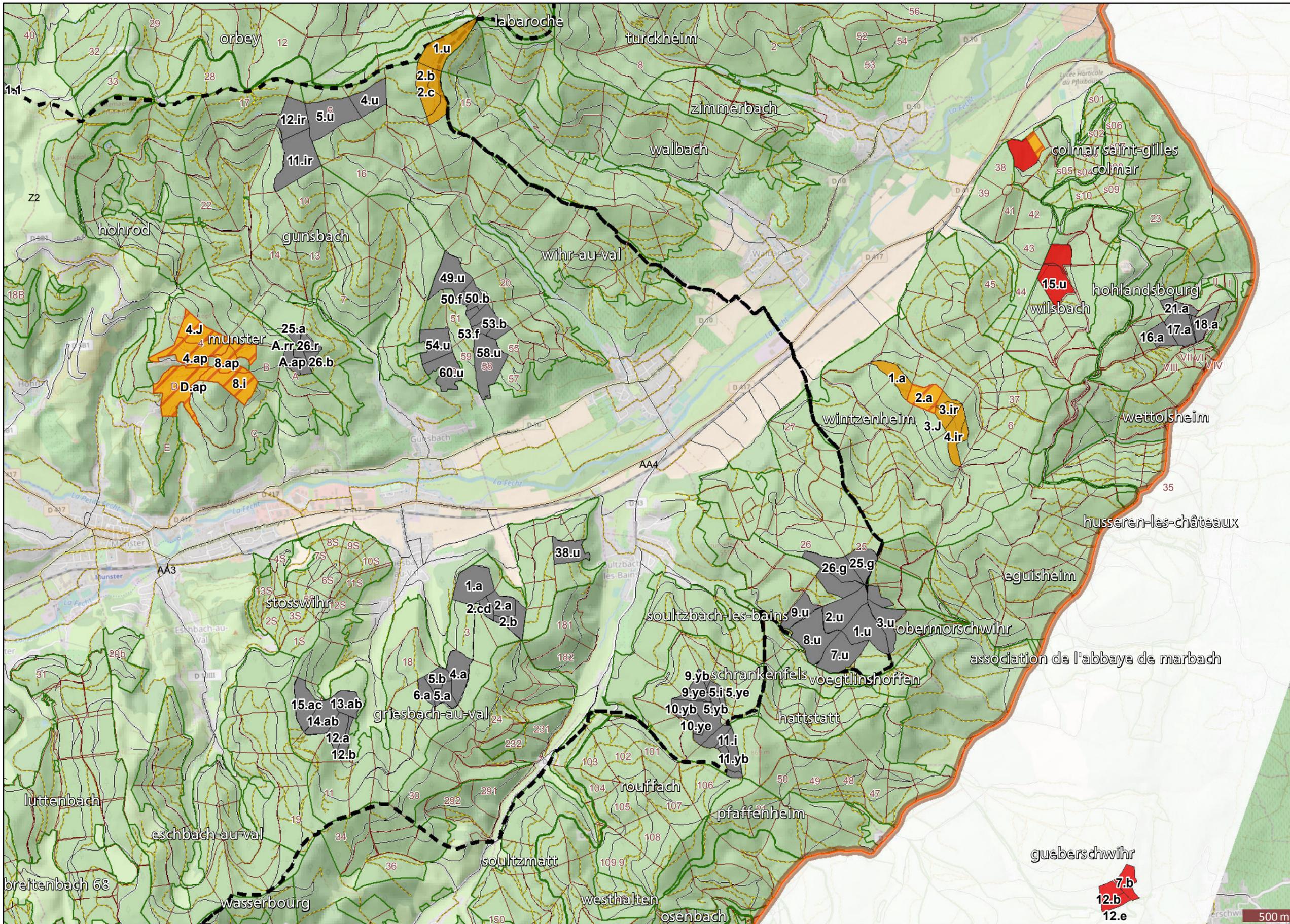
Mode d'exploitation recommandé :

- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé
- Petit câble-mât
- TVS20 ou petit câble-mât
- Câble-mât moyen sur remorque
- Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque



AA3

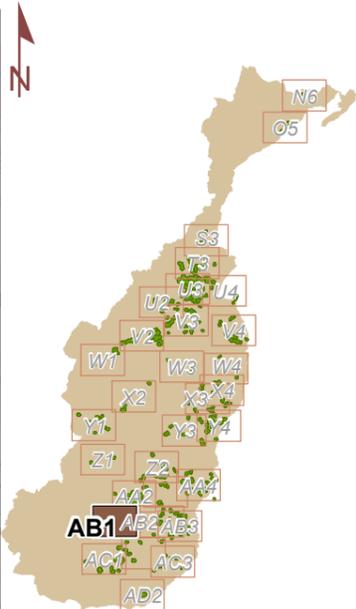
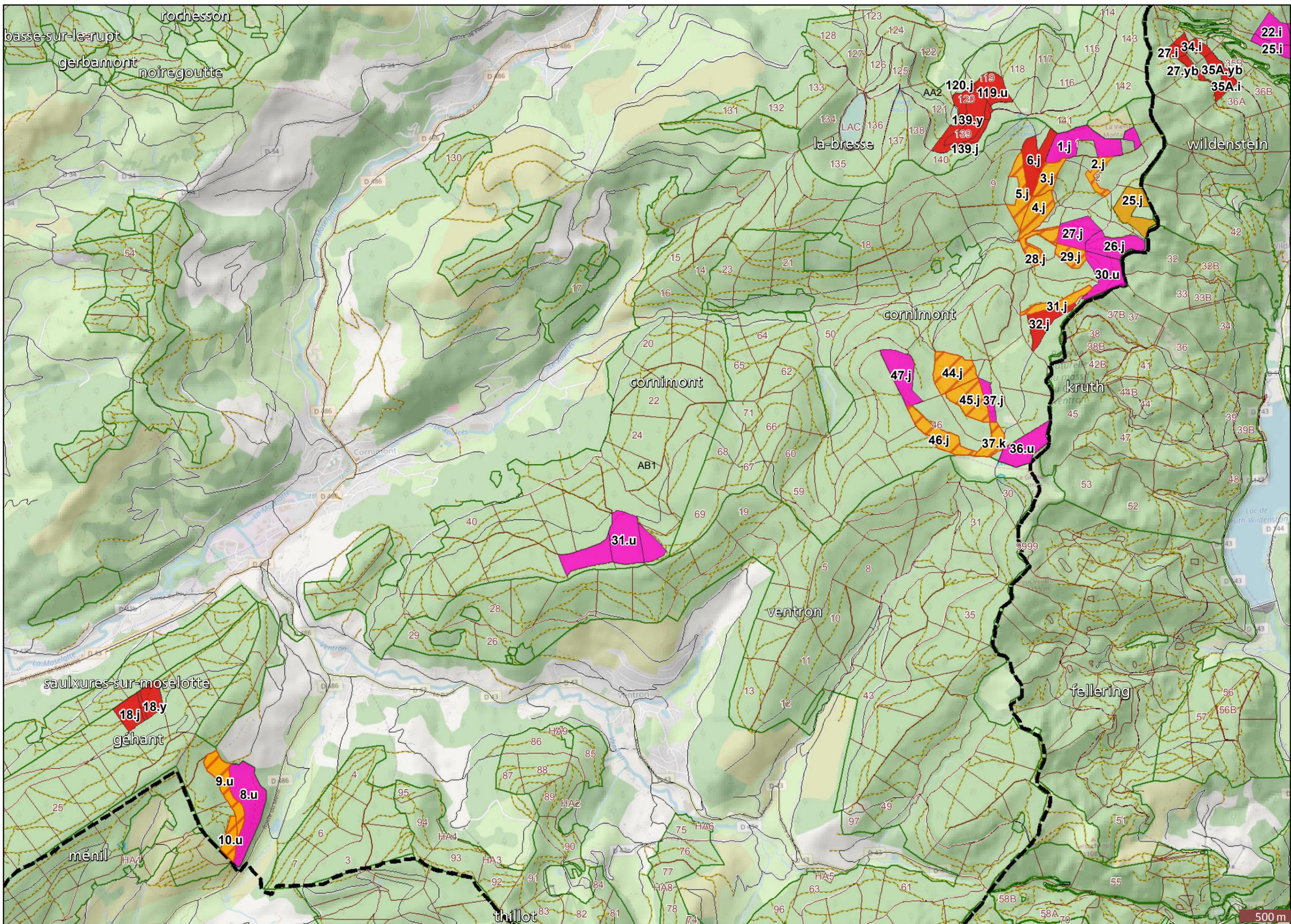
- Mode d'exploitation recommandé :**
- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé
 - Petit câble-mât
 - TVS20 ou petit câble-mât
 - Câble-mât moyen sur remorque
 - Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque



AA4

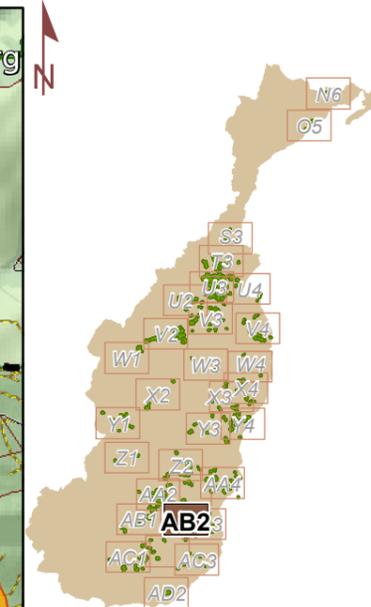
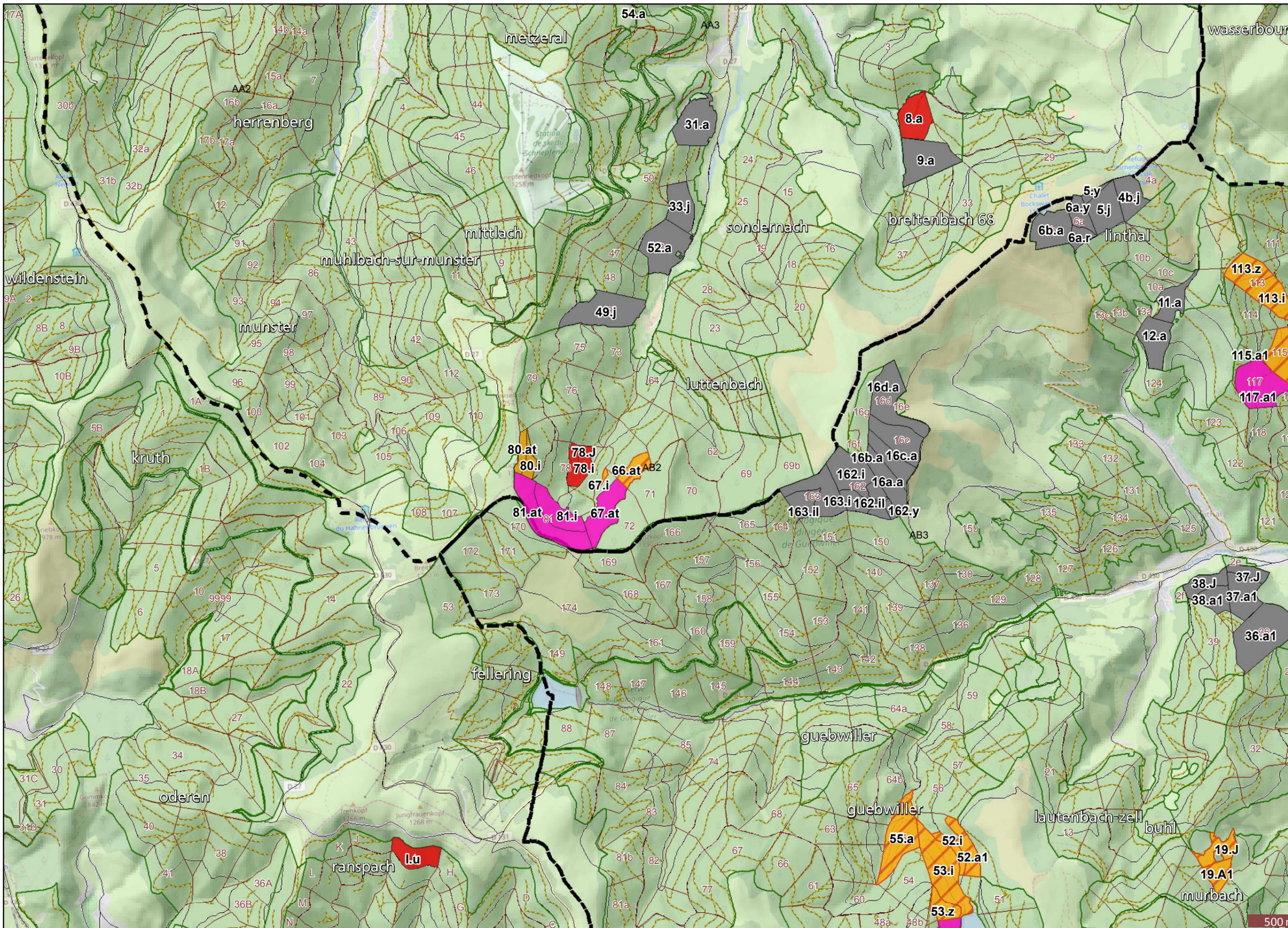
- Mode d'exploitation recommandé :**
- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé 
 - Petit câble-mât 
 - TVS20 ou petit câble-mât 
 - Câble-mât moyen sur remorque 
 - Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque 

500 m



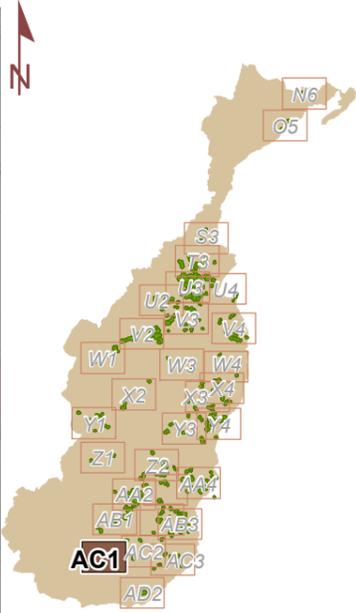
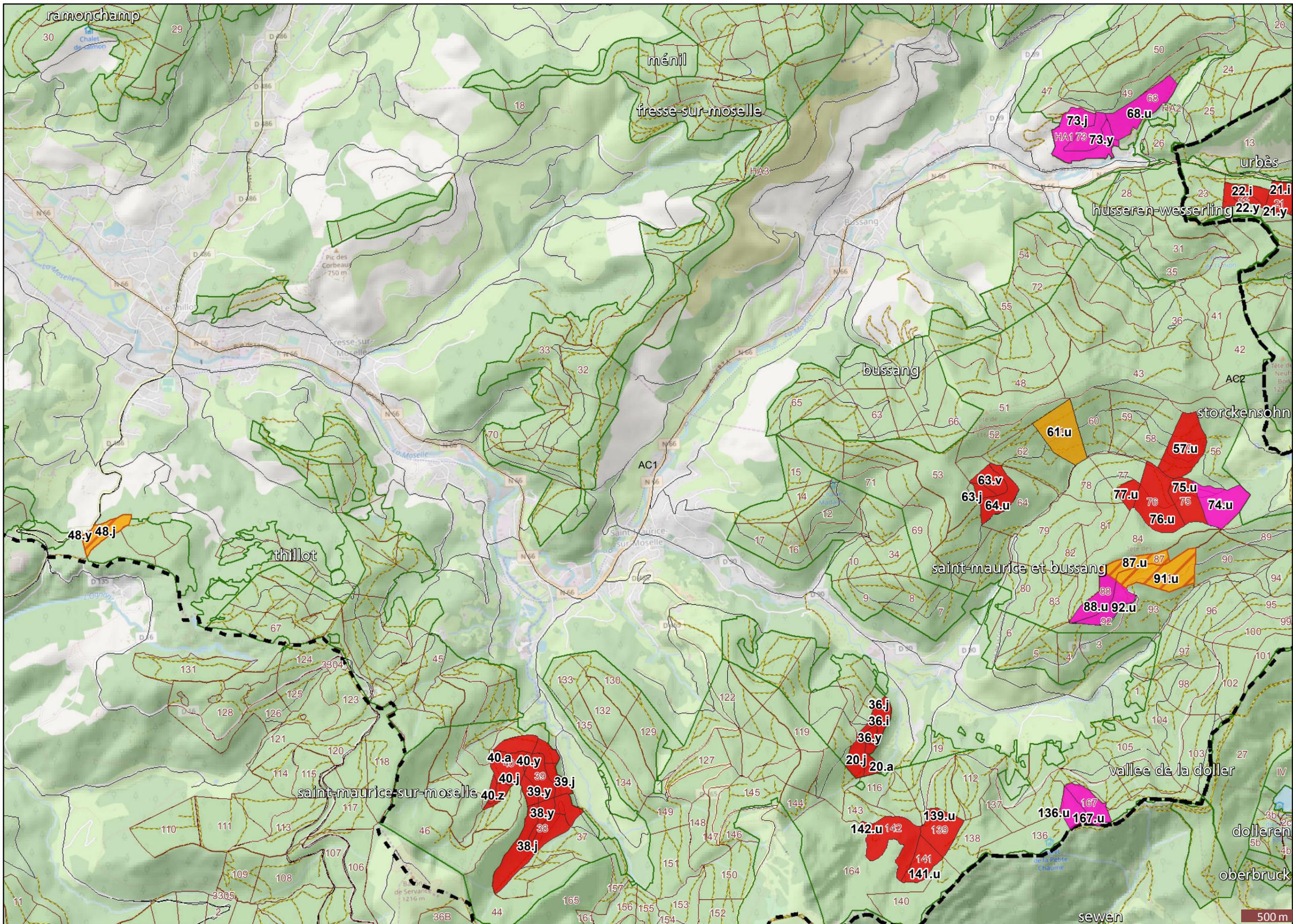
AB1

- Mode d'exploitation recommandé :**
- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé
 - Petit câble-mât
 - TVS20 ou petit câble-mât
 - Câble-mât moyen sur remorque
 - Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque



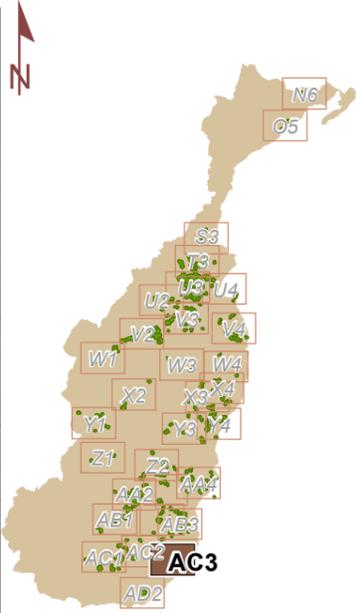
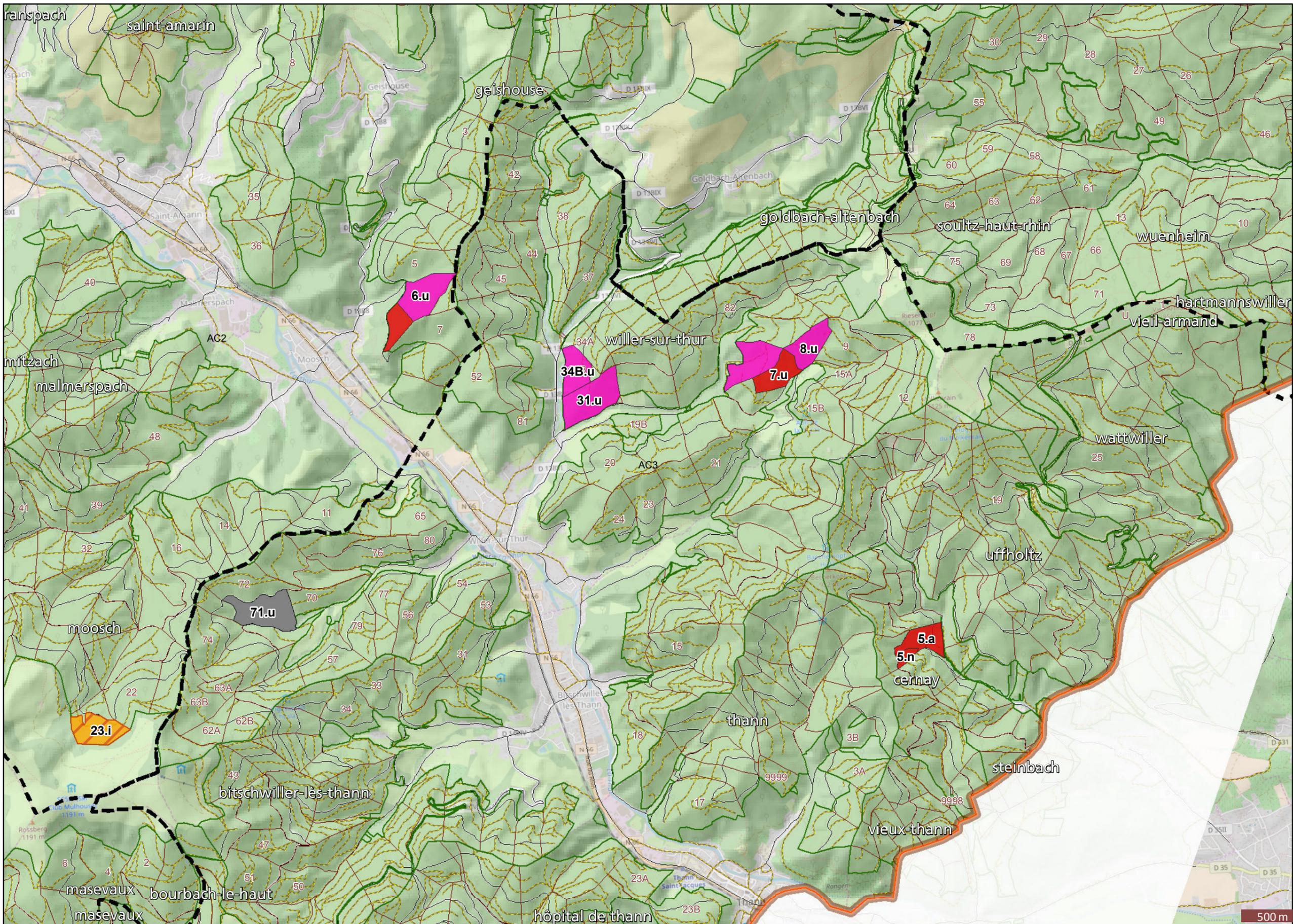
AB2

- Mode d'exploitation recommandé :**
- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé
 - Petit câble-mât
 - TVS20 ou petit câble-mât
 - Câble-mât moyen sur remorque
 - Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque



AC1

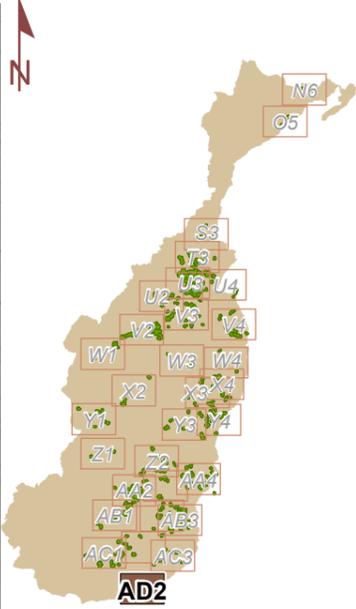
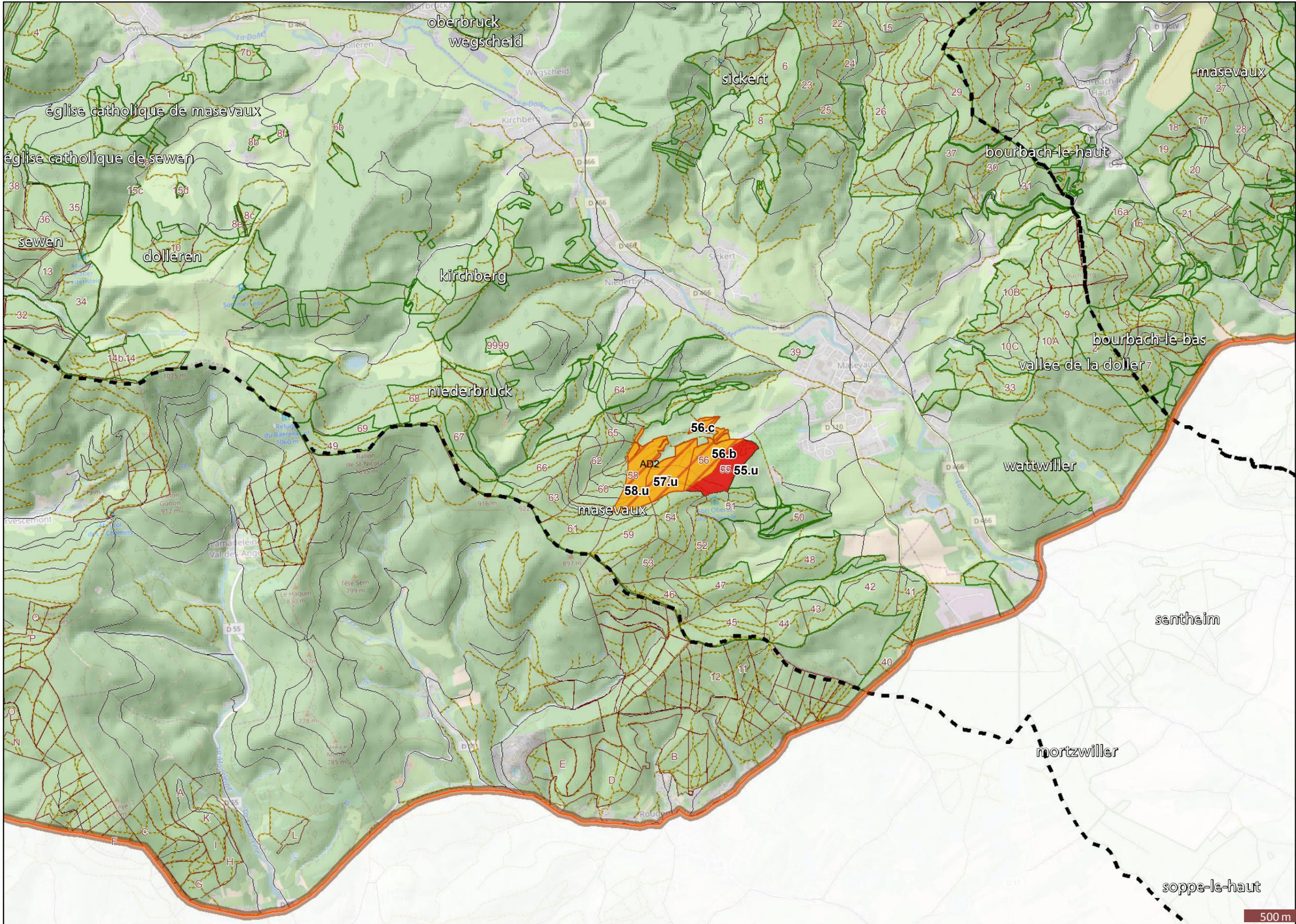
- Mode d'exploitation recommandé :**
- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé 
 - Petit câble-mât 
 - TVS20 ou petit câble-mât 
 - Câble-mât moyen sur remorque 
 - Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque 



AC3

- Mode d'exploitation recommandé :**
- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé 
 - Petit câble-mât 
 - TVS20 ou petit câble-mât 
 - Câble-mât moyen sur remorque 
 - Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque 

500 m



AD2

- Mode d'exploitation recommandé :**
- Mécanisation avec treuil d'assistance synchronisé
 - Petit câble-mât
 - TVS20 ou petit câble-mât
 - Câble-mât moyen sur remorque
 - Câble-mât moyen sur camion ou sur remorque

