

Débardage par câble aérien

GUIDE TECHNIQUE
TOME 1



Le câble du point de vue des
**PROPRIÉTAIRES &
GESTIONNAIRES**

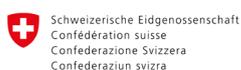


Ce guide technique a été réalisé dans le cadre
du projet Interreg Franco-Suisse
FORMICABLE :
le câblage au service de l'exploitation forestière

Partenaires techniques :



Avec le soutien financier de :



Retrouvez également...

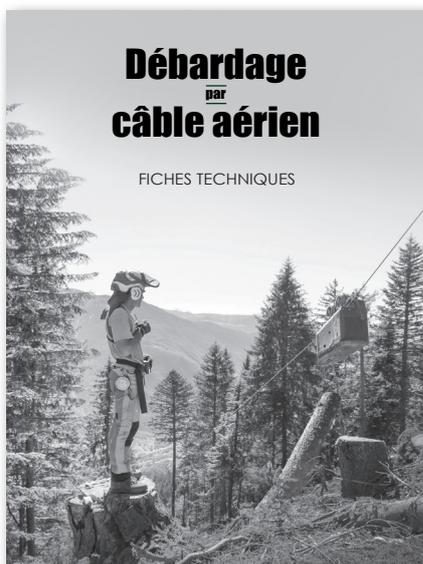
LE GUIDE TECHNIQUE - TOME 2 : Le Câble du point de vue des ENTREPRISES CÂBLISTES



AU SOMMAIRE :

1. MATÉRIELS
2. PRÉPARATION D'UN CHANTIER
3. MONTAGE D'UNE LIGNE
4. PHASES OPÉRATIONNELLES DE L'EXPLOITATION
5. GESTION ÉCONOMIQUE DES CHANTIERS
6. SPÉCIFICITÉS D'UNE ENTREPRISE CÂBLISTE
7. QUALITÉ SÉCURITÉ ENVIRONNEMENT DES CHANTIERS CÂBLE

Débardage par câble aérien FICHES TECHNIQUES



22 fiches techniques pour vous accompagner sur le terrain.

PRÉFACES

Les forêts sont au cœur de nombreux enjeux économiques, environnementaux et sociaux pour nos territoires de montagne et leurs habitants. Puits de carbone, richesses écologiques, elles fournissent une matière première renouvelable, à la fois traditionnelle et moderne, nous protègent face aux risques naturels et font partie intégrante des paysages dont nous sommes si fiers. En tant qu'élus, il est de notre devoir d'assurer une gestion forestière dynamique et de valoriser ce riche patrimoine naturel. D'autant plus que le dérèglement climatique menace aujourd'hui sa pérennité...

Or, l'entretien des forêts dans les conditions difficiles que nous rencontrons en montagne demande des adaptations techniques. Le débardage des bois par câble aérien en est une excellente. Il nous faut l'utiliser de la manière la plus pertinente possible et aider nos entreprises locales spécialisées à se développer. Ce guide, issu du projet Formicâble, propose aux gestionnaires forestiers et aux entrepreneurs câblistes un recensement inédit des techniques modernes liées à la mobilisation des bois par câble aérien. Il est riche de nombreux échanges transfrontaliers avec la Suisse. Du martelage à l'entretien du matériel, de l'adaptation de la desserte forestière aux consignes de sécurité pour les opérateurs, c'est une vraie référence. Puisse cet ouvrage permettre à tous les forestiers de continuer à utiliser le câble aérien et une gestion durable de toutes nos forêts.

*Pour le Président de l'Association des Communes forestières de Haute-Savoie (France),
La Vice-Présidente **Marie-Pierre PERNAT***



Les attentes de notre société sont de plus en plus élevées et diverses par rapport à la forêt ; milieu de détente, source de naturalité, protection des eaux, protection contre les dangers naturels, source d'énergie renouvelable ou matériau de construction, pour chaque prestation les exigences des « clients » varient. Les gestionnaires et les propriétaires forestiers doivent s'adapter à cette évolution permanente rendue plus ardue avec le changement climatique annoncé. Ces dernières années un grand effort a été réalisé dans la fixation des objectifs sylvicoles, qui tient compte de la dynamique naturelle des forêts, des buts sylvicoles et des structures forestières optimales. Cet effort est illustré dans nos régions de montagne par la mise à disposition de documents tels que le Guide des sylvicultures de Montagne - Alpes du Nord française ou le Guide de gestion durable des forêts de protection en Suisse.

Pour atteindre ces objectifs, les gestionnaires ont besoin de moyens de gestion adaptés à chaque situation et le débardage par câble est une technique primordiale dans nos régions. Ce guide, résultat du projet Formicâble, rassemble le savoir-faire du câblage et les derniers développements techniques, en lien avec la sylviculture. Les gestionnaires, en connaissant les avantages et les limites actuels du câblage, peuvent mener une sylviculture adaptée aux attentes et utiliser le câblage à bon escient. Espérons que ce guide permette aux forestiers de mieux répondre aux défis actuels et soit une source pour l'innovation future.

Jean-Louis GAY
Inspecteur des forêts du 3ème arrondissement (Suisse)



Auteurs & collaborateurs

Coordination :

Paul Magaud (FCBA)

Rédacteurs :

Johanna Beck (ACSR)

Henri Bellier (ONF)

Chloé Boldrini (FCBA)

Thomas Carrette (FCBA)

Rémi Fournier (ONF)

Simon Grorod (ISETA)

Jean-Luc Mabboux (ONF)

Paul Magaud (FCBA)

Laurent Malabeux (ONF)

Jean-Charles Mogenet (PEB - câbliste)

Vincent Morillon (FCBA)

François Parvex (ACSR)

Christophe Perinot (FCBA)

Amélie Quarteroni (Cofor AURA)

François Sandmeier (ACSR)

Mickaël Vericel (ONF)

Mise en page et relecture générale :

Johanna Beck (ACSR)

Chloé Boldrini (FCBA)

Noémie Guillemaut (ACSR)

Paul Magaud (FCBA)

Julie Morand (PEB)

Amélie Quarteroni (COFOR AURA)

Relecteurs externes :

Partie gestionnaire :

Cedric Avizou (ONF)

Charly Bonnafoux (ONF)

Didier Pishedda (ONF)

Partie Entreprise :

Sebastien Campero (câbliste)

Jean-Paul Coutin (câbliste)

Frédéric Mabboux (câbliste)

Didier Pishedda (ONF)

Les moniteurs de câblage romands

Illustrations :

Muriel Cazeaux (FCBA)

Photo de couverture :

Florent Pedrini

Remerciements

Ce guide technique est le fruit d'une équipe projet diversifiée, composée majoritairement de passionnés du débardage par câble aérien, hommes et femmes, tous volontaires et enthousiastes pour cette belle aventure. Cette riche collaboration a permis d'aborder cette technique sous de nombreuses facettes. Que chacun soit remercié pour ces 3 années d'engagement.

L'approche pratique et opérationnelle a guidé nos travaux en permanence. Cette proximité du terrain n'a été possible que par l'implication des entreprises câblistes franco-suisse et des gestionnaires forestiers, qui ont répondu à nos questions, nous ont accueilli sur leurs chantiers et ont pris le temps de relire attentivement nos écrits. Un grand merci à eux, souhaitons-leur une longue pérennité dans ce domaine de passionnés.

Un remerciement particulier à notre dessinatrice, qui a su traduire nos attentes techniques, et illustrer nos propos avec style et brio.

Enfin un grand merci aux financeurs du projet FORMICABLE qui ont permis la réalisation des différentes actions du projet et notamment ce premier guide technique francophone sur le débardage par câble aérien.

Paul MAGAUD



ou
FORMation Innovation CâBLE

Le projet FORMICÂBLE (2016 - 2020) s'inscrit dans l'Objectif Stratégique 9 du programme Interreg V France-Suisse dont l'objectif est d'améliorer l'employabilité en faisant d'avantage coopérer les acteurs du marché de l'emploi et de la formation. Il s'étend sur la Suisse romande et la région Auvergne-Rhône-Alpes.

Depuis plusieurs décennies, les forestiers franco-suisse constatent des divergences d'utilisation du débardage par câble aérien entre les deux pays : en moyenne, 300 000 m³ sont récoltés annuellement en Suisse romande, contre moins de 50 000 m³ dans les Alpes du Nord. En France, ce volume tend à diminuer (alors que la dynamique se conforte en Suisse), lié à une conjonction de plusieurs facteurs : manque de chantiers proposés, manque de main d'œuvre qualifiée, difficulté des entreprises...

FORMICÂBLE vise à apporter des éléments de solutions, à travers plusieurs actions :

- Réaliser « l'état des lieux du câble aérien en France et en Suisse Romande » pour mieux connaître les entreprises et leurs activités ;
- Proposer des outils techniques et économiques pour viabiliser l'activité de débardage par câble :
 - Développement de logiciels cartographiques pour évaluer le potentiel de chantier ;
 - Mise en œuvre de chantiers pilotes : chantier d'hiver, chantier sur lignes courtes et productives, chantier à vocation environnementale (protection zone de captage) ;
 - Réflexions sur les subventions attribuées à ce secteur particulier ;
- Relancer une formation pour les opérateurs du débardage par câble en France, complétée par des formations courtes dans les entreprises, et mettre à disposition des outils de formation (parcours câble et câbloscope en Suisse) ;
- Communiquer sur les atouts du câble et sa pertinence en récolte forestière ;
- Compiler le savoir-faire technique au sein d'un guide technique.

Souhaitons que ce projet, à travers la dynamique initiée, participe à relancer la mobilisation du bois par câble aérien en développant l'emploi dans cette filière et permette de pérenniser les entreprises et les savoir-faire.



SOMMAIRE

Le câble du point de vue des PROPRIÉTAIRES ET GESTIONNAIRES

1. GESTION FORESTIÈRE ET CÂBLE AÉRIEN	7
1.1. Les spécificités du câble aérien	9
A. Atouts	9
B. Points de vigilance	9
1.2. Une sylviculture particulière	11
A. Fondements de la sylviculture de montagne	12
B. Types de coupes	20
C. Intégration du câble aérien dans un plan de gestion forestière	31
1.3. Une desserte adaptée au câble mât	39
A. Exigences de la desserte	39
B. Caractéristiques techniques de la desserte	40
2. ÉLABORATION DU PLAN DE CÂBLAGE	47
2.1. Étapes d'élaboration du plan de câblage	49
A. Méthodologie d'élaboration du plan de câblage	49
B. Exemple de plan de câblage	49
2.2. Faisabilité technique	53
A. Éléments fondamentaux	53
B. Éléments techniques	53
2.3. Faisabilité économique	61
A. Prix de prestation	61
B. Aides financières possibles	66
C. Bilan économique prévisionnel des chantiers	68
3. MISE EN ŒUVRE D'UN CHANTIER	71
3.1. Un martelage adapté	73
A. Définition et objectifs de cette opération	73
B. Particularités liées à une exploitation par câble	73
3.2. Disponibilité des entreprises	79
A. Disponibilité géographique	79
B. Disponibilité temporelle	80
3.3. Contractualisation	83
A. Modes de vente des bois	83
B. Types de contrat	85
3.4. Contexte administratif et réglementaire	87
A. Rappels sur la réglementation générale des chantiers forestiers en France	87
B. Demande d'autorisation de chantier spécifique au câble aérien	90
GLOSSAIRE	92
BIBLIOGRAPHIE	99

**Débardage
par
câble aérien**

1.

**GESTION
FORESTIÈRE
ET CÂBLE
AÉRIEN**

1.1 LES SPÉCIFICITÉS DU CÂBLE AÉRIEN	9	1.3 UNE DESSERTE ADAPTÉE AU CÂBLE MAT	39
A. Atouts	9	A. Exigences de la desserte	39
B. Points de vigilance	9	Accès des machines	39
1.2 UNE SYLVICULTURE PARTICULIÈRE	11	Accès des grumiers et autres camions	39
A. Fondements de la sylviculture de montagne	12	Stockage des produits et espace de travail pour la machine	40
Spécificités des forêts de montagne	12	B. Caractéristiques techniques de la desserte	40
Principes directeurs de la sylviculture de montagne	18	Réseau routier	40
B. Types de coupes	20	Surlargeurs	42
Coupe par trouées	20	Place de travail pour le débardage par câble	43
Coupe par arêtes de poisson	26	Place de dépôt pour le débardage par câble	43
Cas particulier de la coupe rase	30	Place de retournement	44
C. Intégration du câble aérien dans un plan de gestion forestière	31		
Carte d'exploitabilité	31		
Carte des coupes	31		

1.1 Les spécificités du câble aérien

Le débardage par câble est une solution de récolte complémentaire des autres systèmes classiques. Il propose de nombreux atouts qui lui sont propres mais également certains points de vigilance qu'il faut identifier.

A. Atouts

Le débardage par câble :

- Produit de faibles impacts au sol, sauf sous la ligne de câble lors du débardage de bois longs qui peuvent traîner au sol. L'érosion par ruissellement est ainsi limitée ;
- Permet souvent de limiter les dégâts d'exploitation aux tiges restantes en comparaison du débardage par débusqueur (skidder) ou du lançage ;
- Permet de limiter l'usage des débusqueurs dans des conditions extrêmes ;
- Mobilise une ressource non desservie par les systèmes traditionnels donc non disponible, sans investissement routier complémentaire. Cette mobilisation de volumes supplémentaires est en conformité avec la politique nationale en faveur de la filière bois ;
- Offre la possibilité de débarder les bois en entier et de les façonner mécaniquement en bord de route, limitant les risques pour les opérateurs sur le terrain, notamment lors de l'ébranchage ;
- Est plus économique que le débardage hélicoptéré ;
- Est un mode de débardage alternatif et performant dans des zones à fortes contraintes environnementales ou réglementaires. Par exemple :
 - Les périmètres de protection de captage avec un arrêté contraignant quant à l'exploitation forestière terrestre ;
 - Les zones humides, de type tourbière, sur des sols peu portants ou habitats sensibles ;
 - Les ripisylves.

B. Points de vigilance

Les points de vigilance identifiés sont détaillés ci-dessous :

- La mise en œuvre du débardage par câble demande des compétences spécifiques et une bonne connaissance de la technique ;
- L'usage de ce mode d'exploitation est à privilégier pour toute la durée de vie du peuplement ;
- Le bilan financier final d'une coupe est un critère de décision pour un propriétaire forestier ;
- La mise en œuvre de ces chantiers complexes pour tous les acteurs nécessite rigueur et motivation pour être menée à bien en toute sécurité et performance ;

- La modification du paysage (impact visuel des trouées et des lignes de câble) doit être intégrée au montage du projet. Il est possible de limiter cet impact en prenant des mesures simples :
 - Identifier les points de vision sur la coupe ;
 - Limiter la largeur de l'emprise de la ligne de câble ou lui donner un angle très léger (inférieur à 5° par rapport à la pente) ;
 - Asseoir au maximum les trouées sur les lisières internes ;
 - Intégrer la vision externe des lignes de câble dans la forme et la taille des trouées ;
 - Maintenir une couverture « verte » dans les trouées (feuillus, trouées de régénération) ;
 - Marteler en arêtes de poisson si le peuplement le permet.
- Une bonne coordination entre le planificateur, le sylviculteur et l'intervenant offre un gain pour chaque étape de la chaîne de travail. ;
- L'adéquation des produits issus de l'exploitation par câble avec la demande du marché doit être étudiée. En effet, les acheteurs traditionnels français recherchent généralement des bois de 16 m non billonnés. Si les bois mobilisés sont trop gros au regard de la capacité de levage du chariot et de l'installation, les produits seront plus courts et moins valorisés ;
- Dans les zones à forte fréquentation touristique, prévoir un itinéraire de contournement afin de proposer une alternative à la desserte occupée par le chantier aux randonneurs et de maintenir la sécurité vis-à-vis des usagers de la forêt.

L'astuce du gestionnaire fûté



Une vision globale pour mobiliser les bois au câble

- Penser **massif** plutôt que coupe par coupe ;
- Intégrer, dès le **plan de gestion** de la forêt, la technique du câble associée à une **desserte structurante**. Pour ce faire, une formation spécifique des rédacteurs des plans de gestion forestière est indispensable avec, à leur disposition, des outils innovants tels que « Sylvaccess » et bientôt « CARTOMOB » ;
- **Ne pas exploiter les parties « tracteur possible »** au détriment des chantiers câble pour une répartition homogène des volumes sous les lignes de câble. Cette pratique diminue les volumes réalisables au câble et impacte fortement l'intérêt financier de la coupe ;
- **Échanger et partager le projet technique avec le câbliste** au moment de la mise en place de la ligne de câble.

Rédacteur :

ONF : Rémi Fournier

1.2 Une sylviculture particulière

La **sylviculture** correspond à l'ensemble des méthodes et pratiques forestières par lesquelles le gestionnaire conduit un peuplement forestier vers des attentes définies par le propriétaire. L'action du gestionnaire forestier porte donc principalement sur le renouvellement, le développement, la gestion et la mise en valeur durable d'une forêt ou d'un boisement dans l'optique d'en obtenir un avantage économique et/ou certains bienfaits profitables à la société (notion de forêt « multifonctionnelle »).

La **récolte de bois** est à la fois une finalité majeure de la gestion et l'un des leviers possibles afin d'orienter un peuplement forestier dans la direction voulue. Parmi l'ensemble des méthodes de récolte de bois, le débardage par câble aérien est utilisé dans plusieurs contextes :

- **En zone de pente ;**
- **Sur sol dit « sensible »** (ex : sols limoneux, zones humides...);
- **Faible densité de desserte forestière ;**
- **Franchissement d'obstacles** (ex : traversée d'un cours d'eau, canal...).

Seules les sylvicultures des forêts en zone de pente dans les massifs montagneux seront abordées dans cette partie.

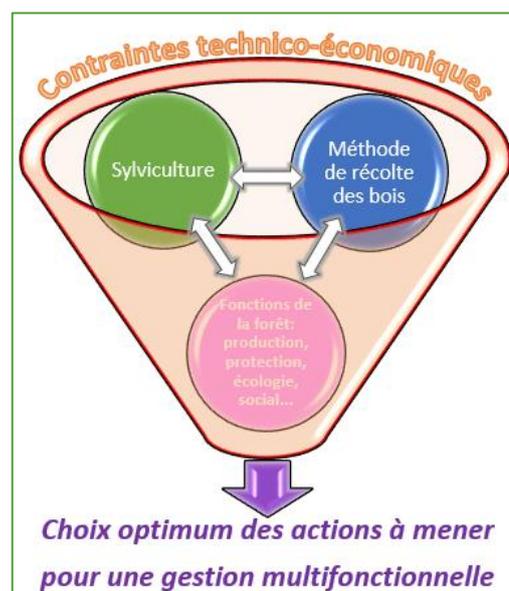
Dans le contexte montagnard, le recours au débardage par câble aérien, de par son principe même de fonctionnement, induit potentiellement des actions sylvicoles et des modalités de récolte/prélèvement différentes en comparaison d'autres moyens de débardage (skidder, porteur, hélicoptère...). Il est donc essentiel de comprendre les spécificités du débardage par câble aérien pour mieux les anticiper et les intégrer dans les actions sylvicoles que mèneront les gestionnaires forestiers.

La sylviculture ne se met pas en oeuvre séparément des méthodes de récolte des bois. Elle ne doit pas devenir une fin en soi. A contrario, on ne peut recourir à une méthode de récolte sans réfléchir à l'objectif sylvicole que l'on souhaite atteindre à longue échéance. Il faut donc trouver le bon équilibre entre la sylviculture pratiquée et la méthode de récolte des bois tout en travaillant de manière rationnelle.

Bien évidemment, les sylvicultures de montagne seront présentées de manière « simplifiée ». Cela impose donc aux lecteurs de consulter régulièrement la bibliographie adéquate propre à des contextes géographiques plus restreints :

- Pour la Suisse : Gestion durable des forêts de montagne (NaiS), Soins aux forêts de montagne et aux forêts de protections - Aide pratique...
- Pour la France : Guides des Sylvicultures de Montagne (Alpes du Nord et Alpes du Sud), Sapinières des Pyrénées...

De fait, le détail des phases de diagnostic sur les risques naturels et les stations forestières ne sera pas abordé dans cet ouvrage.



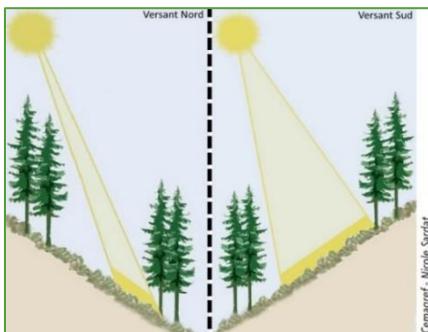
Schématisme de l'interdépendance
Sylviculture/Récolte (Source : ONF)

Spécificités des forêts de montagne

Un climat aux multiples variations...

L'altitude est évidemment le facteur prépondérant dans l'évolution des conditions climatiques montagnardes. Les effets qui en résultent sont nombreux et peuvent être résumés ainsi :

- **Diminution de la température** : La baisse de 0,55°C pour 100 m d'élévation induit un manque de chaleur devenant critique pour la survie des arbres en haute altitude. Cette lisière naturelle de la forêt est appelée « zone de combat ». Par ailleurs, les risques de gel ou de dessèchement sont accentués par une amplitude thermique journalière (jour/nuit) ou saisonnière (été/hiver) très prononcée en montagne ;
- **Augmentation du rayonnement solaire** : Avec une épaisseur plus faible de l'atmosphère, l'intensité du rayonnement solaire est plus forte en montagne comparativement à la plaine. Cela peut avoir un rôle non négligeable dans le développement des plantules ;
- **Augmentation des précipitations** : Globalement, elles augmentent avec l'altitude dans des proportions comprises entre 30 et 40 mm pour 100 m d'élévation. Néanmoins, des exceptions à cette tendance existent, notamment avec les effets de versant (combinaison des vents dominants et des précipitations orographiques) ou de massif (effet de la continentalité). Par exemple, les secteurs internes d'une chaîne de montagne présentent des précipitations moindres que les secteurs externes ;
- **Couverture nivale** : L'abondance de neige, les phénomènes de reptation du manteau neigeux et la longue période d'enneigement soumettent les arbres à d'importantes contraintes (forme en crosse de la base du tronc, casse de branches, développement de certains pathogènes...). À titre indicatif pour les Alpes du Nord, la période sans neige au-dessus de 1 500 – 1 700 m d'altitude dure environ 5 mois alors qu'à 2 500 m, elle n'est que de 2 mois et demi. En outre, la couverture neigeuse forme une réserve en eau importante devenant accessible au printemps ;
- **Intensité des vents** : La vitesse des vents est plus élevée en montagne qu'en plaine. La force et la direction du vent sont modifiées par la présence de vallées et autres couloirs : sa vitesse augmente avec l'altitude et, sur les crêtes, il souffle presque en permanence. Les arbres en montagne sont donc plus susceptibles d'être renversés ou cassés. Par ailleurs, l'action négative du vent se retrouve également dans l'accroissement de l'évapotranspiration au niveau des feuilles et aiguilles.



Différence de rayonnement directe par effet de versant
(Source : GSM Alpes du Nord)

Outre les conséquences du climat sur les forêts de montagne, il faut rappeler que ces conditions météorologiques difficiles sont le quotidien des personnels travaillant en forêt. Une prise en compte de cette contrainte est donc importante pour opérer en sécurité et réaliser un travail de qualité.

Enfin, il est important de rappeler la notion de « topoclimat » qui résulte essentiellement des actions combinées de l'altitude et du relief. L'orientation des versants de montagne agit fortement sur le climat d'une zone peu étendue (à l'échelle de quelques kilomètres). En moyenne, on estime qu'un ubac (= versant nord) perçoit huit à dix fois moins de chaleur qu'un adret (= versant sud) durant une journée ensoleillée. Cela se répercute bien évidemment au niveau du sol avec une température inférieure de 1 à 2°C en versant Nord, en comparaison d'un sol à altitude équivalente en versant Sud.

Au sein d'un milieu minéral tourmenté...

Les montagnes présentent évidemment une topographie et une géologie particulières influençant fortement les conditions de développement des forêts de montagne :

- **Une géologie complexe** : Le système global de tectonique des plaques engendre une grande diversité de roches (sédimentaires, cristallines, volcaniques...) qui affleurent et constituent le support de développement des sols montagnards. La composition chimique et la résistance de ces roches à l'érosion vont avoir un effet prépondérant dans la pédogénèse des sols forestiers. Les formations superficielles de grande ampleur comme les moraines glaciaires, les éboulis rocheux et les dépôts alluviaux peuvent venir recouvrir la roche mère et devenir aussi des supports de sols forestiers ;
- **Des sols devenant squelettiques** : La genèse des sols devient de plus en plus lente avec l'altitude. L'intense pluviosité favorise le lessivage (entraînement des éléments solubles vers le fond) ce qui rend le sol plus acide. En supplément, le froid limite l'activité biologique des sols, ce qui entraîne souvent la formation de couches de moder ou d'humus brut acide. Ce substrat n'est donc pas très favorable pour la croissance des jeunes arbres ;
- **Des reliefs irréguliers** : Les nombreuses variations du relief au sein d'un même versant exercent une action sur le microclimat et les phénomènes érosifs. Plus épais dans les dépressions (combes, replats...) et moins fournis sur les convexités du relief (croupes, arêtes...), les sols d'un versant sont très diversifiés. Les fortes pentes favorisent et accélèrent les phénomènes érosifs (glissement, éboulement, concentration des ruissellements...) provoquant un remaniement constant du relief.

Avec une forte récurrence d'aléas naturels !

La combinaison d'un climat spécifique et d'un relief prononcé engendre de nombreux aléas naturels sur les massifs montagneux.

Les principaux sont :

- Les avalanches ;
- Les crues et laves torrentielles ;
- Les chutes de blocs ;
- L'érosion de ravine ;
- Les glissements de terrain...

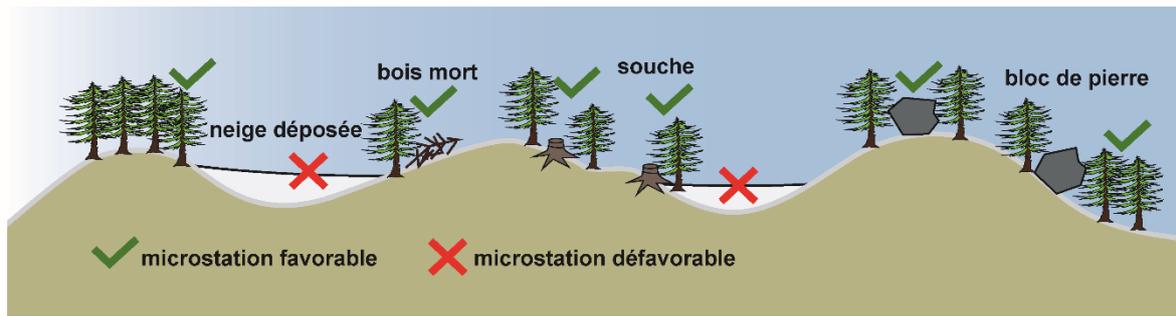


Bloc arrêté par une souche (Source: ACSR)

Tous ces aléas naturels ont un impact direct sur la forêt (chablis, blessures...), mais celle-ci peut également exercer un rôle majeur de protection en cas d'enjeux à préserver. L'ensemble des éléments permettant le diagnostic du rôle de protection d'une forêt de montagne sont abondamment décrits dans les différents guides de sylviculture de montagne. Ce sujet ne sera donc pas abordé en détail dans cet ouvrage.

Des peuplements forestiers complexes et variés

Comme nous avons pu le voir précédemment, les facteurs abiotiques (climat, topographie, sol) propres à la montagne sont à l'origine d'une grande variété des milieux, qui montrent des contrastes importants imbriqués sur des espaces restreints. La compréhension du fonctionnement et de l'origine de cette mosaïque de petites unités dissemblables (\approx microstations) est un point essentiel dans la gestion forestière de montagne. Cela permet aux gestionnaires forestiers d'adapter les recommandations qui sont proposées dans les guides de sylvicultures de montagne et qui font souvent référence à de plus grands ensembles écosystémiques: les étages de végétation.

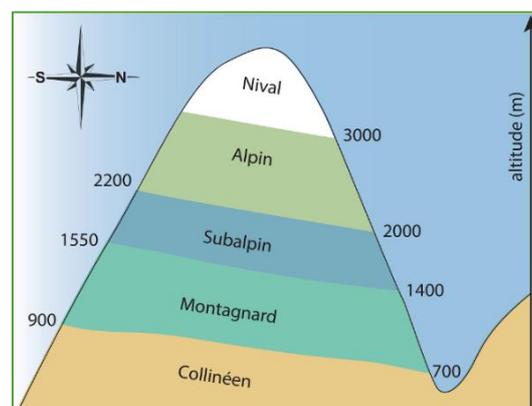


Exemples de microstations forestières en montagne

(Source : La sylviculture de montagne : techniques et traitements des peuplements forestiers de montagne)

La diminution de température est le principal élément expliquant la succession verticale des types de végétation. De haut en bas, les étages de végétation sont communément distingués au sein des montagnes françaises et suisses de la manière suivante :

- **Étage nival** : La température moyenne annuelle est inférieure à -5°C . Le milieu est quasi exclusivement minéral. Les plantes à fleurs sont absentes sauf en quelques stations rocheuses plus chaudes où peuvent se développer certaines espèces particulièrement résistantes et frugales. Les rochers sont colonisés par les algues et surtout par les lichens ;
- **Étage alpin** : La température moyenne annuelle est inférieure à 0°C . La période de végétation dure moins de 3 mois. Une pelouse plus ou moins continue caractérise cet étage où les arbres n'ont plus leur place dans le paysage (limite supérieure de la forêt) ;
- **Étage subalpin** : La température moyenne annuelle est de -2°C à $+4^{\circ}\text{C}$. La période de végétation dure de 3 à 5 mois. Les peuplements forestiers sont dominés par les conifères (Mélèze d'Europe, Pin Cembro, Pin à Crochets, Epicéa...) qui résistent mieux au froid et s'adaptent au sol devenant de plus en plus élémentaire avec l'altitude. Les alpages apparaissent avec une origine souvent anthropique ;
- **Étage montagnard** : La température moyenne annuelle est de $+4^{\circ}$ à $+8^{\circ}\text{C}$. La période de végétation dure de 6 à 7 mois. Le climat associé à cet étage est propice à la forêt principalement grâce à une humidité élevée sous forme de pluie ou de brouillard. Les forêts mixtes dominent le paysage avec un mélange d'essences résineuses (Sapin pectiné, Epicéa, Pin Sylvestre, Pin Laricio de Corse...) et feuillues (Hêtre, Erable sycomore ...) ;
- **Étage collinéen ou méditerranéen** : La température moyenne annuelle est de $+8$ à $+12^{\circ}\text{C}$. La vie est facile, la période de végétation est de 8 mois au minimum. La végétation est semblable à celle des plaines environnant le massif montagneux.



Exemple des successions des étages de végétation pour les Alpes externes du Nord (Source : GSM)

Les limites altitudinales de ces étages de végétation sont très fluctuantes selon les versants et la localisation géographique des massifs montagneux (proximité de l'océan, influence méditerranéenne...). On peut noter également que le changement climatique actuel induit globalement une remontée de ces limites altitudinales dans des proportions encore mal connues.

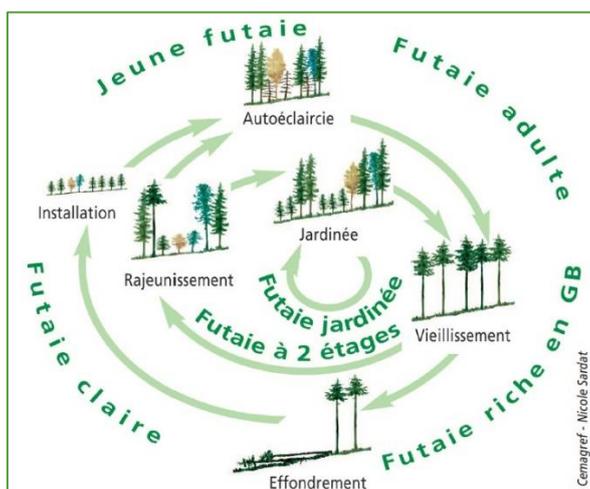
Dans cet ouvrage, les sylvicultures décrites concerneront exclusivement les essences forestières ayant un rôle prépondérant en termes de production / protection et qui se développent aux étages montagnard (de 700 – 900 m à 1 400 – 1 550 m) et subalpin (de 1 400 – 1 550 m à 2 000 – 2 200 m).

Dynamique naturelle des peuplements forestiers

La notion de dynamique forestière est un processus écologique complexe combinant, entre autres, les stratégies de reproduction, l'adaptation aux concurrences et la réaction à la lumière des essences forestières durant les phases de successions végétales. Le comportement des essences peut être classé de manière suivante :

- **Pionnières** : Essences colonisant les milieux ouverts, perturbés, instables (croissance rapide mais courte durée de vie, souvent à bois tendre, dissémination des graines par le vent généralement, recherche de la pleine lumière au stade juvénile, résistance au stress imposé par le macroclimat, fécondité précoce et abondante) → **Bouleau, Saule, Peuplier...**
- **Post-pionnières** : Essences s'installant à la suite des pionnières (essences plus longévives, à bois dur, souvent de grandes tailles, plus ou moins héliophiles) → **Mélèze, Pin, Chêne, Frêne, Érable...**
- **Dryades** : Essences caractérisant les phases de maturité dans certaines conditions climatiques (grande longévité, à bois dur, régénération pouvant croître sous couvert) → **Hêtre, Sapin, Épicéa...**
- **Nomades** : Essences montrant un caractère opportuniste et ayant la capacité de s'installer directement avec ou à la place des pionnières. Elles font donc partie des post-pionnières (**Frêne, Érable, Chêne, Pin, Mélèze...**) ou des dryades (**Épicéa seulement**).

Le comportement de ces essences induit une sylvigénèse propre aux forêts de montagne. Une schématisation du principe général de cette dynamique naturelle est proposée ci-après. Des variations de cette dynamique naturelle peuvent exister selon les essences présentes et les conditions stationnelles.



Principales phases constituant la dynamique naturelle des forêts de montagne (Source : GSM Alpes du Nord)

La description détaillée de ces phases ne sera pas abordée ici, mais il est nécessaire de rappeler que le diagnostic de terrain est déterminant pour anticiper l'évolution du peuplement et apprécier la stabilité des arbres mûrs, le régime local de perturbations et la facilité de régénération. On peut toutefois relever les points suivants :

- La phase de vieillissement peut être très longue avec une régénération naturelle lente et une faible proportion de jeunes bois (intervention du gestionnaire possible pour accélérer le renouvellement) ;
- Naturellement, la structure jardinée pied à pied est rare et transitoire. Son maintien artificiel nécessite des surfaces terrières faibles et des interventions rapprochées. En cas d'exploitation difficile, l'application d'une sylviculture étagée par bouquet permet de mieux s'appuyer sur la dynamique naturelle ;
- La phase d'autoéclaircie présente le risque maximal de chablis dans cette sylvigénèse (peu d'effondrements sur de grandes surfaces en forêt naturelle malgré l'importance des phases de vieillissement).

Autécologie des principales essences forestières

L'autécologie des essences forestières (étude des exigences d'une espèce vis-à-vis des facteurs du milieu naturel) présentes aux étages montagnards et subalpins des forêts suisses et françaises ne sera pas abordée en détail dans cet ouvrage. Celle-ci est en général bien documentée dans les différents guides de sylvicultures de montagne cités en bibliographie.

Lors d'une exploitation forestière, l'un des principaux impacts induits par la coupe de bois est la modification de l'ambiance lumineuse du peuplement forestier. De fait, une connaissance fine des attentes des principales essences aux stades juvéniles (germination et développement) en matière d'ensoleillement permet de mieux ajuster l'intensité et l'organisation spatiale des prélèvements, surtout dans l'optique de favoriser ou non le renouvellement de certaines essences forestières.

Il est possible de classer les espèces selon leur tolérance à l'ombrage. La classification usuelle des espèces dites "d'ombre" et des espèces dites de "lumière" repose, en partie, sur ces différences de comportement écophysologique. Cependant, si les tempéraments extrêmes sont reconnus (Mélèze, Hêtre, Sapin...), beaucoup d'espèces présentent un comportement intermédiaire et peuvent s'adapter à des conditions différentes. Le tableau ci-dessous établit une synthèse d'informations relatives aux essences montagnardes.

	Etage de végétation	Altitude	Aire naturelle de peuplement productif	Besoins de l'essence pour favoriser les stades juvéniles (germination et développement) par rapport au facteur « Lumière »		
				Tempérament photique	Ensoleillement direct au mois de juin	Informations
Mélèze d'Europe	Subalpin supérieur ↑ Montagnard moyen	2400 ↑ 1200	A		Plus de 4H/jour	Le Mélèze d'Europe présente des difficultés à se régénérer sous lui-même. Un niveau d'éclaircissement moyen avec un léger abri latéral est très favorable à l'apparition des semis, mais leur développement exige ensuite un apport de lumière plus important, d'où le besoin d'une forêt claire (éclairage relatif entre 50 et 70 % comme optimum pour la croissance juvénile).
Pin sylvestre	Subalpin inférieur ↑ Collinéen	2000 ↑ 400	A, J, MC, P, V			Le Pin sylvestre est héliophile et se régénère très facilement avec un bon éclaircissement du sol.
Chêne pubescent	Montagnard inférieur ↑ Collinéen	1400 ↑ 0	A, C, J, MC, P, V	Essence de lumière		L'installation du Chêne pubescent est éventuellement facilitée par le couvert des pins .
Pin laricio de Corse	Montagnard	1800 ↑ 900	C			
Pin noir d'Autriche*	Montagnard moyen ↑ Collinéen		A			Les semis du Pin Noir d'Autriche supportent un léger ombrage mais sa régénération sous lui-même reste difficile .
Pin à crochets	Subalpin supérieur ↑ Montagnard moyen	2700 ↑ 1500	A, P			Le Pin à crochets arrive à se régénérer sous lui-même en supportant un léger ombrage à l'état juvénile (installation facilitée en ubac à l'étage montagnard). L'éclaircissement du sol n'a donc pas besoin d'être très important.
Pin cembro ou Arolle	Subalpin supérieur ↑ Montagnard supérieur	2500 ↑ 1400	A	Essence de demi-ombre ou de lumière		Le Pin cembro est capable de s'installer en milieu ouvert ou sous couvert (localisation dans les expositions fraîches).
Epicéa commun	Subalpin supérieur ↑ Montagnard Inférieur	2000 ↑ 700	A, J, V	Essence de demi-ombre	Plus de 2H/jour	L'Épicéa commun a besoin d'un rayonnement direct important pour sa germination même s'il supporte temporairement dans son jeune âge un certain ombrage (éclairage relatif entre 50 et 70 % comme optimum pour la croissance juvénile) et le sol humide. A moyenne altitude, un éclaircissement relatif de 50% est plus favorable au jeune plant qu'un rayonnement en plein découvert. En haute altitude sur versant sud et dans les stations peu enneigées, l'Épicéa commun souffre énormément de l'excès de rayonnement, de la sécheresse physiologique et des variations de température importantes. C'est le risque de dessiccation de la plantule qui nécessite de limiter l'éclaircissement. Si présence d'eau dans le sol, le plant vient bien avec un éclaircissement élevé.
Sapin pectiné	Subalpin inférieur ↑ Montagnard moyen	1800 ↑ 400	A, C, J, MC, P, V	Essence d'ombre	Moins de 2H/jour	Le Sapin pectiné est capable de s'installer sous couvert et de tolérer l'ombre dans les 10 premières années de sa vie . Un éclaircissement relatif entre 25 et 50 % est un optimum pour la croissance juvénile.
Hêtre	Montagnard supérieur ↑ Collinéen	1700 ↑ 0	A, C, J, MC, P, V			Le Hêtre est capable de s'installer sous couvert . Un éclaircissement relatif entre 25 et 50 % est un optimum pour la croissance juvénile.

A → Alpes ; C → Corse ; J → Jura ; MC → Massif Central ; P → Pyrénées ; V → Vosges

*Essence introduite en Suisse et en France représentant des surfaces importantes en forêt de protection d'où son maintien dans ce tableau

Récapitulatif du comportement des principales essences forestières jouant un rôle de production et/ou de protection aux étages montagnard et subalpin en France et en Suisse (Réalisation : ONF)

Par ailleurs, en dehors d'une pression extérieure (ex : gibier, pathogènes), il est nécessaire de rappeler que la réussite d'un renouvellement naturel d'essences forestières est fortement conditionnée **par les capacités de fructification et de dissémination des graines.**

Essences	Âge de floraison	Fréquence de la fructification sur 10 ans			Type de graine	Dissémination des graines
		Fructification partielle (10 – 40 %)	Fructification moyenne (40 – 70 %)	Pleine fructification (70 – 100 %)		
Sapin	60 – 80	4	2	2	Graines ailées (poids léger ou moyen) transportées par le vent	50 % sous la couronne. Graines en suffisance jusqu'à une distance de deux longueurs d'arbre, davantage dans le sens du vent. Déplacement vers le haut seulement si le vent est favorable.
Épicéa	50 – 60	3	2	1		
Mélèze	30 – 40	3	2	1		
Arole	70 – 90	1 – 2	1	0.5 – 1	Graines lourdes sans dispositif de dissémination	Pins, Arole : large dissémination par les corvidés. Hêtre : sous la couronne avec un léger débordement possible, dissémination irrégulière, mais sur de grandes étendues grâce aux oiseaux et rongeurs.
Hêtre	50 – 80	3	1	1		
Pin	30 – 40	5	2	1		

Rythme de fructification et dissémination des graines de quelques essences forestières
(Sources : Rohmeder (1972), Burschel/Huss (1987), Schölch, M. et al. (1994), Lässig et al. (1995) et Schütz (1999))

Principes directeurs de la sylviculture de montagne

En tenant compte des particularités des forêts de montagne évoquées précédemment, le gestionnaire forestier intervient au sein de ces peuplements en suivant plusieurs grands principes directeurs. Toutefois, il est important de rappeler que malgré les connaissances nombreuses sur cet écosystème, notre compréhension en est encore très incomplète. Conservons donc une certaine humilité, vis-à-vis des directives que nous pouvons émettre / suivre et gardons une forte capacité d'observation des phénomènes naturels pour (ré)agir face à ces incertitudes...

Établir un diagnostic avant d'agir...

Il est primordial pour le gestionnaire d'analyser au mieux le peuplement forestier sur lequel il doit intervenir pour répondre aux buts sylvicoles qu'il recherche. La reconduction de pratiques et techniques antérieures facilite souvent le travail du forestier et permet généralement d'atteindre ses objectifs. Néanmoins, un diagnostic concis d'un peuplement forestier amène souvent à de nouvelles questions et points de vue, auxquels le gestionnaire n'avait pas forcément porté attention par habitude. On peut donc essayer de répondre à minima aux interrogations du diagramme ci-contre avant d'établir une décision d'action sylvicole ou non.

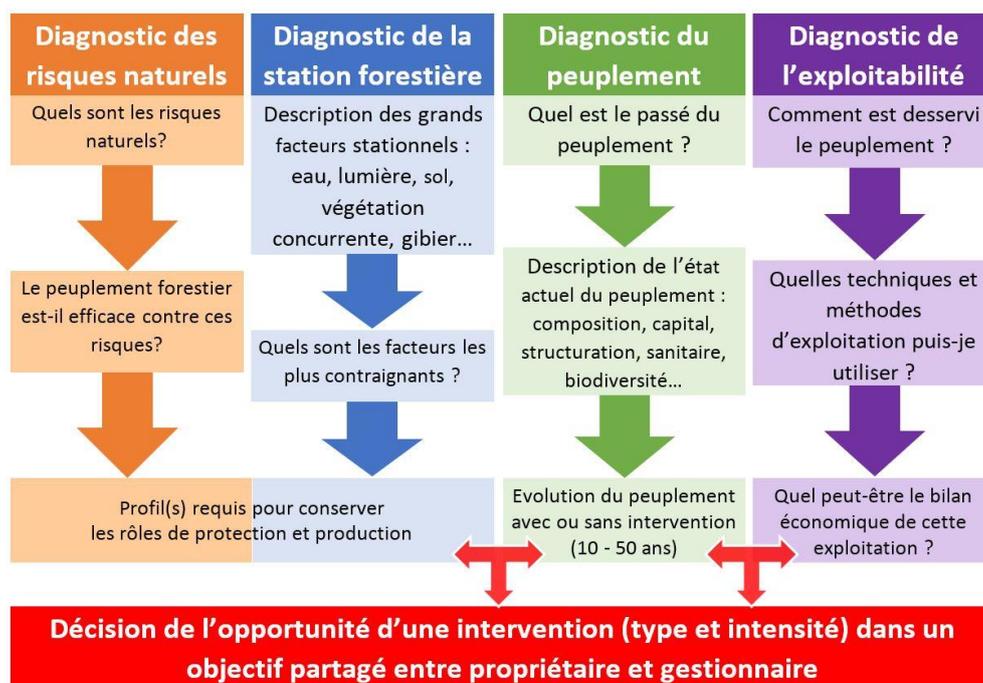


Schéma d'analyse pour le choix d'une intervention en forêt de montagne (Source : ONF)

Des choix sylvicoles prédominants

Des recommandations ressortent souvent dans les guides sylvicoles traitant des forêts de montagne. Parmi celles-ci, les principales sont :

- Une sylviculture qui se rapproche de la dynamique naturelle : ce choix permet souvent de diminuer les coûts de gestion tout en atteignant les objectifs souhaités grâce à une bonne compréhension des phénomènes écologiques propres aux forêts de montagne ;
- Une composition en faveur du mélange des essences : c'est une garantie en termes d'équilibre écologique et de résilience des peuplements ;
- Une préoccupation permanente de la stabilité des peuplements : la durabilité temporelle du peuplement forestier est essentielle pour remplir ses rôles de protection et production ;
- Une différenciation de la structure des peuplements en privilégiant une récolte par bouquets / groupes : ce type de récolte offre, lorsqu'elle est menée de façon raisonnable, un apport de chaleur déterminant pour la régénération de certaines essences à l'étage subalpin tout en facilitant l'exploitation des peuplements ;
- Engager et aider le renouvellement des peuplements : avec l'altitude, les difficultés de régénération naturelle sont accrues et il faut donc porter une attention particulière aux microstations favorables à l'établissement de cette dernière ;
- Une intégration des difficultés d'exploitation : la prise en compte de l'accessibilité du peuplement et de sa difficulté d'exploitation offre la possibilité au gestionnaire d'atteindre durablement ses objectifs sylvicoles dans un cadre économique contraint ;
- Un respect des paysages et de la biodiversité : des précautions et/ou prescriptions environnementales doivent être prises pour intégrer ces aspects socio-écologiques qui deviennent prégnants dans la sylviculture de montagne.

B. Types de coupes

Le traitement sylvicole est l'ensemble des interventions, coupes et travaux sylvicoles, appliqué à un peuplement en vue de le maintenir ou de le faire évoluer vers une structure déterminée. L'utilisation du câble aérien fait partie des moyens à disposition du gestionnaire pour réaliser des coupes sylvicoles.

Les diagnostics préalablement établis par le gestionnaire vont donc l'orienter dans son choix du type de coupe en adéquation avec les objectifs qu'il s'est fixé :

- Amélioration ;
- Récolte ;
- Régénération (sur semis acquis ou non) ;
- Biodiversité ;
- Sanitaire ;
- ...

Ce ou ces objectifs de coupe ne doivent pas être confondus avec la spatialisation des prélèvements effectués lors de l'exploitation. En effet, le choix d'un type de spatialisation des prélèvements est un des moyens d'atteindre un objectif sylvicole, mais ce n'est pas une finalité en soi. Parmi les différents types de spatialisation des prélèvements, on peut citer les suivants :

- Par trouées ;
- En arêtes de poisson ;
- À blanc (=coupe rase) ;
- Pied à pied.

Il est important de rappeler ici qu'il n'y a pas de type de prélèvement à priori meilleur qu'un autre. Selon le contexte, certains types de prélèvement seront tout simplement plus adaptés que d'autres. A titre d'exemple, le prélèvement pied à pied est envisageable mais est générateur d'une perte de rendement et de dégâts importants. Cette technique, bien que toujours pratiquée, n'est plus à recommander et n'est donc pas traitée ici.

Les types de prélèvement à privilégier avec le débardage aérien dans nos contextes montagnards sont les prélèvements par trouées et/ou en arêtes de poisson. Chacune de ces techniques sera abordée en détail, avec un éclairage sur le cas particulier de la coupe rase, dans les pages suivantes.

Il est important de souligner qu'il est possible, sans difficulté, d'envisager de mélanger les techniques de prélèvement sur une même ligne de câble aérien. Les peuplements en place sont les principaux « guides » dans le choix du type de prélèvement à effectuer de part et d'autre de la ligne de câble.

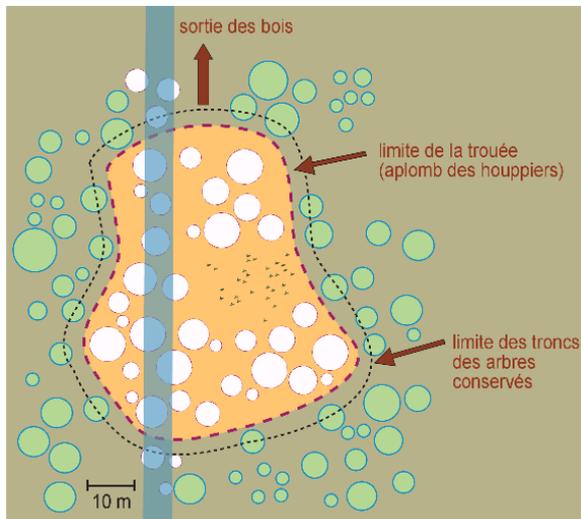
Coupe par trouées

Description et objectifs de la technique

Une coupe par trouées correspond au prélèvement de tous les arbres se trouvant au sein d'un ou plusieurs bouquets. Forme et taille sont variables mais les trouées s'appuient principalement sur des lisières internes au peuplement et ne dépassent pas 0,5 ha (seuil pouvant varier selon les sources bibliographiques). Au-delà, on peut parler de coupe rase par parquet (voir définition de futaie par parquet).

Cette récolte par trouées est bien différente de la sylviculture par pied d'arbre, qui ne favorise pas toujours l'irrégularisation et le renouvellement de certains peuplements forestiers en montagne. En tenant compte du contexte stationnel et de l'altitude, ce n'est plus tant l'arbre individuel qui est

prépondérant dans la réflexion du sylviculteur, mais bien un ensemble d'arbres formant une unité distincte au sein du peuplement (= bouquet ou groupe). La réalisation de prélèvements par trouées permet d'obtenir une mosaïque de petites surfaces se trouvant à divers stades de développement dans les peuplements d'altitude (dans les étages montagnard supérieur à subalpin). Cette structure peut être dénommée comme une forêt étagée par groupes.



Schématisme d'une trouée (Source : GSM Alpes du Nord)



Coupe par trouées
(Source : ONF)

Dans quelles situations privilégier cette technique ?

Dans des peuplements déjà structurés en forêt étagée par groupes

- Prélèvement complet des bouquets ou groupes d'arbres ;
- Récolte des bouquets ou groupes présentant les phases sylvicoles suivantes :
 - futaie adulte ;
 - futaie riche en gros bois ;
 - futaie à 2 étages.

Dans des taillis de feuillus

- Prélèvement de plusieurs cépées pour maintenir le traitement en taillis.

En présence d'essences de lumière ou de demi-ombre

- Prélèvement adapté aux besoins lumineux de certaines essences pour la régénération :
Épicéa < Pin < Mélèze

En situation froide

- Peuplements présents aux étages haut montagnard et subalpin ;
- Peuplements localisés en versant nord ou dans des combes abritées.

En cas de forte pente (60% et plus)

- Exploitation des bois facilitée.

Quels sont les avantages de cette technique ?

Pour le renouvellement du peuplement

- Facilitation de la croissance des semis existants par :
 - Apport de chaleur, lumière et eau ;
 - Accélération de la minéralisation de l'humus ;
 - Libération d'azote dans le sol.
- Acquisition de nouvelles taches de régénération par :
 - Diversification des niches de régénération ;
 - Présence concentrée de bois en décomposition au sol (ébranchage partiel et cime des houppiers) engendrant une micro-station favorable comme lit de germination ;
 - Installation de feuillus pionniers pouvant limiter la concurrence de la végétation herbacée (ex : Sorbier des oiseleurs).

Pour la structuration du peuplement

- Diversification des essences forestières avec principalement une plus forte variabilité de l'ambiance lumineuse ;
- Amélioration de la stabilité à long terme du peuplement (si respect des recommandations de mise en œuvre) :
 - Soutien mutuel entre les arbres au sein d'un même groupe par enchevêtrement des racines et houppiers ;
 - Atténuation de la force du vent et de la reptation du manteau neigeux par les groupes ;
 - Résistance au vent accrue grâce aux arbres de bord plus coniques (coefficient H/D faible) et un moindre risque d'effondrement étendu (effet domino dans les peuplements denses sur de grandes surfaces).

Pour la récolte des bois

- Baisse des coûts sur les phases d'abattage et de débardage en concentrant spatialement la récolte ;
- Diminution des dégâts d'exploitation grâce une exploitation facilitée (direction d'abattage, sortie des bois) dans des contextes en forte pente.

Quelles sont les contraintes et les précautions à prendre ?

Risque de chablis en lisière des trouées au sein de peuplements trop instables

- Bien identifier les lisières internes du peuplement ;
- Veiller à un espacement entre les trouées d'au moins 1 à 2 hauteur(s) du peuplement et ne pas intervenir au sein de ces peuplements interstitiels ;
- Étaler la récolte sur plusieurs années en cas de nombreuses lignes prévues sur une même zone. On peut prévoir un pas de temps de 5 ans avec la réalisation d'1 ligne sur 2 ou 3 à chaque intervention. Ce délai entre les récoltes permet d'évaluer la réaction du peuplement après la coupe et éventuellement d'intervenir à nouveau en cas de chablis postérieurs aux premières interventions.

Possibilité d'envahissement par la végétation concurrente (herbacée et ligneuse) ralentissant la vitesse d'acquisition et d'installation de la régénération

- Établir le diagnostic du contexte stationnel pour appréhender correctement la dynamique forestière d'après coupe ;
- Optimiser la surface de trouée dans la plage horaire d'ensoleillement direct au mois de juin, en adaptant taille, forme et orientation (utilisation de la boussole solaire) ;
- Essayer de faire concorder les coupes et les années de pleine fructification du peuplement
- Adapter la rotation entre coupes au regard de l'acquisition et du développement de la régénération naturelle au sein des trouées ;
- Réaliser un travail du sol après coupe au sein de la trouée pour obtenir un substrat minéral aéré favorable à la germination des plantules.

Réaction négative du public peu habitué à cette technique de récolte :

- Intégrer l'impact potentiel de la coupe sur le paysage (adaptation des trouées en fonction des points de vue externes principaux) ;
- Limiter au maximum la largeur de l'emprise de la ligne de câble (5 à 7 m) ;
- Étaler la récolte sur plusieurs années en cas de nombreuses lignes prévues sur la zone ;
- Améliorer l'information et la compréhension du grand public avec des actions de communication et de sensibilisation.

Faible adéquation de la technique en cas de régénération sous couvert aisée

- Limiter fortement la taille des trouées (dimensions $\leq 0,5$ à 1 hauteur de peuplement) ;
- Associer une autre technique de récolte (arêtes de poisson et/ou pied à pied) sans déstabiliser le peuplement restant entre les trouées.

Risque d'accentuation du caractère séchard de certaines stations, notamment en versant sud :

- Modérer la taille des trouées (dimensions $\leq 0,5$ à 1 hauteur de peuplement) ;
- Privilégier les trouées circulaires ou rectangulaires orientées Est-Ouest.

Risque de sacrifice d'exploitabilité pour certaines tiges (dans les petits bois et bois moyens principalement)

- Identifier et localiser précisément les différents types de peuplement pour asseoir les trouées sur des bouquets constitués majoritairement de gros bois ;
- Ne pas mettre en œuvre dans les jeunes futaies.

Absence d'éclaircie dans le peuplement interstitiel donc pas d'amélioration individuelle des arbres restants

- Associer à une autre technique de récolte (arête de poisson et/ou pied à pied).

Éloignement des semenciers par rapport aux zones favorables à l'installation de la régénération

- Favoriser les trouées de forme rectangulaire qui permettent de réduire les distances pour la dissémination des graines en comparaison de trouées circulaires, à surface équivalente ;
- Essayer de faire concorder les coupes et les années de pleine fructification du peuplement.

Risque de reprise des phénomènes de reptation du manteau neigeux, d'érosion du sol et de chute de bloc

- Limiter les dimensions de la trouée dans le sens de la plus grande pente ;
- Adapter le nombre de trouées au pourcentage de couvert arboré nécessaire selon le phénomène en jeu ;
- Laisser des souches hautes et/ou des arbres en travers ;
- Limiter au maximum la largeur de l'emprise de ligne et privilégier un axe de ligne légèrement en dévers par rapport à la direction de la plus grande pente.

Perte des effets bénéfiques du microclimat forestier

- Ne pas créer d'ouverture avec des dimensions supérieures à 3 fois la hauteur du peuplement environnant.

Quelques conseils de mise en œuvre

Ces éléments sont synthétisés dans la Fiche Technique n°1.

Après avoir vérifié que le peuplement devant passer en coupe correspond bien aux contextes d'utilisation de la technique, il convient ensuite de choisir les modalités de mise en œuvre en analysant les points suivants :

Où implanter les trouées ?

- Dans des zones où l'on souhaite :
 - Mettre en lumière la régénération en s'appuyant sur les cellules pré-existantes ;
 - Initier le renouvellement naturel qui est manquant (généralement au sein de peuplements fermés constitués de gros bois).
- En tenant compte des lisières vertes internes et débuts de trouées.

Quelles dimensions, formes et orientations pour les trouées ?



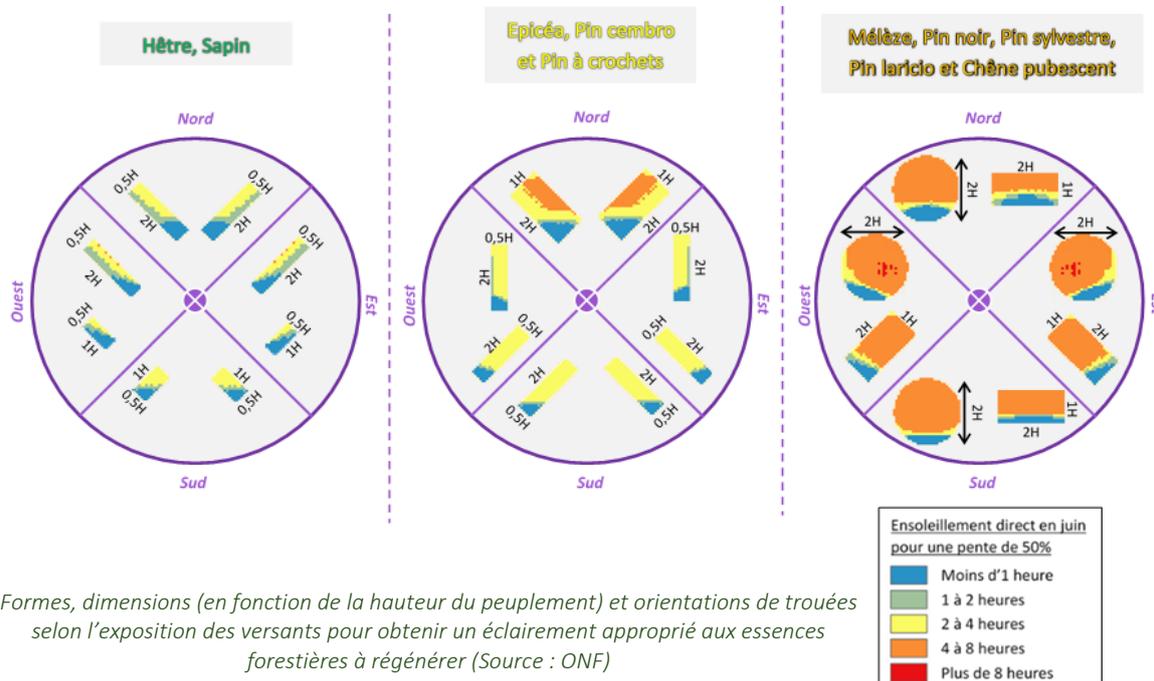
Dans l'optique d'initier et/ou favoriser les stades juvéniles, cette combinaison de paramètres doit être choisie judicieusement pour obtenir un éclairage au sein de la trouée en adéquation avec l'essence « objectif » souhaitée par le gestionnaire.

Un outil peut aider le forestier dans sa prise de décision sur le terrain : la boussole solaire (ou horizontoscope). Cet outil (photo ci-contre) lui permet de repérer les arbres à couper pour obtenir une certaine durée d'ensoleillement direct sur une tache de semis (par exemple : 2 h au mois de juin pour l'Épicéa en subalpin).

Exemple d'utilisation de la boussole solaire (Source : GSM Alpes du Nord)

Pour le paramètre « dimension » de la trouée, il est plus opportun d'utiliser comme unité la hauteur du peuplement environnant (notée « H ») plutôt qu'une valeur absolue. En effet, l'adaptation des dimensions d'une trouée est liée au masque engendré par les arbres environnants et dépend donc fortement de leur hauteur.

Globalement, il vaut mieux privilégier des trouées rectangulaires / ovoïdes (longueur : 1 à 2 hauteurs d'arbre – largeur 0,5 à 1 hauteur d'arbre) en biais par rapport à la pente (notamment vis-à-vis des risques naturels). La figure ci-dessous propose des combinaisons appropriées en fonction de l'essence « objectif » et de l'exposition du versant.



Formes, dimensions (en fonction de la hauteur du peuplement) et orientations de trouées selon l'exposition des versants pour obtenir un éclairage approprié aux essences forestières à régénérer (Source : ONF)

Quel espacement et nombre de trouées ?

- Laisser au minimum 1 à 2 hauteurs d'arbres entre les trouées ;
- Envisager 2 à 3 nouvelles trouées par hectare et par passage ;
- Favoriser, dans la mesure du possible, une alternance des trouées de part et d'autre de la ligne de câble.

Que faire entre les trouées ?

- Le martelage entre deux trouées ne se justifie qu'en cas de peuplements très hétérogènes et stables. Sinon il faut éviter de marteler entre celles-ci (risques de déstabilisation, dégâts d'exploitation importants en cas de forte pente).

Quelle rotation sur une même emprise de coupe ?

Il est préférable d'envisager des rotations de l'ordre de 20 à 40 ans étant donné que :

- Les prélèvements effectués sont généralement assez forts (≈ 25 à 40 % du volume) ;
- Les prélèvements de certains petits bois et bois moyens vont diminuer les capacités de production du peuplement ;
- Le temps d'acquisition et de développement de la régénération au sein de ces trouées est généralement assez long. Il paraît donc raisonnable d'envisager la création de nouvelles trouées uniquement lorsque la régénération au sein des premières trouées est considérée comme acquise et pérenne.

Coupe par arêtes de poisson

Description et objectifs de la technique

Une coupe par arêtes de poisson correspond au prélèvement de tous les arbres se trouvant sur un axe en direction de la ligne de câble. Longueur et largeur sont variables, mais une arête correspond généralement à une ligne d'arbres. En principe, les arêtes sont orientées en biais par rapport à la ligne de câble, en direction de la sortie des bois.

Cette récolte par arêtes de poisson est un intermédiaire entre la coupe par trouées et la coupe pied à pied. Cela permet au gestionnaire d'appliquer une sylviculture plus « fine » en comparaison de la coupe par trouées tout en facilitant la sortie des bois. Cette technique enrichit le panel de solutions à disposition du gestionnaire dans des contextes moins adaptés à la trouée (étage montagnard inférieur, jeunes peuplements, essences d'ombres prédominantes...). Elle est utilisable préférentiellement avec un débardage à la montée, même si des chantiers à la descente sont envisageables moyennant certaines précautions.

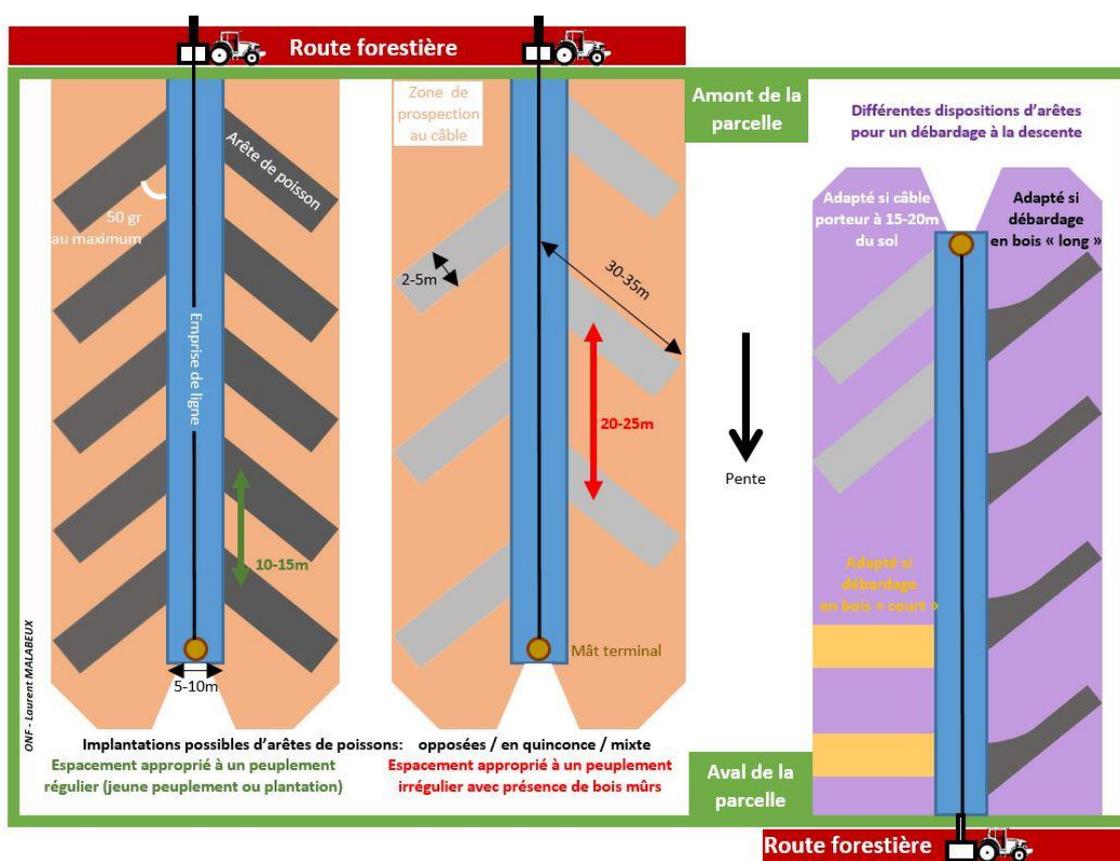


Schéma de principe d'une coupe par arêtes de poisson (Source : ONF)

Dans quelles situations privilégier cette technique ?

Dans des peuplements jeunes et réguliers

- Besoin d'éclaircie pour diminuer la densité des tiges ;
- Prélèvement en faveur de tiges d'avenir (détourage) pour asseoir leur stabilité ;
- Récolte de rangées d'arbres pouvant être systématique (similarités avec un cloisonnement d'exploitation) ;
- Objectif de renouvellement du peuplement non prédominant au moment de la coupe.

Dans des peuplements irréguliers pied à pied

- Prélèvement des arbres mûrs tout en permettant une éclaircie des petits bois et/ou bois moyens ;
- Peuplements souvent moins denses facilitant la mise en œuvre de la technique.

En présence d'essences d'ombre

- Prélèvement adapté aux besoins lumineux de certaines essences pour la régénération :
Sapin < Hêtre

En situation chaude

- Peuplements présents à l'étage collinéen ;
- Peuplements localisés en versant sud ou sur des croupes.

Quels sont les avantages de cette technique ?

Pour le renouvellement du peuplement

- Maintien d'une ambiance forestière forte propice aux essences d'ombre ;
- Limite le risque de dessiccation des jeunes plantules et l'explosion de végétation concurrente par une mise en lumière trop forte.

Pour la structuration du peuplement

- Travail au profit des tiges d'avenir pour asseoir leur stabilité et statut (en respectant un prélèvement inférieur à 30 %) ;
- Technique utilisable même dans des peuplements denses (> 500 arbres/ha).

Pour la valeur économique du peuplement

- Coupe d'amélioration avec une valorisation presque individuelle de chaque tige ;
- Sacrifice d'exploitabilité moindre en comparaison d'une coupe par trouées sur les petits bois et bois moyens.

Pour la récolte des bois

- Facilite le déplacement des intervenants sur le parterre de la coupe en évitant une trop forte concentration de rémanents sur un même espace ;
- Possibilité de sortie des bois en grande longueur si l'orientation des arêtes est appropriée et la hauteur du câble suffisante ;
- Moindres dégâts d'exploitation grâce à une facilitation de la sortie des bois.

Pour l'aspect paysager du site

- Acceptation sociale facilitée grâce à une exploitation peu visible pour des personnes extérieures à la gestion forestière.

Quelles sont les contraintes et les précautions à prendre ?

Risque de déstabilisation au sein de peuplements à fort élancement

- Bien respecter les distances entre arêtes : 10 – 15 m au minimum ;
- Limiter les prélèvements à 20 – 25 % maximum ;
- Dans les jeunes peuplements, effectuer au préalable une désignation des tiges d'avenir pour asseoir le peuplement restant sur des éléments stables.

Technique peu évidente en position « machine en bas »

- Risque de glissement des bois vers l'aval :
 - Ouvrir un peu plus l'angle des arêtes pour se rapprocher de l'horizontale.
- Accentuation des dégâts aux tiges restantes :
 - Billonner les grumes pour limiter les frottements à la sortie de l'arête avec les arbres restants ;
 - Inverser potentiellement l'orientation des arêtes en cas de hauteur sous ligne importante (> 15 – 20 m).

Besoin d'un abattage directionnel de qualité

- Risque d'encrouage des bois dans des peuplements très denses :
 - Possibilité d'un travail simultané entre le bûcheron et l'accrocheur pour faciliter le désencrouage des bois ;
 - Possibilité de laisser l'accrocheur et le bûcheron déterminer les bois à prélever sur l'arête pour limiter les dégâts au peuplement liés à de trop fortes contraintes d'exploitation imposées par le martelage.
- Houppier large de bois feuillus fortement déséquilibrés :
 - Ne pas utiliser cette technique car l'abattage directionnel est trop complexe et chronophage pour des arbres feuillus en pente.

Besoin d'anticipation du mouvement des grumes en phase de débusquage

- Risque d'augmentation des dégâts aux tiges restantes :
 - Éviter cette technique sur des arbres de volume unitaire de plus de 2 – 3 m³ (sauf possibilité de billonnage) ;
 - Possibilité de laisser l'accrocheur et le bûcheron déterminer les bois à prélever sur l'arête pour limiter les dégâts au peuplement liés à de trop fortes contraintes d'exploitation imposées par le martelage ;
 - Connaître la hauteur du câble porteur pour optimiser l'angle d'insertion des arêtes (travail de l'accrocheur en 3 dimensions).

Utilisation difficile dans des fortes pentes

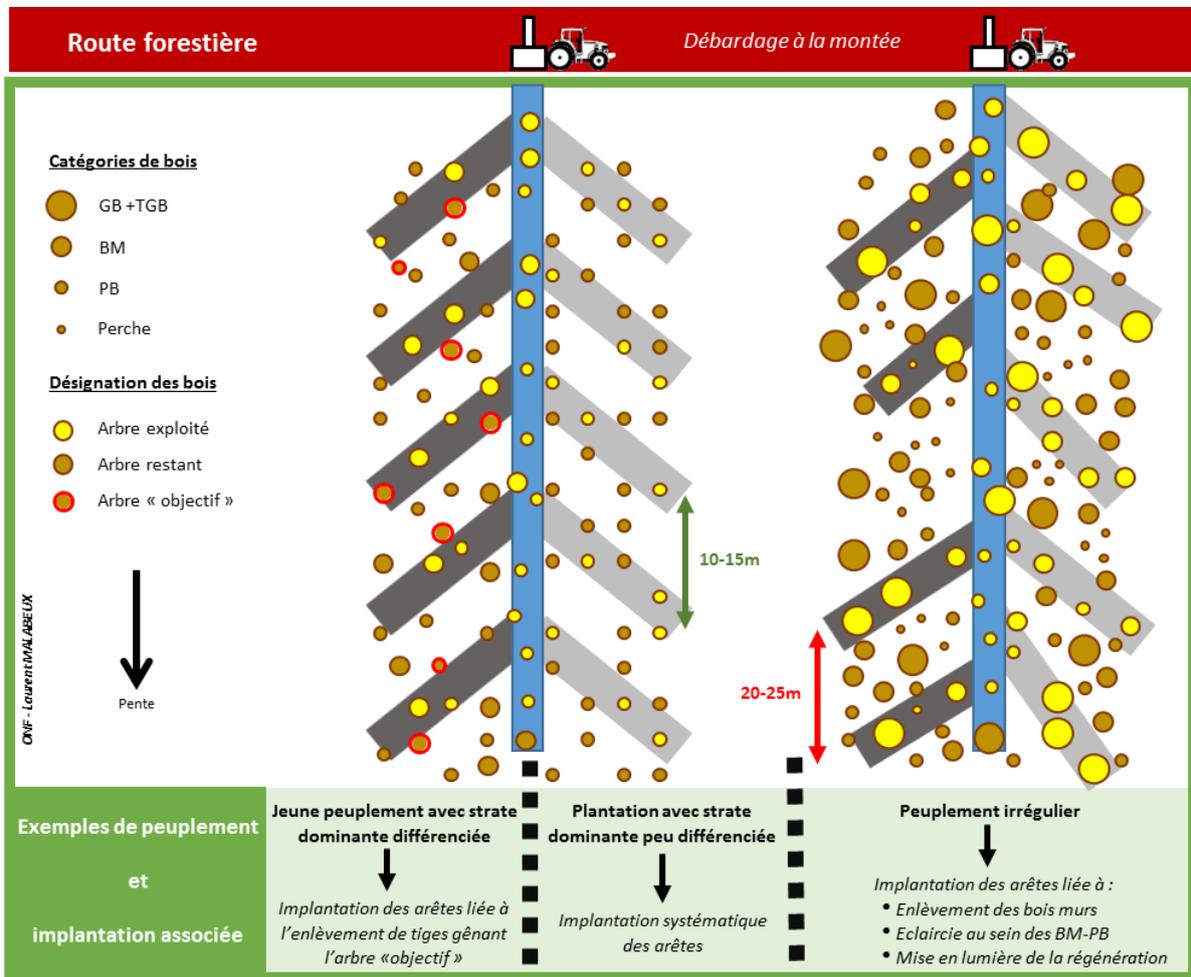
- Éviter l'utilisation de cette technique dans des pentes supérieures à 70 % ;
- Ouvrir un peu plus l'angle des arêtes pour se rapprocher de l'horizontale.

L'astuce du gestionnaire fûté

Définir une bonne rotation

Étant donné les prélèvements effectués sur ce type de coupe (15 – 30 %) et les faibles sacrifices d'exploitabilité qui en résultent, il paraît envisageable de retenir des **rotations sur une même emprise de coupe entre 10 et 20 ans**. Plus globalement, selon l'évolution du capital souhaitée par le gestionnaire (capitalisation, décapitalisation ou équilibre), on adaptera la durée de rotation en fonction du capital sur pied initial, du taux de prélèvement et de l'accroissement du peuplement.

Les autres conseils de mise en œuvre sont résumés dans le schéma ci-dessous et la Fiche Technique n°2.



Conseils de mise en œuvre d'une coupe par arêtes de poissons (Source : ONF)

Cas particulier de la coupe rase

Description et objectifs de la technique



D'un point de vue générique, on parle de coupe rase (ou « coupe à blanc ») lorsqu'au sein de la zone exploitée en forêt, tous les produits ligneux sont abattus, à l'exception éventuellement des tiges réservées pour le paysage ou la biodiversité. On peut rappeler qu'en deçà du seuil de 0,5 ha (seuil pouvant varier selon les sources bibliographiques), on parle de coupe par trouées. La différence principale entre ces deux techniques de récolte réside dans la perte totale des effets du microclimat forestier dans le cas d'une coupe rase.

*Coupe rase de 1,5 ha au sein d'une pessière
(Source : ONF)*

Les objectifs associés sont généralement les suivants :

- Action sanitaire (exemple : attaque de scolyte) ;
- Changement d'usage du terrain : Notion de « défrichement » au lieu de « coupe rase » (exemple : installation d'une remontée mécanique) ;
- Récolte d'un peuplement mature avant une régénération artificielle (exemple : changement d'essence « objectif »).

Particularités réglementaires

Il est important de signaler les différences entre la France et la Suisse sur cet aspect.

En Suisse, les coupes rases sont interdites, mais les cantons peuvent les autoriser à titre exceptionnel pour permettre l'exécution de mesures particulières (art. 22 de la loi sur les forêts, LFo). La législation définit la coupe rase comme « l'enlèvement total ou quasi total d'un peuplement, qui soumet le parterre de coupe aux conditions écologiques des terrains découverts, ou qui provoque des inconvénients graves pour la station ou les peuplements voisins ». Le prélèvement n'est pas considéré comme une coupe rase, « lorsque seul le vieux peuplement est enlevé après une régénération suffisante et assurée ». En effet, on se retrouve alors dans le contexte d'une « coupe de régénération ».

En France, la législation n'utilise pas la terminologie de « coupe rase » mais elle encadre la réalisation de coupes considérées comme « fortes » au sens établi par l'IFN (Inventaire Forestier National). Ainsi, « dans les bois et forêts ne présentant pas de garantie de gestion durable (présence d'un document de gestion : aménagement, plan simple de gestion,...), les coupes d'un seul tenant supérieures ou égales à un seuil fixé par le représentant de l'État dans le département, et enlevant plus de la moitié du volume des arbres de futaie, ne peuvent être réalisées que sur autorisation de cette autorité, après avis, pour les bois et forêts des particuliers, du Centre national de la propriété forestière ».

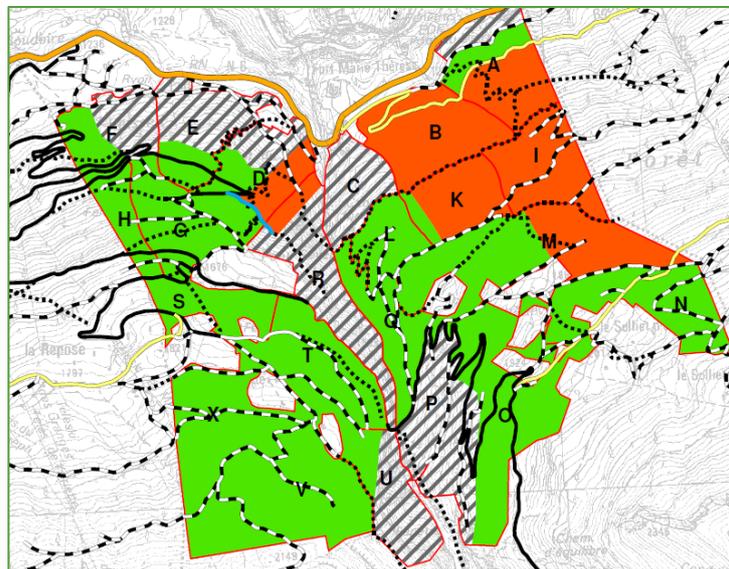
Afin de connaître précisément les seuils de surface autorisés, il faut se rapprocher des services de la préfecture (définie, par l'article 18 du règlement 1257/99).

C. Intégration du câble aérien dans un plan de gestion forestière

Il est important pour le gestionnaire de prendre en considération les spécificités liées à l'exploitation par câble. Pour ce faire, dès l'élaboration d'un plan de gestion, ce dernier doit intégrer cette réflexion dans différents documents.

Carte d'exploitabilité

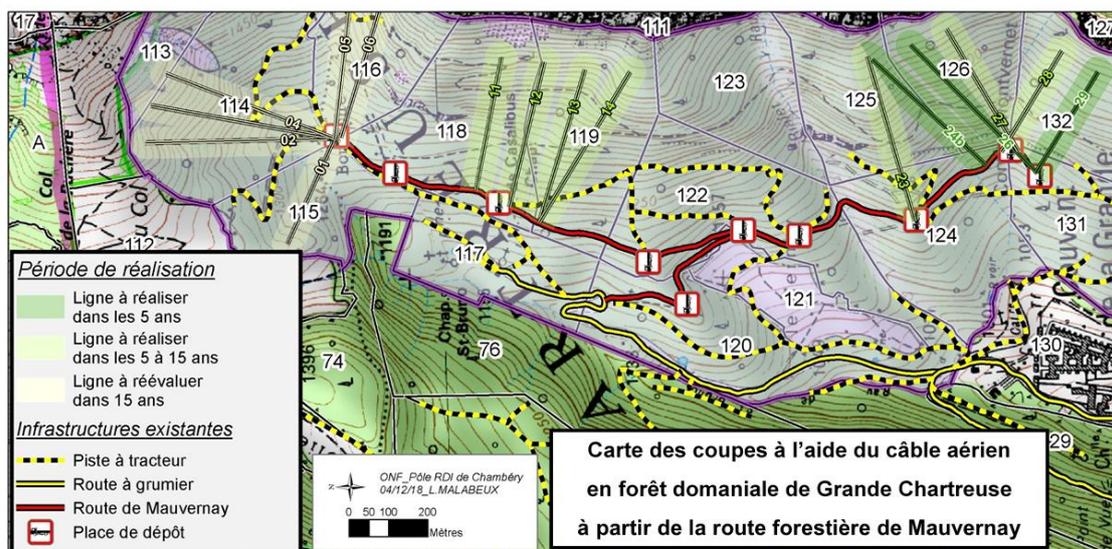
La carte d'exploitabilité (voir figure ci-dessous) est un élément essentiel dans la gestion forestière pour programmer au mieux les moyens à mettre en œuvre afin d'exploiter dans des conditions optimales les coupes prévues dans un plan de gestion. En effet, elle a pour but de visualiser les différentes unités de vidange et les moyens de débardage associés en fonction de la desserte forestière présente sur la zone étudiée (Canton < Forêt < Massif). Pour rappel, une unité de vidange (ou unité de desserte fine) correspond à un ensemble géographique délimité par des formes de relief marquantes et/ou par la desserte forestière existante, qui désigne une limite claire pour un moyen de débardage spécifique.



Extrait d'une carte d'exploitabilité en forêt communale d'Avrieux (Source : ONF)

Carte des coupes

Le gestionnaire a nécessairement besoin de se projeter dans une perspective de long terme avec l'intégration d'informations sur les périodes de réalisation des coupes prévues sur la durée d'un plan de gestion (voir figure ci-dessous). Cette vision sur une longue période peut avoir des incidences fortes sur l'agencement spatial et temporel des lignes de câble qu'il a décidé de mettre en place. Dans ce cas, les informations détaillées sur chaque ligne (câble mâât ou câble long, localisation des supports et des ancrages ...) ne seront pas toujours disponibles et nécessaires à ce stade de réflexion. L'implantation des lignes sur cette carte n'a donc pas pour objectif d'être définitive et précise. Ces spécificités opérationnelles seront par contre définies et actées au sein d'un plan de câblage qui a vocation à être un document de dialogue avec les entreprises prestataires.

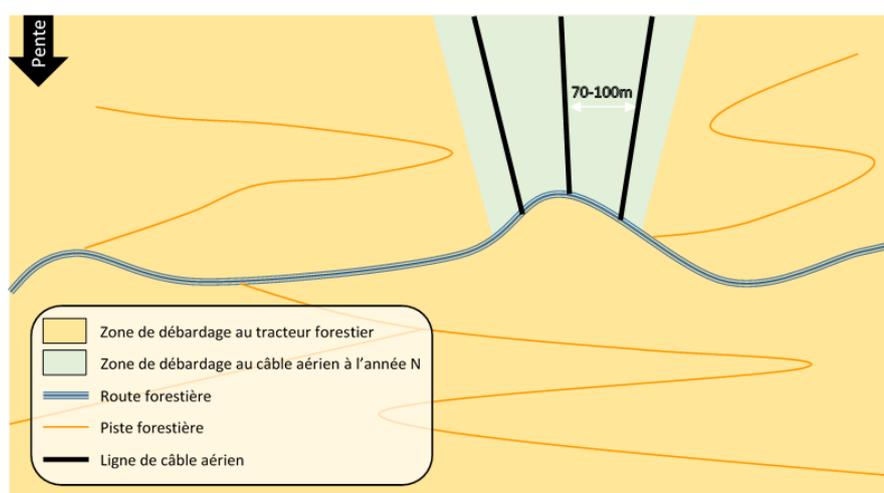


Exemple d'une carte des coupes en forêt domaniale de Grande Chartreuse
(Source : ONF)

Quelques cas théoriques d'agencement spatio-temporel de coupes à câble sont présentés ci-dessous pour appréhender les différentes stratégies envisageables de prise en compte de ce mode d'exploitation au sein d'un plan de gestion. Bien évidemment, la réalité amènera souvent à mélanger ces différentes stratégies.

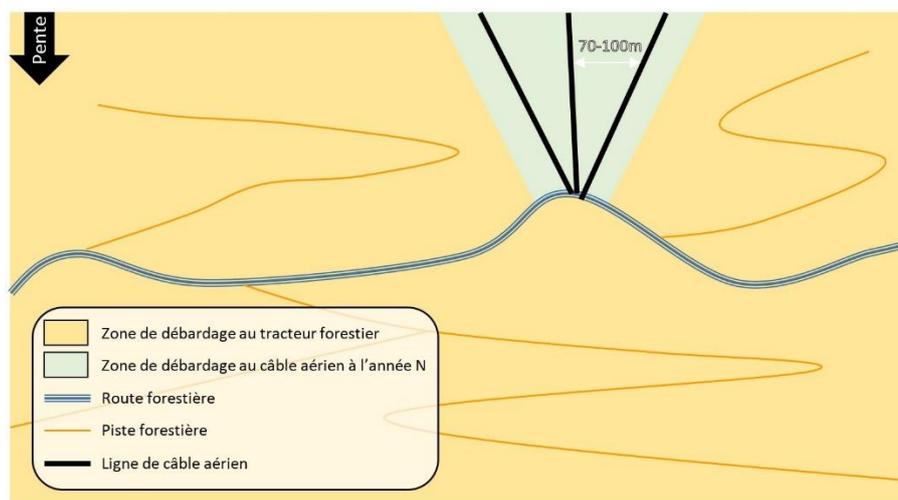
Cas 1 : Versant forestier avec une exploitation par câble aérien minoritaire

Sur la figure ci-dessous qui représente ce cas n°1, on considère qu'il y a 5 ha de surface débardable au câble aérien et 45 ha par tracteur forestier. Dans ce cas, la surface à exploiter et donc le volume à sortir pour chacune des lignes est assez faible. Pour améliorer la rentabilité économique de l'opération, il faut privilégier la réalisation de l'exploitation des 3 lignes de câble en une seule fois. Dans le cas d'une coupe par trouées, il est préférable de prévoir une rotation au plus tôt après 20 – 40 ans sur cette même emprise pour garantir une exploitation viable lors de la prochaine coupe.



Représentation schématique d'une carte des coupes avec une unité de vidange « Câble » de faible surface sur le versant
(Source : ONF)

On peut également évoquer ici la possibilité de prévoir un seul et même départ de lignes pour une disposition en étoile. Le principal intérêt est de limiter les besoins en ancrages en début de ligne. Par ailleurs, cette disposition peut se révéler avantageuse en facilitant l'arrivée des bois lorsqu'il n'y a qu'une seule place de dépôt le long de la route forestière. Néanmoins, l'arrivée des bois étant concentrée en un seul point, on s'expose à un risque de saturation de cette zone d'arrivée si la logistique d'évacuation des bois n'est pas appropriée. Enfin, la zone exploitable est prospectée de façon peu homogène (lignes rapprochées au début puis très écartées à la fin).

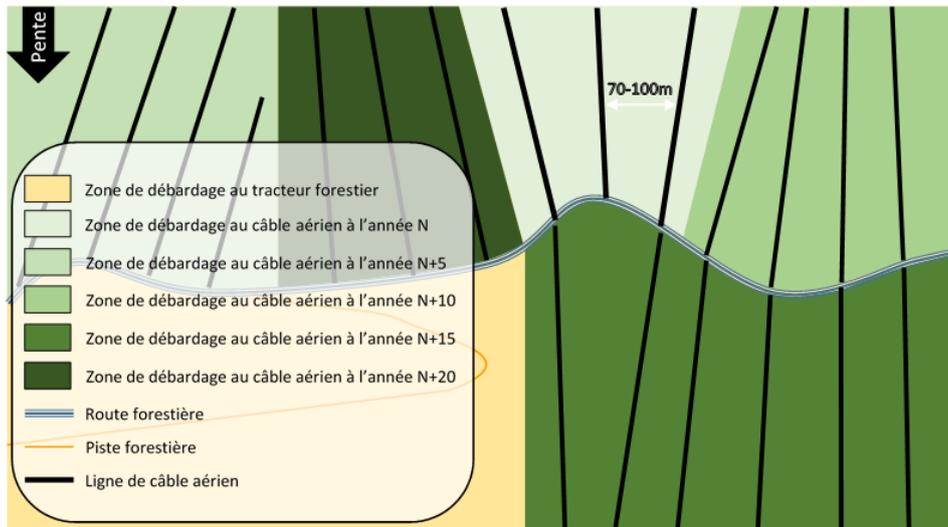


Représentation schématique d'une carte des coupes avec une unité de vidange « Câble » en étoile
(Source : ONF)

Cas 2 : Versant forestier avec une exploitation par câble aérien majoritaire

Dans ce cas n°2, on considère qu'il y a 5 ha de surface débardable par tracteur forestier et 45 ha au câble aérien avec un nombre important de lignes (21 lignes). La surface à exploiter est grande avec un volume mobilisable conséquent. À moins de disposer d'un nombre important de matériel de câblage, il est donc nécessaire d'échelonner dans le temps ces exploitations. En outre, il est souvent préférable pour la pérennité des routes forestières de prévoir un volume transporté annuellement limité.

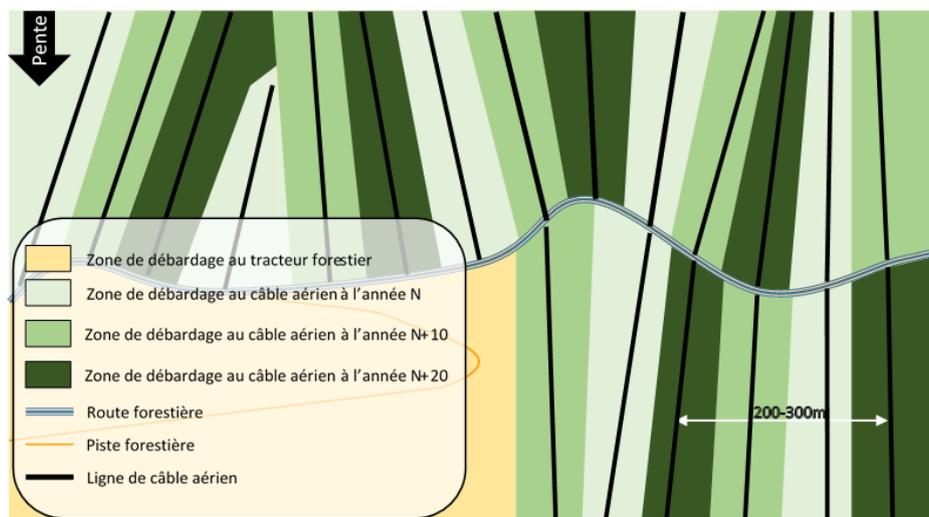
On peut envisager comme première stratégie de réaliser une exploitation par bloc. La période de réalisation des blocs sera choisie en fonction de la maturité des peuplements. À noter, sur cette figure, la possibilité d'installer les lignes légèrement en biais par rapport à la pente. Même s'il est préférable de positionner les lignes suivant l'axe de la plus grande pente, dans le cas de fortes pentes et d'une machine en position basse, des lignes en biais limitent les risques vis-à-vis du personnel et des installations. Par ailleurs, cela permet également de diminuer l'impact paysager de l'emprise des lignes.



Représentation schématique d'une carte des coupes avec exploitation par blocs
(Source : ONF)

Une autre stratégie consiste à augmenter les distances entre les axes de lignes réalisées la même année. La figure suivante présente ainsi un espacement de 200 à 300 m entre lignes de l'année N, ce qui correspond à la réalisation d'une ligne sur trois par rapport à l'ensemble des lignes envisageables sur le versant.

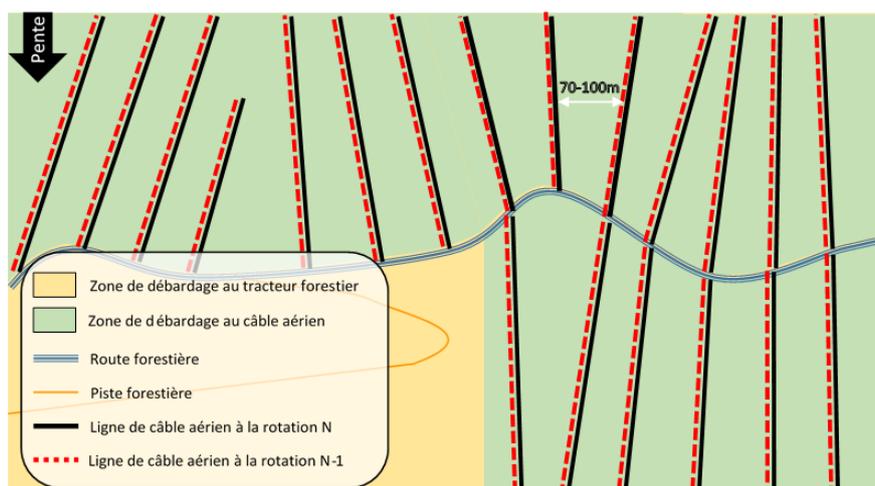
Cela permet au gestionnaire d'avoir un laps de temps pour évaluer la réaction du peuplement après coupe et donc d'ajuster son intervention suivante en conséquence sur un peuplement voisin. De plus, cela facilite le choix des lignes à réaliser sur un versant hétérogène en capital sur pied. Par contre, cela engendra des déplacements plus importants pour les changements de ligne sur un même chantier et donc des coûts d'exploitation plus élevés en comparaison d'une exploitation par bloc.



Représentation schématique d'une carte des coupes avec un espacement augmenté entre lignes de la même année
(Source : ONF)

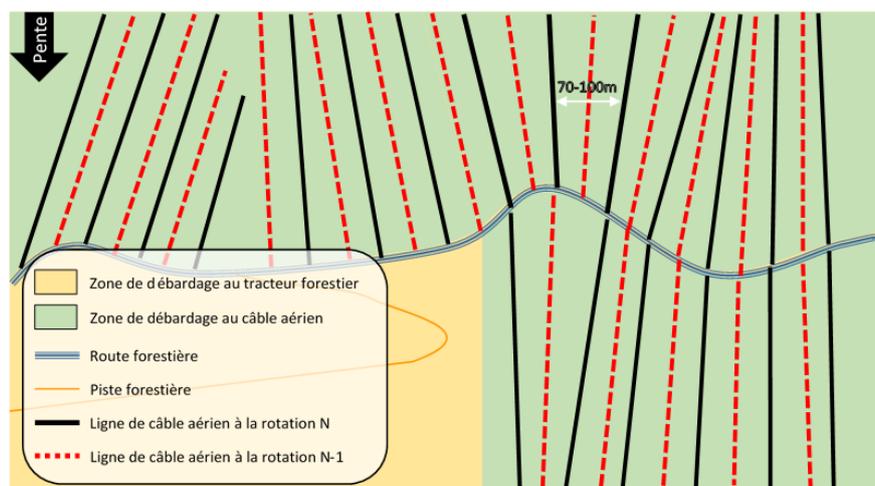
Cas 3 : Retour sur un versant déjà exploité au câble lors de la précédente rotation

Dans ce cas n°3, il convient de réfléchir à l'installation de nouvelles lignes de câble sur un versant forestier ayant déjà été parcouru avec ce moyen de débardage. Une première solution consiste à reprendre la même emprise de ligne que lors de la rotation précédente. Évidemment, il faudra vérifier que les éléments nécessaires à l'installation de la ligne (mât terminal, ancrages, supports...) soient toujours présents et valides, ce qui peut engendrer une difficulté majeure. Cette solution est souvent peu envisageable dans le cas de coupes par trouées. En revanche, elle est bien adaptée à la technique des arêtes de poisson.



Représentation schématique d'une carte des coupes avec retour sur la même emprise de ligne entre 2 rotations (Source : ONF)

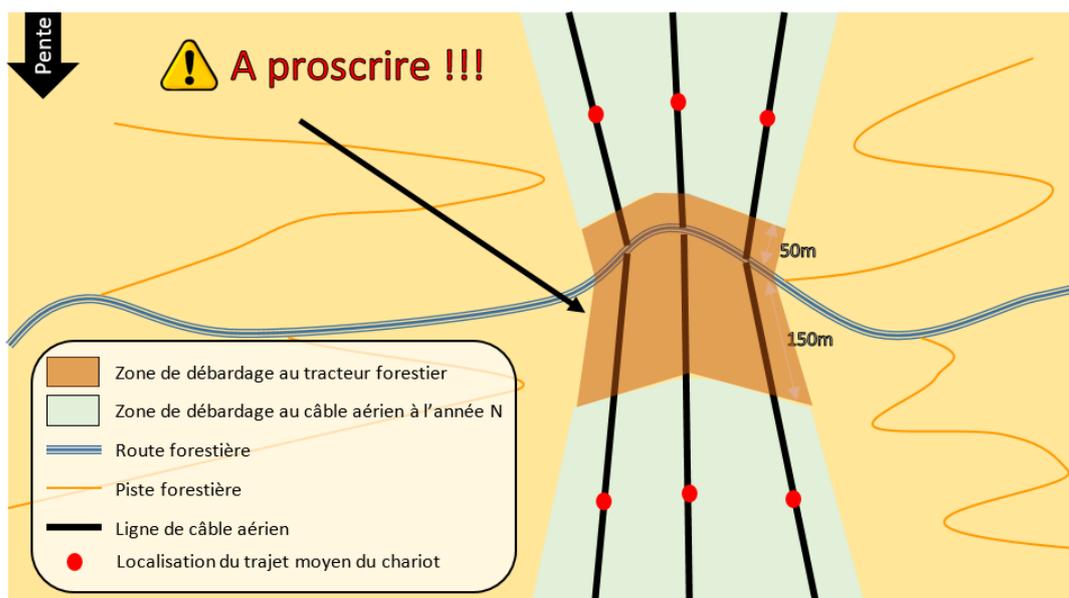
Enfin, l'autre solution repose sur le décalage des lignes à mi-distance avec les axes de lignes précédents. En fonction des ajustements de tracés à prévoir selon les possibilités d'installation sur ce nouveau profil, cette solution permet généralement une meilleure prospection de la zone exploitée par câble. Ce choix peut se faire pour les différents types de coupes.



Représentation schématique d'une carte des coupes avec décalage des lignes à mi-distance entre 2 rotations (Source : ONF)

Cas à proscrire : Exploitation au tracteur forestier d'une zone prévue au câble...

Il est important de rappeler qu'il ne faut pas parcourir au tracteur forestier une zone prévue initialement au câble, même si celle-ci est peu étendue (voir figure ci dessous). En effet, cette pratique a un impact négatif sur la rentabilité économique des futures exploitations par câble situées au-delà des zones déjà parcourues au tracteur forestier. Cela a pour effet de baisser l'IPC (Indice Prélèvement Câble, voir partie 2 chapitre 5 «Gestion économique des chantiers ») et d'augmenter la distance moyenne de parcours du chariot le long des lignes de câble. L'augmentation du coût de récolte induit peut aboutir à une impossibilité économique de réaliser ces lignes à long terme.



Représentation schématique d'une carte des coupes avec exploitation au tracteur forestier d'une zone prévue au câble (Source : ONF)

L'astuce du gestionnaire fûté

Intégrer la notion de coupe à câble dès l'élaboration d'un plan de gestion

Pour le gestionnaire, il est primordial d'intégrer les spécificités d'une coupe à câble dès **l'élaboration d'un plan de gestion**. A travers la réalisation d'une **carte d'exploitabilité** et d'une **carte des coupes**, en adéquation avec les particularités de ce mode d'exploitation, cela lui permet :

- D'identifier l'impact sylvicole des coupes sur le long terme en fonction de leur période de réalisation ;
- D'avoir une vision cohérente et optimisée pour la mise en œuvre des futurs chantiers.

L'utilisation du câble aérien comme moyen de récolte se fait principalement en zone de montagne du fait des fortes pentes et du manque de desserte. Le gestionnaire forestier se doit donc d'intégrer les contraintes de cette technique de récolte aux particularités propres à la sylviculture des forêts de montagne.

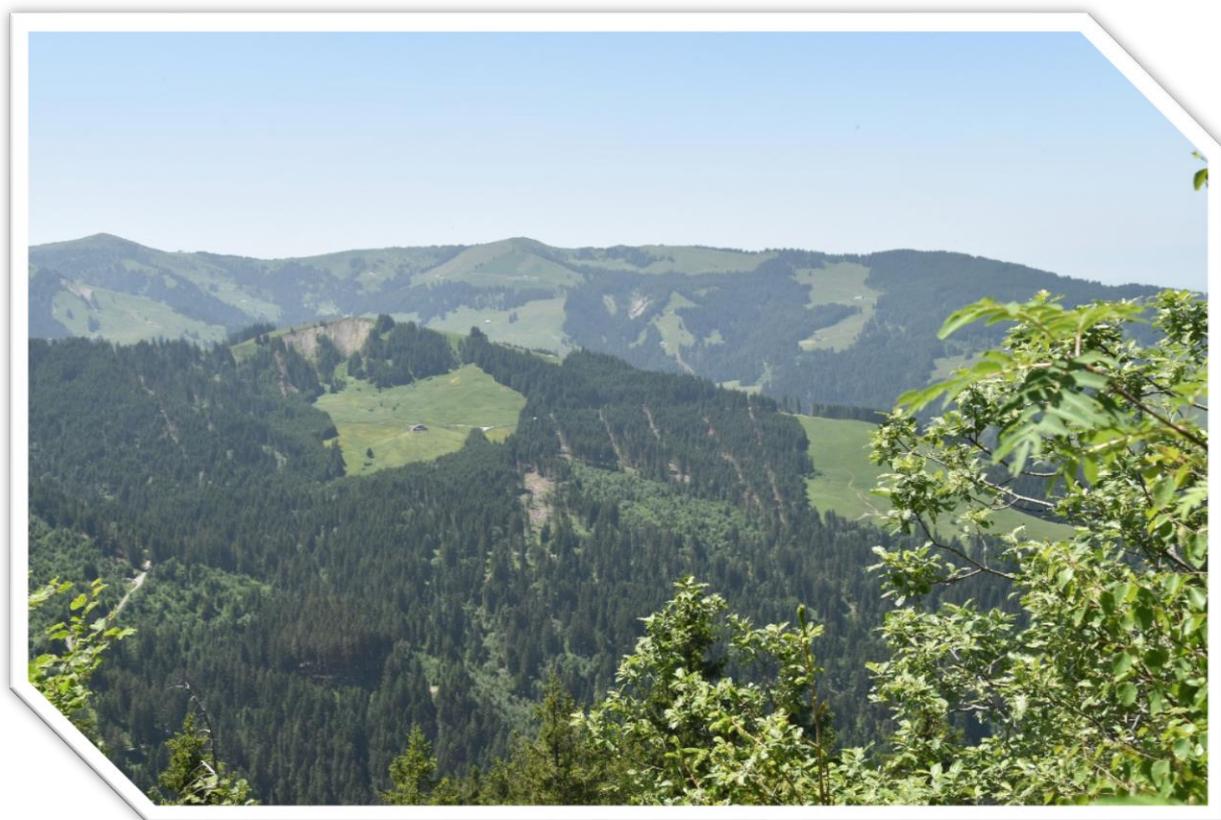
Les types de coupes généralement les plus appropriées à ce contexte sont :

- la coupe par trouées dans le cas d'une forêt étagée par groupe ;
- la coupe en arêtes de poisson dans le cas de peuplements jeunes et homogènes.

La réalisation d'un bon diagnostic sylvicole et technique permettra d'aboutir à un choix judicieux en termes d'organisation spatiale et temporelle des lignes dans un cadre économique contraint. L'élaboration d'un plan de câblage sera par la suite le préalable nécessaire avant les opérations de traçage de la ligne et de son martelage.

Rédacteur :

ONF : Laurent Malabeux



*Photographie issue de l'exposition itinérante du projet FORMICABLE « Des câbles et des hommes »
par Noémie Guillemaut*

1.3 Une desserte adaptée au câble mât

A. Exigences de la desserte

L'exploitation au câble mât passe obligatoirement par une desserte adaptée, qui doit assurer :

- un accès dans de bonnes conditions aux machines et aux grumiers ;
- des possibilités de stockage des produits pour limiter la reprise des bois ;
- un espace de travail suffisant à proximité de l'arrivée des lignes de câble.

Accès des machines

Les machines présentes actuellement sur le marché peuvent être classées selon plusieurs grands types, en fonction de leurs capacités de déplacement et de franchissement ; en particulier du type de desserte empruntable et de leur pente en long maximum.

Type de matériel	Type de desserte empruntable	Pente maximum
Câble mât sur camion	Route	15 %
Câble mât sur tracteur ou sur remorque	Route et piste	20 %
Câble mât sur chenilles	Route et piste	25 %

Classement des matériels en fonction de leurs capacités de déplacement.

Il faut cependant intégrer que si les machines accèdent au chantier, au delà d'une pente de 12 %, une reprise des bois sera nécessaire (pas d'accès direct du grumier).

Câble sur remorque présentant une emprise au sol faible et capable d'emprunter le réseau de pistes (Source : Communes forestières AuRA)



Accès des grumiers et autres camions

Les grumiers et camions doivent être en mesure d'accéder aux places de dépôt, via des routes forestières adaptées. Un grumier passe en moyenne 28% de son temps en mouvement sur les routes forestières. Ces dernières ne représentent pourtant que 5% du trajet du point de vue des distances (FCBA, 2017). Il est ainsi d'autant plus important de s'assurer de la qualité du réseau routier forestier et de son adaptation à la circulation des grumiers (voir paragraphe précédent).

En particulier, un nombre de place de retournement suffisant est indispensable (voir les Astuces du gestionnaire fûté en fin de chapitre) et les rayons de courbure des virages doivent être assez importants pour le passage des bois en grande longueur (16 m). Des virages trop serrés ont ainsi une incidence sur la longueur maximum des produits conditionnés au pied du câble mât.

Stockage des produits et espace de travail pour la machine

À l'arrivée de la ligne de câble, il doit y avoir une place suffisante (surlargeur) pour permettre un travail dans de bonnes conditions. Cette place de travail sera évidemment plus importante pour un câble mât sur camion que pour un câble mât sur remorque. Il est aussi nécessaire de disposer de place pour déposer les charges avant que celles-ci ne soient reprises par un engin de façonnage ou de débardage.

Les produits d'exploitation doivent ensuite être stockés avant leur transport par les grumiers.

Si un tri des bois s'avère nécessaire (rarement plus de 2 à 3 catégories pour les exploitations en montagne), la place de dépôt devra permettre également le stockage de ces différents produits.

Dans l'idéal, ces places de dépôt sont situées à proximité de la place de travail, afin de limiter au maximum la reprise des bois qui nuit à la rentabilité économique des chantiers.



*Place pour le stockage des bois
(Source : ONF)*



*Place de travail de taille adaptée, permettant un travail
aisé (pour le câble et l'engin de reprise)
(Source : Communes forestières AuRA)*

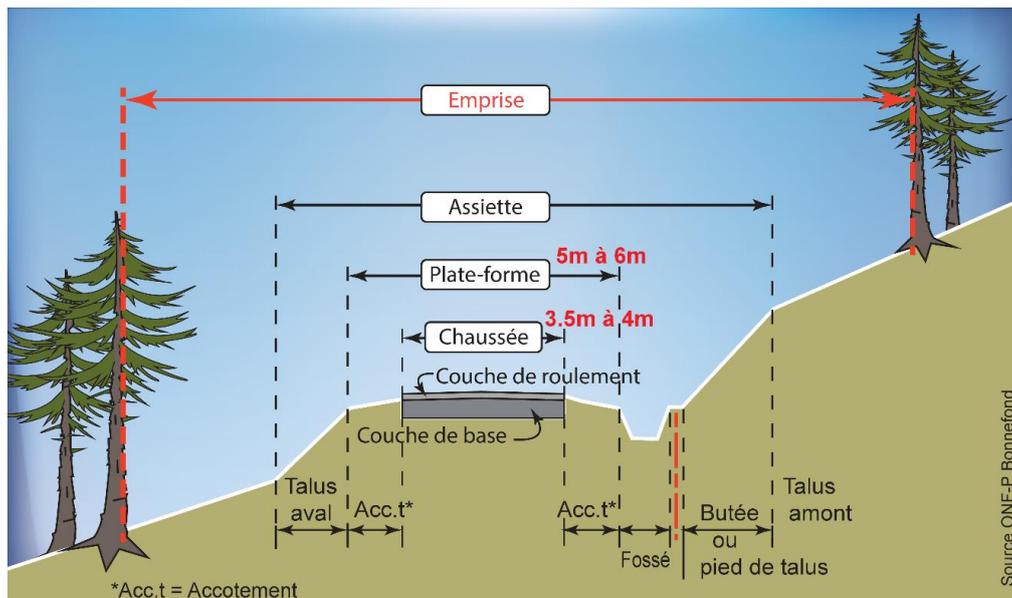
B. Caractéristiques techniques de la desserte

Le **réseau** de desserte forestière pour une exploitation au câble mât doit privilégier les routes afin que les camions puissent accéder au chantier.

Réseau routier

Définitions et caractéristiques techniques

Dans un premier temps, il convient de s'entendre sur la terminologie employée pour caractériser les routes forestières.



Structuration d'une route forestière (Source : ONF)

- La **chaussée** constitue la bande de roulement. Sa largeur varie généralement de 3.5 m à 4 m ;
- La **plateforme** de la route forestière est constituée de la chaussée à laquelle sont ajoutés les accotements. Sa largeur varie de 5 m à 6 m ;
- La **pente** idéale est de 9 %, la pente maximum devrait être de 12 %, des passages ponctuels à 16 – 18 % peuvent être tolérés mais nécessitent un revêtement en liant carboné ou ciment ;
- Le **rayon minimum** d'un virage doit être de 8 m pour un camion avec une remorque et de 12 m pour un grumier.

Densité du réseau de desserte

Pour un câble mât, les distances maximales de débardage vont de l'ordre de 500 m pour les modèles sur tracteur ou remorque à maximum 1000 m pour ceux sur camion. Pour des distances de débardage supérieures, le câble long est utilisé sous réserve d'avoir une place pour réceptionner et stocker les bois.

Le réseau de desserte devra donc s'attacher autant que possible à prendre en compte ces contraintes. Ainsi, sur un versant, la distance selon la pente entre les routes devrait être de l'ordre de 500 à 800 m. Le réseau de desserte, particulièrement en France, a été plutôt conçu pour une exploitation au tracteur (pistes de forte pente inutilisables par les camions et conversion en route souvent impossible) et demeure souvent mal adapté à une exploitation au câble mât.

En France, la densité de desserte (route forestière) ramenée aux 100 ha est d'environ 1.5 km dans les Alpes (ONF, 2016). Elle est nettement plus faible que dans d'autres pays, comme la Suisse et l'Autriche (environ 2.5 km à 3 km/100 ha) qui ont favorisé depuis plus longtemps le débardage par câble mât. Néanmoins, des investissements importants ont été réalisés au cours des dernières années, en France, visant à augmenter la densité de routes. Ceux-ci peuvent se réaliser grâce notamment à des aides financières importantes déployées par les pouvoirs publics.

L'astuce du gestionnaire fûté

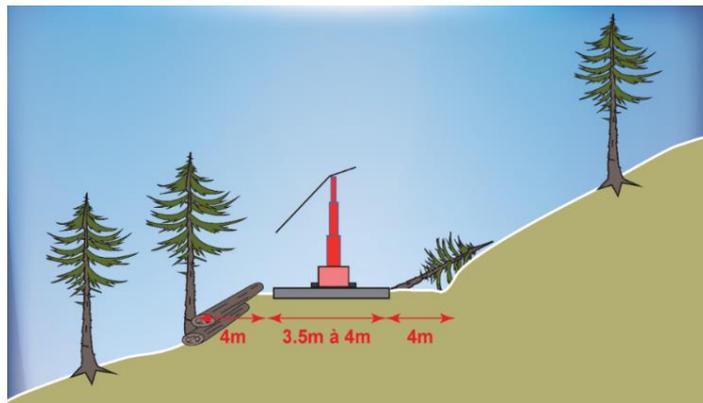


Les « schémas de desserte » : un outil pour analyser le réseau de desserte et planifier les investissements

Dans les Alpes françaises, une démarche visant à **réfléchir en commun** (en associant les propriétaires publics et privés) sur l'optimisation de la desserte à l'échelle de massifs s'est développée. Elle permet de dresser **l'état de l'existant** et d'analyser les **besoins d'amélioration** du réseau de desserte en prenant notamment en compte les besoins spécifiques d'une **exploitation au câble**. Ceci se traduit souvent par des propositions de transformation de piste en route forestière et de création de place de dépôt.

Surlargeurs

Les surlargeurs constituent une extension de la chaussée de l'ordre de 4 m de part et d'autre si possible.



Place de travail et surlargeurs permettant l'arrivée des bois en amont de la machine et le stockage des bois en aval, dans le cas d'un débardage à la descente (Source : ONF)

Elles doivent permettre :

- **Le positionnement de la machine sur sa place de travail.** La surlargeur permet d'installer la machine, les matériels pour la logistique et le ravitaillement (carburants, outils, fluides, etc.) et laisser du gabarit autour pour les manœuvres des engins de reprise (pelle, grumier) ;



Surlargeur limitée pour un travail dans de bonnes conditions (Source : ONF)

- **Le stockage des produits de la coupe.** L'équivalent de deux voire trois camions (35 m³/camion) sont susceptibles d'être débardés par jour, il faut donc une zone de stockage suffisante (80 m³ à minima, 200 m³ idéalement) et prévoir une logistique adéquate. Dans les zones à forte pente, le stockage est facilité en gardant des souches hautes à proximité de la machine ;

Point de vigilance : En multipliant les produits, on multiplie les zones de stockage.



Exemple d'une route forestière avec aménagement d'une surlargeur pour le stockage des produits de la coupe
(Source : Communes forestières AuRA)

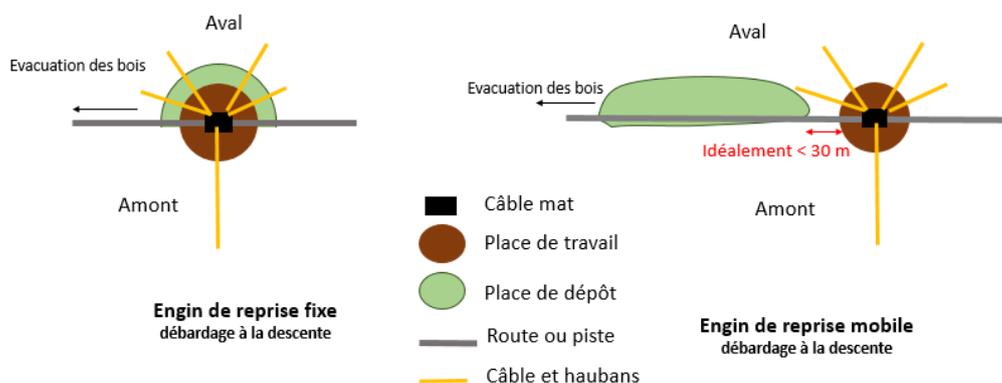
- **La mise en sécurité des hommes et des machines.** Dans le cas où la machine est positionnée en aval du chantier, si des bois dévalent la pente par accident (châblage), ils peuvent s'arrêter avant d'atteindre les opérateurs ou les machines.

Place de travail pour le débardage par câble

La place de travail permet uniquement l'installation et le fonctionnement de la machine. Sa surface doit être suffisante pour que les bois puissent être récupérés par un engin de reprise qui les stockera sur une place de dépôt à proximité. Elle est d'environ 50 m².

Place de dépôt pour le débardage par câble

La **place de dépôt** permet de stocker les bois. Dans certains cas, elle peut se superposer à la place de travail. Dans d'autres, elle peut se distinguer des places de dépôt structurant les massifs forestiers comme définies dans les schémas de desserte.



Exemples schématisés de l'articulation de la place de dépôt et de la place de stockage (Source : Communes forestières AuRA)

La place de dépôt doit permettre de stocker au minimum 80 m³ de bois, ce qui correspond à 1 ou 2 jours environ de travail pour la machine. Toutefois, une capacité de stockage de 200 m³ constitue un optimum. En effet, plus la capacité de stockage est importante, moins le chantier est dépendant de la logistique des grumiers et plus le risque d'un arrêt de la machine en raison d'un stock non vidangé est faible. La surface correspondant au stockage minimum de 80 m³ est d'environ 100 m² pour des bois billonnés et d'environ 200 m² pour des bois longs.

Dans l'idéal, la place de dépôt doit être située le plus près possible de la place de travail de la machine. Une distance de moins de 30 m est recommandée, car l'opérateur de l'engin de reprise (fixe, pelle ou skidder) étant la plupart du temps le décrocheur, son éloignement du mât a une incidence sur la réactivité du décrochage des charges, même avec des chockers automatiques.

Au-delà, il y a nécessité d'une reprise des bois par un second engin (porteur ou skidder) jusqu'à une place de dépôt structurante. Plus la reprise est longue, plus la rentabilité du chantier est réduite. Des distances de reprises supérieures à 1000 m compromettent de ce fait la faisabilité du chantier. Dans l'idéal, les places de dépôts structurantes devraient donc être disposées tous les 1000 m. Leur surface doit être a minima comprise entre 200 et 500 m².



*Place de dépôt de taille importante, permettant un travail et un stockage des bois facile
(Source : ONF)*

Place de retournement

Les places de retournement permettent aux grumiers de faire demi-tour. Elles sont généralement situées aux extrémités des voiries ou aux intersections avec des pistes et ont une surface d'environ 300m². Il convient également d'aménager des places de retournement intermédiaires, tous les 2 km par exemple, pour éviter aux véhicules d'aller systématiquement jusqu'au bout de la route ou de faire des marches arrières importantes si la route est obstruée par le câble mât.

L'astuce du gestionnaire fûté



Schéma de création de desserte dimensionnée

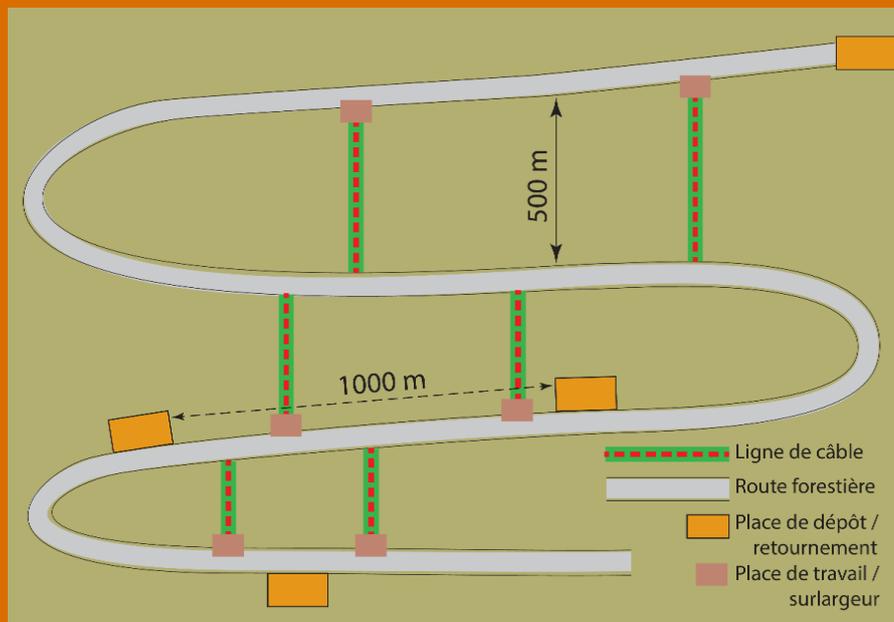


Schéma de principe d'une desserte optimale pour une exploitation au câble mât (Source : ONF)



Principales fonctions et dimensions d'une desserte optimale pour le câble

TYPE DE DESSERTE	FONCTIONS POSSIBLES				DIMENSIONS OPTIMALES	
	Accès de la machine	Fonctionnement de la machine	Accès des grumiers	Stockage du bois	Surface ou largeur optimale	Densité optimale
Piste	Possible pour les petits câbles sur tracteur ou remorque	Possible si la place de travail est suffisante	Impossible	Possible mais nécessite une reprise	/	/
Route	Indispensable pour les câbles mâts sur camion Possible pour les mâts sur tracteur ou sur remorque	Possible	Possible	Possible mais peu recommandé	3,5 m	2,5 à 3 km pour 100 ha avec une équidistance selon la pente d'environ 500 m
Surlargeur de la voirie	/	Possible indispensable si le recul de la machine est nécessaire (débardage descente, talus amont marqué)	Possible	Possible (cas courant)	4 m sur 25 m de long, soit 100 m ²	1 tous les 100 m
Place de dépôt	/	Possible si de taille suffisante pour ses autres usages	Possible	Possible sa taille doit être suffisante pour trier les produits et stocker un minimum de volume (80 m ³)	200 m ² à 500 m ²	1 tous les 1000 m
Place de retournement	/	Possible si de taille suffisante pour ses autres usages	Possible	Possible si de taille suffisante pour ses autres usages	300 m ²	1 tous les 2000 m

Tableau des principales fonctions et dimension d'une desserte optimale pour le câble selon le type de desserte (Source : ONF)

Rédacteur :

ONF : Jean-Luc Mabboux

**Débardage
par
câble aérien**

2.

ÉLABORATION DU PLAN DE CÂBLAGE

2.1 ÉTAPES D'ÉLABORATION DU PLAN DE CÂBLAGE	49	2.3 FAISABILITÉ ÉCONOMIQUE	61
A. Méthodologie d'élaboration du plan de câblage	49	A. Prix de prestation	61
B. Exemple de plan de câblage	52	Construction par l'entreprise d'un coût technique	62
2.2 FAISABILITÉ TECHNIQUE	53	Frais de structure et marge commerciale	62
A. Éléments fondamentaux	53	Productivité des chantiers	63
B. Éléments techniques	53	Critères influençant la productivité	63
Infrastructures routières	53	B. Aides financières possibles	66
Reprise des bois	54	En Auvergne-Rhône-Alpes	66
Profil du terrain	57	En Savoie et Haute-Savoie	67
Ancrages et supports	57	En Midi-Pyrénées	67
Environnement de chantier	58	Subventions cantonales en Suisse	67
		C. Bilan économique prévisionnel des chantiers	68

Le gestionnaire forestier qui aura à réaliser un chantier câble devra faire face à un chantier plus « complexe » qu'un chantier traditionnel. Cela requiert une préparation poussée et spécifique qui permettra, à court et moyen terme, de mettre en œuvre ces chantiers de manière efficace pour lui et les entreprises prestataires. La réalisation d'un plan de câblage (ou concept de desserte fine) permet de répondre à ce besoin d'anticipation.

Pour établir celui-ci, le gestionnaire peut s'appuyer sur des éléments présents dans le plan de gestion tels que :

- Carte d'exploitabilité avec les unités de vidange (ou unités de desserte fine) ;
- Carte des coupes.

Toutefois, le plan de câblage (ou concept de desserte fine) est encore plus spécialisé et opérationnel. En effet, au sein d'une unité de vidange ciblée « Câble aérien », le plan de câblage propose de visualiser l'organisation spatiale de l'ensemble des lignes de câble qui répondent à des critères techniques, sylvicoles et économiques.

2.1 Étapes d'élaboration du plan de câblage

A. Méthodologie d'élaboration du plan de câblage

La proposition d'un plan de câblage résulte de l'analyse de trois approches :

- La faisabilité technique ;
- Les interventions sylvicoles ;
- L'économie du système.

Ces thématiques peuvent fortement interagir entre elles avec par exemple :

- Un matériel disponible limité à une capacité de charge de faible tonnage → Recherche plus large des prestataires ayant le matériel adéquat ou interventions sylvicoles uniquement dans les jeunes peuplements avec des coupes en arêtes de poisson ;
- Un bilan économique défavorable → Recherche de nouvelles solutions techniques et/ou logistiques, ou réflexion sur une augmentation des prélèvements et des durées de rotations, tout en s'assurant de la stabilité des peuplements.

Ces interactions amèneront inévitablement des modifications successives tout au long du processus d'élaboration du ou des plans de câblage de la zone étudiée.

L'astuce du gestionnaire fûté



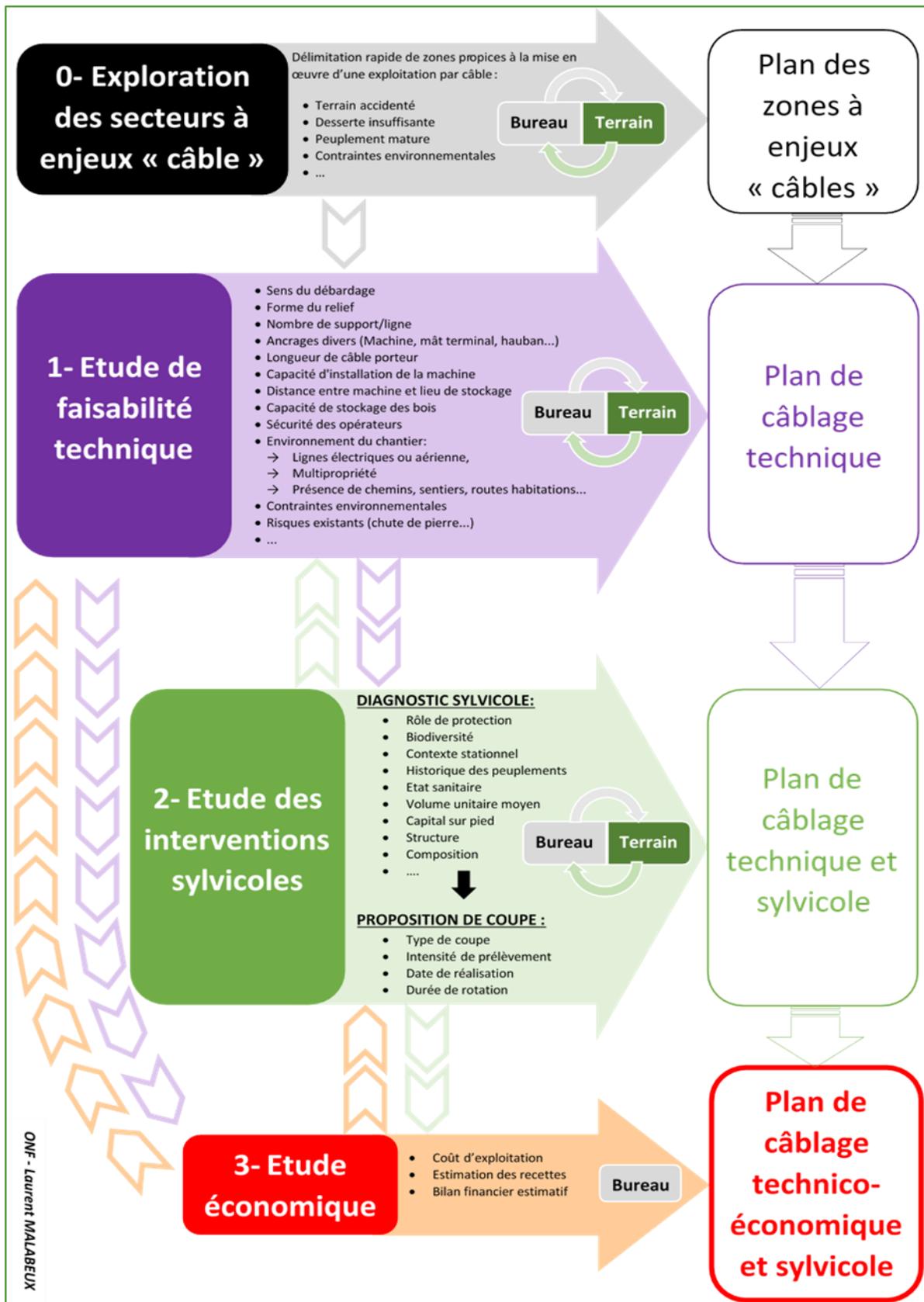
Réussir son plan de câblage

La réalisation d'un **plan de câblage** peut sembler longue, fastidieuse et inutile compte-tenu des changements qui auront lieu tout au long de sa mise en œuvre. C'est cependant un point clé de la **réussite d'un chantier**, car elle permet :

- De **limiter les erreurs** techniques et économiques ;
- De **dialoguer avec le propriétaire** sur ses attentes, techniques et financières ;
- De **limiter les interruptions** de chantier qui coûtent cher aux entreprises ;
- D'établir une **relation de confiance** professionnelle avec l'entreprise ;
- De **coordonner dans le temps** un ensemble de chantiers, pour limiter les transferts des hommes et des matériels.

La Fiche Technique n° 3 synthétise les démarches à effectuer.

Une pré-identification des secteurs à enjeux est une opération fortement recommandée pour diminuer la zone d'étude / prospection. Par la suite, il est proposé de faire l'analyse des compartiments dans l'ordre présenté ci-dessous.



Proposition de méthodologie d'élaboration d'un plan de câblage (Source : ONF)

Cette élaboration se fera à partir d'un travail complémentaire entre des phases de bureau et de terrain à travers les ressources et outils suivants :

- La connaissance du terrain et l'expérience de cette méthode d'exploitation des propriétaires et des gestionnaires / praticiens ;
- **Des reconnaissances de terrain** : relevés GPS, inventaires dendrométriques, expertises de peuplement / d'infrastructure, appui d'une entreprise câbliste... ;
- Les documents de gestion et les réglementations en vigueur sur la zone ;
- **Cartes diverses** : paramètres forestiers, topographie, zonages réglementaires, infrastructures / desserte, unités de vidange, carte temporelle des coupes... ;
- **Photographies aériennes** : couleur et/ou infrarouge ;
- Des logiciels de géomatique (QGIS, ARCGIS, MapInfo...) ;
- **Des logiciels de simulation mécanique** des lignes de câbles (Simulcable 3D, Projekt Seilkran 2.0) ;
- **Des données numériques issues de vol LiDAR** : Modèles Numériques de Terrain (précision en altitude < 50 cm), Modélisation de paramètres forestiers (Modèle Numérique de Hauteur, capital sur pied, composition...) ;
- Des outils aidant à la réalisation de cartes d'exploitabilité et plans de câblage (Sylvaccess, Cartomob...).

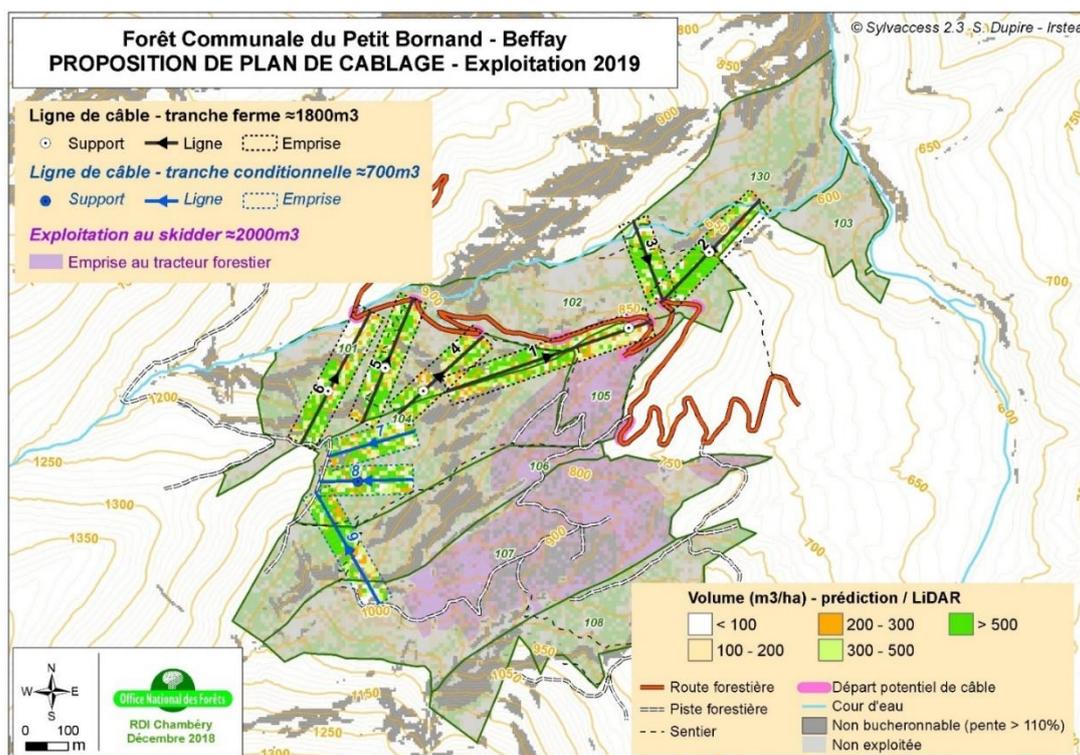
Les outils informatiques ont pour ambition d'accompagner le gestionnaire dans sa prospection et son analyse des différents compartiments. Ils restent bien entendu une aide à la décision et ne remplacent pas la vision de terrain.

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<p>L'usage d'outils informatiques permet :</p> <ul style="list-style-type: none"> • de gagner du temps sur le terrain et de localiser des secteurs pas toujours connus ou identifiés comme zone à enjeux ; • la conception rapide de différents scénarios et leur évaluation relative ; • des données techniques sûres avec des gains de temps pour le montage des lignes. 	<p>Ces outils nécessitent parfois des données LIDAR, avec un traitement important pour extraire certaines informations (Hauteur, surface terrière...), et une cartographie détaillée de la forêt (desserte, obstacles...).</p> <p>L'usage des outils informatiques doit être fait par des spécialistes pour un paramétrage correct de ces derniers.</p>

B. Exemple de plan de câblage

L'étude de faisabilité permet la réalisation d'un plan de câblage opérationnel, soit en graphique soit en tableau, comme illustré par les exemples suivants.

Ces éléments seront à compléter, pour la mise en œuvre, par l'identification de la période de réalisation, le matériel envisagé...



Exemple de plan de câblage pour une exploitation par câble à court terme (Source : ONF)

Num. ligne	Azimut (°)	Long de câble (m)	Sans de débardage	Nb support hauteur 12m	Surface (ha)	Volume (m ³) * prélèvement de 30%	IPC (m ³ /ml) *	Vol arbre moy. (m ³) *
1	251	550	vers aval	1	3.9	404	0.74	1.0
2	44	383	vers amont	1	2.5	434	1.13	1.8
3	339	219	vers amont	0	1.6	252	1.15	1.8
4	227	339	vers aval	1	2.2	258	0.76	1.4
5	202	381	vers aval	1	2.5	379	1.00	1.8
6	208	435	vers aval	1	2.7	332	0.76	1.5
7	74	235	vers amont	0	1.7	228	0.97	1.6
8	89	265	vers amont	1	1.7	256	0.97	1.9
9	150	352	vers amont	0	2.4	314	0.89	1.4

* : volume estimé à partir des données LiDAR (vol tige sur écorce à la découpe 14 cm)

Exemple de tableau récapitulatif pour une exploitation par câble à court terme (Source : ONF)

Rédacteur :

ONF : Laurent Malabeux

2.2 Faisabilité technique

A. Éléments fondamentaux

Avant d'expertiser les éléments techniques du terrain, rappelons quelques chiffres qui permettent d'établir la faisabilité globale d'une coupe à câble.

Les valeurs suivantes sont indicatives et générales, certaines configurations peuvent permettre la réalisation de chantiers viables à des seuils de valeurs différents :

- Volume minimum du chantier : 500 m³ ;
- Prélèvement supérieur à 70 m³/ha ;
- Volume Unitaire des arbres supérieur à 0,3 m³ ;
- Indice de Prélèvement Câble supérieur 0,5 m³/ml (fréquemment indiqué dans la littérature), les câbleurs souhaitent plutôt entre 0,7 et 1 m³/ml pour le câble mobile et un minimum de 1 m³/ml pour le câble long.

Le choix d'une mobilisation par câble aérien est généralement effectué lorsque les méthodes d'exploitation forestière classiques ne peuvent pas être pratiquées :

- Impossibilités techniques (pente forte, distance à la route pour le tracteur trop élevée (50 m à l'amont, 100 m à l'aval), obstacle, cours d'eau...) ;
- Contraintes environnementales (interdiction de circulation sur zone de captage d'eau, risque de dégâts au sol dans les zones humides...).

B. Éléments techniques

Infrastructures routières

Le besoin majeur est de disposer d'une route forestière permettant d'amener le matériel (câble grue) et permettant aux camions de divers gabarits de charger les produits de la coupe (grumes, billons, broyats, bois toutes longueurs, etc.).

Les surlargeurs, places de travail et places de dépôt sont également des éléments indispensables pour une desserte forestière adaptée au câble.

En outre, dans le cas où le façonnage des bois est réalisé sur la place de travail, il est nécessaire de prévoir un emplacement pour le stockage des branchages, rapidement volumineux.

Dans le cas du câble long et/ou de l'installation de support(s), une zone de stockage, pas trop éloignée, utilisable par un hélicoptère, est nécessaire pour acheminer le matériel sur le chantier.

Reprise des bois

Pour maintenir une bonne productivité, le câble mât ne doit pas être limité dans son travail par un manque de place ou d'évacuation des bois. L'évacuation des bois doit donc être parfaitement organisée. Différentes organisations peuvent être mises en place en fonction des engins de reprise utilisés, de la taille de la place de dépôt et de sa distance à la place de travail.

Engin de reprise fixe

Dans le cas d'un engin de reprise fixe (camion mât), la place de dépôt se superpose à la place de travail. Elle est limitée par la distance de déploiement de son bras et pourra stocker au maximum 80 m³ en montagne et 2 produits.

En plaine, le volume stocké peut aller jusqu'à environ 150 m³.

Dans les deux cas, étant donné qu'aucune machine de reprise n'est sur place, une évacuation des bois constante est nécessaire.

Engin de reprise mobile

Dans le cas d'un engin de reprise mobile, la place de dépôt est distincte de la place de travail. Le volume de bois stockable est donc plus important que dans le cas d'un engin de reprise fixe.

Les pelles mécaniques ont un rayon d'action qui permet le stockage de 2 fois plus de bois en moyenne que les postes fixes, soit environ 160 m³ en montagne et 300 m³ en plaine. Les skidders en ont un qui permet le stockage de 3 fois plus de bois en moyenne que les postes fixes, soit environ 240 m³ en montagne et 600 m³ en plaine. L'évacuation des bois peut ainsi bénéficier d'un cadencement plus souple mais restant contraint par la capacité de stockage de la place de dépôt à proximité.

Le rayon d'action des engins de reprise est limité techniquement et économiquement : leur temps de déplacement doit être compatible avec les rotations du câble.

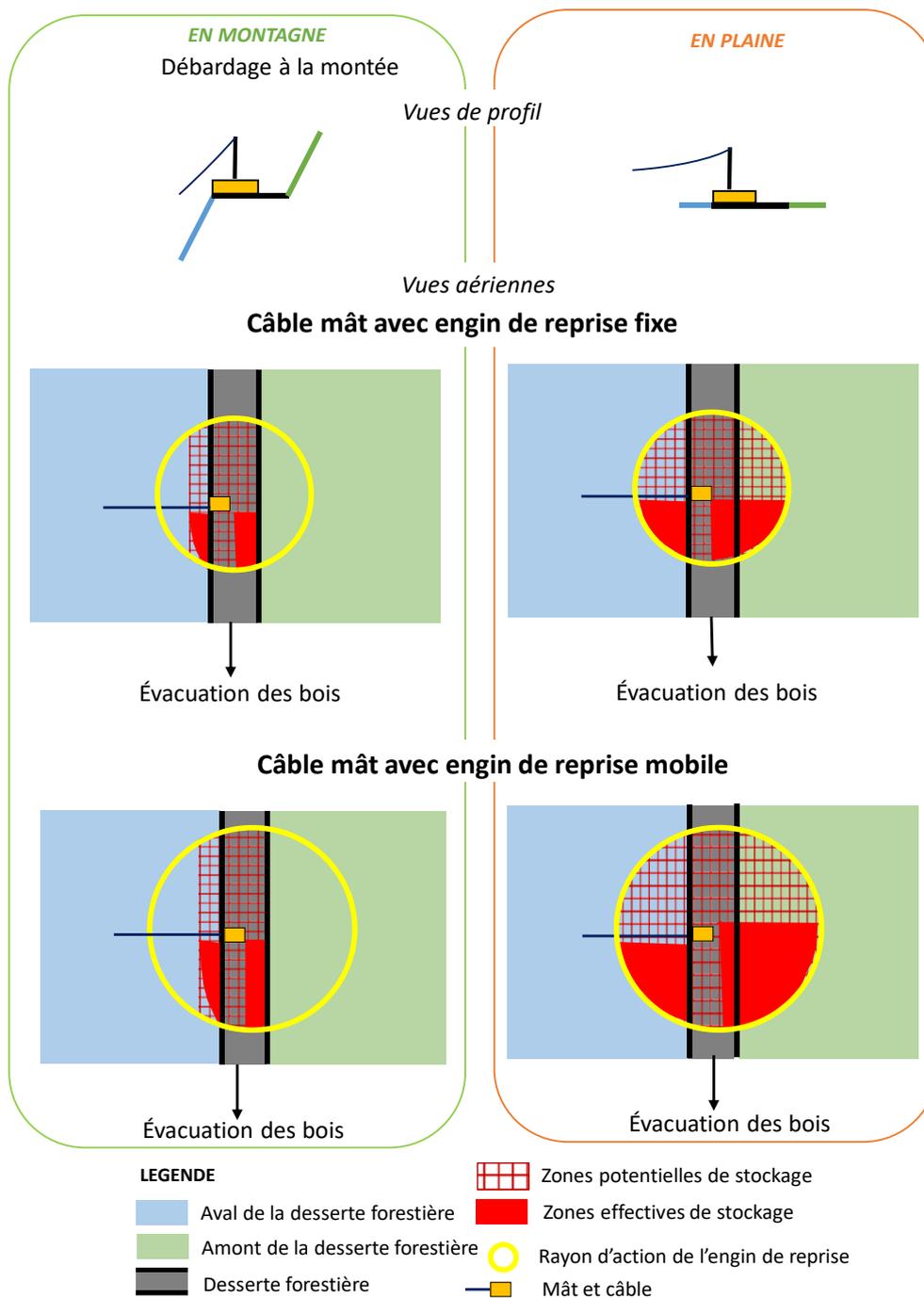
Seconde reprise des bois

Dans le cas où le mât est positionné sur une piste et qu'il n'y a pas de surlargeurs ou de place de dépôt à proximité suffisante, il faut nécessairement gérer une seconde reprise des bois.

Dans le cas d'une reprise de courte distance, inférieure à 1 km, ou d'une piste non portante ou avec un problème de gabarit, elle sera réalisée par un engin forestier (porteur ou skidder) vers une place de dépôt structurante du massif forestier.

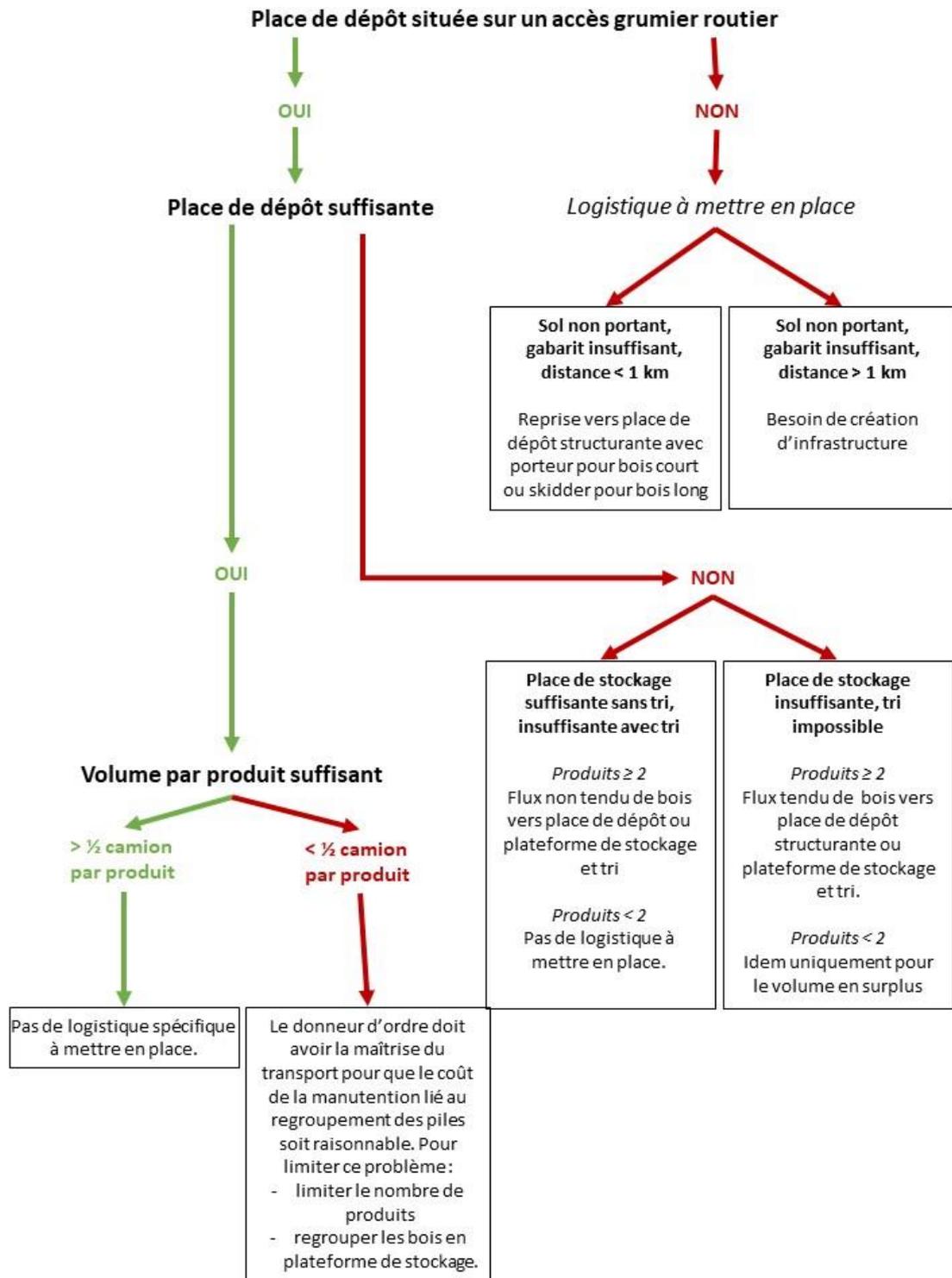
Dans le cas d'une piste portante, au gabarit et d'une distance supérieure à 1 km, elle sera réalisée par un camion grumier jusqu'à une plateforme de tri ou de stockage. La plateforme de stockage est conçue pour accueillir des ensembles routiers de type plateau pouvant être chargés par un autre engin. Cette place est de grande capacité et se raisonne par massif forestier.

La plateforme de stockage et la place de dépôt ont l'avantage de faire un stock tampon pour l'acheteur des bois, ce qui lui enlève les contraintes du flux tendu.



Différences de possibilité de stockage en montagne et en plaine selon le type d'engin de reprise
(Source : Communes forestières AuRA)

Dans tous les cas, il convient pour chaque chantier de mettre en place une organisation spécifique en concertation avec le câbliste, chargé de l'optimisation de la reprise des bois, et l'acheteur des bois, chargé de leur transport hors forêt en fonction du nombre de produits de la coupe, de leur volume, des dimensions et de l'accessibilité de la place de dépôt (voir figure ci-dessous).



Clé de détermination : définition d'une place de dépôt suffisant (Source : ONF)

Profil du terrain

Si on peut imaginer le câble s'adapter à tous les terrains (du terrain à plat au terrain très pentu avec franchissement de falaise), il est fortement recommandé de rester sur des profils concaves avec un dégagement suffisant à l'arrivée afin de minimiser les supports intermédiaires. La concavité du terrain n'est toutefois pas une condition sine qua non à la réalisation du chantier.

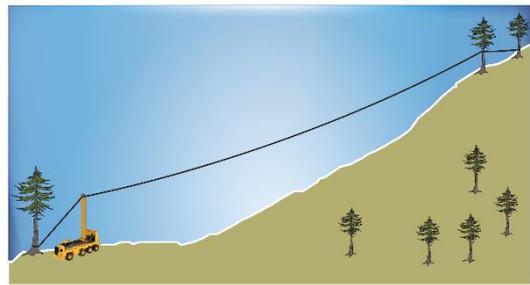
Il est souvent nécessaire d'avoir recours à un ou plusieurs supports intermédiaires. Cela engendre des surcoûts d'installation, diminue la vitesse du chariot, donc une baisse de rendement et reste toujours une source de panne.

L'observation du profil en amont ou aval du mât terminal permet parfois d'ancrer le câble porteur plus loin, voire sur l'autre versant, et de s'affranchir du mât terminal.

Le dévers par rapport à la ligne est possible mais peu recommandé eu égard à la sécurité des opérateurs sur le parterre de la coupe avec des mises en mouvement des pièces incontrôlables et à l'augmentation avec le dévers des dégâts aux arbres restants. Il est généralement accepté un dévers maximum de 20° par rapport à l'axe de la pente.

Les outils « SIMULCABLE 3D » et « Projekt Seilkran 2.0 » permettent de tracer les profils et d'aider au positionnement des supports intermédiaires. La pratique actuelle recommande une limitation à trois supports pour les coupes françaises (modération du coût de récolte) alors qu'il n'en existe pas en Suisse.

La longueur du profil au sol doit être prise en compte dans le choix des matériels (longueur suffisante du câble porteur).



Terrain concave (source : FCBA)



Terrain convexe (Source : FCBA)

Ancrages et supports

Ce paragraphe a vocation de rappeler le besoin de se préoccuper des ancrages dès le début de l'étude d'une coupe à câble. Le détail des ancrages est présenté dans la partie 2 au chapitre « 2.3 Montage d'une ligne ».

L'installation du câble porteur et sa mise en tension nécessitent des amarrages solides à ses deux extrémités. Par conséquent, les points de départ et d'arrivée doivent être boisés afin de trouver :

- Les arbres nécessaires au haubanage pour le câble mât ;
- Un arbre faisant office de mât terminal pour maintenir une hauteur suffisante au sol du câble porteur ;
- Les arbres nécessaires à l'ancrage au point d'arrivée.

Les arbres doivent être sains, avec un bon enracinement, un diamètre adapté et à une distance suffisante de la machine et des supports.

En cas d'absence d'ancrages naturels, l'usage d'ancrages artificiels peut être envisagé.

Les techniques de mise en œuvre des ancrages et haubanages sont détaillées dans la partie 2 au chapitre « 2.3 Montage d'une ligne » mais à ce stade de l'analyse, les besoins à respecter sont les suivants :

	Câble mât	Câble long
Haubanage du câble mât	2 arbres Gros Bois ou 4 arbres Bois Moyens avec ou sans corps mort	Sans objet
Arbre support / Mât terminal	1 arbre Gros Bois	
Ancrage en fin de ligne	1 arbre Gros Bois ou 2 à 4 arbres Bois Moyens avec ou sans corps mort	1 arbre Gros Bois ou 2 à 4 arbres Bois Moyens

Résumé des ancrages et haubanages nécessaires en fonction de la configuration de câble (source ACSR)

ATTENTION : un arbre d'ancrage ou d'haubanage peut subir quelques dégâts. Il convient donc de s'assurer dès le montage du projet de l'accord du propriétaire ou du gestionnaire pour l'utiliser pendant le chantier.

Environnement de chantier

La zone du chantier peut présenter des éléments naturels et anthropiques incompatibles avec le débardage au câble.

Obstacles aériens

La ligne de câble doit éviter d'autres infrastructures aériennes qui ne peuvent être survolées telles que :

- Lignes électriques et téléphoniques, sauf les basses tensions qui peuvent être déposées au sol sous conditions (règles selon le gestionnaire du réseau – déclaration de travaux, protection) ;
- Remontées mécaniques et autres téléphériques (distances à consulter auprès du gestionnaire du réseau).

Obstacles naturels : ruisseaux, falaises et talweg

Ces obstacles naturels ralentissent le déplacement des opérateurs, voire peuvent mettre en cause leur sécurité.

Le cas de la falaise est plus complexe puisque sa présence peut impliquer la mise en œuvre de supports intermédiaires sur le parcours du câble.

Sentiers de randonnées et diverses routes

Les sentiers de randonnée ou de gestion ne sont pas une gêne pour une coupe à câble. Mieux, ils peuvent aider à accéder au chantier. Par contre, ces sentiers doivent être fermés pendant la durée de l'exploitation et un travail de finition sera nécessaire pour pouvoir les rouvrir en fin de chantier.

Contraintes environnementales (réglementation)

Le gestionnaire est garant de la prise en compte de la réglementation sur le périmètre de la coupe. Cette réglementation est très diverse et ne sera pas développée ici. La réglementation sera intégrée dans les prescriptions fournies par le donneur d'ordre.

L'astuce du gestionnaire fûté



Bien identifier les contraintes du chantier

Une bonne **identification des contraintes** du chantier est indispensable lors de la planification.

L'association de plusieurs propriétaires permet **d'augmenter la taille du chantier** et de dépasser ainsi les **seuils de déclenchement** du chantier. L'animation de ces chantiers mutualisés peut être longue mais est constructive et pertinente.

La **Fiche Technique n°4** « Critères de faisabilité d'une coupe à câble » établit une checklist de l'ensemble des points à étudier.

Rédacteurs :

ONF : Rémi Fournier, Mickaël Vericel



*Photographie issue de l'exposition itinérante du projet FORMICABLE « Des câbles et des hommes »
par Florent Pedrini*

2.3 Faisabilité économique

Pour un propriétaire forestier qui a décidé de mettre en œuvre une gestion sylvicole, le choix de déclenchement d'une coupe est fréquemment arbitré par le revenu qu'il espère en tirer. Il est donc primordial d'établir le bilan économique prévisionnel précisément avant de prendre cette décision.

Quel que soit le mode de vente (sur pied ou bord de route), le mécanisme économique de structuration des prix est identique, les frais de mobilisation restant à la charge du propriétaire des bois (propriétaire forestier si vente bord de route ou exploitant forestier après acquisition des bois sur pied).

Pour le propriétaire, le bilan prévisionnel s'articule autour de dépenses et de recettes. Par exemple, dans le cas d'une vente des bois bord de route (coûts d'exploitation pris en charge par le propriétaire) :

RECETTES	DÉPENSES
Vente des bois bord de route	Prix des prestations des travaux de récolte, c'est-à-dire abattage et débardage.
Subventions à l'exploitation si elles existent	Frais de gestion éventuels : délimitation, martelage, suivi de chantier, commercialisation...
	Frais annexes éventuels : amélioration de l'infrastructure, location d'une place de dépôt....

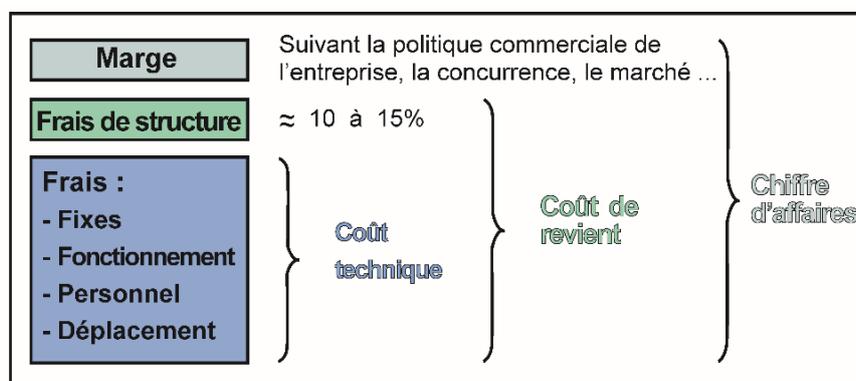
Recettes et dépenses liées à une vente de bois bord de route

La valeur des bois bord de route est fixée par le marché national voire international. La valeur des bois sur pied est donc une valeur résiduelle pour le propriétaire, une fois déduit l'ensemble des dépenses associées à la récolte (prestation de récolte, frais de gestion, frais annexes).

A. Prix de prestation

Les entreprises câblistes réalisent une prestation de service pour le compte du propriétaire des bois, qu'il soit propriétaire forestier (lors d'une vente bord de route) ou exploitant forestier (lors d'une vente sur pied). Comme dans toutes les prestations de récolte, celle-ci est généralement exprimée par unité de volume récolté (€ ou CHF- par m³, m³ apparent (anciennement stères), tonnes).

Pour cela, l'entreprise détermine tout d'abord son chiffre d'affaires journalier moyen à réaliser. Il est établi par un calcul associant coût technique, frais de structure et marge commerciale.



Constitution du chiffre d'affaires ou du prix de prestation (Source : FCBA)

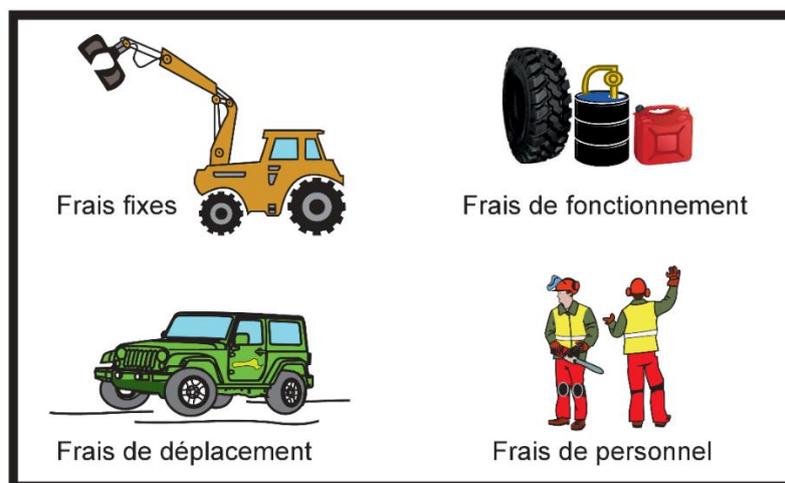
Pour atteindre le chiffre d'affaires nécessaire à la réalisation de son activité sur le chantier concerné, l'entreprise doit ensuite estimer sa productivité globale attendue sur le chantier, afin d'établir le tarif de prestation.

$$\text{€/m}^3 \longrightarrow \text{Tarif de prestation} = \frac{\text{Chiffre d'affaires attendu}}{\text{Productivité}}$$

← €/Jour
← m³/Jour

Construction par l'entreprise d'un coût technique

Le coût technique correspond au coût d'usage d'un matériel. Ce coût est composé de plusieurs postes : les frais fixes, les frais de fonctionnement, les frais de personnel et les frais de déplacement.



Les différentes composantes d'un coût technique (Source : FCBA)

Le calcul du coût technique annuel par machine permet à l'entreprise de déterminer ses coûts techniques journaliers ou par heure en fonction du volume annuel d'heures de travail.

Frais de structure et marge commerciale

Ces 2 éléments dépendent directement de chaque entreprise.

Les frais de structure correspondent aux charges de l'entreprise et donc à son organisation : salaires du chef d'entreprise, des commis de coupe, des secrétaires, du comptable et frais liés aux locaux (location, téléphone, électricité ...). Ces frais varient généralement de 10 à 15% du coût technique et ne doivent pas être oubliés.

L'ajout des frais de structure au coût technique aboutit à l'obtention du coût de revient, représentant l'ensemble des coûts générés par l'activité. Si l'entreprise travaille en dessous de ses coûts de revient, l'entreprise perd de l'argent !

La marge correspond au montant que l'entreprise souhaite dégager pour solidifier financièrement l'entreprise, prévoir des investissements ou renouvellements de matériels, diversifier son activité... Cette marge est généralement comprise entre 0 et 20 % du coût de revient. C'est donc la variable d'ajustement dans l'élaboration du prix de prestation final.

Productivité des chantiers

La productivité attendue est généralement estimée par l'entreprise par rapport à des chantiers similaires. Dans les chantiers suivis dans les Alpes du Nord, cette productivité moyenne sur les chantiers varie de 26 à 71 m³/jour.

Une des spécificités du débardage par câble est qu'il faut intégrer un temps non-productif important (25 % du temps total dans les Alpes du Nord françaises (Magaud, 2015)) qui correspond au temps de mise en place du matériel, de montage et de démontage des lignes. Ce temps doit être pris en considération car il fait partie intégrante du système. Ce temps improductif peut également être subventionné au titre d'une desserte temporaire (mesure Feader 4.32).

Critères influençant la productivité

Liés au terrain

- Longueur de ligne (le cycle complet de déplacement du chariot détermine la productivité en phase de production) ;
- Nombre de supports (temps d'installation moyen de 0.5 à 1 j pour un support, ralentissement du chariot au support) ;
- Difficultés d'accrochage (branches, rochers, talus.... ayant une incidence sur le déplacement de l'accrocheur sur la coupe) ;
- Sens de débardage (préférence pour le débardage à la montée, la productivité étant légèrement supérieure et les conditions de travail et de sécurité des opérateurs sont améliorées).

Liés au prélèvement

- Volume total récolté, une entreprise ne se déplaçant généralement pas pour un petit chantier (inférieur à 500 m³) ;
- L'Indice de Prélèvement Câble (IPC, m³/mètre linéaire de ligne installée) est un indicateur reflétant l'intérêt d'installer une ligne par rapport à son usage (volume débardé). Cet indice doit être supérieur à 0.5 pour permettre d'amortir le temps d'installation de la ligne. Ce facteur peut cependant être atténué voire compensé par d'autres facteurs favorables comme une faible distance de ligne ou l'absence de supports intermédiaires ou terminaux.

Liés aux infrastructures

- Place de travail adaptée ;
- Place de dépôt, qui doit être à proximité et de taille suffisante pour stocker les différents produits.

Liés à l'organisation

- Rotation des camions suffisante pour limiter l'engorgement de la place de dépôt ;
- Signalisation adéquate pour limiter les perturbations par des promeneurs.

À titre d'exemple, ces critères ont été paramétrés dans le Massif Central (Magaud, 2016), pour des peuplements de moyenne montagne, réguliers et assez jeunes (voir tableau suivant).

	Critères	Valeurs idéales	Commentaires
Terrain	Longueur moyenne de ligne « L »	200 < L < 400 m	Incidence sur le nombre de supports (profil terrain) et la productivité
	Nombre de lignes	/	Peu important par rapport au volume total et IPC
	Nombre de supports (y compris terminal)	< 3	Augmente les temps improductifs et les coûts
	Accrochage (obstacles)	facile	Impact très fort sur le cycle du chariot
	Sens débardage	montée	Installation de ligne plus facile
Récolte	Volume à prélever	> 500 m ³	Permet d' « amortir » le déplacement du matériel et de l'équipe
	Vol/ha prélevé	> 70 m ³ /ha	Permet de réduire l'impact des temps improductifs (montage/démontage)
	Volume Unitaire Moyen	> 0,3 m ³	Peu d'impacts sur lignes courtes, sauf pour l'installation des supports intermédiaires et ancrages
	Indice Prélèvement Câble	> 0,5 m ³ /ml	Révéléateur du prélèvement, en lien avec les longueurs de lignes
	Nombre de produits	< 4	En lien avec la place de stockage et la longueur des lignes
Matériel	Accès du matériel	route	Indispensable
	Place de travail	à côté du mât	Permet d'optimiser le traitement des bois bord de route
Dépôt logistique	Place de dépôt	minimum 1 camion par produit	Limite le risque de stopper l'activité du câble faute de place
	Reprise	aucune	Coût supplémentaire qui peut générer un bilan financier plus fragile

En rouge : critères très importants – En bleu : critères importants – En noir : critères peu importants

Influence des critères sur la productivité (Source : FCBA)



Optimiser les chantiers pour réduire les coûts

Les **coûts** du débardage par câble ne sont pas systématiquement exorbitants, sauf dans des cas de chantiers extrêmes (très forte pente, grande longueur de ligne...). Dans des **conditions adaptées** (faible longueur de ligne, profil favorable...), ces coûts peuvent être **minimisés** :

- **Bien préparer** son chantier pour limiter les pertes de productivité des équipes câblistes (places de dépôts ...) ;
- **Limiter les longueurs de ligne** si les parcelles le permettent ;
- Identifier les lignes permettant de **réduire le nombre de supports intermédiaires** ;
- Prélever suffisamment en **volume** pour « amortir » le montage de la ligne (voir partie 1 chapitre 1 « Gestion forestière et câble aérien ») ;
- Effectuer un **martelage adapté** à la récolte par câble aérien : privilégier les coupes par trouées ou arêtes de poisson selon le peuplement ;
- Favoriser la **mutualisation de la récolte** (avec d'autres propriétaires, publics ou privés), pour réduire les coûts de gestion du chantier et de transfert des matériels.

L'élaboration du prix de prestation n'est bien entendu pas du ressort du propriétaire ou de son gestionnaire.

Cependant, la compréhension du mécanisme de formation des prix permet au propriétaire de proposer un chantier bien préparé, techniquement adapté au débardage par câble, permettant au câbliste de travailler en confiance avec des prix adaptés.

Selon l'ensemble de ces critères, les prix pratiqués sont très variables. Pour un prestation complète (abattage, débardage, cubage et tri) au câble mât et en France, ils oscillent entre 30 et 40 €/m³ pour des chantiers faciles sur lignes courtes et plutôt de 40 à 50 €/m³ dans des conditions plus complexes.

En France, un outil en ligne dénommé **e-peccable** (prévisionnel des coûts du câble) a été créé pour les entreprises. Il leur permet de calculer le coût technique d'une mobilisation par câble, à partir de productivités mesurées dans les Alpes du Nord sur des chantiers réalisés en grume. Cet outil est consultable sur <http://outils-appro.fcba.fr/epeccable>.

En Suisse, l'outil HEPROMO permet la même démarche dans les conditions Helvétiques, basé sur des chantiers réalisés en billons. Cet outil est consultable sur : https://www.waldwissen.net/technik/holzernte/kalkulation/wsl_hepromo/index_FR.

Débarder au câble aérien : coût ou surcoût ?

La notion de surcoût est souvent utilisée lorsque l'on évoque le débardage par câble aérien en comparant les coûts de mobilisation à ceux du débardage par débusqueur.

Cette comparaison n'a pas lieu d'être car ces méthodes de récolte ne sont pas utilisées dans les mêmes conditions (frange de 50 m en amont et 150 m à l'aval des routes ou pistes forestières pour le débusqueur, jusqu'à 800 m amont / aval pour les câbles mâts utilisés en France et en Suisse, 2 000 m pour les câbles long).

Le débardage par câble a donc un coût qui lui est propre de par :

- Son domaine d'action spécifique (pente, milieux humides) où les autres machines terrestres ne peuvent aller ;
- Son système spécifique nécessitant a minima 2 personnes pour la phase de débardage, alors que les systèmes terrestres ne sollicitent qu'un seul opérateur ;
- Sa productivité réduite par rapport à d'autres systèmes, compte tenu des difficultés du milieu et des temps non-productifs importants ;
- Sa possibilité de réduire d'autres frais (coûts évités): réseau de desserte moins dense, réduction des impacts sur les milieux naturels sensibles en réduisant la pénétration des massifs ;
- La réduction des coûts de réalisation de desserte forestière.

B. Aides financières possibles

Le débardage par câble est une technique appropriée pour permettre une mobilisation accrue des bois ainsi qu'une exploitation respectueuse de l'environnement. Afin d'améliorer la compétitivité de ces techniques de débardage par câble, divers accompagnements économiques existent.

Les bénéficiaires des aides au fonctionnement sont les propriétaires forestiers qui souhaitent réaliser une coupe à câble sur leurs parcelles. Il s'agit donc d'une incitation à la mise en marché, compte tenu que la valeur du bois sur pied (calcul résiduel) est souvent très faible par rapport à d'autres systèmes d'exploitation connus mais qui ne sont pas utilisables dans ce contexte. Les modes de calcul sont très souvent différents : au m³ débardé, au mètre linéaire de ligne installé...

En 2017, un état des lieux a été réalisé dans le cadre du projet Formicable. L'étude des aides financières a montré une grande diversité des taux et assiettes éligibles selon les régions, et des évolutions régulières. En voici quelques exemples :

En Auvergne-Rhône-Alpes

Mesure 4.32 du Plan de Développement Rural de la Région Auvergne-Rhône-Alpes : « Développement des infrastructures de débardage par câble forestier : câble aérien », déployée par la DRAAF depuis 2016.

Cette mesure vise à soutenir les travaux d'infrastructure et les travaux nécessaires à l'installation des machines, l'installation et le démontage des câbles de débardage ainsi que la maîtrise d'œuvre ou l'encadrement des chantiers.

Pour cette aide au fonctionnement, l'assiette éligible correspond à un forfait de 8 €/mètre de câble installé pour des lignes inférieures à 400 mètres de longueur, et 10 €/mètre de câble installé pour des lignes de câble de longueur supérieure à 400 mètres. La subvention prend en charge 40 à 80 % de cette assiette, selon les cas d'application du régime des minimis. Pour bénéficier de celle-ci, le propriétaire doit s'engager dans la gestion durable de la forêt, en respectant les préconisations du Guide de Sylviculture de Montagne (GSM) et en faisant réaliser le martelage par un "homme de l'art". Des critères de sélection permettent de hiérarchiser les chantiers demandeurs.

En Savoie et Haute-Savoie

Mesure d'« Incitation au débardage par câble » du Conseil Savoie Mont Blanc (Conseils départementaux de la Savoie et de la Haute-Savoie).

Cette aide se base sur l'intérêt de l'exploitation par câble pour les services écosystémiques de la forêt (protection des sols, de l'eau, de la biodiversité) et contre les dangers liés aux risques naturels. Elle est relativement simple à mettre en place.

Elle fonctionne sous la forme d'un montant forfaitaire versé au propriétaire. Si la ligne de câble fait moins de 400 mètres linéaires, l'aide est de 950 €/ha de forêt exploitée. Elle est de 1 250 €/ha si la ligne est supérieure à 400 mètres linéaires. Le prélèvement minimal pour l'attribution de cette aide est de 75 m³/ha pour les lignes inférieures à 400 mètres linéaires, et de 100 m³/ha pour les lignes supérieures à 400 mètres linéaires.

Cette aide n'est pas cumulable à celle proposée par la région.

En Midi-Pyrénées

Mesure de « Soutien à la mobilisation des bois par câble » en Midi-Pyrénées (Conseil régional).

L'aide s'applique sur un coût forfaitaire du débardage par câble, soit 57,5 €/m³ pour une récolte stricte et 63,5 €/m³ s'il y a des travaux d'aménagement (pistes forestières, places de dépôt, ...). Le taux d'aide appliqué est de 35 % du forfait pour des bois d'œuvre (soit 20 €/m³) et de 45 % du forfait pour des bois d'industrie (soit 25,8 €/m³).

Les chantiers en forêt privée sont prioritaires (bonus sur la grille de notation). L'aide est plafonnée en forêt domaniale à une subvention d'équilibre de telle sorte que l'équilibre financier soit atteint.

Subventions cantonales en Suisse

En Suisse romande, le montant et les modalités d'obtention des subventions sont différents selon les cantons. Ce sont des aides au fonctionnement, à destination des propriétaires forestiers, qui sont synthétisées dans le tableau suivant :

Canton	Montant de la subvention	Modalité d'obtention
Vaud	CHF 90.-/m ³ soit 77,40 €/m ³ *	Débardage par câble mât en conditions faciles (à la montée)
	CHF 110.-/m ³ soit 94,6 €/m ³ *	Débardage par câble mât en conditions difficiles (à la descente, plusieurs mâts, risque pour les opérateurs)
Berne	CHF 14,30.-/mètre linéaire soit 12,28 €/ml *	Taux de subvention 70% des coûts d'exploitation
Jura	CHF 30.-/m ³ soit 25,8 €/m ³ *	Taux de subvention 70% des coûts d'exploitation
Valais	CHF 9'000.-/ha soit 7'740€/ha *	Doit pouvoir couvrir tous les frais d'entretien et d'exploitation
Fribourg	Voir sur le lien ci-après	https://www.fr.ch/sites/default/files/2020-02/di_1301_1_interv_fp_20191206.pdf (page 22)

* Taux de change 1CHF = 0,86 € en novembre 2017

Subvention cantonales au fonctionnement du câble, à destination des propriétaires forestiers, en Suisse Romande, 2017 (source ACSR).

C. Bilan économique prévisionnel des chantiers

Sur la base d'estimations ou de devis des entreprises, le calcul des dépenses (prestation, gestion, travaux annexes) est assez aisé.

Lors d'une vente à l'Unité de Produit (UP, qui définit un prix par classe de qualité, le cubage des qualités servant à établir le montant global de vente de la coupe), l'estimation des recettes est à réaliser sur la base d'un inventaire précis des volumes et des qualités lors du martelage. En effet, les valeurs de vente des produits varient fortement avec les qualités, pouvant rendre le bilan de chantier déficitaire.

Exemple de bilan :

Contexte : 1 000 m³ récoltés, prestation de 45 €/m³ (abattage et débardage), création infrastructure 2 000 € (soit 2 €/m³), frais de suivi et de gestion du chantier 4 €/m³, soit 51 €/m³ de dépenses ou 51 000 €. Subvention : 8 €/m³ soit 8 000 €. D'autres frais peuvent exister (location de place de dépôt...) mais ne sont pas pris en compte dans cet exemple.

	Produits vendus			Recettes	Total recettes
Situation 1	Sapin charpente	25%	70 €/m ³	250 x 70 = 17 500 €	47 500 €
	Sapin palette	75%	40 €/m ³	750 x 40 = 30 000 €	
Situation 2	Sapin charpente	60%	70 €/m ³	600 x 70 = 42 000 €	58 000 €
	Sapin palette	40%	40 €/m ³	400 x 40 = 16 000 €	

Calcul des recettes liées aux ventes de bois

	Recettes	Dépenses	Bilan
Situation 1	Ventes de bois : 47 500 € Subvention : 8 000 €	Coûts d'exploitation : 51 000 €	+4 500 € soit +4,5 €/m ³
Situation 2	Ventes de bois 58 000 € Subvention : 8 000 €	Coûts d'exploitation : 51 000 €	+15 000 € soit +15 €/m ³

Le bilan de chantier

Dans cet exemple, il apparaît clairement que des modifications dans les proportions des qualités ont une incidence très forte sur le bilan global du chantier.

Valorisation du bois énergie en France

Une grande majorité des chantiers se fait en arbres entiers, c'est-à-dire avec extraction des branches. Les arbres sont alors façonnés mécaniquement en bord de route. Les branches et houppiers, produits connexes de l'exploitation, sont généralement stockés bord de route. Ils peuvent être déchiquetés pour produire du bois énergie (de qualité médiocre compte tenu de la grande proportion de petites branches et d'aiguilles ou feuilles), ce qui permet d'évacuer ces produits et d'approvisionner des chaudières locales.

Cependant, le coût de cette transformation en montagne est très onéreux (transport des machines notamment, faible productivité des déchiqueteuses sur ce type de produit) et ne permet pas d'apporter un complément de revenu au propriétaire. Dans le contexte actuel, ce produit est souvent considéré comme valeur nulle bord de route et laissé en tas bord de route.

Certains secteurs exigent également l'évacuation des rémanents pour diverses raisons : esthétique, risque d'incendie, maladie.... Cette intervention doit être également prise en compte dans les frais globaux du chantier.

Valorisation du bois énergie en Suisse

Suisse, le bois énergie se développe avec des centrales acceptant un taux d'humidité (verte) et les branches. Le sujet sensible du bois utilisé sur place ne favorise pas des exploitations par arbre entier. Généralement, ce sont les zones le long des cours d'eau ou à proximité des pâturages qui sont exploitées par arbre entier. Les entreprises équipées de processeurs sont favorables à ce type d'exploitation. De manière globale, les objectifs sont de limiter le lessivage des sols forestiers et d'atteindre le bon équilibre entre activité économique et préservation des sols.

Préparer son bilan prévisionnel au plus précis permet de limiter les surprises économiques en fin de chantier. Il doit être fait sur des données solides et précises (devis, estimation de la qualité des bois), car de petites variations peuvent avoir des incidences fortes.

L'astuce du gestionnaire fûté



Assumer son bilan

Dans une récolte au câble aérien, les **retours financiers** pour le propriétaire forestier sont souvent **faibles** par rapport à une situation de récolte dans un contexte facile (récolte mécanisée à plat par exemple). Cette faible valorisation économique est souvent un **frein** à la mise en œuvre des chantiers.

Les propriétaires forestiers doivent bien avoir conscience que :

- Aujourd'hui, **il n'y a pas d'autres moyens techniques** de mobiliser leurs bois, donc pas de valorisation supérieure possible ;
- Ne pas réaliser de récolte entraîne un **vieillissement des forêts** et une **régularisation des peuplements** dans les gros bois, pouvant avoir plusieurs conséquences : perte de valeur des bois, augmentation des risques naturels (érosion, glissement de terrain, chablis...), absence de renouvellement naturel... ;
- La mobilisation de leurs bois permet de soutenir la filière de transformation locale.

Rédacteur :

FCBA : Paul Magaud

**Débardage
par
câble aérien**

3.

MISE EN
ŒUVRE D'UN
CHANTIER

3.1 UN MARTELAGE ADAPTÉ	73	3.4 CONTEXTE ADMINISTRATIF ET RÉGLEMENTAIRE	87
A. Définition et objectifs de cette opération	73	A. Rappels sur la réglementation générale des chantiers forestiers en France	87
B. Particularités liées à une exploitation par câble	73	Fiche de chantier	87
Tracé de ligne	73	Documents à fournir par les entreprises au donneur d'ordres	87
Consignes spatiales de choix des arbres	74	Déclaration de chantier à la DIRECCTE	88
Organisation de l'équipe de martelage	76	Panneau de signalement de chantier	88
Marquage des arbres	77	Autorisation préalable de coupe	88
3.2 DISPONIBILITÉ DES ENTREPRISES	79	Déclaration préalable de coupe	88
A. Disponibilité géographique	79	Déclaration de travaux	89
B. Disponibilité temporelle	80	Déclaration de travaux dans le lit mineur des cours d'eau	89
3.3 CONTRACTUALISATION	83	Périmètre de captage d'eau potable	89
A. Modes de vente des bois	83	B. Demande d'autorisation de chantier spécifique au câble aérien	90
Vente sur pied	83		
Vente bord de route	84		
B. Types de contrat	85		
Contrat de travaux	85		
Contrat de vente de bois	85		

3.1 Un martelage adapté

A. Définition et objectifs de cette opération

Le martelage (désignation) est une opération réalisée par le gestionnaire ayant pour but de choisir et désigner par une marque quelconque (peinture ou notamment à l'aide d'un marteau forestier) des arbres à abattre et à extraire. On parle alors de martelage en abandon et/ou en délivrance.

Dans certains cas moins fréquents, on peut utiliser la méthode inverse en marquant les arbres qui devront rester après la coupe. Lors de l'exploitation, tous les arbres non marqués seront alors abattus et extraits. On parle alors de martelage en réserve.

Cette opération est finalement la matérialisation concrète des décisions faisant suite à la réalisation et l'analyse de divers diagnostics (voir partie 1 chapitre 2 « Une sylviculture particulière ») :

- Diagnostic des risques naturels ;
- Diagnostic de la station forestière ;
- Diagnostic du peuplement ;
- Diagnostic de l'exploitabilité.

Cette préparation de martelage est d'autant plus primordiale qu'elle permet de donner des consignes claires, précises et cohérentes avec les objectifs sylvicoles et la méthode de récolte retenue :

- Où marteler ?
- Quels arbres à maintenir ?
- Quelle quantité marteler ?
- Que doit-on marteler ?
- Comment marteler ?
- ...

B. Particularités liées à une exploitation par câble

Tracé de ligne

Étant donné les spécificités techniques d'une exploitation par câble, il est nécessaire que le tracé de la ligne soit réalisé avant le martelage afin de connaître in situ les contraintes spatiales de prélèvement qui en découleront. De fait, l'équipe de martelage est alors en capacité de localiser sur le parterre de la coupe les différents éléments de l'installation (câble porteur, supports...) pour faire des choix appropriés d'arbres à abattre ou non en fonction des capacités techniques du futur système d'exploitation.

Consignes spatiales de choix des arbres

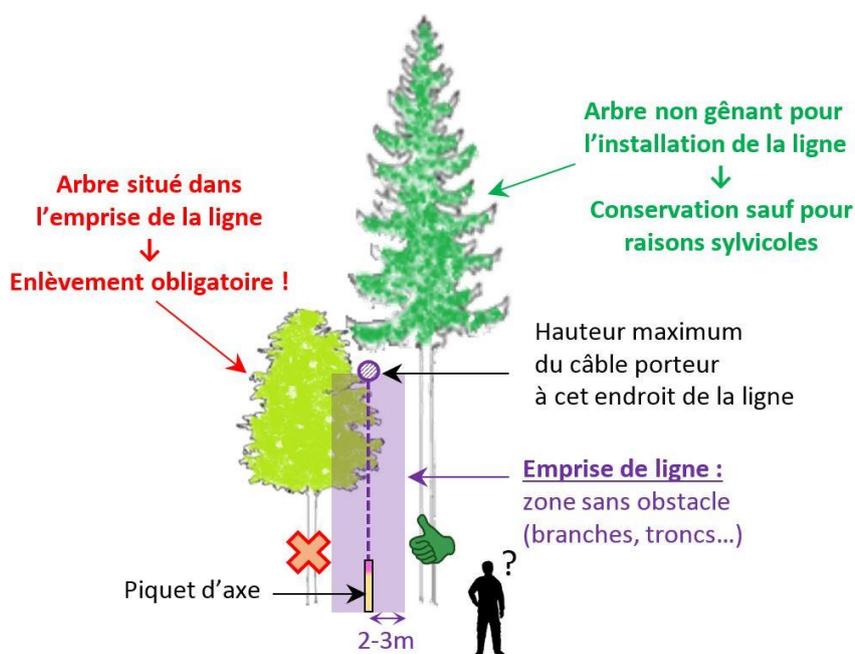
Marquage des bois d'emprise de la ligne

Du fait du fonctionnement même d'une exploitation par câble aérien, il est nécessaire d'enlever les arbres situés dans l'emprise de la ligne pour :

- Permettre l'installation / mise en tension du câble porteur ;
- Laisser un passage libre aux grumes lors du débardage des bois.

Les troncs sont bien évidemment les obstacles majeurs au fonctionnement de la ligne mais les branches sont également gênantes pour le bon fonctionnement de l'installation. Par conséquent, un arbre dont le tronc est situé à 10 m de la ligne peut très bien être prélevé en raison d'une grosse branche de son houppier qui vient jusqu'à l'axe de la ligne. Généralement, on considère que la zone sans obstacle doit s'étendre de 2 à 3 m de part et d'autre de l'axe de la ligne et ce jusqu'à la hauteur maximum du câble porteur, soit 4 à 6 m d'emprise totale.

Il est important de ne pas trop élargir cette emprise de la ligne afin de limiter l'impact visuel potentiellement fort de cette forme linéaire dans le paysage.



Choix des arbres à enlever au sein de l'emprise d'une ligne de câble
(Source : ONF)



Emprise restreinte (Source : ONF)

Bien évidemment, les arbres identifiés lors du traçage de la ligne comme support intermédiaire ou terminal, ancrage et haubans (situés à proximité ou non de l'axe de la ligne) seront conservés lors du martelage (présence d'une marque spécifique conformément à la Fiche Technique n°6). Les caractéristiques techniques de ces éléments nécessaires au fonctionnement d'une ligne de câble sont présentées dans le chapitre « 2.3 Montage d'une ligne » de la partie 2.

Définition de la surface martelable / exploitable depuis une ligne de câble

Lors du pêchage latéral des bois depuis l'axe de la ligne, les contraintes mécaniques appliquées au câble porteur imposent de définir une distance au-delà de laquelle il n'est pas souhaitable de marteler un arbre et donc de l'exploiter.

Usuellement, on considère que, selon le type de matériel, les distances maximales à respecter sont les suivantes (voir Fiches Techniques n° 1, 2 et 5) :

- 40 m pour le câble mât ;
- 50 m pour le câble long.

Ces distances s'entendent du pied de l'arbre jusqu'à l'axe de la ligne (selon la perpendiculaire). Elles peuvent être majorées ou minorées dans les cas suivants :

Augmentation de 10 m	Réduction de 10 m
Zones en pente faible (inférieure à 20%) et/ou non accidentées.	Zones en pente raide et/ou accidentées.
Hauteur de câble porteur importante (supérieure à 20 m).	Exploitation d'arbres entiers avec ébranchage en dehors du parterre de la coupe.
Lignes en dévers → Augmentation du côté aval du câble.	Lignes en dévers → diminution du côté amont du câble.
	Coupe en arêtes de poisson.

Configurations nécessitant une modification des distances de martelage depuis la ligne de câble (source ONF).

Privilégier les coupes en trouées ou en arêtes de poisson

Comme évoqué dans les parties précédentes, il est nécessaire d'adapter le martelage des bois en tenant compte de la faisabilité technique de l'abattage et du débusquage vers l'axe du câble afin :

- De minimiser les dégâts au peuplement restant (Objectif sanitaire) ;
- D'améliorer le bilan financier de gestion du peuplement (Objectif économique).

De fait, pour répondre aux contraintes précédentes et à des objectifs sylvicoles variés (amélioration, renouvellement, récolte...), les types de prélèvement spatiaux à privilégier sont ceux en trouées et/ou en arêtes de poisson dans nos contextes de montagne (voir figure suivante et Fiche Technique n°5).

Le martelage pied par pied ne permet pas de répondre à toutes ces contraintes et objectifs dans des conditions satisfaisantes pour le gestionnaire et l'entreprise de câblage.

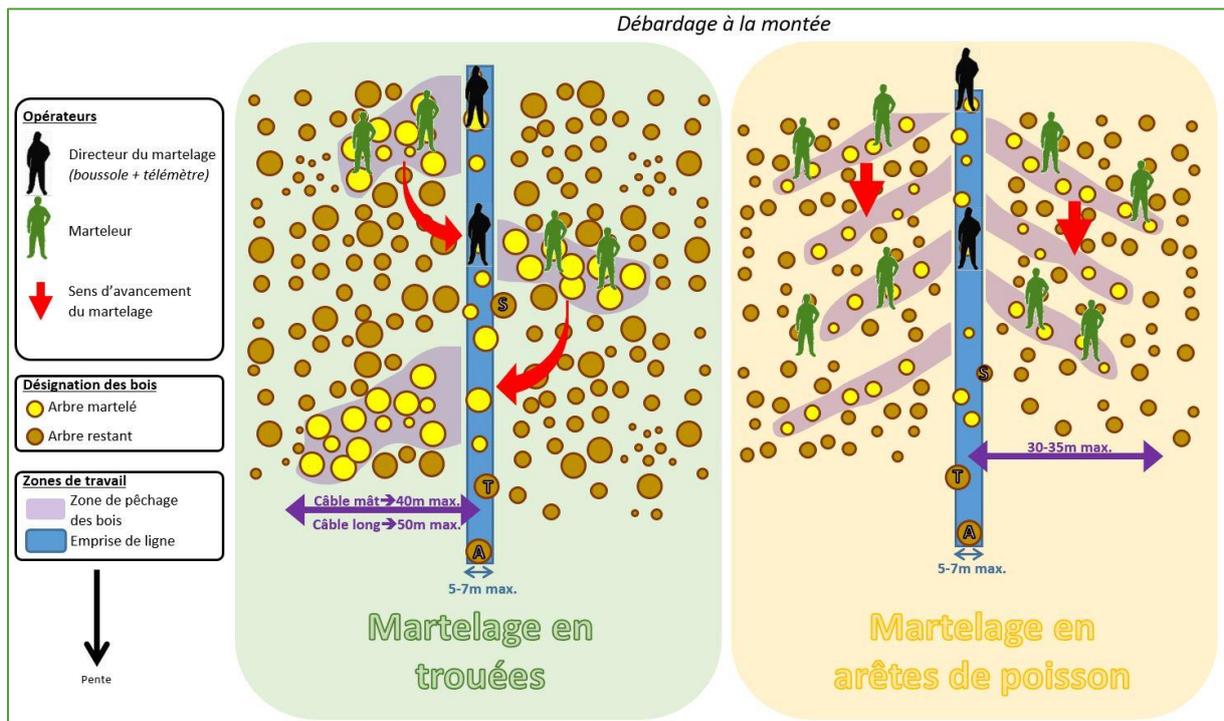
Organisation de l'équipe de martelage

Pour faciliter la communication entre les membres de l'équipe de martelage, il est conseillé de fonctionner en équipe réduite : 3 à 5 opérateurs (dont le directeur de martelage). Il est également préférable d'effectuer le martelage à la descente pour limiter les contraintes de déplacement au moment de la prise de décision.

Le directeur de martelage suit l'axe de la ligne pour :

- évaluer les distances maximales des arbres depuis l'axe de la ligne ;
- appréhender au mieux l'éloignement nécessaire entre trouées ;
- vérifier l'angle / espacement des arêtes de poisson si besoin.

Bien évidemment, ces contrôles et les choix de martelage qui en résultent sont discutés avec l'ensemble des opérateurs présents. Le positionnement «central» du directeur de martelage permet néanmoins une prise de décision garantissant plus de cohérence vis-à-vis du fonctionnement de la future installation. Il est donc nécessaire que le directeur de martelage dispose, en plus du matériel habituel de martelage, d'un télémètre et d'une boussole.



Progression en martelage par trouées ou arêtes de poisson le long d'une ligne de câble (Source : ONF)

L'établissement d'une fiche de martelage par ligne est un impératif pour distinguer les volumes de chacune des lignes d'un chantier et pouvoir donc calculer l'Indice de Prélèvement Câble (IPC) correspondant.

Ces éléments sont rappelés dans les Fiches Techniques n°1, 2 et 5.

Marquage des arbres

Pour faciliter la visualisation des arbres à abattre, il est nécessaire d'utiliser un mode de marquage suffisamment visible depuis l'axe de la ligne. De fait, on privilégiera le marquage à la bombe de peinture avec le symbole « X » sur la face du tronc qui regarde l'axe de la ligne. D'autres symboles existent pour marquer les autres éléments nécessaires au fonctionnement de la ligne (voir Fiche Technique n°6).

L'astuce du gestionnaire fûté



Le martelage

Le martelage est moment important car il permet de :

- Matérialiser la **direction sylvicole** choisie ;
- Connaître plus précisément le **volume à exploiter** ;
- **Cadrer** le travail des bûcherons et des câblistes.

Toutefois, il est nécessaire de garder une certaine **souplesse** à posteriori vis-à-vis des arbres martelés ou non. En effet, offrir la possibilité d'interchanger des bois martelés avec des non martelés amène à :

- Faciliter l'exploitation → Amélioration de l'économie du chantier ;
- Limiter les dégâts aux tiges restantes → **Améliorer l'état sanitaire** du peuplement après l'exploitation.

Rédacteur :

ONF : Laurent Malabeux



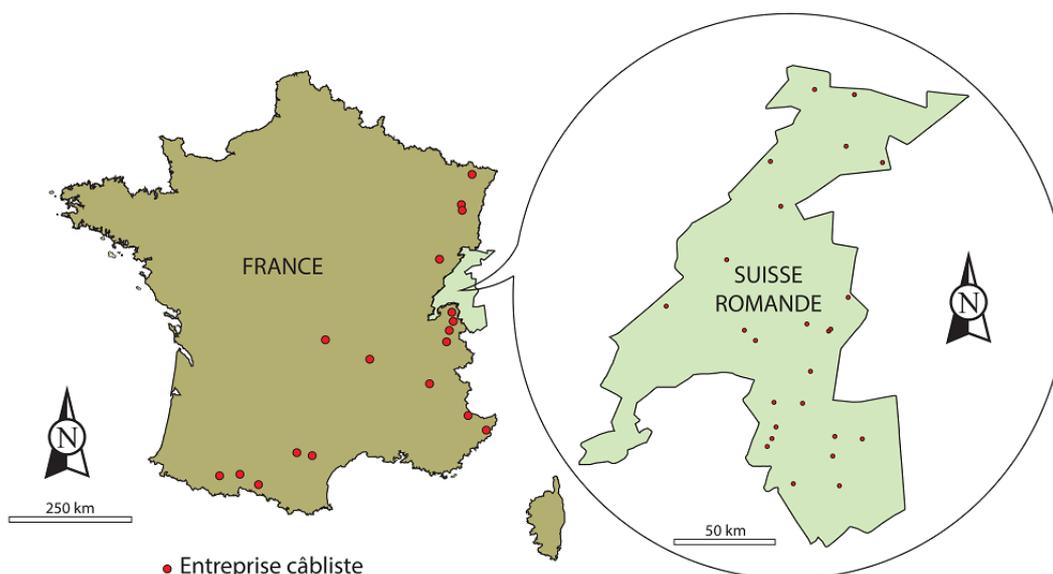
*Photographie issue de l'exposition itinérante du projet FORMICABLE « Des câbles et des hommes »
par Florent Pedrini*

3.2 Disponibilité des entreprises

A. Disponibilité géographique

Les entreprises de débardage par câble aérien sont historiquement implantées dans les massifs de montagne :

- *En France* : Alpes, Massif Central, Vosges, Pyrénées ;
- *En Suisse romande* : sur tout le territoire globalement montagneux, et culturellement sensible à cette technique.



Localisation des entreprises de débardage par câble aérien en France et en Suisse romande en 2017 (Source : FCBA, ACSR)

Les entreprises cherchent à rester le plus possible à proximité de leur implantation géographique pour réduire les frais de déplacement (refacturés au donneur d'ordre !) et permettre de maintenir une vie familiale aux opérateurs. Le déplacement d'une équipe pendant un mois dans des conditions décentes (hôtel, chambre d'hôte...) peut être évalué à environ 8 000 €/mois (3 chambres + repas pendant 20 jours soit environ 6 000 € + les déplacements). Compte tenu qu'une équipe réalise environ 1 000 m³ par mois, les déplacements hors zone géographique pourraient se répercuter à hauteur de 8 €/m³ sur le prix de prestation. Les entreprises en déplacement cherchent à réduire ces coûts et choisissent souvent la location d'un gîte (coût total proche des 2 000 €/mois) où ils peuvent faire la cuisine. Cette situation peut cependant être perçue négativement par des opérateurs, qui vivent 24h/24 ensemble.

En Suisse, le nombre plus important d'entreprises et leur bonne répartition géographique limitent généralement les déplacements et participent à stabiliser les équipes.

Pour limiter cette augmentation des coûts, il est donc préférable pour un donneur d'ordres de rechercher des entreprises à proximité, tout en étant vigilant sur l'adaptation du matériel disponible au regard des travaux à réaliser (type et capacité du câble).

En Suisse, les distances de déplacement sont plus courtes et les machines adaptées aux conditions locales. Quelques entreprises effectuent toutefois des chantiers éloignés. En général, l'entreprise reste dans son rayon d'action et évolue dans des chantiers ayant des volumes supérieurs à 1000 m³. Dans ce contexte, le personnel est principalement jeune et motivé.

B. Disponibilité temporelle

Une équipe de débardage par câble aérien française réalise en moyenne 6 à 8 chantiers par an (environ 1 000 m³ par chantier), pour une production généralement comprise entre 6 et 10 000 m³, selon le nombre de jours de travail annuel.

En Suisse, ce sont près de 12 000 m³/an/équipe qui sont exploités selon le nombre de jours de travail.

Les entreprises cherchent généralement à planifier leurs chantiers un an à l'avance et réalisent les visites et devis pendant la période hivernale, tant qu'ils ont accès aux coupes.

La période hivernale (décembre à mars) est, selon les conditions météorologiques et principalement d'enneigement, une période complexe pour les entreprises, qui doivent faire face à :

- Des difficultés d'accès pour les équipes ;
- Des dangers supplémentaires, notamment lors de l'abattage des bois (risque de chutes...) ;
- Des risques d'interruptions en cas de chute de neige soudaine ;
- Des difficultés d'accès des camions, pouvant provoquer une saturation des places de dépôt.

D'autres contraintes peuvent également apparaître en été et réduire d'autant la période d'activité :

- Fréquentation touristique forte, notamment sur les sentiers de randonnée ;
- Périodes de nidification ou de reproduction de certaines espèces.

Pour ces raisons, de nombreuses entreprises stoppent leur activité l'hiver ou s'orientent vers d'autres types de travaux. Pour compléter leurs revenus, certains opérateurs se font également saisonniers en station de sports d'hiver, ce qui peut parfois compliquer la gestion des ressources humaines au sein des entreprises.

L'astuce du gestionnaire fûté



Proposer des chantiers en période creuse (novembre à juillet)

Pour augmenter la disponibilité des entreprises, **l'identification de chantiers d'hiver** (faible altitude, bon accès) ou lors des **périodes creuses** (non touristiques, hors périodes de reproduction....) permettrait de répondre à la demande des propriétaires forestiers ou exploitants, tout en augmentant le nombre de jours de travail des entreprises, ce qui ferait automatiquement **baisser les prix de mobilisation** en offrant une **marge de négociation** entre gestionnaire et entreprise pour le chantier concerné.

La **flexibilité temporelle** de réalisation des chantiers vis-à-vis des contraintes des entreprises et du contexte local est un élément clé à prendre en compte. La **planification anticipée**, sur 2 -3 ans, permet donc une **optimisation technique et économique** de réalisation des chantiers.

L'astuce du gestionnaire fûté



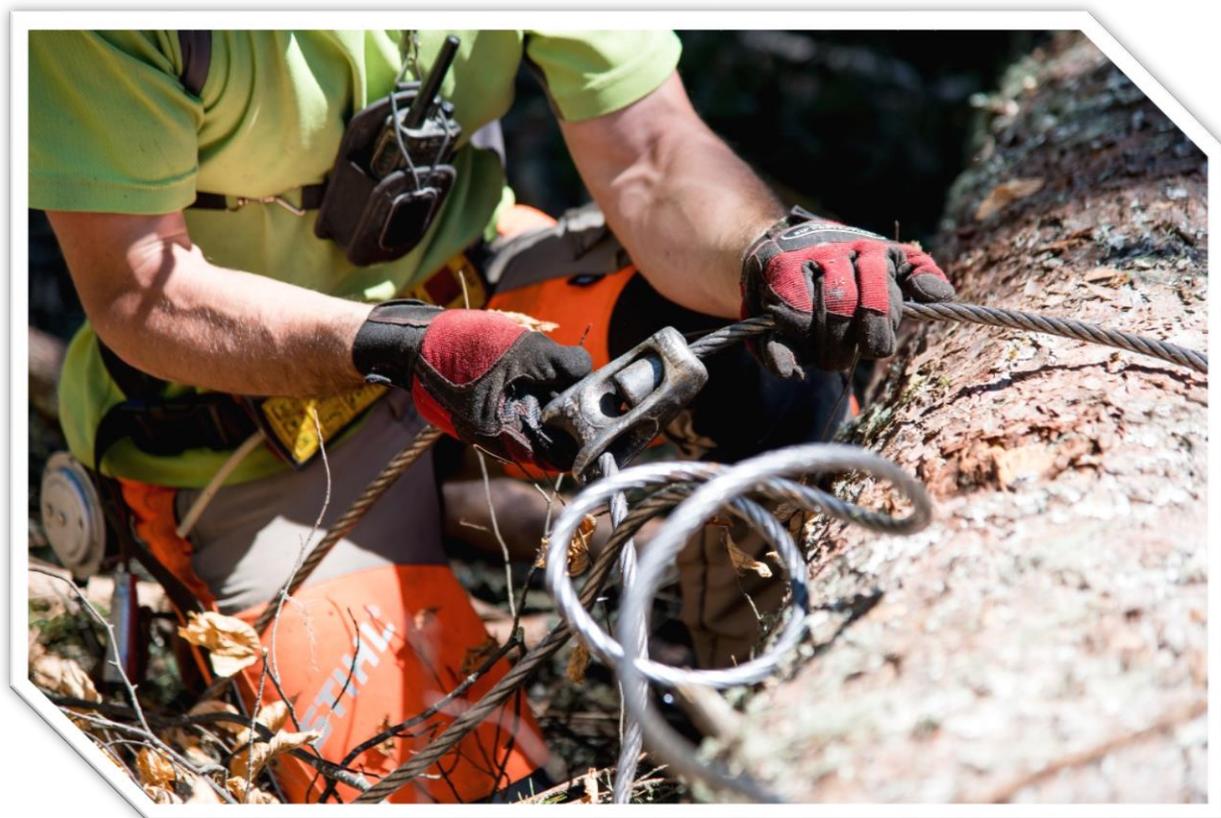
Valoriser son savoir et communiquer sur les chantiers

Dans un contexte où **l'acceptation sociale** de la récolte est limitée, certaines collectivités et professionnels proposent la **découverte des métiers forestiers**, à travers des opérations de **communication** sur les chantiers en cours. En France, l'opération « Vis ma vie de Bûcheron » rencontre un franc succès auprès du grand public.

En **période touristique**, organiser la visite d'un chantier câble en action peut ainsi être une bonne opportunité pour **présenter** la gestion forestière locale et **promouvoir** la récolte par câble aérien.

Rédacteur :

FCBA : Paul Magaud



*Photographie issue de l'exposition itinérante du projet FORMICABLE « Des câbles et des hommes »
par Florent Pedrini*

3.3 Contractualisation

Un chantier de débardage par câble aérien est plus complexe à mettre en œuvre qu'un chantier classique. Il nécessite une préparation minutieuse pour tenir compte des contraintes externes, au sein d'une véritable synergie entre les acteurs mobilisés.

Comme dans tout chantier, le propriétaire ou son gestionnaire fait appel aux professionnels de la récolte pour définir les modalités d'intervention. Mode de vente, objectifs, subventions éventuelles, contractualisation et période d'intervention sont les premiers éléments à définir lors de la préparation d'un chantier.

A. Modes de vente des bois

Pour un propriétaire ou son gestionnaire, deux modes de commercialisation sont possibles : sur pied ou bord de route. Le propriétaire devra s'assurer de disposer des compétences requises par ces modes de ventes, pour lui ou son mandataire.

Quel que soit le mode de vente, le propriétaire peut définir des conditions d'exploitation particulières sur ce chantier (période d'intervention et/ou période d'interdiction, respect des sols et de la régénération...).

Vente sur pied

Dans ce mode de vente, le transfert de propriété des bois se fait sur des arbres debout en forêt. Le propriétaire choisit les arbres à récolter et les vend sur pied à un exploitant forestier (EF). Ce dernier a alors la charge de réaliser l'exploitation (ou de faire réaliser par un prestataire « entrepreneur de travaux forestier (ETF) »).

La commercialisation des produits peut se faire de différentes manières :

- **en bloc** : la transaction est faite sur la base d'un montant financier fixé en commun accord (ou lors d'une vente avec concurrence) suite à l'évaluation des volumes et qualités sur pied. Une fois déterminé, ce montant reste fixe et ne change plus. Il ne reflète cependant pas les qualités et les volumes avec exactitude puisqu'il est basé sur une estimation du « bloc » vendu ;
- **à l'Unité de Produit (UP)** : les deux parties s'entendent sur des prix unitaires (€ ou CHF /m³, m³ apparent, tonne) par qualité et type de produit réalisé. À la fin de l'exploitation, une synthèse des volumes par type de produit permet de conclure la transaction. Ce mode de commercialisation reflète exactement le volume récolté et les qualités associées. Le montant financier final de la transaction n'est cependant accessible qu'en fin de chantier ;
- **à la surface** (ha), plus rarement utilisée, mais peut être pratiquée pour des coupes rases, lors de la récolte de bois énergie (peuplements homogènes), de chablis important ou de morcellement parcellaire très important.

AVANTAGES pour le propriétaire / gestionnaire	INCONVENIENTS pour le propriétaire / gestionnaire
Connaît précisément (vente en bloc) ou plus approximativement (vente à l'UP) le montant de sa vente.	Ne maîtrise pas l'exploitation (qualité, période, choix des sous-traitants...).
Pas besoin de coordonner la mise en œuvre du chantier (recherche d'ETF, suivi logistique...).	Ne réalise une marge que sur la vente des produits.
Pas besoin d'avance de trésorerie (pas de dépenses).	

Avantages et inconvénients de la vente sur pieds pour le propriétaire ou son gestionnaire

Vente bord de route

Dans ce mode de vente, le transfert de propriété se fait bord de route, voire livré usine. C'est donc le propriétaire ou son gestionnaire qui a la charge de l'opération de récolte. La transaction se fait généralement sur des volumes mesurés bord de route (ou sur camion, voire bascule), associés à un prix de vente par unité de volume.

Ce mode de vente est pratiqué lorsque la demande d'achat sur pied est plus faible. En effet, les exploitants forestiers préfèrent s'orienter sur des chantiers faciles à mettre en œuvre, moins coûteux, sur lesquels la marge financière peut être plus importante. En vendant ses bois bord de route, le propriétaire rend ses lots attractifs et au même prix (à qualité et produit équivalents sur le marché national) que pour des chantiers plus simples.

En France, ce mode de vente est également recherché par les scieries qui peuvent ainsi se focaliser sur leur activité sans être trop tournées vers la récolte.

AVANTAGES pour le propriétaire / gestionnaire	INCONVENIENTS pour le propriétaire / gestionnaire
Peut choisir le prestataire (ETF), maîtrise de l'exploitation (période, qualité...).	Doit identifier et contractualiser avec un prestataire de service (ETF).
Permet d'augmenter la valeur ajoutée des bois vendus et donc la marge.	Doit faire l'avance de trésorerie pour rémunérer le prestataire.
Permet de vendre des bois lorsqu'aucune offre n'a été faite pour une commercialisation sur pied.	Peut avoir des difficultés de commercialisation bord de route, notamment pour des qualités de faible valeur.
Permet de trier les bois par essence et qualité.	Doit suivre et coordonner le chantier, notamment la logistique – transport.

Avantages et inconvénients de la vente bord de route pour le propriétaire ou son gestionnaire

B. Types de contrat

Différents contrats peuvent être réalisés selon le mode de commercialisation retenu. Cette approche est valable quel que soit le type du chantier de récolte.

Contrat de travaux

En France, le contrat de travaux définit les modalités de mise en œuvre de la coupe. Il est signé par le propriétaire des bois et le prestataire de service qui va réaliser la coupe (ETF). Il est mis en œuvre :

- Par le propriétaire forestier lorsque ce dernier vend les bois bord de route et gère l'exploitation ;
- Par l'exploitant forestier lorsqu'il a acheté les bois sur pied et sous-traite l'exploitation à un ETF.

Le contrat de travaux définit les conditions d'exploitation (parcelle, type de coupe, période d'intervention, conditions particulières, prix de prestation ...). Des modèles existent auprès des organismes professionnels (<https://www.foretpriveefrancaise.com/n/le-contrat-de-vente/n:135>).

En Suisse, les contrats sont multiples et très dépendants des régions et des cantons. De plus, dans le cadre de conventions entre cantons et propriétaires, certaines règles forfaitaires sont définies avant tout en ce qui concerne les forêts de protection.

Contrat de vente de bois

En France, le contrat de vente peut être mis en œuvre :

- Par le propriétaire forestier avec un exploitant forestier (vente sur pied) ;
- Par le propriétaire forestier avec un scieur ou un exploitant forestier (vente bord de route).

Ce contrat définit le type de produit, les prix de vente, les délais d'exploitation, les conditions de réception (mesure des volumes) et les modes de règlement. Des modèles existent auprès des organismes professionnels (<https://www.foretpriveefrancaise.com/n/le-contrat-de-vente/n:135>).

En Suisse, les contrats de vente sont réalisés selon les recommandations de l'usage du commerce des bois (https://www.lignum.ch/fr/prestations/prestations/usages_du_commerce_des_bois/).

L'astuce du gestionnaire fûté



Choisir son intervention

Suite au **diagnostic de faisabilité**, le propriétaire doit :

- Identifier son **mode de commercialisation** (sur pied ou bord de route) ;
- Identifier les **intervenants**, et leur **disponibilité**, en lien avec le **matériel** dont ils disposent pour réaliser la coupe.

Rédacteur : FCBA : Paul Magaud



*Photographie issue de l'exposition itinérante du projet FORMICABLE « Des câbles et des hommes »
par Florent Pedrini*

3.4 Contexte administratif et réglementaire

Les démarches à effectuer dans le cadre des chantiers d'exploitation par câble sont similaires à celles nécessaires pour d'autres types de chantier. Seule différence notable : les demandes d'autorisation à effectuer auprès des services de la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) pour la France, et auprès de l'OFAC pour la Suisse.

A. Rappels sur la réglementation générale des chantiers forestiers en France

Les documents et démarches réglementaires nécessaires pour tous les chantiers forestiers, quel que soit le moyen d'exploitation choisi, sont rappelés dans ce paragraphe.

Fiche de chantier

La fiche de chantier est établie par le donneur d'ordres ou son assistant technique (R 717-78-1 du Code rural et de la pêche maritime). Elle donne aux entreprises intervenantes les informations spécifiques au chantier pouvant avoir une incidence sur la sécurité des intervenants et les informations relatives au secours.

En cas d'intervention de plusieurs entreprises sur un même chantier, le donneur d'ordres (son assistant technique) doit établir un Programme prévisionnel des interventions, annexe à la Fiche chantier. En cas d'intervention simultanée ou successive de plusieurs entreprises, la Fiche chantier doit alors mentionner les mesures de sécurité spécifiques permettant de réduire les risques liés à la simultanéité des interventions. Elle et ses annexes doivent être signées par toutes les entreprises auxquelles le donneur d'ordres passe commande. Les entreprises doivent répercuter les informations à leurs salariés et éventuels sous-traitants.

Documents à fournir par les entreprises au donneur d'ordres

- Au titre de la lutte contre le travail dissimulé :
 - Une attestation sociale de vigilance en cours de validité ;
 - Un justificatif d'immatriculation en cours de validité ;
 - La liste de ses salariés étrangers, ou, à défaut, l'engagement sur l'honneur qu'elle n'emploie pas de salariés étrangers.
- Une attestation d'assurance responsabilité civile professionnelle en cours de validité ;
- Une attestation fiscale (délivrée par la Direction des finances publiques) dans le cas spécifique des chantiers réalisés directement pour le compte de l'ONF.

Déclaration de chantier à la DIRECCTE

La DIRECCTE est la Direction Régionale des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi. Elle a un rôle d'inspection du travail.

Cette déclaration est à faire par chaque entreprise intervenant, lorsque :

- La totalité du volume du chantier est supérieure à 100 m³ avec abattage manuel ou 500 m³ avec abattage mécanisé ;
- Le chantier mobilise plus de 2 salariés pendant une durée supérieure à 1 mois.

Une copie doit être également adressée à la mairie du territoire communal concerné. Des sanctions sont prévues à l'encontre des entreprises en cas de non déclaration ou de défaut d'information, qui encourent alors 1 500 € d'amende, et jusqu'à 3 000 € d'amende en cas de récidive.

Panneau de signalement de chantier

Le panneau de signalement de chantier est obligatoire pour les chantiers faisant l'objet d'une obligation de déclaration à la DIRECCTE, avec le nom de l'entreprise intervenante.

Les panneaux de signalement doivent être visibles depuis la voie permettant l'accès au chantier et maintenus durant toute la durée des travaux.

Autorisation préalable de coupe

Une autorisation préalable de coupe doit être adressée par l'entreprise d'exploitation des bois à la Direction Départementale des Territoires ([Cerfa N° 12530*03](#)) pour :

- les coupes situées en forêt ne relevant pas d'un document de gestion durable dont l'emprise est supérieure à un seuil de surface fixé par propriétaire pour chaque département (se renseigner auprès de la Direction Départementale des Territoires (DDT)) et où plus de 50 % du volume des arbres sur pied sont exploités ;
- les coupes situées en forêt de surface supérieure d'un seul tenant à 25 ha et ne relevant pas d'un document de gestion durable (alors qu'il y a par ailleurs obligation qu'elle en soit dotée).

Le délai d'instruction est de 4 mois. La validité de l'éventuelle autorisation est de 5 ans. Les sanctions encourues en cas d'absence d'autorisation pour des coupes concernées par cette obligation de déclaration sont de 20 000 €/ha pour les deux premiers hectares, puis de 60 000 € par hectare supplémentaire.

Déclaration préalable de coupe

En cas d'intervention dans un Espace Boisé Classé, une déclaration préalable de coupe au titre du Code de l'Urbanisme ([Cerfa N° 13404*01](#)) doit être adressée par le donneur d'ordres à la mairie du territoire concerné en recommandé ou en main propre, sauf cas particuliers (se renseigner auprès de la DDT).

Si aucune réponse n'est apportée sous 1 mois suivant la remise de la déclaration, alors les travaux peuvent être entrepris sans autre formalité. Les sanctions encourues en cas d'absence d'autorisation pour des coupes concernées par cette obligation de déclaration sont de 20 000 €/ha pour les deux premiers hectares, puis de 60 000 € par hectare supplémentaire.

Déclaration de travaux

Les déclarations de travaux et d'intention de commencement des travaux (DICT) sont à effectuer lorsque le chantier est situé à proximité des réseaux (lignes électriques ou téléphoniques, conduites d'eau ou de gaz...).

La première est à la charge du donneur d'ordres (ou son assistant technique ou encore à l'acheteur de bois sur pied) et la seconde à celle de l'entreprise. Elle constitue un seul et unique document ([formulaire CERFA n°14434*02](#), [notice CERFA n°14434*02](#)).

Déclaration de travaux dans le lit mineur des cours d'eau

La déclaration de réalisation d'installations, ouvrages, travaux ou activités dans le lit mineur des cours d'eau doit être déposée par le donneur d'ordres auprès de la Direction Départementale des Territoires concernée dans les cas suivants :

- passage d'engin dans le lit d'un cours d'eau ;
- travaux réalisés sur les berges d'un cours d'eau (ex : installation d'ancrage sur corps-mort, aménagement d'une aire d'arrivée) ;
- traînage de bois dans le lit d'un cours d'eau.

Un cours d'eau est défini soit par la cartographie départementale, soit par l'article [L215-7-1 du code l'environnement](#). Si aucune réponse n'est apportée sous 2 mois suivant la date du récépissé de la déclaration alors les travaux peuvent être entrepris sans autre formalité.

En cas de pollution occasionnée à un cours d'eau, les sanctions prévues par l'article L216-6 du Code de l'environnement sont de 2 ans d'emprisonnement et 75 000 € d'amende.

Périmètre de captage d'eau potable

En cas d'intervention dans un périmètre de captage d'eau potable (immédiat, rapproché ou éloigné), l'entreprise, informée par le donneur d'ordres, doit prendre connaissance et respecter les dispositions incluses dans l'arrêté correspondant.

Les sanctions encourues en cas de non-respect des arrêtés, prévues par l'article L1324-3 du Code de la santé publique, sont de 1 an d'emprisonnement et 15 000 € d'amende.

L'astuce du gestionnaire fûté



Respecter la réglementation

Une **déclaration globale** peut être effectuée pour plusieurs chantiers dès lors qu'ils sont réalisés sur le **même département** dans un **délai inférieur à 2 mois**. La déclaration doit toutefois détailler par chantier les informations relatives à la nature, au volume, à la localisation, au nombre de salariés et aux dates des travaux.

Les informations à transmettre à la DIRECCTE correspondent à celles à inscrire sur le panneau de signalement de chantier **dans le cas où une seule entreprise intervient** : l'entreprise qui intervient sur le chantier pourra adresser dans ce cas à la DIRECCTE, et en copie à la mairie concernée, une simple photographie de son panneau de signalement de chantier dûment et lisiblement complété.

Les panneaux de signalement de chantier, en Haute-Savoie, peuvent être achetés auprès de l'ASDEFS.

En Haute-Savoie : <http://www.haute-savoie.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Foret/Reglementation-forestiere-coupes-et-defrichement>

B. Demande d'autorisation de chantier spécifique au câble aérien

Pour la Suisse, la demande se fait auprès de l'Office Fédérale de l'Aviation Civile (OFAC) en retirant un formulaire sur www.bazl.admin.ch.

Pour la France, une demande d'autorisation est à demander auprès de la Direction Générale de l'Aviation Civile, conformément à l'arrêté du 25 juillet 1990 relatif aux installations dont l'établissement à l'extérieur des zones grévées de servitudes aéronautiques de dégagement est soumis à autorisation.

Cette déclaration est à effectuer obligatoirement dès lors que l'un des critères suivants est rencontré sur un chantier :

- Hauteur du câble en un point de la ligne supérieure à 50 mètres ;
- Chantier localisé à proximité d'une zone fréquentée par des aéronefs (ex : site DZ hélicoptère, etc.).

La demande est à effectuer par l'entreprise intervenante responsable de l'installation, de l'utilisation et du démontage des lignes de câble auprès des services de la Direction Générale de l'Aviation Civile, au Département Surveillance et Régulation à Lyon (Tél. 04 26 72 68 00).

La demande, qui doit intervenir plusieurs semaines avant le démarrage des travaux, peut être faite au moyen du modèle ci-dessous par courrier postal, en recommandé avec accusé de réception, ou par mail avec accusé de réception à l'adresse suivante : snia-urba-lyon-bf@aviation-civile.gouv.fr.

Un plan présentant l'implantation des lignes (précisant bien l'échelle utilisée) est à joindre à la demande.

DSAC Centre-Est
 Département Surveillance et Régulation
 210, rue d'Allemagne
 69125 Lyon Saint-Exupéry aéroport

Demande émise par :
 Représenté par :
 Agissant en qualité de :

Adresse :
 Tél. :

*Nom, dénomination sociale de
 l'entreprise*

Madame, Monsieur,

Afin de vous permettre d'émettre un avis, prescrire le balisage et diffuser une information aux usagers de l'espace aérien, je vous communique les renseignements concernant la mise en place d'un dispositif d'exploitation forestière par câble aérien en forêt _____
 parcelle(s) _____,

Territoire communal de _____, au lieu-dit _____.

Date de mise en place du dispositif : à partir du ___ / ___ / 20___

Date de démontage du dispositif : avant le ___ / ___ / 20___

ID ligne	Coordonnées géographiques des points d'ancrage des lignes de câble												Hauteur maximale	Longueur de ligne
	Ancrage HAUT de ligne						Ancrage BAS de ligne							
	Latitude			Longitude			Latitude			Longitude				
	°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"		
<i>Nord</i>	45	51	34	6	17	26	45	51	45	6	17	8	70 m	590 m
<i>Sud</i>	45	51	32	6	17	17	45	51	36	6	17	6	20 m	430 m

Je me tiens à disposition pour toute demande de renseignements complémentaires.

*Signature et cachet de
 l'entreprise*

Modèle de demande d'autorisation de chantier à adresser à la Direction Générale de l'Aviation Civile (Source : DGAC)

Rédacteur :

ONF : Henri Bellier

GLOSSAIRE

Terme Français	Définition	Terme Suisse
Abordage	Technique de mise en sécurité d'un blessé lors du secours sur fût.	Secours sur fût
Aménagement	<p>Aménager une forêt, c'est décider ce que l'on veut en faire, compte tenu de ce que l'on peut y faire, et en déduire ce que l'on doit y faire.</p> <p>Les documents d'aménagement compilent les diagnostics et déterminent les prévisions des coupes et des travaux.</p>	Aménagement
Angle d'ajustage	Ecart angulaire existant entre le Nord cartésien et le Nord de la boussole utilisée pour le piquetage d'une ligne de câble.	Angle d'ajustage
Arbre d'avenir	<p>Arbre dont les potentialités sont jugées suffisantes pour qu'il puisse contribuer significativement à l'objectif fixé au peuplement.</p> <p>Les coupes et opérations sylvicoles menées dans le peuplement sont orientées à son profit.</p>	Arbre d'avenir, arbre de place
Autécologie	Etude des relations entre un type d'organisme et les facteurs de l'environnement.	Autoécologie
Azimut	Angle compris entre la direction du Nord de la boussole utilisée pour le tracé de la ligne et la direction de l'élément visé.	Azimut
Boggie ou Bogie	Module sous une machine forestière, sur lequel sont fixées les roues et permettant une grande souplesse et mobilité des machines.	Boggie ou Bogie
Bouquet	Ensemble d'arbres (collectif) formant une unité distincte (maximum 5 ares en général).	Groupe
Câble long	Système de débardage aérien comportant un treuil en haut de coupe, posé sur une luge, et permettant de longues distances de débardage (2 000 m). Aucun mât n'est utilisé.	Câble conventionnel
Câble mât	Système de débardage aérien comportant un engin (remorque, camion....) supportant un mât permettant l'accroche d'un câble porteur.	Câble grue Câble grue mobile
Câble pêcheur	<p>Câble permettant la connexion des grumes au système de débardage.</p> <p>Ce câble peut être la continuité du câble tracteur, ou un câble relié au treuil disposé dans le chariot.</p>	Câble plongeur
Câbliste	Opérateur sur la ligne de câble.	Câbleur
Camion avec reprise intégrée	Câble mât sur camion, associé à une grue de forte capacité permettant la manipulation des bois à leur réception sur place de dépôt.	Combiné d'exploitation

Terme Français	Définition	Terme Suisse
Catégorie de diamètre	<p>Chaque arbre est affecté à une catégorie selon sa classe de diamètre à 1,30 m.</p> <p>Selon les guides sylvicoles, les seuils entre catégories de grosseur sont variables. A titre indicatif, les seuils employés dans le GSM Alpes du Nord sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perche (PE) = classes de 10 à 15 cm. • Petit Bois (PB) = classes de 20 à 25 cm. • Bois Moyen (BM) = classes de 30 à 40 cm. • Gros Bois (GB) = classes de 45 à 60 cm. • Très Gros Bois (TGB) = classes de 65 cm et plus. 	Catégorie de diamètre
Cellule de régénération	Ensemble de tiges de fourré et gaules dont au moins un d'avenir (parfois un seul individu), correspondant à la surface occupée par une perche de classe de diamètre 10 ou 15 cm (environ 6 m ²).	Collectif
Coefficient de sécurité	Rapport entre la force de la rupture effective et la plus grande force pouvant s'exercer sur le câble en service.	Facteur de sécurité
Composition	Proportion relative de chacune des essences principales qui se rencontrent dans un peuplement forestier.	Composition
Cordine	Corde synthétique généralement de 8 mm utilisée pour le montage de la ligne.	Cordine
Coupe	Opération de récolte d'un ensemble d'arbres désignés.	Coupe de bois
Coupe d'amélioration	<p>Coupe améliorant la qualité et à moyen terme la stabilité d'un peuplement forestier.</p> <p>Ces coupes apparaissent sous la dénomination de première, deuxième, troisième, ... éclaircie.</p>	Coupe d'éclaircie sélective
Coupe de jardinage	Coupe combinant à la fois l'amélioration des arbres en croissance, la récolte des gros bois et la régénération.	Coupe jardinatoire
Coupe de taillis	Exploitation totale du taillis, appelée aussi « coupe de rajeunissement du taillis ».	Coupe de taillis
Coupe définitive	Coupe des derniers arbres dans les peuplements en futaie régulière, phase finale de la régénération naturelle.	
Coupe d'ensemencement	Première coupe de régénération dans un peuplement régulier.	Coupe d'ensemencement
Coupe par trouées	Coupe rase portant sur des trouées de surfaces et de formes variables, ne dépassant généralement pas 0,5 ha. La trouée s'appuie sur la lisière interne d'un ou plusieurs bouquets (= groupe).	Coupe par trouées
Coupe par trouées	<p>Cas particulier de coupe par trouée avec une forme oblongue où en général :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La longueur transversale est supérieure ou égale à 1,5 fois la hauteur des arbres. • La longueur dans le sens de la pente est inférieure à 0,5 fois la hauteur des arbres. 	Coupe ou ouverture en fente
Coupe progressive de régénération	Processus de coupes successives en futaie régulière, dans l'objectif de régénérer le peuplement par voie naturelle.	Coupe progressive de régénération par groupes

Terme Français	Définition	Terme Suisse
Coupe rase Coupe à blanc	Coupes dans lesquelles tous les arbres et arbustes sont abattus, à l'exception des tiges réservées pour le paysage ou la biodiversité.	Coupe rase
Coupe secondaire	Coupes qui suivent la coupe d'ensemencement, en vue d'éclaircir progressivement les semis qui se sont installés ou les plants introduits.	Coupe de mise en lumière
Couvert	Correspond à la surface occupée par la projection horizontale des houppiers.	Couvert forestier
Déclinaison magnétique	Correspond à la différence existant entre le Nord géographique, appelé également Nord vrai, et le Nord magnétique qui résulte du champ magnétique terrestre.	Déclinaison magnétique
Desserte	Ensemble des infrastructures permettant l'accès en forêt. La desserte comprend les routes forestières, pistes forestières, places de retournement, places de dépôt de bois, surlargeurs et ouvrages divers.	Desserte
Desserte idéale	Représente la densité optimale de routes forestière sur un massif. <ul style="list-style-type: none"> • Pour une récolte au câble aérien, il est recommandé un minimum de 3 km de route forestière pour 100 ha parcourus. • Pour une récolte au débusqueur, les valeurs de 1,5 km de route associé à 2,5 km de piste à tracteur sont recommandées. 	Desserte idéale
Déviaton de la boussole	Correspond à l'imprécision de l'instrument de mesure (boussole) par rapport au nord magnétique.	Déviaton de la boussole
Diamètre à 1,30 m (D_{1,30} ou DHP)	Diamètre à 1,30 m ou diamètre à hauteur de poitrine, mesuré en amont de l'arbre en situation de pente. Généralement, la mesure est donnée par classe de 5 en 5 cm.	DHP (diamètre hauteur poitrine)
Donneur d'ordres	Maître d'ouvrage du chantier commandant une prestation de service auprès d'un Entrepreneur de Travaux Forestiers (ETF).	Maître d'ouvrage
Éclaircie	Coupe sélective visant à réduire le nombre de tiges en faveur des arbres objectif et s'accompagnant généralement de la récolte de produits marchands. On parle également de coupe d'amélioration.	Éclaircie
Entrepreneur de Travaux Forestier (ETF)	Acteur de la récolte réalisant une prestation de service lors des opérations de récolte : abattage, débardage, tri, broyage, travaux de sylviculture.... Il est généralement rémunéré à la tâche (m ³ , stère, ha, heure....).	Entrepreneur forestier
Exploitant Forestier (EF)	Acteur de la récolte, qui achète les bois sur pied à un propriétaire, réalise (ou sous-traite) l'exploitation des bois, puis revend les produits à des utilisateurs, bord de route ou livré aux usines. C'est un commerçant.	Ce statut n'est pas défini en Suisse. Ce sont des acheteurs de bois ou des entreprises forestières.

Terme Français	Définition	Terme Suisse
Facteur d'élanement (H/D)	<p>Cet indicateur dendrométrique est un rapport entre la hauteur et le diamètre.</p> <p>Il permet de caractériser la stabilité :</p> <ul style="list-style-type: none"> d'un arbre : hauteur totale / diamètre à 1,30 m. d'un peuplement : hauteur dominante / diamètre à 1,30 m de l'arbre moyen. 	Coefficient d'élanement
Fourré	Jeune arbre de hauteur comprise entre 50 cm et 3 m.	Fourré
Futaie	<p>Régime sylvicole indiquant que le peuplement forestier est issu de graine par :</p> <ul style="list-style-type: none"> Régénération naturelle : germination en forêt par des graines du peuplement. Régénération artificielle : plantation après acquisition de semis et jeunes plants en pépinière, ou semences récoltées ailleurs avant d'être répandues sur le sol. 	Futaie
Futaie irrégulière	Peuplement forestier composé d'arbres de tous les diamètres et de toutes les hauteurs.	Futaie irrégulière
Futaie irrégulière par bouquet ou par trouée	Forêt où l'on trouve côte à côte tous les stades de développements réunis par groupes et collectifs, d'âges différents.	Forêt étagée par groupes et collectifs
Futaie jardinée	Cas particulier de la futaie irrégulière où l'équilibre des classes de diamètre est recherché pied à pied à l'échelle de la parcelle.	Futaie jardinée
Futaie régulière	Peuplement forestier composé d'arbres présentant sensiblement les mêmes diamètres et mêmes âges.	Futaie régulière
Gaule	Arbre de hauteur supérieure à 3 m et de diamètre inférieur à 7,5 cm.	Bas perchis
Gerbage des bois	Opération qui consiste à empiler les bois sur place de dépôt en les poussant avec la lame avant d'un tracteur forestier ou d'un débusqueur.	Empilage des bois
Gisement	Angle compris entre la direction du Nord cartésien (axe des ordonnées du système de projection de la carte) et la direction de l'élément visé.	Gisement
Gisement de méridien	<p>Angle que fait le méridien avec l'axe des Y du quadrillage d'une carte.</p> <p>Il varie lorsqu'on se déplace en longitude et change de sens lorsqu'on passe de l'ouest à l'est du méridien origine. Il est donc dépendant du système de projection utilisé sur une carte.</p>	Gisement de méridien
Halage des bois	Opération qui consiste à déplacer des bois en forêt jusqu'au treuil d'un tracteur (ou d'un chariot), où ils sont regroupés collectivement sur piste avant d'être débardés.	Débusquage des bois
Hauteur dominante (Ho)	La hauteur dominante d'un peuplement est mesurée ou estimée sur la base de la hauteur moyenne des 100 plus gros arbres du peuplement.	Hauteur dominante
Horamètre	Instrument de bord d'une machine, équipée de série, permettant le décompte des heures moteur.	

Terme Français	Définition	Terme Suisse
Humus	L'humus est la couche supérieure du sol créée, entretenue et modifiée par la décomposition de la matière organique, principalement par l'action combinée des animaux, des bactéries et des champignons du sol.	Humus
IPC Indice de Prélèvement Câble	Ratio entre le volume prélevé sur une ligne et la longueur de ligne installée. L'unité est le m ³ par mètre linéaire de ligne. Plus l'IPC sera élevé, plus les temps improductifs de montage sont dilués dans le temps global d'exploitation de la ligne.	IPC Indice de Prélèvement Câble
Klembank	Gros grappin inversé disposé à l'arrière d'un porteur ou d'un débusqueur, permettant de déplacer plusieurs grumes jusqu'à une place de dépôt.	Klembank, pince de débardage
Laçage	Opération qui consiste à faire glisser les bois dans le sens de la pente jusqu'à leur arrêt "naturel" sur une place de dépôt. Activité très dangereuse et quasiment abandonnée.	Châblage
Ligne fixe	Installation de câble aérien où le câble porteur est tendu de manière fixe et pérenne pendant le fonctionnement de l'installation (= "fixed skyline").	Ligne fixe
Ligne libre	Installation de câble aérien où le câble porteur est libre, en mouvement permanent lors du débardage (= "running skyline").	Ligne libre
Machine de bûcheronnage	Machine qui effectue l'abattage, le façonnage (ébranchage, billonnage) et le cubage des arbres désignés. Elle est fréquemment appelée "abatteuse".	Récolteuse
MAP Mètre cube Apparent Plaquette	Unité de mesure du bois conditionné en plaquettes forestières, correspondant à un volume total d'1 m ³ .	MAP Mètre cube Apparent Plaquette
Martelage	Opération qui consiste à choisir et désigner par une marque quelconque (marteau forestier, bombe de peinture) des arbres à réserver (martelage en réserve) ou à abattre (martelage en abandon et/ou en délivrance).	Martelage
Moder	Type d'humus avec une couche superficielle de matière organique non incorporée (quelques mm à plusieurs cm), humifiée par la faune et les champignons, présent dans les forêts et les landes à activité biologique moyenne.	Moder
Mor	Type d'humus avec une couche superficielle de matière organique non ou peu humifiée (épaisseur pouvant être considérable), présent dans les forêts et les landes à activité biologique faible.	Mor
Mouflage	Jeu de cordes passant à travers de nombreuses poulies en opposition, permettant de réduire la force de traction (chaque poulie réduit la force par deux), mais augmentant la longueur de corde nécessaire.	Moufle
Mull	Type d'humus présentant une bonne incorporation de la matière organique et de la matière minérale (principalement par les vers de terre), présent dans les forêts à activité biologique intense et les prairies.	Mull

Terme Français	Définition	Terme Suisse
Nord géographique	Correspond à l'intersection entre la surface terrestre et l'axe de rotation de la Terre. De fait, tous les méridiens aboutissent à cet endroit qui est communément appelé le Pôle Nord.	Nord géographique
Nord magnétique	Point de convergence de l'aiguille aimantée d'une boussole. Sa localisation exacte varie d'une dizaine de kilomètre par an mais il est actuellement situé proche du Pôle Nord géographique dans les îles de la Reine Elizabeth (Territoires du Nord-Ouest au Canada).	Nord magnétique
Nord cartésien	Correspond à la direction verticale du quadrillage d'une carte. En effet, le passage d'une représentation sphérique à une représentation plane induit une déformation sur cette dernière par rapport à la réalité. Le quadrillage d'une carte est composé d'angles droits, le canevas formé par les parallèles et les méridiens d'une sphère est trapézoïdale.	Nord cartésien
Pelle TP (Travaux Publics)	Engin de manutention, sur chenille ou pneumatiques, associé à une tourelle rotative et à une grue de forte puissance.	Pelle retro
Place de dépôt	Espace consacré au stockage des bois.	Place de stockage
Place de travail	Espace accueillant les machines pour la réception des bois.	Place de dépose
Plan de câblage	Document synthétique et opérationnel ayant pour but de visualiser l'organisation spatiale d'un ensemble des lignes de câble et de connaître les spécificités techniques, sylvicoles et économiques de chacune des lignes.	Concept de desserte fine
Plantule	Jeune plante issue de la germination de la graine, qui se développe en utilisant les réserves des cotylédons.	Plantule
Produits accidentels	Récolte indépendante de la volonté du sylviculteur résultant de phénomènes météorologiques (coup de vent, chute de neige, foudre...) ou rendue nécessaire à la suite d'incendies, d'attaques d'insectes ou de champignons, ou de tout autre accident (pollution, etc.).	Chablis
Prussik	Corde permettant de lier le grimpeur à sa corde de travail.	Prussik
Purge	Tronçon d'une grume comportant un défaut, généralement coupée de la grume et déclassée. Autrefois abandonnée sur la coupe, les purges sont aujourd'hui généralement destinées à être broyées en plaquette de bois énergie.	Purge
Réception	Modalité de mesure contradictoire entre le propriétaire des bois et son acheteur, définissant comment et à quel moment les bois sont mesurés (volumes, stères, tonnes), afin de clore la transaction financière.	Réception des bois
Régime sylvicole	Mode de renouvellement des peuplements forestiers défini par le type de régénération utilisé : futaie, taillis et mixte (≈ taillis sous futaie).	Régime forestier
Rotation	Durée séparant deux passages successifs d'une coupe de même nature dans la même parcelle.	Rotation
Semis	Plantule de hauteur inférieure à 50 cm.	Semis

Terme Français	Définition	Terme Suisse
Stratification	<p>Agencement des tiges dans le plan vertical en différentes strates ou étages.</p> <p>Dans le cas de la futaie irrégulière, on peut retenir la proposition du GSM des Alpes du Nord de diviser par 4 la hauteur dominante H_0 potentielle et d'affecter à chaque quart une strate.</p>	Etagement
Structure d'un peuplement	<p>On parle de structure pour caractériser le mode d'assemblage des arbres sur le plan horizontal et verticale (Stratification / étagement des houppiers).</p>	Structure d'un peuplement
Surface terrière (G)	<p>Somme des superficies des sections des tiges du peuplement à 1,30 m du sol.</p> <p>Elle s'exprime généralement en m^2/ha et permet d'avoir une approche du capital sur pied présent au sein d'un peuplement.</p>	Surface terrière
Syndrome du harnais	<p>Syndrome empêchant le sang d'irriguer le cerveau et pouvant avoir des conséquences irrémédiables sur un blessé inconscient lors d'un travail sur corde.</p>	Syndrome du harnais
Système de réchappe	<p>Montage d'un système de cordes et mousquetons pour permettre une solution échappatoire en cas d'accident (blessures, malaise...) et cela en toute sécurité.</p>	Ligne de vie
Taillis	<p>Régime sylvicole indiquant que le peuplement forestier est issu de rejets de souche ou de drageons de même âge dont la perpétuation est obtenue par une coupe de rajeunissement, appelée aussi « coupe de taillis ».</p>	Taillis
Tête de bûcheronnage	<p>Partie de la machine qui effectue l'abattage, le façonnage et le cubage de l'arbre.</p> <p>Equipée d'une scie à chaîne, de couteaux ébrancheurs et de rouleaux.</p>	Tête processeur
Tige	<p>Terme générique regroupant les « arbres », « perches » et « brins ».</p>	Tige
Traçage d'une ligne de câble (piquetage)	<p>Action de repérer et matérialiser sur le terrain les éléments composant une ligne de câble.</p>	Traçage d'une ligne de câble
Traitement sylvicole	<p>Caractérise la nature et l'organisation des opérations sylvicoles.</p>	Traitement sylvicole

BIBLIOGRAPHIE

- ABT DOMINIQUE. **GUIDE DES SYLVICULTURES – ARC JURASSIEN : SAPIN ET EPICEA**. 2014.
- AGGELER RUDOLPHE. **TECHNIQUE DU CABLE-GRUE**. 2009. CODOC 3EME EDITION.
- ALGER ERIC. **SAPINIERS DES PYRENEES**. 2011.
- ALGER ERIC. **SAPINIERS DU MASSIF CENTRAL**. 2011.
- ANTEQ. **SYSTEME D'ANCRAGE ANTEQ**. DATE INCONNUE. PLUS D'INFORMATIONS DISPONIBLES SUR LE SITE DU CONSTRUCTEUR <WWW.ANTEQ.CH>. CONSULTE LE 09/03/2020.
- ANTEQ. **LES AVANTAGES DU SYSTEME D'ANCRAGE ANTEQ**. DATE INCONNUE. PLUS D'INFORMATIONS DISPONIBLES SUR LE SITE DU CONSTRUCTEUR <WWW.ANTEQ.CH>. CONSULTE LE 09/03/2020.
- ASSOCIATION DES INGENIEURS DE L'ECOLE SUPERIEURE DU BOIS. **MANUEL DE L'INGENIERIE FORESTIERE**. EYROLLES, 2013. 682P. ISBN 978-2-212-13694-4.
- ASSOCIATION FRANÇAISE DE TOPOGRAPHIE. **LEXIQUE TOPOGRAPHIQUE**, CHAPITRE 3.5 MODES D'ORIENTATION EN TOPOGRAPHIE. DATE INCONNUE. DISPONIBLE SUR <[HTTP://WWW.AFTOPO.ORG/FR/LEXIQUE/MODES-D-ORIENTATION-EN-TOPOGRAPHIE-7-28](http://WWW.AFTOPO.ORG/FR/LEXIQUE/MODES-D-ORIENTATION-EN-TOPOGRAPHIE-7-28)> CONSULTE LE 11/03/2020.
- BERNHART BOIS. **DEBARDAGE PAR TELEPHERIQUE, JOURNEE DE DEMONSTRATION EN FORET DU MOLLBERG**. 2010. DISPONIBLE SUR <[HTTP://WWW.CABLE-MAT.FR/](http://WWW.CABLE-MAT.FR/)>. CONSULTE LE 29/12/2015.
- BOURDIN OLIVIER, BRUCHEZ JEAN-BAPTISTE, METRAL ROLAND. **LA SYLVICULTURE DE MONTAGNE : TECHNIQUES ET TRAITEMENTS DES PEUPELEMENTS FORESTIERS DE MONTAGNE**. DATE INCONNUE.
- BRANG, P., OTT, E., SCHÖNENBERGER, W. **LA FORET DE MONTAGNE EN SUISSE: ECOLOGIE, SYLVICULTURE, AMENAGEMENT**. REVUE FORESTIERE FRANÇAISE, N° SPECIAL. 1998. DISPONIBLE SUR <[HTTP://DOCUMENTS.IREVUES.INIST.FR/BITSTREAM/HANDLE/2042/5585/97_115.PDF?SEQUENCE=1](http://DOCUMENTS.IREVUES.INIST.FR/BITSTREAM/HANDLE/2042/5585/97_115.PDF?SEQUENCE=1)> ? CONSULTE LE 09/03/2020.
- CARRETTE THOMAS, GRULOIS STEPHANE. **LE TRANSPORT DE BOIS EN MONTAGNE : SPECIFICITES ET PISTES D'OPTIMISATION**. 2016. FCBA INFO. DISPONIBLE SUR <[HTTPS://WWW.FCBA.FR/SITES/DEFAULT/FILES/FCBAINFO_2016_46_LE_TRANSPORT_DE_BOIS_EN_MONTAGNE_THOMAS_CARRETTE_STEPHANE_GRULOIS.PDF](https://WWW.FCBA.FR/SITES/DEFAULT/FILES/FCBAINFO_2016_46_LE_TRANSPORT_DE_BOIS_EN_MONTAGNE_THOMAS_CARRETTE_STEPHANE_GRULOIS.PDF)>. CONSULTE LE 09/03/2020.
- CEMAGREF, ONF, CTBA. **FORET DE MONTAGNE, TECHNIQUES POUR UNE GESTION MULTIFONCTIONNELLE DURABLE**. 1998.
- CFPF LE MONT SUR LAUSANNE. **PRATIQUE DE BUCHERONNAGE**. 2019.
- COLL LLUIS, MARTIN SANTIAGUO, NOUGUIER STEPHANE, LADIER JEAN, DECOUX JEAN-LUC, VALADON ALAIN, CANTEGREL RENAUD, SIVADE LAURIE. **GUIDE DE SYLVICULTURE DU PIN A CROCHETS DANS LES PYRENEES**. 2012. DISPONIBLE SUR <[HTTP://WWW.UCCIPLUS.EU/DOCUMENTS-DU-PROJET/GUIDE-UCCI-FR](http://WWW.UCCIPLUS.EU/DOCUMENTS-DU-PROJET/GUIDE-UCCI-FR)>. CONSULTE LE 09/03/2020.
- CONSEIL FEDERAL SUISSE. **ORDONNANCE 921.01 SUR LES FORET**. 1992. DISPONIBLE SUR <[HTTPS://WWW.ADMIN.CH/OPC/FR/CLASSIFIED-COMPILATION/19920310/INDEX.HTML](https://WWW.ADMIN.CH/OPC/FR/CLASSIFIED-COMPILATION/19920310/INDEX.HTML)>. CONSULTE LE 09/03/2020.
- CONSEIL FEDERAL SUISSE. **ORDONNANCE 921.0 SUR LES FORET**. 1991. DISPONIBLE SUR <[HTTPS://WWW.ADMIN.CH/OPC/FR/CLASSIFIED-COMPILATION/19910255/INDEX.HTML](https://WWW.ADMIN.CH/OPC/FR/CLASSIFIED-COMPILATION/19910255/INDEX.HTML)>. CONSULTE LE 09/03/2020.

- COPALME. **MEMENTO DU GRIMPEUR SAUVETEUR SECOURISTE**. 2017.
- FISCHESSER BERNARD. **LA VIE DE LA MONTAGNE**. 2009.
- FITEC, **BEST PRACTICE GUIDELINES FOR CABLE LOGGING**. 2000, EDITION REVISEE EN 2005.
- FORET SUISSE. **CLASSEUR DE BUCHERONNAGE FORET SUISSE**. 2019.
- FREHNER MONIKA, WASSER BRÄCHT, SCHWITTER RAPHAEL. **GESTION DURABLE DES FORETS DE PROTECTION**. 2005. DISPONIBLE SUR <[HTTP://WWW.GEBIRGSWALD.CH/FR/NAIS-DOWNLOAD.HTML](http://www.gebirgswald.ch/fr/NAIS-DOWNLOAD.HTML)>. CONSULTE LE 09/03/2020.
- FRUTIG F., FAHRNI F., STETTLER A., EGGER A. **LA RECOLTE MECANISEE DES BOIS SUR TERRAIN EN PENTE**. 2007. LA FORET N°60, 6: 16-21.
- GAUQUELIN XAVIER ET COURBAUD BENOIT, ONF (EN COORDINATION DE L'OUVRAGE). **GUIDE DES SYLVICULTURES DE MONTAGNE – ALPES DU NORD FRANÇAISES**. 2006. DISPONIBLE SUR <[HTTP://WWW.POLE-GESTION.FR/UPLOADS/GED/DOCUMENT/2017-09/GUIDE%20DES%20SYLV%20DE%20MONTAGNE-CEMAGREF.PDF](http://www.pole-gestion.fr/uploads/ged/document/2017-09/GUIDE%20DES%20SYLV%20DE%20MONTAGNE-CEMAGREF.PDF)>. CONSULTE LE 09/03/2020.
- GOUBET FABIEN. **LE POLE NORD MAGNETIQUE PERD LA BOUSSOLE**. 2019. LE MONDE SCIENCES. DISPONIBLE SUR <[HTTPS://WWW.LEMONDE.FR/SCIENCES/ARTICLE/2019/02/19/LE-POLE-NORD-MAGNETIQUE-PERD-LA-BOUSSOLE_5425420_1650684.HTML](https://www.lemonde.fr/sciences/article/2019/02/19/le-pole-nord-magnetique-perd-la-boussole_5425420_1650684.html)>. CONSULTE LE 11/03/2020.
- GRULOIS STEPHANE, MAGAUD PAUL. **NEWFOR : DES OUTILS D'AIDE A LA DECISION POUR AMELIORER LA MOBILISATION DES BOIS EN MONTAGNE**. 2012. FCBA INFO. DISPONIBLE SUR <[HTTP://WWW.FCBA.FR/CATALOGUE/1ERE-TRANSFORMATION-APPROVISIONNEMENT/ACTIONS-COLLECTIVES/NEWFOR-NEW-TECHNOLOGIES-BETTER-MOUNTAIN-FOREST-TIMBER-MOBILIZATION](http://www.fcba.fr/catalogue/1ERE-TRANSFORMATION-APPROVISIONNEMENT/ACTIONS-COLLECTIVES/NEWFOR-NEW-TECHNOLOGIES-BETTER-MOUNTAIN-FOREST-TIMBER-MOBILIZATION)>. CONSULTE LE 09/03/2020.
- GRULOIS STEPHANE, MAGAUD PAUL, PERINOT CHRISTOPHE. **LA RECOLTE FORESTIERE EN MONTAGNE, NOUVEAUX SYSTEMES ET TECHNOLOGIES INNOVANTES**. 2014. CAHIERS NEWFOR, FCBA. DISPONIBLE SUR <[HTTP://WWW.FCBA.FR/SITES/DEFAULT/FILES/PRODUIT_COLLECTIF/DOCUMENTS/CAHIERNEWFOR.PDF](http://www.fcba.fr/sites/default/files/produit_collectif/documents/cahiernewfor.pdf)>. CONSULTE LE 09/03/2020.
- GRULOIS STEPHANE, MAGAUD PAUL, BOGGIO BAPTISTE. **ETAT DES LIEUX DU DEBARDAGE PAR CABLE EN FRANCE ET SUISSE ROMANDE**. 2017. FCBA. DISPONIBLE SUR <[HTTPS://WWW.FCBA.FR/SITES/DEFAULT/FILES/PRODUIT_COLLECTIF/DOCUMENTS/B01466_ETAT_DES_LIEUX_DU_DEBARDAGE_PAR_CABLE_EN_FRANCE_ET_EN_SUISSE_ROMANDE_RAPPORT_FINAL.PDF](https://www.fcba.fr/sites/default/files/produit_collectif/documents/b01466_etat_des_lieux_du_debardage_par_cable_en_france_et_en_suisse_romande_rapport_final.pdf)>. CONSULTE LE 09/03/2020.
- HERZOG KLAUS. **PRESENTATION « STEEL WIRE ROPES »** (COMMUNICATIONS PERSONNELLES LORS D'UNE VISITE LE 1ER JUIN 2018). 2018. HERZOG FORSTTECHNIK AG.
- HUNTER HARRILL, RIEN VISSER. **WHAT IS THE BEST RIGGING CONFIGURATION TO USE IN NEW-ZEALAND CABLE LOGGING OPERATIONS**. 2011. 34TH COUNCIL ON FOREST ENGINEERING, QUEBEC.
- INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SECURITE (INRS, FRANCE). **ACCESSOIRES DE LEVAGE, MEMENTO DE L'ELINGUEUR**. 2014.
- JAKOB AG. **JAKOB ROPE SYSTEMS**. 2015.
- KAUFMANN GERI, STAEDELI MARTIN, WASSER BERCHTHOLD. **EXIGENCES DE BASE D'UNE SYLVICULTURE PROCHE DE LA NATURE. RAPPORT DE PROJET**. 2010. DISPONIBLE SUR <[HTTPS://WWW.BAFU.ADMIN.CH/DAM/BAFU/FR/DOKUMENTE/WALD-HOLZ/UD-UMWELT-DIVERSES/GRUNDANFORDERUNGENANDENNATURNAHENWALDBAUPROJEKTBERICHT.PDF.DOWNLOAD.PDF/EXIGENCES_DE_BASEDUNESYLVICULTUREPROCHEDELANATURERAPPORTDEPROJET.PDF](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/wald-holz/ud-umwelt-diverses/grundanforderungenandennaturnahenwaldbauprojektbericht.pdf.download.pdf/exigences_de_basedunesylvicultureprochedelanaturerapportdeprojet.pdf)>. CONSULTE LE 09/03/2020.
- LADIER JEAN. **REGENERATION NATURELLE DU MELEZE D'EUROPE : LA GESTION COMPTE PLUS QUE LA STATION**. 2003. RENDEZ-VOUS TECHNIQUES DE L'OFFICE NATIONAL DES FORETS N°2.

- LADIER JEAN (ONF), REY FREDDY (IRSTEA) ET DREYFUS PHILIPPE (INRA). **GUIDE DES SYLVICULTURES DE MONTAGNE – ALPES DU SUD FRANÇAISES**. 2012. DISPONIBLE SUR <[HTTPS://WWW.OFME.ORG/DOCUMENTS/SYLV/GUIDE_DES_SYLV_DE_MONTAGNE_SUD_2012_LIGHT.PDF](https://www.ofme.org/documents/sylvi/guide_des_sylv_de_montagne_sud_2012_light.pdf)>. CONSULTE LE 09/03/2020.
- LAMA. **TOPOGRAPHIE / ORIENTATION**. DATE INCONNUE. DISPONIBLE SUR <[HTTP://ARWANN.COM/?PAGE_ID=1482](http://arwann.com/?page_id=1482)>, CONSULTE LE 11/03/2020.
- LAURIER JEAN-PIERRE, FCBA. **DEBARDAGE PAR CABLE AERIEN : BONNES PRATIQUES POUR OPERER EN SECURITE**. 2007.
- LIRA, NEW ZEALAND LOGGING INDUSTRY RESEARCH ASSOCIATION. **CABLE LOGGING HANDBOOK**. 1983.
- PARLEMENT FRANÇAIS. ARTICLE L124-5 DU CODE FORESTIER : AUTORISATION DE COUPE A DEFAUT DE GESTION DURABLE. 2015. DISPONIBLE SUR <[HTTPS://WWW.LEGIFRANCE.GOUV.FR/AFFICHCODE.DO;JSESSIONID=D57813A661A5FE82C0839672BDF34D51.TPLGFR33s_3?IDSECTION_TA=LEGISCTA000025248677&CIDTEXTE=LEGITEXT000025244092&DATETEXTE=20181122](https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=D57813A661A5FE82C0839672BDF34D51.TPLGFR33s_3?IDSECTION_TA=LEGISCTA000025248677&CIDTEXTE=LEGITEXT000025244092&DATETEXTE=20181122)>. CONSULTE LE 09/03/2020.
- MAGAUD PAUL, PERINOT CHRISTOPHE. **CHANTIER DE THONES (74), UTILISATION DE CHOKERS AUTOMATIQUES LORS D'UN DEBARDAGE PAR CABLE MAT**. 2008. COMPTE-RENDU DE SUIVI DE CHANTIER FCBA. DISPONIBLE SUR WWW.FCBA.FR CONSULTE LE 09/03/2020.
- MAGAUD PAUL. **LE CABLE SYNTHETIQUE EN EXPLOITATION FORESTIERE : SYNTHESE DE 3 ANNEES DE SUIVIS**. 2011. FCBA INFO. DISPONIBLE SUR WWW.FCBA.FR/FCBAINFO CONSULTE LE 09/03/2020.
- MAGAUD PAUL. **CABLE MAT ET SYLVICULTURE : UN CHANTIER TEST A CUNHLHAT (63)**. 2014. FCBA INFO. DISPONIBLE SUR WWW.FCBA.FR/FCBAINFO . CONSULTE LE 09/03/2020.
- MEUNIER JEAN-LOU. **L'ESTIMATION DE LA RESSOURCE EN COUPES A CABLE, UNE PREMIERE DANS LES PYRENEES-ATLANTIQUES**. 2006. RENDEZ-VOUS TECHNIQUES DE L'ONF N°11 (P 3-6). DISPONIBLE SUR <[HTTPS://WWW.ONF.FR/+17F::RENDEZ-VOUS-TECHNIQUES-DE-LONF-NO-11.HTML](https://www.onf.fr/+17f::rendez-vous-techniques-de-lonf-no-11.html)>. CONSULTE LE 09/03/2020.
- MULLENBACH PIERRE. **REBOISEMENTS D'ALTITUDE**. 2000.
- MUNOZ ALAIN. **LE POSITIONNEMENT PAR SATELLITE : LES NOUVEAUX RECEPTEURS AMELIORENT-ILS LES PERFORMANCES SOUS COUVERT FORESTIER ?** 2014. RENDEZ-VOUS TECHNIQUES DE L'OFFICE NATIONAL DES FORETS N°43.
- OFFICE NATIONAL DES FORETS, CRPF RHONE-ALPES, PEFC RHONE-ALPES. **ADDITIF 2017 DE LA SYNTHESE POUR LES ALPES DU NORD ET LES MONTAGNES DE L'AIN (2006)**. 2017. DISPONIBLE SUR <[HTTPS://AUVERGNERHONEALPES.CNPF.FR/DATA/G17_ADDITIFS_ALPES.PDF](https://auvergnerhonealpes.cnpf.fr/data/g17_additifs_alpes.pdf)>. CONSULTÉ LE 03/09/2020.
- OREGON OSHA. **YARDING AND LOADING HANDBOOK**. 2013.
- PARVEX FRANÇOIS, PACCOLAT ROGER. **PARCOURS DE L'HONGRIN**, FICHES DIDACTIQUES. 2017.
- PNR DU VERCORS. **COUPE A CABLE, ANALYSE DES IMPACTS PAYSAGERS**. 2013. DISPONIBLE SUR <[HTTP://WWW.PARC-DU-VERCORS.FR/COUPE-CABLE-ETUDES-1447.HTML](http://www.parc-du-vercors.fr/coupe-cable-etudes-1447.html)>. CONSULTÉ LE 09/03/2020.
- SAMSET IVAR. **WINCH AND CABLE SYSTEMS, CONSTRUCTION WORK AND FOREST OPERATIONS**. 1985. MARTINUS NIJHOFF / DR W. JUNK PUBLISHERS. 539P. ISBN 90-247-3205-0.
- SARDIN THIERRY. **GUIDE DES SYLVICULTURES – MASSIF VOSGIEN : SAPIN, EPICEA ET PIN SYLVESTRE**. 2012.
- SARDIN THIERRY. **GUIDE SYLVICULTURES HETRAIES ET HETRAIES SAPINIÈRES DES PYRENEES**. 2016.
- SCHMERBER CATHERINE. **LA LUMIERE ET LA FORET**. 1997. BULLETIN TECHNIQUE DE L'OFFICE NATIONAL DES FORETS N° 34.

SCHUTZ JEAN-PHILIPPE, BRANG PETER. **L'HORIZONTOSCOPE : UN ETONNANT OUTIL PRATIQUE DE SYLVICULTURE, NOTAMMENT EN HAUTE MONTAGNE.** 1995. BULLETIN TECHNIQUE DE L'OFFICE NATIONAL DES FORETS N° 28.

SCHWITTER RAPHAEL. **SOINS AUX FORETS DE MONTAGNE ET AUX FORETS DE PROTECTION – AIDE PRATIQUE.** 2013.
DISPONIBLE SUR
<[HTTP://WWW.GEBIRGSWALD.CH/TL_FILES/GEIRGSWALD/FR/11_PRAXISHILFE/AKTUELLE_VERSION/AIDE_PRATIQUE_CSM.PDF](http://www.gebirgswald.ch/tl_files/gebirgswald/fr/11_praxishilfe/aktuelle_version/aide_pratique_csm.pdf)>. CONSULTE LE 09/03/2020.

SEYTRE DOMINIQUE. **RECOLTE DES BOIS SUR TERRAINS PENTUS : CABLE AERIEN ET DIVERSES PERSPECTIVES.** 2015. LE BOIS INTERNATIONAL. DISPONIBLE SUR <[HTTP://WWW.LEBOISINTERNATIONAL.COM/RECOLTE-DES-BOIS-SUR-TERRAINS-PENTUS-CABLE-AERIEN-ET-DIVERSES-PERSPECTIVES/](http://www.leboisinternational.com/recolte-des-bois-sur-terrains-pentus-cable-aerien-et-diverses-perspectives/)>. CONSULTE LE 09/03/2020.

SOCIETE FORESTIERE DE FRANCHE-COMTE. **VADE-MECUM DU FORESTIER**, XIV EDITION. 2016.

SPINELLI RAFFAELE. **MANUALE PER L'EBOSCO CON GRU A CAVO MOBILE**, CHAPITRE 8. DATE INCONNUE.

STUDIER DONALD. **CARRIAGES FOR SKYLINES.** 1993. COLLEGE OF FORESTRY, FOREST RESEARCH LABORATORY OREGON STATE UNIVERSITY, RESEARCH CONTRIBUTION 3.

SUVA PRO. **GRUES A CABLE FORESTIERES, NORMES, REGLES ET TABELLES.** 1998.

TOUFFAIT REGINE, OFFICE NATIONAL DES FORETS (EN COORDINATION DE L'OUVRAGE). **GUIDE TECHNIQUE DES TRAVAUX ROUTIERS FORESTIERS « MONTAGNE ».** 2016.

VARIOUS AUTHORS. **SOUTH AFRICAN CABLE YARDING SAFETY AND OPERATING HANDBOOK**, THIRD EDITION. 2017. EDITED BY ICFR.

VERREET ROLAND, BUNSE ROLF, GMBH CASAR. **SPEZIALDRAHTSEILE, STAHLDRAHTKRÄNE, PROBLEME UND LÖSUNGEN.** 2001.

WORKSAFE BC. **CABLE YARDING SYSTEMS HANDBOOK.** 2006.

WYSSSEN SEILBAHNEN. **MONTAGE DE LIGNES DE CABLE ET EQUIPEMENT. SEILBAHNMONTAGE AUSRÜSTUNG.** 2017.



Photographie issue de l'exposition itinérante du projet FORMICABLE « Des câbles et des hommes »

par Florent Pedrini

En France, en Suisse et dans le monde entier, de nombreuses forêts ne permettent pas la circulation terrestre des machines habituelles de mobilisation des bois (machine de bûcheronnage, porteur, débusqueur). Cela concerne les forêts en forte pente, avec des rochers ou talwegs, sur milieu humide et peu portant, ou encore ayant des restrictions réglementaires telles que les zones de captage d'eau potable.

Le débardage par câble aérien est une technique éprouvée, mise en pratique dès le début du vingtième siècle, et aujourd'hui modernisée. Elle permet de mobiliser les bois dans toutes les configurations de terrain. De plus, ce moyen de récolte limite la création de desserte et la pénétration dans les massifs, participant ainsi à la préservation des écosystèmes forestiers et de leur diversité biologique.

Le débardage par câble aérien est cependant complexe à mettre en œuvre et demande une haute technicité aux acteurs de la récolte. De plus, les bilans financiers des coupes sont fragilisés par des coûts de mobilisation élevés, limitant le déclenchement des chantiers.

Ce guide technique a pour vocation d'accompagner tous les acteurs du débardage par câble aérien, qu'ils soient propriétaires forestiers, gestionnaires, opérateurs de terrain ou chefs d'entreprise câbliste, et de contribuer ainsi au développement de cette technique et à la pérennité des entreprises.

