

FORÊT • NATURE

OUTILS POUR UNE GESTION
RÉSILIENTE DES ESPACES NATURELS

Tiré à part de la revue **Forêt.Nature**

La reproduction ou la mise en ligne totale ou partielle des textes
et des illustrations est soumise à l'autorisation de la rédaction

foretnature.be

Rédaction : Rue de la Plaine 9, B-6900 Marche. info@foretnature.be. T +32 (0)84 22 35 70

Abonnement à la revue Forêt.Nature :
librairie.foretnature.be

Abonnez-vous gratuitement à Forêt.Mail et Forest.News :
foretnature.be

Retrouvez les anciens articles de la revue
et d'autres ressources : **foretnature.be**

Les voiries forestières présentent de multiples fonctions : desserte et surveillance des massifs forestiers, accès d'urgence (lutte incendie, secours...), pénétration des professionnels et du public. Mais étant donné les coûts d'investissements à consentir, la création de voirie doit être raisonnée afin d'assurer sa rentabilité à plus ou moins long terme.

Le DÉBARDAGE qui autrefois était effectué par des attelages d'animaux est actuellement réalisé par des tracteurs agricoles et forestiers à châssis rigide, utilisés encore pour certaines coupes de petits bois en plaine, puis par des engins à châssis articulés beaucoup plus maniables, munis de treuils puissants. Les conducteurs d'engins doivent être formés spécialement pour éviter les accidents en terrains difficiles, limiter les dégradations des sols et les dégâts aux arbres conservés, car il n'est pas facile de déplacer des grumes parfois longues de plus de 20 m et pesant plus de 5 tonnes. En général, les grumes sont traînées sur des pistes (ou layons) de débardage par des tracteurs ; quant aux bois de plus petit diamètre et aux grumes en courte longueur, ils sont débardés par des engins porteurs munis d'une grue hydraulique pour le chargement.

La voirie forestière, son état, sa densité, sa capacité, importe beaucoup afin de minimiser au maximum l'opération du débardage des produits de coupes forestières.

LE RÉSEAU ROUTIER FORESTIER

Le système de desserte d'une forêt, qui comporte l'ensemble des équipements nécessaires à l'écoulement des produits provenant des diverses exploitations, se décompose en 3 phases : le débardage sur coupe (débusquage), le débardage sur piste et le transport sur route. Il nécessite un support adéquat pour pouvoir circuler sans être tributaire des saisons, du climat, des terrains traversés...

Le réseau routier forestier, raccordé à la grande voirie d'intérêt général se divise en routes forestières principales et secondaires et en pistes de débardage, soit sur le parterre de la coupe, soit sur des cloisonnements d'exploitation.

LA VOIRIE FORESTIÈRE

DR IR PASCAL BALLEUX

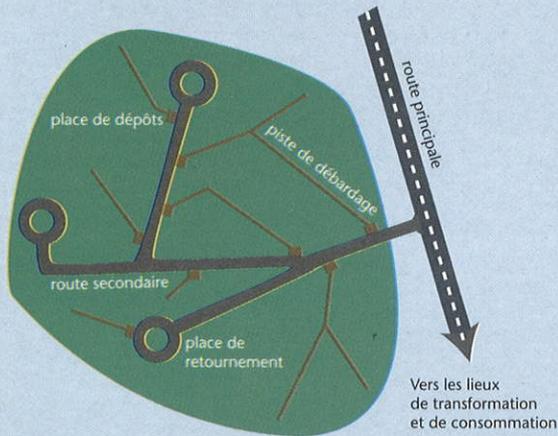
L'opération de transfert des bois, depuis le lieu d'abattage jusqu'au bord d'une route forestière accessible aux camions, s'appelle le DÉBARDAGE.

Généralement, l'arbre abattu est débarrassé de son houppier. Cette opération consiste également à évacuer des bois longs ou

courts du lieu de façonnage jusqu'au chantier de chargement sur camion.

Elle débute par le DÉBUSQUAGE qui consiste à amener les bois depuis le lieu d'abattage jusqu'à une aire de groupement accessible aux engins de débardage. Ici, le treuil ou le cheval sont les seuls moyens utilisés : le cheval traîne les arbres à même le sol.

LA DESSERTE D'UNE FORÊT



Les routes forestières sont destinées à recevoir les véhicules lourds de type grumier (35 à 50 tonnes). Ces routes sont appelées à supporter en tout temps les charrois venant des diverses voies secondaires.

LES ROUTES PRINCIPALES

Elles sont les voiries publiques nationales, régionales, provinciales ou communales qui permettent l'accès ou la traversée du massif à l'ensemble des usagers dans les conditions de confort et de sécurité ; elles se rencontrent plutôt dans les grands massifs forestiers ; Elles possèdent des caractéristiques de construction robustes car elles sont destinées à être fréquentées toute l'année.

LES ROUTES SECONDAIRES

Elles permettent l'accès des grumiers au sein du massif et assurent leur circulation à pleine charge à vitesse réduite ; Elles doivent supporter les mêmes véhicules mais ne sont pas aussi fréquentées que les principales ; soumises à un trafic discontinu et plus faible que les précédentes, elles sont réalisées de façon plus grossière et plus économique.



À gauche :
Les routes secondaires forestières, plus fréquentées, doivent garantir une circulation toute l'année.

À droite :
Les pistes de débarquement sont principalement empruntées lors des exploitations forestières.

Les pistes de débarquement servent pour l'accès des engins tout terrains pendant les périodes d'exploitation, elles sont d'une manière générale en terrain naturel, avec toutefois quelques aménagements ponctuels :

LE PARTERRE DES COUPES

La vidange des bois se pratique par des engins de débarquement circulant au sein du peuplement, avec un accès plus ou moins aisé ; Les risques de dégradation au sol et de blessures aux arbres de la réserve sont plus ou moins importants en fonction des conditions climatiques, stationnelles et sylvicoles : période pluvieuse ou de gel, sol lourd sensible au

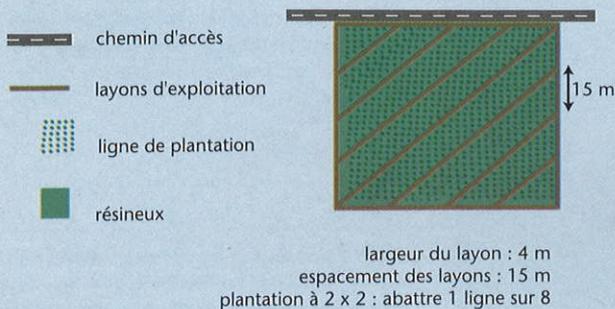
compactage ou texture grossière plus favorable, produits de premières éclaircies difficiles d'accès ou chantier de coupe rase plus aisé...

LES CLOISONNEMENTS D'EXPLOITATION

Les layons de débarquement facilitent l'accès à toute la surface du peuplement, les engins accédant en tous points plus facilement tout en parcourant des surfaces plus limitées : de ce fait, les conséquences néfastes de circulation des engins, pour le sol et pour les arbres isolés, sont nettement diminuées ; Ils facilitent la vidange des produits et permettent une gestion plus rationnelle et rentable.

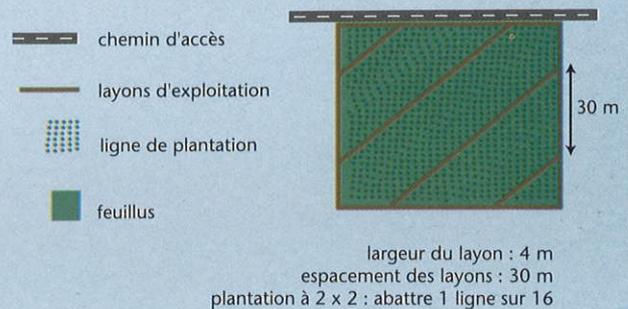
LE CLOISONNEMENT DES RÉSINEUX

Pour une plantation traditionnelle de 2000 plants/ha (2 m x 2 m), la première éclaircie doit être cloisonnée en abattant 1 ligne sur 8 : la largeur de bandes boisées de 16 mètres autorise l'abattage et le façonnage mécanisé de la première coupe, les têtes d'abatteurs montées sur bras hydraulique ayant un rayon d'envergure proche de 8 mètres.



LE CLOISONNEMENT DES FEUILLUS

Dans les boisements feuillus, les grumes récoltées enregistrent généralement une largeur bois d'œuvre de 10 à 15 mètres : l'écartement des layons de débarquement conseillé à 30 mètres permet l'abattage de ces produits en travers des layons ; par conséquent, les débardeurs peuvent facilement les atteindre pour les extraire.



LA CONCEPTION DU RÉSEAU DE VOIRIE FORESTIÈRE

Un réseau optimal de voirie pour l'exploitation des produits forestiers doit être adapté aux moyens modernes de transport. La gestion de plus en plus dynamique des peuplements résineux, exigeant des éclaircies plus fréquentes, rend cette nécessité plus impérieuse encore.

L'étude de faisabilité d'un réseau de voirie forestière s'appuie sur plusieurs paramètres.

Définir la fonction du réseau

Le réseau en tant qu'infrastructure de desserte des peuplements peut parfois avoir un rôle de liaison et d'accès à un point particulier : point d'eau, équipement fixe, ... Augmentant la valeur des fonds forestiers, les voiries forestières facilitent aussi le gardiennat des propriétés et assurent mieux la défense contre l'incendie et l'accès des ouvriers et des engins d'entretien.

S'intéresser au foncier et aux équipements existants

L'initiative d'un projet vient bien souvent d'un propriétaire qui a un réel désir d'améliorer ou de créer la desserte de son domaine. Il doit analyser les contraintes de sa propriété forestière :

- ◆ situation de la propriété : dispersion éventuelle au sein d'un grand massif forestier ou d'un ensemble mixte forêt/agriculture ;
- ◆ étude du relief et repérage de toutes les issues par lesquelles les produits devront nécessairement sortir pour rejoindre les routes voisines existantes ;
- ◆ structure de la propriété : ensemble uniquement privé ou présence d'unités

domaniales ou communales, étendues et dispersion des parcelles et des coupes, distribution des essences et des âges... ; si plusieurs interlocuteurs sont concernés, le projet peut être élaboré en groupes de propriétaires favorables à cette initiative, ce qui permet d'élargir le périmètre desservi et de réduire les coûts d'investissement ;

- ◆ étude des chemins existants : nature juridique, état, programme d'entretien...

Évaluer les aspects financiers

En forêt, les disponibilités financières sont bien souvent limitées. La constitution du réseau de voirie s'appuie sur la recherche d'une certaine rentabilité. Les techniques adoptées pour leur construction doivent être simples et peu onéreuses. Les chemins construits, dont le rôle de coupe-feu n'est pas à négliger, seront aussi d'un entretien facile et peu coûteux.

Le gestionnaire (ou un ensemble de gestionnaires) doit adapter les caractéristiques du projet aux possibilités de financement (fonds propres, autofinancement, aides publiques, prêts bancaires si nécessaire, ...) ou d'économie (en matière de fiscalité).

La mise en place d'un réseau de desserte représente un investissement important, variable en fonction du tracé prévisionnel et de la réalité des paramètres physiques :

- ◆ nature du terrain, portance du sol : sur terrain sain ou calcaire, les coûts seront moins élevés que sur terrain mouilleux ;
- ◆ topographie, hydrographie : réalisation éventuelle d'ouvrages d'art ;
- ◆ proximité des carrières permettant d'abaisser le coût de transport des matériaux d'empierrement.

Des économies d'échelle sont possibles. D'une part, dans bien des forêts, il existe des chemins dont le tracé est bien en place

mais creusés d'ornières profondes. Dans ce cas, il est indiqué de s'en tenir au comblement de celles-ci en matériaux durs, en ayant soin de ranger les gros moellons sur le fond et de compléter avec de la pierraille ou des refus de carrière. Il est également fréquent de rencontrer des chemins suffisamment praticables sur la plus grande partie de leur parcours, sauf en quelques passages défoncés et boueux qui constituent de véritables obstacles au passage d'un véhicule en charge ; en pareil cas, il s'impose de faire disparaître ces « fondrières » par un empierrement convenable et d'éliminer éventuellement les eaux par un fossé approprié. L'amélioration des tracés existants peut aussi se résumer à la création de drains et de rigoles ou à l'enduisage superficiel d'un matériau de surface des tronçons en pente.

D'autre part, l'emprise de nombreuses pistes de débardage est terrassée directement dans le terrain naturel et ne possède pas de chaussée. Ces pistes sont périodiquement empruntées par les engins tout terrain lors des exploitations des parcelles. La largeur de leur plate-forme varie de 3 à 4 m. Ces voies de débardage peuvent être établies avec facilité au moyen d'une niveleuse ou d'un bulldozer. Leur tracé doit emprunter le sol le plus régulier et le plus ferme possible. Leur distribution doit viser à desservir au mieux les bois à exploiter et il convient de les orienter de préférence en légère descente vers les routes auxquelles elles se raccordent. Seules les parties mouilleuses peuvent être assainies et empierrées.

L'investissement consenti se rentabilise par les possibilités renforcées de vente des coupes de bois et de la plus-value qui en est retirée : l'amortissement est plus rapide pour la desserte de peuplements résineux avec des délivrances en coupes plus fréquentes et plus volumineuses par rapport aux coupes feuillues.

Adopter une densité optimale

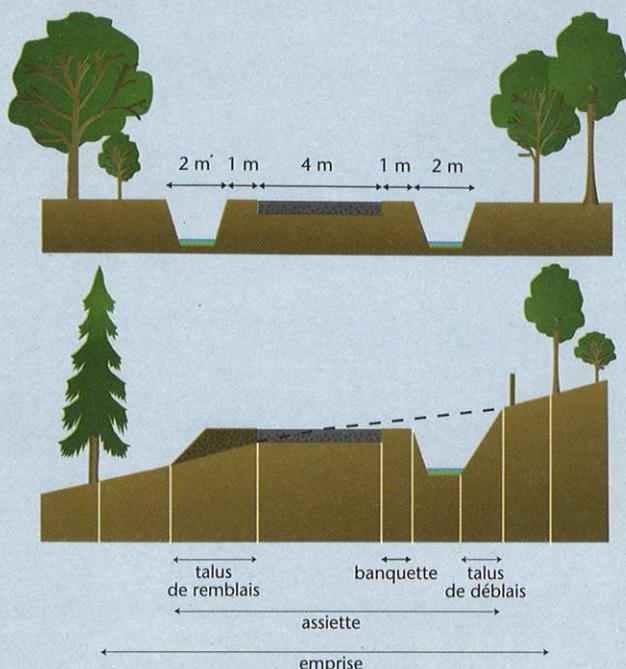
La distribution des différentes voiries forestières est évidemment faite selon la configuration et l'étendue du massif boisé à desservir. Il faut en tous cas que les routes pénètrent suffisamment en profondeur de manière à réduire au minimum les longueurs de débardage ainsi que les points de rupture de charges (manutention(s) supplémentaire(s) au cours du trajet).

Théoriquement, selon la topographie et la portance des sols, il est préconisé aux 100 ha : en plaine, 1,5 km de route et

De nombreux chemins en place peuvent faciliter les opérations de débardage moyennant quelques améliorations peu onéreuses à certains endroits difficiles.



LA CONCEPTION D'UNE ROUTE : PRINCIPES DE BASE



La construction d'un tronçon de voirie forestière comprend plusieurs étapes. Certaines peuvent être plus ou moins élaborées, selon la catégorie du chemin à construire :

X Le déboisement : enlèvement des arbres dans les limites de l'emprise dont la largeur devra permettre les opérations d'essouchement, de drainage, de déblai, de remblai et de régalinge.

X Le terrassement : ensemble des opérations qui donne à la route la forme requise par les profils en longueur et les sections en travers :

- essouchement : enlèvement de la couche de sol organique ;
- déblais : travaux d'excavation pour donner à la route le profil, la largeur et le drainage déterminés ;
- remblais : superposition par couches successives des matériaux formés par les déblais.

X Les ouvrages d'art : ponceaux, ponts, radiers, passages busés, piliers...

X Le drainage : équipements latéraux (fossés), souterrains (tuyaux, aqueducs) et aériens (rigoles)...

X La fondation : enrochement de matériau grossier compacté pour augmenter la capacité portante et la capacité de drainage.

X La couche de liaison : couche intermédiaire de stabilisation et anticontaminante.

X La couche de roulement : épandage et nivellement de matériaux d'épaisseur et de granulométrie plus minces.

X Le régalinge : aplanissement du terrain pour lui donner une surface régulière, retouches éventuelles, ramassage des débris.

X Les accessoires : pose de barrières, de panneaux réglementant l'accès...

LE TRACÉ

Le tracé sera le plus court possible et sera choisi de façon à réduire au maximum les terrassements et les mouvements de terre, notamment les transports en long. Parfois, il y aura intérêt à suivre certains chemins déjà existants ou à s'inspirer de leur orientation. Quoi qu'il en soit, il est nécessaire de fixer préalablement sur le terrain, tous les points de passage obligés, tels que : carrefours, gués, ponts, défilés entre rochers... Ces points de passage sont autant de repères à respecter dans l'opération dite de jalonnement des axes.

L'EMPRISE

L'emprise est la surface de terrain exploitée nécessaire à la création de la route.

L'ASSIETTE

L'assiette est la surface réellement occupée par la route. La meilleure assiette sera choisie pour relier les différents points de passage successifs et imposés :

X on recherchera, par exemple, le sol ferme, même rocailleux ou encore un palier naturel entre deux pentes plus ou moins accusées : souvent, le tracé sur fond dur ou rocailleux permettra de tirer parti d'un mauvais sol, laissant le meilleur terrain à la forêt ;

X on évitera les passages fangeux ainsi que les bas de versants détremés ou sujets à immersion ou érosion ;

X on contournera les buttes rocheuses ou encore les gorges ou ravins dont le franchissement

nécessiterait des travaux ou des ouvrages d'art trop dispendieux ;

X dans les pentes, il sera souvent indiqué de cheminer à une certaine distance du pied des versants, de manière à mieux desservir les terrains supérieurs sans pour cela augmenter sérieusement les difficultés de vidange des bandes inférieures.

LA LARGEUR

Une largeur suffisante doit être réservée à la chaussée. Il importe que les gros camions puissent y évoluer avec facilité sans quitter l'empiérement. On peut considérer que 3,50 m est un minimum pour la largeur de celui-ci. Quant à celle des banquettes, il faut au moins 0,75 m.

2,5 km de piste, et en pays accidenté : 3,5 km de route et 4,5 km de piste. Pratiquement, il convient de trouver le niveau idéal d'équipement du massif en regard des plus-values et économies engendrées par la création du réseau :

- ◆ en terrain relativement difficile (mou, fortement incliné ou très accidenté), les routes secondaires devraient être rapprochées de 300 mètres environ, de manière à réduire à un maximum de 150 m les longueurs de débusquage des arbres ; en terrain uniforme ou faiblement incliné, ces distances peuvent aller jusqu'à 500 mètres et même plus ;
- ◆ elles doivent être réparties en tenant compte, bien sûr, des pentes et du relief du terrain, mais aussi de manière à permettre d'y raccorder au mieux toutes les pistes de débardage indispensables.

Donner une logique au projet

Dès le début du projet, quel que soit le niveau envisagé (la propriété ou le massif :

entente à l'amiable entre plusieurs propriétaires ou dans le cadre d'associations), il convient de prévoir le développement ultérieur du réseau à créer ou à aménager : tranches successives pour amortir progressivement. Il est en particulier important de ne pas s'engager dans des réalisations partielles sans plan d'ensemble, souvent non intégrables ultérieurement dans un réseau cohérent. En fonction de l'entité boisée, même si certains cantons ne comportent à ce moment que des jeunes plantations ou des parcelles à restaurer, l'exécution des travaux au niveau de celles-ci peut être éventuellement postposée jusqu'au jour où elles entreront en exploitation. En outre, il faut envisager la façon dont les réalisations pourront être surveillées et entretenues.

En règle générale, un projet d'ensemble bien conçu, sera plus économique que la construction de tronçons de route indépendants. Il faut en tout cas se garder de trop subordonner un projet à l'âge ou à la nature des peuplements, car une route s'établit pour longtemps et le choix du meilleur tracé reste primordial.

Favoriser l'intégration paysagère du réseau

Une route ou une piste est a priori un élément qui participe à la structuration du paysage. Pour bien intégrer les routes et les pistes dans un paysage, leur tracé doit respecter les logiques d'implantation et les particularités du relief :

- ◆ réduire au strict minimum les déblais/remblais, souvent les parties les plus visibles d'une route ou d'une piste : mieux vaut « coller » au relief même si cela augmente la longueur de la route ou de la piste ;
- ◆ éviter des pentes du profil en long exagérément régulières sur de très grandes longueurs, notamment sur des terrains où la pente n'est pas régulière ;
- ◆ éviter le surdimensionnement ;
- ◆ limiter, dans la mesure du possible, le nombre de lacets.

Plus une route ou une piste présente un caractère artificiel, plus elle contrastera avec son environnement, et plus elle monopolisera les regards...

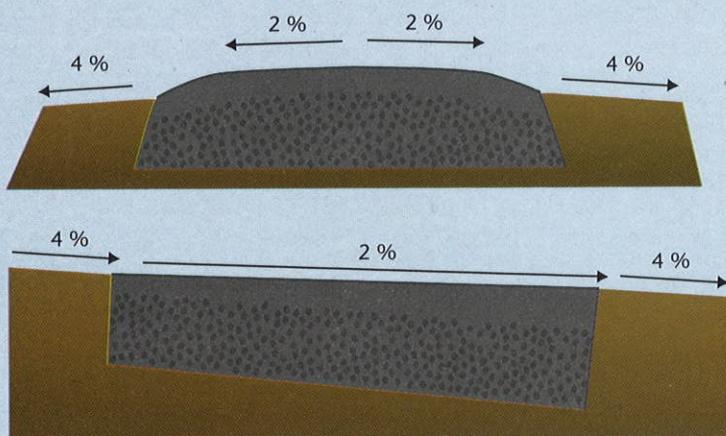


© FW

Suivant la topographie et la nature du sol, l'assiette de la route réclame éventuellement un fossé. L'assiette d'une route bordée d'un fossé nécessite 5 à 6 mètres de largeur.

Pour l'éviter, il est nécessaire de donner un certain bombement à la surface empierrée de manière à ce que les eaux de surface s'orientent directement vers les accotements. De même, il faut donner à ceux-ci un certain degré d'inclinaison vers l'extérieur pour que ces eaux parviennent naturellement aux fossés ou dans les remblais. Les normes appliquées sont généralement de 2 % de la largeur empierrée pour le bombement et de 4 % pour la pente des banquettes.

LUTTE CONTRE LE RUISSELLEMENT



Pour éviter l'érosion, il est nécessaire de donner un certain bombement ou une pente à la surface empierrée.

Le débardage sur pente pose des problèmes aigus pour l'exploitation des peuplements forestiers. Par manque de voies de desserte, les bois sont alors débardés :

- ◆ soit vers le bas, par lançage : glissement ou schlittage des bois ;
- ◆ soit vers le haut par treuillage jusqu'à une piste carrossable ou par téléphériques forestiers ;
- ◆ soit par hélicoptère (prix de revient élevé).

L'assainissement

Le drainage permanent d'une route est une condition essentielle de sa résistance et de sa conservation.

Un mauvais assainissement favorise la création d'ornières. Ceci est d'autant plus vrai lorsque les matériaux utilisés sont de qualité déficiente. Les calcaires gélifs et les schistes peu résistants se fissurent au gel et se fragmentent d'autant plus rapidement qu'ils sont imprégnés d'eau : ils donnent des routes très sensibles en période de dégel.

Il est également très important d'assurer l'entretien de ces fossés. Actuellement, l'ouverture aussi bien que le curage des fossés peut se faire à des prix modérés grâce à l'usage de pelles hydrauliques au gabarit voulu.

Dans les pentes assez fortes, afin d'éviter l'affouillement des fossés, il est indispensable d'aménager des aqueducs transversaux pour rejeter les eaux du côté inférieur. Tous ces artifices sont destinés à éviter l'érosion par la réduction de la vitesse d'écoulement.

Les eaux des fossés, principalement lorsque les tronçons de pentes sont longs, doivent être régulièrement déviées en forêt par l'intermédiaire d'aqueducs. Ces aqueducs se font couramment en tuyaux de béton comprimé ou encore de grès vernissé en sol acide, de diamètre supérieur à 30 cm.

LA CONSTRUCTION DE LA VOIRIE

Le réseau d'équipement doit toujours être bien adapté à la nature du terrain. Il doit tenir compte de la topographie et de la portance des sols, nécessitant des adaptations techniques et modifiant sensiblement le montant de l'investissement. Vu le trafic lourd concerné, les routes devront avoir une robustesse à toute épreuve.

Il convient de tenir compte des caractéristiques routières les plus élémentaires, à savoir :

La pente

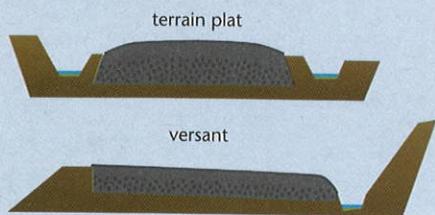
Il faut rechercher pour les profils en long, des pentes modérées et régulières. Il faut noter

qu'une pente légère de 1,5 à 2 % est préférable à l'horizontalité, car elle assure un bon écoulement longitudinal des eaux sans donner lieu à l'érosion ; le terrain horizontal, au contraire, favorise la stagnation des eaux, le détrempe en profondeur et une rapide détérioration de la route par les charrois. Au contraire, les pentes trop fortes accentuent les dégâts d'érosion et rendent les transports de bois à la fois plus dangereux et plus onéreux. On considère que la pente ne devrait pas dépasser 5 %.

Dans les terrains accidentés, les pentes constituent une limite pour la sécurité des camions grumiers. Les tronçons de pente supérieure à 8 % devraient être revêtus d'un matériau permettant une meilleure adhérence.

L'érosion est notamment provoquée par le ruissellement des eaux sur la voie empierrée ou encore au niveau des fossés.

ASSAINISSEMENT



Les eaux des fossés doivent être régulièrement déviées par l'intermédiaire d'aqueducs.



Sur terrain en pente, le fossé est toujours localisé en amont de la route.



Sur pente, l'installation de cassis réduit les risques de ravinement en déviant les eaux de ruissellement vers les fossés.



Généralement, les tuyaux d'aqueduc ont un gabarit de 30 à 40 centimètres de diamètre. Leurs têtes peuvent être plus ou moins aménagées.

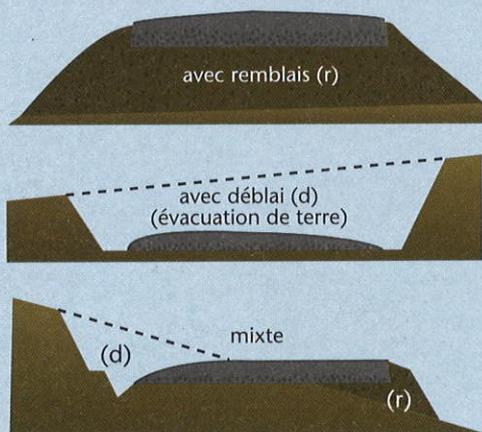
LA FONDATION

En forêt, il faut éviter dans la mesure du possible, le creusement de tranchées profondes donnant lieu à des hauts talus ou à de forts remblais : ceux-ci contrarient sérieusement la mise à chemin et le chargement des produits forestiers. En outre, ces tranchées provoquent souvent un assèchement excessif des terrains supérieurs tandis que les terres de remblais subissent souvent des affaissements pouvant déformer dangereusement la route elle-même.

Le mieux est donc de rester aussi près que possible du niveau du terrain naturel, ce qui aura comme avantage supplémentaire de faciliter l'aménagement latéral des rampes de traînage ou de débardage.

Dans les terrains peu fermes, les bordures sont d'une utilité incontestable, car elles résistent aux poussées latérales exercées par l'empierrement sous les fortes charges.

L'axe doit être piqueté de manière à réaliser au mieux la compensation des terres en travers ; toutefois, vu la facilité actuelle des terrassements mécaniques, il est recommandable de « mordre » un peu plus du côté supérieur de façon à ce que toute la largeur d'empierrement puisse reposer sur une assise déblayée, c'est-à-dire plus ferme en général que sur terres remuées.



L'EMPIERREMENT

Les routes forestières sont principalement soumises à deux types de trafic :

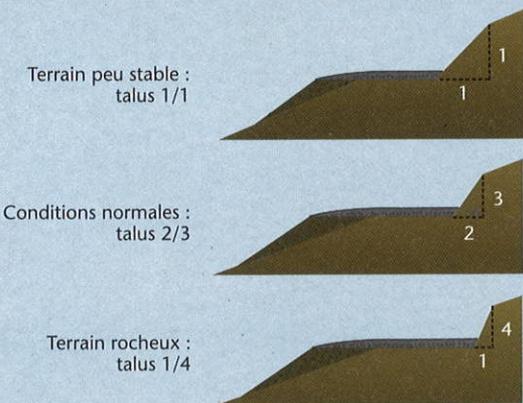
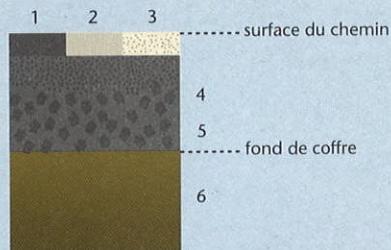
- X le transport des grumes, de nature sporadique : les charges transportées étant élevées, le dimensionnement de ce type de chemins sera basé sur la route de 4 tonnes minimum ;
- X la circulation nécessitée par l'entretien des forêts et la lutte contre les incendies : les charges transportées étant peu élevées, le dimensionnement peut être basé sur la route de 2 tonnes.

Compte tenu de ce qui précède, l'épaisseur des empierements pourra le plus souvent être limité à une valeur comprise entre 15 et 50 cm, suivant la nature et l'état du sol en place.

En construction de chemins forestiers, on se contente souvent d'une couche unique d'empierrement qui remplit le rôle de sous-fondation, de fondation et de couche de surface. Encore faut-il que la couche mise en œuvre soit de bonne qualité, de manière à réduire au minimum les dégradations provoquées par le trafic et les eaux de ruissellement, et que les moyens de drainage soient appropriés ; l'empierrement continu traité au chlorure de calcium répond à ces exigences.

Autrefois, l'enrochement se construisait en « hérissou » par la main de l'homme, c'est-à-dire en constituant un lit très serré de moellons -autant que possible à embrasement- suivi d'un bon calage à la masse. De nos jours, les empierements forestiers se font par simple compactage d'éléments pierreux « tout-venant » (mélanges de calibres) et ce, avec ou sans bordures.

1. couche hydrocarbonnée
2. dalle de béton
3. dolomie stabilisée
4. fondation
5. sous-fondation
6. terrain de fondation



LES TALUS

La pente des talus varie selon la nature du terrain. Le risque d'érosion due au ruissellement est surtout à craindre sur les talus non rocheux, et plus particulièrement sur les remblais au sol peu tassé, avant qu'ils ne soient « végétalisés » naturellement ou artificiellement.

LA COUCHE DE FINITION

La couche de finition peut varier : macadam, goudron, imprégnation au bitume, tarmac, enduisage de pierrailles...

De plus en plus, la dolomie compactée, de moindre coût, est adoptée. Pour ce qui concerne les routes appelées à supporter des charrois intensifs, il est recommandable de faire les frais d'un revêtement comportant un enduisage en semi-pénétration. Un tel revêtement a l'avantage d'être durable et de réduire considérablement les frais d'entretien.



L'empierrement de la route détermine sa résistance et sa durabilité, une couche de 40 centimètres étant souvent un bon compromis technico-économique



Partie brune : empierrement brut (0-200) provenant d'une carrière d'opportunité ; partie grise : précriblage.

Les têtes d'aqueduc seront maçonnées ou bétonnées.

Pour éviter le ravinement et l'enlèvement des éléments fins de la couche de roulement, les eaux de surface doivent être déviées par l'intermédiaire de rigoles transversales en oblique. On peut aménager, en des endroits bien choisis, des « cassis » ou encore des « gouttières » étroites et peu profondes avec revêtement boisé, bétonné ou métallique, de manière à rejeter ainsi les eaux du côté inférieur.

Dans les terrains plats peu perméables, il importe de creuser des fossés bordiers dont la profondeur doit être en rapport avec le degré d'humidité du terrain et le volume d'eau qu'ils sont appelés à recueillir.

Dans les versants, un seul fossé aménagé du côté supérieur suffira pour collecter les eaux. Ceux-ci rejoindront des collecteurs en aval suffisamment grands et entretenus.

Les zones de croisement

Étant donné que la largeur d'une route forestière est généralement fixée à 3,5 mètres, il importe de prévoir des zones de croisement : tous les 400 m au maximum, des élargissements permettent le croisement des véhicules. Ces zones seront fixées à des endroits ne réclamant pas des remblais ou déblais conséquents.

Les virages

Les tournants trop courts entravent le transport des longs bois et nécessitent des élargissements de l'empierrement sous peine du déportement des roues sur les accotements. En principe, le rayon des courbes ne devrait pas descendre en dessous de 20 m. Un dévers est aménagé à l'intérieur des courbes.

Les lacets

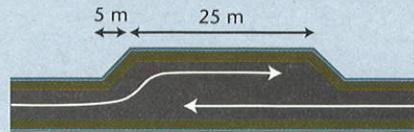
Sur les terrains en forte pente, les virages en lacets seront calculés de façon à pouvoir permettre sans aucune manœuvre le passage d'un grumier.

Les places de retournement

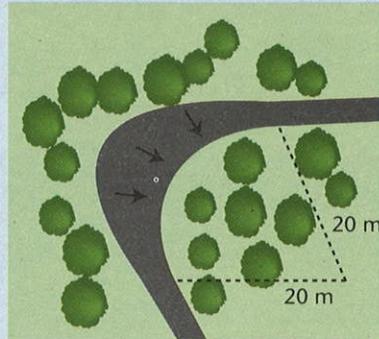
Si une route forestière débute sur le réseau public, il n'est pas rare qu'elle se termine dans la forêt en cul-de-sac ; aussi faut-il créer à son extrémité une place de retournement conçue pour qu'un grumier puisse faire demi-tour sans manœuvrer.

L'espace libre disponible au centre (environ 20 ares) peut être utilement aménagé en aire de stockage et de tri des bois, gagnage pour le gibier, parking pour usagers, pavillon de chasse, entrepôt...

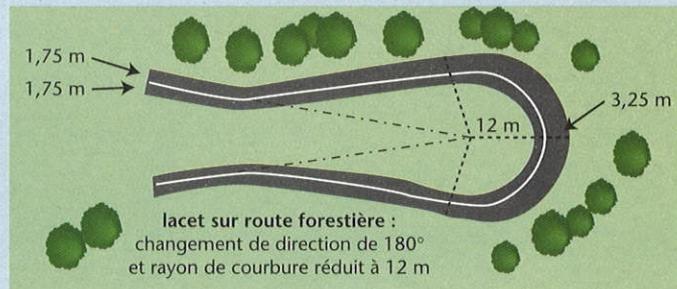
ZONE DE CROISEMENT



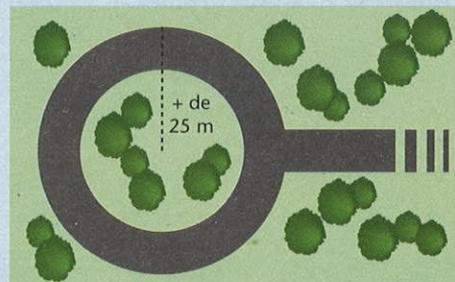
VIRAGES



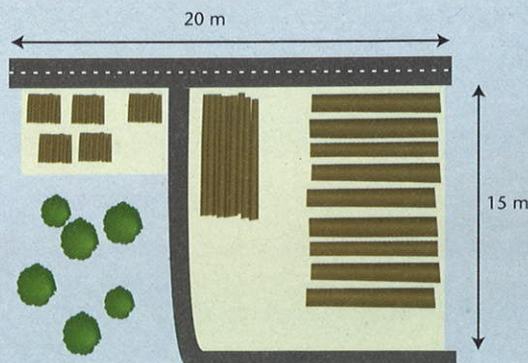
LACETS



PLACE DE RETOURNEMENT



AIRES DE STOCKAGE





© FW



© FW



© FW

De haut en bas :

Des aqueducs en béton préfabriqués facilitent la mise en œuvre des ponts.

L'entreposage de grumes le long des voiries secondaires ne pose pas de problème de sécurité, mais risque d'endommager son revêtement et ses fossés.

Le long des voiries principales, seul l'entreposage des grumes sur quai de chargement est préconisé.

Les ouvrages d'art

Les ouvrages d'art doivent être dimensionnés en fonction du niveau maximum des crues. Leur création doit tenir compte des impératifs de stabilité liés au sol.

Les aires de stockage

Installées à chaque arrivée de piste, des aires latérales de dépôt de minimum 300 m² sont destinées à l'entreposage des bois à charger.

Les zones humides ou argileuses

À part dans certaines zones à assise rocheuse superficielle, les empièvements en forêt sont appelés à reposer sur un sol généralement mou, peu tassé et souvent après desouchement. Aussi, observe-t-on assez souvent des affaissements prématurés et parfois une déformation sérieuse du profil de la route. Pour éviter de tels inconvénients, deux techniques sont envisageables.

La pose d'un géotextile entre le sol et la chaussée

La couche de fondation peut reposer sur une couche anticontaminante (géotextile) ayant pour but d'éviter les remontées boueuses dans le corps de la chaussée. Ce dispositif permet le passage de l'eau tout en filtrant les particules fines indésirables et empêche ces dernières de se propager dans la couche de fondation.

L'installation des géotextiles permet une réduction de l'épaisseur du corps de la chaussée qui peut être cette fois constituée de matériaux plus nobles.

Les géotextiles doivent remplir quatre rôles principaux :

- ◆ la séparation : le géotextile empêche l'interpénétration entre des matériaux de granulométries différentes, par exemple un sol argileux et un empièchement concassé : les pores du géotextile doivent être plus fins que les particules du sol ;
- ◆ la filtration : les particules plus grosses que la taille des pores du géotextile sont retenues lors d'un écoulement : on peut ainsi limiter le colmatage de structures drainantes par des matériaux fins ;
- ◆ le drainage : sa structure est suffisamment ouverte pour que l'eau passe à travers ;
- ◆ le renforcement : les matériaux meubles du sol ayant une faible résistance à la pression des charrois, un géotextile peut prendre ces contraintes et donc renforcer la résistance de la fondation.

Le traitement du sol par des liants

Autrefois, on posait dans les terrains fangeux ou tourbeux, un lit de pierres plates

L'ENTRETIEN DES VOIRIES FORESTIÈRES

soigneusement juxtaposées sur le fond du coffre : cette base assurait la portance pour l'empierrement et permettait de faire une sérieuse économie d'enrochement.

Actuellement, avec l'incorporation de chaux à un sol naturel contenant des éléments argileux, on obtient un effet d'assèchement et de floculation à court terme, et de « prise » à long terme (accroissement de la résistance mécanique) :

- ◆ pour les sols sableux, un traitement au ciment confère une meilleure rigidité et résistance mécanique, permettant à la couche ainsi traitée de reprendre les efforts dus au trafic ;
- ◆ des sols limono-argileux peuvent être stabilisés de manière efficace par un traitement mixte chaux-ciment.

L'avantage économique est d'autant plus intéressant que la distance d'approvisionnement en matériau d'empierrement est importante.

De plus, en évitant de transporter des granulats de fondation, cette stabilisation en place épargne des dégradations au réseau routier existant.

Vu la pénurie prévisible de matériaux concassés provenant de carrières et compte tenu des contraintes environnementales d'exploitation des gravières dans les cours d'eau, cette technique est appelée à se développer.

L'ENTRETIEN DE LA VOIRIE FORESTIÈRE

Lors du passage en coupe d'une parcelle forestière, le débardage des bois emprunte, jusqu'à la voirie ou une place de dépôt, des chemins de terre. Malheureusement, l'exploitation se pratique souvent par temps humide et les chemins en sortent complètement déformés. Le cahier des charges des ventes stipule bien que l'exploitant est tenu de les remettre en état mais trop souvent la solution adoptée est inadéquate : elle consiste à niveler, en réalité creuser, le chemin avec la pelle frontale du débardeur. De ce fait, dès la première pluie, le chemin se transforme en un véritable « fond de baignoire » totalement impraticable. Une telle situation, bien connue de nombreux propriétaires, constitue un redoutable frein à une saine gestion forestière et cynégétique du bois.

Les dégradations des voiries forestières en sol naturel sont :

- ◆ la formation bien connue de la « tôle ondulée » ;
- ◆ la formation d'ornières et d'épaulements surtout sensibles sur les routes et pistes à une voie de circulation ;
- ◆ l'arrachement des graviers imputable aux efforts tangentiels des roues des véhicules ;
- ◆ la formation de ravines transversales ou longitudinales ;

Meilleure est la conception de l'ouvrage au départ, moins les entretiens coûtent cher. Pour éviter des entretiens curatifs toujours onéreux, mieux vaut entretenir préventivement, donc régulièrement :

- ◆ **après création** : rechargement, si nécessaire, des affaissements en terrains mouilleux ou instables ;
- ◆ **annuellement** : assainissement des voies d'eau : curage des fossés et des rigoles et nettoyage des bouches d'aqueducs ;
- ◆ **environ tous les 5 ans** : arasement des fossés, nivellement et compactage de la route, rechargement des « nids de poule » ;
- ◆ **environ tous les 10 ans** : réfection de la couche de surface sur les portions de chemins dégradés et rechargement si nécessaire, de cette couche de surface avec des matériaux de fine granulométrie bien compactée.

ENTRETIEN PRÉVENTIF

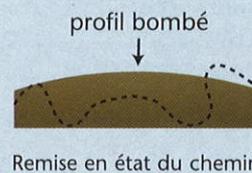
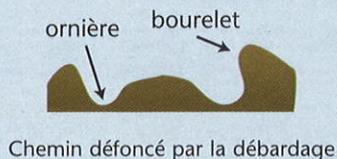
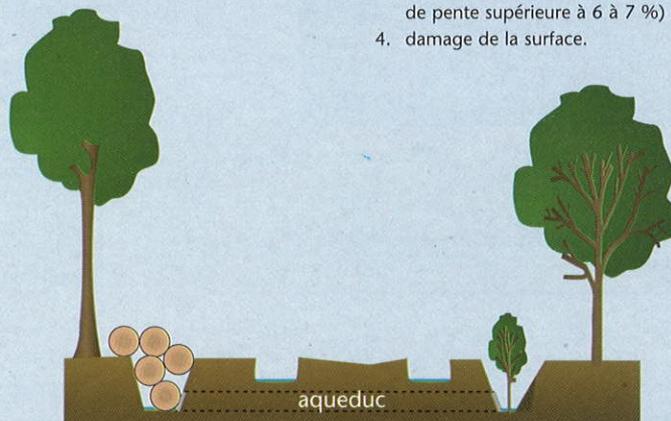
- ◆ curage des fossés ;
- ◆ déblaiement des éboulements ;
- ◆ reprofilage des accotements ;
- ◆ coupe des branches qui ombragent la route et freinent l'assèchement.

ENTRETIEN CURATIF

- ◆ réparer les dépressions arrondies (nids de poule) ou allongées (ornières) ;
- ◆ affranchir les bords et arroser d'émulsion le fond ;
- ◆ combler par des matériaux grossiers puis fins, arroser et damer.

La remise en état de ces chemins défoncés nécessite trois, voire quatre opérations successives :

1. remise en place dans les ornières du matériau accumulé au niveau des bourrelets ;
2. bombage pour favoriser l'écoulement latéral de l'eau ;
3. création de saignées orientées obliquement par rapport à l'axe du chemin pour permettre l'évacuation de l'eau de ruissellement (en cas de pente supérieure à 6 à 7 %) ;
4. damage de la surface.



- ◆ l'entraînement des parties argileuses par les eaux superficielles depuis la chaussée vers les accotements et les fossés latéraux.

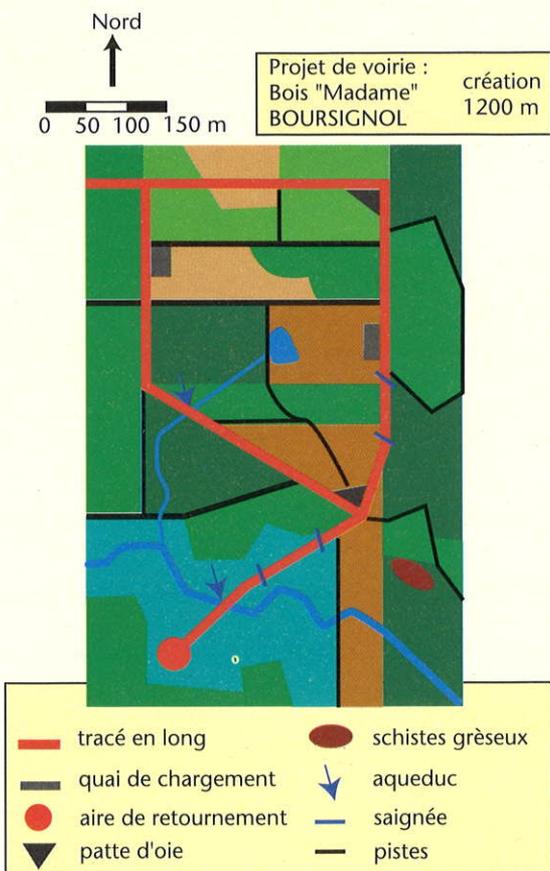
Leur entretien a pour objectifs d'assurer un drainage efficace et de maintenir ou rétablir le profil bombé de la chaussée. Par ailleurs, il convient de surveiller tous les autres équipements, en particulier les dispositifs d'assainissement tels que les aqueducs.

Différents types de matériel disponibles chez les entrepreneurs locaux peuvent être utilisés pour restaurer de façon durable, simple et peu coûteuse les chemins forestiers dégradés :

- ◆ soit une lame niveleuse orientable dans trois plans ; ce type de lame permet, en deux passages au moins, d'effectuer à la fois la remise en état du chemins et des saignées ;
- ◆ soit un cover-crop classique : il s'agit d'un outil souple (adaptable sur tout engin équipé d'un relevage trois ponts à l'arrière), peu coûteux et robuste ; il ne permet pas cependant de réaliser les saignées et d'obtenir un bombage.

Ces engins permettent de combler, sur terrains plats ou en pente, des ornières de 10 à 60 cm de profondeur, à condition que le sol soit suffisamment ressuyé et d'effectuer

PLAN DE SITUATION



CLAUSES GÉNÉRALES

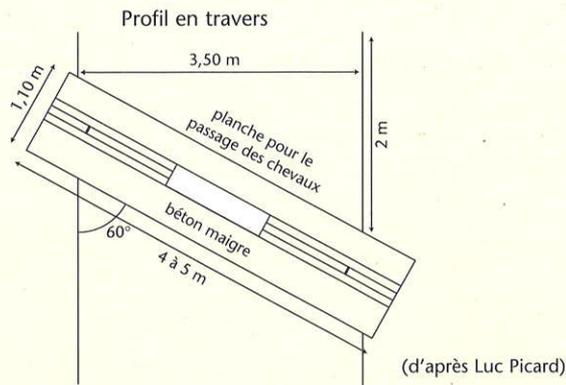
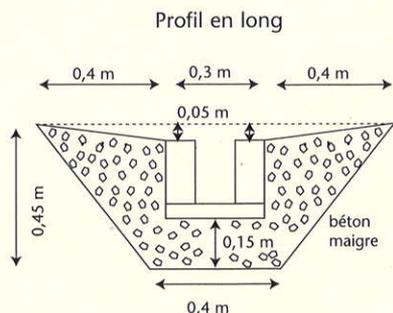
1. Les offres sous enveloppe cachetée sont à adresser à..... avant la séance d'ouverture des soumissions qui aura lieu à..... le..... à..... heures.
2. Les adjudicataires seront informés dans les 10 jours de la suite réservée à leurs offres : le maître d'œuvre se réserve le droit de ne donner suite qu'à une partie des offres.
3. Les entrepreneurs fournisseurs doivent être enregistrés et agréés au moins pour les travaux de classe 1 Cat. C et G ; ils sont tenus de mentionner leurs numéros d'enregistrement et de T.V.A. sur leur offre. Les remises de prix seront détaillées selon les postes repris.
4. Le délai d'exécution des travaux est fixé à... jours calendrier à partir de la date du bon de commande.
5. Pour les marchés supérieurs à..... F hors T.V.A., un cautionnement de..... % du montant du marché sera exigé.
6. La facturation pourra se faire en..... phases suite à la réception provisoire de travaux et de fournitures :..... et..... ; la facturation du solde de..... % sera établie suite à la réception définitive.
7. Les entrepreneurs ou leur personnel sont tenus de prendre toutes les mesures utiles en vue d'éviter tout dommage à la propriété (chemin, arbres, sol..) ou à des tiers du fait de l'entreprise.
8. Ils seront responsables d'éventuels dégâts : les chemins d'accès empruntés et dégradés seront remis en état.
9. Aucun objet ou matériau, aucune matière ou marchandise d'origine étrangère ne sera mis en œuvre.
10. Dans un souci de maintenir la forêt propre, l'entrepreneur sera tenu responsable envers le propriétaire de l'abandon de tous débris, tels que bidons d'huile, câbles, bouteilles, batteries, pneus, etc. et redevable d'une indemnité de..... F par objet abandonné sur son chantier.
11. L'entrepreneur et ses commettants sont tenus de respecter le balisage des chemins et sentiers et les panneaux de signalisation de toute infrastructure. En cas de non respect, les paiements seront suspendus jusqu'à remise en état des équipements endommagés, détruits ou subtilisés, nonobstant des sanctions légales.

Pour le respect des points 7 à 10, un état des lieux avant et après les travaux de voirie est VIVEMENT conseillé.

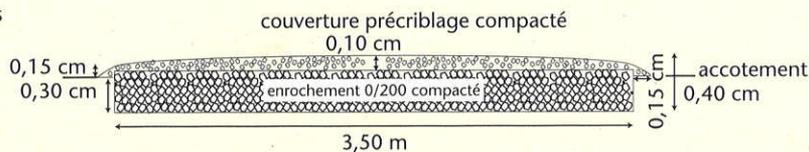
CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

1. Les matériaux d'empierrement et de finition à fournir devront être de la pierre calcaire dure, du grès ou de la quartzite.
2. Les têtes d'aqueduc auront la largeur correspondante à la largeur supérieure du fossé.
3. Les caractéristiques des matériaux pour le coffre et la couche de finition de roulement sont à préciser en fonction des disponibilités et opportunités régionales.
4. Pour certains ouvrages d'art ou certains équipements particuliers, des plans en coupe et instructions sont conseillés.

SAIGNÉE EN CHÊNE TRAITÉ



CHEMIN FORESTIER AVEC COFFRE DE 40 CM : profil en travers



Remarques :
 enrochement 35 et
 couche de finition de 10

(d'après Luc Picard)

TRAVAUX DE VOIRIE FORESTIÈRES :MERCURIALE DE PRIX

Les indications livrées dans ce tableau proviennent de renseignements obtenus auprès des cantonnements forestiers DNF de Beauraing et de Bièvre. Les prix unitaires proviennent d'appels d'offre par procédure négociée pour une trentaine de chantiers des exercices 1998 à 2000 faisant appel à la concurrence (généralement

3 à 5 remises de prix par article). Toute extrapolation dans d'autres domaines impliquent la disponibilité de matériaux de qualité comparable et des conditions équivalentes de distances de transports et de techniques de mise en œuvre. Tous les prix s'entendent hors TVA de 21 %.

CRÉATION DE VOIRIE FORESTIÈRE DE 1000 M DE LONGUEUR		Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
TERRASSEMENT : ouverture et nivellement du coffre du chemin au bulldozer sur 3,5 m de large et 0,40 m de profondeur avec étalement latéral des déblais		m ² mcr	3500 1000	25 88	87 500
EMPIERREMENT : étalement à la niveleuse ou au bulldozer X achat, fourniture et mise en œuvre de 0,35 m d'épaisseur de déchets de carrière discontinu 0/200 (sans terre ; coefficient compacté : 2 = 2 T / m ³)		m ³ T mcr	1225 2450 1000	520 260 637	637 000 ou
X extraction, transport, et mise en œuvre de matériaux 0/400 d'une carrière locale d'opportunité (terre < 20 % ; coefficient compacté : 2 = 2 T / m ³)		m ³ T mcr	1225 2450 1000	340 170 417	416 500
FINITION : achat, fourniture et mise en œuvre à la niveleuse ou au bulldozer X 0,10 m d'épaisseur de pierrailles 0/40 de carrière (sans terre ; coefficient compacté : 2,2 = 2,2 T / m ³)		m ³ T mcr	350 770 1000	924 420 323	323 400 ou
X 0,10 m d'épaisseur de précriblage 1er choix de pierres calcaires 0/40 de carrière (granulométrie discontinue ; coefficient compacté : 2,3 = 2,3 T / m ³)		m ³ T mcr	350 805 1000	690 300 242	241 500
CYLINDRAGE : compactage par rouleau compresseur de 14 T minimum		m ² mcr	3500 1000	10 35	35 000
OPTIONS :					
X achat, fourniture et pose d'un géotextile (190 gr/m ²)		m ² mcr	1 1	90 315	
X fourniture et pose en oblique (35°) d'une saignée de 5 m de long en bois de chêne traité (2 poutres L 5 m / 0,10 m x 0,20 m espacées de 0,10 m unies entre elles, clouées sur un plateau L 5 m / 0,30 m x 0,10 m), épaulée de 1 m ³ de béton maigre à 200 kg débordant de part et d'autre d'environ 50 cm, en légère pente jusqu'à la saignée		pièce mcr	1 1	15 000 3 000	
X création d'un fossé bordier L 0,60 x P 0,40 x I 0,30 L 1,00 x P 0,50 x I 0,30		mcr mcr	1 1	65 100	
X aménagement d'une aire de croisement ou de retournement (/m ² : terrassement 60 F + empierrement 200 F + finition 100 F + cylindrage 15 F)		m ²	1	375	
X aqueducs : profondeur moyenne à 0,80 m, tuyaux en béton vibré • achat, fourniture et pose de tuyaux de 30 cm • achat, fourniture et pose de tuyaux de 40 cm • tête d'aqueduc forestière (0,5 m ³ de béton)		mcr mcr pièce	1 1 1	1 600 2 000 5 000	
RÉFECTION ET ENTRETIEN DE VOIRIES EXISTANTES :					
X Réparation couche de finition : achat, fourniture, étalement à la niveleuse et cylindrage de 0,05 m d'épaisseur de précriblage 1 ^{er} choix de pierres calcaires 0/40 de carrière (coefficient compacté : 2,3 = 2,3 T / m ³)		m ³ T mcr m ²	0,175 0,403 1 1	713 310 125 36	
X Curage et reprofilage mécanique des fossés		mcr	1	50 à 100	
X Comblement des nids de poules et ornières : achat, fourniture, étalement et cylindrage de pierraille 0/32 (coefficient compacté : 2,2 = 2,2 T / m ³)		m ³ T	1 1	990 450	



© FW

Quant au respect de la propriété privée, une bonne signalisation est toujours conseillée.

projet (fonds propres, aides publiques, prêts bancaires...).

Les caractéristiques de l'ensemble du projet (voiries, quais de chargement, aires de croisement) sont alors consignées sur plan et dans un cahier des charges en vue de lancer un appel d'offre PRÉCIS et TECHNIQUE-OPTIMAL : l'assainissement est primordial ; des matériaux valables seront recherchés pour les couches de fondation et de roulement ; des places de dépôt doivent être aménagées pour optimiser le travail des engins de débardage et le transport des bois jusqu'aux industries de transformation.

La route étant créée, il convient alors de l'utiliser au maximum tout en réduisant les causes de dégradation :

- ◆ limiter la vitesse de circulation, interdire l'utilisation en cas de dégel, entretenir

- les fossés (écoulement), dégager les abords de la route (assèchement) ;
- ◆ aménager un réseau parallèle de débardage ;
- ◆ protéger l'intégrité de la forêt en posant des barrières.

À ce prix, la desserte en forêt est un atout intéressant pour le forestier, les chasseurs, le public... : il faut choisir ! ■

remerciement

Les auteurs remercient particulièrement MM. Luc PICARD et André CULOT, respectivement responsables des cantonnements de Beauraing et Bièvre pour les renseignements communiqués en matière de devis de travaux de voirie ; sur le terrain, les Agents techniques Armand ARNOULD et Marc PIRLOT ont été de précieux guides.

Tout débardage ou passage de charroi à travers un cours d'eau exige une autorisation temporaire délivrée par les directions du Centre de la Division Nature et Forêts : des aménagements simples et démontables sont à préférer pour éviter de dégrader ses qualités piscicoles.

deux et plus souvent trois passages avec des angles de travail différents (réglage de l'ouverture et de l'inclinaison des trains de disques ou de la lame) : un passage pour combler les ornières et les suivants pour bomber et émietter la terre. En présence d'ornières très profondes, il peut être nécessaire, dans un premier temps, de creuser pour combler les trous avec de la terre située de part et d'autre et ensuite de retourner les trains de disques pour réaliser le bombage. Après le passage du cover-crop sur sol ressuyé, il est conseillé de procéder au drainage du chemin, par exemple à l'aide des roues d'un tracteur.

CONCLUSION

Les équipements en voirie forestière sont indispensables à la bonne gestion d'un massif forestier : ils contribuent d'abord à l'amélioration de la productivité du secteur « exploitation » et par conséquent à une meilleure valorisation du produit bois.

D'autres fonctions sont aussi visées : accès facilités pour les visites des coupes, les travaux sylvicoles, la surveillance, la lutte contre les incendies, la chasse... et plus-value du patrimoine. La valeur de la route est ajoutée à la valeur du fond de la forêt.

Qu'elle soit « pénétrante » avec place de retournement, « traversante » rejoignant une route à l'autre, « bordante » en périphérie de la forêt ou « d'accès » vers un massif donné, une route forestière doit permettre la desserte d'un maximum de parcelles riveraines.

Tout propriétaire forestier possède dans sa propriété forestière des peuplements adultes dans lesquels des coupes de bois vont être mobilisées ou des jeunes boisements où des travaux doivent être réalisés. Il formule des projets... mais un réseau de desserte insuffisant ou dégradé peut tout remettre en question. Pour y remédier, l'amélioration des chemins existants est généralement prioritaire.

Sinon, une réflexion préalable sur le terrain s'impose : approche du massif, desserte des parcelles, nature du terrain, portance du sol, topographie, hydrographie... Ensuite, « au bureau », la réflexion porte sur la rentabilité (investissement, plus-value, amortissement...) et le plan de financement du



© FW