



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Service des forêts et de la nature SFN
Amt für Wald und Natur WNA

Route du Mont Carmel 5, Case postale
1762 Givisiez

T +41 26 305 23 43,
www.fr.ch/sfn, sfn@fr.ch

Directive 1305.1

27.03.2025

Infrastructures forestières (FP-I, GF-I et PC-d)

- Nouvelle directive
 Mise à jour de la directive 1305.1 du 06.12.2019

Entrée en vigueur : 01.01.2025

- Distribution : disponible sur répertoire commun du service
 disponible sur Internet
 information par courriel à :
 - Sections SFN
 - Arrondissements forestiers
 - Triages forestiers
 sur demande à
 - autres services, communes, corporations de triage, propriétaires de forêts
 - bureaux de consultants spécialisés ou concernés

Remarque : Par mesure de simplification, l'emploi de la forme masculine ou féminine fait indifféremment référence aux personnes de sexe masculin ou féminin.



Table des matières

1. Objectif	3
2. Bases légales et références	3
3. Conditions-cadres	3
3.1. Champ d'application	3
3.2. Planification technique des projets	3
3.3. Priorisation des projets	4
3.3.1. Desserte forestière	4
3.3.2. Bâtiment d'exploitation et hangar	4
3.4. Fermeture au trafic motorisé	4
3.5. Prestations propres	4
3.6. Concept de gestion – Desserte forestière	4
4. Conditions de subventionnement	6
4.1. Desserte forestière hors forêts protectrices	6
4.2. Desserte forestière en forêts protectrices	7
4.3. Exploitation par câble hors forêts protectrices	8
4.4. Bâtiment d'exploitation destiné à la gestion des forêts publiques	9
4.5. Hangars et entrepôts	10
5. Déroulement – projet desserte forestière et bâtiment pour la gestion publique des forêts	11
5.1. Planification et priorisation	11
5.2. Elaboration du dossier de subventionnement	11
5.3. Procédure de permis de construire	11
5.3.1. Sans changement d'utilisation	11
5.3.2. Avec changement d'utilisation	12
5.4. Réalisation des travaux	12
5.5. Décompte intermédiaire des travaux	12
5.6. Réception des travaux	12
5.7. Décompte final	13
5.8. Mise à jour du cadastre de la desserte forestière	13
6. Annexes	14
6.1. Références	14
6.2. Formulaires et annexes	14
6.3. Glossaire	15
6.4. Permis de construire LAF et LATeC	16
6.4.1. LAF – Procédure normale	16
6.4.2. LATeC – Schéma de procédure standard (simplifié), en principe pour les bâtiments	17
6.4.3. Texte type pour publication d'enquête publique selon la loi du 30 mai 1990 sur les améliorations foncières LAF	19
6.5. Références géométriques et techniques	20
6.5.1. Généralités	20
6.5.2. Notions de base	20
6.5.3. Eléments et ouvrages particuliers	22
6.5.4. Tracé horizontal	22
6.5.5. Tracé vertical	23
6.5.6. Profil en travers	23
6.5.7. Choix du revêtement	25
6.5.8. Portance et dimensionnement des infrastructures de desserte	25
6.5.9. Evacuation des eaux	28
6.5.10. Franchissement de ruisseaux et torrents	29
6.5.11. Places d'évitement et places à tourner	30

1. Objectif

La présente directive règle la mise en œuvre et le subventionnement des mesures d'appui à la desserte forestière et aux bâtiments d'exploitation pour les forêts publiques.

La mise en œuvre est prévue dans le cadre de la convention-programme (CP) dans le domaine des forêts conclue entre l'OFEV et l'Etat de Fribourg.

La CP distingue les mesures réalisées dans et hors des forêts protectrices (Référence : Silvaprotect).

2. Bases légales et références

Le tableau ci-après identifie les bases légales et références spécifiques.

Législation fédérale	Législation cantonale	Documents de référence
Cst. : Art. 77		
LFo : art. 1, 19, 20, 35, 37 et 38a	LFCN : art. 13, 24, 27 à 30, 30a, 64 et 64c et 64e RFCN : 17, 26 à 31, 6	Manuel sur les conventions-programmes 2025-2028 dans le domaine de l'environnement (OFEV, 2023)
OFo : art. 18, 19, 38, 38a, 40, 43 et 46 à 50	Ordonnance subvention : art. A1-2, A1-4 et A1-8	

Toutes les autres bases légales concernant en particulier l'aménagement du territoire, la protection de l'environnement, de la nature et du paysage, l'accord sur les marchés publics, la signalisation routière, la loi sur les améliorations foncières (LAF, RSF 917.1) ainsi que les normes et directives y afférentes doivent être prises en compte lors de l'élaboration et de la mise en œuvre de projets d'infrastructures.

3. Conditions-cadres

3.1. Champ d'application

La présente directive se rapporte aux infrastructures forestières au sens d'ouvrages d'améliorations forestières selon l'article 17 RFCN. Sont considérées comme infrastructures forestières, les constructions techniques à même d'améliorer les conditions de l'exploitation forestière (cf. Annexe 6.3 – Glossaire) :

- > les éléments de la desserte forestière (route forestière, piste de débardage, layon de débardage, place de stockage des bois, place de parc à l'entrée des réseaux forestiers) ;
- > les bâtiments d'exploitation forestière (hangar, dépôt forestier, centre forestier, hangar à bois et/ou à copeaux, abris pour la fonction d'accueil) ;
- > Les mesures de prévention contre les incendies de forêt (réservoirs, desserte, etc.)

3.2. Planification technique des projets

La présente directive récapitule les éléments de base en lien avec la planification technique des infrastructures de desserte, ainsi que les aspects procéduraux d'approbation au niveau technique, administratif et finalement les conditions d'exécution de tels projets.

Ces éléments sont traités en détail dans les annexes pour des raisons de lisibilité de la directive. Ces annexes sont toutefois autant importantes et liantes que la partie principale pour la mise en œuvre des projets.

3.3. Priorisation des projets

3.3.1. Desserte forestière

La priorité cantonale est donnée au maintien, voire à l'amélioration de la desserte de base existante. Les priorités sont établies dans l'ordre suivant :

1. la remise en état de la desserte / d'ouvrage existants,
2. l'amélioration de la desserte / d'ouvrage existants,
3. le remplacement de la desserte / d'ouvrage existants (y compris désaffection ou démantèlement),
4. la construction de nouvelles dessertes / ouvrages.

La construction de nouvelles dessertes / ouvrages doit être justifiée par les porteurs du projet au niveau de la plus-value de l'infrastructure afin d'assurer les fonctions de la forêt. Toute nouvelle construction liée à la prévention contre les incendies de forêt doit se référer au concept cantonal.

3.3.2. Bâtiment d'exploitation et hangar

Toute construction de bâtiment doit s'inscrire dans un contexte régional (au minimum au niveau de l'unité de gestion) en tenant compte entre autres de la proportionnalité avec la surface de forêt publique gérée et de la nécessité de l'ouvrage pour le fonctionnement rationnel d'une unité de gestion.

3.4. Fermeture au trafic motorisé

En vertu des législations fédérales et cantonales, la circulation des véhicules à moteur non autorisés est interdite sur le réseau de desserte forestière.

3.5. Prestations propres

Chaque maître d'ouvrage peut employer son propre personnel en vue de la réalisation partielle ou totale des travaux projetés, pour autant que celui-ci dispose des qualités et capacités nécessaires et que les conditions et requêtes susmentionnées soient respectées. Les fournitures de matériel (bois, gravier, pierres, blocs, etc.) ou l'engagement de machines ou d'outils sont envisageables.

De telles prestations doivent être mentionnées et justifiées préalablement dans le rapport technique. Dans ce cas, les tarifs normaux et reconnus (tarifs horaires du personnel, coûts des machines, livraison du matériel) servent de référence et ne peuvent être outrepassés lors du calcul des coûts subventionnables. Toutes les prestations propres doivent être attestées par des pièces formelles qui contiennent les informations nécessaires (auteur de la facture, destinataire, date, type et moment de la prestation, bases de calcul, détail des heures, respectivement montant décompté).

3.6. Concept de gestion – Desserte forestière

Afin de disposer d'une planification et une vue d'ensemble des dessertes forestières, chaque gestionnaire/propriétaire(s) d'une infrastructure est responsable d'établir un concept de gestion de sa desserte forestière.

L'échelle de réalisation du concept dépend du gestionnaire.

- > Si le gestionnaire est une unité de gestion ou une commune, il réalisera un concept pour l'ensemble des routes gérées par ses soins.
- > Si le gestionnaire est un syndicat ou autre entité de gestion, il réalisera un concept pour les infrastructures qu'il gère, indépendamment des limites des triages forestiers ou des limites politiques.

Basé sur le cadastre de la desserte forestière du SFN (fourni sur demande), les propriétaires/le gestionnaire établissent un document succinct de la desserte dont ils sont propriétaires/gestionnaire avec :

- Identification du ou des propriétaires de la desserte
- Description de la gestion de la desserte forestière (responsabilité, gestion générale, maître d'ouvrage, etc.)
- Planification de l'entretien courant (responsable, travaux réalisés, coûts)
- Planification de la réfection de la desserte par tronçon
- Identification des secteurs problématiques au niveau des dangers naturels (par exemple glissement de terrain) ou de l'infrastructure elle-même (par exemple passage à gué)

Disposer d'un concept de gestion de la desserte forestière sera obligatoire dès la CP 2029-2032 et sera un critère exclusif pour obtenir des subventions. La CP 2025-2028 fait office d'une période de transition où les gestionnaires de la desserte seront rendu attentif à la nécessité de disposer d'un tel concept.

4. Conditions de subventionnement

4.1. Desserte forestière hors forêts protectrices

Contexte	<p>Les travaux ci-après peuvent faire l'objet de subvention dans le cadre du programme partiel Gestion des forêts (7c-2) pour autant qu'ils soient indispensables à la gestion forestière et que tout suréquipement soit évité :</p> <ul style="list-style-type: none"> > <u>Entretien périodique</u> : comprend le renouvellement ou le reprofilage de la couche de surface (remise en l'état originel sans changement du type de couche de fermeture). > <u>Réfection</u> (remise en état) : comprend la réparation de dommages consécutifs à la détérioration technique (utilisation) ou naturelle. Elle a pour but de rétablir le bon fonctionnement d'une infrastructure (portance, viabilité) et la sécurité du trafic après l'achèvement de la période de dimensionnement ou à la suite d'un événement lié aux dangers naturels (réparation de dégâts). > <u>Aménagement</u> : comprend l'adaptation de la desserte existante aux exigences d'une exploitation moderne et aux machines forestières actuelles (élargissement et renforcement de la desserte pour les nouveaux types de véhicules et l'utilisation du câble, création de place de travail pour la vidange des bois, etc.). Des compléments à petite échelle peuvent être admis si le besoin est démontré dans une optique d'optimisation globale. > <u>La désaffection et le démantèlement des équipements</u> : comprend la suppression des infrastructures existantes obsolètes et inutiles (selon concept d'exploitation et cadastre desserte forestière).
Objectifs	<p>Maintenir un réseau de desserte forestière de base pour garantir la pérennité des fonctions forestières et l'accès à la ressource bois. Base de travail : Cadastre de la desserte forestière de base, SFN</p>
Conditions	<ul style="list-style-type: none"> > Les travaux concernent uniquement les routes à camions. > Les éventuelles propres prestations des maîtres d'ouvrages sont clairement identifiées. > Les travaux doivent être conformes aux normes techniques en vigueur et/ou recommandées.
Coûts subventionnables	<ul style="list-style-type: none"> > Coûts nécessaires pour la réalisation de l'ouvrage, selon les règles de l'art, et ils ne servent qu'à cet objectif. > Tous frais liés à la fermeture de la desserte forestière ainsi que la mise en place de places de stockage, y c. l'aménagement de places de parage indispensable pour la mise en œuvre des interdictions de circuler. > La planification et la direction des travaux.
Coûts non subventionnables	<ul style="list-style-type: none"> > L'entretien courant (surveillance, nettoyage, réparations ponctuelles ou superficielles) > Les charges purement administratives, des jetons de présence, des intérêts et frais bancaires, des primes d'assurances, frais liés au permis de construire et d'autres frais semblables
Mode de subventionnement	Subvention des coûts effectifs reconnus selon taux : 60 %
Déroulement	<ul style="list-style-type: none"> > Le déroulement d'un projet en vue de l'obtention d'une subvention est décrit au chapitre 5. > Lorsque les travaux prévus portent sur des tronçons desservant aussi bien des forêts protectrices que des forêts non-protectrices, la répartition des subventions entre les deux programmes partiels (<i>Forêts protectrices</i> et <i>Gestion des forêts</i>) est déterminée en fonction de la proportion de chaque type de forêt desservi. > Le cadastre de la desserte forestière est mis à jour après réalisation du projet.
Forme juridique	Contrat de subvention
Procédure permis de construire	Entretien, réfection : Aucune procédure Amélioration, aménagement, nouvelle desserte : LAF (Cf. chapitres 5.3 et 6.4.1)
Indicateurs de contrôle	Limites maximales : Fr. 500 / m ² du projet et Fr. 8 000 / ha de forêt desservie En principe, les deux critères doivent être simultanément respectés. Le non-respect de l'un ou l'autre des indicateurs devra faire l'objet d'une justification spécifique.
Motifs de subventionnement	GF-I (infrastructure hors forêt protectrice, produit fédéral) PC-d (Réalisation et remise en état périodique d'infrastructures forestières, produit cantonal)

4.2. Desserte forestière en forêts protectrices

Contexte	<p>Les travaux ci-après peuvent faire l'objet de subvention dans le cadre du programme partiel Forêts protectrices (7a-2) :</p> <ul style="list-style-type: none"> > <u>Entretien périodique</u> : comprend le renouvellement ou le reprofilage de la couche de surface (remise en l'état originel sans changement du type de couche de fermeture). > <u>Réfection</u> (remise en état) : comprend la réparation de dommages consécutifs à la détérioration technique (utilisation) ou naturelle. Elle a pour but de rétablir le bon fonctionnement d'une infrastructure (portance, viabilité) et la sécurité du trafic après l'achèvement de la période de dimensionnement ou suite à un événement lié aux forces de la nature (réparation de dégâts). > <u>Aménagement</u> : comprend l'adaptation la desserte existante aux exigences d'une exploitation moderne et aux machines forestières actuelles (élargissement et renforcement de la desserte pour les nouveaux types de véhicules et l'utilisation du câble, création de place de travail pour la vidange des bois, etc.). Des compléments à petite échelle peuvent être admis si le besoin est démontré dans une optique d'optimisation globale. > <u>Construction</u> : comprend la mise en place de nouvelle infrastructure de desserte justifiée par le concept d'exploitation.
Objectifs	Maintenir et optimiser un réseau moderne et efficient de desserte forestière de base pour garantir la pérennité de la fonction protectrice de la forêt Base de travail : Cadastre de la desserte forestière de base
Conditions	<ul style="list-style-type: none"> > Les éventuelles propres prestations des maîtres d'ouvrages sont clairement identifiées. > Les travaux doivent être conformes aux normes techniques en vigueur et/ou recommandées. > La desserte doit s'inscrire dans un contexte global tenant compte de son raccordement au réseau routier de base.
Coûts subventionnables	<ul style="list-style-type: none"> > Coûts nécessaires pour la réalisation de l'ouvrage, selon les règles de l'art, et ils ne servent qu'à cet objectif. > Tous frais liés à la fermeture de la desserte forestière ainsi que la mise en place de places de stockage, y c. l'aménagement de places de parage indispensable pour la mise en œuvre des interdictions de circuler. > La planification et la direction des travaux.
Coûts non subventionnables	<ul style="list-style-type: none"> > L'entretien courant (surveillance, nettoyage, réparations ponctuelles ou superficielles) > Les charges purement administratives, des jetons de présence, des intérêts et frais bancaires, des primes d'assurances, frais liés au permis de construire et d'autres frais semblables
Mode de subventionnement	Subvention des coûts effectifs reconnus selon taux : 60 %
Déroulement	<ul style="list-style-type: none"> > Le déroulement d'un projet en vue de l'obtention d'une subvention est décrit au chapitre 5. > Lorsque les travaux prévus portent sur des tronçons desservant aussi bien des forêts protectrices que des forêts non-protectrices, la répartition des subventions entre les deux programmes partiels (<i>Forêts protectrices</i> et <i>Gestion des forêts</i>) est déterminée en fonction de la proportion de chaque type de forêt desservi. > Le cadastre de la desserte forestière est mis à jour après réalisation des travaux.
Forme juridique	Contrat de subvention
Procédure permis de construire	Entretien, réfection : Aucune procédure Amélioration, aménagement, nouvelle desserte : LAF (Cf. chapitres 5.3 et 6.4.1)
Indicateurs de contrôle	Limites maximales : Fr. 500 / m ² du projet et Fr. 8000 / ha de forêt desservie En principe, les deux critères doivent être simultanément respectés. Le non-respect de l'un ou l'autre des indicateurs devra faire l'objet d'une justification spécifique.
Motifs de subventionnement	FP-I (infrastructure en forêt protectrice, produit fédéral) PC-d (Réalisation et remise en état périodique d'infrastructures forestières, produit cantonal)

4.3. Exploitation par câble hors forêts protectrices

Contexte	<p>La planification, le montage et le démontage de lignes de câble lors d'exploitations par câble <u>hors forêts protectrices</u> peuvent être subventionnés.</p> <p>Si existante, le concept d'exploitation du triage forestier indique les périmètres de forêt concernés par ce mode d'exploitation.</p> <p>La mise en œuvre de ce motif de subventionnement sera testée durant la période 2025-2028 et un bilan sera réalisé en 2028.</p>
Objectifs	Gestion durable des forêts afin de garantir leurs différentes fonctions en permettant l'exploitation des bois dans des peuplements sans desserte carrossable ou dans des <u>milieux sensibles</u> (qualité des sols, milieux humides, valeurs biologiques particulières).
Coûts subventionnables	<p>Montant forfaitaire unique de 3 500.-</p> <ul style="list-style-type: none"> > Comprend le montage, le démontage et la planification de la ligne de câble. > Ne comprend pas le débardage du bois
Conditions	<ul style="list-style-type: none"> > Hors forêt protectrice. > Le projet ne bénéficie pas d'autres aides financières spécifiques pour l'exploitation du bois qui incluraient le mode de débardage (double subventionnement). Les produits biodiversité en forêt et gestion forestière incluent déjà le débardage. Il s'agirait donc de coupes sans subventions et cette aide favorise la protection des sols. > La ligne de câble est inscrite sur ForestMap pour calculer la part fédérale (surface de forêt desservie par la ligne de câble) > La ligne n'est pas utilisée dans le cadre d'un programme d'intervention en forêt protectrice (double subventionnement)
Forme juridique	Décision d'allocation de subvention
Motif de subventionnement	GF-I (infrastructure hors forêt protectrice, produit fédéral)

4.4. Bâtiment d'exploitation destiné à la gestion des forêts publiques

Contexte	Peuvent être subventionnés la construction, la réfection et l'adaptation d'un bâtiment d'exploitation (centre forestier) destiné à la gestion directe des forêts publiques.
Objectifs	Gestion rationnelle des forêts publiques, recherche de synergie et centralisation des infrastructures.
Conditions	<ul style="list-style-type: none"> > La planification d'une telle infrastructure doit être en adéquation avec les besoins réels de l'unité de gestion, actuels et futurs (à démontrer par le MO) > Les possibilités de coopération et les options de partage d'infrastructures avec des entités voisines sont à analyser. > Une analyse des parcelles disponibles en zone à bâtir doit être réalisée. De manière générale, la construction en forêt est à éviter (évolution des besoins au fil du temps). Pour le SFN, le choix d'un site en forêt doit être le résultat d'une analyse détaillée du besoin, des différentes options et des avantages / désavantages de la solution proposée. > Le chiffre d'affaires, les travaux réalisés pour des tiers, la surface de forêt en gestion directe et le volume annuel de bois récolté représentent des facteurs clés dans la définition de la taille de l'infrastructure. Ils serviront de pondération pour estimer les coûts subventionnables. > Dans tous les cas, la pondération des coûts subventionnables
Forme juridique	Contrat de subvention
Coûts subventionnables	<ul style="list-style-type: none"> > Partie immobilière du bâtiment : Construction du bâtiment d'exploitation (hangar à machine, local technique, local outils, atelier machines, locaux techniques, locaux administratifs, etc.) > Locaux administratif (bureaux, sanitaire, réfectoire, salle réunion) > Acquisition du terrain > Terrassement du terrain nécessaire pour l'utilisation du bâtiment (y compris revêtement spécifique si nécessaire, places de parc)
Coûts non subventionnables	<ul style="list-style-type: none"> > Locaux utilisés à d'autres fin que la gestion directe des forêts publiques (par exemple valorisation de la matière première, locaux gardes-faune) > Infrastructures spécifiques ou véhicules destinés aux tâches étatiques (triaje forestier) > Tout élément mobilier (machines, véhicules, bureau, container, armoire, etc.) > Installation énergétique complémentaire (par ex. panneaux solaires) > Entretien courant (surveillance, nettoyage, réparations ponctuelles ou superficielles) > Charges purement administratives, des jetons de présence, des intérêts et frais bancaires, des primes d'assurances, frais permis de construire et d'autres frais semblables
Pondération des coûts subventionnables	<p>Les coûts subventionnables sont pondérés avec les critères suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> > Proportion moyenne des prestations réalisées pour des tiers des 10 dernières années (en chiffre d'affaires ou en surface de forêt traitée). > Proportion de forêt protectrice par rapport à la surface de forêt en gestion directe.
Mode de subventionnement	Combinaison entre le motif fédéral FP-I et le motif cantonal PC-d selon les moyens disponibles. Le taux de subventionnement final est de 60% des coûts subventionnables, après pondération
Procédure permis de construire	Le projet doit suivre une procédure de permis de construire selon la LATeC
Motifs de subventionnement	FP-I (infrastructure en forêt protectrice, produit fédéral) PC-d (Réalisation et remise en état périodique d'infrastructures forestières, produit cantonal)

4.5. Hangars et entrepôts

Contexte	Au vu du développement des marchés de l'énergie, il existe un certain besoin croissant pour des possibilités de stockage et de séchage de produits ligneux, notamment pour l'entreposage de copeaux à bois. Un hangar/entrepôt doit servir uniquement à stocker la matière première bois (bois rond, copeaux) avant qu'elle soit intégrée dans la chaîne de transformation secondaire (énergie, industrie)
Objectifs	Création de place de stockage pour la matière première bois en adéquation avec les besoins du marché.
Mode de subventionnement	Produit cantonal PC-d : > 15 % des coûts subventionnables pour les hangars et entrepôts en forêt, > 30 % des coûts subventionnables pour les hangars et entrepôts hors forêt.
Conditions	> Le maître d'ouvrage fait partie d'une unité de gestion publique et est propriétaire du hangar à copeaux de bois (entreprise de production de bois) d'où proviennent les copeaux. > Au moins 75% du volume stocké provient de bois fournis par l'entreprise de production de bois elle-même et les copeaux restent sa propriété durant la phase de stockage. > Le volume de stockage de l'entrepôt est de 1000 m ³ au minimum. > De manière générale, la construction en forêt est à éviter (évolution des besoins au fil du temps). Pour le SFN, le choix d'un site en forêt doit être le résultat d'une analyse détaillée du besoin, des différentes options et des avantages / désavantages de la solution proposée.
Forme juridique	Contrat de subvention
Coûts subventionnables	> Construction du hangar/entrepôt > Acquisition du terrain > Terrassement du terrain nécessaire pour l'utilisation du hangar/entrepôt (y compris revêtement spécifique si nécessaire)
Coûts non subventionnables	> Entretien courant (surveillance, nettoyage, réparations ponctuelles ou superficielles) > Installation énergétique complémentaire (par ex. panneaux solaires) > Charges purement administratives, des jetons de présence, des intérêts et frais bancaires, des primes d'assurances, frais permis de construire et d'autres frais semblables
Procédure permis de construire	Le projet doit suivre une procédure de permis de construire selon la LATeC
Indicateurs de contrôle	La subvention est plafonnée à 200.00 Fr./m ³ (prix du m ³ SIA).
Motifs de subventionnement	FP-I (infrastructure en forêt protectrice, produit fédéral) PC-d (Réalisation et remise en état périodique d'infrastructures forestières, produit cantonal)

5. Déroulement des projets - Desserte forestière ou bâtiment

Le présent chapitre décrit les différentes étapes à suivre et les documents à produire (certaines étapes peuvent se dérouler en parallèle).

5.1. Planification et priorisation

L’arrondissement forestier veille à ce que la planification et la priorisation des projets utilisent de manière rationnelle et optimale les subventions disponibles. Une planification par triage forestier permet d’avoir une vue d’ensemble et de garder une cohérence dans les mesures prises (concept global de desserte forestière).

La priorisation des projets est faite par l’arrondissement forestier sur la base des besoins annoncés par les triages forestiers, en collaboration avec le responsable du produit selon :

- > les annonces initiales pour la convention-programme ;
- > la priorisation des besoins proposée dans les concepts de desserte, s’ils existent ;
- > la volonté des propriétaires forestiers à réaliser les travaux et du financement de leur quote-part ;
- > les urgences de réfection liées à des intempéries, si les mesures prises rapidement permettent de diminuer le coût de réfection (cf. chapitre 6 Procédure de mise en chantier anticipée) ;
- > les urgences d’intervention dans une forêt protectrice.

5.2. Elaboration du dossier de subventionnement

Du moment que le projet est confirmé, il est nécessaire de réaliser un dossier de subventionnement comprenant au minimum les éléments suivants :

- > Un rapport technique avec une description du projet et du type de mesure envisagée ;
- > En cas de superposition du projet avec d’autres intérêts (par exemple biotope, inventaire nature, cours d’eau), le rapport technique précisera les mesures qui seront prises en conséquence ;
- > Les superficies de forêts protectrices ou non protectrices desservies par l’infrastructure ;
- > Une estimation des coûts du projet (si possible avec devis) ;
- > Des plans du projet (profil en long, profil en travers type, localisation).

5.3. Procédure de permis de construire

La présence d’une desserte forestière ne modifie pas l’affection à la forêt des surfaces concernées (art. 2 LFo), du moment qu’elle sert en priorité à la gestion des forêts.

En fonction du type de projet, deux situations distinctes existent et sont décrites ci-après.

5.3.1. Sans changement d’utilisation

Les travaux d’entretien courant (non subventionnable), d’entretien périodique et de réfection ne nécessitent pas de procédure de permis de construire, du moment :

- > Que le tracé reste identique
- > Que les caractéristiques de la desserte sont inchangées (gabarit, revêtement, matériau, affectation, etc.)

5.3.2. Avec changement d'utilisation

Les travaux d'amélioration ou de nouvelle construction nécessite un permis de construire selon les deux procédures suivantes :

- > Desserte forestière : Permis de construire selon la LAF, autorisation par la DIAF (annexe 6.4.1) ;
- > Bâtiment : Permis de construire selon la LATeC, autorisation par la Préfecture (et si hors zone à bâtir autorisation spéciale par la DIME délivrée selon la même procédure) (Annexe 6.4.2).

5.4. Réalisation des travaux

De manière générale, les travaux doivent être exécutés en respect des règles et normes de construction, ainsi que des règles et normes de sécurité et de qualité en vigueur.

Si en cours de réalisation des travaux, des irrégularités devaient être constatées, le Service est en droit de réagir et d'exiger immédiatement des mesures de corrections. De telles réactions sont adressées normalement au maître d'ouvrage ou à la direction des travaux mandatée qui est responsable de la correction.

5.5. Décompte intermédiaire des travaux

Le MO peut établir, avec l'appui de l'arrondissement forestier, un ou plusieurs décomptes intermédiaires des travaux en cours de réalisation sous deux formes :

- > Décompte sur pièce : Subventionnement des travaux réalisés sur la base de pièces (factures, décomptes). Le décompte sur pièce est la procédure normale.
- > Estimation des dépenses : En cas de besoin de liquidité du MO (à démontrer), subventionnement sur la base d'une estimation des travaux qui vont être réalisés dans un horizon temporel de quelques mois. Un maximum de 80% des coûts des travaux qui vont être réalisés à court terme peut être décompté.

5.6. Réception des travaux

Tous les travaux d'infrastructure soumis à une procédure formelle d'approbation technique ou financière doivent faire l'objet d'une réception et d'une reconnaissance officielle selon les normes en vigueur (cf. norme SIA 118 : formulaire « réception des travaux », ou au minimum formulaire « décompte final » de la présente directive).

Le contrôle en fin de travaux porte sur leur conformité globale. Dans ce cadre, sont notamment contrôlés :

- > le type de travaux réalisés (type et longueur de desserte),
- > l'affectation de l'infrastructure (couche de fermeture pour la desserte, affectations annexes pour les bâtiments),
- > les détails techniques (système d'évacuation des eaux),
- > la fermeture de la desserte,
- > l'inscription au plan cadastral et/ou le relevé de nature,

Ces éléments sont à mettre en évidence dans le rapport du décompte final et leur conformité globale est attestée dans le formulaire de présentation du décompte final contresigné par le maître d'ouvrage, la direction des travaux et l'arrondissement forestier.

5.7. Décompte final

Dès que les travaux sont terminés, le MO doit établir un décompte final avec l'appui de l'arrondissement forestier. Il contient :

- > Les formulaires de subvention remplis
- > Les pièces sur les travaux réalisés
- > Un rapport final
- > La base de données SIG mise à jour relative à l'ouvrage (donnée SIG ou fichier Excel transmis par le SFN au début du projet, cf. chapitre 5.8)

Le rapport final doit contenir les informations minimales suivantes :

- > Réalisation des travaux (Présentation des travaux réalisés, justification des écarts avec la planification, problèmes rencontrés et solutions apportées)
- > Planification future (prochaine réfection, entretien courant planifié) ou basé sur le concept de gestion global de la desserte (cf. chapitre 3.6)
- > Dossier photos (avant et après travaux)

5.8. Mise à jour du cadastre de la desserte forestière

Lors du décompte final, le MO doit communiquer au Service si des changements doivent être apportés ou non au cadastre de la desserte forestière (donnée disponible auprès du Service). En cas de modification, un plan de détail et/ou la donnée SIG avec les différentes modifications doivent être transmis avec le rapport final.



Dominique Schaller
Chef de service

Approbation par la
Direction des institutions, de l'agriculture
et des forêts



Didier Castella
Conseiller d'Etat, Directeur

6. Annexes

6.1. Références

Normes et recommandations

VSS – 640 317b, « Dimensionnement – Terrain et infrastructure », Zurich, 1997

VSS – 640 324a, « Dimensionnement – Superstructure des routes », Zurich, 1997

VSS – 640 741, « Surfaces de circulation à superstructure sans liants – Norme de base », Zurich, 2006

VSS – 640 742, « Surfaces de circulation à superstructure sans liants – Routes », Zurich, 2006

VSS – 640 744, « Surfaces de circulation à superstructure sans liants – Exécution et entretien », Zurich, 2006

SIA 118 « Conditions générales pour l'exécution des travaux de construction », Zurich, 1998

6.2. Formulaires et annexes

Fichiers Excel

Formulaire FP-I-1, GF-I-1 et PC-d-1 : Infrastructures forestières – contrat d'octroi de subventions

Formulaire FP-I-10, GF-I-10 et PC-d-10 : Infrastructures forestières – décompte intermédiaire

Formulaire FP-I-11, GF-I-11 et PC-d-11 : Infrastructures forestières – décompte final

Annexes

Annexe 1 – Glossaire,

Annexe 2 – Affectation de la desserte forestière,

Annexe 3 – Permis de construire LAT et LATeC,

Annexe 4 – Références géométriques et techniques.

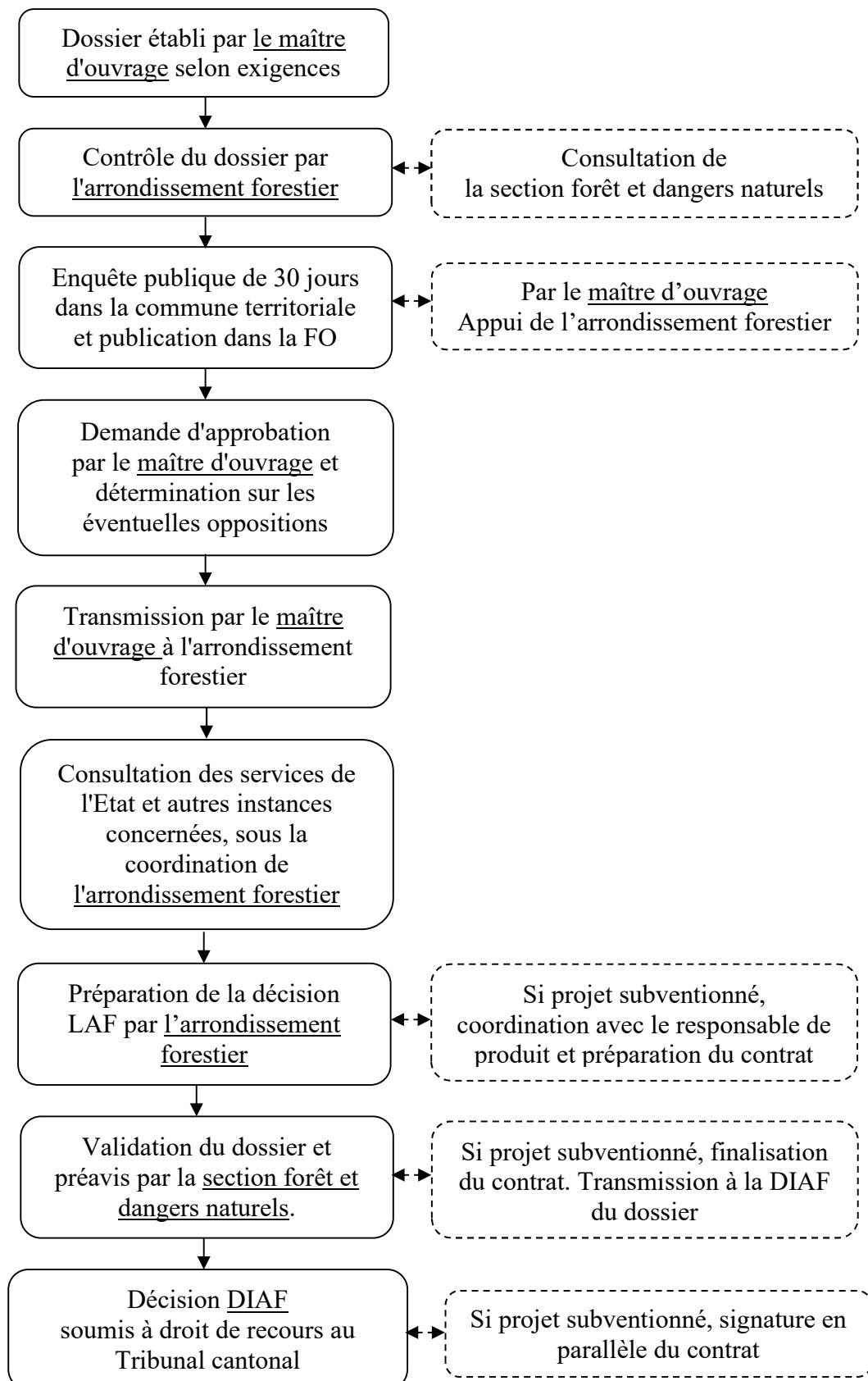
6.3. Glossaire

Selon le « Guide pratique - Terminologie de la desserte » (OFEFP, 1999), les différentes catégories au niveau de la desserte forestière sont définies comme suit :

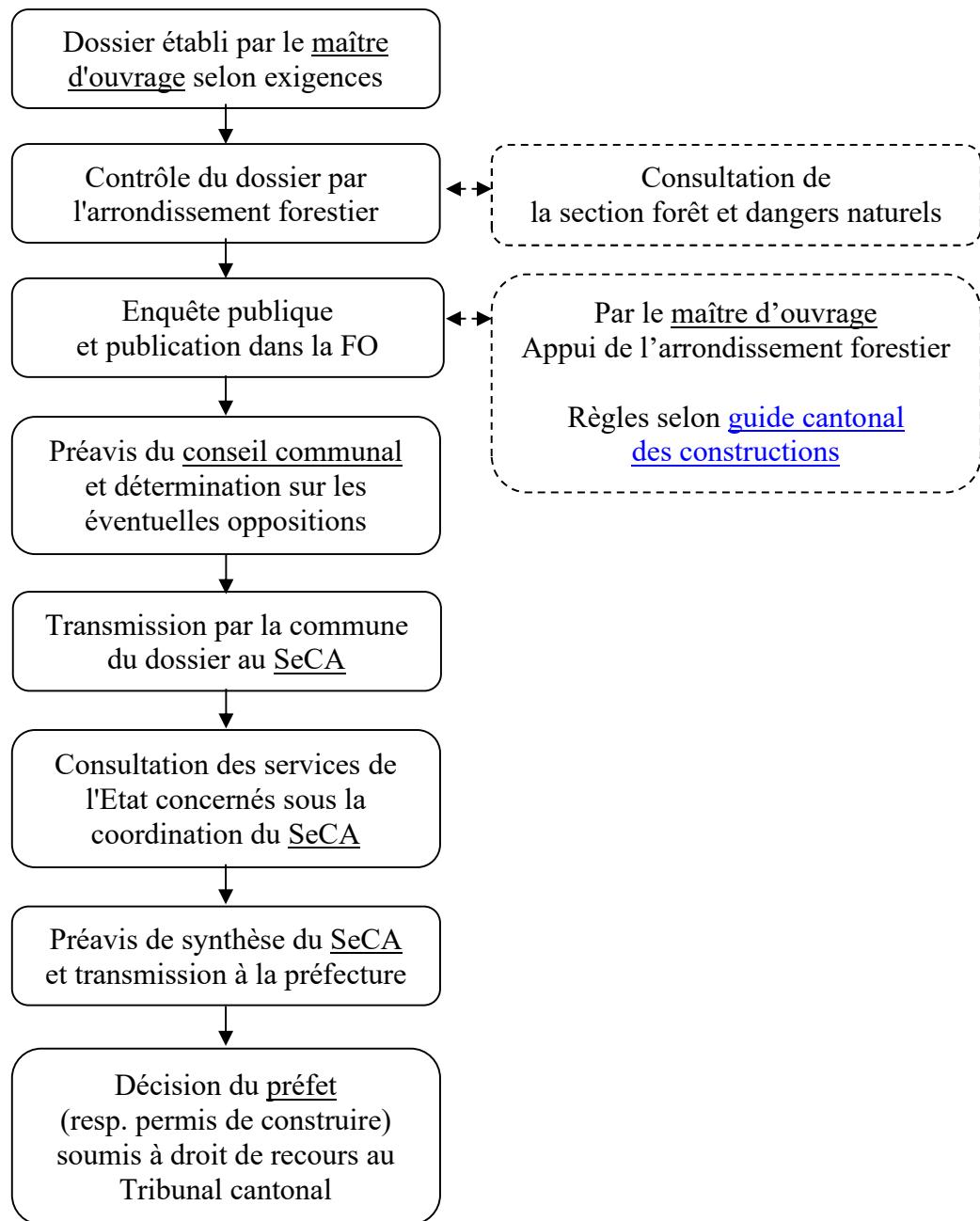
- > **Route forestière** : les routes forestières sont des installations de transport aménagées artificiellement et stabilisées, qui peuvent être en tout temps utilisées par les véhicules admis par le code de la route (sauf neige ou autre aléa). Elles constituent la desserte de base et doivent en priorité satisfaire aux besoins de transport de l'exploitation forestière.
Les routes forestières peuvent également répondre à d'autres besoins, par exemple ceux de l'agriculture, de l'économie alpestre, de la protection contre les dangers naturels, de la chasse et de la surveillance de la faune.
Par définition, une route forestière est carrossable aux camions.
- > **Piste de débardage** : les pistes de débardage sont des installations de transport aménagées artificiellement sur des pentes d'une déclivité allant jusqu'à 50 %. Elles ne peuvent être utilisées qu'à des fins forestières par des véhicules tout terrain et de débardage.
- > **Layout de débardage** : les layouts de débardage sont des lignes de transport simples aménagées sans terrassement. Ils ne peuvent être utilisés qu'à des fins forestières et par des véhicules de récolte du bois et de débardage uniquement. Les layouts font partie des systèmes d'exploitation et de débardage des bois ; les règles d'art sont applicables pour leur réalisation. Toutefois, ils ne sont pas considérés comme infrastructure. Sous réserve de l'absence de modifications de terrain, leur réalisation n'est soumise à aucune procédure d'autorisation formelle.
- > **Nouvelle construction** : désigne la réalisation d'une route forestière ou d'une piste de débardage jusque-là inexistante ou lorsque cette nouvelle construction ne suit que partiellement un tracé déjà existant.
- > **Amélioration** : désigne l'extension de la capacité de fonctionner d'une installation existante. L'amélioration peut porter sur la géométrie du tracé, l'élargissement de la chaussée, l'augmentation de la portance de la route (renforcement de la couche de support), ainsi que sur la pose d'un revêtement préalablement inexistant. Par définition, l'amélioration permet à la route de faire face à une utilisation ou à des sollicitations nouvelles.
- > **Entretien courant** : comprend le contrôle, le nettoyage, la réparation de dégâts locaux de moindre importance et la maintenance des dispositifs d'évacuation des eaux. Il a pour but de maintenir le bon fonctionnement des infrastructures et de garantir la sécurité du trafic. Il est assuré en fonction des besoins, c'est-à-dire surtout après la fonte des neiges, après des fortes pluies ou après une utilisation importante. L'entretien courant n'est pas subventionnable.
- > **Entretien périodique** : a pour but d'améliorer l'état et la viabilité de la chaussée et de maintenir la portance de la route. Il comprend le renouvellement ou le reprofilage de la couche de surface (remise en l'état originel sans changement du type de couche de fermeture), ainsi que le contrôle et la remise en état du dispositif d'évacuation des eaux. Le cycle de l'entretien périodique dépend des conditions de base (sol, topographie, géologie), de la nature et de l'épaisseur de la couche de surface, de l'intensité du trafic et des influences atmosphériques.
- > **Réfection (remise en état)** : comprend la réparation de dommages consécutifs à la détérioration technique (utilisation) ou naturelle. Elle a pour but de rétablir le bon fonctionnement d'une infrastructure (portance, viabilité) et la sécurité du trafic après l'achèvement de la période de dimensionnement ou à la suite d'un événement lié aux forces de la nature (réparation de dégâts).

6.4. Permis de construire LAF et LATeC

6.4.1. LAF – Procédure normale

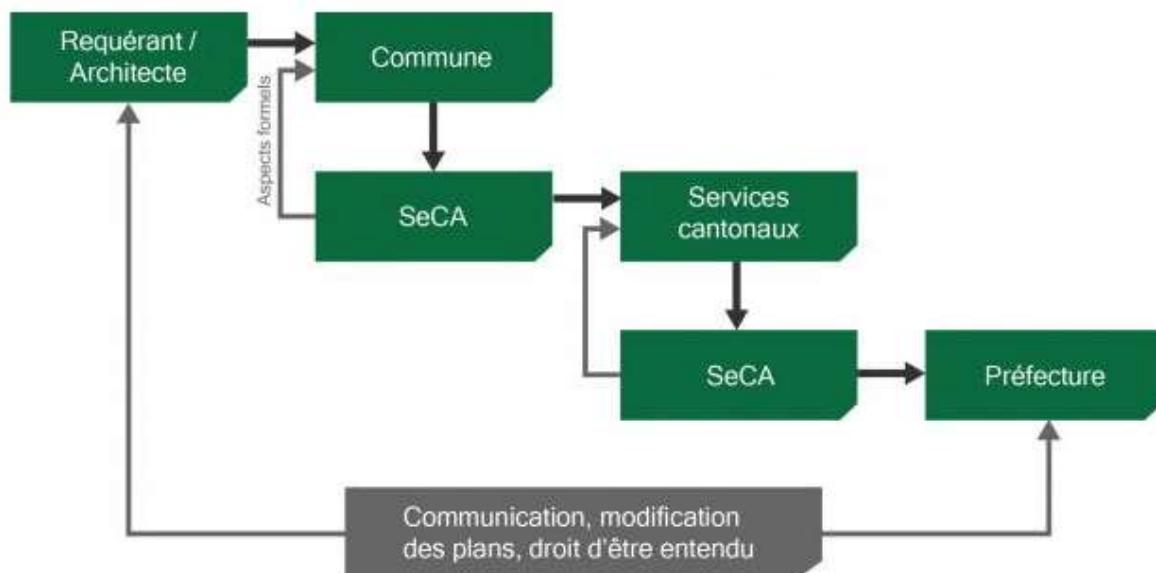


6.4.2. LATeC – Schéma de procédure standard (simplifié), en principe pour les bâtiments



Le présent schéma se base sur celui établi par le SeCA pour une telle procédure. Le schéma officiel et faisant foi est disponible à l'adresse Internet suivante :

[Permis de construire | Etat de Fribourg](#)



6.4.3. Exemple – Texte type pour publication d'enquête publique (procédure LAF)

Commune de {à compléter}

Mise à l'enquête publique

Conformément à l'article 16 de la loi du 30 mai 1990 sur les améliorations foncières (LAF), ainsi qu'à l'article 13 de la loi du 2 mars 1999 sur les forêts et la protection contre les catastrophes naturelles (LFCN) et à l'article 17 de son règlement d'exécution du 11 décembre 2001 (RFCN), {à compléter}, maître d'ouvrage, met à l'enquête publique du {à compléter} au {à compléter} un projet de {à compléter}

- > Rapport technique [en principe sans les aspects financiers]
- > Extrait de la carte nationale au 1:25'000
- > Plan de situation au 1:5'000
- > Plans de détails, profil type
- > [et tout autre document nécessaire]

Le projet concerne {à compléter} [brève description avec mots-clés ; par exemple pour des chemins : coordonnées, noms locaux, longueur, largeur, surface, but]

Lieu d'enquête : {à compléter} [secrétariat communal ou autre lieu tel que SFN]

Consultation : durant les heures d'ouverture du Secrétariat communal [par exemple]

Les oppositions doivent être adressées, par lettre recommandée, avant l'expiration du délai d'enquête (date du sceau postal) à {à compléter} [Adresse du maître d'ouvrage de droit public, si maître d'ouvrage privé, adresse de l'arrondissement forestier].

Les oppositions doivent être succinctement motivées et contenir des conclusions.

Pour le reste, la procédure est régie par les articles 197 et suivants de la loi sur les améliorations foncières (LAF) et par les articles 12 et 12a de la loi fédérale du 1^{er} juillet 1966 sur la protection de la nature et du paysage,

(ainsi que par l'article 14 de la loi fédérale du 4 octobre 1985 sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre.) [Seulement si des chemins pour piétons ou de randonnée pédestre peuvent être concernés, et si des subventions fédérales seront demandées par la suite].

Lieu, date, signature {à compléter}

6.5. Références géométriques et techniques

6.5.1. Généralités

Plusieurs documents spécifiques de l'OFEV et de l'Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS) fournissent des références géométriques et des normes techniques pour les routes forestières et les pistes de débardage. La présente annexe reprend les principaux éléments, en particulier :

- > les tracés horizontal et vertical,
- > les profils en travers (largeur de la chaussée, surlargeurs dans les courbes, choix du profil type, banquettes et accotements, talus de remblais et déblais),
- > la superstructure de la chaussée (choix du revêtement, matériaux de construction, portance et dimensionnement des infrastructures),
- > les ouvrages particuliers (évacuation des eaux, franchissement de ruisseaux et torrents, places d'évitement et places à tourner, autres ouvrages d'art).

6.5.2. Notions de base

Le **tracé horizontal** se rapporte aux droites, courbes et rayons de courbes. Par principe, le tracé des chemins forestiers doit être adapté au mieux à la topographie du terrain pour réduire au maximum l'impact paysager et tenir compte des exigences de l'exploitation.

Le **tracé vertical** comprend la question des pentes et des raccordements. La fixation de la déclivité admissible doit tenir compte des critères de sécurité (minimiser les risques liés à l'utilisation), de viabilité (optimaliser l'infrastructure en fonction de son utilisation durant son cycle de vie) et de rentabilité (minimiser les coûts de construction et d'entretien).

Le **profil en travers** des routes et pistes de débardage doit tenir compte des éléments suivants : la largeur de la chaussée, la surlargeur dans les courbes, le profil type de la chaussée, les banquettes et les bordures, les talus amont et aval, le revêtement de la chaussée (matériau et forme), les ouvrages particuliers, ainsi que l'évacuation des eaux de ruissellement.

Le **choix du profil type** doit tenir compte de la pente longitudinale de la desserte et du type de trafic attendu. Distinction est faite entre le profil avec dévers unique (amont ou aval) et le profil bombé.

En principe, la **superstructure de la chaussée des chemins forestiers** se compose de trois couches, à savoir une couche de fondation, une couche de support (coffre) et une couche de surface (ou couche de fermeture). Toutefois, l'utilisation d'une superstructure bicouche, voire monocouche dans le cas des pistes de débardage, est fréquente. A noter que chaque type de superstructure a ses avantages et inconvénients qui doivent être analysés en fonction des conditions locales. Ces choix conditionnent fortement la durabilité, la charge d'entretien et leur renouvellement ultérieur.

En fonction de la composition et de la nature de ces différentes couches, on distingue :

- > **Un chemin avec revêtement** est un chemin muni d'une couche de surface à liant hydraulique (revêtement en béton) ou à liant bitumineux (béton bitumineux, gravillonnage). Appartiennent à cette catégorie : les routes en dalles béton, les routes à revêtement bitumineux (routes goudronnées) et les routes en gravier stabilisé aux liants bitumineux (gravillonnage monocouche ou bicouche).
- > **Un chemin sans revêtement** est un chemin muni d'une couche de surface en gravier avec des éléments fins cohérents (couche d'usure argileuse ou calcaire). Appartiennent à cette catégorie

de chemins dits gravelés : les routes et pistes en gravier brut, en gravier gras, en gravier stabilisé à la chaux et en gravier stabilisé au ciment.

Le choix du revêtement doit se faire en tenant compte de la classe d'érosion de la desserte qui dépend du type de trafic, des précipitations, de la pente et de l'ensoleillement. La méthode inspirée du schéma d'évaluation de Hirt permet la définition de la classe d'érosion.

Les matériaux de construction utilisés dans la confection des infrastructures de desserte forestière comprennent :

- > **Les graves** sont des granulats minéraux composés d'un mélange de gravier, de sable, de limon et d'argile. On distingue les matériaux bruts issus de l'exploitation des gravières (criblés et triés ou tout venant) et les matériaux concassés issus du concassage de l'exploitation des carrières.
- > **Les matériaux bitumineux** destinés à la construction routière sont composés de granulats minéraux et de liants bitumineux.
- > **Les matériaux hydrauliques** sont des matériaux de construction composés de liants hydrauliques (ciment), de granulats minéraux (gravier, sable), d'eau et le cas échéant d'adjuvants. Ils sont stables après le durcissement du ciment.
- > **Les matériaux de recyclage** destinés à la construction routière sont des matériaux de récupération qui proviennent de déchets de chantier inertes (matériaux bitumineux de démolition issus de fraisage, matériaux non bitumineux de démolition, béton de démolition, matériaux de démolition non triés, tuiles, briques).

Les matériaux de recyclage – déchets de construction

L'utilisation telle quelle de matériaux de recyclage et de déchets de constructions est interdite selon la LFCN et la législation spéciale. Conformément à l'ordonnance sur le traitement des déchets (OTD) et à la Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux (OFEV 2006), un recyclage pour l'utilisation dans le coffre n'est possible que si les matériaux sont préalablement transformés en graves de recyclage ou en granulats dans une installation ad hoc. Des restrictions d'utilisation existent pour chaque type de grave (utilisation sous forme liée, sous une couverture étanche, etc.) afin d'éviter notamment l'infiltration d'eau et leur dispersion par érosion. Un épandage sauvage de ce genre de déchets dans les forêts n'est pas admis.

Toute utilisation de ces matériaux dans des zones de protection des eaux souterraines (zones S) est interdite. En forêt, seules les graves de recyclage RC-B et RC-P (selon la directive fédérale) et le granulat de tuile peuvent être utilisés sans revêtement. Les graves de recyclage RC-A sont interdites d'usage en surface.

De par leur teneur en HAP, même en faible quantité, les granulats bitumineux ne doivent pas être considérés comme des graves naturelles. Leur utilisation dépend de leur composition et est réglementée comme suit :

Mise en œuvre		Forêt et zones S	
	sans revêtement	interdite	de manière générale
sous forme non liée	avec revêtement	admise	pour des planies sous un revêtement
	aux liants hydrauliques	interdite	liant : ciment
sous forme liée	aux liants bitumineux	admise	liant : bitume, élément agrégé, enrobé

L'aménagement de digues ou de remblais de même que le remodelage de terrain à l'aide de granulats bitumineux sont strictement interdits.

Le dimensionnement de la superstructure des infrastructures de desserte découle directement de la portance. Pour cet aspect, nous recommandons de suivre la méthode définie par l'AASHTO

(American Association of State Highway and Transportation Officials), méthode reprise d'ailleurs dans les normes VSS.

La portance minimale de l'infrastructure est dépendante de la portance propre du terrain naturel, de la sollicitation du trafic attendu et des conditions locales.

Remarque relative aux véhicules de 40 tonnes

Diverses analyses menées au niveau suisse ont montré que les dégâts supplémentaires causés par les véhicules de 40 tonnes sont limités. De ce fait, il n'est pas nécessaire de modifier les bases servant à la conception des chemins dans l'espace rural et forestier. Toutefois, le poids des véhicules a bel et bien une influence sur la conception des ouvrages d'art de grande portée, en fonction du rapport entre la longueur du véhicule (distance entre essieux) et la distance entre les appuis (culées, piliers intermédiaires). A titre indicatif, un pont d'une portance de 8 mètres peut subir une charge plus importante avec un camion 2 essieux (chargé à 18 t) qu'avec un camion 5 essieux (chargé à 40 t).

6.5.3. Eléments et ouvrages particuliers

Un système d'évacuation des eaux optimal est le garant de la sécurité du trafic et de la durabilité des infrastructures de desserte. Celui-ci comprend l'évacuation latérale et transversale des eaux de ruissellement.

L'expérience démontre clairement que **les ouvrages de franchissement de cours d'eau** de faible importance apparente et ne nécessitant pas un ouvrage du type « pont », représentent un important maillon faible des réseaux de desserte. L'obstruction d'un aqueduc sous dimensionné peut entraîner l'emportement de la banquette amont et/ou l'érosion du coffre par ravinement, dégâts qui peuvent se prolonger jusqu'au prochain aqueduc. Un autre exemple est l'infiltration d'eau sous le revêtement bitumineux suivi d'un phénomène de soulèvement du revêtement sur des grandes distances. La planification et le respect de quelques principes et règles de base sont indispensables pour éviter des dommages à l'infrastructure de desserte en elle-même ou à des infrastructures sises plus en aval.

L'aménagement de **places d'évitement, de places à tourner et de places de dépôt et de travail** constitue des éléments primordiaux d'une optimisation de l'utilisation de la desserte. Il faut tenir compte de ces éléments lors de la planification d'infrastructures de desserte.

Finalement, on entend, dans le domaine forestier, par **ouvrages d'art** la construction de murs de soutènement aval ou amont, ainsi que les ponts. Divers facteurs doivent alors être pris en considération :

- > décision de principe : assainissement, aménagement, nouvelle construction,
- > largeur du gabarit de passage sur les ponts,
- > charge du dimensionnement,
- > choix des matériaux (bois, béton, bois/acier, béton/acier, gabions, murs-poids en béton).

Les normes constructives applicables à la construction de tels ouvrages doivent servir de base à tous travaux de ce type.

6.5.4. Tracé horizontal

Le rayon minimal de courbure dépend du rayon de braquage des véhicules attendus ; dans le domaine forestier, le rayon minimal de l'axe de la chaussée ne devrait en principe pas être inférieur à 10-12 m, voire même 25 m lorsque des transports de bois long sont attendus. Exceptionnellement, en cas de forte déclivité du terrain, ce rayon peut être réduit à 6-8 m.

6.5.5. Tracé vertical

En principe, préférence sera donnée à des pentes modérées entre 3 % et 10 %. La pente longitudinale d'une route forestière ne devrait en règle générale pas dépasser les 12 %, exceptionnellement 15 % sur des tronçons courts et dans des conditions topographiques difficiles. Une judicieuse pesée des intérêts doit être faite en cas d'amélioration d'une route existante présentant des pentes de plus de 12 % entre l'acceptation d'une pente supérieure à la normale et la recherche d'un nouveau tracé dont l'impact pourrait être important tant au niveau financier que paysager.

Pour les pistes de débardage, bien qu'il n'existe aucune référence stricte à ce sujet, il est recommandé de ne pas dépasser une pente de 20 %, afin de ne pas favoriser l'érosion de la chaussée.

Dans la mesure du possible les pentes inférieures à 2-3 % devraient être évitées sur les chemins sans revêtement, afin d'éviter la formation de nids-de-poule ou d'ornières.

6.5.6. Profil en travers

Largeur de la chaussée

En tenant compte d'une largeur maximale admissible des véhicules de 2,55 m et de bandes de sécurité latérale de deux fois 0,35 m, la largeur de la chaussée préconisée est de 3,30 m.

Afin de permettre un engagement optimal des engins de débardage, la largeur des pistes de débardage doit se situer entre 3 et 3,50 m.

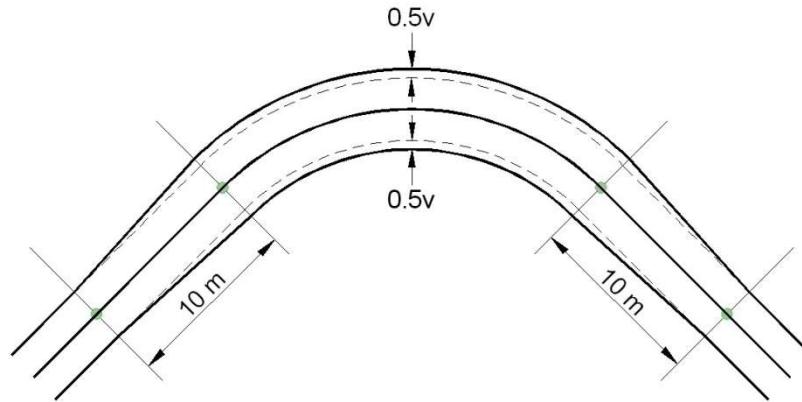
Surlargeurs

Les surlargeurs des routes forestières dépendent des rayons des courbures et de la longueur des véhicules. Jusqu'à un rayon de courbure de 30 m, une surlargeur est indispensable ; elle est toutefois recommandée jusqu'à un rayon de courbure de 100 m.

Le calcul des surlargeurs se fait en fonction du type de véhicules attendu par les formules suivantes :

- > Pour les camions sans remorque :
 $v = 14/r$ (où v est la surlargeur totale et r le rayon de courbure)
- > Pour les camions avec remorques ou les camions de bois longs :
 $v = 26/r$ (où v est la surlargeur totale et r le rayon de courbure)

La surlargeur se répartit pour moitié de chaque côté de la chaussée et s'applique progressivement 10 à 15 m avant la courbe pour se terminer dégressivement sur 10 à 15 m après la courbe.



Choix du profil type

Caractéristique	Dévers unique amont	Dévers unique aval	Profil bombé
Schéma			
Pente latérale avec revêtement sans revêtement	> 3 % > 5 %	> 3 % > 5 %	> 5 % > 8 %
Evacuation des eaux	Nécessite un système d'évacuation transversale	Nécessite un système d'évacuation transversale en cas d'orniérage	Nécessite un système d'évacuation transversale
Risque d'érosion	Marqué si sans revêtement	Marqué si sans revêtement	Faible si profil marqué
Sécurité	Elevée	Danger élevé de glissade	Pas de glissade latérale
Remarques	Exutoires d'évacuation des eaux parfois difficiles à planifier	Danger d'affaissement et/ou de déstabilisation des accotements avals Dangers de concentration d'eau dans les ornières Danger en cas d'utilisation hivernale	Un profil fortement bombé permet de limiter le trafic non autorisé Pas adapté en cas de déneigement
Applicabilité	Routes avec revêtement sur terrains à déclivité élevée	Routes et pistes avec ou sans revêtement sur terrains à faible déclivité	Routes et pistes sans revêtement sur Plateau

Banquettes et accotements

Les chaussées des routes forestières nécessitent impérativement l'aménagement de banquettes latérales d'une largeur de l'ordre de 0,5 m. Pour des questions de sécurité et de durabilité de la chaussée, il est recommandé que la banquette soit carrossable, respectivement que le coffre de la chaussée s'étende jusque sous les banquettes.

Bien que leur nécessité reste réduite, l'aménagement de banquettes latérales pour les pistes de débardage est recommandé.

Talus de remblais et déblais

Les pentes des talus de remblais et de déblais doivent impérativement être adaptées aux conditions géotechniques en présence. Les valeurs suivantes sont toutefois recommandées :

	Matériaux meubles	Matériaux rocheux
Talus de déblais	1/1	5/1
Talus de remblai	2/3	--

6.5.7. Choix du revêtement

La définition de la classe d'érosion par la méthode inspirée du schéma d'évaluation de Hirt se fait en cumulant les points obtenus pour les différents paramètres du tableau suivant :

Paramètre	Valeur	Points	Indicateur
Trafic	faible	0	exploitation uniquement
	moyen	1	exploitation + voitures
	fort	2	route de liaison
Précipitations	faibles	0	régions sèches
	moyennes	1	Plateau
	fortes	2	Préalpes
Pente	faible	0	< 4 %
	moyenne	1	4-8 %
	forte	2	> 8%
Ensoleillement	faible	0	forêt
	fort	2	champs
	Minimum		
Total des points	Maximum	0 - 8	
Exemple :			
Accès à une ferme :	Trafic :	1 pt	
Préalpes	Précipitations :	2 pts	
Pente 10 %	Pente :	2 pts	
Hors forêt	Ensoleillement :	2 pts	
TOTAL		7 pts	

Jusqu'à une classe d'érosion de 5, le choix du type de revêtement devrait se porter sur une route gravelée. A partir de 6, un revêtement bitumineux est adapté, voire judicieux.

6.5.8. Portance et dimensionnement des infrastructures de desserte

Portance du terrain naturel

La classe de portance du terrain naturel est en relation avec son facteur CBR exprimé en %. Le coefficient CBR (California Bearing Ratio ou coefficient de portance) est le rapport entre la pression de pénétration nécessaire dans un sol test et la pression nécessaire dans un sol standard prédefini. On peut apprécier ce rapport CBR - classes de portance selon :

Classes de portance	CBR [%]
S0 – portance très faible	< 3
S1 – portance faible	3 – 6
S2 – portance moyenne	6 – 12
S3 – portance élevée	12 – 25
S4 – portance très élevée	> 25

Sollicitation du trafic attendu

La sollicitation du trafic attendu est définie par la charge d'essieu de 82 kN (8.16 t) attendue sur la durée de vie de l'infrastructure de 30 à 40 ans. Dans le cas d'une infrastructure de desserte forestière, le nombre des charges standard oscille entre 10'000 et 50'000, en fonction de l'importance du tronçon.

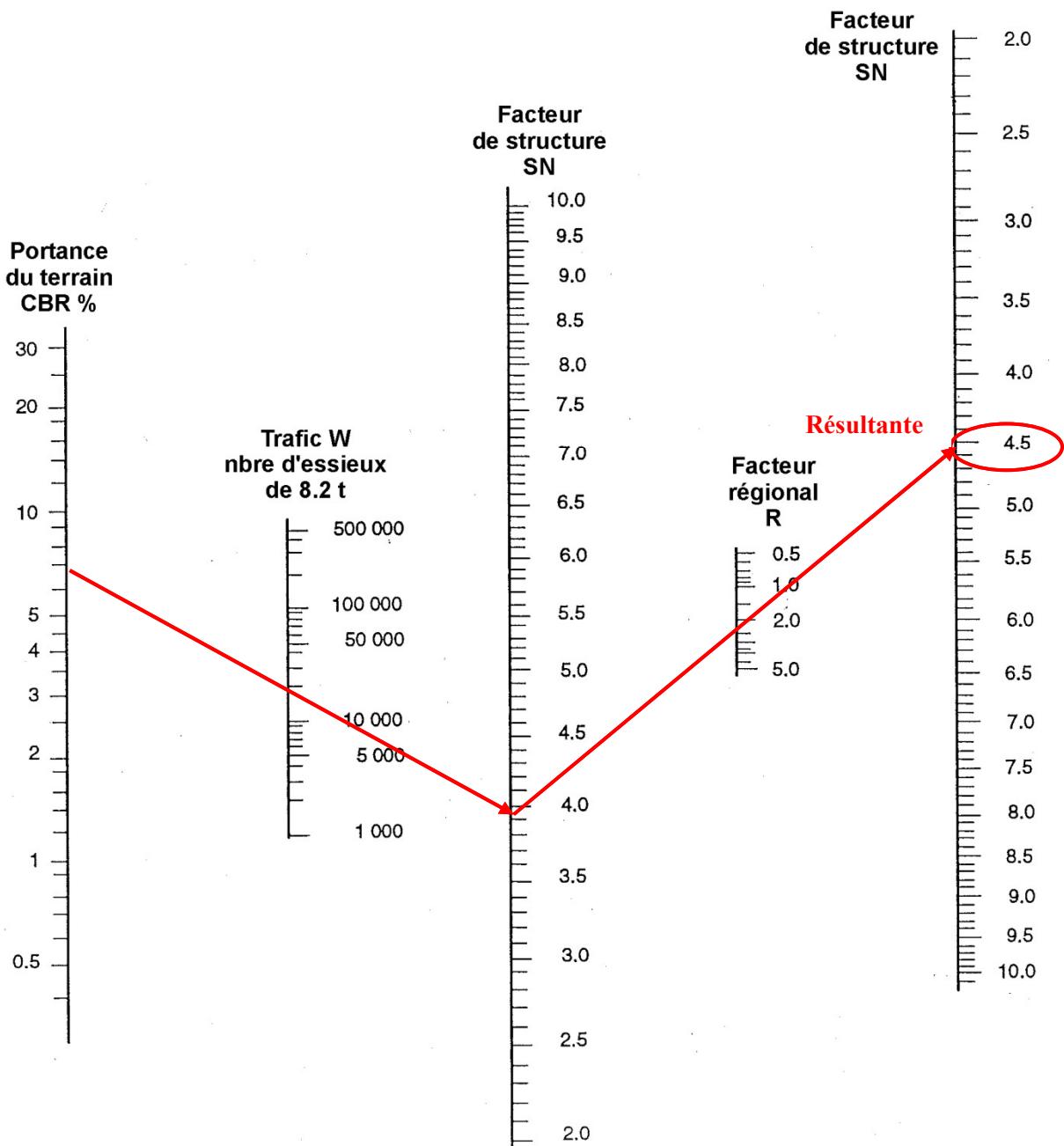
Facteur de correction régional

Afin de mieux prendre en compte les conditions météorologiques auxquelles sera exposée la desserte, la définition de sa portance minimale doit prendre en compte un facteur régional selon le tableau ci-dessous :

Catégorie de chemin	Facteur régional
chemin sans déblaiement de la neige	1
chemin en-dessous de 700 m d'altitude	1,3
chemin en-dessus de 700 m d'altitude	1,5
chemin avec conditions hydrologiques favorables	1,5
chemin avec conditions hydrologiques défavorables	2

Méthode de dimensionnement

La combinaison des différents facteurs ci-dessus selon le nomogramme adapté de l'AASHTO permet de définir le facteur SN de structure, respectivement sa portance minimale.



The diagram shows a soil profile with three layers:

- Top layer: Organic material (D1)
- Middle layer: Mineral soil (D2)
- Bottom layer: Bedrock (D3)

The contribution of each layer to the SN calculation is given by the formula: $[D_i \text{ (cm)} \cdot a_i]$.

The total SN is calculated as:

$$SN = [D_1 \text{ (cm)} \cdot a_1] + [D_2 \text{ (cm)} \cdot a_2] + [D_3 \text{ (cm)} \cdot a_3]$$

L'épaisseur de la structure découle alors de la somme des coefficients respectifs de portance et de l'épaisseur des différentes couches qui la compose, celle-ci devant être au minimum égale à la portance minimale déterminée, selon :

$$SN \leq S * (ai * Di)$$

où les coefficients suivants doivent être pris en compte pour les différentes couches de la superstructure :

Couche	Coefficient de portance (a)	Epaisseur minimale (cm)
Tapis bitumineux (type ACT 16)	0,44	7 cm
Revêtement bitumineux concassés	0,40	7 cm
Grave stabilisée au ciment – malaxage en centrale (60-80 kg/m ³)	0,20	15 cm
Grave stabilisée au ciment – malaxage sur place (60-80 kg/m ³)	0,15	15 cm
Grave concassée brute	0,14	20 cm
Grave I (CBR > 80 %) (diam. 0 – 60 mm)	0,11	20 cm
Grave II (CBR : 30 – 80 %) (diam 0 – 80 mm)	0,07	20 cm

Contrôle de la portance d'une route existante avec la méthode de la poutre de Benkelmann

Le SFN dispose d'un équipement « Benkelmann » qui permet la mesure de la déformation provoquée par une charge standard (camion) sur une route particulière. Cette méthode permet d'évaluer la portance locale et l'opportunité de prévoir des travaux de renforcement du coffre, sur toute la longueur ou sur des tronçons particuliers. Contre rémunération, le Service se tient à disposition pour de telles mesures.

6.5.9. Evacuation des eaux

Font partie du système **d'évacuation latérale des eaux** les éléments suivants :

- > caniveaux, fossés latéraux, cuvettes,
- > drainage latéral avec interception continue des eaux (revêtement contre boulets) ou avec interception ponctuelle des eaux (exemple : bourrelet bitumineux et appels d'eau dans les chambres et collecteurs),

et du **système d'évacuation transversale** :

- > rigoles transversales de type glissières de sécurité avec déversement des eaux dans le talus aval ou reprise des eaux dans le collecteur latéral,
- > on veillera à optimaliser les intervalles entre les rigoles en fonction de la pente et du type de revêtement ; le tableau suivant donne de bonnes indications pour les routes forestières sans revêtement :

Déclivité de la route	Espacement entre rigoles	
	Plateau	Préalpes
8 %	40 m	30 m
10 %	35 m	25 m
12 %	30 m	20 m
15 %	25 m	17 m
20 %	20 m	13 m

- > On veillera à éviter tout déversement des eaux dans des talus de remblais instables.

6.5.10. Franchissement de ruisseaux et torrents

Principes

Pour les cours d'eau avec une largeur naturelle supérieure à 1 m, les franchissements doivent être effectués sous forme de pont ou de passerelle chaque fois que cela est techniquement possible et économiquement supportable. Une planification détaillée du type de franchissement et son dimensionnement est dans tous les cas nécessaires, sur la base d'une analyse des différentes variantes possibles. Souvent, l'aménagement d'un gué représente une bonne solution à long terme pour le franchissement de torrents.

Pour les autres cours d'eau de « minime importance », la pose d'un aqueduc est souvent la solution raisonnable. Dans ce cas, il s'agit de tenir compte des aspects écologiques, notamment des possibilités de ne pas interrompre la libre migration de la faune aquatique. Des possibilités d'amélioration peu coûteuses existent, telles que, de manière non exhaustive, enterrer une buse à radier concave surdimensionnée en offrant un lit naturel au fond de la buse, fixer des traverses dans la buse pour retenir un lit de gravier naturel, ou encore poser une demi-buse, bien que cette dernière option soit plus compliquée.

Dimensionnement

Le dimensionnement d'un aqueduc doit se baser sur l'appréciation du débit potentiel de crue du cours d'eau. Celui-ci peut être défini simplement par l'utilisation de la formule empirique de Melli-Müller :

$$Q_{\max} = E^{2/3} * y * l \quad \text{où} \quad \begin{aligned} Q &= \text{débit de crues [m}^3/\text{s]} \\ E &= \text{surface du bassin versant [km}^2] \\ y &= \text{coefficient de rétention} \\ l &= \text{coefficient pluviométrique régional} \end{aligned}$$

Sur la base du débit de crue maximal potentiel, l'aqueduc se dimensionne alors selon la formule de Strickler pour une coupe transversale « ronde », en tenant compte qu'un écoulement optimal ne devrait pas dépasser les 2/3 du diamètre de l'aqueduc :

$$v = k * J^{1/2} * R^{2/3} \quad \text{et} \quad v = Q / A \quad \begin{aligned} v &= \text{vitesse d'écoulement [m/s]} \\ k &= \text{facteur de rugosité} \\ J &= \text{pente de l'écoulement [%]} \\ R &= \text{rayon hydraulique [m]} \\ Q &= \text{débit de crues [m}^3/\text{s]} \\ A &= \text{surface hydrique [m}^2] \end{aligned}$$

Autres aspects à prendre en compte

La planification d'un aqueduc doit en outre impérativement tenir compte des éléments suivants :

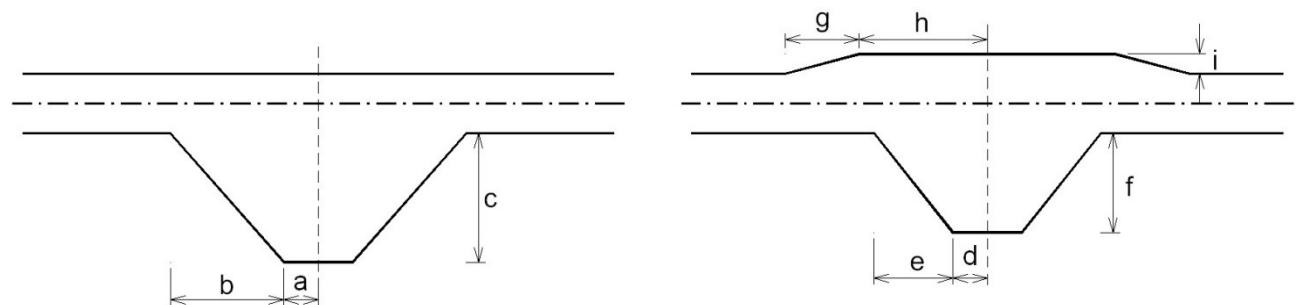
- > tous calculs n'évitent pas une appréciation sur le terrain du bassin versant afin d'y juger le danger d'érosion, de ravinement et des matériaux potentiellement mobilisables,
- > l'aménagement de dépôts à alluvions à l'amont de l'aqueduc, complété par un râtelier, permet de réduire les situations d'encombrement de la traversée,
- > l'eau doit être mise en vitesse avant son entrée dans l'aqueduc afin d'assurer une meilleure capacité de transport de matériaux solides. De même, la sortie doit être libre et aménagée avec une pente continue évitant l'accumulation de matériaux et l'obstruction du passage depuis l'aval,

- > un exutoire de secours doit être envisagé en cas d'obstruction du tube principal, soit par l'aménagement d'une traversée de secours de type caniveau située au-dessus de l'aqueduc ou d'un gué sur l'aqueduc, soit par l'aménagement d'une conduction des eaux vers un autre cours d'eau ou un aqueduc plus en aval,
- > si un écoulement torrentiel et/ou avec charriage est potentiellement envisageable, les cas de surcharge doivent être pris en considération dans les calculs ; ceci implique le respect d'une marge de 50 % supplémentaires sur le diamètre calculé de l'aqueduc, respectivement un tirant d'air minimum de 0,7 mètre.

6.5.11. Places d'évitement et places à tourner

Des places d'évitement doivent être aménagées selon la distance de visibilité (courbes à faible visibilité) et aux endroits propices. Idéalement, des places d'évitement devraient être planifiées tous les 150 à 250 mètres.

La géométrie de tels aménagements peut suivre les exemples suivants :



Véhicule	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Distance entre essieux = 4,5 m	2 m	7 m	8 m	2 m	5 m	6,5 m	5 m	8 m	1,5 m
Distance entre essieux > 5 m	2 m	8 m	10 m	2 m	6 m	8,5 m	5 m	10 m	1,5 m

En complément aux places d'évitement, des places à tourner doivent être planifiées en bout de course de desserte et/ou aux endroits propices. La planification géométrique peut suivre alors les exemples suivants :

