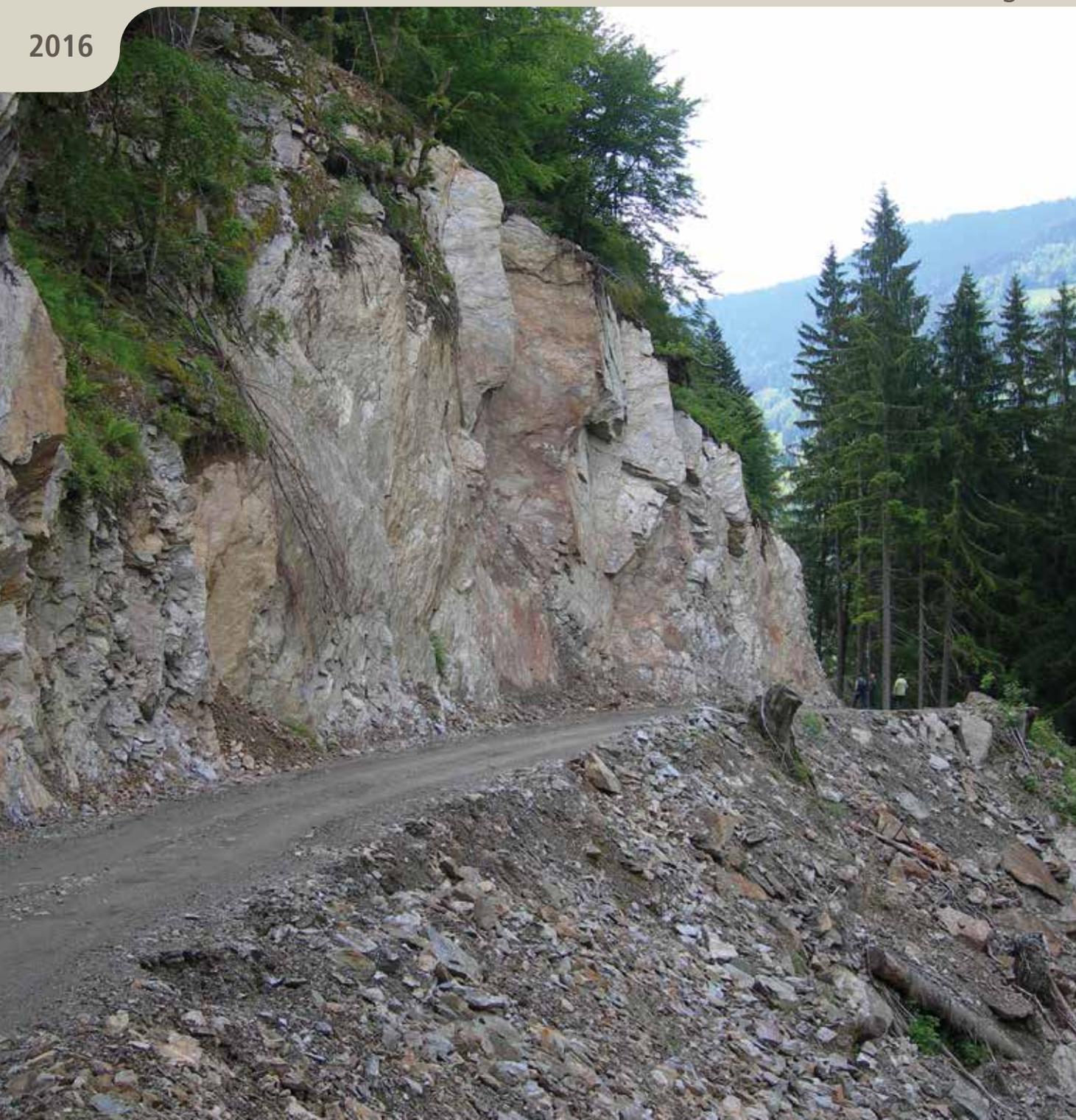




Office National des Forêts

GUIDE TECHNIQUE Montagne

2016



TRAVAUX ROUTIERS FORESTIERS

TRAVAUX ROUTIERS FORESTIERS

GUIDE TECHNIQUE

Montagne

Guide réalisé par un groupe de travail ONF composé de :

Kathy BALDINI (Rhône-Alpes)
Christian BELIN (Méditerranée)
Patrick BONNEFOND (Franche-Comté)
Christophe BRETTON (Rhône-Alpes)
Mathieu CAMEL (Pyrénées)
Jérôme FABRE (Bourgogne)
Didier GRANDJEAN (Centre Auvergne Limousin)
Jean-Luc LAURAIN (Lorraine)
Guillaume PICARD (Lorraine)
Philippe PICHON (Bourgogne)
Jean-Claude SARTER (Rhône – Alpes)
Yves SCHLUPP (Méditerranée)
Marc SEZYK (Lorraine)
Régine TOUFFAIT (Direction générale)
Didier WASZAK (service RTM Albertville)

Avec la contribution de :

Paul ALLÈGRE (service RTM Isère, ouvrages bois)
Xavier DUTHY (bilan de création d'une route dans les Alpes)
Anouk FERTÉ-DEVIN et Claude JAILLET (juridique)
Christèle GERNIGON (paysage)
Jean-Luc JODELET (bilan de création d'une route dans les Alpes)
Olivier LAMY (bilan de création d'une route dans les Alpes)
Pascale MERCIER (eau)
Didier PISCHEDDA (mobilisation des bois/câble)
Catherine RIOND et Laurent MALABEUX (RDI/mobilisation des bois en montagne)

Coordination

Régine TOUFFAIT Expert national travaux patrimoniaux/Direction Forêts
et Risques Naturels (DFRN)
Un grand remerciement à l'ensemble des collègues du groupe de travail
et aux contributeurs, ainsi qu'à Katy Elvira pour le maquettage du document

Crédit de couverture : Régine Touffait, ONF « Route forestière du Ruidoiz »
en forêt communale de Villard-sur-Doron (73)

2016

AVANT-PROPOS	5
--------------	---

1^{re} partie

DONNÉES INTRODUCTIVES

1 Définitions techniques des voiries forestières	10
2 Orientations et recommandations techniques générales	10
2.1 Densité optimale de routes forestières	10
2.2 S'assurer de l'opportunité d'aménager une route forestière : comment ? Quels critères ?	11
2.3 Travailler en équipe pluridisciplinaire est un gage de réussite d'un projet complexe de création	12
2.4 Les différentes étapes depuis l'étude d'opportunité jusqu'à la mise en œuvre du projet	13
2.5 L'intégration paysagère et écologique des infrastructures en site à enjeux est incontournable	16
2.6 Des caractéristiques communes aux routes forestières optimisent leurs fonctionnalités et leur tenue dans le temps	17
2.7 Des entretiens réguliers et simples sont efficaces pour maintenir les routes dans un bon état d'accessibilité et de circulation	25
2.8 De bonnes pratiques de la part de l'ensemble des intervenants et usagers sont à promouvoir pour préserver les infrastructures	26
3 Réglementations environnementales à prendre en compte	28

2^e partie

FICHES TECHNIQUES

1 Référence aux fiches du guide technique des travaux routiers plaine et collines (ONF 2014)	42
2 Fiches techniques spécifiques aux contextes de montagne	43
Élaboration de scénarios de mobilisation des bois en montagne	44
Études géotechniques	49
L'étude paysagère pour la création (ou la réhabilitation) d'une route forestière en montagne	55
Implantation d'une route forestière en montagne	64
••• la méthode expéditive	64
••• les lacets	69
••• la méthode traditionnelle : exposé sommaire	72
Terrassement de la plate-forme	74
Gestion des eaux de ruissellement assainissement de la chaussée	80
Ouvrages de franchissement des cours d'eau ou talwegs	86
Ouvrages de soutènement	100
Équipements connexes aux routes forestières	114
Gestion préventive des risques pouvant survenir pendant un chantier routier en montagne	122

3^e partie

ITINÉRAIRES TECHNIQUES DE TRAVAUX ROUTIERS (ITTR) EN CRÉATION

1	Choisir un itinéraire de création	128
1.1	Clef d'aide au choix d'un itinéraire standard de création	128
1.2	Clef d'aide au choix d'un type d'ouvrage de franchissement d'un cours d'eau ou talweg	129
1.3	Clef d'aide au choix d'un type d'ouvrage de soutènement	130
1.4	Exemple de montage projet avec assemblage de différents ITTR du guide	131
2	Coûts des itinéraires standards de création	132
2.1	Création d'une route forestière en montagne	133
2.2	Création d'un ouvrage de franchissement d'un cours d'eau ou d'un talweg	145
2.3	Création d'un ouvrage de soutènement	156
3	Synthèse technique et financière de 5 projets routiers réalisés récemment dans les Alpes	161
3.1	Route forestière des Challières en forêt communale de Queige (73)	161
3.2	Routes forestières de la Croix de Coste et du Coudrier, en forêt communale de Queige (73)	162
3.3	Route forestière du Ruidoz en forêt communale de Villard-sur-Doron (73)	163
3.4	Route forestière de Roche Combe en forêt communale de La Lechere-Pussy (73)	165
3.5	Route forestière de la Grande Roche en forêts communales d'Orelle et St Michel de Maurienne	166
3.6	Tableau comparatif des principales caractéristiques de ces 5 exemples, quelles conclusions ?	168

4^e partie

GESTION DES ROUTES FORESTIÈRES DE MONTAGNE

1	Entretien courant ou réfection généralisée ?	172
2	Diagnostic des causes de dégradations et des enjeux	172
3	Types de dégradations	172
4	Clefs d'aide au choix des itinéraires standards d'entretien ou de réfection généralisée, hors ouvrages	173
5	Itinéraires techniques de travaux routiers en réfection généralisée	174
5.1	Réfection généralisée d'une route en terrain naturel sur roche dure sans couche de roulement spécifique aménagée	174
5.2	Réfection généralisée d'une route en terrain naturel portant avec couche de roulement aménagée	175
6	Itinéraires techniques de travaux routiers en entretien	176
6.1	Entretien d'une route en terrain naturel portant sur roche dure	176
6.2	Entretien d'une route en terrain naturel portant avec couche de roulement aménagée	177

ANNEXES

annexe 1	– Routes forestières et débardage par câble	180
annexe 2	– Mode opératoire « conduite d'opération projet (MOE) »	184
annexe 3	– Articles de prestation à utiliser pour la programmation des travaux ou l'élaboration de devis dans l'application ONF teck	186

Les forêts de montagne sont difficiles à exploiter pour des raisons évidentes de pentes et de contraintes climatiques, mais pas seulement. Les méthodes d'exploitation des bois dans ces forêts ont évolué au cours des dernières décennies : abandon du lançage utilisé jadis dans les secteurs à forte pente, abandon progressif du débardage par câble, développement important du tracteur en France depuis 1950. Or, le tracteur forestier (skidder) impose des contraintes : **il ne peut circuler sur des pentes en travers supérieures à 30 % et ne permet pas de mobiliser des bois à plus de 50 mètres en amont et 150 mètres en aval d'une route ou d'une piste.** En outre, des distances de débardage longues sont un frein à la commercialisation. **L'accès à l'ensemble de la ressource en bois des zones forestières montagnardes n'est donc plus possible, en l'absence de nouvelles infrastructures.**

Ces difficultés se traduisent dans les caractéristiques dendrométriques des forêts de montagne : les données de l'IGN montrent que ces forêts sont en cours de capitalisation et que le diamètre moyen des peuplements augmente dans les zones non débusquables par les tracteurs forestiers. Inversement, dans les zones facilement accessibles, à proximité des routes et des pistes, le capital sur pied est le plus souvent assez proche de l'optimum.

Récolter les bois disponibles mais difficilement accessibles, tout en préservant le sol et l'ensemble des fonctionnalités des forêts de montagne, nécessite un réseau d'infrastructures routières adaptées, durables, et maintenues en bon état. En montagne, **le développement et l'entretien de la desserte sont aujourd'hui au premier rang des enjeux de gestion forestière durable en lien avec le renouvellement des peuplements et l'alimentation de la filière bois.** Dans nos montagnes françaises, la densité du réseau de desserte est limitée par comparaison avec nos pays voisins. Par exemple, en Savoie, la densité de desserte est de 1 km/100 ha pour les routes et 2 km/100 ha pour les pistes, alors qu'en montagne autrichienne, elle est de 3 km/100 ha pour les routes et les pistes sont pratiquement inexistantes.

En association avec les pistes pour le débusquage/débardage par tracteur, ou le câble, **les routes forestières de montagne doivent s'intégrer dans une stratégie d'exploitation et contribuer aux performances sociales, économiques et environnementales de la filière forêt-bois.**

Les techniques et itinéraires de ce guide, applicable en métropole aux massifs présentant des pentes en travers moyennes à fortes (> 25 %), répondent à un **usage principal de mobilisation des bois**, donc à des routes forestières accessibles aux ensembles routiers pour le transport de bois en tout temps (hors neige et barrière de dégel). Cet usage peut être associé à d'autres utilisations secondaires, dans le cadre de la multifonctionnalité des forêts ou d'une mission d'intérêt général (DFCI par exemple). En outre, dans certains secteurs de montagne où les propriétés sont avant tout communales et les usages tournés vers le pastoralisme, la desserte forestière doit être sylvo-pastorale pour être développée.

La création ou la mise aux normes, tout comme l'entretien des infrastructures routières nécessitent toujours des diagnostics approfondis. **Il convient notamment de réfléchir sur la desserte dans le cadre d'une approche globale à l'échelle de plusieurs propriétés** (réseau de desserte). Les études complémentaires, notamment géotechniques, hydrauliques, l'analyse des risques et des impacts, sont des étapes clefs en montagne.

Selon les enjeux, les usages, les pentes en long et en travers, la portance et la stabilité du sol, le besoin de franchir des cours d'eau ou des talwegs, etc., les routes de montagne mobilisent des méthodes et techniques spécifiques d'implantation, de construction et d'entretien décrites par **10 fiches techniques** présentes dans ce guide, en complément de celles du guide technique des travaux routiers forestiers, en plaine et collines (ONF 2014).

Les fiches techniques sont complétées par des **itinéraires techniques de travaux routiers (ITTR)** auxquels un coût estimatif est associé. Cinq catégories d'itinéraires sont présentées :

- **itinéraires pour la construction d'une route forestière** intégrant les équipements de gestion des eaux de ruissellement et de drainage ;
- **itinéraires de construction d'ouvrages de soutènement ;**
- **itinéraires de construction d'ouvrages de franchissement des cours d'eau et talwegs.**

Certains de ces itinéraires ont été associés présentant un exemple d'itinéraire complet de création (route avec différents tronçons + franchissements+ soutènements).

- **itinéraires de réfection généralisée ;**
- **itinéraires d'entretien courant.**

NB : chaque projet est unique et combine différents tronçons. Ces itinéraires et leurs caractéristiques ne sont que des exemples « moyens ».

En outre, à titre d'exemples concrets, **cinq routes créées ces dernières années dans les Alpes font l'objet d'une synthèse technique et financière.**

Les fiches et les itinéraires constituent un **référentiel technico-économique** à utiliser à bon escient :

- lors de l'élaboration des aménagements forestiers ;
- lors des programmations pluriannuelles et annuelles en tant qu'outils de programmation budgétaire et de concertation à l'échelle d'un massif (multipropriétés) ;
- lors de la rédaction des cahiers des charges et du choix des entreprises.

Ce guide constitue une aide à la gestion. Il ne dispense pas de suivre des formations adéquates afin d'acquérir les compétences requises et de s'entourer d'une équipe pluridisciplinaire.

Comme le guide technique des travaux routiers forestiers pour les plaines et collines diffusé en 2014, ce guide des travaux routiers en montagne est un outil élaboré à partir d'une mutualisation des savoir-faire des gestionnaires forestiers et des services RTM de l'ONF. **Il intervient en complément du guide cité plus haut et participe à la gestion durable et multifonctionnelle des forêts publiques.**



Route forestière dans les Alpes - Xavier Duthy, ONF



1^{re} PARTIE

DONNÉES INTRODUCTIVES

Notions et orientations
ayant accompagné l'élaboration du guide

1 DÉFINITIONS TECHNIQUES DES VOIRIES FORESTIÈRES

Les termes suivants : route forestière, piste, traîne, sentier, chemin, sommière, laie, layon, cloisonnement d'exploitation, n'ont pas de définition juridique, mais une définition technique en lien avec une utilisation précisée ci-dessous :

- une route forestière permet l'accès, en tout temps, aux ensembles routiers pour le transport de bois (PTRA maxi de 48 tonnes pour 5 essieux, 57 tonnes pour 6 essieux et plus!) qu'elle soit en terrain naturel, empierrée, revêtue ou non (d'un liant hydrocarboné);
- une piste forestière est en terrain naturel et permet l'accès permanent aux engins forestiers d'exploitation (et quelquefois aux véhicules légers);
- une traîne est une voie de circulation temporaire, non entretenue, accessible aux seuls tracteurs forestiers;
- un sentier est un accès pédestre (accessible quelquefois aux VTT ou aux cavaliers);
- un chemin est un terme très vague désignant souvent un accès pour les tracteurs agricoles ou forestiers;
- une sommière (ou laie ou layon) n'est pas une voie de communication au sens strict : il s'agit d'une ligne de parcellaire en terrain naturel;
- un cloisonnement d'exploitation est un couloir de circulation des engins d'exploitation et de débardage dans une parcelle. Un réseau de cloisonnements d'exploitation facilite l'exploitation des bois et limite les dégâts au sol et aux arbres des peuplements.

→ Ce guide traite uniquement des routes forestières et de leurs équipements

2 ORIENTATIONS ET RECOMMANDATIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES

Les routes forestières ont pour vocation d'une part l'accès aux parcelles forestières depuis les routes publiques en vue d'y réaliser des travaux de gestion, et d'autre part, l'acheminement des bois depuis les parcelles et les places de dépôts jusqu'au réseau routier public. Il s'agit donc d'un **réseau où le confort de roulement est secondaire**, ne nécessitant pas la mise en œuvre ou le maintien d'un revêtement hydrocarboné. Ce principe peut être à nuancer dans le cas de routes forestières structurantes d'un massif en l'absence d'un réseau public développé, ou bien dans le cas d'un réseau multifonctionnel, ou encore dans des situations de fortes pentes.

2.1 Densité optimale de routes forestières

La densité de routes dépend de la distance moyenne de débardage.

Le tableau ci-dessous présente la densité optimale de routes et de pistes (source CEMAGREF & CTBA).

Attention ! Cette densité ne prend pas en compte la rentabilité des projets de desserte forestière (cf. le point suivant « s'assurer de l'opportunité d'aménager une route forestière »). La densité doit être adaptée à la réalité de la productivité des peuplements.

Relief (CEMAGREF et CTBA)	Densité optimale (km/100 ha)	
	ROUTES	PISTES
Plaine	1 à 1,5	0 à 2,5
Montagne		
Exploitation par skidder	3 à 3,5	4 à 6
Exploitation par câble-mât	2,5	0

Dans le cadre d'une politique de développement durable, **les routes sont plus multifonctionnelles que les pistes**, c'est pourquoi il faut privilégier chaque fois que possible la création de routes aux pistes.

Les routes offrent de meilleures conditions pour :

- la mécanisation liée à l'exploitation, particulièrement dans une perspective d'évolution des modes actuels d'exploitation et de valorisation des bois (câble mât, broyage des rémanents dans un but énergétique, etc.);
- l'accessibilité des professionnels de la forêt dans le cadre de leurs missions liées à la gestion (travaux sylvicoles, martelage, etc.) et à la surveillance.

¹ Le décret « bois rond » n° 2009-780 autorise la circulation à 48 tonnes (PTRA) pour les 5 essieux et 57 tonnes (PTRA) pour les 6 essieux et plus sur des itinéraires identifiés par arrêté préfectoral départemental. En plus du PTRA global, il y a aussi une limite par essieu, notamment si les charges ne sont pas bien réparties : il s'agit de l'article R312-5 du Code de la route : « L'essieu le plus chargé d'un véhicule ou d'un élément de véhicule ne doit pas supporter une charge supérieure à 13 tonnes, cette limite étant fixée à 12 tonnes pour un véhicule articulé, un train double ou un ensemble composé d'un véhicule à moteur et d'une remorque, circulant entre 40 et 44 tonnes ».

2.2_ S'assurer de l'opportunité d'aménager une route forestière : comment ? Quels critères ?

Un projet de desserte naît d'un besoin identifié par le(s) gestionnaire(s) forestier(s) et/ou les propriétaires. Ce besoin de desserte peut être exprimé lors de l'étude d'un plan de gestion (aménagement forestier, PSG) ou du constat, pendant l'application du plan de gestion, de difficultés d'exploitation.

→ Une étude d'opportunité est un préalable à tout projet. Elle s'appuie sur :

- l'analyse de l'état initial du massif étudié :
 - inventaire qualitatif et quantitatif de la desserte **interne et externe au massif** ;
 - détermination et caractérisation des zones desservies et non desservies ;
 - localisation et caractérisation de la ressource bois ;
 - cartographie des enjeux paysagers et environnementaux ;
- la définition des secteurs où la desserte doit être améliorée ou développée **en croisant les enjeux de production forestière (volumes/ha, qualités, essences...) et les zones non ou mal desservies** ;
- l'élaboration de scénarios **de mobilisation** (choix du mode de débardage, réfection de la desserte existante, création, abandon du projet...) et leur **comparaison** ;
- les éventuels besoins non forestiers qu'il convient d'identifier et de formaliser de manière très claire.

Le choix d'un ou plusieurs scénarios doit permettre de **desservir un maximum de surfaces et d'amortir au mieux l'investissement du propriétaire au côté de l'objectif d'alimenter la filière bois**.

→ Un bilan financier prévisionnel du projet est utile à la décision. Il met en perspective :

- une évaluation prévisionnelle des coûts de l'investissement ;
- un bilan des recettes prévisionnelles, lequel correspond essentiellement à la plus-value apportée par la desserte aux bois commercialisés (volume du bois mobilisé x plus-value unitaire apportée aux bois) ; on évalue en général la rentabilité du projet par rapport :
 - **aux recettes immédiates (coupes suivant directement la réalisation de la desserte, avec des recettes encaissées en général dans les 3 années suivant la réalisation de l'équipement) ;**
 - **aux recettes générées par l'ensemble des coupes qui seront réalisées au cours de l'aménagement, ce qui revient à intégrer pour certaines unités de vidange le deuxième passage en coupe prévu à l'aménagement.**

.....
Exemple d'évaluation de plus-values apportées par une desserte sur des ventes de bois

(Source : Laurent Descroix/ ONF DT Rhône Alpes/ 12.12.2005)

Nom de la desserte	1 ^{er} / 2 ^e passage	Parcelle	Surface à parcourir (ha)	Récolte par ha (m ³ /ha)	Récolte totale (m ³)	Plus-value par m ³ (€/m ³)	Plus-value totale (€)
Stalanche + Montm. (p.52à55)	1 ^{er}	52 pie	6,38	90	570	30	17 100
	1 ^{er}	53 pie	5,50	80	440	30	13 200
	1 ^{er}	54 pie	8,00	90	720	30	21 600
	1 ^{er}	55 pie	4,57	110	500	30	15 000
	2 ^e	52 pie	6,38	70	450	30	13 500
	2 ^e	53 pie	5,50	70	390	30	11 700
	2 ^e	54 pie	5,40	70	380	30	11 400
	2 ^e	55 pie	4,57	90	410	30	12 300
TOTAL			46	83	3 860	30	115 K€
Plus value immédiate							67 K€

NB 1 : les **économies de gestion** générées par l'amélioration de l'accessibilité ne sont pas prises en compte.

NB 2 : les **autres enjeux** (agricoles, RTM, enjeux environnementaux etc.) sont à prendre en compte, qualitativement ou financièrement, s'ils peuvent être valorisés.

Exemple de présentation d'un bilan financier prévisionnel lié à un projet de desserte

(Source : Laurent Descroix/ONF DT Rhône Alpes/12.12.2005)

Année de réalisation prévue	Projet	Longueur (m)	Coût au m	Coût total	Auto-financement (70 %)	Plus-value attendue	Bilan	Recettes au 1 ^{er} pass. en coupe	Bilan 1 ^{er} passage	Observations
2006-2008	Stalanche + Montm. (p.52 à 55)	6 400 m	24 €/m	150 K€	105 K€	115 K€	+10 K€	67 K€	-38 K€	Plus-value en forêt privée = 50 K€

→ La comparaison des temps de retour sur investissement permet de hiérarchiser plusieurs projets :

- Calcul du temps de retour sur investissement

[Coût total du projet - subvention (€)]/[Volume moyen annuel mobilisé sur x ans (à ajuster localement) via le projet (m³) x plus-value sur 1 m³ de bois mobilisé (€/m³)]

.....
 À noter que dans certaines Régions, le temps de retour sur investissement est un des critères d'éligibilité aux subventions. Par exemple, il peut être décidé qu'un projet soit éligible à une subvention seulement dans le cas où le retour sur investissement est inférieur à 15 ans.

2.3 Travailler en équipe pluridisciplinaire est un gage de réussite d'un projet complexe de création

Un fonctionnement en **mode projet** est recommandé : un chef de projet identifié anime et pilote une équipe projet.

Les enjeux et les risques liés à la mise en œuvre d'un projet de création ou d'amélioration d'une route en montagne sont nombreux et requièrent des compétences techniques et juridiques pointues, c'est pourquoi **il est recommandé au chef de projet de s'entourer de personnes expertes en interne ou en externe (bureau d'études spécialisé), le cas échéant.**

La note de service RTM n° 15-G-1963 du 24 décembre 2015 devra être consultée. Elle rappelle :

- **qu'avant de s'engager sur un dossier de travaux délicat pouvant nécessiter des compétences relevant du RTM (même hors prévention des risques), un contact du service RTM local ou référent est obligatoire;**
- **que le département Risques Naturels au sein de la DG/DFRN peut être sollicité en appui pour une expertise, par exemple lorsque la responsabilité de l'ONF peut être engagée.**

En outre, la création d'équipements de desserte en montagne fait souvent l'objet de réticences importantes de la part de partenaires ou interlocuteurs externes.

Ces oppositions peuvent naître :

- **suite à la réalisation de projets aux impacts paysagers et écologiques mal maîtrisés;**
- **suite à un déficit de communication, facteur fort d'échec de projets pourtant pertinents;**
- **mais aussi, sur la base de craintes liées à la dégradation des milieux ou des paysages de montagne.**

La réalisation d'infrastructures de desserte doit donc être le fruit d'une démarche impliquant les acteurs des territoires (élus, forêts privées et publiques, agriculteurs, administrations, associations...).

Elle exige du chef de projet technicité, capacité d'écoute, de conviction et qualité de communication vis-à-vis des interlocuteurs internes et externes.

2.4_ Les différentes étapes depuis l'étude d'opportunité jusqu'à la mise en œuvre du projet

- Sur les pages suivantes sont résumées les différentes étapes, depuis l'étude d'opportunité jusqu'à la réalisation du projet. Il s'agit de la chronologie et du contenu des étapes, à adapter selon les contextes locaux. Ce schéma est démonstratif des différentes problématiques, enjeux, documents de référence, régimes d'autorisations à prendre en compte lors des différentes phases d'étude d'un projet routier en forêt(s).
- L'annexe 2 liste les missions associées aux différentes étapes d'un projet.

.....
SIGLES UTILISÉS

PSG : plan simple de gestion

CRPF : centre régional de la propriété forestière

SDDF : schéma directeur de desserte forestière

ASA : association syndicale autorisée

ASL : association syndicale libre

PLU : plan local d'urbanisme

ARS : agence régionale de santé

RTM : restauration des terrains en montagne

IFN : inventaire forestier national

PPR : plan de prévention des risques

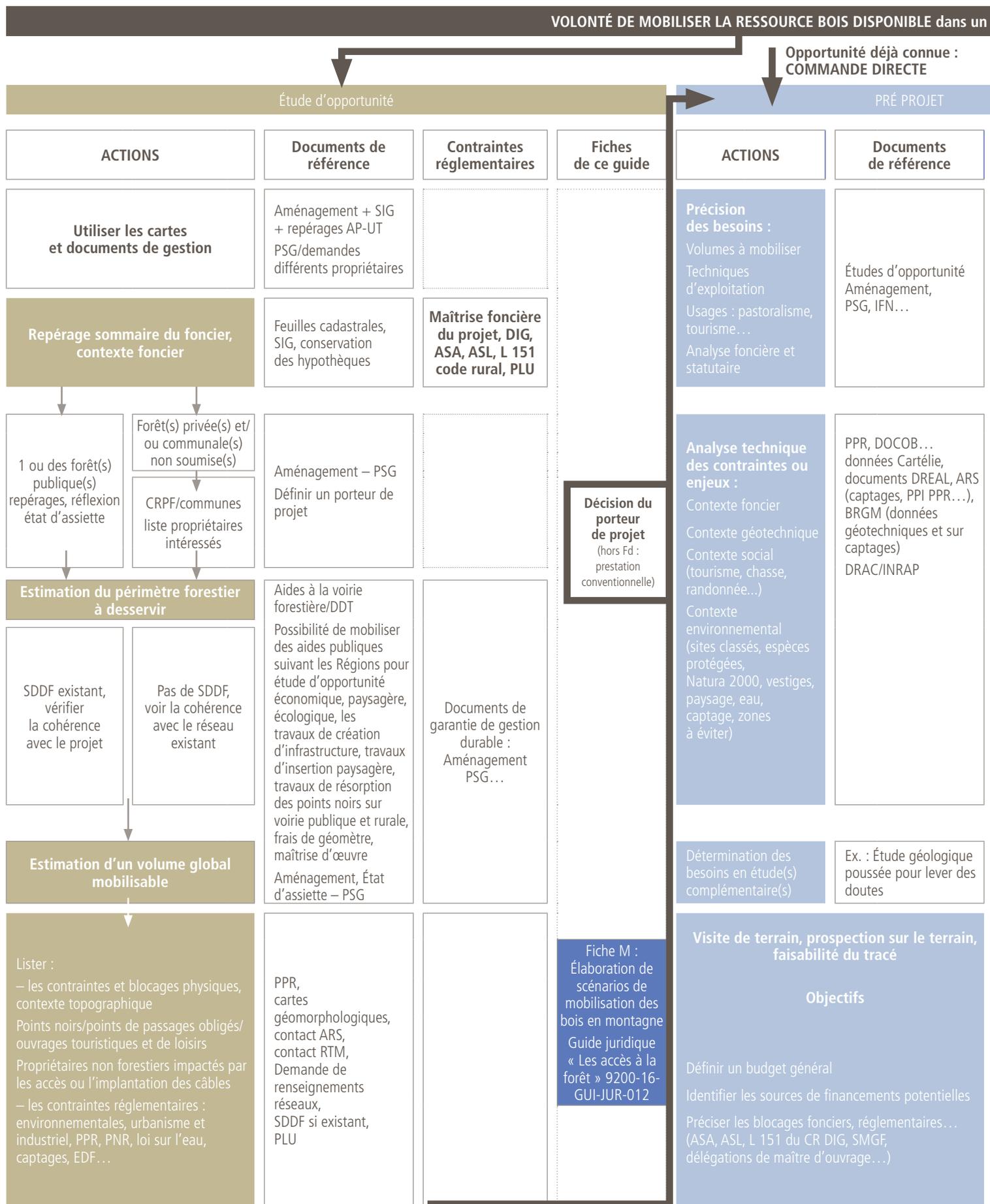
DOCOB : document d'objectif Natura 2000

DDT : direction départementale des territoires

DREAL : direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

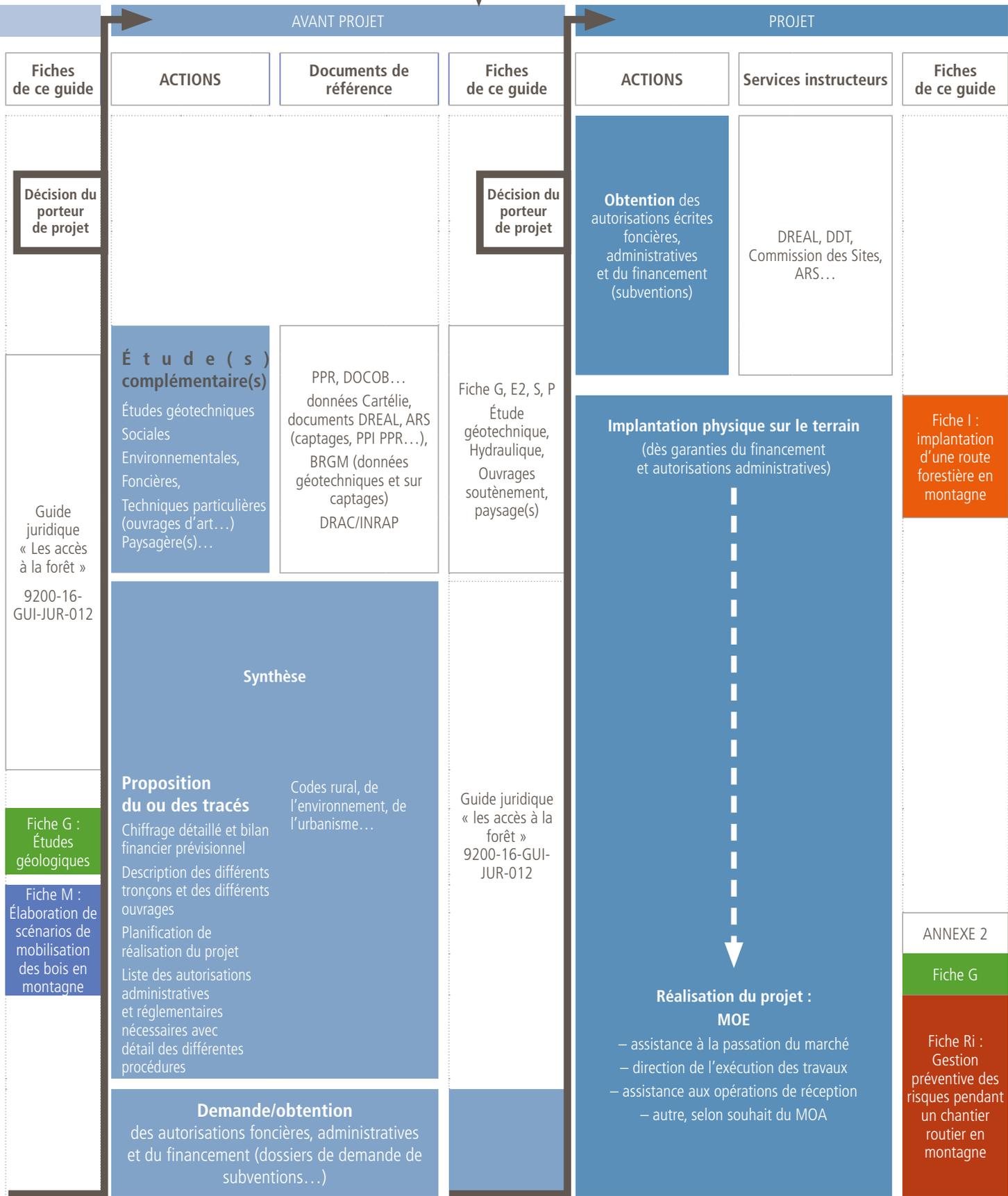
PPI : plan de prévention des inondations

BRGM : bureau régional de recherche géologique et minière



cadre de performances économiques, sociales et environnementales

Ces étapes peuvent faire l'objet d'une seule prestation



2.5_L'intégration paysagère et écologique des infrastructures en site à enjeux est incontournable

VOIR AUSSI SUR
INTRAFORET

« Utiliser
les données
naturalistes dans la
gestion forestière ».

Fiche technique
Biodiversité n° 12
Automne 2014/ONF
Réf Intraforêt : 34988

« Intervenir en site
inscrit et classé »

Fiche technique
Paysages n° 9
Hiver 2013/ONF
Réf Intraforêt : 2e075

Guide juridique
« Accès à la forêt »
9200-16- GUI-
JUR-012



Régine Touffait, ONF

Paysage à Arèches-Beaufort (73)

VOIR FICHE
TECHNIQUE P

« L'étude paysagère
pour la création
d'une route
forestière en
montagne »

Page 55

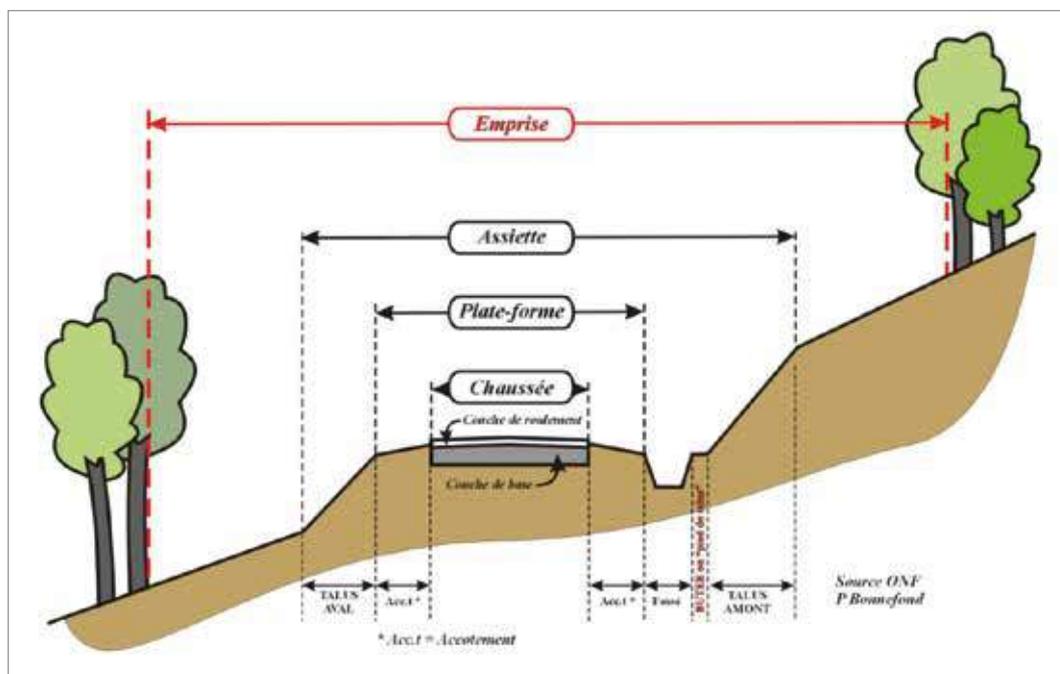
Lors de la définition d'un projet, il convient d'adapter l'implantation, le dimensionnement et les caractéristiques géométriques de la route, de bien gérer les déblais-remblais et parfois de choisir des matériaux, ou de faire des travaux complémentaires, permettant de répondre aux enjeux paysagers et environnementaux. **Tout projet doit être en conformité avec les réglementations en vigueur : respect des prescriptions, procédures administratives d'autorisation/déclaration...**

Ces enjeux peuvent être évalués en s'appuyant sur les **connaissances existantes** (habitats et espèces protégés, zonages réglementaires ou contractuels, etc.) **répertoriées via des outils tels que les documents d'aménagement forestiers et leur sommier, les PSG, Canopée (ONF), BDN (ONF), etc.** En cas de connaissances acquises insuffisantes sur l'emprise du projet, des études pourront être réalisées afin de s'assurer de l'absence d'impact négatif. **Pour une bonne prise en compte de ces enjeux, contacter les spécialistes locaux de l'ONF en matière de faune, flore, eau ou paysage.**

Dans certains cas, ces enjeux peuvent nécessiter l'engagement d'une action spécifique de communication.

2.6_Des caractéristiques communes aux routes forestières optimisent leurs fonctionnalités et leur tenue dans le temps

Le schéma ci-dessous présente les différentes parties constitutives d'une route



Ce chapitre introduit des principes généraux détaillés plus loin dans les fiches techniques, liés à l'implantation, aux pentes, au gabarit, aux profils des assises et des talus, aux différents ouvrages et équipements d'une route de montagne.

2.6.1_L'implantation doit résulter de la prise en compte des contraintes et optimiser les surfaces desservies

Du point de vue technique, une route est une succession de tronçons rectilignes et de courbes (virages plus ou moins prononcés, lacets).

Le choix de l'implantation de ces tronçons est une étape primordiale à laquelle la plus grande **attention doit être portée**.

→ L'implantation est à établir par :

a) **une étude sur carte** (1/10 000) au bureau avec une vision élargie (multipropriétés) : desserte existante, localisation de la ressource bois, zones non desservies, schéma de desserte s'il existe au sein d'un massif, raccordement au réseau public, intégration des restrictions éventuelles (limitations de tonnage ou de hauteur, existence de « points noirs ») et des passages obligés (talwegs, etc.), prise en compte des enjeux paysagers et environnementaux ;

Il conviendra selon le contexte de s'appuyer sur des documents de références tels que :

- **données historiques, anciens plans, témoignages des locaux et utilisateurs (bergers, chasseurs),**
- **données forestières : aménagement, plan de mobilisation des bois, schémas directeurs de desserte,**
- **données géologiques (cartes géologiques consultables sur le site infoterre, site Géo-alpe.com en zone Alpes du Nord et Sud),**
- **orthophoto, scan 25,**
- **données LIDAR (Modèle numérique de Terrain et couches dérivées : pentes, courbes de niveau...),**
- **données cartographiques des services de l'État et des collectivités : plan de prévention des risques dont carte d'aléas souvent en ligne, cadastre, PLU, POS, infoterre.brgm.fr,**

VOIR FICHE
TECHNIQUE I
**Implantation d'une
route en montagne**
Méthode
traditionnelle
Méthode expéditive
Implantation d'un
lacet
Page 64

- données réglementaires ou contractuelles environnementales : Natura 2000, réserves naturelles, réserves biologiques intégrales, sites classés, sites inscrits, arrêtés de protection de biotopes, réglementations locales (zone de silence), périmètres de protection de captage, inventaires (ZNIEFF, ZICO), cours d'eau classés au titre du L214-17, réservoirs biologiques identifiés dans les SDAGE,
- étude paysagère,
- conventions ou contraintes d'utilisations liées à des aménagements connexes (voie ferrée, conduite de gaz, ligne électrique, fibre optique...),
- conventions ou contraintes d'utilisations liées à des usages connexes : pastoralisme, DFCI, station de ski, propriétés privées, tourisme.

b) une reconnaissance sur le terrain

L'étude sur carte et la reconnaissance sur le terrain doivent identifier les **points de passage obligés** et les éventuelles zones à éviter dans l'emprise des différents faisceaux (zone potentielle d'implantation du projet) ;

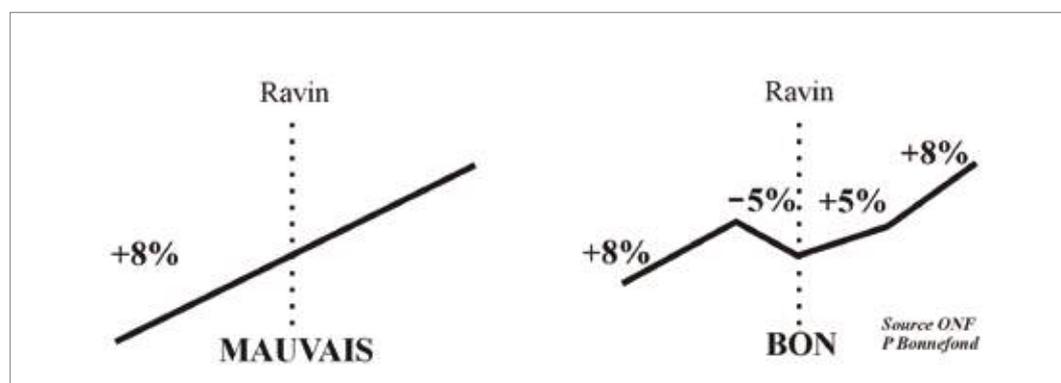
c) l'application de la méthode expéditive ou de la méthode traditionnelle dans le cadre des levés de terrain, piquetage de l'axe, calculs des mouvements de terre, implantation des lacets.

Le choix définitif est toujours un travail de compromis entre les contraintes techniques, environnementales et sociales.

2.6.2_La pente en long des tronçons est choisie en fonction des usages et du revêtement retenu

Les tronçons plats (< 3 %) sont à éviter car des nids de poule se forment systématiquement du fait de l'absence d'écoulement des eaux de pluie. Au besoin, il conviendra de créer une succession de pentes/contre-pentes et d'y associer des ouvrages de gestion de l'eau, des collecteurs, ou des renforcements éventuels de la route aux points sensibles.

Les passages de talwegs seront implantés à des points bas du profil en long et des **contre-pentes** sur une longueur suffisante seront installées afin de canaliser les écoulements et éviter tout risque de débordement en cas de crue.



Il est recommandé les pentes en long ci-dessous

Pente en long	Maximum
Chaussée empierrée ou en terrain naturel non revêtue d'un liant hydrocarboné	12 %
Chaussée revêtue d'un liant hydrocarboné	16 %
Chaussée en béton de ciment	16 % à 18 %
<i>Dangereux au-delà pour les ensembles routiers de transport de bois</i>	
Lacets	2 % à 5 %

2.6.3_La largeur de l'emprise

résulte de la prise en compte de contraintes de natures différentes

- l'exposition :
 - en versant Sud où les problèmes d'entretien sont moins importants, l'emprise pourra être réduite au maximum,
 - en versant Nord, au contraire l'emprise devra être plus importante afin de favoriser l'ensoleillement et le ressuiement de la route;
- le contexte géologique (mouilleux, on ouvre plus large dans la mesure du possible afin d'obtenir un ensoleillement plus important);
- la présence de lacets;
- la pente en travers : plus la pente est forte, plus l'emprise sera large;
- l'impact paysager, lequel devra être *minimum*.

Abattage des bois situés sur l'emprise de la route à construire

La solution idéale est que le propriétaire de l'emprise vende et fasse exploiter les bois avant la mise en œuvre des travaux de construction de la route. Dans le cas où le bois est de valeur, ceci est tout à fait envisageable. Dans le cas contraire, le propriétaire peut demander à un exploitant forestier d'abattre les bois et à l'entreprise de travaux routiers de se charger du débusquage, du débardage, et du dépôt des bois avec une pelle mécanique. Le cahier des charges précisera alors ces opérations. Il conviendra d'être vigilant quant à l'enchaînement des opérations afin d'éviter des retards dans la réalisation du projet routier. Une autre solution est d'intégrer l'abattage et l'évacuation des bois à la charge de l'entreprise titulaire du marché de travaux routiers.

....

Attention ! En cas de présence de plusieurs entreprises simultanément sur un chantier, un coordonnateur de sécurité est requis. cf. fiche technique Ri « Gestion préventive des risques pendant un chantier routier en montagne ».

2.6.4_La plate-forme doit présenter une largeur optimale de 5 m à 6 m

Toutefois, les synthèses techniques et financières de 5 projets mis en œuvre dans les Alpes et présentés en troisième partie de ce guide, montrent des plates-formes entre 4 m et 4,5 m.

2.6.5_La chaussée doit présenter une largeur idéalement de 3,50 m à 4 m

Dans les virages à faible rayon, des surlargeurs seront prévues afin d'obtenir les largeurs ci-dessous :

Rayon de la courbe	12 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m
Largeur minimale de la chaussée	5,50 m	5,10 m	4,30 m	3,90 m	3,70 m	3,50 m

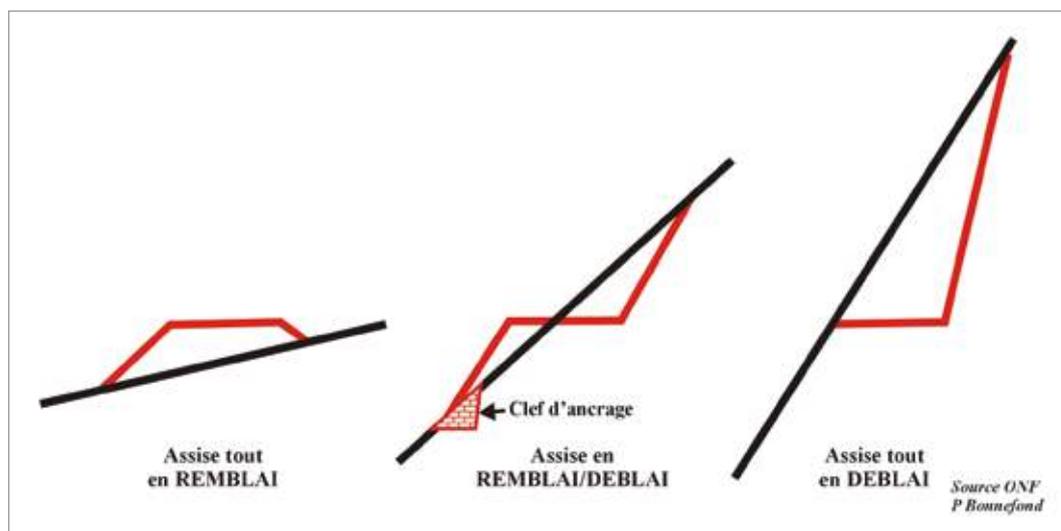
2.6.6_La structure

doit permettre une utilisation par les ensembles routiers de transport de bois (grumiers, camions avec remorques, semi-remorques) toute l'année

La structure doit engendrer une portance de 50 MPa minimum pour une classe de trafic T6 correspondant à un trafic moyen journalier des poids lourds inférieur à 10 PL/J.

2.6.7_Trois grands types de profil d'assise peuvent être mis en œuvre

Assise tout en remblai, assise en déblai/remblai, assise tout en déblai.



Si les assises en déblai ne posent généralement pas de problème en matière de tenue de la route, il n'en est pas de même des assises en remblai dont la stabilité dépend de la pente en travers du terrain et de la nature des matériaux.

L'expérience montre qu'il est souhaitable d'asseoir entièrement la route en déblai à partir de 60 % de pente en travers.

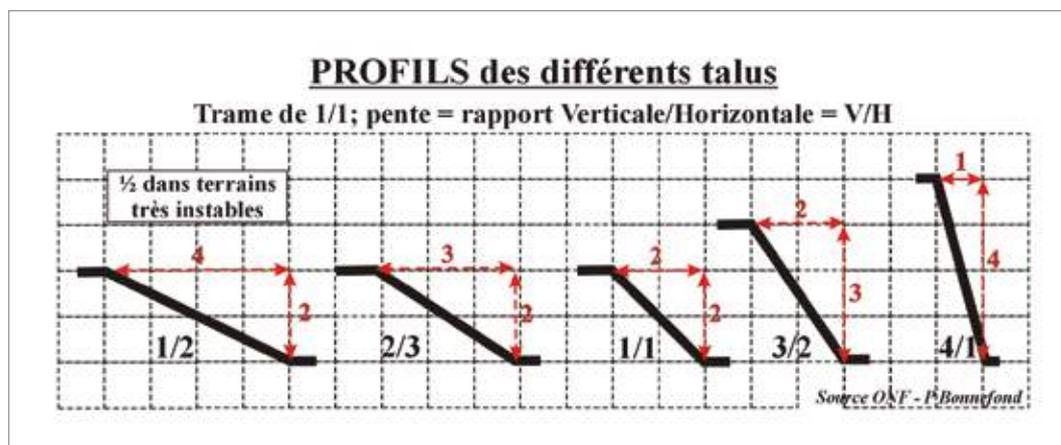
Le cas échéant, des techniques particulières peuvent permettre d'asseoir des remblais en forte pente :

- remblais techniques : couches de 20 cm à 30 cm compactées avec redans ;
- clef d'ancrage ;
- ouvrages de soutènement.

2.6.8_Talus

→ Talus amont : le choix d'un bon profil facilitera l'entretien de la route

Les croquis ci-dessous montrent les différents profils qu'il est possible de mettre en œuvre selon la pente en travers et la nature du terrain.



VOIR FICHE
TECHNIQUE Tm
Terrassement
de la plate-forme
page 74

VOIR FICHE
TECHNIQUE S
Ouvrages de
soutènement
page 100

Les talus de grande hauteur et/ou associés à un risque d'instabilité prévisible (problème d'eau, rocher pourri, matériaux très sensibles à l'érosion et difficilement colonisés naturellement tels que les arènes granitiques) pourront être :

- végétalisés;
- ou aménagés de risbermes;
- ou protégés par des ouvrages de soutènement.

Parfois retenue seulement pour des aspects d'intégration paysagère, **la végétalisation est trop fréquemment négligée pour la stabilisation véritable des talus alors qu'elle est très efficace.**

La végétalisation par des mélanges de graines d'espèces différentes est souhaitable en privilégiant des espèces à enracinement traçant.

VOIR FICHE
TECHNIQUE P
Étude paysagère
(encadré sur la
végétalisation)
page 61



Dominique Delorme, ONF

Engazonnement à l'hydroseeder pour la végétalisation d'un talus, Châteauroux-les-Alpes (05)

→ **La solidité de la plate-forme dépend de la stabilité du talus aval**

Selon la pente en travers et les matériaux en place, obtenir cette stabilité peut nécessiter des travaux particuliers : clefs d'ancrage, compactage, ouvrage de soutènement, drainage (avec barbacanes, par exemple).

La nécessité de stabiliser un talus aval peut conduire à faire réaliser des études particulières (géotechniques) lors de la phase de définition du cahier des charges techniques.

Dans le cas d'une plate-forme assise en partie en remblai et en situation de très forte pente en travers, on peut observer parfois une désolidarisation de la partie en remblai. Le départ des matériaux du talus aval peut avoir un impact à l'aval en provoquant, par exemple, des bris de réserve ou le colmatage de ruisseaux. La qualité de mise en remblai est importante.

Au-delà d'une certaine pente, l'utilisation de la pelle hydraulique permet de gros progrès en la matière.

En zone rocheuse, les blocs rocheux ne doivent pas être simplement posés dans la pente. En revanche, il est préconisé :

- de les stocker afin de les réutiliser en zone mouilleuse par exemple ;
- de les déposer soigneusement dans le remblai après ancrage préalable.

2.6.9 Des ouvrages de soutènement permettent la stabilité des talus amont et apportent un renforcement aux talus avals

Ces ouvrages peuvent être associés à des ouvrages de franchissement de cours d'eau ou talwegs.

Les techniques les plus utilisées sur les routes forestières sont :

- les enrochements secs ou maçonnés ;
- les murs en béton armé coulé sur place ;
- les soutènements préfabriqués en béton armé ;
- les caissons préfabriqués (gabions = grillage + pierres) ;
- les ouvrages en bois ;
- les géogrilles et géomembranes.

VOIR FICHE
TECHNIQUE 5
Ouvrages de
soutènement
page 100



Enrochement sec en forêt domaniale des Monts d'Orb (34)



Enrochement maçonné en forêt communale de Villard sur Doron (73), RF du Ruidoz



Ouvrage en bois double paroi en soutènement, dans les Alpes

2.6.10_ Les équipements connexes sont indispensables à une mobilisation des bois optimisée

a) Pistes de débardage en terrain naturel

b) Places de dépôt des bois

Le cas général est que les bois ne doivent pas être stockés sur des aménagements empierrés mais sur des places de dépôt en terrain naturel, situées à l'arrivée des pistes et contiguës à une route, équipée ou non d'une surlargeur empierrée, sur laquelle pourra stationner le grumier ou autre camion lors du chargement.

En cas de débardage par câble, il faut prévoir des places d'implantation des mâts et des places de stockage des bois en dehors des arrivées de pistes pérennes.

c) Places de chargement/retournement : aménager une place de retournement à l'extrémité de toute voie accessible aux ensembles routiers de transport de bois et des places de retournement intermédiaires dès que possible pour éviter aux véhicules d'aller systématiquement jusqu'au bout de la route.

d) Surlargeurs aménagées, empierrées destinées au stationnement des ensembles routiers pour le chargement des grumes, au stationnement des remorques de bois d'industrie ou encore pour les activités liées à la production de bois énergie : aménager une surlargeur d'une centaine de m² à toutes les arrivées de pistes de débardage pérennes et/ou à des endroits favorables (faible pente en travers, terre).

Les équipements connexes sont à implanter lorsque la pente en travers est inférieure ou égale à 25 %.

Le nombre d'équipements est à adapter aux besoins liés à la mobilisation des bois (volume et type de produits) et au contexte sociétal, environnemental. Dans les cas difficiles et lors du débardage par câble, certaines surlargeurs peuvent faire office de place des dépôts des bois et servir de zone de circulation d'un engin de reprise des bois à l'arrivée (pelle avec tête d'abattage).

.....

NB : le cas général est que seuls les ensembles routiers circulent sur les parties empierrées, les engins de débardage doivent préférentiellement rester sur les pistes en terrain naturel au risque d'entraîner des détériorations prématurées des équipements empierrés.

2.6.11_ Des actions et équipements pour gérer l'eau de ruissellement et d'infiltration permettent de maintenir les routes en bon état

a) Dévers et fossé bordier amont régulièrement entretenu

Dévers et fossé sont deux éléments *a priori* indépendants puisqu'ils ne sont pas destinés à la même fonction :

- le fossé assure la collecte des eaux du talus et draine en profondeur la chaussée ;
- le dévers permet d'évacuer les eaux tombées sur la plate-forme/chaussée ; il peut être amont (avec fossé bordier) et parfois aval.

Au-delà du choix du dévers (amont ou aval), l'efficacité de ce dernier dépend :

- de l'état des accotements : par exemple, s'ils sont enherbés, ils constituent des bourrelets qui s'opposent à l'évacuation de l'eau ; d'où l'intérêt d'un arasement régulier, cf. itinéraires techniques d'entretien courant, pages 176 ;
- de l'affaissement ou non de la bande de roulement, au niveau du passage des roues (ornière), qui crée de nouveaux écoulements longitudinaux sur la chaussée.

b) Pour faciliter l'évacuation des eaux de pluie et éviter le ravinement dans la pente en long, différents types de collecteurs sont à disposition :

- des collecteurs d'eau transversaux, modelés dans la plate-forme (terrassés en déblai) et efficaces (à privilégier) ;
- des collecteurs d'eau transversaux rigides qu'il faut déboucher régulièrement (bois, métal, béton de ciment, cunettes préfabriquées).

c) Pour faciliter l'évacuation des eaux internes du corps de chaussée

- des drains transversaux à cunette étanche de type routier peuvent être insérés dans le corps de chaussée pour évacuer l'eau vers des collecteurs (fossés).

VOIR FICHE
TECHNIQUE C
Équipements
connexes
page 114

VOIR FICHE
TECHNIQUE E1
Gestion des eaux
de ruissellement –
Assainissement
page 80



Collecteurs métalliques
en forêt communale de Passy (74)



Collecteurs d'eau en béton coulé sur place (01)



Collecteurs d'eau en bois (01)

2.6.12_ La présence de cours d'eau nécessite, pour leur franchissement, des ouvrages d'art correctement dimensionnés par rapport aux charges hydrauliques et adaptés au maintien d'une continuité écologique²

a) Aqueducs-tuyaux, dalots, arches classiques ou autoportées

VOIR FICHE
TECHNIQUE E2
Ouvrages de
franchissement des
cours d'eau
page 86



Dalot et enrochement sec en forêt domaniale des Monts d'Orb (34)



Arche métallique de type ARMCO en forêt domaniale Au Duc (89)



Aqueduc tuyau accompagné d'un enrochement sec en forêt domaniale de Malmontet (30)

b) Ponts

Les ponts peuvent être en bois (utilisation de bois locaux possible), en éléments béton préfabriqués ou mixtes.

c) Radiers submersibles simples ou composés (= avec un aqueduc-tuyau)

Les radiers submersibles sont une **solution adaptée en montagne**. Ils évitent que la route soit emportée lors de flux torrentiels. Efficaces et durables, ils peuvent être créés seuls ou associés à un aqueduc-tuyau et sont placés de façon à déverser les eaux dans les ravins naturels.

La longueur du radier doit être suffisante afin d'éviter l'affouillement sur les bords lors du passage de l'eau, laquelle pourrait soulever voire déplacer le radier.



Radier béton submersible, non équipé d'aqueduc, sur une route forestière dans les Alpes



Radier béton submersible sur aqueduc-tuyau en forêt domaniale de Malmontet (30)



Radier béton submersible en forêt domaniale de l'Homol (30)

² Continuité écologique : possibilité de circulation des espèces animales et bon déroulement du transport des sédiments

2.7_Des entretiens réguliers et simples sont efficaces pour maintenir les routes dans un bon état d'accessibilité et de circulation

2.7.1_Mise en lumière

Il faut **agir régulièrement sur la végétation haute de bordure** afin d'aérer la route et d'éviter la chute des gouttes d'eau depuis les houppiers surplombant la chaussée (formation des nids de poule).

Cette action de mise en lumière sera avantageusement effectuée lors des martelages dans les parcelles riveraines. Particulièrement, dans les secteurs à enjeux paysagers, il conviendra de s'appuyer sur des techniques de gestion adaptée des lisières prenant en compte ce besoin de lumière et le fonctionnement paysager de ces bordures.

2.7.2_Arasement régulier des accotements

C'est une action mécanisée simple, favorable à la bonne évacuation des eaux superficielles vers le fossé amont ou vers l'aval.



Travaux d'arasement des accotements en cours : l'eau de ruissellement pourra s'écouler vers les côtés

2.7.3_Entretien régulier du dévers de la plate-forme

Il convient d'entretenir régulièrement la plate-forme en reprofilant le dévers. Celui-ci doit toujours permettre l'évacuation des eaux dans le sens du dévers (amont vers le fossé, ou aval).

2.7.4_Entretien des ouvrages hydrauliques

Un entretien simple consiste à **maintenir dans un bon état de fonctionnement les ouvrages hydrauliques**. Des collecteurs d'eau, fossés ou aqueducs comblés ne remplissent plus leur rôle et peuvent entraîner une fragilisation de la structure de chaussée et des dégâts rapides et importants.

2.7.5_Entretien des cours d'eau

La présence d'embâcles et/ou d'arbres poussant très près, voire même dans le lit des ruisseaux, constitue un obstacle à la bonne circulation de l'eau, particulièrement lors d'épisodes torrentiels : création d'un barrage artificiel, montée des eaux, contournement, effet de « vague » en cas de rupture d'un amas d'embâcles en amont, etc.

VOIR FICHE
TECHNIQUE V
du guide plaine et
collines : Gestion de
la végétation

Page 87

VOIR ITTR
ENTRETIEN

VOIR FICHE
TECHNIQUE O
du guide plaine
et collines : Suivi
et entretien des
ouvrages d'art

Page 85

Il convient donc, le cas échéant, de marteler ou de réaliser en travaux l'enlèvement de ces arbres et des embâcles. Une programmation de ce type de travaux peut judicieusement se faire à l'échelle d'un aménagement mais aussi à l'échelle d'un grand massif (exemple, massif des Cévennes), permettant peut-être la mobilisation de subventions.



Cours d'eau envahi par les arbres en forêt domaniale de Malmontet (30)

Régime Touffait, ONF

2.8_ De bonnes pratiques de la part de l'ensemble des intervenants et usagers sont à promouvoir pour préserver les infrastructures

En forêt domaniale comme en forêt des collectivités, chaque gestionnaire se doit de faire respecter les prescriptions favorables au maintien en bon état des infrastructures.

2.8.1_ Règlement national des travaux et services forestiers (RNTSF)

Le RNTSF s'impose à tous les intervenants lors de chantiers routiers en forêt domaniale et dans les autres forêts bénéficiant du régime forestier lorsque le propriétaire le souhaite.

Il comprend l'ensemble des prescriptions relatives :

- à la **préservation de la fonction écologique de la forêt** ;
- à la **préservation du paysage et du patrimoine culturel** ;
- au **respect des autres utilisateurs de la forêt** ;
- au **respect de la législation du travail et à la sécurité des chantiers** ;
- à l'**organisation et au déroulement des chantiers** ;
- à la **responsabilité de l'intervenant et la réparation des dommages causés**.

VOIR AUSSI SUR
INTRAFORET

Le Règlement
National des
Travaux et Services
Forestiers (RNTSF)

Réf Intraforêt :
213 a0

2.8.2_Exploitation des bois (voir le règlement national d'exploitation forestière – RNEF)

Il est rappelé :

- l'obligation d'une rencontre préalable à l'intervention avec état des lieux et constat contradictoire ;
- la nécessaire mise en place par l'intervenant de dispositifs adaptés sous les pattes stabilisatrices des grumiers afin de préserver les routes forestières revêtues et éviter leur poinçonnement ;
- l'obligation pour l'intervenant de nettoyer les routes des matériaux déposés lors de la sortie des bois et qui sont susceptibles de gêner la circulation ;
- l'obligation pour l'intervenant de garder en état de fonctionnement les rigoles, saignées ou renvois d'eau, fossés ou tous ouvrages d'écoulement des eaux ;
- l'obligation pour l'intervenant de remettre en état les chaussées ou accotements dégradés ;
- l'interdiction d'abattage des bois sur les routes et dépôts. Les bois de bordures seront câblés si nécessaire ;
- l'obligation d'un état des lieux avec constat contradictoire de remise en état après intervention.

.....
NB : d'autres prescriptions s'imposent pour les routes en plaine



Dispositifs sous les pattes stabilisatrices du camion pour protéger la chaussée du poinçonnement

2.8.3_Chasse

Lors des agrainages en forêt domaniale, les chasseurs veilleront à ne pas répandre d'aliments sur les chaussées, dépôts, fossés et accotements (risque de dégradations des infrastructures de desserte par fouissage des sangliers). Les gestionnaires en Agence territoriale s'appuieront sur les contrats cynégétiques et sylvicoles pour faire appliquer cette disposition (article 37 CCG de la chasse en forêt domaniale adopté par le CA de l'ONF le 25 septembre 2014).

2.8.4_Cavaliers

Il doit être recommandé aux cavaliers de :

- **ne circuler que sur les accotements et non sur la chaussée ;**
- **de circuler au pas et en particulier lors du franchissement de pont ou platelage bois (risque de glisser)**

.....
NB : le passage régulier de nombreux chevaux peut générer des dégradations importantes sur une chaussée.

VOIR AUSSI SUR
INTRAFORET
le Règlement
national
d'exploitation
forestière (RNEF)
Réf Intraforêt : 21 225

3_RÉGLEMENTATIONS ENVIRONNEMENTALES À PRENDRE EN COMPTE

Le tableau en page suivante résume l'ensemble des réglementations dont il faut tenir compte lors de la création ou mise au gabarit d'une route forestière. Il précise, selon les enjeux rencontrés, les prescriptions et formalités administratives à respecter.

Ce tableau extrait de la partie II du **Guide juridique sur les accès à la forêt** (ONF/Département juridique, 9200-16 – GUI-JUR-012) est en vigueur en juin 2016 – l'évolution des réglementations mentionnées n'est pas exclue, c'est pourquoi il devra toujours être fait référence au guide juridique évoqué, tenu à ce jour.

Au moment de la mise sous presse de ce guide technique des travaux routiers (juillet 2016), des projets d'ordonnances réformant notamment la procédure de l'évaluation environnementale impliquant l'étude d'impact (EI), sont en discussion. Pour savoir si un projet de création d'une route forestière est soumis ou non à EI, il faut consulter le guide juridique mentionné ci-dessus.

.....
NB : ce guide juridique traite aussi des différents statuts juridiques des routes et des questions d'ouverture, fermeture, conditions de circulation.

R	Procédure applicable à la création et la réfection généralisée de routes forestières (voies mobilisant des techniques de stabilisation)
P	Procédure applicable à la création et la réfection généralisée de piste en terrain naturel
Æ	Procédure applicable aux affouillement et exhaussement <i>in situ</i> et <i>ex situ</i>

RÉGLEMENTATIONS APPLICABLES LORS DES CRÉATIONS OU DES RÉFECTIONS DE ROUTES EN FORÊT – TABLEAU DE SYNTHÈSE –

	ENJEUX Si le projet est concerné par...	Où trouver l'information sur l'existence de l'enjeu ?	Piste	Route	Affouillement exhaussement	Exigences
SERVITUDES	Servitudes de droit privé au bénéfice d'un autre fond	<ul style="list-style-type: none"> § Service de publicité foncière (ex Service des hypothèques) § Aménagements forestiers/sommier § Responsable service foncier 				Respecter la convention ou les droits reconnus au fond bénéficiaire.
	Plan de prévention des risques naturels (inondations, mouvements de terrain...)	<ul style="list-style-type: none"> § PLU ou POS § Aménagements/sommier § Responsable service foncier § Responsable de la politique environnementale de la DT 				Respecter les prescriptions imposées par chaque plan.
	Zone d'inondation et de mobilité des cours d'eau ou zone humide stratégique pour la gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> § DREAL § PLU ou POS § Aménagements/sommier § Responsable service foncier § Responsable de la politique environnementale de la DT 	P	R	AE	Respecter les prescriptions de chaque arrêté préfectoral.
	Périmètre de protection des captages d'eau pour l'alimentation en eau potable	<ul style="list-style-type: none"> § Site de l'ARS § PLU ou POS § Aménagements/sommier § Canopée : localisation des captages, couches PP captages immédiats, PP Captage rapprochés, PP Captages éloignés § Arrêtés de protection de captage § Responsable service foncier § Responsable de la politique environnementale de la DT 	P	R	AE	Respecter les prescriptions de chaque arrêté préfectoral en fonction des périmètres (immédiat, rapproché, éloigné) : voir arrêté de captage.
FORESTIER	Coupe d'emprise non réglée	<ul style="list-style-type: none"> § Aménagements/sommier 	P	R		
	Forêt de protection (L. 141-1 et suivants du Code forestier)	<ul style="list-style-type: none"> § PLU ou POS § Aménagements/sommier § Service urbanisme ou site internet des collectivités 	P	R	AE	Seuls sont possibles les équipements indispensables à la mise en valeur et à la protection de la forêt, sous réserve que ces ouvrages ne modifient pas fondamentalement la destination forestière des terrains (R141-14 CF) : route et piste pour la gestion forestière = OK

Formalités administratives	Articulation avec d'autres procédures	Étude d'impact (EI) ou autre évaluation à joindre au dossier de demande	Évaluation d'incidence Natura 2000 (EIN2) à joindre au dossier de demande
Voir prescriptions imposées par chaque plan			
Autorisation spéciale pour les coupes non prévues dans le document de gestion en forêts (L.213-5 et L.214-5 CF) et sur les dunes (L.143-2 CF)			EIN2 si la coupe de plantes aréneuses est localisée dans un site N2000
Déclaration à la DDT 2 mois à l'avance pour l'extraction de matériaux, la création d'infrastructure publique ou privée, exhaussement du sol ou dépôt (R141-14 CF).			

		Piste	Route	Affouillement exhaussement	Exigences	
ENJEUX Si le projet est concerné par...	Où trouver l'information sur l'existence de l'enjeu ?			AE		
URBANISME	Règles d'urbanisme, hors secteur sauvegardé et dans secteur sauvegardé/RN et site classé	§ Documents d'urbanisme PLU ou PLUI (éventuellement révisés après prise en compte d'un plan de sauvegarde ou de mise en valeur – PSMV) – ou carte communale § Service urbanisme ou site internet des collectivités (pour voir le PSMV)	P	R	AE	Respecter les prescriptions du Règlement du plan local d'urbanisme (PLU) ou du plan d'occupation des sols (POS) en fonction du zonage applicable ou de la carte communale. En l'absence de document d'urbanisme, appliquer le RNU
	Modification d'un élément classé en éléments du paysage (L.151-19 et L.151-23 CU)		P	R	AE	Respecter les prescriptions du PLU visant à la protection de ces éléments (L.151-19 et L.151-23 CU)
	Espace boisé classé (EBC) et sites protégés pour des raisons écologiques (L.151-23 CU)		P	R	Æ	Seuls les dessertes forestières et Æ <i>in situ</i> ne modifiant pas fondamentalement la destination forestière des terrains et en constituant les annexes indispensables sont possibles (pour l'exploitation des bois) (L.113-1 CU)
	Loi Montagne	§ Liste des communes classées en loi Montagne http://www.observatoire-des-territoires.gouv.fr		R	Æ	– Interdiction de réaliser une route nouvelle et des Æ dans les parties naturelles des rives des plans d'eau d'une superficie inférieure à 1 000 hectares sur une distance de 300 mètres à compter de la rive (L.145-5 CU) – respecter les prescriptions des éventuelles directives territoriales d'aménagement ou des décrets particuliers (L.145-7 CU)

Formalités administratives	Articulation avec d'autres procédures	Étude d'impact (EI) ou autre évaluation à joindre au dossier de demande	Évaluation d'incidence Natura 2000 (EIN2) à joindre au dossier de demande	
Hors secteur sauvegardé : Si profondeur > 2 m et superficie > 100 m ²	Déclaration préalable (Art. R.421-23 f) CU)	<p>Sous certaines conditions, la déclaration préalable ou le permis d'aménager au titre du code de l'urbanisme peuvent remplacer :</p> <ul style="list-style-type: none"> – La déclaration préalable relative à l'archéologie préventive – L'autorisation spéciale dans les réserves naturelles (L. 332-6 et L. 332-9 CE) – L'autorisation prévue pour les travaux dans le champ de visibilité d'un monument historique (L.621-31 du code du patrimoine). – La déclaration sur les monuments historiques inscrits – L'autorisation spéciale pour les travaux à l'intérieur d'un cœur de parc national (L. 331-6 CE) 	Si le projet est soumis à permis d'aménager ou déclaration :	
Hors secteur sauvegardé : Si profondeur > 2 m et superficie > 20 000 m ²	Permis d'aménager (Art. R. 421-19 k) CU)		<p>a. Soit le projet n'est pas soumis à EI : voir les pièces du dossier demandées pour la déclaration ou le permis d'aménager</p>	EIN2 Si type de projet mentionné dans la liste locale
Dans secteur sauvegardé, RN, et site classé : Si profondeur > 2 m ET superficie > 100 m ²	Permis d'aménager (Art. R.421-20 CU)			
Hors et dans secteur sauvegardé : piste	Pas de formalité			
Hors secteur sauvegardé : Si route exemptée au titre du R.421-3 CU	Pas de formalité			
Dans secteur sauvegardé : Si route exemptée au titre du R.421-3 CU	Déclaration préalable à la commune pour la création d'une voie ou les travaux modifiant une voie existante (R.421-10 CU)			
Si route exemptée au titre du R.421-3 CU (infrastructures routières)	Pas de formalité			
Si AE ou piste non exemptée au titre du R.421-3 CU	Déclaration préalable à la commune pour les travaux ayant pour effet de modifier ou de supprimer un élément classé (R.421-23 h)	<p>b. Soit le projet est soumis à EI (R.441-5 CU) : EI ⇒ EIN2 comprise dans l'EI</p>		

	ENJEUX Si le projet est concerné par...	Où trouver l'information sur l'existence de l'enjeu ?	Piste	Route	Affouillement exhaussement	Exigences
URBANISME	Loi littorale (notamment lacs d'une superficie > 1 000 ha)	§ Liste des communes classées en loi littorale http://www.observatoire-des-territoires.gouv.fr		R		<ul style="list-style-type: none"> – Les nouvelles routes de transit sont localisées à une distance minimale de 2000 m du rivage du littoral. – La création d'une nouvelle route même forestière est interdite sur les plages, cordons lagunaires, dunes ou en corniche. – La création d'une nouvelle route ne peut être établie sur le rivage, ni le longer (L.146-7 CU)
RÉSEAUX	Réseaux souterrains ou aériens de distribution	§ Site dict.fr, http://www.sogelink.fr/ § Voir la notice explicative pour la DT, et la DICT § Intraforêt pages 317c7 § Correspondants hygiène et sécurité de la DT	P	R	/Æ	
COURS D'EAU, ZONE HUMIDE	Enjeux liés à l'eau et espèces inféodées (impermeabilisation, rejet, construction dans lit mineur ou majeur, impact sur la luminosité, impact sur les berges, ou sur une zone humide...)	§ Canopée : couche IGN + cartographie des cours d'eau § Cartographie des zones humides (site CARMEN – rubrique eau et http://sig.reseau-zones-humides.org/) § Carte IGN et Carte de Cassini disponibles sur www.geoportail.gouv.fr § En l'absence d'information cartographique, solliciter l'avis de la DDT ou de l'ONEMA (+ visite de terrain si besoin) § Aménagement/sommier § Intraforêt pages 153e9 et 1def7 et pour les zones humides 18dbd et 1278a § Responsable de la politique environnementale de la DT	P	R	/Æ	<ul style="list-style-type: none"> – Respecter la réglementation (L211-1- gestion équilibrée et durable de la ressource en eau, L214-17 – cours d'eau classés) – Respecter les SDAGE et SAGE (les orientations en matière de rivières et de zones humides) – Respecter les interdictions générales du code de l'environnement prévues aux articles L.216- et suivants

Formalités administratives	Articulation avec d'autres procédures	Étude d'impact (EI) ou autre évaluation à joindre au dossier de demande	Évaluation d'incidence Natura 2000 (EIN2) à joindre au dossier de demande
Si route non dédiée RTM ou DFCI	Demande de dérogation pouvant être justifiée par les contraintes liées à la configuration des lieux (passage devant commission départementale compétente en matière de nature, de paysages et de sites)		
Si projet à proximité de réseaux souterrains ou aériens de distribution	Consulter le guichet unique pour avoir connaissance des ouvrages éventuels		
	Déclaration de projet de travaux (DT) à réaliser par le donneur d'ordre (R.554-20 CE)		
	Déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT) à réaliser par l'intervenant (R.554-24 CE)		

Suivant les seuils pour les IOTA (R.214-1 CE)

Autorisation ou Déclaration en préfecture du département pour les IOTA (R.214-1 CE)

Système de l'autorisation unique IOTA intégrant les décisions de l'État suivantes :

- l'autorisation spéciale de modification d'une réserve naturelle nationale
- l'autorisation spéciale de modification d'un site classé ou en instance de classement
- la dérogation à l'interdiction d'atteinte aux espèces et habitats protégés
- autorisation défrichement

a. Soit le projet n'est pas soumis à EI : Évaluation des incidences loi sur l'eau ⇒ **EIN2 dans tous les cas**, même si en dehors du site Natura 2000

b. Soit le projet est soumis à EI : EI ⇒ **EIN2 comprise dans l'EI**

	ENJEUX Si le projet est concerné par...	Où trouver l'information sur l'existence de l'enjeu ?	Piste	Route	Affouillement exhaussement	Exigences
PROTECTION DU PATRIMOINE NATUREL	Atteinte à une espèce animale et végétale protégées et pour certaines, à leurs habitats de reproduction et de repos		P	R	Æ	Respecter les arrêtés propres à chaque groupe fixant la liste des espèces protégées, et les interdictions permettant d'assurer leur protection (L.411-1 CE).
	Arrêtés de protection de biotopes (APB)	<ul style="list-style-type: none"> § Aménagement forestier/sommier § BDN (Base de données naturalistes) § CANOPÉE, contexte environnemental de Canopée/sylvoportail 	P	R	Æ	Respecter les prescriptions de l'arrêté (R.411-15 et suivants CE).
	Site Natura 2000	<ul style="list-style-type: none"> § Inventaire national du patrimoine naturel : https://inpn.mnhn.fr § Responsable de la politique environnementale de la DT § Personnels des réseaux naturalistes de l'ONF (avifaune, entomofaune, habitats-flore, herpétofaune, mammifères) § Partenaires locaux § En site Natura 2000 : animateur du site § En RNC : conservateur ou gestionnaire § DREAL 	P	R	Æ	
ESPACES PROTÉGÉS	Réserve naturelle nationale (RNN) ou régionale (RNR)	<ul style="list-style-type: none"> § Pour les espèces aussi : – Sommier de la forêt : fiches a-50-r-xx – Intraforêt DFRN : sujet 12882 (liens vers les textes réglementaires nationaux et régionaux) § Pour Natura 2000 aussi : Intraforêt 908f § Pour les réserves et parcs aussi : PLU ou POS 	P	R	Æ	Respecter les prescriptions instituées par l'arrêté de classement de la réserve, et éventuellement, l'arrêté préfectoral instituant un périmètre de protection autour de la réserve (L. 332-3 – I, L.332-16, L.332-17, R.332-47 CE)
	Cœur de Parc national (PN)		P	R	Æ	Respecter les prescriptions du décret de création du parc national et de la charte du parc national (L.331-4-1CE).

Formalités administratives	Articulation avec d'autres procédures	Étude d'impact (EI) ou autre évaluation à joindre au dossier de demande	Évaluation d'incidence Natura 2000 (EIN2) à joindre au dossier de demande
Si risque de non-conformité aux arrêtés	Demande de dérogation au préfet (L.411-2. CE) <i>Éviter – réduire – compenser</i>	Entre dans le dispositif de l'autorisation unique pour les IOTA.	<p>a. Soit le projet n'est pas soumis à EI : Analyse environnementale concernant les enjeux relatifs aux espèces protégées ⇒ EIN2 si type de projet mentionné dans la liste locale</p> <p>b. Soit le projet est soumis à EI : EI ⇒ EIN2 comprise dans l'EI</p>
Autorisation éventuellement prévue par l'arrêté			
Si aucune autre procédure administrative par ailleurs (autorisation, déclaration approbation) et si type de projet entrant dans la liste locale spécifique arrêtée par le Préfet parmi les activités figurant au référentiel national (R.414-27 CE) ou si le Préfet l'impose au cas par cas	Autorisation du Préfet propre à Natura 2000 (L.414-4 IV, R.414-28 CE)		<p>a. Soit le projet n'est pas soumis à EI : dans ce cas pas d'évaluation particulière ⇒ EIN2 dans tous les cas</p> <p>b. Soit le projet est soumis à EI : EI ⇒ EIN2 comprise dans l'EI</p>
Si travaux modifiant l'état ou l'aspect de la RNN ou de la RNR (L.332-9 CE)	Autorisation spéciale du Préfet en RNN ou du Conseil régional en RNR , dans les 15 mois à compter de la notification de l'intention de constituer une réserve naturelle et après son classement	Lorsque le projet est soumis à une autorisation d'urbanisme, celle-ci vaut, sous certaines conditions, autorisation spéciale	<p>a. Soit le projet n'est pas soumis à EI : dans ce cas pas d'évaluation particulière ⇒ EIN2 dans tous les cas, même si en dehors d'un site Natura 2000</p> <p>b. Soit le projet est soumis à EI : EI ⇒ EIN2 comprise dans l'étude d'impact</p>
Si le décret de création du PN le prévoit (art. 7 et 17 des décrets de création et L.331-4 I et R.331-19 CE) à compter de la décision de la prise en considération de la création du PN	Autorisation spéciale par le directeur du PN Autorisation spéciale de l'autorité administrative	Lorsque le projet est soumis à une autorisation d'urbanisme, celle-ci vaut, sous certaines conditions, autorisation spéciale.	<p>a. Soit le projet n'est pas soumis à EI : dans ce cas pas d'évaluation particulière ⇒ EIN2 dans tous les cas, même si en dehors d'un site Natura 2000</p> <p>b. Soit le projet est soumis à EI : EI ⇒ EIN2 comprise dans l'étude d'impact</p>

	ENJEUX Si le projet est concerné par...	Où trouver l'information sur l'existence de l'enjeu ?	Piste	Route	Affouillement exhaussement	Exigences
PATRIMOINE, SITE, MONUMENT ET ARCHÉOLOGIE	Site classé	<ul style="list-style-type: none"> § Canopée : couche « Sites classés, sites inscrits » § PLU ou POS § Aménagement/sommier § Intraforêt DFRN page 12932 § Responsable de la politique environnementale de la DT § Site classé : inspecteur des sites DREAL § Architecte des bâtiments de France (ABF) du Service territorial de l'architecture et du patrimoine 	P	R	Æ	
	Site inscrit	<ul style="list-style-type: none"> § Cartographie sur l'atlas des patrimoines du ministère de la Culture (périmètre de protection d'un monument historique, zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager, lien vers la base Mérimée...) § PLU ou POS § Aménagement/sommier § Intraforêt DFRN page 15f3f § Responsable de la politique environnementale de la DT § ABF du Service territorial de l'architecture et du patrimoine 	P	R	Æ	
	Monument historique classé ou inscrit (sur ou aux alentours)	<ul style="list-style-type: none"> § Zones de présomption de prescription archéologiques sur l'atlas des patrimoines du ministère de la Culture § Aménagement/sommier § Responsable de la politique environnementale de la DT § DRAC 	P	R	Æ	
	Zone à sensibilité archéologique	<ul style="list-style-type: none"> § Affouillement et exhaussement <i>ex situ</i>, surface impactée > 1000 m² ou quantité de matériaux extraite > 2000 T 	P	R	Æ	
ICPE	Affouillement et exhaussement <i>ex situ</i> , surface impactée > 1000 m ² ou quantité de matériaux extraite > 2000 T			Æ <i>ex situ</i>		

Formalités administratives	Articulation avec d'autres procédures	Étude d'impact (EI) ou autre évaluation à joindre au dossier de demande	Évaluation d'incidence Natura 2000 (EIN2) à joindre au dossier de demande
Si travaux ayant pour effet de changer l'état ou l'aspect du site et si route exemptée au titre du R.421-3 CU (infrastructures routières)	Autorisation du Préfet (R.341-10 2 ° CE)	Le permis ou la décision prise sur la déclaration préalable est subordonné au respect des formalités propres aux sites classés (L.425-17 CU) Si les travaux sont soumis à autorisation spéciale du directeur du parc national dans un cœur de parc (voir ci-dessus), l'autorisation est délivrée par le Directeur du Parc	EIN2 dans tous les cas , même si en dehors d'un site Natura 2000.
Si autres travaux ayant pour effet de changer l'état ou l'aspect du site (pistes)	Autorisation du ministre (R.341-12 CE)		
Si travaux ayant pour effet de changer l'état ou l'aspect du site (L.341-1 CE)	Déclaration de travaux en Préfecture 4 mois avant le lancement du chantier	Le permis ou la décision prise sur la déclaration préalable est subordonné au respect des formalités propres aux sites classés (L.425-17 CU)	EIN2 si type de projet mentionné dans la liste locale
Si travaux de nature à affecter la consistance ou l'aspect de la partie classée	Autorisation du service territorial de l'architecture et du patrimoine (STAP)		EIN2 si type de projet mentionné dans la liste locale
Si travaux modifiant l'aspect d'un monument inscrit (L.621-27, R.621-60 CU)	Déclaration à déposer au STAP 4 mois à l'avance	Lorsque le projet est soumis à une autorisation d'urbanisme, celle-ci vaut, sous certaines conditions, déclaration	EIN2 si type de projet mentionné dans la liste locale
Si travaux dans le champ de visibilité d'un monument historique et de nature à affecter l'aspect du site (R.621-96 code du patrimoine)	Autorisation du Préfet de département (R.621-96 code du patrimoine).	Lorsque le projet est soumis à une autorisation d'urbanisme, celle-ci vaut, sous certaines conditions, autorisation spéciale	EIN2 si type de projet mentionné dans la liste locale
Si travaux compris dans la liste de l'article R.523-5 CU (arrachage de souche, affouillement, nivellement...)	Déclaration préalable à la DRAC	Lorsque le projet est soumis à une autorisation d'urbanisme, celle-ci vaut, sous certaines conditions, déclaration préalable	EIN2 si type de projet mentionné dans la liste locale
Autorisation Installation classée pour l'environnement (ICPE)	Remplace la déclaration ou le permis d'aménager au titre du code de l'urbanisme	El systématique avec un complément ICPE	EIN2 comprise dans l'EI



Route forestière en forêt communale de Villard-sur-Doron (73) - Régine Touffait, ONF



2^e PARTIE

FICHES TECHNIQUES

Descriptives des méthodes
et techniques routières applicables
dans les forêts de montagne

1 RÉFÉRENCE AUX FICHES DU GUIDE TECHNIQUE DES TRAVAUX ROUTIERS PLAINES ET COLLINES (ONF 2014)

Pour les techniques listées ci-dessous, se reporter au guide technique des travaux routiers forestiers en plaines et collines

Thèmes/Techniques		Fiches techniques du guide plaines et collines	Pages
TERRASSEMENT	Terrassement	T	31
COUCHE DE BASE	Empierrement seul	B1 (B1-4)	35
	Empierrement sur géotextile	B2	38
	Empierrement sur géogrille	B3	40
	Traitement de sol aux liants hydrauliques	B4	43
	Retraitement de chaussée en place	B5	48
	Chaussée en béton de ciment NB : le ciment utilisé en montagne doit être résistant au sel et aux eaux sulfatées, se reporter à la fiche technique S pour les qualités requises à mentionner dans les CCTP	B6	52
COUCHE DE ROULEMENT	Broyage de matériaux en place ou apportés	R1	56
	Empierrement (apport de matériaux de carrières)	R2	57
	ESU (enduit superficiel d'usure = mono ou bicouche)	R3	59
	ECF (enrobe coulé à froid)	R4	62
	Béton bitumineux (enrobé)	R5	65
	Point à temps	R6	68
	Scarification et/ou rechargement en entretien de route empierrée	R7	72
	Transformation d'une route revêtue en route empierrée par rechargement en granulats	R8	73
GESTION DE LA VÉGÉTATION	Gestion de la végétation	V	87
OUVRAGES D'ART	Suivi et entretien des ouvrages d'art	O	85

2_FICHES TECHNIQUES SPÉCIFIQUES AUX CONTEXTES DE MONTAGNE

	Thèmes/Techniques	Fiches techniques du présent guide	Pages
OPPORTUNITÉ/MODES D'EXPLOITATION	Élaboration de scénarios de mobilisation des bois en montagne	M	44
ÉTUDES	Études géotechniques	G	49
	L'étude paysagère pour la création (ou la réhabilitation) d'une route en montagne	P	55
IMPLANTATION	Implantation d'une route forestière en montagne Méthode traditionnelle Méthode expéditive Implantation d'un lacet	I	64
TERRASSEMENT	Terrassement en montagne	Tm	74
GESTION DE L'EAU	Gestion des eaux de ruissellement – assainissement de la plate-forme	E1	80
	Ouvrages de franchissement des cours d'eau ou talwegs	E2	86
SOUTÈNEMENT	Ouvrages de soutènement	S	100
ÉQUIPEMENTS	Équipements connexes aux routes forestières Pistes de débardage Places de dépôt de bois Surlargeurs Places de retournement	C	114
RISQUES	Gestion préventive des risques pendant un chantier routier en montagne	Ri	122

ÉLABORATION DE SCÉNARIOS DE MOBILISATION DES BOIS EN MONTAGNE

→ OBJECTIFS

Définir une desserte structurante optimisée permettant le débardage des bois, par tracteur ou câble, puis leur évacuation hors forêt, en tenant compte des impératifs techniques et commerciaux.

→ CHAMPS D'APPLICATION

Terrains en montagne ou en forte pente (<110 %), offrant des bois récoltables.

→ MÉTHODE OU TECHNIQUES OU ÉQUIPEMENTS

Il s'agit d'effectuer un diagnostic sur un canton forestier (versant) en croisant les enjeux et les modalités possibles d'exploitation par unité de vidange des bois : exploitation classique avec tracteur de débardage ou technique du câble. Ce diagnostic permet ensuite de proposer des méthodes de débardage des bois de même que des réalisations d'infrastructures routières adaptées au contexte géomorphologique, commercial et environnemental de la forêt.

On entend par canton forestier une unité géographique, délimitée par des ruptures géomorphologiques (crêtes, talwegs, gorges, falaises, voies de desserte structurantes et préexistantes) influençant suffisamment la structuration de la desserte et l'exploitation des peuplements. Le canton forestier ne tient donc normalement pas compte des limites administratives (limites de communes...) ou foncières (forêt publique/forêt privée...)

Zone à étudier

Répartition en unités de vidange homogènes

Choix du mode de débardage : tracteur ou câble



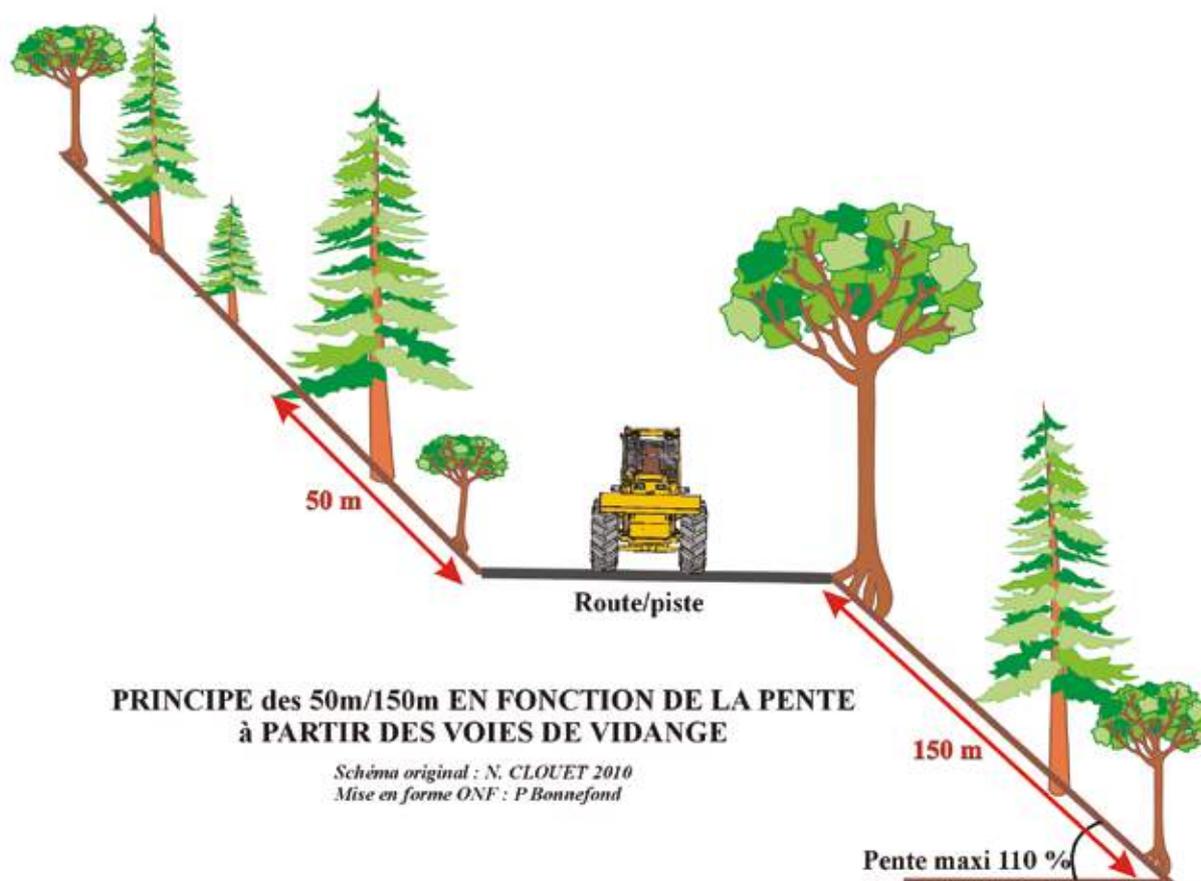
Débardage sur une piste

Didier Pischreda, ONF

EN MONTAGNE, QU'EST-CE QU'UNE COUPE COMMERCIALISABLE ?

DANS LE CONTEXTE FORESTIER ACTUEL, ON ADMET DE FAÇON GÉNÉRALE QU'UNE COUPE DOIT RÉPONDRE AUX STANDARDS SUIVANTS POUR POUVOIR ÊTRE NORMALEMENT COMMERCIALISABLE :

- être située dans une pente générale < 110 % (pente limite pour le bûcheronnage);
- offrir un prélèvement $\geq 60 \text{ m}^3/\text{ha}$ (peut être légèrement réduit en présence de bois de grande qualité, A ou B);
- être débarrassable dans des conditions normales au tracteur débusqueur, c'est-à-dire :
 - en zone de forte pente (pente en travers >30 %) lorsque le tracteur ne peut pas rentrer dans les parcelles, elle ne doit comprendre aucun bois :
 - situé à plus de 50 m à l'amont d'une voie de vidange,
 - situé à plus de 150 m à l'aval,
 - présenter une distance de traînage des bois après débusquage < 1500 m;
- ou être débarrassable par câble, c'est-à-dire qu'elle nécessite :
 - un réseau de desserte minimum permettant l'accès de la machine et l'accès des grumiers,
 - un profil de terrain de préférence concave,
 - des places de dépôt des bois suffisantes et adaptées,
 - un prélèvement potentiel $\geq 80 \text{ m}^3/\text{ha}$ (à adapter toutefois selon la qualité et la dispersion des points de prélèvement).

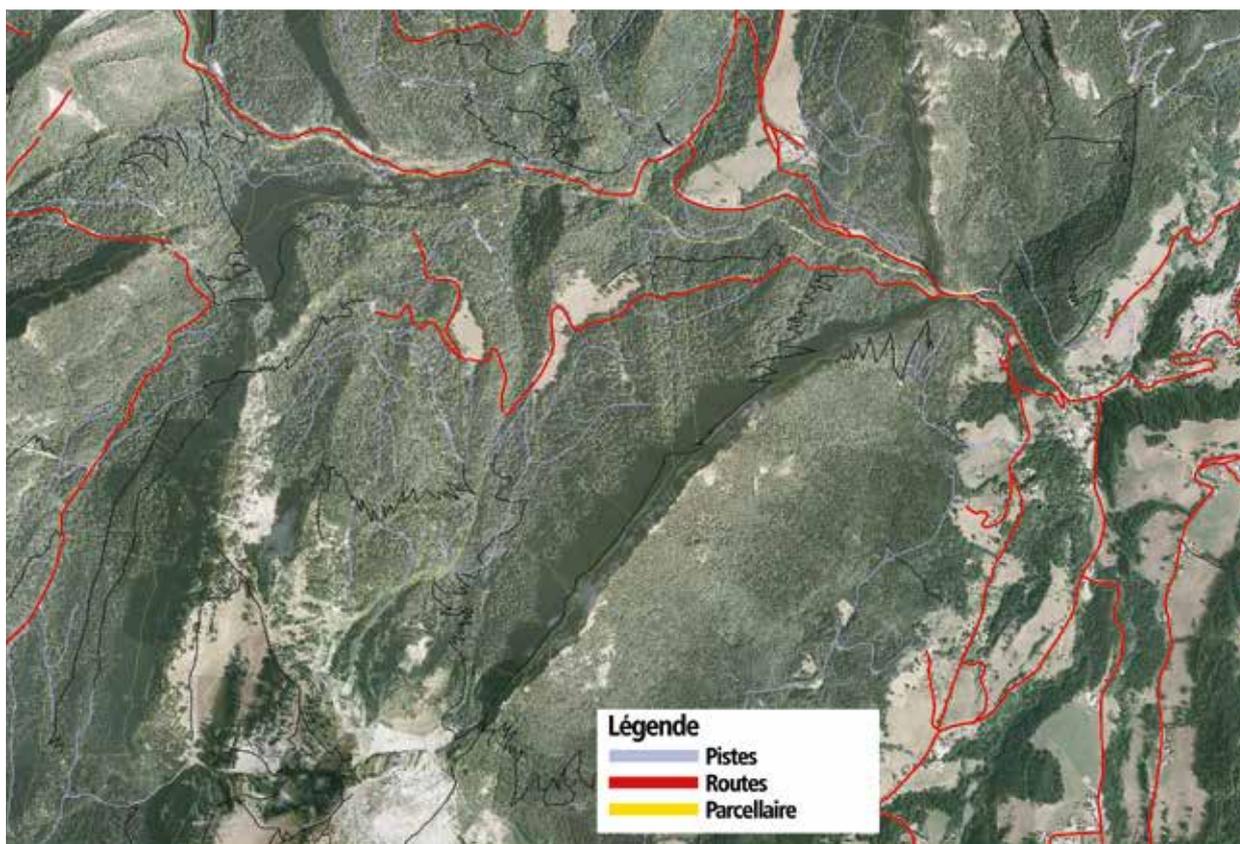


1_Cartographie exhaustive de la desserte existante

L'importance du positionnement des coupes par rapport au réseau de desserte nécessite **au préalable d'établir la cartographie exhaustive des routes, pistes et traînes** sur SIG (fond IGN 1/10 000) avec un bon niveau de précision, en distinguant surtout les voies par leur fonctionnalité :

- routes = accès grumiers (ou autres ensembles routiers de transport de bois) ;
- pistes et traînes = accès tracteur ;
- places de dépôt.

Si des données LiDAR sont disponibles sur la zone d'étude, le MNT précis (au pas < 1 m) transformé en classes de pentes pourra être une aide utile à la fois en termes d'exhaustivité et de localisation précise.



2_Caractérisation et cartographie de l'accessibilité des bois par rapport au tracteur : utilisation du modèle CARTUVI

CARTUVI = carte des unités de vidange

Cartuvi est un modèle SIG pour la cartographie des zones débardables par tracteur. Il nécessite de disposer d'une base de données desserte à jour.

Depuis le réseau de desserte, des **calculs de pente et de longueur sont réalisés pour cartographier les zones accessibles aux tracteurs forestiers en amont et en aval depuis le réseau.**

Ces zones sont ensuite classées en fonction de la distance de traînage jusqu'à la route la plus proche.

L'application distingue 6 classes d'accessibilité au tracteur :

1 – traînage < 500 m	4 – 1500 < traînage < 2000 m
2 – 500 < traînage < 1000 m	5 – 2000 < traînage < 2500 m
3 – 1000 < traînage < 1500 m	6 – traînage > 2500 m ou forêt non accessible au tracteur

Comme précisé précédemment, on considère qu'un traînage > 1 500 m rend la coupe non commercialisable : les zones classées 4, 5 et 6 sont donc à considérer comme non desservies.

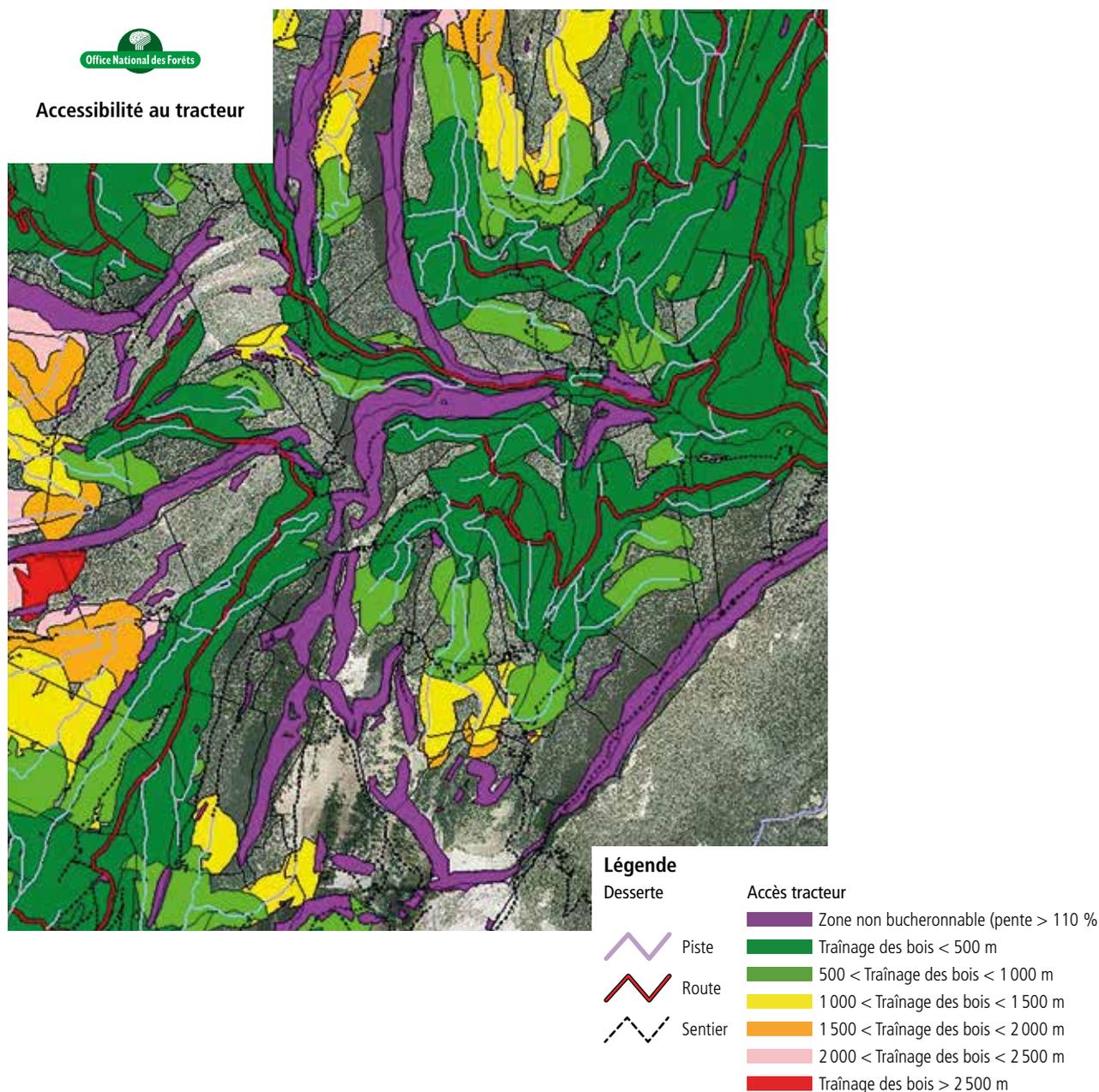
Si la pente est supérieure à 110 % la zone est jugée non exploitable (car non bûcheronnable).

Particularités locales : certaines conditions de terrain très spécifiques peuvent imposer des limites supplémentaires aux règles d'accessibilité au tracteur mentionnées précédemment :

- secteurs à lapiaz (roche affleurante, creusée, érodée), dans lesquels le treuillage des bois est irréalisable à plus de 50 m de la voie d'accès du tracteur ;
- zones de faibles pentes très argileuses (en général, roche mère marneuse, colluvionnements d'argiles de décalcification, plaquages limoneux...) où la faible portance du sol interdit pratiquement la pénétration des tracteurs ;
- zones concernées par de forts enjeux de protection, incompatibles avec le traînage des grumes au sol.

Ces contraintes doivent être intégrées dans la cartographie des zones non accessibles, à partir des résultats de CARTUVI.

.....
Extrait d'une carte obtenue avec CARTUVI



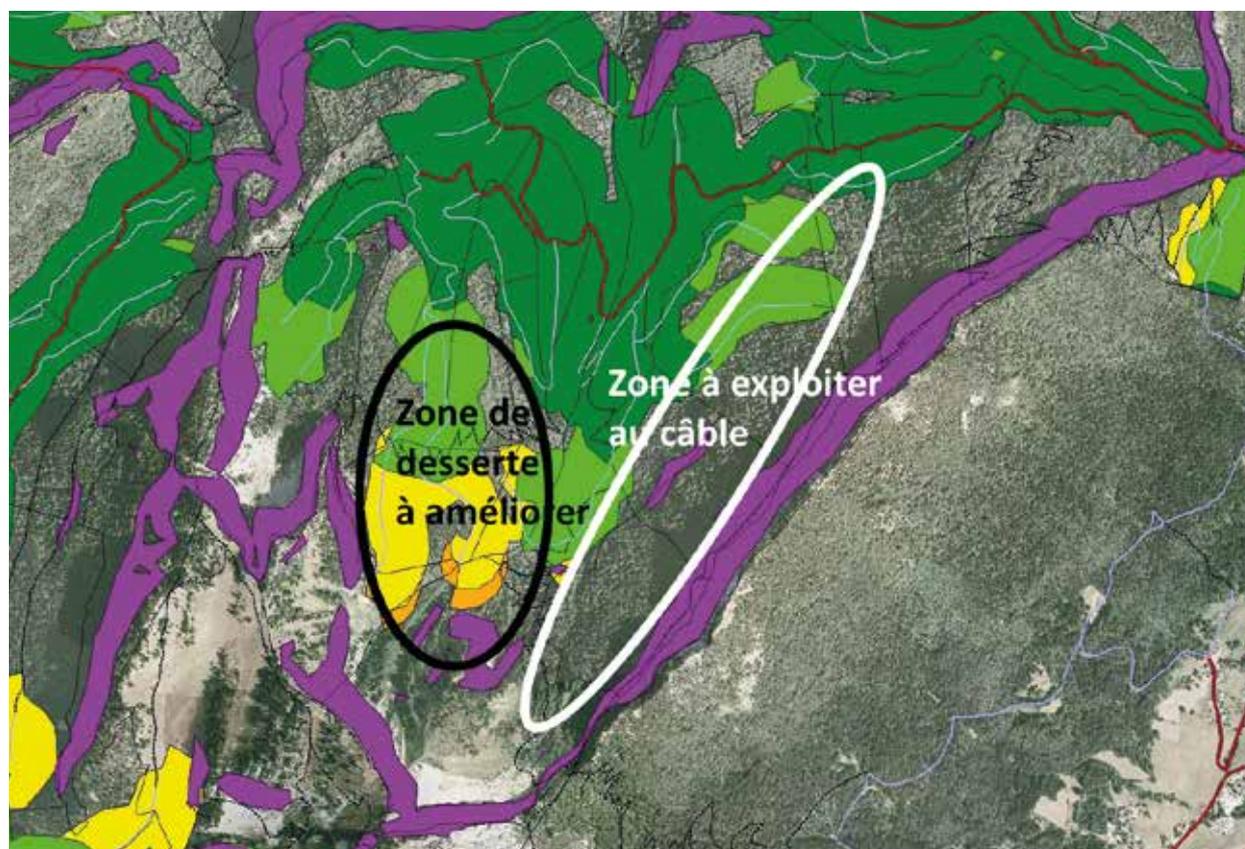
3_ Identification des secteurs où les enjeux de récolte justifient une étude d'amélioration de la desserte

La cartographie précédemment présentée permet d'identifier les zones non desservies au tracteur dans des conditions normales (cf. précédemment), et une fois croisée avec les estimations de capital sur pied, de révéler **les secteurs à fort enjeu de récolte de bois non correctement mobilisables**, justifiant d'une **approche schéma de desserte**.

L'investigation conduite lors de l'élaboration d'un schéma de desserte recherche des solutions de mobilisation de la ressource en s'appuyant sur deux moyens pouvant nécessiter une restructuration ou un développement de la desserte : débardage par tracteur ou par câble, lequel permet d'aller bien au-delà de la zone de prospection des tracteurs-débusqueurs.

Cette démarche s'appuie sur la connaissance :

- des modes de débardage et notamment du câble (une étude de faisabilité peut-être nécessaire en lien avec les spécialistes câble disposant d'outils et de compétences dans le tracé des lignes) – cf. ANNEXE 1 ;
- des possibilités offertes par les techniques de génie civil ;
- des optimisations possibles en matière de tracés de desserte et de lignes de câble ;
- des volumes de bois exploitables ;
- des enjeux autres que ceux liés à la production (recherche de compatibilité).



4_ Prise en compte des enjeux autres que la récolte, importants en montagne

- **enjeux pastoraux** : desserte de pâturages laitiers (passage quotidien du camion laitier, etc.) ;
- **desserte rurale** : anciennes terres agricoles, chalets, etc. ;
- **enjeux RTM** : zones où les travaux seront facilités par un accès (coupes, génie civil) ;
- **enjeux touristiques** : chemins pour skieurs, réseau de ski de fond, VTT, etc. Ces enjeux nécessitent de suivre des sujétions techniques bien précises, notamment sur les pentes en long, pour que l'ouvrage contribue à la fonctionnalité attendue ;
- **enjeux environnementaux et paysagers** ;
- **préservation de la ressource en eau potable** : limiter la pénétration de machine au sein d'un périmètre de captage grâce à un réseau structurant permettant l'exploitation par câble.

ÉTUDES GÉOTECHNIQUES



SELON LES RÉGIONS, CES
ÉTUDES PEUVENT ÊTRE
SUBVENTIONNÉES

G

→ OBJECTIFS

Connaître le contexte géologique du projet et de son environnement.

Définir les solutions techniques et le dimensionnement des différents ouvrages nécessaires : soutènement, protection contre les chutes de blocs, etc.

Prévenir les risques d'incident en phase chantier (sécurisation de l'exécution des travaux) et pendant la durée de vie du projet et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût et la qualité des ouvrages que comporte le projet.

→ CHAMPS D'APPLICATION

Une étude géotechnique est plutôt **réservée à des points particuliers, à des zones d'instabilité présumées ou repérées**, notamment dans les contextes suivants : argile, marne, moraine, éboulis, zone humide, pente supérieure à 45 %, zone rocheuse (pendage).

Elle est recommandée sur les secteurs à haut risque géotechnique (par exemple, communes dotées d'un plan de prévention des risques naturels).

Au même titre que les autres ingénieries, **l'ingénierie géotechnique est une composante de l'ensemble des étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet.**

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une **mission géotechnique préliminaire**, servent à identifier les risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences probables et de leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet, les contraintes géotechniques du site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'enchaînement et la définition synthétique des missions-types d'ingénierie géotechnique sont explicités plus loin dans la fiche.

→ MÉTHODE OU TECHNIQUES OU ÉQUIPEMENTS

NB : les 3 points ci-dessous sont une aide à la sollicitation de devis d'une ou plusieurs prestations géotechniques et à la compréhension des résultats d'études.

1_Descriptions des différentes missions-types d'ingénierie géotechnique

Pour plus d'informations, voir la norme NF P 94-500 de novembre 2013 : classification des missions géotechniques types

MISSION G1 – ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE

Mission G1 ES – Étude de Site

Réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'une étude d'esquisse (PRÉ PROJET), elle permet de définir le modèle géologique préalable du site ainsi que les recommandations en vue d'y implanter un ouvrage non-encore défini et de faire la première identification des risques géologiques d'un site à travers une enquête documentaire.

Mission G1 PGC – Principes généraux de construction

Réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'une étude d'esquisse (PRÉ PROJET), elle permet de définir les principes généraux de construction envisageables pour le projet. Elle s'appuie sur la définition, la réalisation et/ou le suivi d'un programme d'investigations géotechniques.

MISSION G2 – ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION***Mission G2 AVP – En phase AVANT PROJET***

Réalisée au stade de l'avant-projet, elle étudie les principes constructifs et d'adaptation du projet au terrain et fournit l'ébauche dimensionnelle d'un profil type pour chaque ouvrage géotechnique. Elle s'appuie sur la définition, la réalisation et/ou le suivi d'un programme d'investigations géotechniques. Elle permet une première approche des quantités.

Mission G2 PRO – En phase PROJET

Réalisée au stade projet, elle fournit une synthèse actualisée du site, les méthodes d'exécution pour les ouvrages géotechniques et les valeurs seuils associées, ainsi que les notes de calcul de dimensionnement optimisé pour tous les ouvrages géotechniques et pour toutes les phases de construction. Elle permet une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages. Si besoin, des investigations complémentaires sont réalisées.

Mission G2 DCE/ACT – En phase DCE/ACT

Elle consiste en l'établissement des documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques et en l'assistance du client pour la sélection des entreprises et pour l'analyse technique des offres.

MISSION G3 – ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION

Normalement à la charge de l'entreprise titulaire du marché, elle permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation.

En phase Étude (en interaction avec la phase suivi)

Elle consiste à étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : hypothèses, définition et dimensionnement, méthodes et conditions d'exécution. Si nécessaire, des investigations complémentaires peuvent être réalisées.

En phase Suivi (en interaction avec la phase étude)

Elle consiste à suivre l'exécution des ouvrages géotechniques, à vérifier les données et à participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

MISSION G4 – SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION

Normalement à la charge du maître d'ouvrage ou de son représentant, elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution.

En phase de supervision de l'étude d'exécution

Elle consiste en des avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entreprise, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées.

En phase de supervision du suivi d'exécution

Elle consiste en des avis, à l'issue d'interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique.

MISSION G5 – DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE

À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant, cette mission consiste dans le cadre d'une mission ponctuelle à étudier un ou plusieurs éléments géotechniques dans le cadre d'un diagnostic.

Cette mission peut inclure après enquête documentaire, la définition d'un programme d'investigations spécifique et sa réalisation.

2_Coûts indicatifs des différentes missions géotechniques

Type de missions		Coût indicatif
ÉTUDES PRÉLIMINAIRES	G1 ES	1 000 à 2 000 € HT/km
	G1 PGC	
AVANT PROJET	G2 AVP	
PROJET	G2 PRO	500 à 1 500 € HT/km
	G2 DCE/ACT	
EXÉCUTION	G3	2 000 à 4 000 € HT/ouvrage ou point délicat
	G4	2 000 à 4 000 € HT/ouvrage ou point délicat
CAS PARTICULIERS	G5	Au cas par cas

3_Données attendues d'une étude géotechnique pour les cas de déblais-remblais et ouvrages de soutènement

À partir des caractéristiques géotechniques estimées ou obtenues sur la base d'essais en laboratoire ou *in situ*, **les études géotechniques donnent, en fonction de la typologie de travaux** (mouvement de terre ou soutènement), **les éléments nécessaires à prendre en compte pour la stabilité de l'ouvrage dans le temps.**

Les caractéristiques géotechniques sont :

- la résistance et la déformabilité des différentes formations rencontrées sous l'assise
- les coefficients de frottement latéral pour les parois et les ancrages éventuels ;
- la masse volumique et la déformabilité des formations soutenues ;
- les conditions de circulation des eaux souterraines ;
- les paramètres spécifiques de comportement des sols (gonflement, retrait, liquéfaction, agressivité...).

L'étude précise selon les besoins (chaque cas est différent) :

- le mode d'extraction des terres et leurs conditions de réemploi en remblai ;
- la pente des talus de déblais et de remblais ;
- le drainage à mettre en œuvre ;
- l'épaisseur de la couche de forme et la classe de la plate-forme ;
- les tassements induits par les remblaiements ;
- les techniques d'amélioration des sols pour limiter l'amplitude des tassements ;
- les conditions de réalisation des travaux.

CAS DES OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT (voir fiche technique S « Soutènement »)

Bien que les compétences nécessaires ne soient pas forcément liées, certains bureaux d'études « géotechniques » peuvent parfois effectuer le dimensionnement interne de la structure.

Dans le cas contraire, il convient de se rapprocher d'un bureau d'étude « structure ».

Ce dimensionnement interne de la structure doit être de telle sorte :

- qu'il ne bascule pas ;
- qu'il ne glisse pas sur sa base ;
- qu'il ne poinçonne pas le sol ;
- qu'il ne soit pas emporté par un grand glissement ;
- que les ancrages éventuels (tirants et clous) résistent à la rupture ;
- que les déformations, tassements et déplacements soient compatibles avec ses fonctions ;
- que les conditions de réalisation des travaux soient compatibles avec le contexte du site.

POUR ALLER PLUS LOIN

LES PRINCIPALES TECHNIQUES ET OUTILS UTILISÉS PAR LES BUREAUX D'ÉTUDES LORS DES PROSPECTIONS GÉOTECHNIQUES.

Afin de déduire les paramètres géotechniques nécessaires à l'étude du projet, les bureaux d'étude se basent sur des essais permettant d'appréhender :

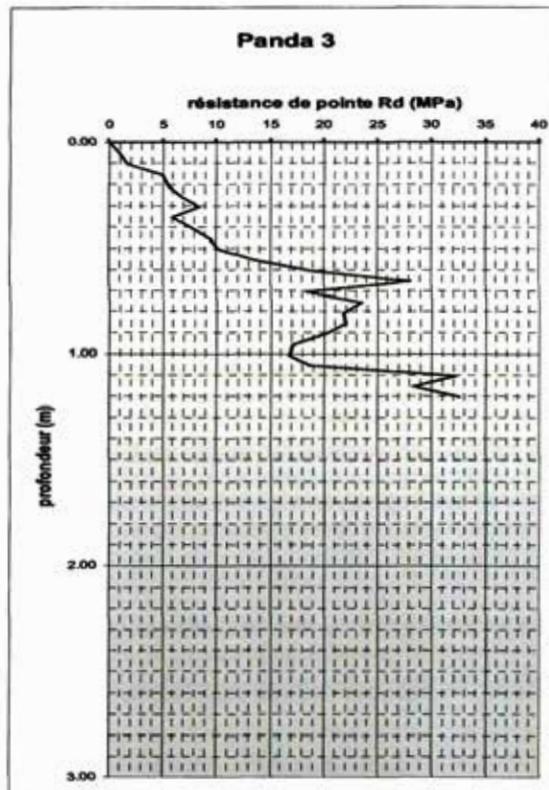
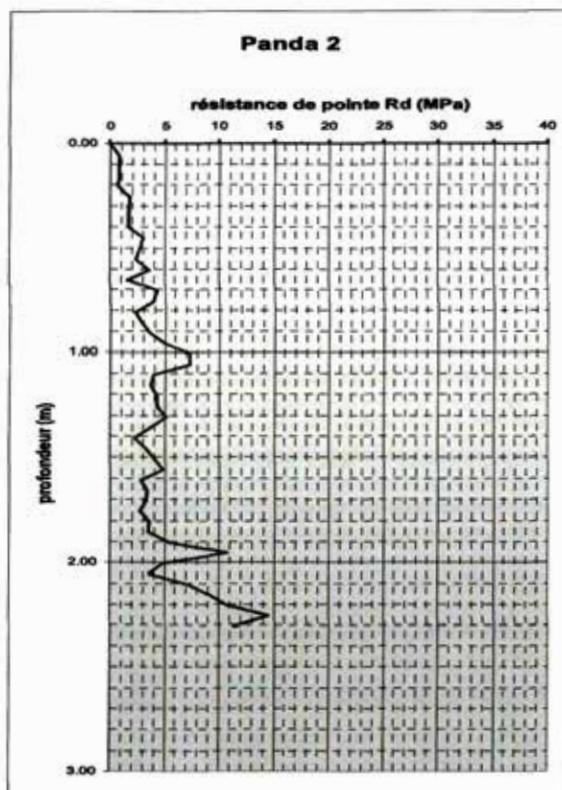
- la structure qualitative des couches géologiques ;
- la nature et l'épaisseur des roches constituant le terrain ;
- l'état mécanique des couches géologiques (altérations, fissurations, fracturations).

Sondages au pénétromètre dynamique

Une sonde de mesure en acier est enfoncée dans le sol au moyen d'une masse que l'on laisse tomber de manière répétée à partir d'une certaine hauteur. Le nombre de coups nécessaires pour une pénétration définie est alors enregistré. On obtient le diagramme de battage en résultat final. Le nombre de coups requis pour une pénétration définie (N) est en l'occurrence représenté dans un diagramme en barres comme dépendant de la profondeur z. Pour simplifier la comparaison entre les différents sondages au pénétromètre dynamique, on peut en plus calculer et enregistrer la résistance dynamique de pointe R_d .

Sondages pénétrométriques au Panda

(Sources : IMRSN – Étude géotechnique – Estive de Campbieil)



POUR ALLER PLUS LOIN

Panneau électrique type Schlumberger

Cette méthode est basée sur la détermination des propriétés électriques du sous-sol au moyen de mesures effectuées en surface.

De ces propriétés électriques, on peut **déduire la constitution des terrains en profondeur**.

Le courant est injecté au moyen de deux électrodes AB couplées à un ampèremètre, et la tension est mesurée entre les électrodes MN couplées à un voltmètre. Plus on augmente la distance AB, plus le courant se propage en profondeur.

La résistivité des roches est un paramètre très variable : de 1 à quelques dizaines d'Ohmmètres pour des argiles ou des marnes, à un ou plusieurs milliers d'Ohmmètres pour des graviers secs ou un rocher compact.

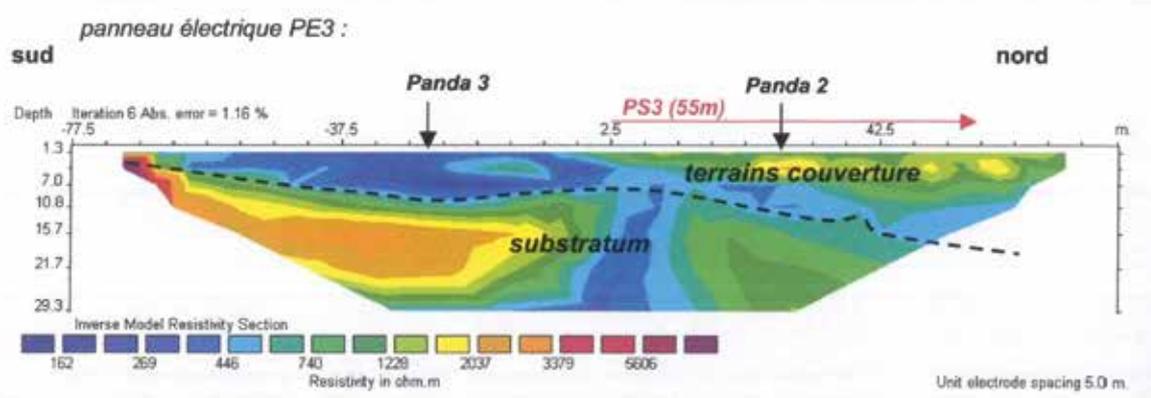
L'eau plus ou moins minéralisée, contenue dans les fractures ou les pores de la roche, facilite le passage du courant. Elle fait ainsi chuter les résistivités des terrains encaissants.

Les résultats exprimés en résistivités apparentes sont tracés sur une pseudo-section, puis interprétés avec un logiciel spécifique qui permet d'individualiser l'influence successive de chaque couche géologique sur la propagation du courant et d'en déduire la résistivité et l'épaisseur de chaque terrain en présence.

Panneau électrique PE3

(Sources : IMRSN – Étude géotechnique – Estive de Campbieil)

Source : IMRSN_étude géotechnique_estive de Campbieil

**Profil de sismique réfraction**

La sismique réfraction est une méthode de reconnaissance géophysique du sous-sol fondée sur l'étude de la propagation des ondes sismiques élastiques. L'objectif de l'essai est de **caractériser la nature et la structure des différentes couches du sous-sol** dont on détermine ainsi **l'état mécanique** (altération, fissuration, fracturation), les épaisseurs et les vitesses sismiques des ondes de compression, elles-mêmes reliées aux propriétés mécaniques du matériau. Les vitesses des ondes de compression varient approximativement de 300 m/s à 6 000 m/s quand on passe d'un sol à une roche cristalline saine.

Plus une roche est raide et compacte, plus sa vitesse sismique est élevée. La sismique réfraction permet aussi de localiser les accidents tectoniques (faille). La profondeur maximale opérationnelle de reconnaissance est d'environ cent mètres mais on ne dépasse pas en pratique une trentaine de mètres.

L'essai consiste à mettre en place à la surface du sol, un profil rectiligne de capteurs sismiques, appelé dispositif sismique, reliés par un câble de mesure à un enregistreur sismique. La source sismique est actionnée en différents points le long du dispositif et on enregistre le temps de propagation entre la source et chaque capteur.

On utilise des dispositifs de 12, 24 ou 48 capteurs espacés de 5, 10 ou 20 mètres pour des profondeurs de reconnaissance variant de 15 m à 100 m.

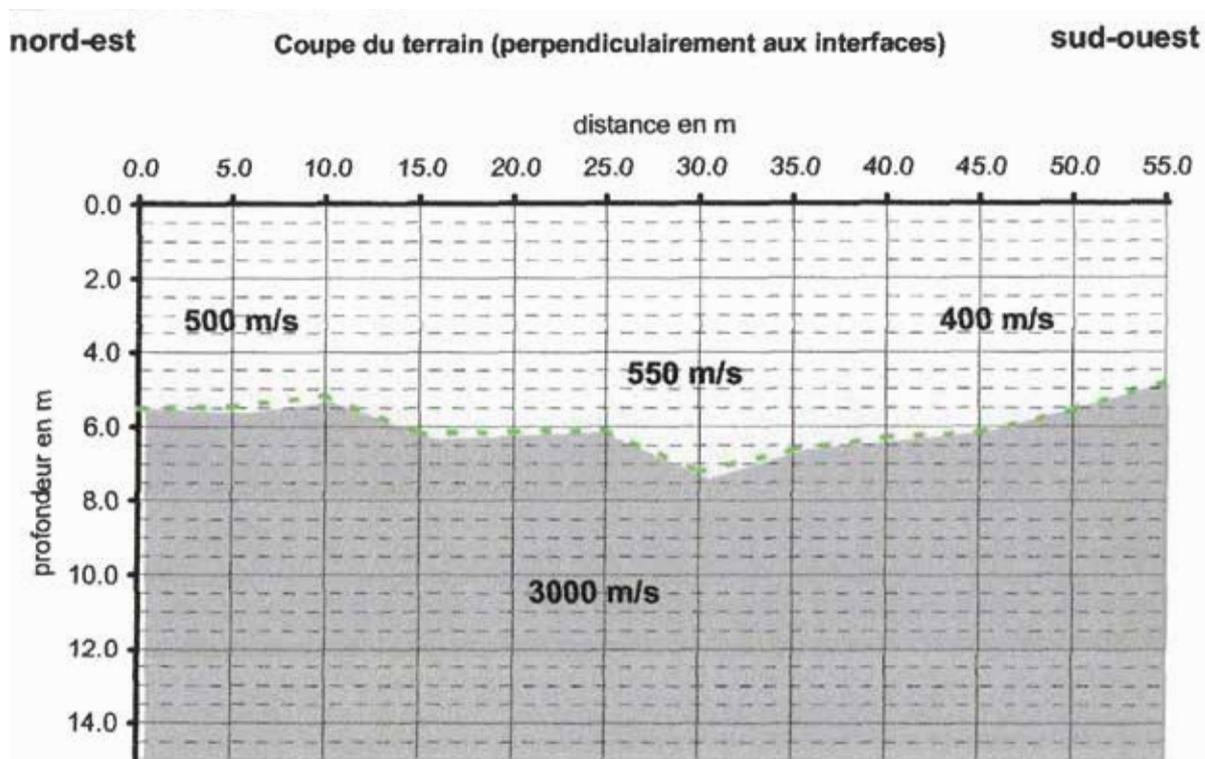
POUR ALLER PLUS LOIN

La source est généralement un dispositif de chute de poids mais on peut aussi utiliser de petites charges explosives mises à feu au fond de petits forages, ce qui est très efficace mais très contraignant réglementairement.

Les temps de propagation sont reportés sur un graphique hodochrone (courbes représentant les temps d'arrivée des différentes ondes sismiques à une station en fonction de la distance épacentrale). L'interprétation permet de cartographier les couches du sous-sol et d'établir la coupe sismique (exemple ci-dessous, les vitesses sont exprimées en m/s).

.....
 Profil sismique réfraction PS2

(Sources : IMRSN – Étude géotechnique – Estive de Campbieil)



→ POINTS DE CONTRÔLE ET/OU DE VIGILANCE

LIMITES D'INTERPRÉTATION

L'interprétation des données nécessite l'analyse de l'expert géotechnicien. Les préconisations résultant des études doivent être prises en compte par le chef de projet

CONTACTER LE SERVICE RTM RÉFÉRENT

L'ÉTUDE PAYSAGÈRE POUR LA CRÉATION (OU LA RÉHABILITATION) D'UNE ROUTE FORESTIÈRE EN MONTAGNE

La qualité d'un paysage est considérée comme un réel atout pour le développement économique d'un territoire, qu'il s'agisse d'espaces soumis à la pression urbaine ou touristique, ou de certains espaces ruraux souhaitant accueillir de nouvelles populations. En montagne, la création d'une route forestière passe rarement inaperçue dans le paysage : le relief marqué augmente naturellement la perception des lieux.



Christèle Gernigon, ONF

Forêt domaniale de Boscodon

→ OBJECTIFS

RÉALISER UN PROJET TECHNIQUE GARANTISSANT LA QUALITÉ PAYSAGÈRE DES LIEUX

L'étude paysagère a pour objectif d'intégrer au mieux la route dans le paysage. Elle prend en compte la perception de la route :

- depuis l'extérieur du massif, en proposant un tracé et un dimensionnement géométrique de l'emprise, adaptés au contexte local ;
- depuis l'intérieur du massif, en précisant le traitement des détails (revêtement, talus, lisière, etc.).

Le format de l'étude paysagère est à **adapter aux enjeux locaux**, aux exigences du maître d'ouvrage et des prescripteurs. Une étude très simple pourra être suffisante sur un site sans enjeu majeur.

À VOIR AUSSI

Les deux fiches techniques
« Paysage » sur Intraforêt

+2 e075 :

- Intervenir en site inscrit et classé – Fiche technique Paysage n° 9 (2013)
- Intervenir sur un monument historique inscrit et classé – Fiche technique Paysage n° 10 (2014)

Le guide juridique

« Les accès à la forêt »

9200-16 - GUI-JUR-012

**CONCEVOIR UN PROJET COMPRIS PAR LES PARTIES PRENANTES
ET VALIDÉ PAR LES AUTORITÉS ADMINISTRATIVES COMPÉTENTES**

Une démarche de **concertation et de dialogue** avec les parties prenantes (collectivités territoriales, associations locales, services de l'État) peut se révéler nécessaire pour mener à bien un projet de desserte forestière.

Certains statuts de protection comme le site classé (art.L341-1 et suivants du code de l'environnement) ou les abords des monuments historiques (art.L621-1 et suivants du code du patrimoine), **demandent de présenter formellement** le projet et ses composantes paysagères pour **obtenir une autorisation administrative** (préfectorale ou ministérielle) permettant de réaliser les travaux.

Considérée comme une composante à part entière du projet de création ou de requalification d'une route forestière, l'étude paysagère offre, si besoin, **un support utile à la concertation et à la médiation entre les parties prenantes.**

→ **CHAMP D'APPLICATION**

L'étude paysagère doit être réalisée dès le stade de l'**AVANT-PROJET**. Un travail paysager complémentaire sera mené en accompagnement de la préparation et de l'exécution du chantier.

→ **MÉTHODE ET TECHNIQUES****MISSIONS DU PAYSAGISTE**

Sa mission consiste à formuler un parti pris paysager pour intégrer le projet de desserte dans le paysage environnant. **Il proposera des prescriptions pour une mise en cohérence du projet avec les grandes lignes du paysage et ses éléments caractéristiques ou remarquables.** Il prendra en considération les différentes échelles et modes de perception des lieux : de loin comme de près, depuis les espaces publics ou privés accessibles, en des points fixes (village ou station de ski, par exemple), ou selon différents modes de déplacement (voiture, cycle, ski, piétons, etc.).

L'approche paysagère menée à l'ONF est une approche globale, qui intègre les composantes naturelles des lieux (relief, géologie, faune et flore), les fonctionnalités des lieux (usages et pratiques diverses), l'économie du projet (moyens techniques et financiers).

Les propositions du paysagiste concernent à la fois :

l'adaptation du tracé en fonction d'enjeux forts existants ;

le traitement des emprises dans un objectif d'atténuation (choix des matériaux de revêtement et de la couleur, traitement des lisières végétales, etc.).

DÉROULÉ DE LA « MISSION PAYSAGE », DANS LA CONDUITE DU PROJET**Étude d'avant-projet (AVP)**

- 1 – Analyser le contexte paysager général et les enjeux sociaux du projet
- 2 – Identifier et décrire les composantes des paysages forestiers concernés par le projet
- 3 – Rechercher le tracé de moindre impact paysager, compatible avec les contraintes techniques et financières du projet

Étude de projet (PRO)

- 4 – Proposer les prescriptions techniques et paysagères respectant l'esprit des lieux

Autorisation administrative (AAD)

- 5 – En site classé, fournir l'étude paysagère détaillée du projet
- 6 – Participer à la mise en œuvre des mesures paysagères sur le terrain

Maîtrise d'œuvre (MOE)

7 – Accompagner la concertation à chaque étape du dossier

1 Analyser le contexte paysager général et les enjeux sociaux du projet

À l'échelle de l'unité visuelle¹, la sensibilité du paysage² est à déterminer selon la distance de perception, la position de l'observateur et sa vitesse, la qualité des paysages, le statut de protection, la présence d'un site ou d'un élément paysager remarquable, l'attractivité et la quantité de regards.

Il s'agit de graduer la sensibilité paysagère à l'échelle du territoire concerné (carte 1/25 000 ou 1/50 000), en trois niveaux (tableau).

Le schéma de fonctionnement du site aux diverses saisons (hiver/été) permet d'appréhender les usages préexistants et importants, notamment l'accueil du public, les activités touristiques ou pastorales, en plus de l'exploitation forestière.

Sensibilité paysagère	Motif
Faible	Secteur géographique visible depuis quelques points peu fréquentés, sans enjeu patrimonial notable (patrimoine naturel, paysager ou culturel).
Moyenne	Secteur géographique situé à proximité d'un élément patrimonial remarquable (espace naturel, paysager ou culturel). Secteur géographique visible, en partie, depuis un axe routier ou un lieu très fréquenté.
Forte	Secteur géographique directement exposé aux regards de nombreux habitants ou usagers. Secteur géographique intégrant un espace patrimonial remarquable (espace naturel, paysager ou culturel protégé).

Les niveaux de sensibilité du paysage

2 Identifier et décrire les composantes des paysages forestiers concernés par le projet

L'état des lieux paysager préalable est basé sur une lecture croisant :

- une analyse des composantes physiques du territoire : pente et formes du relief, couverture végétale plus ou moins continue ou homogène,affleurement rocheux, etc ;
- les composantes sensibles du paysage : attractivité du territoire et éléments paysagers remarquables, représentation et valeur culturelle de certains sites, perception des lieux par le public et les riverains, etc.

En complément d'un parcours de terrain, plusieurs sources de données et documents disponibles concernant le site peuvent être mobilisés : aménagement forestier, archives historiques, photographies, représentations artistiques, cartes anciennes, etc.

Cette analyse doit veiller à restituer la globalité du paysage et les grandes caractéristiques paysagères par unité type, qui permettront ensuite de différencier certains contextes et de formuler des prescriptions paysagères spécifiques.

3 Rechercher le tracé de moindre impact paysager et une localisation des équipements connexes évitant les conflits d'usages

PRINCIPES

- Identifier les passages obligés et les points à éviter, en termes techniques et paysagers.
- Établir des priorités en fonction de la sensibilité des paysages concernés, de la visibilité de la route projetée, du type de paysage travaillé.

¹ Portion de territoire visible depuis un point ou un ensemble de points donnés. Exemple : un versant de vallée, petit amphithéâtre autour d'un lac, etc.

² Définis l'aptitude d'un paysage à accepter un changement. Elle peut aussi être approchée au travers des usagers des lieux et leur capacité à accepter un changement plus ou moins rapide. En forêt, cette notion est utilisée pour caractériser un paysage quant à sa qualité (paysage remarquable ou particulier) et la pression visuelle qui s'exerce sur lui (visibilité et fréquentation).

CRITÈRES

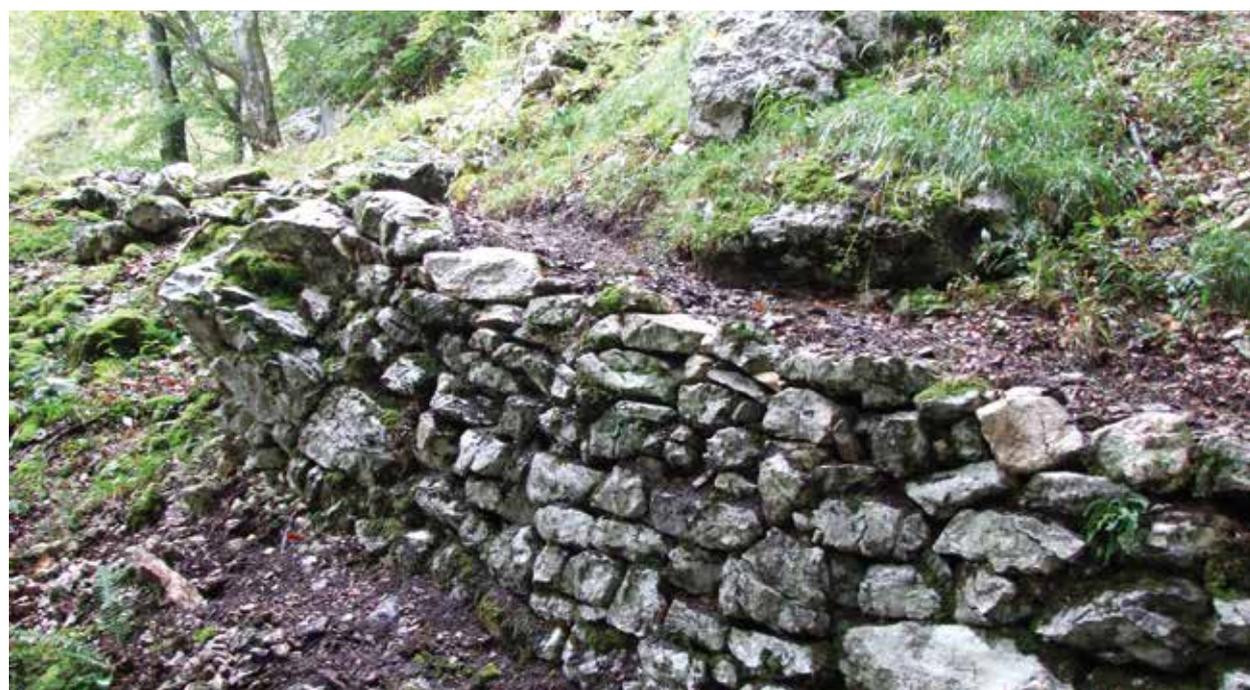
- Rechercher les zones les moins vues par le public, habitants et autres usagers.
- Éviter les tracés situés à proximité des points de visions principales.
- Gérer les possibles conflits d'usages : placer les équipements connexes à la route forestière de façon à les séparer des zones d'accueil du public.



Christèle Gernigon, ONF

Conflit d'usages sur un col en forêt domaniale de Grande Chartreuse : un stationnement aménagé pour le public et une place de dépôt de bois ont été juxtaposées à l'entrée de la route. L'emplacement d'une place de dépôt des bois aménagée aurait dû être recherché le long de la route forestière fermée à la circulation.

- Éviter ou atténuer le passage à proximité de vestiges ou patrimoine vernaculaire et à proximité des itinéraires à valeur patrimoniale utilisés par les promeneurs (risque de perception accrue de la desserte et ses talus de raccordement, notamment en période estivale).



Cécile Dardignac, ONF

Sentier historique, avec soutènement en pierres sèches en forêt domaniale de Grande Chartreuse

4_Proposer les prescriptions techniques et paysagères respectant l'esprit des lieux

QUELQUES EXEMPLES

Dimensionnement et caractéristiques géométriques de la route

- Chaussée étroite (plate-forme de 5 m).
- Stabilisation des talus à forte pente : utilisation de gabions, murs de soutènement et enrochements soignés, combinaison de bois et de pierre.

Le choix du type d'ouvrage de finition (pierres sèches, joints apparents ou non, etc.) sera effectué en **référence aux techniques et matériaux locaux observés dans les paysages et dans l'architecture locale.**

- Rechercher un profil naturel et souple des talus, en écrêtant le sommet.



Route forestière en FC de Châteauroux les Alpes (05)



Construction d'un ouvrage en bois dans les Alpes, s'intégrant bien dans le paysage



Profil souple ouvert à la pelle

Gestion des déblais-remblais

Gérer de façon optimale le stockage temporaire de la terre végétale : elle pourra être réemployée sur un secteur à revégétaliser, par exemple pour la cicatrisation d'un espace à aménager pour l'accueil du public.

Choix de la couleur des matériaux de revêtement

En général, éviter les matériaux très clairs, choisir une couleur peu contrastée avec le milieu (gris-beige, ocre, etc.), d'aspect similaire aux matériaux naturels rencontrés sur site.

Voir la possibilité de mettre en œuvre des bétons colorés sur certains tronçons sensibles.



Coloration ocre de Ténéré pour meilleure intégration paysagère en forêt domaniale de Malmontet dans le Parc national des Cévennes (30)

VOIR FICHE TECHNIQUE S
Ouvrages de soutènement
page 100

Soin apporté aux ouvrages de franchissement des cours d'eau

- Préférer un enrochement sec en sortie d'ouvrage hydraulique comme montré sur la photo ci-après et en cohérence avec les architectures locales (pierre sèche...) cf. aussi l'ITTR n° 92-CREA-F6 p. 151 où un enrochement maçonné au niveau des têtes de l'arche a été masqué par un enrochement sec pour augmenter la qualité paysagère de l'ouvrage.
- Radier en béton : rechercher une cohérence de couleur sur le site.



Régine Touffait, ONF

Muret en pierres sèches accompagnant un dalot en forêt domaniale des Monts d'Orb (34)

Traitement végétal des abords et des lisières arborées proches de la route forestière

- Végétaliser les talus et les abords de la route, par semis de graines.
- Apporter un soin particulier au talus aval : ouverture de points de vue ponctuels (en pente forte ou en présence de milieux plus ouverts).
- Respecter les arbres au voisinage du chantier.



Dominique Delorme, ONF



Alpes-Azur Environnement

Végétalisation par épandage de graines à l'hydroseeder à Châteauroux les Alpes (05)

ZOOM

LA VÉGÉTALISATION

Travaux préparatoires

Dans certains cas, il est nécessaire de réaliser des travaux préparatoires avant la végétalisation proprement dite. Le fascinage, par exemple, consiste à établir un obstacle physique vertical et toujours filtrant, destiné à retenir les éléments fins du talus dénudé. Ces fascines peuvent être constituées de matériaux très divers et sont en général d'une hauteur comprise entre 30 cm et 60 cm. Le fascinage est à envisager là où les risques d'érosion superficielle sont élevés, notamment les talus marneux, les talus en forte pente préalablement recouverts de terre à fixer, les talus réparés après glissement, les éboulis, les remblais soumis à un fort ruissellement.

Il peut être intéressant de récupérer lors du terrassement d'un ouvrage neuf, de la terre végétale, si c'est économiquement possible. Celle-ci sera alors apportée sur des talus de remblais particulièrement stériles ou pierreux et difficiles à végétaliser en l'état.

Matériel végétal

Le choix des espèces doit tenir compte de leurs exigences écologiques (sol, climat) et des caractéristiques morphologiques des plantes (racines profondes ou superficielles, recouvrement du sol, hauteur du système foliaire). Il faut aussi tenir compte, dans la composition du mélange, de la compétition interspécifique.

À titre d'exemple, dans les Alpes du Sud, entre 1 200 et 1 500 m d'altitude (ou entre 800 et 1 200 m en exposition septentrionale), on peut utiliser le mélange suivant :

Ray-grass anglais 5 %	Dactyle aggloméré 15 %	Fléole des prés 5 %	Sainfoin 5 %
Fétuque ovine 10 %	Fétuque élevée 10 %	Trèfle blanc 5 %	Pimprenelle 10 %
Fétuque rouge traçante 15 %	Agrostide de Castille 5 %	Trèfle des prés 5 %	Achillée millefeuille 5 %
Lotier corniculé 5 %			
On peut aussi ajouter à cette liste d'espèces : <i>Bonjeania hirsuta</i> (<i>Dorycnium hirsutum</i>), <i>Caragana arborescens</i> , <i>Coriaria</i> , <i>Coronilla emerus</i> , <i>Coronilla glauca</i> , <i>Coronilla minima</i> , <i>Ononis fruticosa</i>			

Quel que soit le mélange adopté, les dosages généralement utilisés vont de 180 à 250 kg de graines par ha. Pour les remblais, on peut retenir le dosage le plus faible, car le substrat est plus meuble et le relais par la végétation spontanée plus précoce. En complément des semis, dans certains cas (remblais, lacets...), il est possible d'utiliser des ligneux (Robinier, Cèdre, Aulnes – *alnus cordata*, *alnus incana*, *alnus subcordata*...). En terrain médiocre avec quasi absence de terre végétale, il peut être judicieux de planter des ligneux fixateurs d'azote (nodulés à partir de bactéries fixatrices et mycorhizés). Ils sont utilisés par les services RTM des Hautes-Alpes, en végétalisation contre l'érosion et donnent de très bons résultats.

Techniques de mise en œuvre et produits d'accompagnement

La technique la plus simple est le semis manuel (semis à la volée). Il est bien adapté aux talus meubles de remblais ou aux talus ayant reçu un apport de terre végétale et aux petites surfaces. Il peut également s'imposer en cas de difficultés d'accès pour les engins d'ensemencement hydraulique.

La technique actuellement la plus utilisée est celle du « semis hydraulique ». L'avantage de cette technique est qu'elle permet de projeter sur le talus, non seulement le mélange choisi de graines, mais aussi simultanément, des produits d'accompagnement qui constituent une condition importante, voire essentielle, de la réussite de la végétalisation (engrais organo-minéraux et produits fixateurs).

L'engin utilisé est un hydroseeder se composant d'un camion porteur, d'une cuve, d'un malaxeur, d'une pompe et de l'équipement de projection (lance ou canon). Pour les routes forestières, il s'agit en général d'engins relativement petits, avec une cuve d'une capacité de 2 000 à 5 000 litres.

ZOOM (suite et fin)



Exemple de mélange de graines utilisé en 2015 dans les Hautes-Alpes

5_En site classé, fournir l'étude paysagère détaillée du projet

La demande d'autorisation de travaux doit comporter un dossier technique détaillé et souligner les mesures et précautions paysagères visant à préserver les qualités du site et l'esprit des lieux. Elle comprend :

- un plan de situation au 1/25 000 sur fond IGN, faisant apparaître l'emplacement des travaux projetés, les limites du site classé, et l'occupation des parcelles environnantes ;
- un plan des infrastructures existantes ;
- un plan du projet de route, avec ses aménagements connexes à une échelle adaptée (1/5000 ou 1/10 000, par exemple) ;
- un résumé non technique axé sur l'exposé circonstancié de la prise en compte des enjeux paysagers et naturalistes (la CDNPS³ est également compétente pour Natura 2000). Il comportera en complément :
 - une description des éléments paysagers caractéristiques fondant l'esprit des lieux,
 - une description étayée des mesures paysagères proposées pour atténuer l'impact du projet sur les paysages.
- une carte des paysages forestiers, localisant les points de vue sur la zone travaillée, les sites et éléments remarquables à prendre en considération sur le tracé de l'infrastructure projetée ou ses abords. Si la route concerne une forêt dotée d'un aménagement forestier, la « carte des paysages remarquables et de la sensibilité paysagère » pourra utilement être jointe au dossier ;
- les profils en travers de divers tronçons représentatifs ;
- tout élément permettant d'évaluer l'état et l'aspect des lieux avant et après les travaux (plans, dessins, photographies, simulations graphiques ou numériques...), en vue rapprochée ou en vue éloignée depuis les principaux points de vue identifiés ;
- des documents techniques et autres références sur les clauses et actions paysagères proposées/retenues.

³ CDNPS : Commission départementale de la nature, des sites et des paysages

6_Participer à la mise en œuvre du projet sur le terrain

L'intervention du paysagiste dans l'équipe projet peut se poursuivre jusqu'au stade de la rédaction du cahier des charges des travaux, du piquetage et de la surveillance du chantier sur des ouvrages ou lieux spécifiques.

7_Accompagner la concertation à chaque étape du dossier

LA CONCERTATION EST UN ÉLÉMENT TRÈS IMPORTANT DANS LA CONDUITE DU PROJET POUR INTÉGRER LES ENJEUX SOCIAUX ET PAYSAGERS DANS LE PROCESSUS DE DÉCISION

- Consulter, en amont, les collectivités locales sur le niveau de concertation souhaitable ou possible localement.
- Identifier les types de rendus favorables à la concertation souhaitée (supports illustrant les différents scénarios proposés, aux diverses échelles de représentation, cf. intérêt de la simulation 3D, ci-après).
- Envisager une information des usagers si le chantier concerne un secteur fréquenté.

ZOOM

LA SIMULATION 3D DES PAYSAGES FORESTIERS

La simulation des paysages forestiers en 3D est utile pour la conception des projets suivants :

- route forestière complexe, en termes techniques, nécessitant une concertation au sein d'une équipe pluridisciplinaire, avec l'étude de plusieurs scénarios à l'échelle d'un versant exposé aux regards ;
- route forestière située en site paysager sensible ou protégé, nécessitant un volet de concertation et de communication développé, avec les parties prenantes : élus, services de l'état, associations, riverains et usagers.

PLUSIEURS OUTILS SONT ACTUELLEMENT DISPONIBLES SUR LE MARCHÉ.

Le logiciel **LandSIM3D®** est déployé au sein du pôle de compétence « 3D Paysage » de l'ONF, basé à l'unité de production Etudes Littoral Nord Aquitaine (Bruges, Gironde) et dont les membres sont répartis en réseau national. Croisant les compétences de géomatique et de paysage, les collègues appartiennent soit au réseau SIG, soit au réseau de compétence Paysage de l'ONF.

Cet outil permet de **conjuguer une représentation du relief** (données géoréférencées issues du MNT), du microrelief (présence d'eau ou d'affleurements rocheux) **et du couvert végétal**, avec un modèle de croissance des peuplements associés qui fait la vraie plus-value de ce logiciel.

Toutes les productions 3D sont exportables dans le SIG en 2D (tracés, contours, etc.) et modifiables à souhait. Plusieurs formats de post-production sont disponibles à partir d'un même projet, à toutes les échelles du projet (du territoire à l'arbre vu du sol) : images, films, maquette interactive.

Les experts SIG de l'ONF utilisent d'autres outils dérivant du SIG (Arcview®) et offrant une possibilité de représentation simplifiée des projets routiers.

IMPLANTATION D'UNE ROUTE FORESTIÈRE EN MONTAGNE

→ OBJECTIFS

Étudier et piqueter sur le terrain l'emplacement de la route (tracé)

Évaluer les volumes de déblai/remblai (cubatures)

→ CHAMPS D'APPLICATION

La méthode expéditive constitue la principale méthode appliquée en montagne. La méthode traditionnelle utilisée en plaine est applicable dans des pentes en travers modérées et pour pallier aux tronçons auxquels la méthode expéditive ne peut être appliquée, notamment les franchissements de talweg en remblai.

Principes des deux méthodes

La méthode expéditive	La méthode traditionnelle
Bien adaptée à la montagne .	Plutôt réservée à la plaine ou à des points particuliers : lacets, élargissements, tronçon tout en remblai...
Simple et rapide à utiliser, elle « épouse » au plus près la forme du terrain en mettant en œuvre la méthode du déblai/remblai en excluant les transports longitudinaux .	Elle entraîne des transports longitudinaux de matériaux, obligeant à rechercher un certain équilibre général de déblais - remblais au niveau du projet.
Les cubatures sont obtenues facilement à l'aide de tables de pré-calculs des surfaces des profils en fonction de la pente en travers, de la largeur de plate-forme et pente de talus. Elle facilite le contrôle, grâce aux éléments pré-calculés.	Les cubatures sont calculées de manière spécifique en fonction de chaque profil en travers levé de façon détaillée.
Du point de vue technique, on « assoit » la route avec un « ripage » (horizontalement) : le piquetage a comme repère le piquet de niveau .	Ici, on fait varier la « côte rouge » (verticalement) : le piquetage a comme repère le piquet d'axe .

Les étapes de la méthode expéditive sont illustrées ci-dessous de manière détaillée. La méthode d'implantation des lacets est spécifique. Celle-ci fait l'objet d'un paragraphe indépendant. La méthode traditionnelle, appliquée aux tronçons spécifiques en zone de montagne, fait l'objet d'une présentation sommaire.

••• LA MÉTHODE EXPÉDITIVE

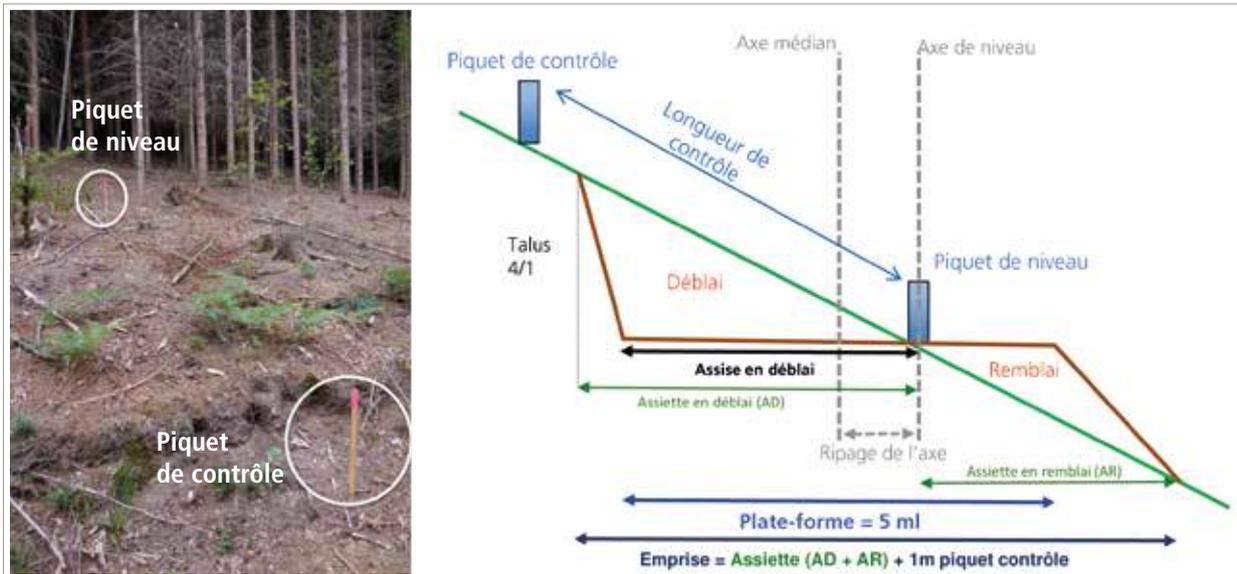
Cette méthode est présentée de manière détaillée dans la note technique n° 19-08/1971 du CERAFER.

→ ÉTUDE SUR CARTE AU 1/10000^e, RELEVÉS DU RELIEF ET DES PASSAGES OBLIGÉS

L'étude sur carte vise à pré-cibler le tracé du projet routier en contrôlant les pentes en long et en intégrant les points de passage obligés :

- Reconnaître les points de passages obligés qui délimiteront les tronçons successifs et les points noirs à traiter.
- Reconnaître les emplacements probables des lacets (préférence un « plat »).
- Repérer l'échelle de la carte.
- Repérer l'équidistance entre deux courbes de niveau.
- Définir une pente maximale envisagée pour la route.
- Calculer la longueur (L) entre deux courbes de niveau et reporter sur la carte en traçant un segment de droite d'une courbe de niveau à l'autre.

Exemple : Ma carte est à l'échelle 1/10 000, l'équidistance entre deux courbes de niveau est de 10 m et ma route aura une pente de 5 %. Je cherche L, la longueur à tracer sur la carte entre deux courbes de niveau.
 $10 \text{ m}/L = 5 \text{ m}/100 \text{ m} \Rightarrow 1000 = 5L$, d'où $L = 200 \text{ m}$. Comme la carte est à l'échelle 1/10 000, je dois tracer 2 cm sur la carte entre deux courbes de niveau pour avoir une pente de 5 %.



Profil mixte déblai/remblai

→ LEVÉS TERRAIN, PIQUETAGE DE L'AXE

Pour assurer une stabilité de la chaussée, plus la pente en travers est forte plus le ripage est important (plus l'assise en déblai est importante et l'assise en remblai faible). Dans les terrains avec très forte pente en travers (> 60 %), la plate-forme est implantée en totalité en déblai.

PIQUETAGE DE L'AXE DE NIVEAU

Le piquet de niveau fixe le niveau de la future plate-forme

- Fixer l'équidistance E des piquets en fonction des changements de pente en travers et des contraintes physiques du milieu naturel : 20 m en terrain facile et peu encombré, 10 m dans les situations contraires.
- Depuis le point de départ, généralement situé sur un chemin existant, fixer, en fonction de la direction générale et de la pente en long choisie (cf. 2.7.2, méthode CERAFER), la direction du premier alignement et placer sur cet alignement un premier piquet à une distance égale à E/2.
- Depuis le premier piquet, à l'aide d'un ruban de longueur égale à E et du clisimètre, désigner l'emplacement du piquet suivant situé à la distance E.
- Numéroté les piquets suivant la série des nombres, le piquet 1 étant situé à E/2 du point de départ.
- Pour chaque tronçon une mesure de pente en travers est effectuée.

PIQUETAGE COMPLÉMENTAIRE DE CONTRÔLE

Le piquet de contrôle installé et numéroté dans le profil en travers, en amont de chaque piquet de niveau, doit permettre de contrôler après terrassement la largeur de l'assise en déblai.

La distance, entre le piquet de niveau et le piquet de contrôle (la longueur de contrôle), est donnée par la table 6 de la méthode CERAFER en fonction de la pente en travers, de la largeur de plate-forme et de la pente du talus. Le piquet de contrôle est implanté 1 m au-dessus de la position théorique du sommet du futur talus de déblai.

Après l'exécution des terrassements, les longueurs de contrôle données par la table 6 permettent de retrouver la position du piquet de niveau et donc de mesurer la largeur effective de l'assise en déblai et de la comparer à la largeur prescrite donnée dans la table de pré-calculs correspondante (tables 1 à 5).

LONGUEURS DE CONTRÔLE Lc (m)															
L p \ T	4 m			4,5 m			5 m			5,5 m			6 m		
	1/1	3/2	4/1	1/1	3/2	4/1	1/1	3/2	4/1	1/1	3/2	4/1	1/1	3/2	4/1
5	3,1	3,1	3,0	3,3	3,3	3,3	3,6	3,6	3,5	3,9	3,9	3,8	4,1	4,1	4,0
10	3,2	3,2	3,1	3,5	3,4	3,3	3,8	3,7	3,6	4,0	4,0	3,9	4,3	4,2	4,1
15	3,3	3,3	3,1	3,7	3,6	3,3	4,0	3,8	3,6	4,2	4,1	3,9	4,5	4,4	4,1
20	3,5	3,4	3,2	3,9	3,7	3,4	4,2	3,9	3,7	4,5	4,2	4,0	4,8	4,5	4,2
25	3,7	3,5	3,2	4,1	3,8	3,4	4,4	4,1	3,7	4,7	4,4	4,0	5,1	4,7	4,3
30	4,0	3,7	3,3	4,4	4,0	3,5	4,7	4,3	3,8	5,2	4,6	4,3	5,5	5,0	4,4
35	4,4	3,9	3,4	4,9	4,3	3,7	5,3	4,6	4,0	5,7	5,0	4,3	6,2	5,6	4,7
40	4,9	4,3	3,6	5,5	4,7	4,0	5,9	5,1	4,3	6,4	5,5	4,6	6,9	5,9	5,0
45	5,6	4,7	3,9	6,2	5,1	4,2	6,8	5,6	4,6	7,4	6,1	5,0	8,3	6,5	5,3
50	6,7	5,2	4,2	7,3	5,8	4,6	8,1	6,3	5,8	8,7	6,8	5,5	9,7	7,4	5,9
55	7,9	5,9	4,6	8,8	6,5	5,0	9,9	7,1	5,5	10,7	7,7	6,0	11,7	8,4	6,4
60	9,9	6,8	5,1	11,0	7,5	5,6	12,2	8,3	6,1	13,3	9,0	6,6	14,7	9,8	7,1
65	12,1	7,9	5,6	13,5	8,7	6,2	14,9	9,6	6,8	16,6	10,4	7,4	18,1	11,3	8,0

Extrait méthode CERAFER : table de définition des longueurs de contrôle

L : largeur de plate-forme. t : pente de talus de déblai. p : pente en travers.

Exemple : Selon la table 6, la longueur de contrôle est de 8,30 m pour une pente en travers du terrain de 60 %, une largeur de plate-forme de 5 m et un profil de talus de 3/2.

Moyens Humains

Pour une bonne mise en œuvre sur le terrain, veiller à ce que l'équipe du tracé soit composée de trois personnes :

- 1 opérateur muni d'un clisimètre gradué à + 100 %, stationnant sur le dernier piquet implanté, désigne l'emplacement du piquet suivant, effectue et note les mesures et évalue les proportions de terre et rocher ;
- 1 aide, tenant une mire et un décimètre, place le piquet d'axe conformément aux indications de l'opérateur ;
- 1 aide, muni d'un décimètre, se place dans la pente en amont de chaque piquet pour la mise en place du piquet de contrôle à la distance indiquée par l'opérateur.

→ CALCUL DES MOUVEMENTS DES TERRES – UTILISATION DES TABLES (1 À 5) DE LA MÉTHODE CERA FER

Les surfaces en déblai sont indiquées en fonction de la valeur de la pente en travers du terrain, de la largeur de la plate-forme et la pente du talus de déblai.

.....
Définition des sections de déblai par un extrait de la méthode CERA FER

Exemple pour une largeur de la plate-forme de 4 m				
Pente (en %)	Assise en déblai (en m)	TALUS DE PENTE 1/1 Section S (en m ²)	TALUS DE PENTE 3/2 Section S (en m ²)	TALUS DE PENTE 4/1 Section S (en m ²)
0 à 25	2,0	1,0	0,8	0,6
30	2,0	1,0	0,8	0,8
35	2,1	1,3	1,0	0,9
40	2,2	1,6	1,3	1,1
45	2,4	2,3	1,8	1,4
50	2,5	3,2	2,1	1,6
55	2,7	4,6	3,3	2,4
60	3,0	6,9	4,5	3,2
65	3,3	9,9	6,0	4,2
70	3,7	16,6	8,7	5,8
75	4,0	24,0	12,0	7,4
80	4,0	32,0	13,6	8,0
85	4,0	45,3	15,4	8,7

Les surfaces de déblai d'un profil sont multipliées par la longueur applicable à ce profil, (équidistance des piquets E) afin de calculer les volumes de déblai.

Les volumes de déblais et remblais sont donnés à titre indicatif à l'entreprise. Celle-ci établit son prix au mètre linéaire réalisé.

L'utilisation du tableur Excel (Guy Viard/ONF) permet de calculer automatiquement :

- Les largeurs de l'assise en déblai.
- Les sections (m²) des profils.
- Le volume cumulé des déblais (en m³).
- Les distances de contrôle.

Ce tableur Excel est disponible auprès des rédacteurs de ce guide.

Exemple d'utilisation du tableur Excel pour le calcul des volumes de déblai

COMMUNE DE :				ÉTUDE DE LA DESSERTE FORESTIÈRE DE :																
piquet	longueur (m)	pente en long (%)	pente en travers (%)	largeur assise l=4; p=3,5 (m)	assise en déblai (m)	talus 3=3/2 4=4/1 1=1/1	longueur applicable (m)	minage (%)	section (m ²)	volume tout venant (m ³)	volume minage (m ³)	observations	assiette déblais (m)	assiette remblais (m)	piquet de contrôle amont (m)	piet talus aval (depuis piquet niveau suivant la pente) (m)	largeur totale assiette (m)	surface emprise (m ²)	cumul surface emprise (m ²)	
1	20,00	5	30	6	3,05	1	10	0	1,99	19,87	0,00		1,06	5,37	2,11	5,61	6,44			
2	20	5	30	6	3,05	1	20	0	1,99	39,74	0,00		4,35	5,37	5,54	5,61	9,72	161,59	161,59	
3	20,00	5,00	45	6	3,75	4	20	0	3,57	71,30	0,00		4,23	6,92	5,63	7,59	11,15	208,71	370,30	
4	20	5	35	6	3,20	4	20	0	1,96	39,15	0,00		3,50	5,91	4,71	6,26	9,41	205,55	575,86	
5	20,00	5,00	45	6	3,75	4	20	0	3,57	71,30	0,00		4,23	6,92	5,63	7,59	11,15	205,55	781,41	
6	20	5	45	6	3,75	4	20	0	3,57	71,30	0,00		4,23	6,92	5,63	7,59	11,15	222,97	1004,37	
7	20,00	5,00	45	6	3,75	4	20	0	3,57	71,30	0,00		4,23	6,92	5,63	7,59	11,15	222,97	1227,34	
8	20	5	45	6	3,75	3	20	0	4,52	90,40	0,00		5,36	6,92	6,87	7,59	12,28	234,29	1461,63	
9	20,00	5,00	45	6	3,75	3	20	0	4,52	90,40	0,00		5,36	6,92	6,87	7,59	12,28	245,60	1707,23	
10	20,00	5,00	30	6	3,05	3	20	0	1,74	34,77	0,00		3,81	5,37	4,97	5,61	9,18	214,59	1921,83	
11					0,00		10		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	91,79	2013,62	
TOTAL	200						200			600	0									2013,62

Pour délimiter l'emprise amont, prendre la limite des racines (souche) à 1 m au-delà de cette distance

CAS PARTICULIER D'ÉLARGISSEMENT D'UN CHEMIN EXISTANT

- Utiliser l'amorce de plate-forme constituée par ce chemin pour diminuer le volume des déblais et faciliter l'accès au chantier.
- Si le chemin existant a une largeur de 2,5 m ou 3 m, mesurer la pente en travers au-dessus du talus existant et utiliser le coefficient de réduction de volume donné par la table 8 de la méthode CERAFER.
- Si le chemin à une largeur moindre (< 2,5 m), le calcul est conduit sans tenir compte d'une réduction (mentionner toutefois l'existence de ce chemin facilitant le chantier dans le cahier des charges des travaux).

Coefficients de réduction des volumes de terrassement par un extrait de la méthode CERAFER

L \ l	2,5 m	3 m
4,0 m	0,6	0,5
4,5 m	0,7	0,6
5,0 m	0,8	0,7
5,5 m	0,8	0,7
6,0 m	0,9	0,8

Ce coefficient appliqué au volume évalué grâce à la méthode donne le volume des déblais qu'il reste à effectuer.

l = Largeur du chemin existant
L = Largeur de la plate-forme

PIQUETAGE DES TRONÇONS HORS MÉTHODE EXPÉDITIVE

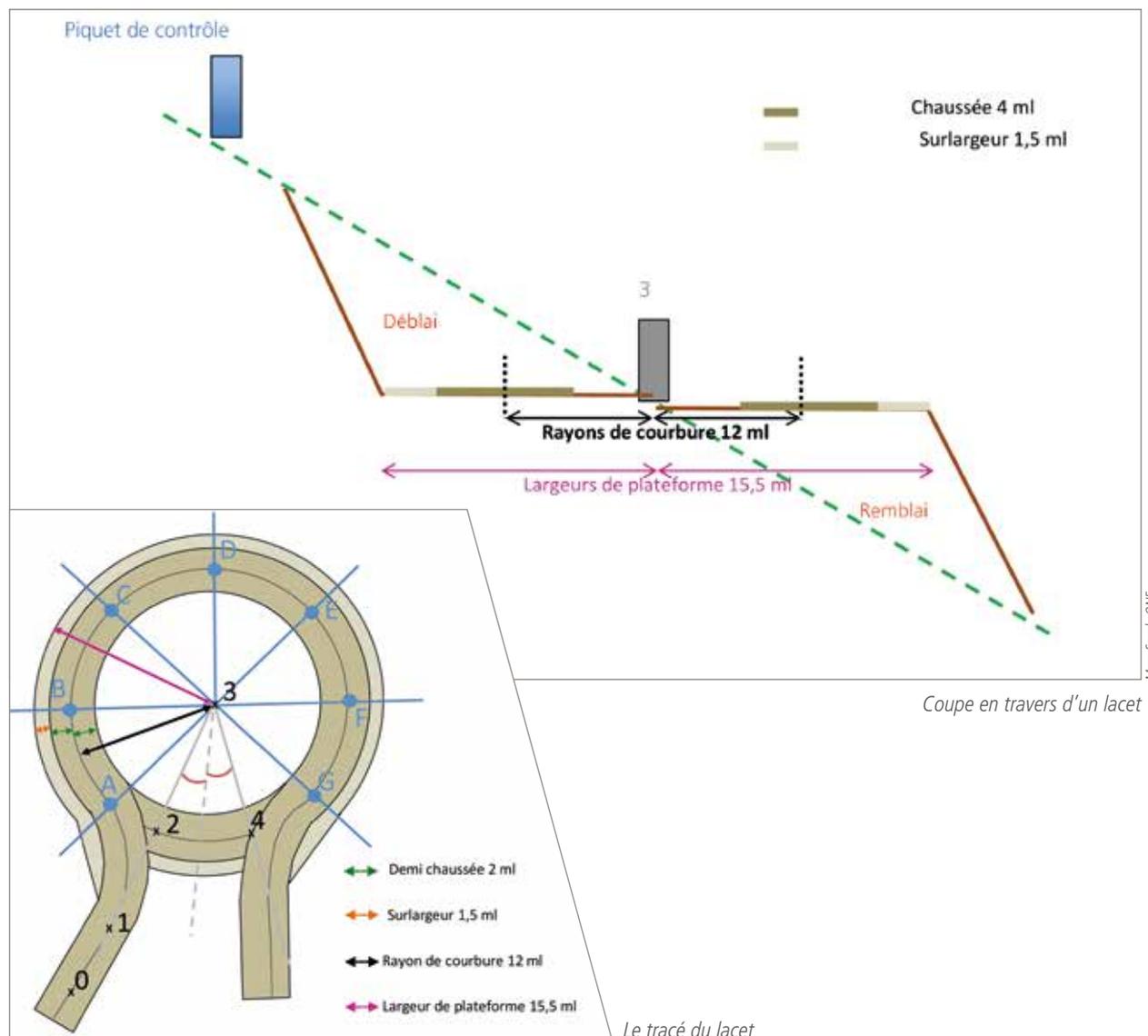
Des points délicats comme les lacets, les passages entièrement en déblai (crête) ou en remblai (talweg), les zones mouilleuses sont dits « hors méthode » et font l'objet d'une étude particulière par la méthode traditionnelle.

Pour que l'étude des tronçons normaux voisins ne soit pas perturbée, il est nécessaire qu'un tronçon hors méthode (lacets et tronçons en méthode traditionnelle) commence à la moitié de l'équidistance adoptée pour le tronçon précédent après son dernier piquet et se termine de même à la moitié de l'équidistance du tronçon suivant avant son premier piquet. Piqueter l'entrée et la sortie du tronçon hors méthode par des piquets marqués HM. Les piquets du tracé du tronçon hors méthode sont désignés par des lettres. On pourra donc avoir une série telle que... 123, 124, HM, A, B... F, HM, 125, 126.

••• LES LACETS

Les lacets sont implantés hors méthode expéditive. La méthode à suivre est présentée ci-dessous. La plate-forme amont est créée entièrement en déblai et la plate-forme aval en remblai.

En règle générale, en deçà de 45 % de pente en travers, les lacets ne posent pas de problème technique particulier. Au-delà en fonction de la nature du terrain, des soutènements seront plus souvent nécessaires si l'assise ne s'effectue pas totalement en déblai. L'implantation dans des pentes en travers supérieures à 60 % est à éviter.



→ IMPLANTATION PHYSIQUE DES POINTS 1 À 4

- Implantation du tronçon 0/1 : ce tronçon de 20 mètres linéaires est implanté à 0 %. La pente en long est de 5 % entre les points 1 et 2. Le point 2 est le point d'entrée dans le lacet. Il correspond à un piquet de niveau (fin de méthode expéditive).
- Définir le rayon de courbure du lacet (distance entre le centre du lacet (point 3) et le centre de la chaussée hors surlargeur : tronçons 2/3, 3/4).

Longueur des grumes	Rayon de l'axe (m)	
	Mini	Optimal
8 à 12 m	7	10 à 12
12 à 16 m	8	12 à 15

- Définir la différence d'altitude entre le point 2 et 4 (point de sortie du lacet) : pour un rayon de courbure de 12 m et une pente en long du lacet de 5 %, le point 4 est situé 3,77 m (plus haut ou plus bas) que le point 2 : $75,4 \text{ m} \times (5/100)$.

	Rayon de courbure		
	10 m	12 m	15 m
Longueur cercle	62,83 m	75,40 m	94,25 m
AB = BC = CD = ...	7,85 m	9,43 m	11,78 m
Différence d'altitude entre les points 2 et 4 pour une pente en long de 5 %	3,14 m	3,77 m	4,71 m

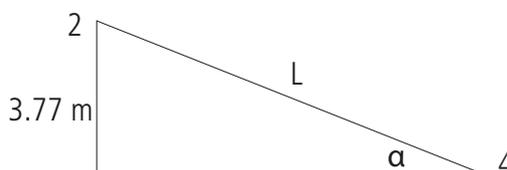
- Implantation du point 4 de sortie du lacet : mesurer à l'aide du clisimètre l'angle α (pleine pente). Calculer la distance au sol L entre les points 2 et 4. Le point 4 correspond à un piquet de niveau (reprise de méthode expéditive en sortie de lacet).

Calcul de L

Conversion :

=> grades x 0.9 = degrés

=> degrés / 0.9 = grades



$$\sin \alpha = 3.77 / L$$

$$L = 3.77 / \sin \alpha$$

Marc Segik, ONF

- Matérialiser à l'aide d'un double décamètre le point 3 (centre du lacet – limite de déblai) équidistant des points 2 et 4 (12 m).
- Définir la bissectrice de l'angle formé entre 3 et 2/4. À partir de la bissectrice, prendre tous les 50 grades une mesure de pente en travers (7 profils : À à G).
- Définir à partir du tableau des surlargeurs la largeur de la chaussée en fonction du rayon de courbure (cf. 2.7.5). Pour un rayon de 12 m, la largeur de chaussée est de 5,5 m. La largeur de plate-forme est donc de $12 + 2 + 1,5 = 15,5 \text{ m}$. Les 2 m correspondent à une demie largeur de chaussée de 4 m. Les 1,5 m correspondent à la surlargeur pour passer la chaussée à 5,5 m.

→ IMPLANTATION DES PIQUETS DE CONTRÔLE ET CALCUL DES MOUVEMENTS DE TERRE

Les piquets amont sont implantés 1 m au-dessus du talus issu du déblai.

La largeur d'assise à saisir (en orange) dans le tableau Excel de cubature des lacets correspond à la largeur de plate-forme. La longueur (en bleu dans le tableau Excel) correspond à la longueur des tronçons DE-EF-FG, soit 9,43 m. Le tableur permet de définir l'implantation du piquet de contrôle et les valeurs de déblai.

Exemple d'utilisation du tableur Excel pour le calcul des volumes du lacet

COMMUNE DE :		ÉTUDE DE LA DESSERTE FORESTIÈRE DE :																	
Piquet	Longueur (m)	Pente en long (%)	Pente en travers (%)	Largeur assise (r=4 ; p=3,5 (m))	Assise en déblai (m)	Talus 3=3/2 4=4/1 1=1/1	Longueur applicable (m)	Minage (%)	Section (m ²)	Volume tout venant (m ³)	Volume minage (m ³)	Observations	Assiette déblais (m)	Assiette remblais (m)	Piquet de contrôle amont (m)	Pied talus aval (depuis piquet niveau suivant la pente) (m)	Largeur totale assiette (m)	Surface emprise (m ²)	Cumul surface emprise (m ²)
	9,43	5			0,00				0,00	0	0		0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	84,33	84,33
G	9,43	5	20	15,5	15,5	3	9,43	0	27,721	261,410	0		17,88	0,00	19,24	0,00	17,88	183,98	268,31
F	9,43	5	40	15,5	15,50	3	9,43	0	65,52	618	0		21,14	0,00	23,76	0,00	21,14	183,98	452,29
E	9,43	5	20	15,5	15,5	3	9,43	0	27,721	261,410	0		17,88	0,00	19,24	0,00	17,88	157,41	609,70
D	9,43	5	0	15,5	15,5	3	9,43	0	0	0	0		15,50	0,00	16,50	0,00	15,50	0,00	609,70
													0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	609,70	609,70
TOTAL	37,72						37,72			1141	0								

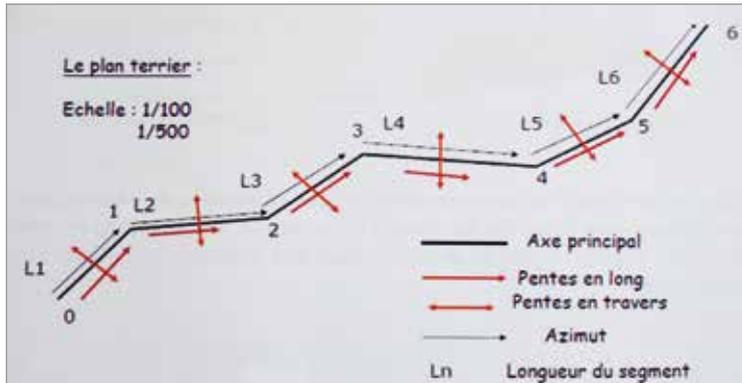
Pour délimiter l'emprise amont, prendre la limite des racines (souche) à 1 m au-delà de cette distance

••• LA MÉTHODE TRADITIONNELLE : EXPOSÉ SOMMAIRE

→ ÉTUDE SUR CARTE AU 1/10 000^e

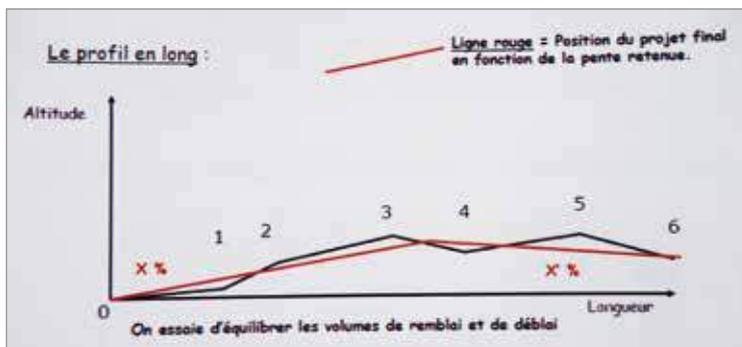
L'étude sur carte vise à pré-cibler le tracé du projet routier en contrôlant les pentes en long et en intégrant les points de passage obligés (voir étude sur carte méthode expéditive).

→ LEVÉS TERRAIN, PIQUETAGE DE L'AXE ET PLAN TERRIER



Pour chaque tronçon identifié sur le terrain, un relevé de pente en long, de pente en travers et d'azimut est effectué. La longueur de chaque tronçon est mesurée. Ces données permettent d'élaborer le plan terrier.

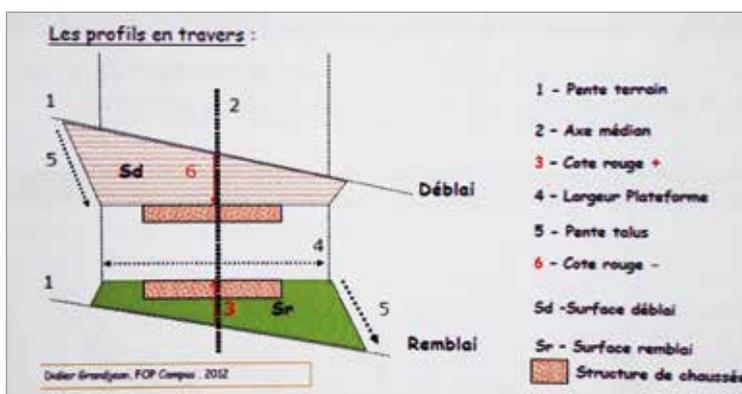
→ PROFIL EN LONG



Les données de pente en long et de longueur de tronçons permettent d'établir le profil en long du tracé. La ligne rouge est tracée, celle-ci correspond à la pente en long de notre projet final.

Dans le cas de pentes de terrain faible, il est possible d'épouser la côte naturelle du terrain sans effectuer de déblai et remblai (côte rouge nulle).

→ PROFILS EN TRAVERS



Pour chaque tronçon homogène en terme de pente en long et de pente en travers (terrain naturel), la côte rouge est déterminée au centre du tronçon (côte positive pour tronçons en remblai et côte négative tronçons en déblai). La côte rouge correspond à la différence d'altitude entre le terrain naturel et le futur tracé.

→ CALCULER LES MOUVEMENTS DES TERRES

Un tableur Excel intégrant les données de pente en travers, côte rouge, longueur de tronçon et pente de talus permet de projeter les profils en travers et de calculer les volumes de déblai et remblai. Les tableurs sont disponibles auprès des rédacteurs de ce guide.

Exemple d'utilisation du tableur Excel pour le calcul des volumes de déblai et remblai

COMMUNE DE :				ÉTUDE DE LA DESSERTE FORESTIÈRE DE :								
largeur plate-forme (en m)		<input type="text" value="6"/>		DÉBLAI				REMBLAI				
N° du Profil	Pente en travers en %	Côte rouge + si remblai - si déblai	Longueur applicable (m)	Talus 3=3/2	Surface	Mixte déblai	Volume (m³)	Talus 3=3/2	Surface	Mixte remblai	Volume (m³)	
				4=4/1				4=4/1				
				1=1/1					1=1/1			
1	25	-3	100	1,5								
2	10	-2	150	1,5		-9,0	-1 355,3					
3	20	2	100					1,5		-7,8	-779,2	
4	25	1	200					1,5		-7,4	-1 474,7	
TOTALS	VOLUME DES DÉBLAIS (M³)			-1 355,3								
	VOLUME DES REMBLAIS (M³)			-2 253,9								
	DÉBLAIS - REMBLAIS			898,6								

Attention : ne pas remplir pente de talus déblai lorsque l'on est en remblai et inversement !

INFORMATION

Le calcul des cubatures est réalisable aussi avec des logiciels comme « Géomensura » ou « Covadis » (Covadis est par exemple utilisé dans le service RTM 05). Cette exploitation nécessite un modèle numérique de terrain (MNT) réalisé par un levé terrestre de géomètre ou l'utilisation des données « Lidar ».

Un levé topographique est réalisé plus particulièrement sur de petits tronçons ou un lacet complexe. Pour un grand tronçon, un tel levé est trop dispendieux ; dans ce cas le Lidar est une alternative.

À noter que Covadis peut construire un MNT à partir des courbes de niveau du SIG auxquelles on affecte l'altitude connue.

TERRASSEMENT DE LA PLATE-FORME

→ OBJECTIFS

Transformer le terrain naturel en vue de l'obtention d'une plate-forme support de la chaussée et de ses équipements connexes (fossés, surlargeurs, place de retournement).

Le terrassement intervient après l'implantation du tracé et des ouvrages sur le terrain (cf. fiche I, « Implantation d'une route en montagne »).

→ CHAMPS D'APPLICATION

Sont décrits dans cette fiche les terrassements en déblai/remblai dans les contextes de pente en travers supérieure à 25 %.

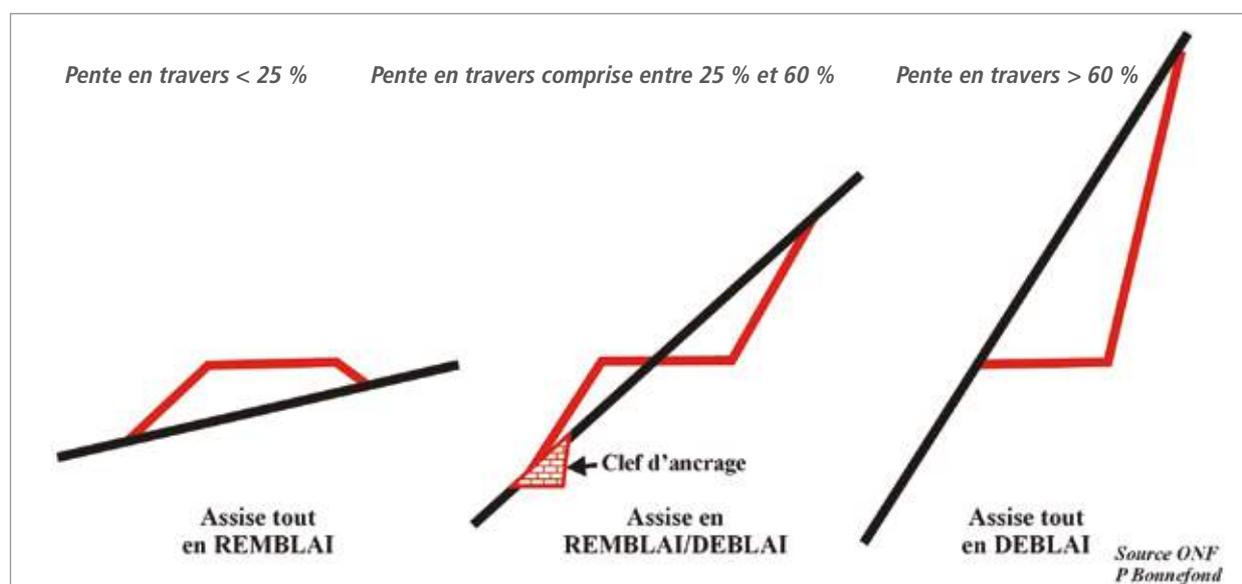
→ MÉTHODES OU TECHNIQUES OU ÉQUIPEMENTS

Important : pour faciliter le travail des engins de terrassement, il est important d'anticiper l'exploitation des arbres d'emprise.

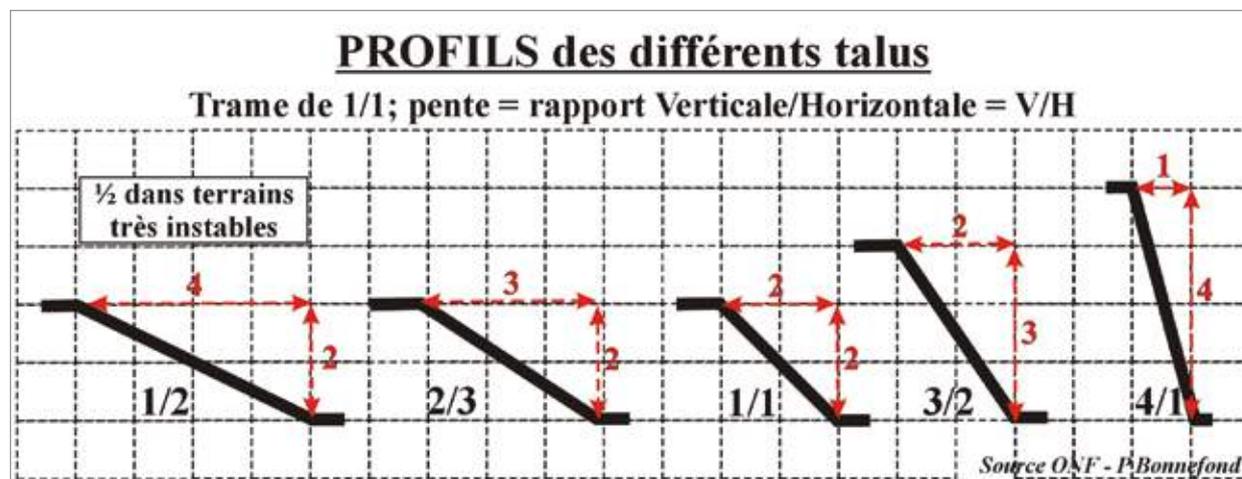
1_Choix du type d'assise et du profil en travers du talus amont

On distingue trois grands types d'assises et quatre grands types de talus

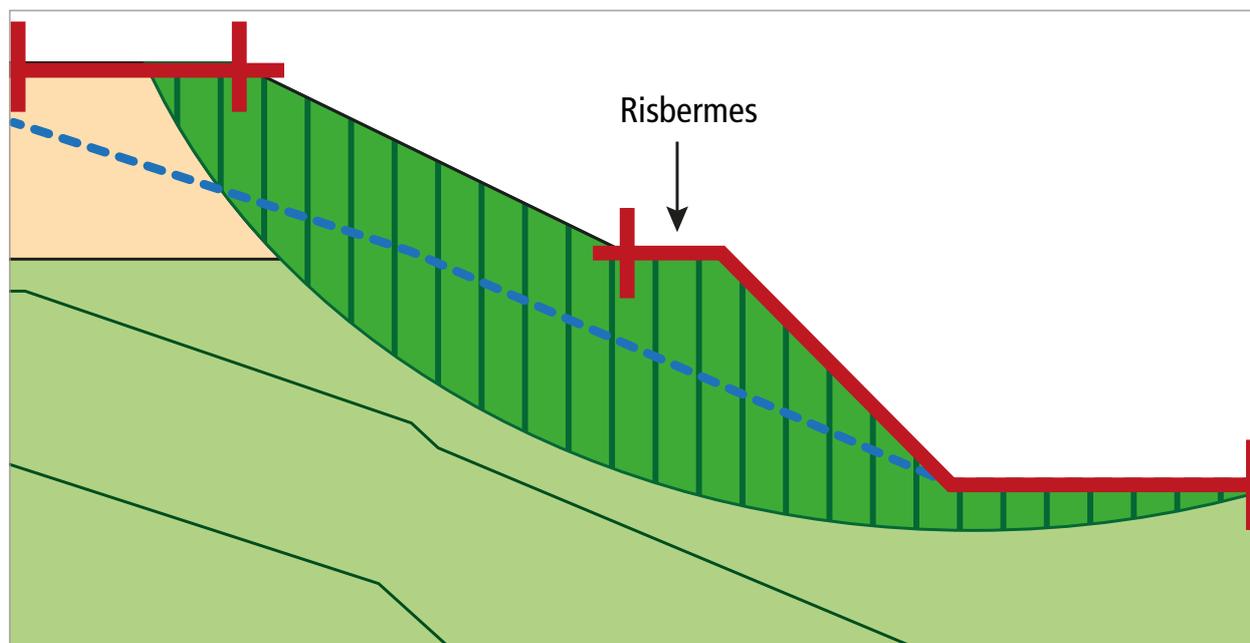
Pente en travers	Type d'assise	Observations
Inférieure à 25 %	Déblais/remblais	• cf. guide technique plaine et colline, fiche technique T, page 31 technique de terrassement de base
25 à 60 % (possibilité d'aller jusque 70-75 % dans les terrains stables/très stables)	Déblais/remblais	Rappel : recours recommandé à des études géotechniques, cf. Fiche technique G « Études Géotechniques » • Technique de terrassement soigné avec mise en place des matériaux de manière à assurer un soutien stable. Le cas échéant, soutènement et recours à des techniques particulières • Importance de la qualité et de la forme des talus pour assurer la stabilité de la route forestière
Supérieure à 60 %	Déblais total	Rappel : recours recommandé à des études géotechniques, cf. Fiche technique G « Études Géotechniques » • Assurer une stabilité optimale. Si recours à des ouvrages de soutènement, dimensionnement précis obligatoire • Importance de la qualité et de la forme des talus pour assurer la durabilité de la route forestière • Recours possible à des ouvrages et techniques de stabilisation



Les terrassements en déblai/remblai s'exécutent toujours en veillant à éliminer les terres impropres (vases, terres tourbeuses ou végétales, bois, souches, branchages) de sorte que celles-ci ne rentrent pas dans la composition des remblais éventuels. Les remblais sont soigneusement compactés par couche n'excédant pas 30 cm d'épaisseur.



Nature du terrain	Pente de talus amont à privilégier
Sable, très instable	1/2
Terrain profond argileux, instable	2/3, possibilité de risberme
Terre/sol meuble/éboulis/remblais	1/1, possibilité de risberme
Terre et rocher mélangés Terrain stable et bonne cohésion avec éléments angulaires le structurant (sans circulation d'eau interne)	3/2, possibilité de risberme
Rocher	4/1



Une risberme correspond, dans le domaine des terrassements, à une plate-forme réalisée au milieu d'un talus de grande hauteur pour augmenter sa stabilité, limiter les chutes de blocs et faciliter son entretien.

2_Terrassement du fond de forme/ouverture de la plate-forme

La préparation du sol est importante. Il est indispensable de **décaper la terre végétale**. Une attention particulière sera portée à la gestion de la terre végétale durant la réalisation de chantier. Chaque fois que possible, celle-ci sera mise de côté au fur et à mesure de l'avancement des travaux et repositionnée sur les talus créés.

Le **fond de forme** doit être terrassé, de **surface plane, nette de déformation et compacté sur la largeur** de la **future chaussée**. Les roches affleurantes (têtes de chat) doivent être soit arrachées soit brisées. Il doit présenter, après compactage, un module sous chargement statique à la plaque, appelé EV2, de 20 MPa minimum. Toutes les souches situées dans l'emprise des travaux seront arrachées et calées au-delà du pied de talus du remblai pour ne pas constituer un risque vis-à-vis de l'aval, ou évacuées dans des secteurs de stockage. Aucune souche ne doit subsister sous les remblais.

Le **dévers du fond de forme réglé à la niveleuse** doit être compris entre 1 % de 2 % en fonction du dévers choisi (aval, amont) de sorte d'empêcher en tout point l'accumulation des eaux superficielles. **Le fond de forme ne présentera jamais un profil bombé.**

Un fond de forme bien réalisé permet d'assurer une bonne stabilité de la finition choisie (si besoin) : broyage, empierrement, béton. **Dans le cas de la réalisation de collecteurs terrassés en déblais, le terrassement du fond de forme doit anticiper leur positionnement** (cf. Fiche technique E1 « Gestion des eaux de ruissellement, assainissement de la chaussée »).

Réglage du dévers de la plate-forme à la niveleuse

Le dévers permet d'évacuer les eaux de ruissellement de la plate-forme ainsi que les eaux en provenance du talus amont (en absence de fossé).

En excluant les routes horizontales qui présentent l'inconvénient de permettre à l'eau de stagner, 2 options peuvent être comparées au moment de la définition du projet et sont rappelées ci-dessous : dévers amont et dévers aval.

PROFIL du dévers	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Dévers amont (2 %) Plutôt sur substrats argileux, marneux	<ul style="list-style-type: none"> bonne maîtrise des eaux dirige l'eau de ruissellement dans le fossé amont préserve l'accotement aval en remblai, sensible à l'excès d'eau pouvant provoquer une érosion dérapiage vers l'aval impossible 	<ul style="list-style-type: none"> emprise supplémentaire, terrassement plus important engendrant un coût concentration artificielle des eaux (fossé amont) mise en place nécessaire d'aqueducs (exutoires transversaux vers l'aval, entrée de parcelles) en l'absence de fossé, risque de ravinement par écoulements en pied de talus amont
Dévers aval (2 %) Plutôt sur substrat drainant, arènes granitiques, grès, schiste dur, calcaire dur	<ul style="list-style-type: none"> pas de mise en place d'aqueducs entretien facile absence de risque de dérapage des ensembles routiers à l'aval si pente en travers limitée à 2 % 	<ul style="list-style-type: none"> selon la nature des matériaux, risque de déstabilisation du talus aval par les eaux de ruissellement danger de dérapage des ensembles routiers vers l'aval lorsque la pente en long est forte et la pente en travers > 2 %

Pour complément cf.fiche E1 « Gestion des eaux de ruissellement et assainissement de la plate-forme »

3_Réglage des accotements

On désigne accotement la partie de la plate-forme bordant latéralement la chaussée (entre la chaussée et le fossé le cas échéant). Les accotements amont et aval, permettent de maintenir le corps de chaussée (empierrement, revêtement) et d'améliorer la sécurité. En montagne, on sera particulièrement **vigilant à la qualité de l'accotement aval**.

Ils doivent présenter une **pente en travers de 4 %** pour une évacuation correcte de l'eau; ils ne doivent présenter aucun bourrelet, ni trou ni ornière.

Régulièrement, dans le cas de dévers aval, des exutoires doivent être réalisés dans l'accotement pour permettre l'évacuation des eaux infiltrées dans le corps de chaussée.

4_Terrassement des fossés

cf. Fiche technique E1 « Gestion des eaux de ruissellement, assainissement de la chaussée ».

Dans le cas d'un fossé amont, **une butée en pied de talus sépare celui-ci du fossé.**

5_Terrassement des talus

TALUS AMONT

Dans tous les cas de talus amont élevé, l'entrepreneur est tenu de **réaliser le talutage de finition des parties supérieures au fur et à mesure** de l'avancement des terrassements, chaque fois que celles-ci risquent de se trouver hors de portée de l'engin en fin de déblaiement.

Dans les cas de talus en terrain instable (terre, mélange roche/terre ou roc très fissuré), **la bordure supérieure de ces talus sera écrêtée** de sorte d'éviter la formation ultérieure de surplombs (« casquettes »).

Les racines émergentes en surface de talus profilés seront coupées par tout moyen adéquat.

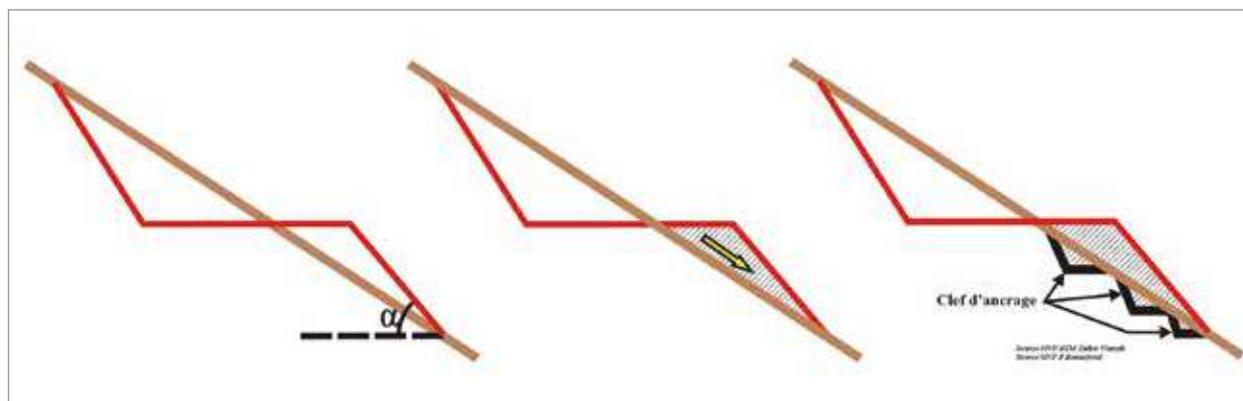
Extrait d'un CCTP :

« Un soin particulier sera apporté au talutage amont qui sera lissé à la pelle (talus de pente 3/2 ou 4/1 si rochers, voir état de piquetage), et notamment au sommet de talus. Le raccord avec le terrain naturel sera systématiquement couché et tassé pour éviter le sous cavage et les reprises d'érosion ultérieures. Aucun élément (souche, bloc...) ne devra être en surplomb sur le talus. »

Dans le cas de profils créant, sur des terrains instables, des hauteurs de talus supérieures à huit mètres, des risbermes de stabilisation de 1 mètre de largeur seront exigées, à raison de 1 risberme pour 5 m de dénivelé ».

TALUS AVAL

Même consigne et préconisations que la mise en œuvre de remblais. De manière générale, la pente du talus aval est souvent supérieure à celle du terrain naturel et il convient d'essayer d'obtenir une pente de 1/1 des parties en remblais. Dans certains cas, des clefs d'ancrage sont justifiées.



6_Opérations techniques spécifiques

TRAITEMENT DES ZONES ROCHEUSES

La technique à mettre en œuvre dépend de la rippabilité des roches.

Le rippabilité d'une roche est une mesure de sa capacité à être défragmentée par un équipement de fouilles conventionnel (dents d'une pelle hydraulique ou d'un ripper). Une roche peut être classifiée comme rippable, marginalement rippable ou non-rippable.

La rippabilité d'une roche est souvent évaluée par un géologue ou un géophysicien utilisant l'équipement de sismique réfraction (cf. fiche technique G « Étude géotechnique »).

DÉCOMPACTAGE AU RIPPER

Technique de traitement de la plate-forme, à l'aide d'un ripper monté à l'arrière d'un bulldozer. L'objectif est de décompacter les couches superficielles de roches friables et de préparer une éventuelle opération de broyage, puis un compactage des matériaux en place ainsi obtenus.

DÉROCTAGE

Traitement des affleurements rocheux à l'aide d'une dent de ripper montée sur le bras d'une pelle mécanique puissante. L'objectif est d'arracher des plaques de roche. Cette technique est efficace sur roche friable ou fissurée non traitable au godet.

BRISE ROCHE

Un brise-roche hydraulique (BRH) est un outil se connectant à l'extrémité du bras articulé d'une pelle mécanique, destiné à la destruction d'obstacles durs, rocheux ou en béton, dans les travaux de terrassement. Il agit à la manière d'un marteau-piqueur de grande taille.

MINAGE

Technique ayant recours à l'usage d'explosifs destinée à fissurer des roches massives. Elle est réservée aux professionnels habilités et demande des autorisations administratives spécifiques (plan de tir).

Il existe aussi une technique employant des « implosifs » ou pyrotechnique de type ALIFAX (pas d'autorisation spécifique).

MATÉRIELS

LES ENGINS DE TERRASSEMENTS

- **Pelle mécanique hydraulique** pour ouvrir la plate-forme, creuser les fossés et charger des matériaux pour transport éventuel. Elle peut être équipée de godets de terrassement de différentes largeurs, de godets cage pour calibrer les matériaux, de brise-roches hydrauliques (BRH), d'une dent de ripper pour le déroctage. Pour des gros travaux de création, et notamment pour avancer correctement dans des terrains rocheux, on préconisera l'utilisation d'une pelle de 20 tonnes minimum. Une très grosse pelle travaillera a priori mieux, mais l'engin doit pouvoir faire des rotations facilement, sans risquer de taper l'arrière de l'engin.
 - **La pelle hydraulique est le seul moyen de poser les remblais correctement.**
- **Bulldozer** pour terrasser, araser, niveler, des volumes importants de matériaux, en complément de la pelle.
- **Niveleuse**, aussi appelée grader, intervient principalement en finition de la plate-forme pour régler le dévers, puis en finition de la chaussée pour la mise en œuvre des empierrements (épaisseur et dévers) et enfin pour le réglage des accotements.
- **Compacteur**, pour effectuer les opérations de compactage de la plate-forme puis de la chaussée par couche d'empierrement (cf. Fiche « Empierrement » du guide technique des travaux routiers en plaine et collines).
- **Broyeur de pierres**, utilisé dans le cas de la valorisation de déblais rocheux pour confectionner un matériau d'empierrement de la chaussée. Cette technique peut permettre de réaliser des économies substantielles sur un chantier. La possibilité d'utiliser cette méthode dépend de la qualité de la roche.
- **Camion de chantier ou tombereau** utilisé pour transporter sur piste les fournitures nécessaires au chantier ou évacuer des déblais.

MATÉRIELS



→ POINTS DE CONTRÔLE ET/OU DE VIGILANCE

- Afin d'éviter une pollution qui pourrait survenir par des graines étrangères au milieu, **le matériel doit être lavé avant de venir sur le chantier**. Il s'agit d'une clause à mentionner dans le cahier des charges, dont l'application est à contrôler à l'ouverture du chantier.
- De manière générale, il est **déconseillé de réaliser les travaux de terrassement durant des périodes de forte pluie et de fonte de neige**.
- Pour les opérations de compactage, éviter les périodes de sécheresse.
- Pour éviter les désagréments présentés sur les 2 photos ci-dessous :
 - **il est préférable de privilégier une assise à 100 % en déblai lors de pentes en travers du terrain naturel > 60 % ;**
 - **un travail de qualité lors de la mise en œuvre de remblais est nécessaire : élimination des terres, matériaux impropres, compactage de qualité, création en aval de redans compactés par couches successives de 0, 30 cm d'épaisseur maximum.**



Glissement d'un remblai en forêt de Valserras (05)

GESTION DES EAUX DE RUISSELLEMENT ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSÉE

→ OBJECTIFS

Assainir la plate-forme en évacuant rapidement les eaux superficielles et une partie des eaux d'infiltration

Recueillir et évacuer les eaux des talus de déblai, drainer les pieds de talus ou résurgences

Principe : éviter au maximum les concentrations d'eau en recherchant l'évacuation la plus efficace répartie sur l'ensemble du linéaire

→ MÉTHODE OU TECHNIQUES OU ÉQUIPEMENTS

1_Dévers et fossés

Dans la pratique, fossés et dévers sont complémentaires. On distingue **dévers amont et dévers aval**. Il est préconisé de terrasser la plate-forme avec un **dévers de 2 % pour la chaussée et de 4 % pour l'accotement** (cf. fiche technique Tm).

PROFIL du dévers	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Dévers amont (2 %) Plutôt sur substrats argileux, marneux	<ul style="list-style-type: none"> Bonne maîtrise des eaux Dirige l'eau de ruissellement dans le fossé amont Préserve l'accotement aval en remblai, sensible à l'excès d'eau pouvant provoquer une érosion Dérapiage vers l'aval impossible 	<ul style="list-style-type: none"> Emprise supplémentaire, terrassement plus important engendrant un coût Concentration artificielle des eaux (fossé amont) Mise en place nécessaire d'aqueducs (exutoires transversaux vers l'aval, entrée de parcelles) En l'absence de fossé, risque de ravinement par écoulements en pied de talus amont
Dévers aval (2 %) Plutôt sur substrat drainant, arènes granitiques, grès, schiste dur, calcaire dur	<ul style="list-style-type: none"> Pas de mise en place d'aqueducs Entretien facile Absence de risque de dérapage des ensembles routiers à l'aval si pente en travers limitée à 2 % 	<ul style="list-style-type: none"> Selon la nature des matériaux, risque de déstabilisation du talus aval par les eaux de ruissellement Danger de dérapage des ensembles routiers vers l'aval lorsque la pente en long est forte et la pente en travers > 2 %

Le fossé est l'ouvrage le plus élémentaire d'assainissement ; c'est un collecteur linéaire creusé pour collecter, drainer et évacuer les eaux. En montagne, un fossé est réalisé en amont de la chaussée. À condition d'être correctement dimensionné et entretenu, le fossé permet **la collecte des eaux de ruissellement du talus amont** et il assainit en profondeur la chaussée.

Les fossés peuvent être de section trapézoïdale, en U ou triangulaire. Les deux premières sections sont à privilégier car elles procurent une très grande capacité de drainage et d'écoulement.

SECTION	PROFONDEUR	ENTRETIEN	MATÉRIEL	DÉBIT
Trapézoïdale	40 cm minimum avec au minimum 10 cm en dessous du niveau de fondation de la chaussée	Facile	Pelle + godet trapèze	Important
En U		Difficile	Pelle avec déport + godet de curage	Important
Triangulaire		Facile	Pelle avec déport + godet triangulaire	Faible, emprise limitée

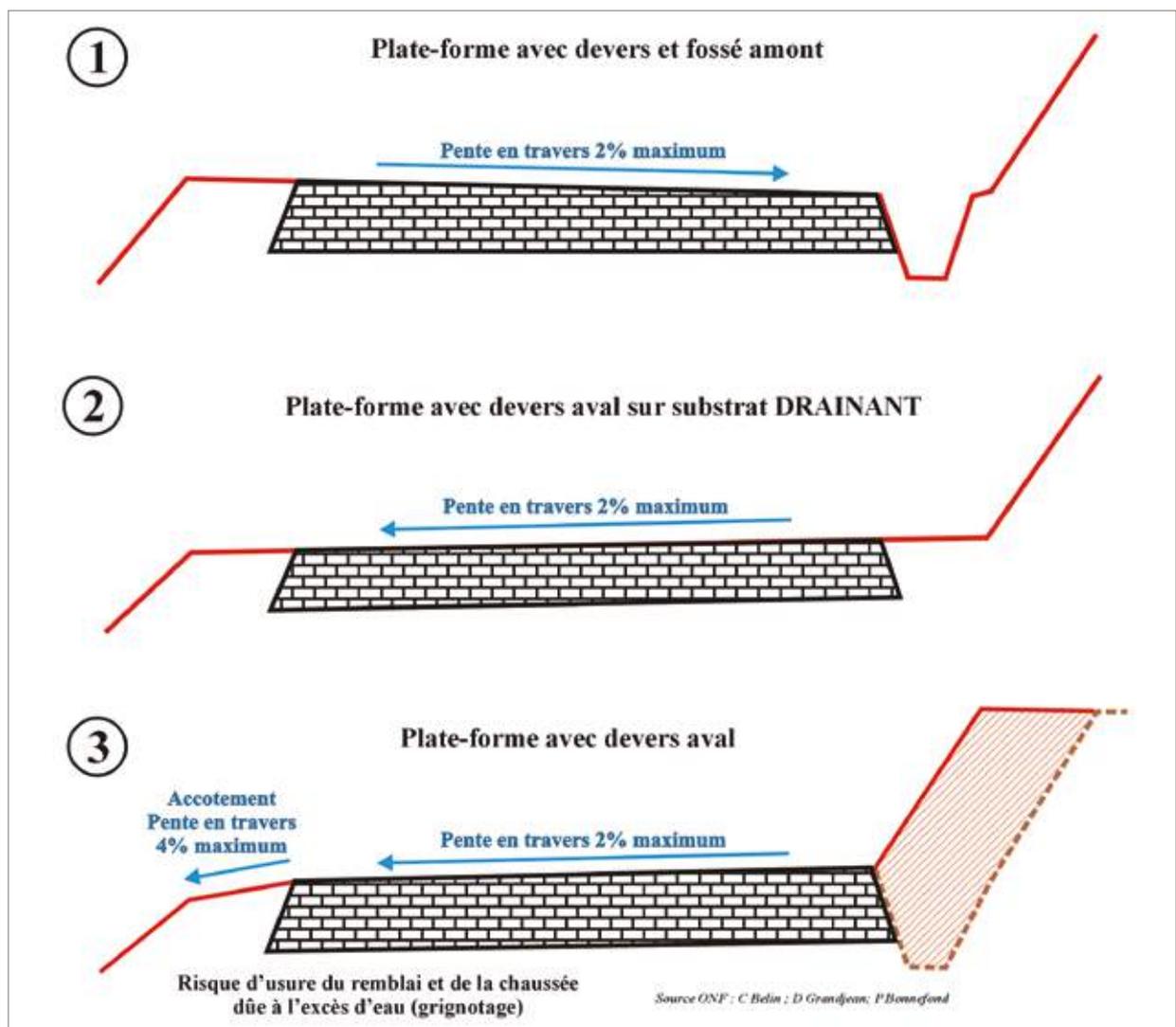
Ci-après, un exemple de fossé amont « caladé » c'est-à-dire empierré avec des matériaux pris *in situ*, en forêt domaniale de Mal-montet (30), dans le Parc national des Cévennes.

Lors des épisodes cévenols sur arènes granitiques, les fossés sont rapidement érodés par la quantité et la vitesse de l'eau ce qui entraîne par conséquent la dégradation de la route. L'aménagement de fossés « caladés » vise à préserver à la fois les fossés et la route. L'eau en ricochant sur les blocs rocheux disposés dans les fossés voit son énergie réduite et est donc moins destructrice.



Christian Belin, ONF

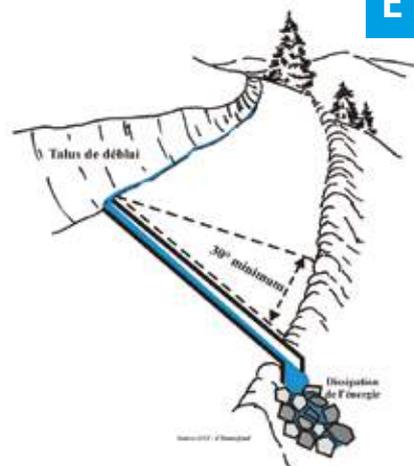
Fossé caladé sur arène granitique en forêt domaniale de Malmontet (30)



Assainissement de la chaussée

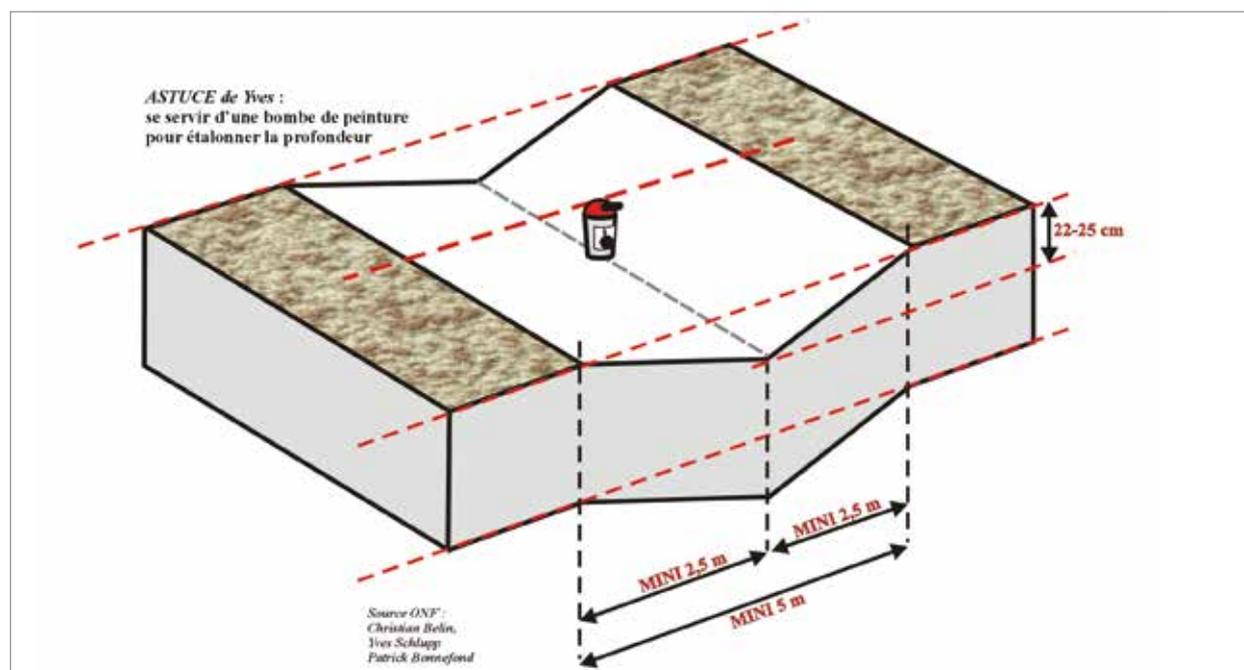
2_Collecteurs d'eau transversaux

Les collecteurs d'eau transversaux sont destinés à **lutter contre l'érosion due au ruissellement sur la chaussée**. Ils sont très importants pour éviter les ravinements sur les routes en pente. Ils pourront être **terrassés en déblai**, en **béton coulé sur place**, **préfabriqués** (bois, métal, béton) dans ce dernier cas, les collecteurs doivent être implantés en épi, à 45 ° par rapport à l'axe de la route (mini 30 °, maxi 70 °), avec une pente en long d'écoulement dans l'ouvrage de 5 % minimum.



COLLECTEURS TERRASSÉS EN DÉBLAIS

Il s'agit d'une inflexion du profil en long de la route, destinée à créer une dépression simplement terrassée en déblais (cunette, gondole, rigole...), permettant l'évacuation de l'eau sur toute la largeur de la plate-forme. Cette cunette doit être suffisamment évasée (= largeur suffisante) pour permettre le passage des ensembles routiers de transport de bois sans risque de déstabilisation. Un dévers ponctuel de 4 % assurera une évacuation efficace.



Collecteur d'eau terrassé en déblai, route forestière des Somnard en forêt communale d'Arâches (74)



Collecteur d'eau en cours de terrassement, route forestière de La Trappe en forêt communale de Passy (74)

Kathy Baldini, ONF

COLLECTEURS D'EAU EN BÉTON COULÉ SUR PLACE OU PRÉFABRIQUÉS

Type de collecteurs d'eau	Facilité d'entretien	Durabilité	Qualité esthétique
Béton* coulé sur place, béton préfabriqué, bordures trottoir type AC1	Facile	Bonne	Moyenne
Revers d'eau métallique galvanisé (épaisseur du fer 5 mm ; passage d'eau 12 x 10) ou bois avec scellement béton	Médiocre	Mauvais (rouille)	Moyenne
Bétonnés CC2	facile	Bonne	Moyenne

* le béton peut être coloré pour améliorer son intégration. Par exemple, dans le Parc National des Cévennes, la couleur utilisée pour obtenir une couleur terre est l'ocre de Ténéré dosé à 1 %

- En guise de scellement et pour empêcher les infiltrations, il est souvent souhaitable de noyer les revers d'eau dans un lit de béton sur toute la longueur et de prévoir un arasement du béton pour favoriser la réception de l'eau dans le renvoi d'eau ; certains revers d'eau peuvent toutefois être posés sans béton mais ceci avec précaution.
- Le niveau supérieur fini de l'ouvrage doit se situer plus bas (1 à 2 cm minimum) que le niveau moyen de la chaussée, pour éviter tout affouillement en amont, et éviter l'exhaussement du collecteur d'eau.
- Les collecteurs doivent traverser la plate-forme pour se vidanger dans le fossé amont ou vers l'aval sans créer d'affouillement.



Collecteur d'eau en bois et collecteur d'eau (type revers d'eau) en béton coulé sur place (01)

FRÉ-

QUENCE

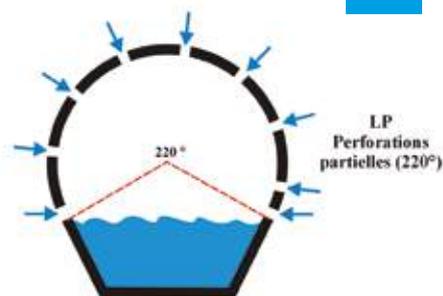
selon la pente en long de la route, il est recommandé les fréquences de collecteurs d'eau transversaux ci-dessous :

Pente en long	Fréquence des collecteurs d'eau
Supérieure à 12 %	Tous les 20 m
Comprise entre 8 % et 12 %	Tous les 30 m
Comprise entre 6 % et 8 %	Tous les 50 m
Comprise entre 4 % et 6 %	Aux points bas

NB : dans le cas de collecteurs d'eau terrassés en déblai, par conception plus larges que les renvois d'eau en métal, en bois..., la fréquence peut être divisée par 2. Des collecteurs en déblai sur roche dure peuvent être créés seulement tous les 100 m.

3_Drains routiers à cunette étanche

Les drains de type routier à cunettes étanches peuvent être incorporés dans une structure de chaussée pour faire descendre une nappe plus ou moins permanente dans la chaussée. Le drain utilisé est du 150/200 PEHD. Les perforations peuvent être agrandies selon le flux à capter. Le drain est entouré de matériaux drainants.



VOIR ITTR
n° 92 – CREA-F9
page 154

4_Aqueducs

Les aqueducs-tuyaux et les aqueducs-grilles évacuent les écoulements concentrés, essentiellement dans des fossés.

AQUEDUCS-TUYAUX

Ils sont indispensables pour :

- l'évacuation des eaux de ruissellement (et de drainage) collectées par un fossé amont. L'aqueduc est alors transversal, intégré au corps de chaussée et conduit l'eau du fossé amont vers l'aval ;
- le franchissement d'un fossé pour l'accès à une parcelle.

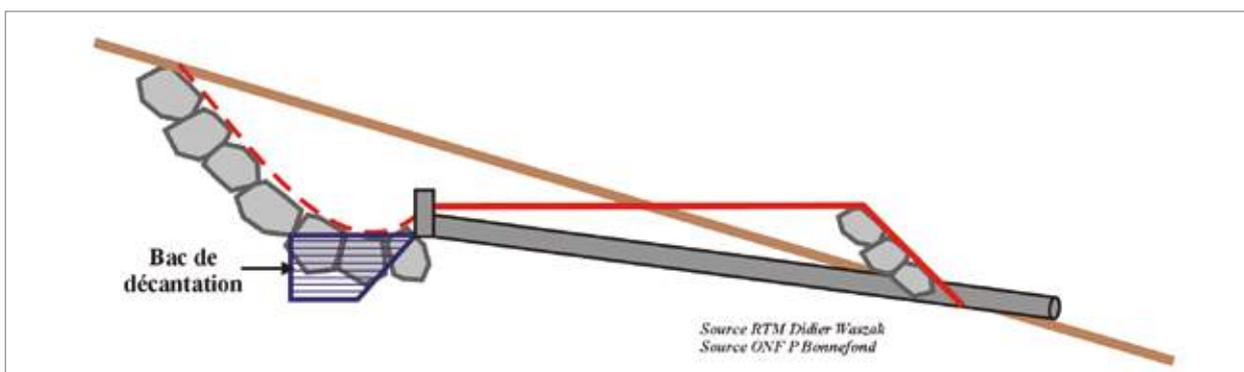
Il faut savoir positionner et quantifier les ouvrages d'évacuation afin de diffuser le débit. Cette stratégie permet de diminuer le dimensionnement des ouvrages et de prévenir les détériorations.

Caractéristiques

- béton armé 135A ou métallique ou PEHD ;
- diamètre minimum 400 mm : à affiner ou à calculer par un spécialiste en fonction des caractéristiques hydrauliques locales. (Cf. experts des services RTM) ;
- profil généralement circulaire, parfois rectangulaire (dalot) ;
- construction par éléments ou en ouvrage entier ;
- aménagement amont par enrochement ou tête préfabriquée/maçonnée, destiné à conduire les eaux par création d'un avaloir et/ou à renforcer les rives ;
- protection aval par enrochement ou ouvrage bétonné destinée à protéger le remblai de tout affouillement.

Mise en œuvre d'un aqueduc-tuyau

- nivellement et compactage du fond de fouille en respectant les pentes du projet ;
- pose, si besoin, d'une couche d'assise de sable ou tout venant, éventuellement d'un béton de propreté pour les ouvrages en béton ;
- pose et/ou assemblage des éléments ;
- remblaiement en granulats compactés respectant les hauteurs minimales et maximales préconisées par le fournisseur ;
- construction possible d'une tête d'aqueduc amont et aval ;
- si besoin, possibilité de mettre en œuvre en amont un regard ouvert, pouvant faire office de décanteur ;
- éventuellement, accompagnement du caniveau amont par un entonnement (béton, enrochement) ;
- si besoin, construction d'un ouvrage destiné à éviter l'affouillement à l'aval (enrochement, perré ou simple rigole en béton).



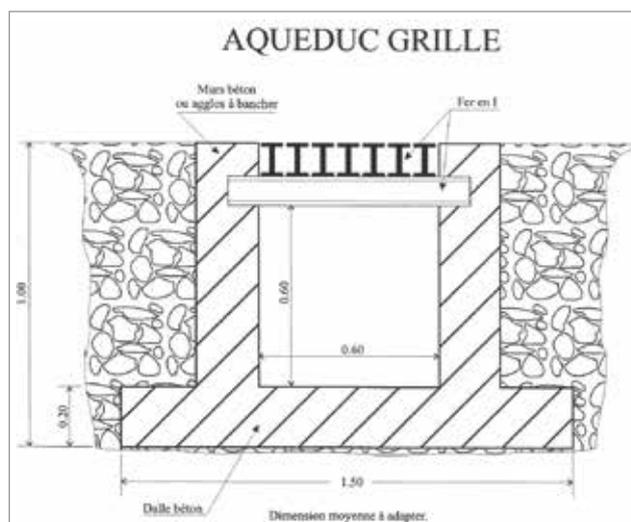
AQUEDUCS-GRILLES

Il s'agit d'ouvrages à ciel ouvert qui se distinguent des aqueducs-tuyaux par leur possibilité de recueillir aussi les eaux de surfaces et de ruissellement sur la chaussée. On peut les trouver préfabriqués ou les confectionner *in situ*.

Caractéristiques

- partie enterrée à profil en U, accessible depuis la chaussée grâce à une grille amovible ;
- les dimensions sont généralement les suivantes :

Profondeur moyenne d'un aqueduc-grille	0,5 à 1 m
Largeur conseillée	0,60 m



COMPARAISON AQUEDUC-TUYAU ET AQUEDUC-GRILLE

Type d'ouvrage	Aqueduc-tuyau	Aqueduc-grille
Avantages	Aucun obstacle sur la chaussée Bonne évacuation des eaux de ruissellement collectées dans un fossé ou un petit vallon	Possibilité de recueil des eaux de surface Facilité d'entretien
Points de vigilance	Difficultés d'entretien Risques fréquents d'obstruction si l'ouvrage est sous-dimensionné pour des épisodes exceptionnels	Risques vis-à-vis de la sécurité des usagers (vélo, VTT, animaux)

5_Radier submersible en béton (voir fiche sur les ouvrages de franchissement)

Les radiers sont efficaces en montagne. Ils permettent une bonne protection de la route lors de précipitations abondantes (canalisation des eaux de ruissellement en provenance d'un talweg, par exemple).



Christian Beilin, ONF

VOIR ITTR
n° 92 – CREA-F1
page 145
ET ITTR
n° 92 – CREA-F2
page 146

Radier submersible aménagé au niveau d'un talweg avec un aqueduc tuyau pour l'évacuation de l'eau du fossé amont

OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT DES COURS D'EAU OU TALWEGS

→ OBJECTIFS

Les cours d'eau situés à l'intérieur d'un bassin-versant forment **un réseau dont l'intégrité doit être conservée**. Les ouvrages de franchissement doivent prendre en compte le maintien de cette intégrité (lit et berges).

Il s'agit également de maintenir le déplacement des espèces et des sédiments c'est-à-dire d'**assurer la continuité écologique⁴, tout en permettant aux ensembles routiers de franchir ces cours d'eau**.

La loi sur l'eau et le maintien de la continuité écologique ne s'appliquent qu'aux cours d'eau identifiés comme tels.

→ CHAMPS D'APPLICATION

Ne sont pas traités dans cette fiche les ouvrages temporaires (tuyaux PEHD posés dans le lit d'un cours d'eau, pont démontable, passage à gué en période d'étiage)

Seuls les ouvrages permanents de franchissement de cours d'eau ou de talwegs sont présentés dans cette fiche.

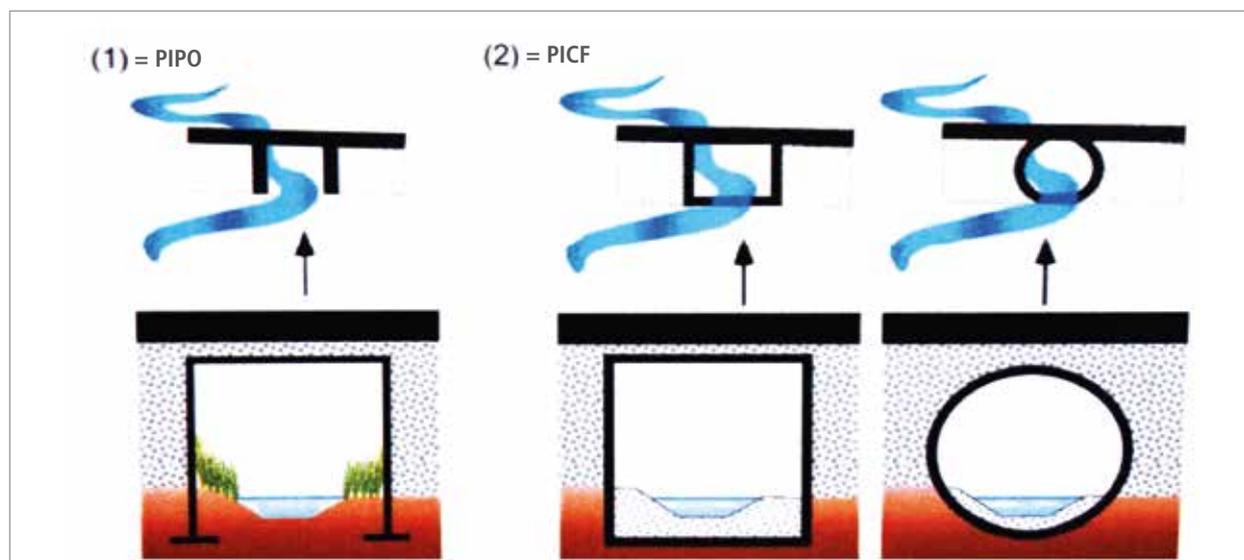
→ MÉTHODE OU TECHNIQUES OU ÉQUIPEMENTS

Le choix du type d'équipement dépend de la morphologie du site et de son accessibilité, de la section et de la composition du lit, de la nature des berges, des enjeux écologiques, des débits qui vont transiter à travers l'ouvrage.

Pour les aspects écologiques, il est conseillé de se rapprocher du réseau Eau de l'ONF.

La pente du cours d'eau doit également être prise en compte : une forte pente va se traduire par des vitesses d'écoulement élevées et pourra provoquer localement des phénomènes d'affouillement et d'érosion. En revanche, si l'ouvrage est aménagé dans un secteur où la pente est faible, les écoulements seront plus lents et des problèmes de sédimentation pourront apparaître.

Les ouvrages se répartissent en **deux grands types** : **passage inférieur en portique ouvert (PIPO)** et **passage inférieur en cadre fermé (PICF)**.



Quand cela est possible, d'un point de vue écologique, l'utilisation des PIPO (arches, ponts) sans assise dans le lit mineur est à privilégier car elle maintient l'intégrité physique du lit de la rivière (substrat, pente naturelle). Cette recommandation est d'autant plus importante à prendre en compte pour les cours d'eau à fort enjeux écologiques. Les ouvrages ouverts sont également à prévoir en cas de contexte érosif ou de pente de plus de 3 % ou encore pour les sections de plus de 4 m². Les ouvrages fermés peuvent être utilisés dans les milieux à faibles enjeux hydrauliques et écologiques.

⁴ Continuité écologique : possibilité de circulation des espèces animales et bon déroulement du transport des sédiments

INFO PRATIQUE

Comment travailler pour protéger le cours d'eau ?

- Mettre en place des ouvrages ne nécessitant pas d'intervenir dans le lit mineur.
- Utiliser des éléments préfabriqués neutres chimiquement.
- Travailler à sec
 1. En travaillant par demi-largeur de cours d'eau par mise en place d'un merlon (levée constituée de graves propres) isolant le cours d'eau de la zone de réalisation de la tranchée.
 2. En travaillant sur toute la largeur du cours d'eau par réalisation d'une dérivation provisoire *via* un aqueduc ou par le biais d'une tranchée ouverte.

Pour ce faire, un batardeau est réalisé en tête de dérivation avec des matériaux inertes :

- **utiliser des barrages constitués de matière autre que la terre, notamment des barrages mobiles remplis d'eau, des sacs de graviers ou de sable, des blocs de béton, des murets d'acier ou de bois, des graves propres, des palplanches ou d'autres moyens appropriés pour isoler le chantier ;**
- **ces installations doivent pouvoir être retirées facilement en cas de crue.**

Dans le cas de mise en œuvre de ciment, des mesures doivent être prises pour éviter tout écoulement lors de la phase de travaux. Pour cela, une attention particulière est de rigueur lors du coulage du béton ainsi que lors des activités de nettoyage du matériel ayant servi à sa fabrication. En aucun cas, les eaux issues du lavage de ces matériels ne doivent retourner dans le ruisseau.

En complément, voir "POINTS DE VIGILANCE " page 98

LES PRINCIPES DE BASE À RESPECTER SONT LES SUIVANTS :

- dimensionnement adapté aux débits et au lit de la rivière : il s'agit par exemple de permettre la nage des poissons, avec des vitesses compatibles avec les capacités des espèces, ou bien un tirant d'eau suffisant à l'étiage ;
- lit constitué de matériaux similaires au substrat naturel (d'une épaisseur de 30 cm dans les ouvrages à fond artificiel), permettant le passage de la faune ;
- absence de chute en aval de l'ouvrage ;
- une pente en accord avec la pente de la rivière ;
- un tirant d'air suffisant pour éviter la mise en charge de l'ouvrage lors des crues ; il s'agira aussi pour les espèces d'optimiser l'éclairage naturel et de rendre progressives les variations d'intensités lumineuses ;
- une intégration dans le contexte d'évolution morphologique du cours d'eau pour éviter des phénomènes d'érosion.

1_AQUEDUCS

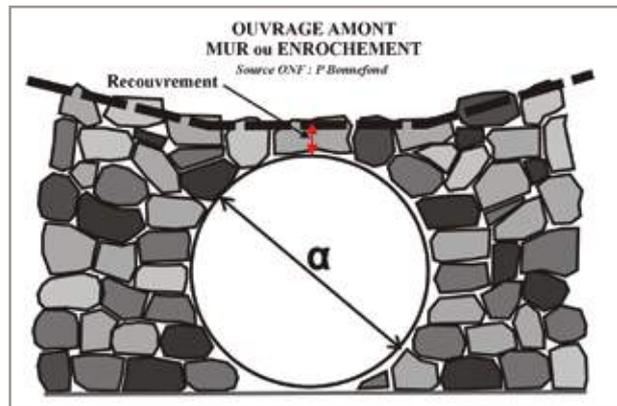
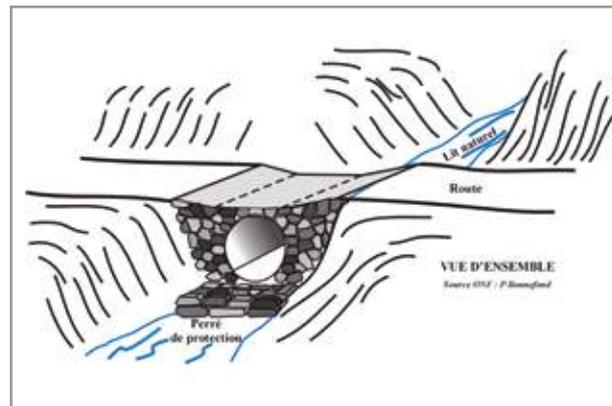
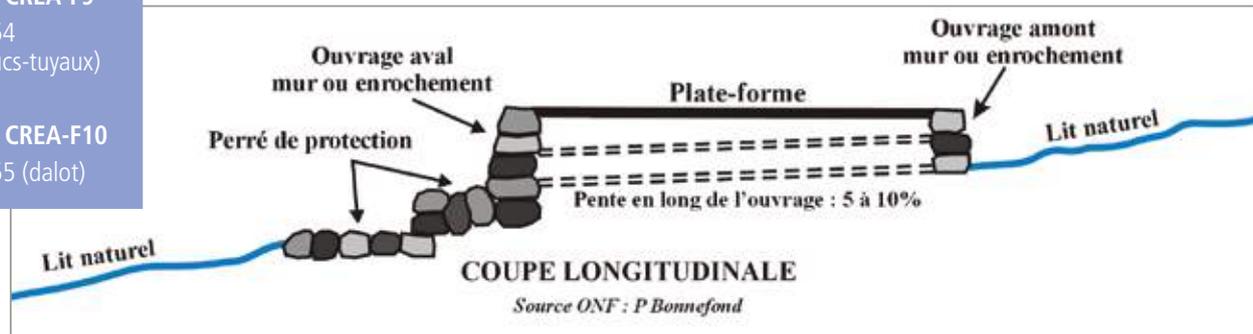
CARACTÉRISTIQUES

Ouvrage permettant le passage des eaux en souterrain, à travers un **profil circulaire, rectangulaire, arqué, ovoïde, construit en béton armé (135 A), en acier ou en PEHD** : tuyaux, dalots.

Diamètre ou section compris entre 600 et 2000 mm.

Constitution par assemblage de plusieurs éléments ou ouvrage entier.

VOIR ITTR
n° 92 – CREA-F9
page 154
(aqueducs-tuyaux)
et ITTR
n° 92 – CREA-F10
page 155 (dalot)



MISE EN ŒUVRE D'UN AQUEDUC-TUYAU EN FRANCHISSEMENT DE TALWEG OU DE COURS D'EAU

- nivellement et compactage du fond de fouille en respectant les pentes du projet ;
- pose, si besoin, d'une couche d'assise de sable ou tout venant, éventuellement d'un béton de propreté pour les ouvrages en béton ;
- pose et/ou assemblage des éléments, suivant une pente en accord avec celle du cours d'eau ;
- remblaiement en granulats compactés respectant les hauteurs minimales et maximales préconisées par le fournisseur ;
- construction de têtes d'aqueduc amont aval (enrochement maçonné...);
- si besoin, construction d'un ouvrage dissipateur d'énergie à l'aval.

.....
ATTENTION : si la continuité écologique est exigée par les services en charge de la gestion des milieux aquatiques lors du franchissement d'un ruisseau, la pose de l'aqueduc doit être telle qu'elle évite une chute d'eau ou une lame d'eau insuffisante, une pente trop forte ou un substrat inadapté à la migration des espèces. Les exemples ci-dessous sont défavorables à la continuité écologique.



L'ouvrage devra être positionné au plus près de la pente naturelle du cours d'eau. Lorsque ce type d'ouvrage est envisagé, les aqueducs carrés sont à privilégier car ils limitent la mise en charge et fournissent une meilleure luminosité que les aqueducs ronds.

DIMENSIONNEMENT

Le **dimensionnement structurel** (stabilité interne) n'est pas nécessaire, en revanche il convient de respecter les conditions de mise en œuvre imposées par les fabricants concernant en particulier :

- la qualité de l'assise en fond de fouille ;
- la mise en place d'un dispositif de drainage ;
- la mise en place de dispositif anti-affoulement ;
- la nature et la hauteur des matériaux de remblais ;
- Etc..

Le **dimensionnement hydraulique** à « dire d'expert » est une approche possible. **Il s'agit d'observer les ouvrages de franchissements existants sur des basins versants identiques ou similaires.**

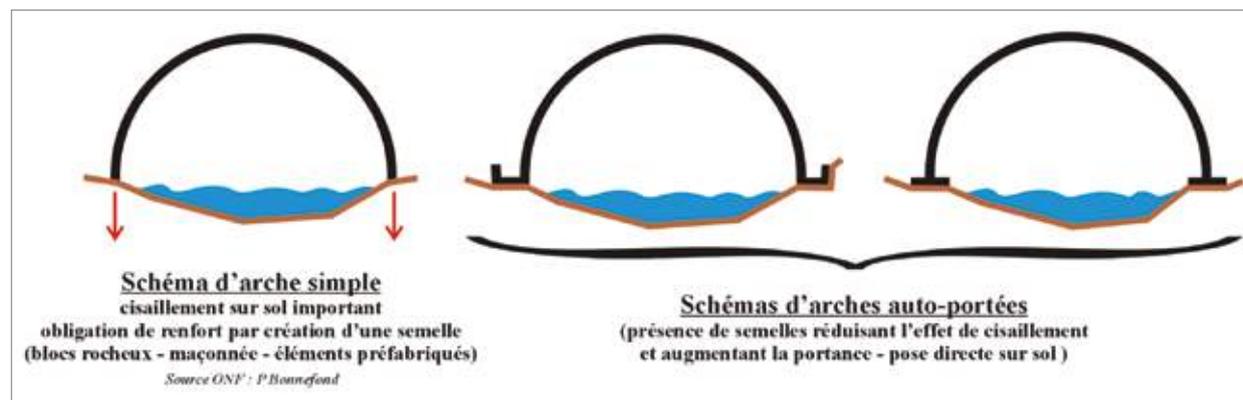
Toutefois, pour des calculs de dimensionnement précis, lesquels sont souhaitables, il est recommandé de consulter un spécialiste en hydraulique, comme par exemple les hydrauliciens des services ONF RTM (cf. NDS n° 15-G-1963).

2_ARCHES MÉTALLIQUES

CARACTÉRISTIQUES

Demi-tuyau posé dans le cours d'eau, contre les berges, en respectant le lit mineur. Il existe actuellement deux modèles :

- arche autoportée, ne nécessitant pas de fondation et utilisable dès que le fond est suffisamment stable ;
- arche classique (métallique ou PEHD) nécessitant la réalisation de semelles d'appui en béton ou constituées de blocs rocheux ou d'éléments préfabriqués.



Arche métallique classique ARMCO en forêt domaniale de Au Duc (89)

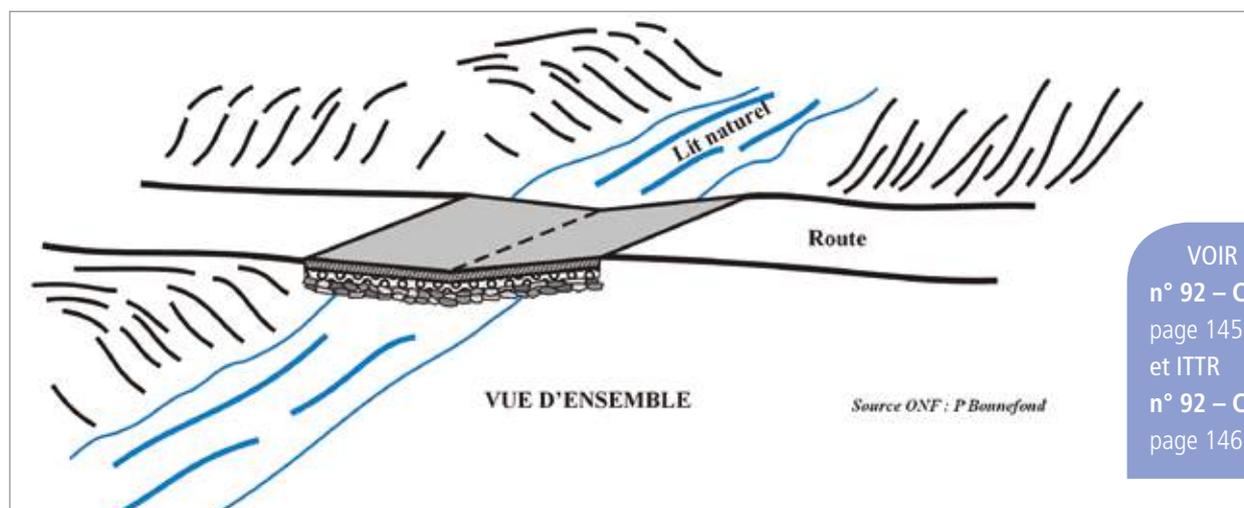
3_RADIERS SUBMERSIBLES EN BÉTON ARMÉ

CARACTÉRISTIQUES

Ouvrage de franchissement **submersible en béton**, établi sur le lit du talweg ou du cours d'eau, permettant l'écoulement des eaux à l'air libre et le passage des véhicules. Un radier est à intégrer dans une inflexion du profil en long de la route, pour faire un passage « en berceau », en point bas, au niveau de traversées de cours d'eau ou de talweg, susceptibles ou non de générer du transport solide.

En cas de continuité écologique exigée, le radier (recouvrant) sera associé à un aqueduc-tuyau (cf. point 4 ci-après). Bien conçus et dimensionnés, ils sont efficaces (bonne protection de la route en cas d'épisodes torrentiels) et durables.

NB : le béton armé utilisé en montagne doit résister au sel et aux eaux sulfatées (cf. fiche technique S "Ouvrages de soutènement").



VOIR ITRR
n° 92 – CREA-F1
page 145
et ITRR
n° 92 – CREA-F2
page 146



Radier submersible en forêt domaniale de Malmontet (30)

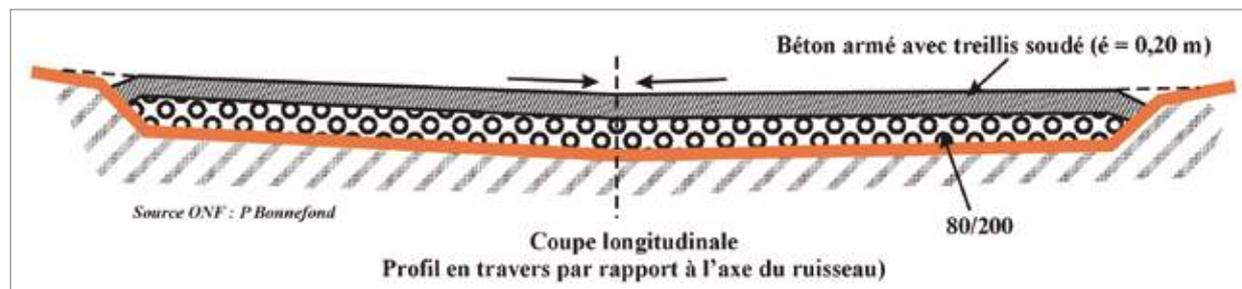
Christian Belin, ONF

MISE EN ŒUVRE D'UN RADIER

Il doit être **correctement armé** et **mis en œuvre avec un profil en long** (suivant l'axe de la route) **curviligne**. La longueur de l'ouvrage, selon l'axe de la route, doit être suffisante afin d'éviter l'affouillement sur les bords lors du passage de l'eau, laquelle pourrait alors soulever voire déplacer le radier. Le radier doit donc occuper la totalité de la surface concernée par le franchissement du talweg, en débordant d'environ 2 m de part et d'autre du lit constaté.

L'ouvrage doit être suffisamment proche du niveau du lit de la rivière pour ne pas risquer de constituer un barrage.

Un exemple de radier



	Exemple sur substrat non porteur	Substrat porteur (type Cévennes)
EXEMPLE CI-DESSUS	ITTR n° 92 – CREA-F1 (radier conseillé par RTM)	ITTR n° 92 – CREA-F2
Terrassement : décapage, égalisation du fond de fouille avec une pente en travers de 5 à 10 % sur 80 cm d'épaisseur	Terrassement	Terrassement : création d'un revers d'eau de 6m de longueur minimum et 30 cm de flèche au centre
Radier : fourniture et mise en place d'une couche de fondation en matériaux sains (galets de rivière, pierres cassées...) sur 0,50 m d'épaisseur	Mise en place d'une semelle en béton armé : 30 cm de béton dosé à 350 kg de CPA CEM I 52.5 PM ES par mètre cube, sur treillis soudé (fer de 9 mm en maille de 100 x 100)	Mise en place d'encrochements calibrés en amont et en aval du radier , avec blocs dissipateurs d'énergie à l'aval en pied de chute d'eau
Dalle de roulement : mise en place de 30 cm de béton dosé à 350 kg/m ³ sur treillis soudé (pente et contre pente - dévers aval)	Mise en place des encrochements liés sur 45 cm d'épaisseur – dévers aval	Mise en place d'un béton fibré sur 20 cm d'épaisseur avec une pente de 4 % orientée vers l'aval
Protection amont : entonnement constitué de 2 rangées de pierres ou blocs destinés à assurer l'accompagnement des eaux vers le centre du radier	Mise en place si nécessaire d'un parefouille ou blocs dissipateurs d'énergie à l'aval	
Déversoir : perré repris dans la maçonnerie du radier et d'une longueur suffisante pour accompagner les eaux jusqu'au niveau du lit naturel		



Mise en œuvre d'un radier en béton armé en Savoie



ONF

4_RADIERS SUBMERSIBLES EN BÉTON ARMÉ SUR AQUEDUC-TUYAU

CARACTÉRISTIQUES

Ouvrage de franchissement d'un cours d'eau permanent de faible largeur par mise en place **d'un ou plusieurs aqueducs-tuyau et d'un radier béton recouvrant** (remplissage béton entre les tuyaux). Ce dispositif assure la continuité écologique. Il faut veiller toutefois à ne pas créer de chute d'eau à la sortie.

En cas de fortes précipitations, la mise en charge de l'aqueduc peut engendrer une submersion complète de l'ouvrage (conçu pour cela), il convient donc de soigner les protections amont et aval (entonnement empierré...) et de respecter un profil en long des raccordements qui évite tout débordement sur la chaussée de part et d'autre.

INFO PRATIQUE

Dans le cas d'un aqueduc-buse multiple, l'ouvrage comprend un alignement de buses de profil généralement cylindrique, disposées parallèlement à la direction d'écoulement du cours d'eau, d'un diamètre compris entre 400 et 800 mm. Cette série d'aqueducs est totalement recouverte par un radier béton, lequel vient se raccorder de part et d'autre sur la chaussée. Des protections latérales, amont et aval, peuvent compléter l'ouvrage.

Ce type de radier avec plusieurs aqueducs en parallèle **n'est pas recommandé** : ces aqueducs se bouchent facilement et leur nettoyage est difficile. **Il faut privilégier un aqueduc unique de diamètre adapté.**

MISE EN ŒUVRE D'UN RADIER RECOUVRANT UN AQUEDUC TUYAU

Cf point 3 ci-dessus + ITTR n° 92 – CREA-F9

NB : ce type d'ouvrage nécessite des études de dimensionnement des aqueducs. Il est recommandé de consulter un hydraulicien des services ONF RTM (cf. NDS n° 15-G-1963).



Christian Bellin, ONF

5_ LES PONTS

On appelle « **pont** » un ouvrage dont la portée (distance entre deux appuis) est supérieure à 1,5 mètre par opposition aux ponceaux. Les risques sur les ponts étant plus importants (vie humaine, coût de construction, etc.), il est souvent nécessaire de faire appel à des bureaux d'études spécialisés pour leur dimensionnement. De plus, une procédure de suivi et d'inspection doit être mise en place.

QUELQUES ÉLÉMENTS DE VOCABULAIRE

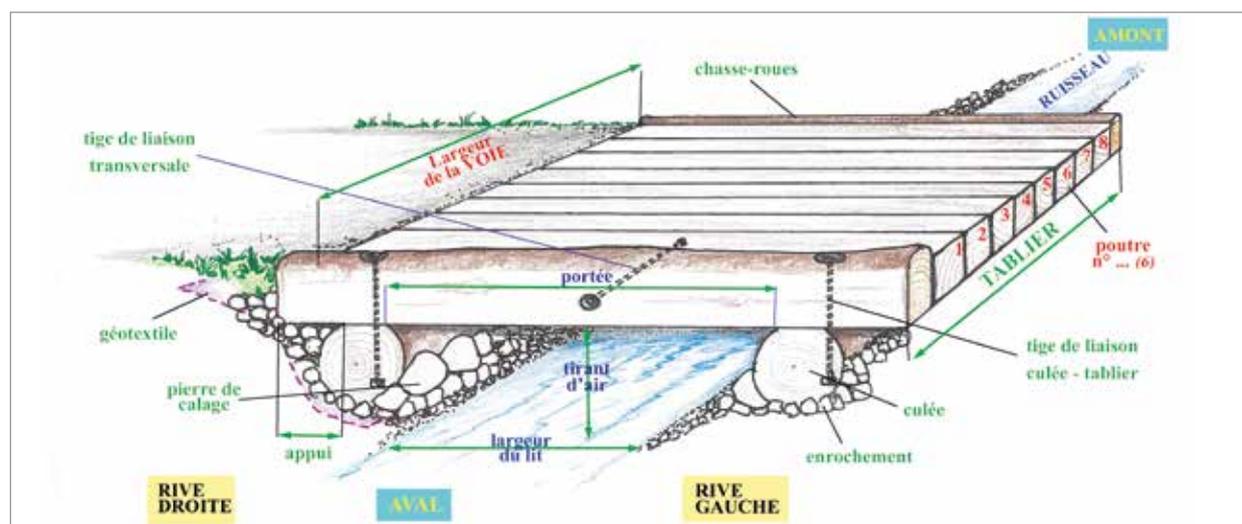
- Tablier : partie horizontale de l'ouvrage.
- Appui : partie de l'ouvrage sur lequel repose le tablier et faisant l'interface avec le sol.
- Culée : appui au niveau des extrémités du tablier.
- Pile : appui intermédiaire situé entre les culées (à éviter en territoire de montagne).
- Portée : distance entre deux appuis consécutifs.

→ LE « PONT TYPE » ONF – STRUCTURE PRINCIPALE EN BOIS (PORTÉE MAXIMUM DE 5 MÈTRES)

Afin de résoudre les problèmes liés aux franchissements de faibles longueurs, l'ONF a développé des ouvrages robustes, avec une mise en œuvre rapide, et pour lesquelles une assistance technique sur la conception ou la réalisation peut être obtenue par simple sollicitation du chef produit « ouvrages bois ».

.....
 À noter que la mise en œuvre s'effectue sans toucher au lit mineur du cours d'eau ce qui favorise l'utilisation de ce type de technique dans les torrents à enjeux écologiques.

VOIR ITTR
 n° 92 – CREA-F8
 page 153



Patrick Schwitz, ONF

Mise en œuvre d'un pont type ONF

1. Confection des culées : terre, bois, pierre, béton.
NB : pour assurer la pérennité de l'ouvrage, les culées en béton et maçonneries sont recommandées
2. Mise en place des poutres principales (exemple : billons en douglas de 30 à 35 cm de diamètre, sciés sur 2 faces) et poutres latérales avec pré-perçement pour passage des tirants.
3. Mise en place des tirants traversant latéralement l'ouvrage permettant de plaquer les poutres entre elles et ainsi répartir l'effort.
 – Variante : pour des franchissements de très faible longueur (2 mètres maximum), possibilité de remplacer les tirants par une croix de Saint-André en bois disposée en sous-face de l'ouvrage, cf. ponceau du Morvan (ITTR 92 – CREA-F8).
4. Serrage des tirants (mise en place d'écrou avec contre-écrou, les tirants devant dépasser de deux filetages minimum du contre-écrou).

.....
 À noter par ailleurs qu'une campagne de resserrement des écrous doit être mise en œuvre un an après la réalisation de l'ouvrage (le retrait du bois entraînant parfois des jeux d'assemblages ne permettant pas un fonctionnement normal de la structure).

Fourniture des bois

Les bois seront préférentiellement prélevés localement.

Les essences françaises utilisables pour la constitution du tablier sont : Robinier faux-acacia, Chênes, Chataignier, Mélèze, Douglas.

Les essences françaises utilisables pour la constitution des appuis sont : Robinier faux-acacia, Chênes, Chataignier.

.....
À noter que l'utilisation d'autres essences est possible mais le prescripteur devra intégrer dans sa programmation le fait que l'ouvrage aura une durée de vie réduite.

Pour plus d'information sur la durabilité des bois en fonction de l'essence, il est possible de consulter le fascicule de documentation FD P 20-651 en se rapprochant des services RTM ou le guide technique « Ouvrages bois double paroi – Conception/Durabilité/Dimensionnement » dont la parution est programmée en 2016.

→ LES PONTS PRÉFABRIQUÉS EN ÉLÉMENTS DE BÉTON ARMÉ

Au même titre que le « pont type », les ouvrages constitués d'éléments préfabriqués en béton permettent de résoudre les problèmes liés aux franchissements de faibles longueurs tout en gardant la robustesse et une mise en œuvre rapide.

Le dimensionnement est généralement réalisé par le fournisseur et il convient de s'assurer que ce dernier a bien pris en compte la nature et la fréquence du trafic forestier dans sa note de calculs.

.....
Exemple 1 : Pont modulaire en éléments béton préfabriqués normalisés

.....
Exemple 2 : Pont en éléments béton préfabriqués avec murs de soutènement en T renforcés par une maçonnerie armée

VOIR ITTR
 n° 92 – CREA-F3
 page 147



VOIR ITTR
 n° 92 – CREA-F4
 page 148

Franchissement du Chaudronnier en Forêt domaniale d'Orléans

Benoit Garnier, ONF

Cette technique innovante a été mise en œuvre en 2015 en forêt domaniale d'Orléans. Elle peut convenir à certaines situations de montagne.

Exemple 3 : Ponceau en 12 éléments préfabriqués en béton armé, préservant le lit mineur

Particulièrement adaptée aux sols argilo-limoneux, cette technique innovante et brevetée a été développée en 2014 en Franche-Comté par l'entreprise BONGARZONE, dans le cadre d'un dossier lié à la Loi sur l'eau.

L'ouvrage se compose de 5 éléments pour constitution de chaque culée et de 2 éléments pour la plate-forme, dégageant un espace sur ruisseau de 200 cm x 80 cm. La stabilité est assurée par un ouvrage poids de 23 T avec une répartition des charges sur 12,8 m², mis en place au moyen d'une pelle munie d'une pince. L'ouvrage est modulable en hauteur selon le débit et la profondeur d'ouvrage.

VOIR ITTR
n° 92 – CREA-F7
page 152



Patrick Bonnelond, ONF

Par ailleurs, comme pour le « pont type » ONF, la mise en œuvre s'effectue sans toucher au lit mineur du cours d'eau. Afin de se prémunir des risques d'affouillement des appuis, la base des culées doit se situer en dessous du niveau du lit.

→ LES AUTRES PONTS

La typologie d'ouvrage possible en structure mixte étant trop large pour être listée, un tableau récapitulatif des avantages et inconvénients de chaque matériau de construction est fourni ci-dessous afin d'aider le prescripteur dans ses choix techniques.

À noter que ces ouvrages étant souvent spécifiques du fait du contexte local (brèche à franchir, qualité des sols et appuis, nature du trafic, etc.), l'utilisation d'un bureau d'études spécialisé indépendant est systématiquement nécessaire. De plus, dans le cas d'ouvrages importants, un bureau de contrôle peut être mandaté pour s'assurer de la qualité du projet proposé.

Matériau	Avantages	Inconvénients
Bois	Mise en œuvre Rapport poids/performance permettant de réduire les charges sur les appuis (et limiter l'affaissement de la structure) Ressource locale Coûts matière première	Durabilité réduite de certaines essences
Béton	Durabilité (si choix adapté des constituants et préparation maîtrisée) Poids	Poids (coût de transport et descente de charge plus importante sur appuis) Mise en œuvre complexe (étalement, coffrages...)
Acier	Mise en œuvre Préfabrication des poutres Durabilité (si choix adapté d'un dispositif de protection par peinture)	Poids (coût de transport)
Maçonnerie	Durabilité Robustesse	Mise en œuvre plus longue Main-d'œuvre qualifiée rare

.....
Exemples de structure mixte



Kathy Baldini, ONF



Pont avec culée en béton armé, poutres principales en acier et platelage transversal en bois sur la route forestière de La Trappe à Passy (74)

- Tablier avec poutrelles métalliques et platelage en bois
- Appuis en enrochements ou murs maçonnés

.....
Exemple d'ouvrage multimatériaux en forêt communale de Passy

Contexte du franchissement : falaise, faille rocheuse, changement de géologie, chutes de blocs fréquentes et portée de franchissement de 8 m.

VOIR ITTR
n° 92 – CREA-F5
page 150

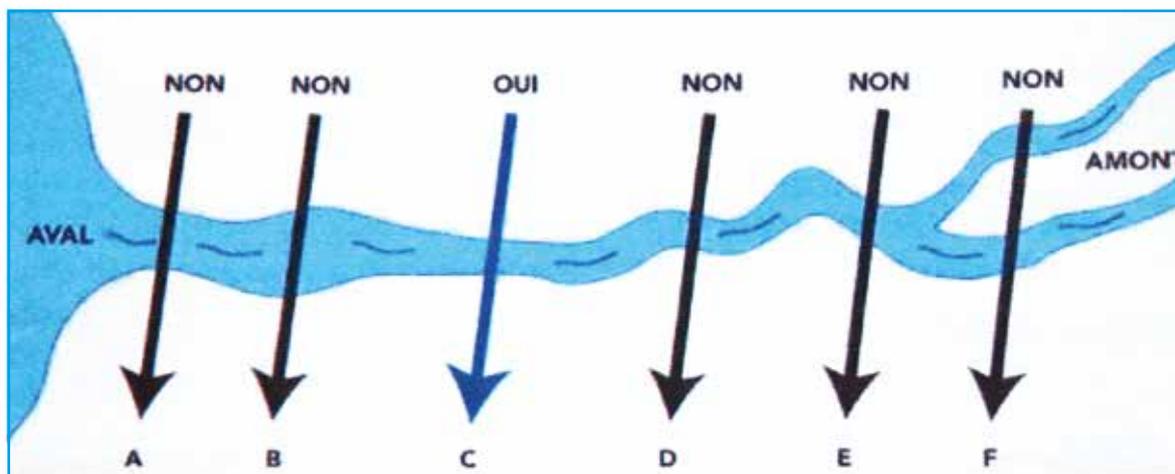
Choix de la structure

- **Culées en béton armé ancrées dans le rocher** pour la stabilité de l'ouvrage.
- **Poutres principales en acier** : facilité de mise en œuvre, forte résistance mécanique, possibilité de mettre plusieurs poutres pour une meilleure distribution des contraintes, et remplacement facilité, en particulier en cas de chute de blocs.
- **Platelage transversal en bois** : facilité d'entretien lors de chute de blocs, diminution du poids propre de la structure et donc des fondations, prix avantageux par rapport au béton armé.

→ POINTS DE VIGILANCE

- **Limiter le nombre de traversées** et les implanter dans les **parties les plus rectilignes** des cours d'eau.
- **Implanter les traversées perpendiculairement au ruisseau.**

.....
Où franchir un cours d'eau ? (d'après illustration de la Sté de la faune et des parcs du Québec)



- A La proximité d'un cône de déjection augmente le risque d'engravement lié au phénomène de divagation torrentielle.
 B Les secteurs trop larges nécessitent des ouvrages importants avec pilier dans le lit.
 C Zone propice à l'installation d'un ouvrage de franchissement
 D Les zones sinueuses sont propices aux phénomènes d'érosion de berge
 E Les confluences nécessitent une analyse du fonctionnement hydraulique
 F Dans la zone amont, les cours d'eau sont plus étroits et le débit plus faible mais cela impose la réalisation de plusieurs ouvrages

- **Bien dimensionner les ouvrages** (prendre l'attache de spécialistes).
- Définir les **points critiques** et **points d'arrêt au CCTP**.
- **Choisir des qualités de matériaux adaptés au contexte local** (durabilité) et répondant aux exigences du dimensionnement (résistance caractéristique minimum).

.....
Nota : la fiche technique S « ouvrages de soutènement » ci-après donne les caractéristiques du béton adapté au contexte de montagne

- **Vérifier l'implantation des culées** (écartement, alignement et coaxialité).
- **Vérifier le ferrailage et le coffrage des culées** : propreté, dimensions, nombre, enrobages... (point d'arrêt).
- **Validation du béton livré** par lecture du bon de livraison et obtention des résultats d'essais de compression sur éprouvettes à 28 jours.
- **Vérification de la qualité des ancrages** et de leur positionnement dans le rocher (essai de traction).
- **Précautions à prendre afin d'éviter les nuisances au milieu naturel** (cf. Infopratique p. 99 et ci-dessous) :
 - a) **éviter le départ de matières en suspension (M.E.S.) dans le cours d'eau.**
Un filtre composé de blocs de pouzzolane ou tout autre barrage filtrant (botte de paille...) peut être mis en place en aval.

b) maîtriser et limiter l'intervention des engins de chantier

Les engins intervenant sur le chantier sont préalablement révisés et en bon état d'entretien afin d'éviter tout risque de pollution par des défaillances du système hydraulique, des fuites d'huile ou d'hydrocarbures.

La circulation des engins dans l'eau est limitée au strict minimum, le mieux est de travailler à sec.

Les engins et autres véhicules sont stationnés en dehors de la zone de crue pendant les périodes d'inactivité.

Le ravitaillement des engins de chantier est réalisé sur une aire étanche aménagée à cet effet.

Toute opération d'entretien des engins de chantier et des véhicules est interdite sur le site.

Le stockage des carburants et autres produits toxiques se fait hors zone du chantier sur une aire étanche afin de prévenir toute fuite dans le cours d'eau.

Les éventuels réservoirs d'hydrocarbures et de tout autre produit, susceptibles de provoquer une pollution des eaux ou du sol, présents sur le site pour la durée des travaux devront être placés sur des bacs de rétention spécialement aménagés.

c) remettre en état les lieux

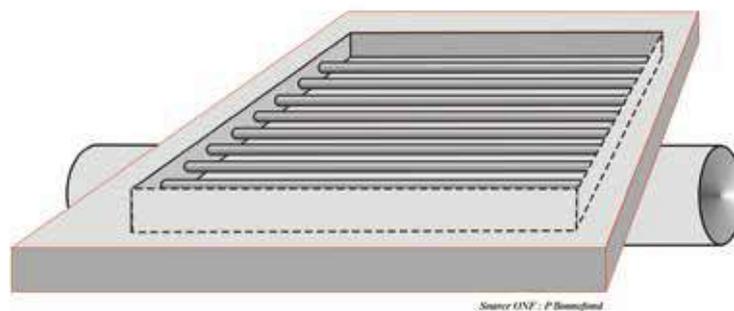
À la fin des travaux, les berges sont remises en état, stabilisées et végétalisées.

Tous les dispositifs de chantier sont retirés de la zone : barrages, batardeaux, dispositifs de décantation, accès divers et résidus de chantier.

Avant de retirer les barrages, il est impératif d'enlever les sédiments et les déchets accumulés dans le secteur isolé.

INFO PRATIQUE**Franchissement d'un cours d'eau et pâturage : le passage canadien**

Coût indicatif : 4 000 € à 8 000 €



Passage canadien sur route sylvopastorale de Darbon à Vacheresse (74) et sur route forestière dans une forêt communale (01)

OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT

Une étude géotechnique et/ou de dimensionnement des ouvrages peut être nécessaire (cf. fiche technique G « Études géotechniques »). Il convient toujours de faire appel à des spécialistes comme les collègues des services RTM (cf. NDS n° 15-G-1963).

→ OBJECTIFS – INTRODUCTION

Obtenir une stabilisation des talus amont et apporter un soutien aux talus avals

Permettre d'élargir la plate-forme à l'aval

Soutenir un ouvrage de franchissement

LES OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT LES PLUS RÉPANDUS SUR LES ROUTES FORESTIÈRES SONT :

- les enrochements libres (ou enrochements secs);
- les enrochements bétonnés (ou enrochements maçonnés)
- les murs en bois
- les structures en béton armé préfabriquées ou en béton coulé en place
- les gabions (grillage + pierres).

À noter que seuls les ouvrages de soutènement en bois double paroi (cf. ci-après) font l'objet de travaux de recherche et développement au sein de l'ONF, acteur majeur du développement de cette technologie et référent dans la conception de ce type de structure.

Il convient de se rapprocher des services RTM pour obtenir :

- la note de calcul (dimensionnement);
- les dispositions constructives;
- les règles de mise en œuvre;
- une assistance technique pour la réalisation des plans d'exécution;
- un CCTP type « ouvrages bois ».

→ CHAMPS D'APPLICATION

L'étude d'opportunité identifie les passages obligés tels que les talwegs, cours d'eau, torrents, couloirs d'avalanche nécessitant un ouvrage de soutènement.

LES OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT S'APPLIQUENT AUX SITUATIONS SUIVANTES :

- instabilité du substrat géologique;
- risque de glissement de talus;
- talus à forte pente dans des sols plutôt meubles ou avec problème hydrogéologique;
- forte présence d'eau dans le sol ou matériau sensible à l'eau;
- érosion importante;
- passage de talweg, combe, ravine, torrent, ruisseau, rivière...
(soutènement combiné avec un ouvrage de franchissement, cf. fiche technique E2);
- élargissement de la plate-forme vers l'amont ou l'aval.

→ MÉTHODE OU TECHNIQUES OU ÉQUIPEMENTS

1_Étude géotechnique (voir aussi fiche technique G)

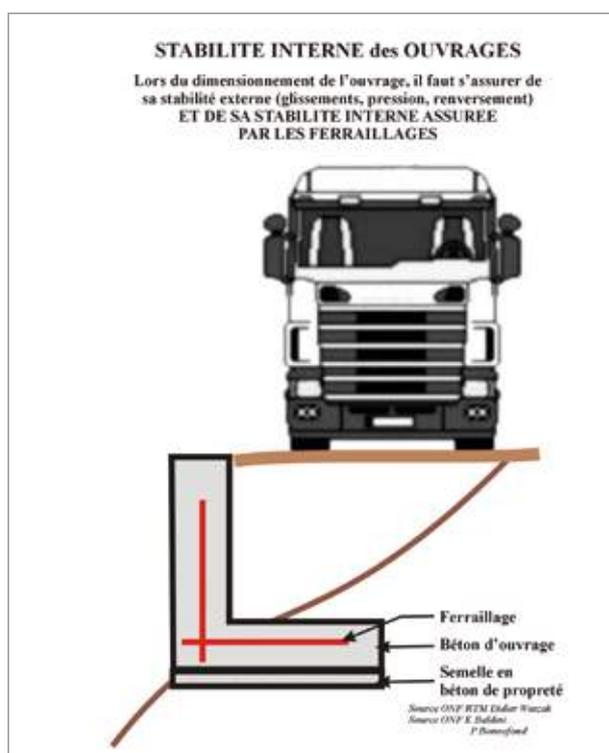
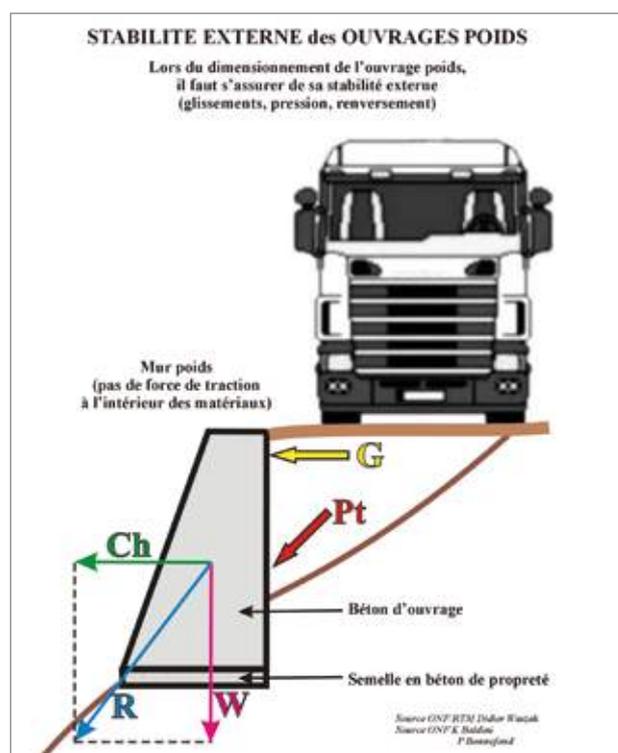
Elle a pour but le dimensionnement de l'ouvrage visant à sa stabilité interne et externe en arrêtant les cotes, la hauteur, le fruit, etc.

INFORMATIONS À FOURNIR AU BUREAU D'ÉTUDES PAR LE MAÎTRE D'OUVRAGE OU LE MAÎTRE D'ŒUVRE :

- caractéristiques techniques du site (combe, talweg, couloir d'avalanches...);
- présence d'eau dans le sol, nappe d'eau, ruisseau, torrent...;
- caractéristique de la circulation (grumier + charge);
- évaluation du volume de neige (couloir d'avalanche);
- techniques de soutènement possible (choix esthétique du maître d'ouvrage), hauteur de l'ouvrage et longueur à traiter.

RÉSULTATS ATTENDUS DE L'ÉTUDE :

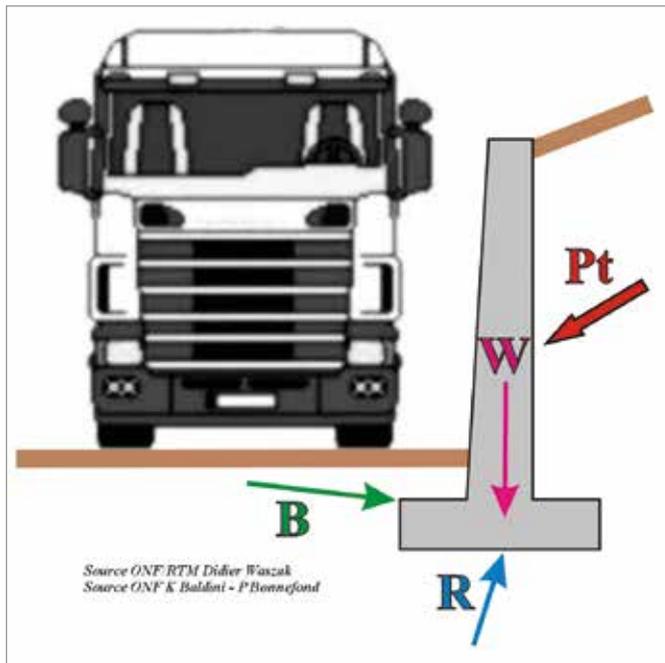
- définition des caractéristiques techniques pour la stabilité interne de l'ouvrage (éviter la rupture des éléments constitutifs de l'ouvrage sous l'action des forces extérieures);
- définition des caractéristiques techniques pour la stabilité externe de l'ouvrage (éviter le renversement, l'instabilité d'ensemble, le poinçonnement, le glissement);
- définition des côtes de l'ouvrage : hauteur, épaisseur et fruits de l'ouvrage.

2_Forces en présence dans les talus**TALUS AVAL**

- Pt** Poussée des terres du massif et poussée hydrostatique (eau)
W Poids de l'ouvrage
Ch Composante horizontale de la poussée des terres
R Résultante des forces
G surcharge routière

Remarque : Dans le cas d'un ouvrage en L, la semelle arrière doit également être vérifiée vis-à-vis de sa stabilité interne (ferraillage à calculer par un bureau d'étude)

TALUS AMONT



- Pt** Poussée des terres du massif et poussée hydrostatique (eau)
- W** Poids de l'ouvrage
- B** Butée, résistance au basculement
- R** Résistance au glissement

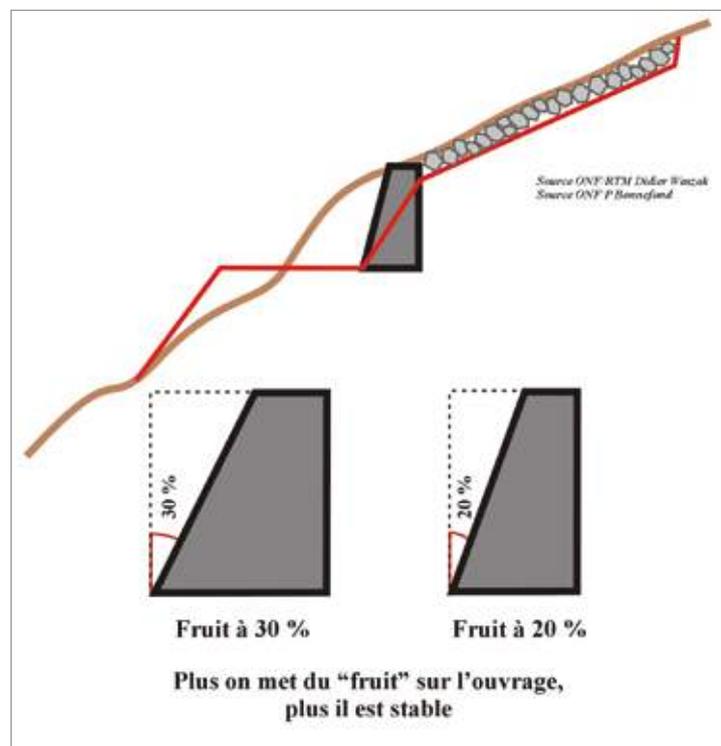
3_Caractéristiques communes des ouvrages

NOTION DE FRUIT D'UN OUVRAGE

Le fruit amont ou aval d'un ouvrage est une caractéristique géométrique permettant de :

- augmenter la largeur en pied d'ouvrage et donc la surface en contact avec le sol (meilleure répartition des contraintes et meilleure stabilité de l'ouvrage) ;
- excentrer la résultante verticale pour limiter le poinçonnement du sol ;
- réduire l'effort de poussée du talus amont.

Ainsi, le fruit d'un ouvrage de soutènement définit la raideur du parement. Il correspond à l'inverse de la pente de telle sorte que : **Fruit = 1/Pente = H/V**
C'est-à-dire qu'un mur avec un fruit de 20 % a une largeur qui augmente de 20 cm par mètre de hauteur.



Exemples de fruits d'ouvrage à 30 % et 20 %

Remarque : le fruit d'un ouvrage peut-être défini pour son parement aval comme pour son parement amont

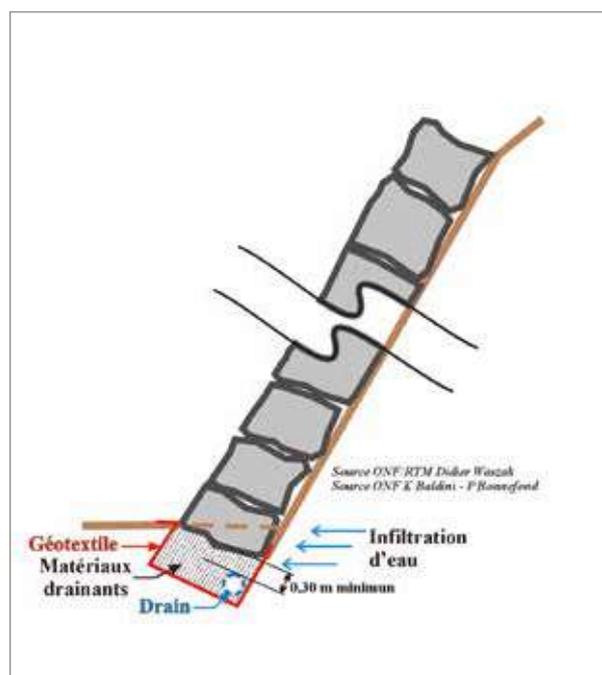
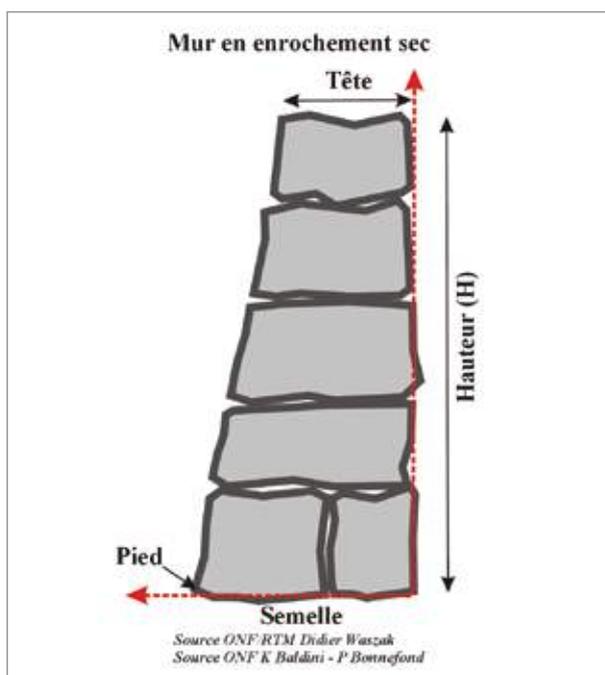
SEMELLE DE L'OUVRAGE

Terrassement de la semelle de façon à avoir une assise plane avec dans certains cas une contre-pente ou une butée.

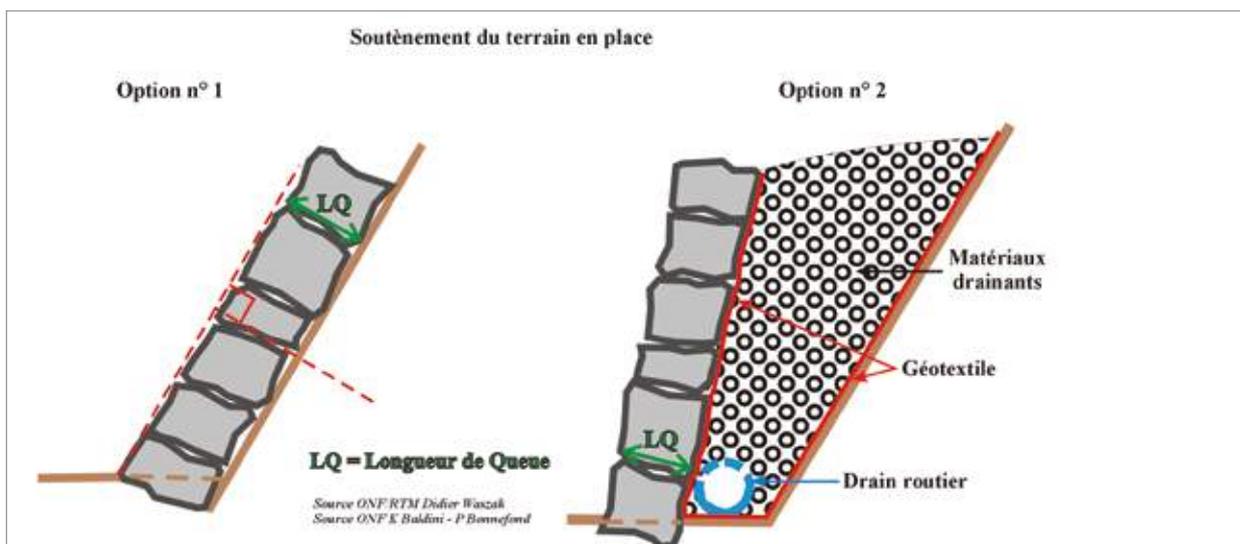
Dans l'hypothèse où la semelle est réalisée sur un sol peu portant, il faut prévoir une assise en béton armé pouvant être :

- une dalle ;
- une longrine ;
- des pieux (très rare dans nos chantiers).

En cas de présence d'eau dans la semelle, il est nécessaire de mettre en place un géotextile non tissé filtrant recouvert par 30 cm de matériaux drainants afin de protéger le géotextile du poinçonnement des blocs et assurer un bon drainage du fond de forme. Dans certains cas, ce dispositif s'accompagne d'un drain routier ou agricole pour évacuer les eaux.

**MATÉRIAUX D'ATTERRISEMENT**

La qualité des matériaux d'atterrissement dépend de la nature du terrain à proximité de l'ouvrage. En effet, en cas de présence d'eau ou de mauvaise cohésion du sol, la mise en place d'un matériau de substitution, aux propriétés contrôlées et adaptées au projet, est nécessaire (exemple ci-dessous, option n° 2 : apport de matériaux drainants type GNT 40/60).



4_ Les différents ouvrages

VOIR ITTR
n° 92 – CREA-S3
page 158 (gabions)

VOIR ITTR
n° 92 – CREA-S4
page 159
(ouvrage en bois)

4.1_ Les ouvrages souples

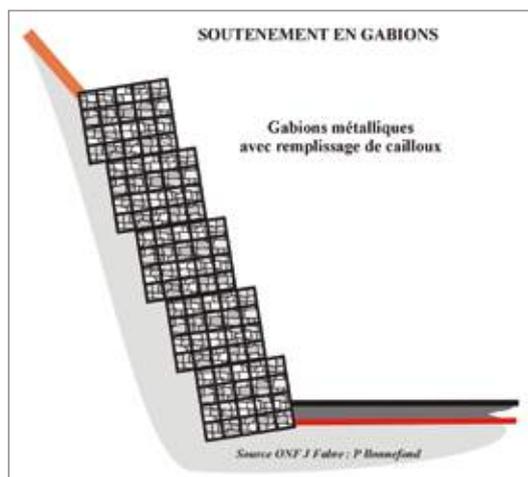
gabions, caissons en béton, ouvrages en bois, enrochements secs

- La surface de contact avec le terrain est irrégulière.
- L'ouvrage se déforme pour compenser les défauts d'appui.

Ces ouvrages offrent une facilité de conception plus importante et une mise en œuvre dans des zones de glissements.

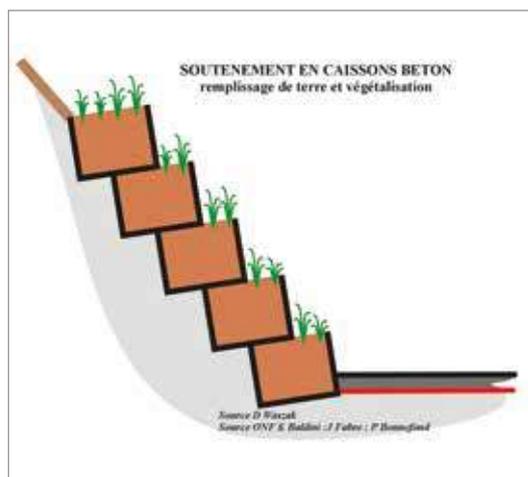
LES GABIONS

Les gabions peuvent être préfabriqués ou construits sur place avec des matériaux rocheux prélevés *in situ* (sous réserve du respect des réglementations en vigueur et de la qualité des matériaux).



LES CAISSONS EN BÉTON

Concernant la nature des bétons et leur composition, il convient de se référer aux ouvrages béton ci-après.



Travaux de retenue d'un talus par caissons en béton en forêt domaniale de St-Hugon (38)

LES OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT EN BOIS SONT DE PLUSIEURS TYPES

- Ouvrage bois double paroi (appelés aussi gabions bois)
- Seuil à simple paroi ancré
- Seuil à simple paroi à tirants
- Ouvrage bois autostable

Toutes ces typologies ne permettent pas la même utilisation et il convient de s'assurer avant la mise en œuvre d'une structure « ouvrage bois » que celle-ci est correctement dimensionnée pour les sollicitations qu'elle aura à reprendre et que le choix des matériaux (principalement l'essence de bois) permettra d'atteindre la durée de vie souhaitée.

Le chef produit ONF « ouvrages bois » pourra être contacté pour tout renseignement sur la réalisation d'un caisson bois. De plus, un guide technique dédié à la conception, à la réalisation, à la durabilité, et au dimensionnement de ce type de structure sera édité très prochainement.

Il est possible d'obtenir un CCTP-type détaillant la réalisation des ouvrages « doubles parois » (typologie d'ouvrage la plus performante) par simple demande auprès des services RTM référents ou du chef produit « ouvrages bois ».

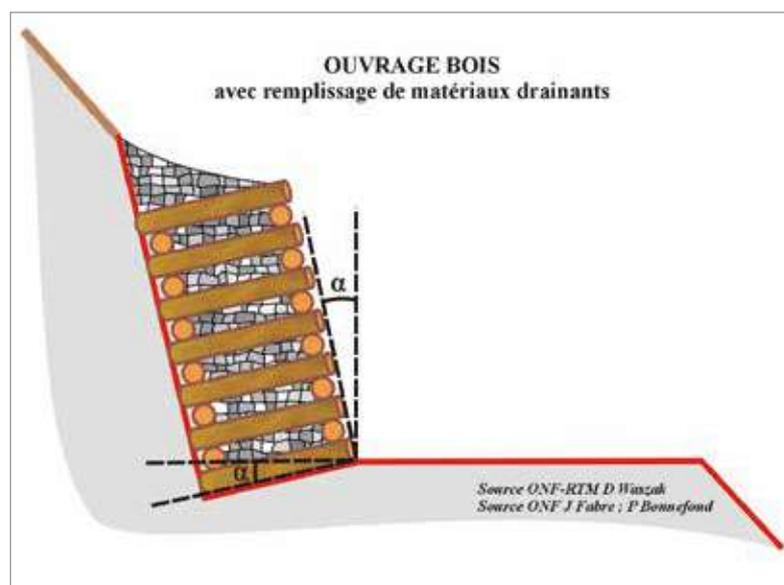
Les atouts du bois

- Présence du matériau localement
- Forme adaptée à une mise en œuvre avec peu de façonnage
- Résistance mécanique élevée par rapport à la masse
- Contraction et dilatation thermique limitées
- Inoxydabilité
- Mise en œuvre avec des consommations d'énergie réduites
- Qualités paysagères

Focus sur les ouvrages bois double paroi

Comme indiqué précédemment, seule cette typologie d'ouvrage a fait l'objet de fort développement technique à l'ONF permettant de réaliser la conception et le dimensionnement des ouvrages bois en interne.

Exemple de mise en œuvre d'un ouvrage bois double paroi de faible importance (hauteur maximum 2 mètres) attention chaque cas est différent.



Ouvrage bois double paroi dans les Alpes constitué de longrines et de traverses

VOIR ITTR
n° 92 – CREA-S4
page 159 (ouvrage en bois)

Terrassement

- en soutènement la contre-pente du terrassement sera de 10 % ;
- la largeur de la plate-forme sera égale à la largeur de l'ouvrage augmentée de 1,5 mètre ;
- l'axe de la plate-forme sera horizontal ;
- le remblai, s'il est utilisé, sera obligatoirement compacté.

Mise en place des grumes

- L'ensemble des bois nécessaire à la réalisation de la structure doit être de qualité minimum C24 (classe de résistance caractéristique des bois).
- Les premiers éléments posés sont les longrines (attention : dimensions à adapter)
 - Ø **minimum des longrines 20 cm**;
 - Ø **minimum des traverses 15 cm**;
 - **longueur minimum des longrines 4 m**.

Liaison traverses/longrines

- liaison en fer à béton de type HA Ø 16, nuance d'acier B500B (anciennement Fe500);
- la longrine sera traversée en entier;
- le fer de liaison rejoindra la traverse supérieure, la longrine et la traverse inférieure.

Assemblage des longrines

- les aboutages des longrines se feront entre deux traverses sans dispositif de liaison particulière;
- les aboutages entre longrines ne devront pas être dans le même plan pour éviter la fabrication de deux ouvrages côte à côte.

Côte de pince

- les côtes de pince sont des distances minimum à respecter entre les éléments de liaison et le bord des bois pour limiter l'éclatement de ces derniers;
- la distance entre le perçage pour le fer de liaison et le bout de la traverse sera de 7 fois le diamètre du diamètre du fer.

LES ENROCHEMENTS SECS

Lors de l'étude du projet, il est nécessaire de définir la qualité, la forme, la taille et la longueur de queue (cf. schéma p. 103) des blocs constitutifs de l'ouvrage. Parfois des blocs rocheux sains et homogènes peuvent être prélevés sur place, ce qui rendra l'ouvrage moins onéreux par rapport à un ouvrage constitué de matériaux en provenance de carrières.

VOIR ITTR
n° 92 – CREA-S1
page 156

Qualité des Blocs rocheux

Ils doivent être de **qualité homogène**, à **angles marqués** de forme parallélépipédique (exclusion des boules), **propres** (nettoyés de toute saleté, terre...) et **provenir d'une roche** :

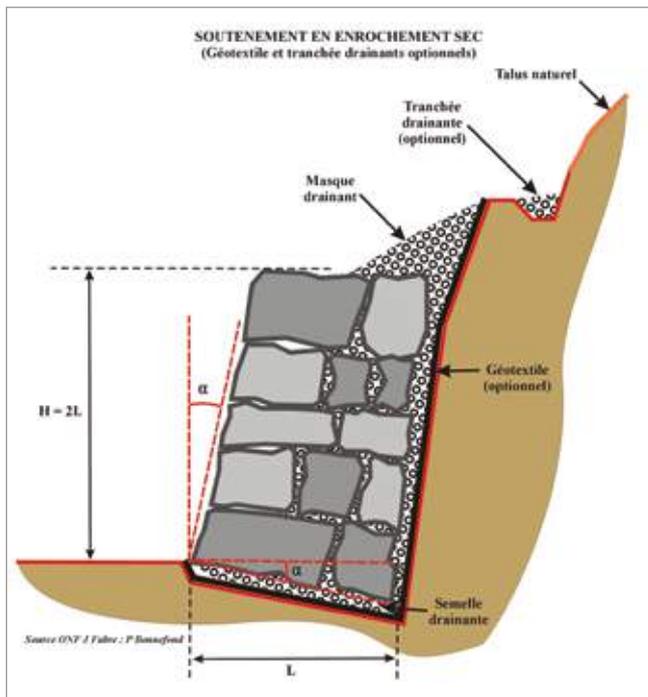
- saine, non fracturée;
- dure, c'est-à-dire résistante à l'usure, non friable, non schisteuse (calcaire massif, granites, grès cohérents...);
- non gélive (résistante au gel);
- inaltérable à l'air et à l'eau.

Mise en œuvre

Pose du premier rang avec une inclinaison correspondant au fruit de l'ouvrage.

Pose du second rang et les suivants : les blocs doivent être posés de façon à ce qu'ils se croisent afin de répartir les charges.

- **Option 1** : absence d'infiltration d'eau derrière l'ouvrage
 - **mise en place des matériaux du site derrière l'ouvrage**;
 - **remblai compacté par couches successives de 30 cm à 50 cm**.
- **Option 2** : présence d'infiltration derrière l'ouvrage : réalisation d'un masque (et/ou tranchée) drainant obligatoire
 - **mise en place d'un géotextile**;
 - **mise en place de matériaux drainants derrière l'ouvrage (par exemple GNT 40/60)**;
 - **remblai compacté par couches successives de 30 cm à 50 cm**;
 - **mise en place si nécessaire d'un drain conformément aux travaux d'assainissement décrits ci-avant (cf. option n° 2 du schéma p. 103)**



Résorption du point noir « Glissement de la cascade » par enrochement sec à Châteauroux-les-Alpes (05)

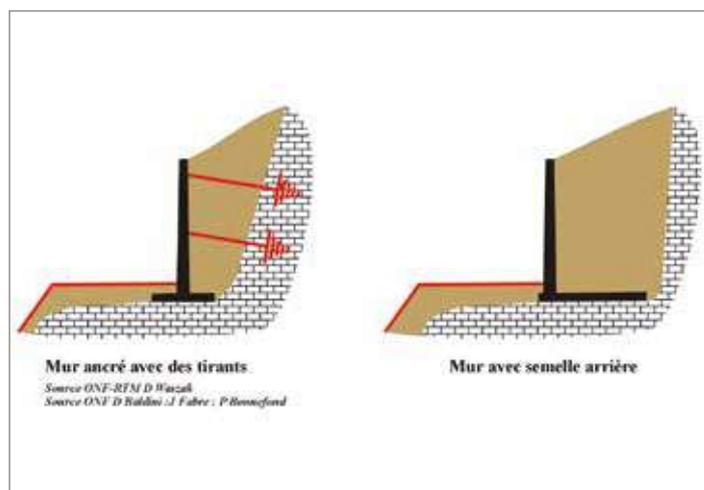
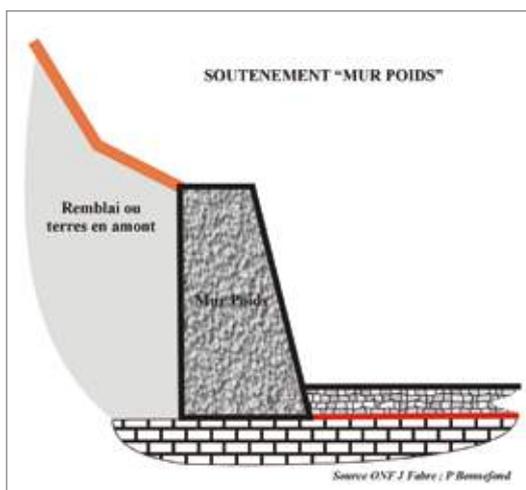
4.2 Les ouvrages rigides

murs en maçonnerie, murs en béton ancré avec tirants, murs en béton avec semelle armée, enrochements maçonnés (ou bétonnés)

- La surface en contact avec le terrain est indéformable entraînant des efforts parasites dans la structure.
- La poussée est reprise par le poids de l'ouvrage ou par encastrement de l'ouvrage dans le sol (cf. schéma des poussées sur ouvrages ci-avant).
- Le poids des terres participe à la stabilité de l'ouvrage par l'intermédiaire de la semelle arrière (ouvrages en L).

Ces ouvrages permettent d'obtenir des hauteurs et des résistances plus importantes que les ouvrages souples.

En contrepartie, l'aspect rigide de leur structure interne ne permet pas de s'adapter lors de leur mise en place et en particulier dans les glissements de terrain.



LES OUVRAGES EN BÉTON

Les ouvrages en béton peuvent être de deux natures :

- auto-stables (ouvrages en L) ;
- poids (ouvrages la plupart du temps de forme trapézoïdale).

Ils sont préfabriqués ou coulés sur site.

Nature des matériaux

Les ouvrages de soutènement mobilisent 2 qualités de béton :

- le béton de propreté dont la vocation est de permettre de travailler dans de bonnes conditions en phase chantier ;
- le béton de structure dont la composition devra permettre d'obtenir la durabilité souhaitée de l'ouvrage.

Dans le cas de l'utilisation d'un béton issu d'une centrale à béton, celle-ci doit-être certifiée NF BPE.

Par ailleurs, **les bétons en territoires de montagne sont soumis à des problématiques de « gel sévère » lesquelles doivent être prises en compte au moment de la commande à travers l'inscription dans les CCTP des désignations normalisées des bétons** ci-après.

En outre, il convient de **définir également la classe de consistance** retenue, dépendante du type d'ouvrage. La consistance est vérifiée à l'aide d'un essai d'affaissement au cône d'Abrams qui permet de contrôler le volume d'eau mis en œuvre dans le béton mais aussi de s'assurer que la consistance est adaptée à la mise en œuvre. Pour rappel, les classes de consistance suivant la norme NF EN 206-1 recommandées sont :

- Dallages : S4 ou S5 (poutre vibrante et aiguille vibrante nécessaires pour bords et coins) (Affaissement supérieur à 160 mm) ;
- Voiles, poutres : S4 (si coffrage bien tenu), S3 (avec une bonne vibration) (S4 : affaissement compris entre 160 et 210 mm et S3 : affaissement compris entre 100 et 150 mm) ;
- Escaliers, béton de pentes, béton d'encrochements : S2 (S2 : affaissement compris entre 50 et 90 mm) ;
- Slipform (béton de routes) : S1 (S1 : affaissement compris entre 10 et 40 mm) ;
- Stabilisés et bétons maigres : S0 (S0 : affaissement inférieur à 10 mm).

Dans le cas de béton soumis à projection de sel (notamment routier), la **classe d'emploi XF4** au sens de la norme NF EN 206-1 est à prendre en compte. Elle implique :

- Une augmentation de la classe de résistance du béton à C35/45.
- Un dosage en ciment de 380 kg/m³.
- Un rapport E/C réduit à 0,45.

Dans le cas d'un environnement agressif issu du sol ou des circulations d'eau sur l'ouvrage, les classes d'emploi « agressivité chimique » suivantes sont à prendre en compte :

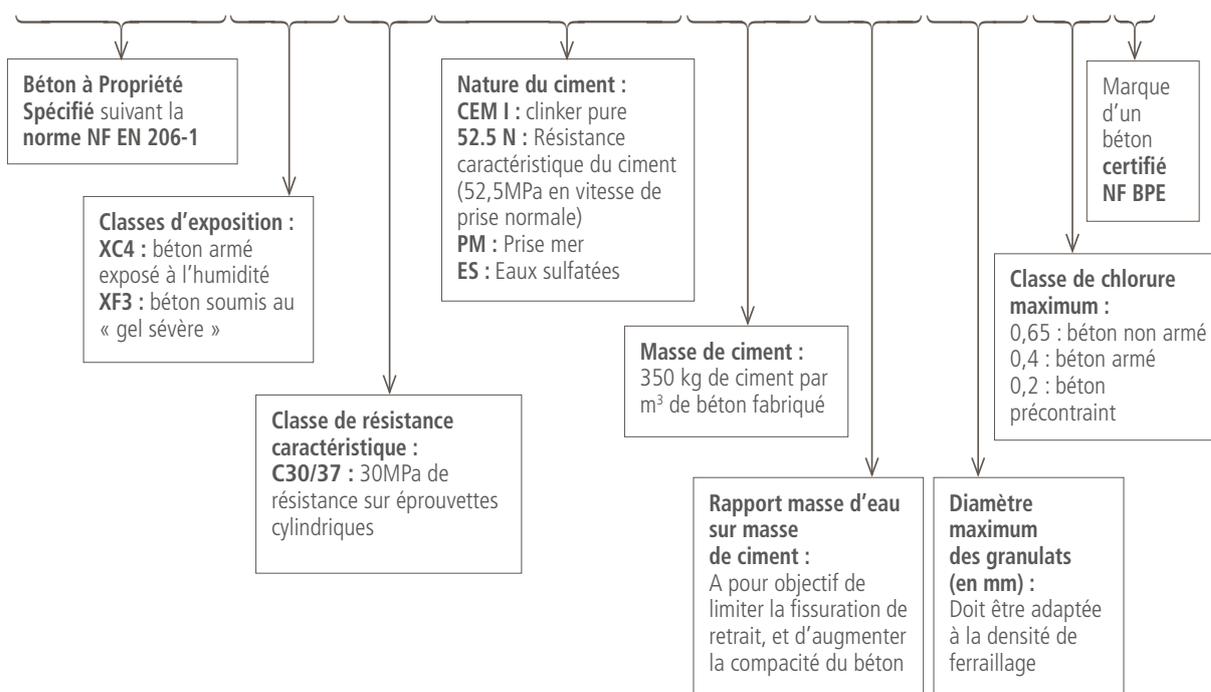
Classe d'emploi	Classe de résistance	Dosage en ciment	Rapport E/C
XA1		Pas de changement	
XA2	C35/45	380 kg/m ³	0,5
XA3	C40/50	380 kg/m ³	0,45

NB : il convient de se rapprocher du tableau 2 page 22 de la norme NF EN 206-1 pour connaître les critères d'analyse permettant de définir la classe d'exposition concernant l'agressivité chimique du sol et de l'eau.

Désignations normalisées des bétons pour la réalisation d'ouvrages en territoire de montagne (à mentionner dans les CCTP)

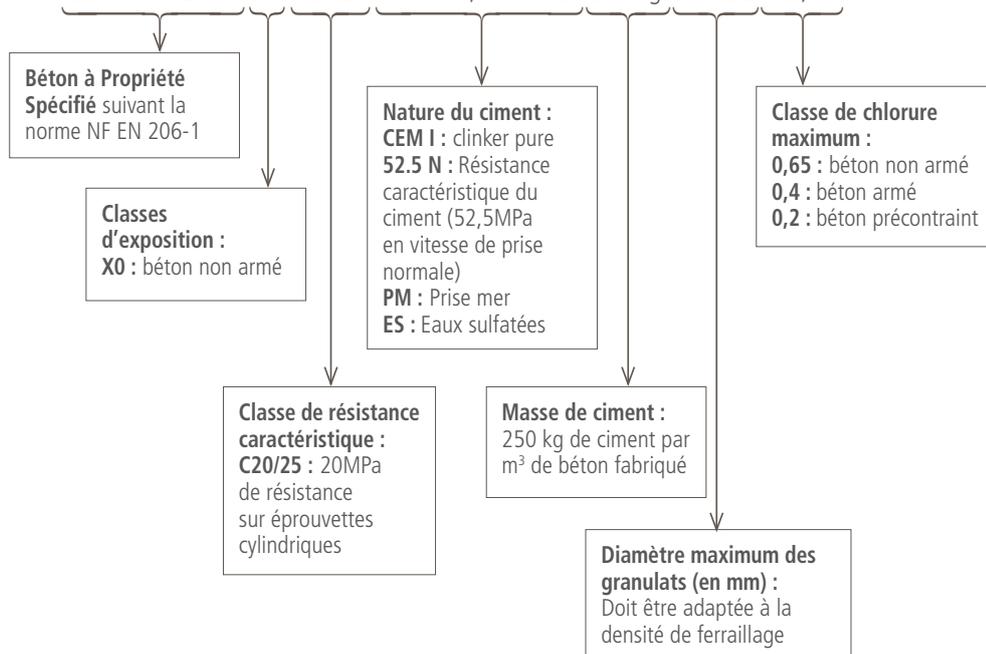
BÉTON DE STRUCTURE, ENROCHEMENTS BÉTONNÉS ET BÉTON PROJETÉ

BPS NF EN 206-1 XC4 XF3 C30/37 CEM I 52,5 N PM ES 350 kg/m³ E/C 0,55 Dmax22 Cl0,40 NF



BÉTON DE PROPRETÉ

BPS NF EN 206-1 X0 C20/25 CEM I 52,5 N PM ES 250 kg Dmax22 Cl0,40



Dans le cas de bétons fabriqués sur site, celui-ci devra répondre aux mêmes exigences que précédemment, et les propriétés des constituants sont détaillées ci-dessous :

→ CIMENT

Le ciment doit être de type CEM I 52.5 PM ES

CEM I : anciennement CPA

52,5 : Résistance en compression du ciment (en MPa)

PM : Prise mer

ES : Eaux sulfatées

→ GRANULATS

Les granulats utilisés pour la fabrication des bétons devront répondre à la norme EN 12 620. Ils devront être propres et classés NR (non réactifs) vis-à-vis des risques d'alcali-réaction.

→ EAU DE GÂCHAGE

Elle peut provenir :

– du réseau d'eau potable

– d'une autre source, dans ce cas l'entrepreneur devra fournir une analyse d'eau suivant la norme NF EN 1008 garantissant l'adéquation de l'eau pour la fabrication du béton.

→ ADJUVANTS POUR BÉTON

L'utilisation d'adjuvants devra permettre d'entraîner un volume d'air dans le béton compris entre 4 et 8 %.

Mise en œuvre

• COFFRAGES

Parois des moules

- Coffrage d'arrêt. Ils seront de qualité ordinaire.
- Qualité minimum des coffrages en fonction des parements concernés.

Le parement des coffrages sera de qualité soignée sur toutes les faces de l'ouvrage. Ils seront métalliques ou en contre-plaqué type « marine ».

Dispositifs de fixation des coffrages

L'entrepreneur a le libre choix du système de fixation qu'il mettra en œuvre. Cependant, en aucun cas le système utilisé ne devra mettre en contact, direct ou indirect – par l'intermédiaire du système de fixation – les armatures de l'ouvrage avec l'extérieur.

Soins avant bétonnage

Les coffrages utilisés seront propres.

Les coffrages ordinaires composés de sciages, de panneaux de fibres de bois agglomérées ou de contre-plaqué ainsi que les coffrages soignés composés de sciages seront abondamment arrosés avant mise en place du béton.

Les coffrages métalliques seront huilés avant mise en place du béton avec une huile spéciale dite de démoulage.

Entretien

Si plusieurs emplois sont prévus pour un même coffrage, celui-ci est parfaitement nettoyé et éventuellement remis en état avant tout nouvel usage.

• ARMATURES À BÉTON

- La nature des aciers sera de type B500B.
- Les caractéristiques des armatures (qualité, diamètre, espacement...) sont définies par le bureau d'étude béton armé et sont à spécifier dans le CCTP.
- Vérification obligatoire sur le chantier avant mise en œuvre du béton.

Vérification de la mise en place des armatures

L'entrepreneur devra prendre toute disposition pour prévenir en temps utile le maître d'œuvre ou son représentant afin que ce dernier puisse **vérifier la bonne mise en place des armatures avant bétonnage**.

Cette vérification est obligatoire et constitue un **point d'arrêt mentionné au CCTP**.

Propreté des armatures

Au moment de la mise en œuvre du béton, les armatures en place doivent être parfaitement propres, sans souillure de rouille non adhérente, de peinture, de graisse, d'huile, de mortier, de béton ou de terre.

Aire de stockage

Les aires de stockage doivent être propres. Les barres sont soustraites au contact du sol et à celui des matériaux ou d'objets susceptibles d'entretenir de l'humidité.

• RÉCEPTION DES BÉTONS ET MISE EN ŒUVRE

Préalablement à leur mise en œuvre, les bétons doivent être préalablement réactivés (mise en rotation à grande vitesse de la toupie pendant 2 minutes *minimum*).

Les bétons seront contrôlés par un laboratoire agréé par le maître d'œuvre avec en particulier :

TERRAIN **Mesure de l'affaissement au cône d'Abrams** : la mesure d'affaissement est représentative du volume d'eau utilisée pour la confection du béton. Un béton trop fluide traduit un surdosage en eau augmentant la porosité du béton et réduisant ainsi la durée de vie de l'ouvrage.

LABO **Essais de compression sur éprouvettes normalisées** : les éprouvettes doivent être confectionnées conformément à la réglementation. Après 24 heures de séchage sur site, les éprouvettes doivent être transportées pour mise en ambiance normalisée (piscine). Les essais de compression permettent de juger de la résistance du béton. Ils sont réalisés à 28 jours.

Les critères d'acceptation des bétons sont donnés par la norme NF EN 206-1 tels que :

Béton certifié NF-BPE	Béton non-certifié
$F_{c28_moy} \geq f_{ck} + 2$	$F_{c28_moy} \geq f_{ck} + 2,7$
$F_{c28_min} \geq f_{ck} - 4$	$F_{c28_min} \geq f_{ck} - 4$

Avec :

- F_{c28_moy} : la moyenne arithmétique des résultats d'essai à 28 jours.
- F_{c28_min} : le plus petit résultat d'essai à 28 jours.
- f_{ck} : la résistance caractéristique requise (25 MPa pour un C25/30, 30 MPa pour un C30/37, 35 MPa pour un C35/45).

Autres exigences

- Les ajouts d'eau sur le chantier sont strictement interdits.
- Les matériaux refusés après contrôle seront enlevés du chantier ou mis en dépôt à la charge et aux frais de l'entreprise.
- Les bétons sont mis en œuvre conformément à la norme NF EN 13670 amendée par le fascicule 65 du C.C.T.G.
- Toutes les arêtes visibles sont chanfreinées à 5 cm/5 cm.

LES ENROCHEMENTS MAÇONNÉS

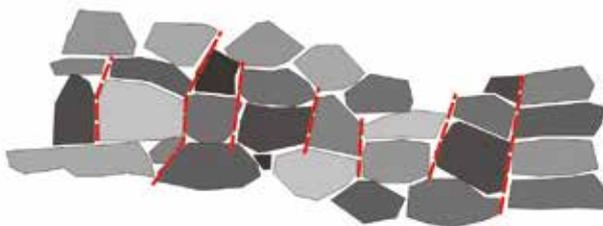
- L'ensemble des dispositions des enrochements secs s'appliquent.
- La nature du béton doit être conforme à celle des ouvrages béton désignée ci-avant.
- Le bétonnage se fait au fur et à mesure de la pose des rangs de blocs.
- La mise en place de barbacanes est obligatoire (à raison d'une barbacane pour 1 à 4 mètres carrés en fonction des quantités d'eau à traiter).
- Un géotextile filtrant doit-être mis en place en extrémité de barbacane pour éviter tout risque de colmatage.
- En cas de présence d'eau (venue interstitielle ou cours d'eau) prévoir un aqueduc provisoire (cf. illustration ci-après annotée, route forestière du Ruidoiz à Villard sur Doron).

VOIR ITTR
n° 92 – CREA-S2
page 157

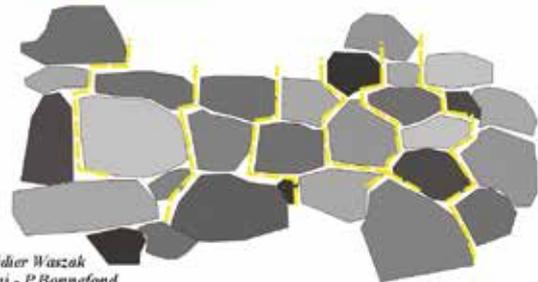
Reprise d'un enrochement mal mis en oeuvre - combe IRE (74)



Combe IRE 74 / ONF-RTM / M. Cazy

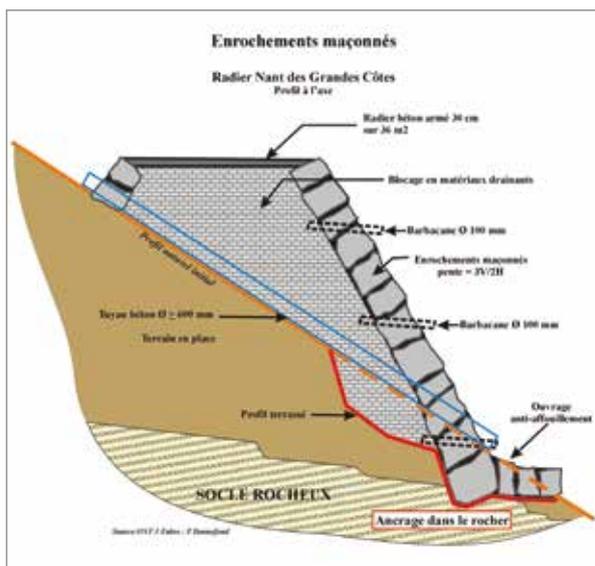


Situation n° 1
 Les blocs sont mal croisés
 et forment des empilements
 avec peu de joints,
 l'enrochement ne tiendra pas



Situation n° 2
 après reprise, les blocs ont été
 croisés et forment des joints
 en lignes brisées sans empilement,
 l'enrochement tiendra.

Source ONF/RTM Didier Waszak
 Source ONF K Baldini - P Bonnefond



Enrochement maçonné, route forestière du Ruidoz à Villard sur Doron (73)

Patrick Bonnefond, onf

Chantier en cours de réalisation d'un mur de soutènement en enrochement maçonné Route forestière du Ruidoz (Villard sur Doron - 73)



Source ONF RTM Didier Wazak - Source ONF K Baldini - P Bonnefond

POUR ALLER PLUS LOIN

Fascicules applicables

- Fascicule n° 2 : terrassements généraux
- Fascicule n° 62 : titre V – règles techniques de conception et de calcul de fondation des ouvrages de génie civil
- Fascicule n° 63 : confection et mise en œuvre des bétons non armés, confection des mortiers
- Fascicule n° 64 : travaux de maçonnerie d'ouvrages de génie civil
- Fascicule n° 65 : exécution des ouvrages en béton
- Fascicule n° 68 : exécution des travaux de fondation des ouvrages de génie civil
- Fascicule n° 25 : exécution des corps de chaussées
- Fascicule n° 70 : ouvrages d'assainissement

Normes applicables

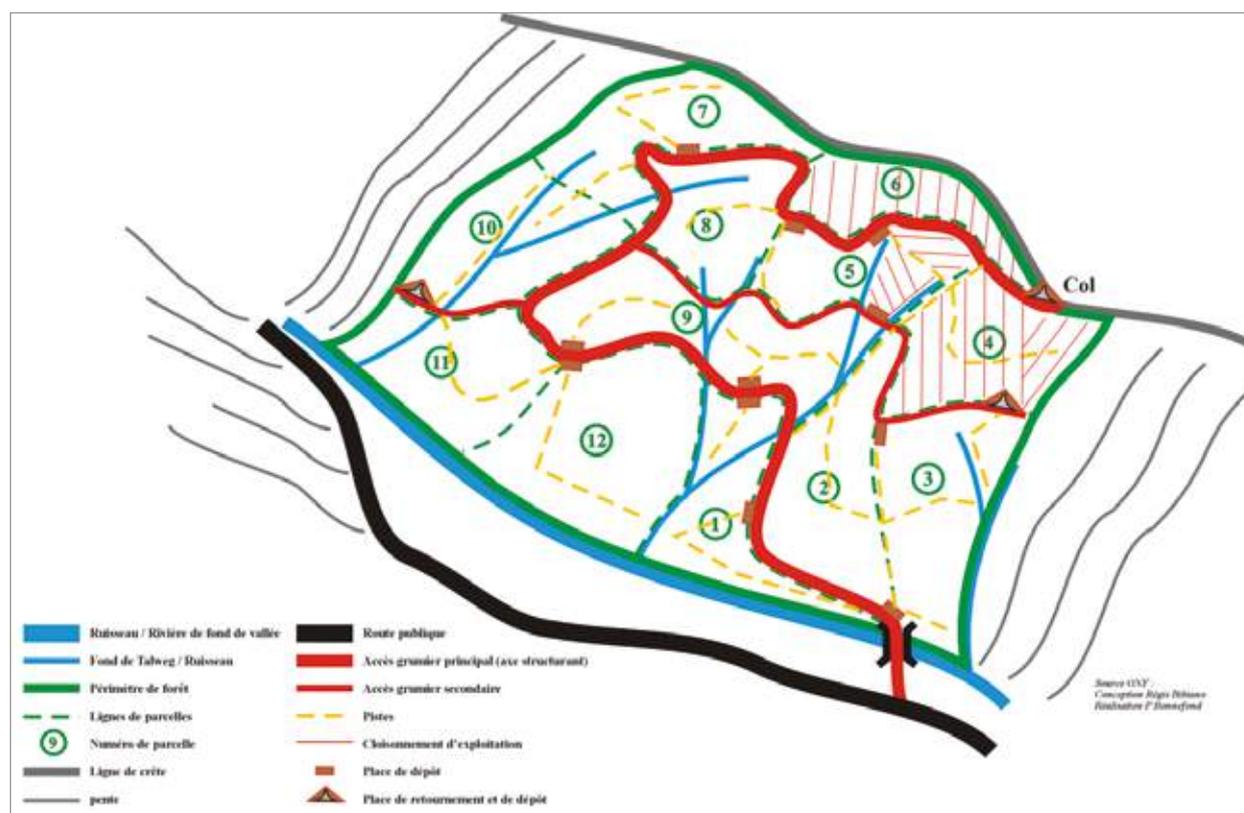
- NF EN 206-1, amendée par le fascicule 65 du C.C.T.G. : bétons à propriétés spécifiées
- NF EN 13670, amendée par le fascicule 65 du C.C.T.G. : mise en œuvre des bétons
- NF EN 12620 : granulats pour bétons
- NF EN 933 : essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats
- NF EN 1097 : essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats
- NF 12350 : essais mécaniques (bétons frais)
- NF 12390 : essais mécaniques (bétons durcis)
- NF EN 1008 – P 18-211 : eau de gâchage pour béton
- NF EN 197 : ciment
- NF EN 934 : adjuvants pour béton, mortier et coulis
- NF EN 13383 : enrochements

ÉQUIPEMENTS CONNEXES AUX ROUTES FORESTIÈRES

→ OBJECTIFS

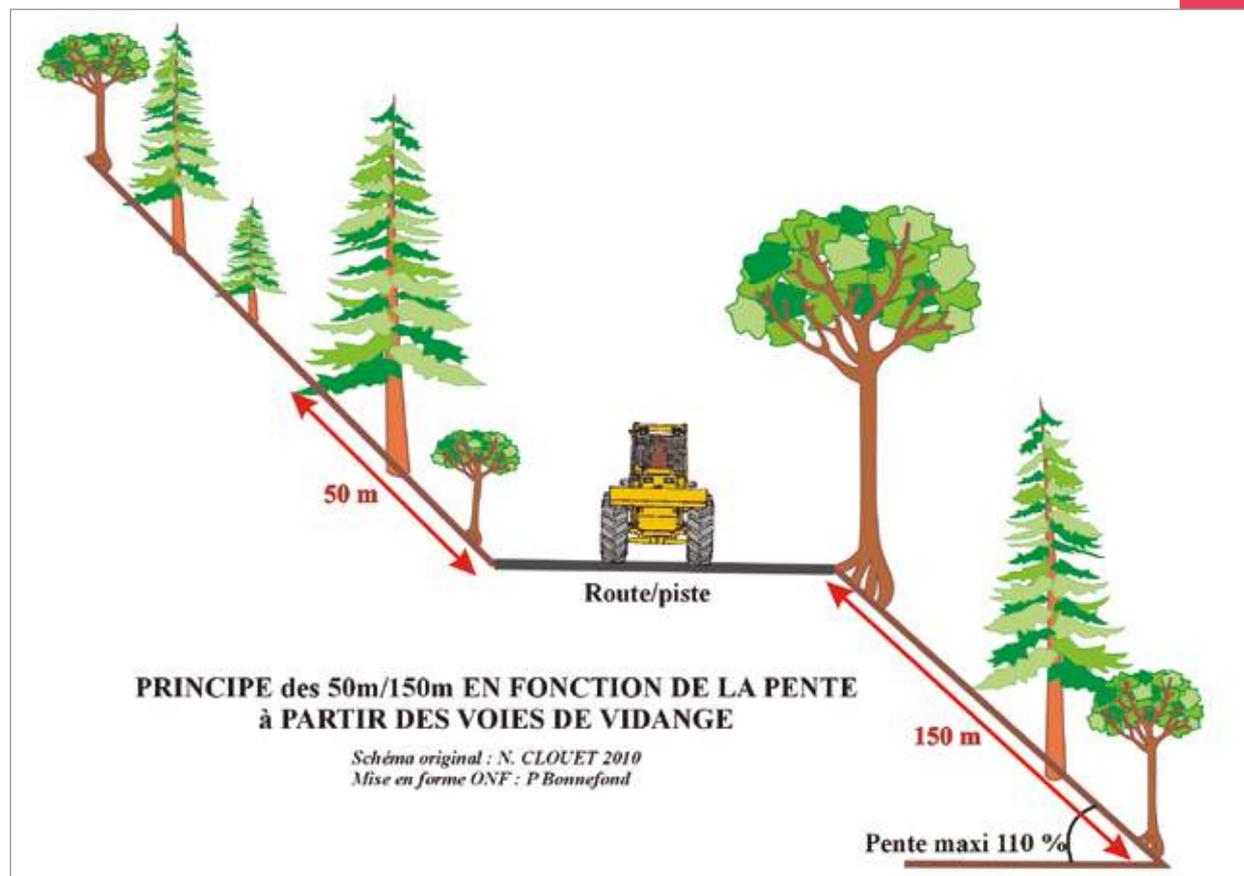
Optimiser la mobilisation et le tri des bois grâce à la mise en place d'équipements connexes aux routes :

- **pistes de débardage** en terrain naturel ;
- **places de dépôt** en terrain naturel dédié au stockage des bois ;
- **place de retournement/chargement** pour les ensembles routiers de transport de bois ;
- **surlargeur**, notamment à la jonction d'une route et d'une piste de débardage pérenne ou à l'arrivée d'une ligne de câble.



→ DÉFINITIONS

- **Les pistes de débardage** sont des voies de vidange en terrain naturel. Elles sont accessibles aux engins tout terrain (tracteurs forestiers, débardeurs, porteurs) et sont utilisées pour le traînage ou le groupage des bois en zones de pente lorsque le tracteur ne peut pas rentrer dans les parcelles (pente en travers > 30 %). Elles permettent de relier les parcelles exploitées aux places de dépôts/routes forestières.
- **Les places de dépôt** en terrain naturel sont dédiées au stockage des bois d'œuvre, bois d'industrie ou bois énergie. Elles doivent être reliées à la fois aux routes et aux pistes. Elles doivent être suffisamment nombreuses pour limiter les distances de débardage qui peuvent engendrer des surcoûts d'exploitation.
- **Les places de retournement** permettant aux ensembles routiers de transport de bois de faire demi-tour, sont à installer lors de la création d'une route forestière ou lors d'une mise aux normes et sont à implanter autant que possible à des endroits favorables (faible pente en travers, faible proportion de rocher). Une place de retournement sera créée systématiquement en bout de voie accessible aux ensembles routiers, des places de retournement intermédiaires seront implantées tous les 2 km minimum.
- **Les surlargeurs** régulièrement réparties, à l'arrivée des pistes ou des lignes de câbles, servent à la fois au croisement et au stationnement des camions (y compris services de secours en contexte DFCL notamment) et remorques pour le chargement des bois. Dans les contextes difficiles et de débardage par câble, les surlargeurs peuvent servir de place de stockage des bois et/ou de circulation de la pelle avec tête d'abattage.



→ MÉTHODE OU TECHNIQUES OU ÉQUIPEMENTS

PISTES DE DÉBARDAGE

La distance de débardage sur les pistes jusqu'à une place de dépôt/route ne doit pas dépasser 1 500 mètres en règle générale, au-delà, des surcoûts d'exploitation sont engendrés.

- Le tracé doit tenir compte des pentes compatibles avec la stabilité des engins. La pente en long ne doit idéalement pas dépasser 20 %.
- Le dévers en général amont pour des questions de sécurité (éviter que les engins ne glissent dans la pente) est de l'ordre de 3 %.
- La largeur est d'environ 2,5 m.
- La gestion des eaux de ruissellement doit être anticipée lors de l'implantation des pistes.
- Des élargissements sont aménagés aux croisements.

PLACE DE DÉPÔT

Elles pourront être aménagées de part et d'autre des places de retournement/surlargeurs ou le long de la route aux intersections avec les pistes forestières et cloisonnements d'exploitation. Pour une fonctionnalité optimale, on privilégiera des places de dépôt de 500 m² *minimum*.

Pour la mise en place des places de dépôt associées à un système d'exploitation par câble, il convient de travailler en lien avec un spécialiste câble.

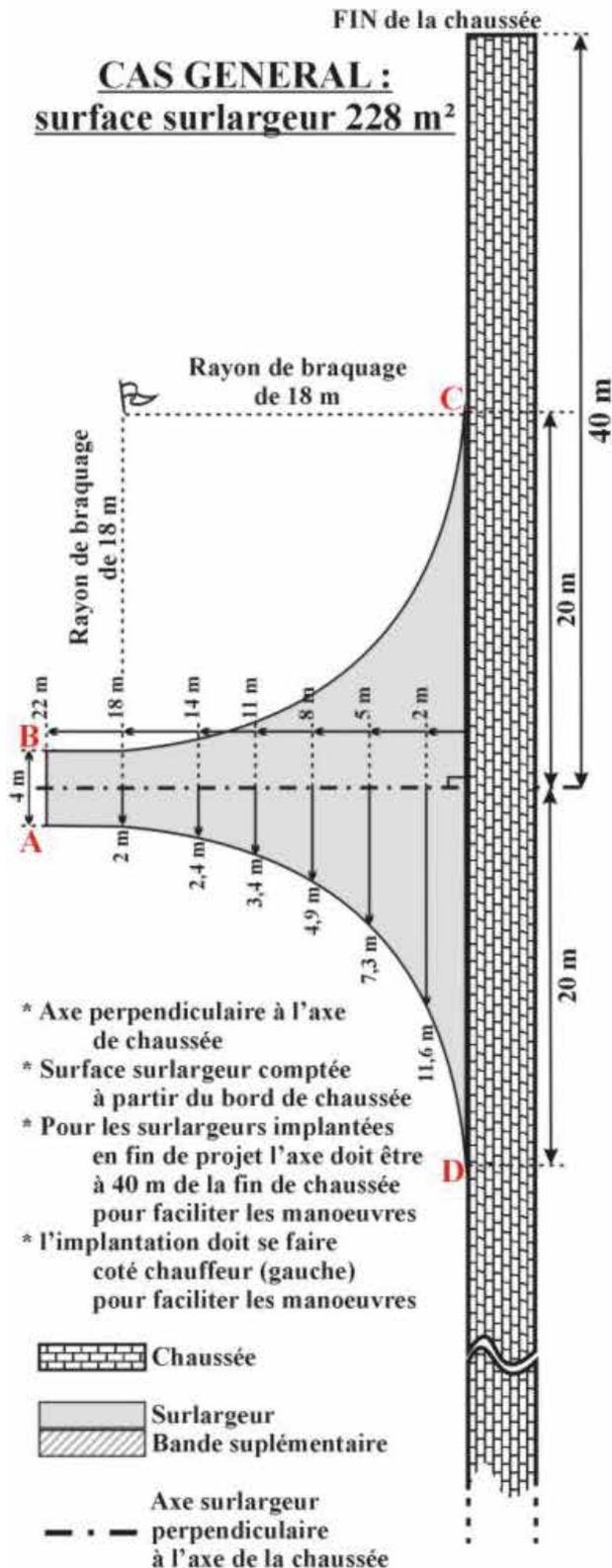
PLACES DE RETOURNEMENT

Comme en plaine, les places de retournement en T seront privilégiées aux endroits avec pente en travers la plus faible afin de limiter les volumes de déblai (moins de terrassement au niveau des talus). Ces types de place nécessitent une manœuvre pour le retournement mais permettent d'optimiser les terrassements.

Exemple n° 1

SURLARGEUR de RETOURNEMENT - Rayon de braquage de 18 m

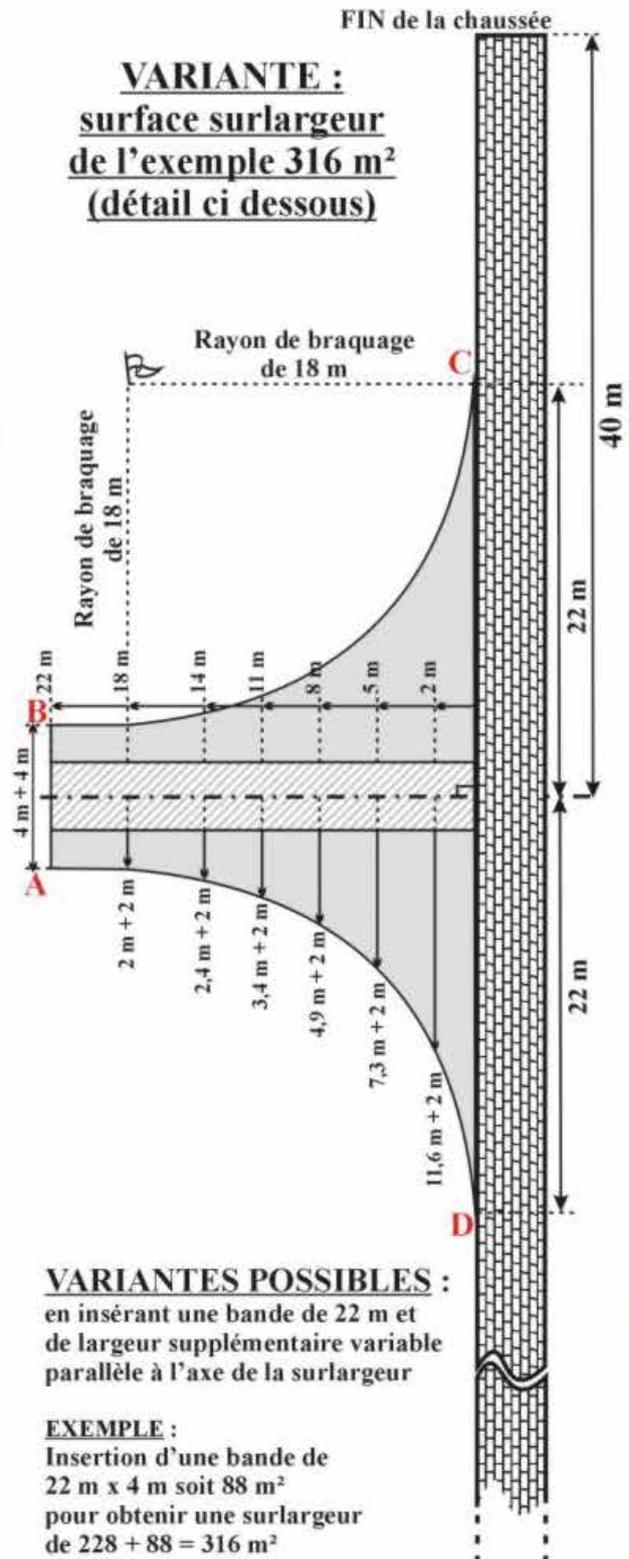
CAS GENERAL :
surface surlargeur 228 m²



- * Axe perpendiculaire à l'axe de chaussée
- * Surface surlargeur comptée à partir du bord de chaussée
- * Pour les surlargeurs implantées en fin de projet l'axe doit être à 40 m de la fin de chaussée pour faciliter les manoeuvres
- * l'implantation doit se faire coté chauffeur (gauche) pour faciliter les manoeuvres

-  Chaussée
-  Surlargeur
-  Bande supplémentaire
-  Axe surlargeur perpendiculaire à l'axe de la chaussée

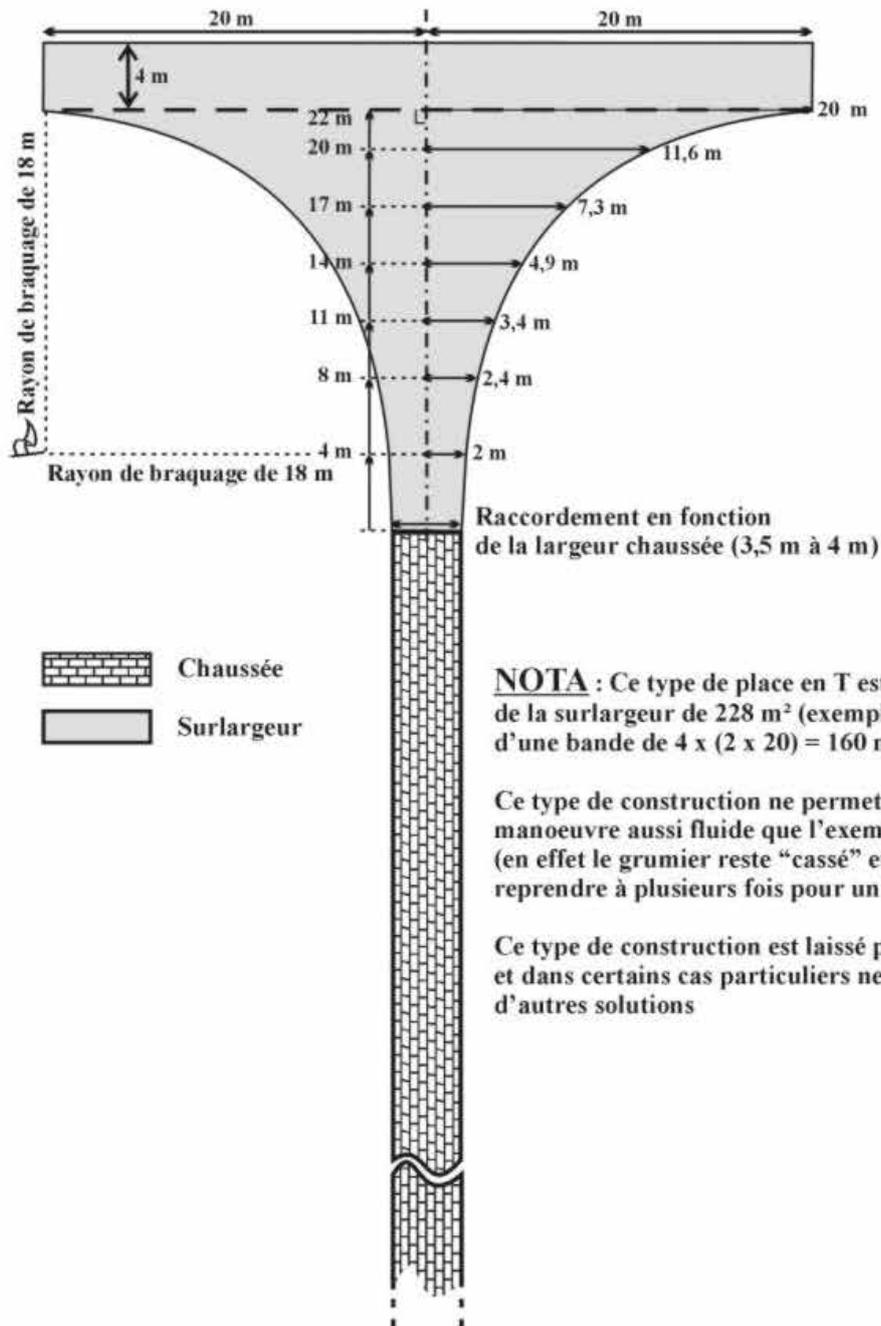
VARIANTE :
surface surlargeur de l'exemple 316 m²
(détail ci dessous)



VARIANTES POSSIBLES :
en insérant une bande de 22 m et de largeur supplémentaire variable parallèle à l'axe de la surlargeur

EXEMPLE :
Insertion d'une bande de 22 m x 4 m soit 88 m²
pour obtenir une surlargeur de 228 + 88 = 316 m²

Exemple n° 2
PLACE de RETOURNEMENT
388 m² - Rayon de braquage de 18 m



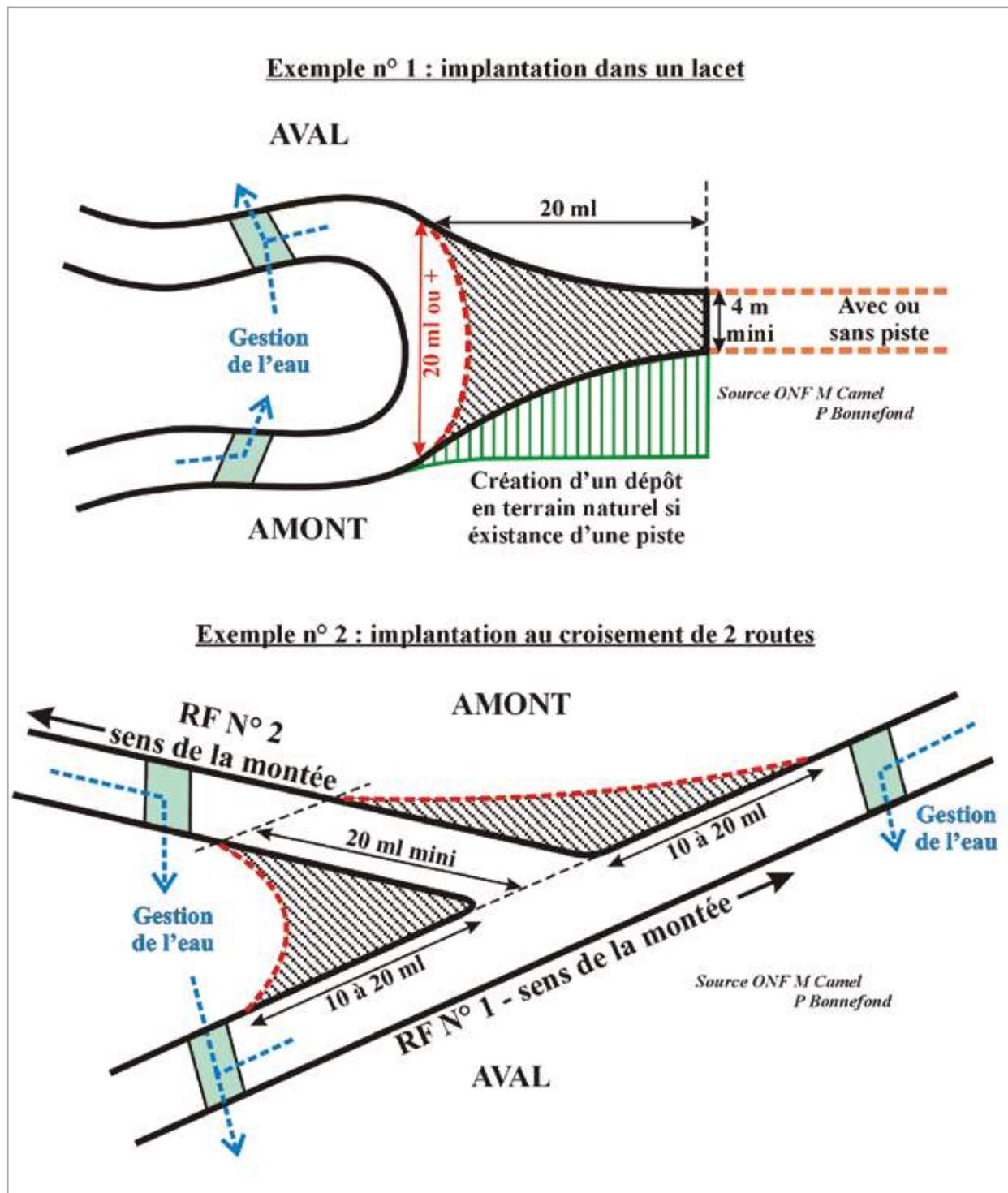
NOTA : Ce type de place en T est le combiné de la surlargeur de 228 m² (exemple 1) et d'une bande de 4 x (2 x 20) = 160 m².

Ce type de construction ne permet pas une manoeuvre aussi fluide que l'exemple N°1 (en effet le grumier reste "cassé" et doit se reprendre à plusieurs fois pour un demi-tour)

Ce type de construction est laissé pour l'exemple et dans certains cas particuliers ne permettant pas d'autres solutions

Source ONF - P Bonnefond

On peut également profiter d'un lacet ou d'un croisement pour implanter une place de retournement.



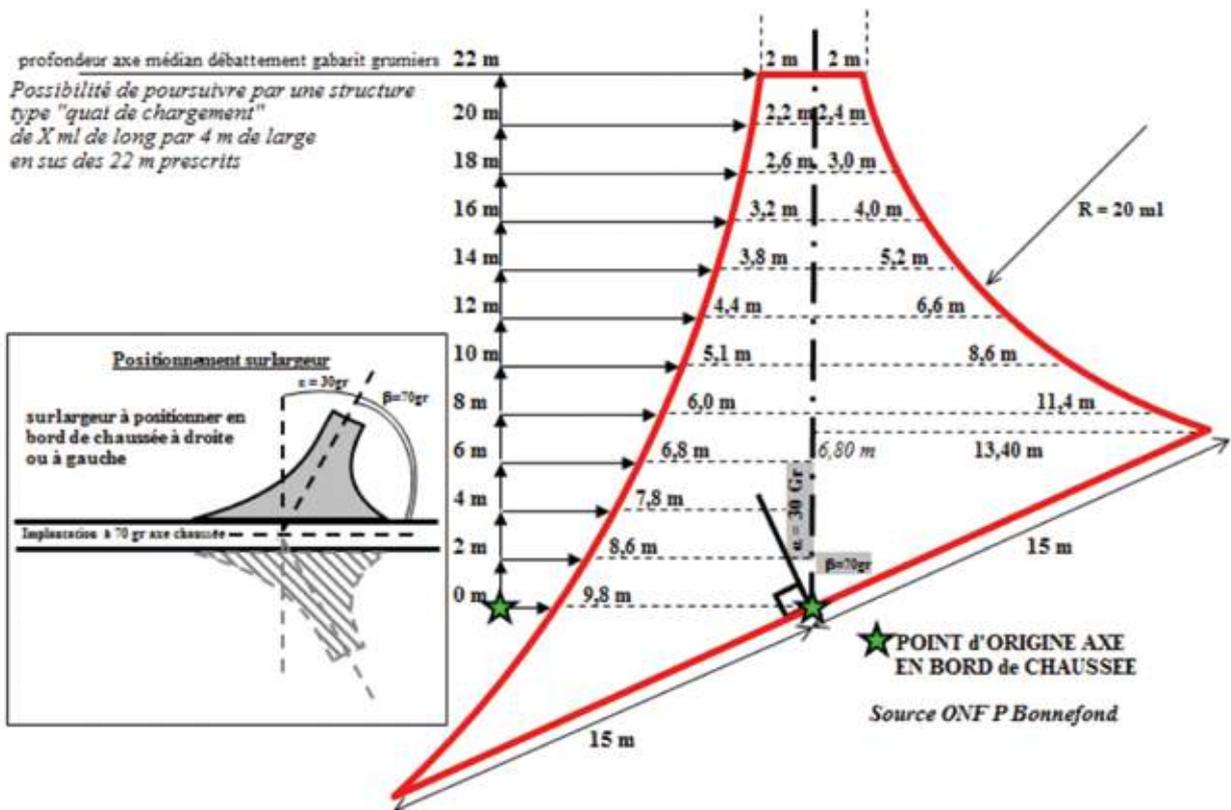
Si ces types de retournement ne sont pas possibles, on implantera des retournements de forme circulaire avec un diamètre *minimum* de 20 m (environ 300 m²) ou de forme rectangulaire avec des dimensions minimales de 22 m pour la longueur et de 15 m pour la largeur (environ 330 m²), lesquelles permettent des retournements sans manœuvre (imposé dans les contextes DFCI).

SURLARGEURS

SURLARGEUR de RETOURNEMENT - 280 m²

ANGLE 30 Gr / empatement 30 m

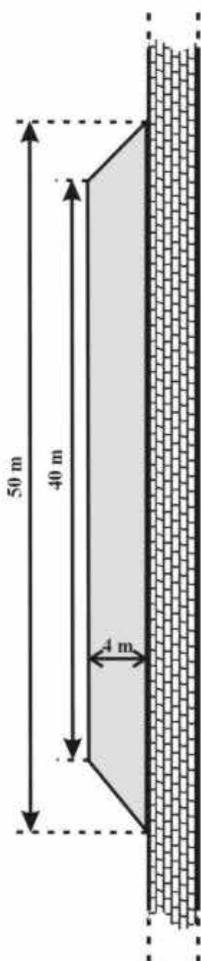
Axe de la surlargeur : —•— pour plus de commodité pour les manœuvres des grumiers cet axe doit être positionné au moins 30 ml avant la fin de la chaussée empierrée



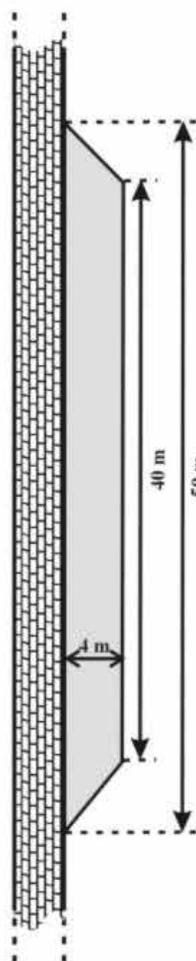
La couche de roulement des surlargeurs et places de retournement doit être traitée comme la chaussée car ces équipements ont vocation à permettre les manœuvres des camions de transport de bois.

Exemple n° 3
SURLARGEUR - 180 m² de :
Plate-forme de broyage bois-énergie
Chargement de bois d'industrie
Croisement

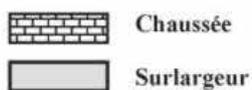
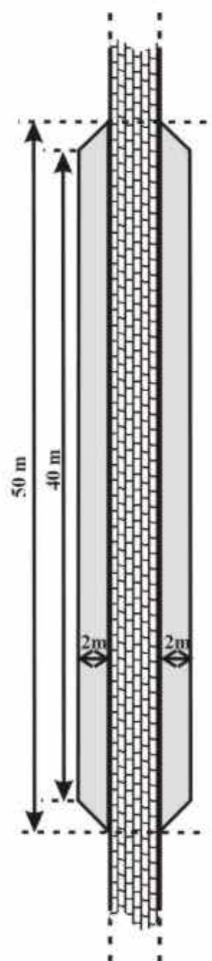
Variante 1 :
coté Gauche



Variante 2 :
coté Droit

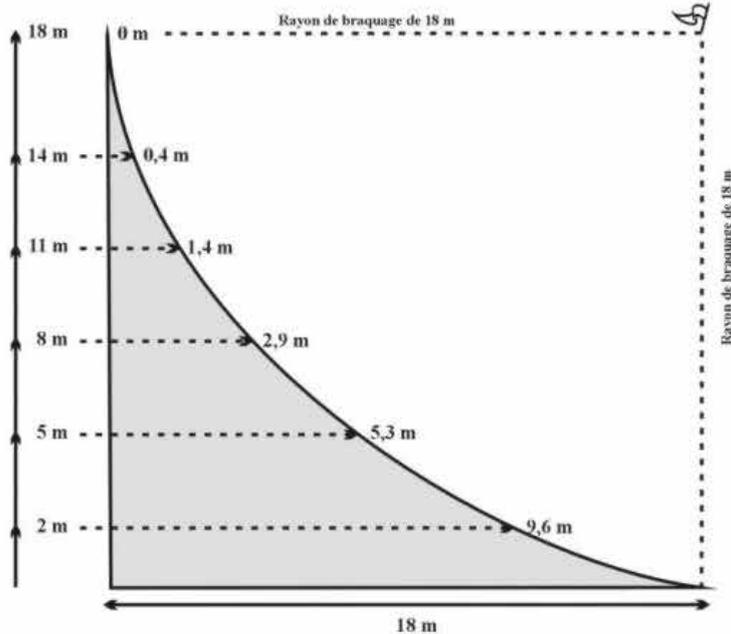


Variante 3 :
Mixte



Source ONF - P Bonnefond

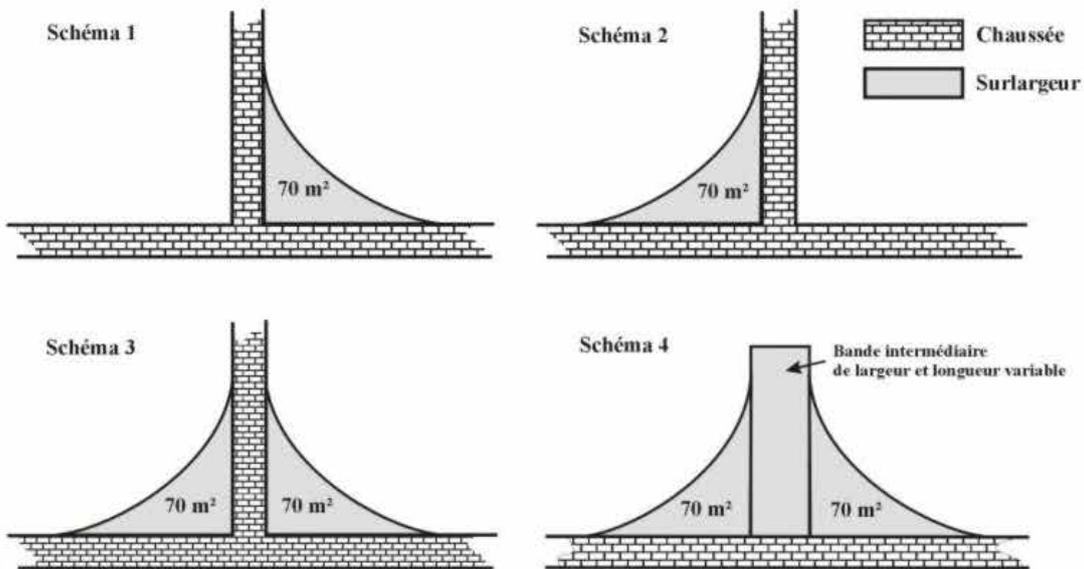
Exemple n° 4
SURLARGEUR "angle droit"
70 m² - Rayon de braquage de 18 m



UTILISATIONS POSSIBLES de ce type de surlargeur :

avec ses 2 cotés égaux de 18 m il peut être créé de multiples combinaisons pour :

- * s'adapter à deux accès en angle droit soit du côté gauche ou droit (schémas 1 et 2)
- * être inversée pour créer de chaque côté d'un raccordement de voirie une surlargeur d'accès (schéma 3)
- * être combinée à une bande centrale de largeur variables pour créer une surlargeur de retour (schéma 4) ...



Source ONF - P Bonnefond

GESTION PRÉVENTIVE DES RISQUES POUVANT SURVENIR PENDANT UN CHANTIER ROUTIER EN MONTAGNE

→ OBJECTIFS

La réalisation d'un chantier routier en montagne peut générer des risques vis-à-vis des biens et des personnes. Ces risques doivent être maîtrisés.

Des mesures de prévention sont à prendre. Elles peuvent relever de plusieurs domaines :

- l'anticipation des risques naturels ;
- la définition de mesures techniques à mettre en œuvre ;
- la mise en place de mesures réglementaires ;
- la mise en œuvre d'une communication spécifique ;
- la coordination de sécurité si plusieurs entreprises interviennent sur un chantier.

Chacune des parties prenantes au chantier doit connaître ses missions en matière de prévention des risques liés à l'exécution d'un chantier.

→ CHAMPS D'APPLICATION

Un risque résulte du croisement entre un aléa et un enjeu (habitations, sites touristiques...).

Sur un chantier routier, il peut être provoqué par un aléa naturel ou par les actions propres au chantier et impacter les intervenants sur le chantier ou des tiers (biens et/ou personnes).

Aléas naturels pouvant survenir pendant l'exécution du chantier dans les territoires de montagne :

- risques torrentiels ;
- risques de glissements de terrain ;
- risques de chute de blocs...

→ MÉTHODE OU TECHNIQUES OU ÉQUIPEMENTS

1_ Responsabilités des maître d'ouvrage, maître d'œuvre et entreprise titulaire du marché de réalisation

1.1_Maître d'ouvrage

C'est la personne physique ou morale pour lequel l'ouvrage est réalisé (exemples : ONF en forêt domaniale ; collectivité propriétaire en forêt relevant du régime forestier ; tout propriétaire privé). Il lui revient la responsabilité de définir précisément ses besoins. Pour cela, il peut faire appel à un prestataire, assistant à maîtrise d'ouvrage.

Lorsque le maître d'ouvrage n'est pas un professionnel des travaux d'infrastructures forestières (une commune par exemple), il peut confier à un tiers, dans le cadre d'une convention de maîtrise d'œuvre, la définition des travaux (études, cahier des charges, consultation des entreprises...), la direction de l'exécution des travaux et l'assistance pour opération de réception. Une commune peut confier la maîtrise d'œuvre à l'ONF.

D'une façon générale, les missions de maîtrise d'œuvre doivent être suffisamment détaillées (cf. ANNEXE 2).

Obligation générale d'information du maître d'ouvrage envers ses co-contractants

Le droit général des contrats précise que tout maître d'ouvrage/donneur d'ordres doit porter à la connaissance de ses co-contractants les informations qu'il détient de nature à prévenir tout risque.

1.2_Maître d'œuvre

Il réalise les missions confiées par le maître d'ouvrage, dans le cadre d'une convention.

En matière de prévention des risques, il peut, à la demande du maître d'ouvrage, établir les documents de consultation pour la mission de coordonnateur SPS (sécurité et protection des personnes).

1.3_Enterprise titulaire du marché de réalisation

Dans le respect des prescriptions du cahier des charges et des règles de l'art, l'entreprise en tant que professionnel, doit assurer la sécurité des intervenants et des tiers.

2_Coordination pour la sécurité et la protection des personnes (SPS)

Lorsque plusieurs entreprises ou travailleurs indépendants sont appelés à intervenir dans des opérations de génie civil, la mise en place d'un coordonnateur de sécurité est rendue obligatoire par le Code du travail. Le principal objectif est de **prévenir les risques résultant de leurs interventions** (simultanées ou successives) et de promouvoir l'utilisation des moyens communs.

Le Code du travail prévoit un certain nombre de dispositions concernant la coordination des mesures de prévention pour les opérations de bâtiment et de génie civil (articles R. 4532-1 à R. 4532-98).

2.1_Champ d'application

La coordination de sécurité est organisée en fonction de différentes catégories d'opérations (article R. 4532-1).

3 catégories d'opérations déterminent les niveaux de coordination de sécurité lorsque plusieurs entreprises ou travailleurs indépendants interviennent simultanément :

Plusieurs entreprises		
Chantiers de catégorie 1*	Chantiers de catégorie 2*	Chantiers de catégorie 3
Opérations de plus de 10 000 hommes x jour (soit plus de 80 000 h ou environ 4 M€) avec au moins 10 entreprises pour les opérations de bâtiment ou 5 pour les opérations de génie civil	Opérations de plus de 500 hommes x jour (soit 4 000 h ou environ 300 000 €) ou chantier de 30 jours avec un effectif en pointe supérieur à 20 salariés et hors catégorie 1	Autres opérations

* Nos chantiers routiers forestiers n'entrent pas dans ces catégories.

À ces catégories s'appliquent des dispositions différentes concernant les outils à mettre en œuvre :

- plan général de coordination en matière de sécurité et de protection de la santé (PGCSPS) ;
- plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS).

2.2_Définition des missions de coordination

Le Code du travail précise :

- les obligations du maître d'ouvrage (articles R. 4532-4 à R. 4532-10) ;
- les missions du coordonnateur SPS, les conditions et modalités d'exercice de ses missions, les compétences qu'il doit avoir et la formation nécessaire pour acquérir ces compétences (articles R. 4532-11 à R. 4532-37).

Le coordonnateur SPS exerce ses missions sous la responsabilité du maître d'ouvrage (article R. 4532-11). **Un contrat précise le contenu de la mission confiée au coordonnateur**, les moyens mis à sa disposition, l'autorité qui lui est confiée vis-à-vis des différents intervenants...

2.3 Principales missions du coordonnateur SPS

DANS LE CADRE DE LA CONCEPTION, DE L'ÉTUDE ET DE L'ÉLABORATION DU PROJET DE L'OUVRAGE

- Il élabore le plan général de coordination (PGC).
- Il constitue le dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).
- Il ouvre le registre-journal (articles R. 4532-38 à R. 4532-41).
- Il définit les sujétions relatives à la mise en place et à l'utilisation des protections collectives, des appareils de levage, des accès provisoires et des installations générales, notamment les installations électriques.
- Il assure le passage des consignes et la transmission des documents au coordonnateur de la phase de réalisation de l'ouvrage lorsque celui-ci est différent.

EN PHASE DE RÉALISATION DE L'OUVRAGE

- Il organise entre les entreprises (y compris sous-traitantes) la coordination de leurs activités, les modalités de l'utilisation en commun des installations, matériels et circulations, leur information mutuelle ainsi que l'échange entre elles des consignes en santé et sécurité au travail. À cet effet, il procède à une inspection commune, réalisée avant remise du PPSPS lorsque l'entreprise est soumise à l'obligation de le rédiger.
- Il veille à l'application correcte des mesures de coordination qu'il a définies.
- Il tient à jour et adapte le plan général de coordination (PGC) et veille à son application.
- Il complète si besoin le DIUO (dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage).
- Il prend des dispositions pour limiter l'accès au chantier aux seules personnes autorisées.
- Prise en compte des interférences avec les activités d'exploitation sur le site.
- Il procède avec le chef d'établissement en activité, préalablement au commencement des travaux, à une inspection commune visant notamment à délimiter le chantier, matérialiser les zones dangereuses pour les travailleurs des entreprises appelées à intervenir, préciser les voies de circulation, ainsi qu'à définir, pour les chantiers non clos et non indépendants, les installations sanitaires, les vestiaires, les locaux de restauration...
- Il communique aux entreprises appelées à intervenir sur le chantier les consignes de sécurité arrêtées avec le chef d'établissement et, en particulier, s'agissant des chantiers non clos et non indépendants, l'organisation prévue pour assurer les premiers secours en cas d'urgence.

2.4 Spécificités en matière de coordination

Le Code du travail prévoit certaines spécificités :

- Opérations conduites par une commune ou un groupement de communes de moins de 5 000 habitants : le maître d'ouvrage peut déléguer au maître d'œuvre l'ensemble de ses obligations en matière de coordination, dont la désignation du coordonnateur SPS (article L. 4531-2 du Code du travail).
- Chantiers entrepris par un particulier pour son usage personnel ou celui de certains de ses proches : c'est le maître d'œuvre ou l'un des entrepreneurs qui joue alors le rôle dévolu au coordonnateur SPS (article L. 4532-7 du Code du travail). Par exemple, pour des travaux simultanés de maçonnerie et de couverture, un particulier peut désigner l'un ou l'autre des entrepreneurs (maçon ou couvreur) pour assurer la sécurité de l'ensemble du personnel qui intervient sur le chantier.

Autres spécificités explicitées aux articles R. 4532-16, R. 4532-17 et R. 4532-19 du Code du travail.

La coordination de sécurité relève de la responsabilité du maître d'ouvrage qui peut confier cette fonction à un de ses agents ou prendre un prestataire habilité par un organisme certifié (3 niveaux de compétences).

Un cadre réglementaire spécifique

Conformément à la réglementation relative aux compétences et à la formation des coordonnateurs de sécurité et de protection de la santé (définie dans le Code du travail aux articles R. 4532-23 à R. 4532-37 suite au décret 2011-39 du 10 janvier 2011), les coordonnateurs SPS doivent désormais être formés par des formateurs exerçant leurs activités dans le cadre d'un organisme certifié par un organisme de certification lui-même accrédité par le COFRAC. Les modalités de mises en œuvre de ces formations sont définies dans l'arrêté du 26 décembre 2012 (et notamment dans son annexe IV).

3_Exemples de mesures de prévention face à des risques naturels pouvant survenir pendant le chantier

3.1_Mesures de nature technique

EN CAS DE RISQUE TORRENTIEL

Gérer les eaux de ruissellement au fur et à mesure de l'avancement du chantier, par des terrassements provisoires là où des collecteurs d'eau transversaux pourront être implantés.

EN CAS DE RISQUE DE GLISSEMENT DE TERRAIN SUR TALUS AMONT

Construire un soutènement au fur et à mesure de l'ouverture de la route

EN CAS DE RISQUE DE GLISSEMENT DE TERRAIN SUR TALUS AVAL

- mettre en place des clefs d'ancrage ;
- adapter la pente du talus ;
- réaliser un compactage soigné ;
- construire l'ouvrage de soutènement aval au fur et à mesure de l'avancement du chantier.

EN CAS DE RISQUE DE CHUTE DE BLOCS LORS D'OPÉRATION DE MINAGE OU D'OUVERTURE À LA PELLE

- fermer temporairement une voie de circulation publique et/ou toute autre voie pouvant accueillir du public ou des riverains susceptibles d'être impactées par le chantier (en aval notamment) voir mesures réglementaires ci-dessous ;
- faire preuve de vigilance lors du déplacement des blocs à la pelle (ne pas utiliser de bull) ;
- mettre en place un grillage à l'aval du chantier ;
- aménager, à la pelle araignée, un merlon de protection ;
- conforter le talus rocheux amont instable par clouage, grillage plaqué, ancrage, buton.

3.2_Mesures de nature réglementaire

Dans certains cas, il peut se révéler nécessaire de faire prendre par l'autorité administrative compétente les dispositions réglementaires appropriées, comme par exemple, un arrêté interdisant la circulation du public (motorisée, VTT, randonnées...).

3.3_En parallèle, une stratégie de communication adaptée doit être mise en œuvre



Route forestière du Ruidoiz en forêt communale de Villard-sur-Doron (73), Xavier Duthy, ONF



3^e PARTIE

ITINÉRAIRES TECHNIQUES DE TRAVAUX ROUTIERS (ITTR) EN CRÉATION

- ASSISE
- FRANCHISSEMENT
- SOUTÈNEMENT

1_CHOISIR UN ITINÉRAIRE DE CRÉATION

3 catégories d'itinéraires standards sont présentées ci-après :

- création d'une route forestière de montagne ;
Chaque itinéraire combine un type de substrat et un pourcentage de pente en travers, intègre les opérations de gestion des eaux de ruissellement et d'infiltration. Pour certains, la mise en place d'une couche de roulement spécifique est prise en compte.
- création d'ouvrages de franchissement **des cours d'eau ou talwegs** ;
- création d'ouvrages de soutènement ;

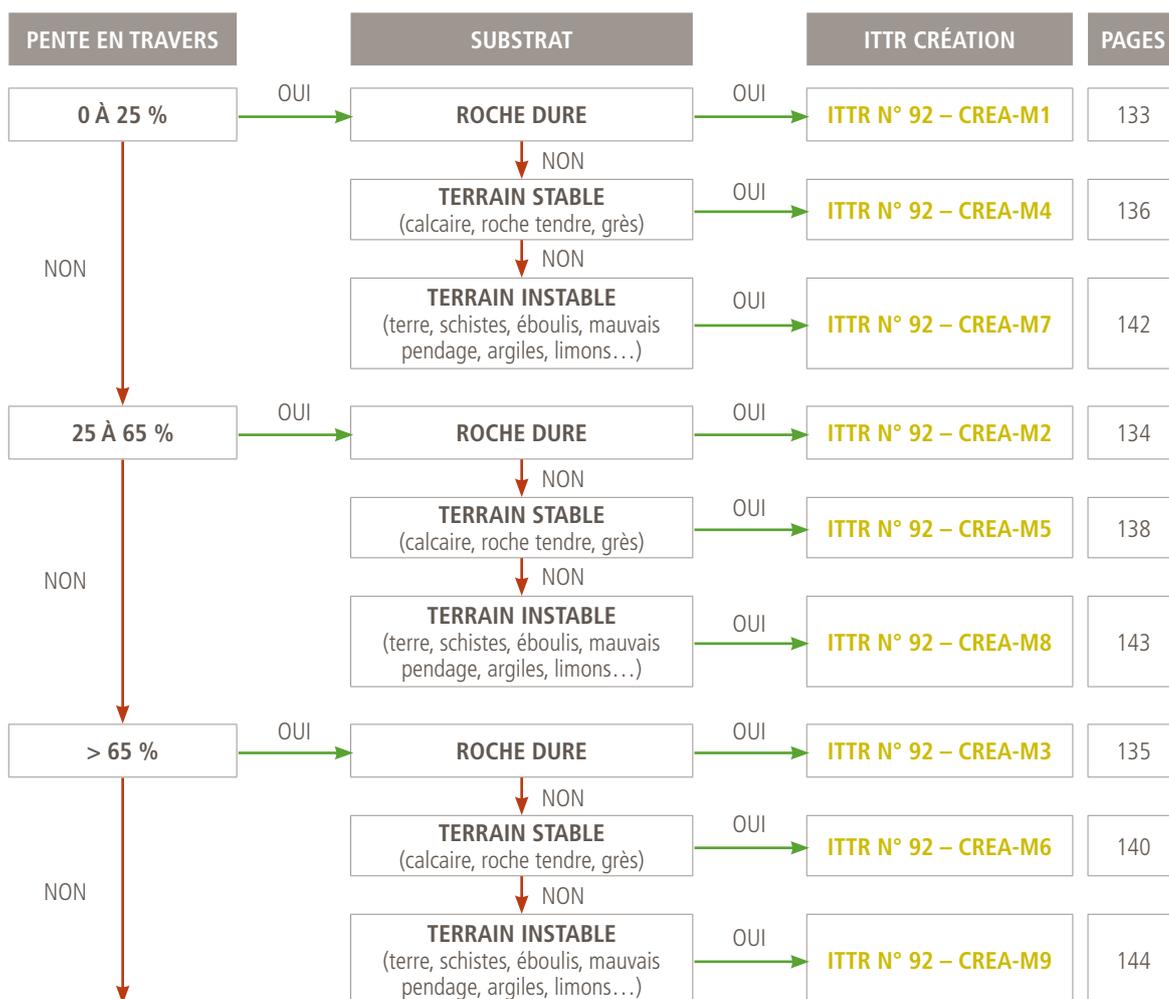
Le coût moyen indicatif de ces itinéraires est donné.

Les clefs ci-après sont un outil d'aide au choix des itinéraires.

Ces itinéraires et leurs caractéristiques **ne sont que des exemples** donnant un ordre d'idée des coûts, mais **chaque projet est unique**, constitué de tronçons différents et nécessite son propre cahier des charges.

En outre, les coûts de travaux d'un projet routier peuvent varier énormément en fonction du substrat, des distances liées à l'approvisionnement en fournitures (matériaux...), du niveau de la concurrence, etc.

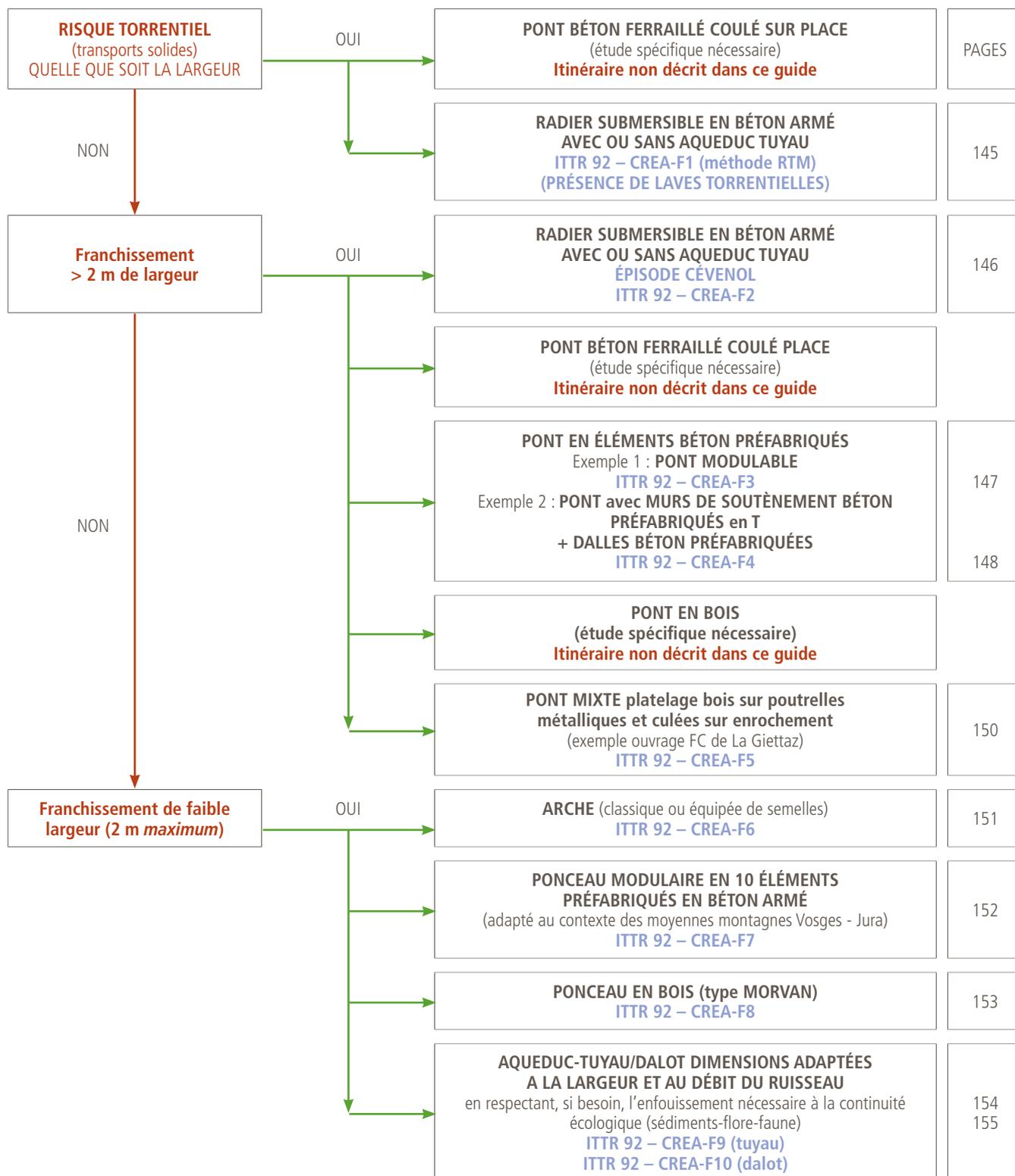
1.1_Clef d'aide au choix d'un itinéraire standard de création



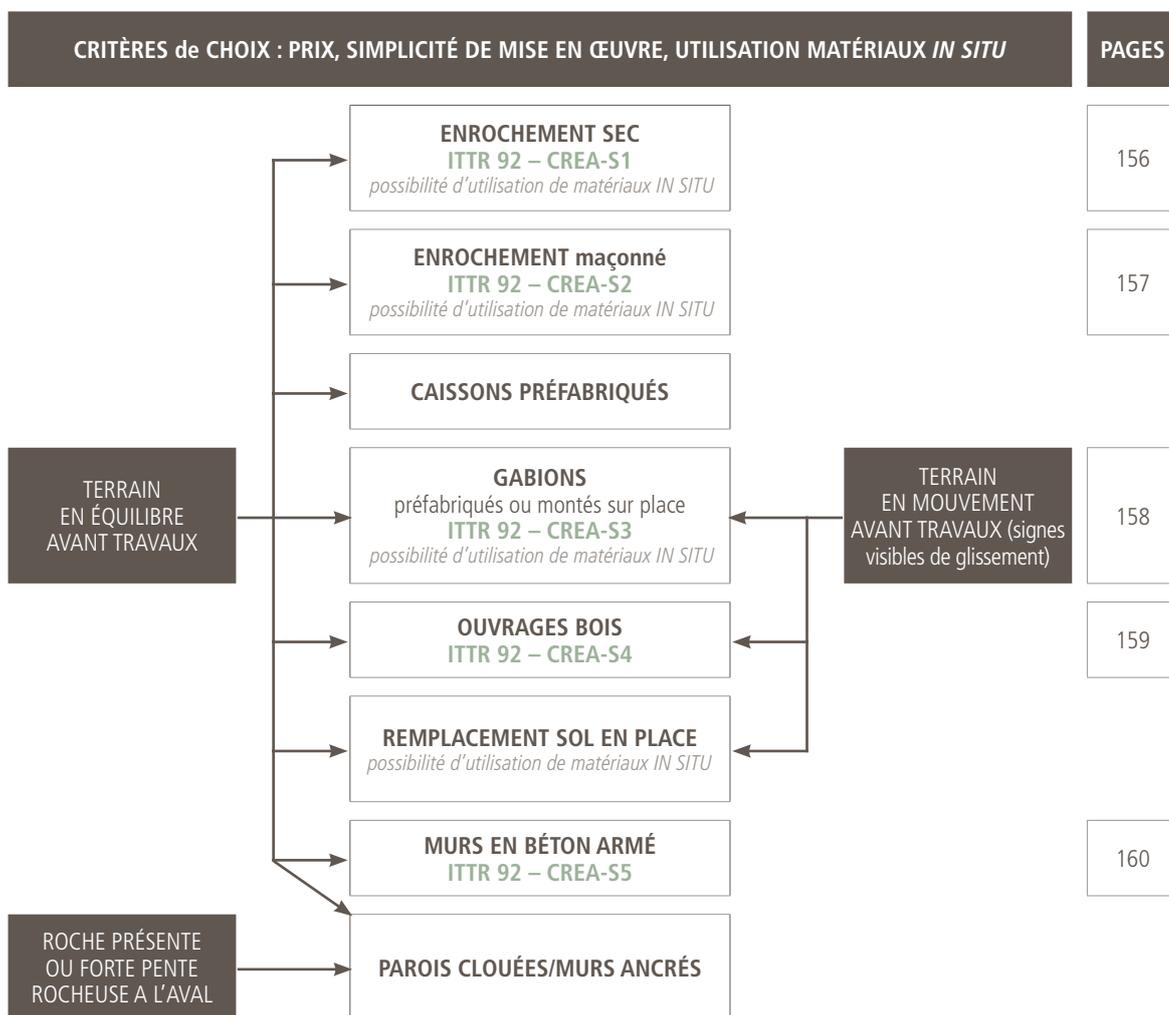
1.2_Clef d'aide au choix d'un type d'ouvrage de franchissement d'un cours d'eau ou talweg

Loi sur l'eau : déclaration/autorisation

rubriques : 3.1.1.0 (continuité éco) – 3.1.2.0 (profil) – 3.1.3.0 (lumière) – 3.1.4.0 (berges) – 3.1.5.0 (frayères)

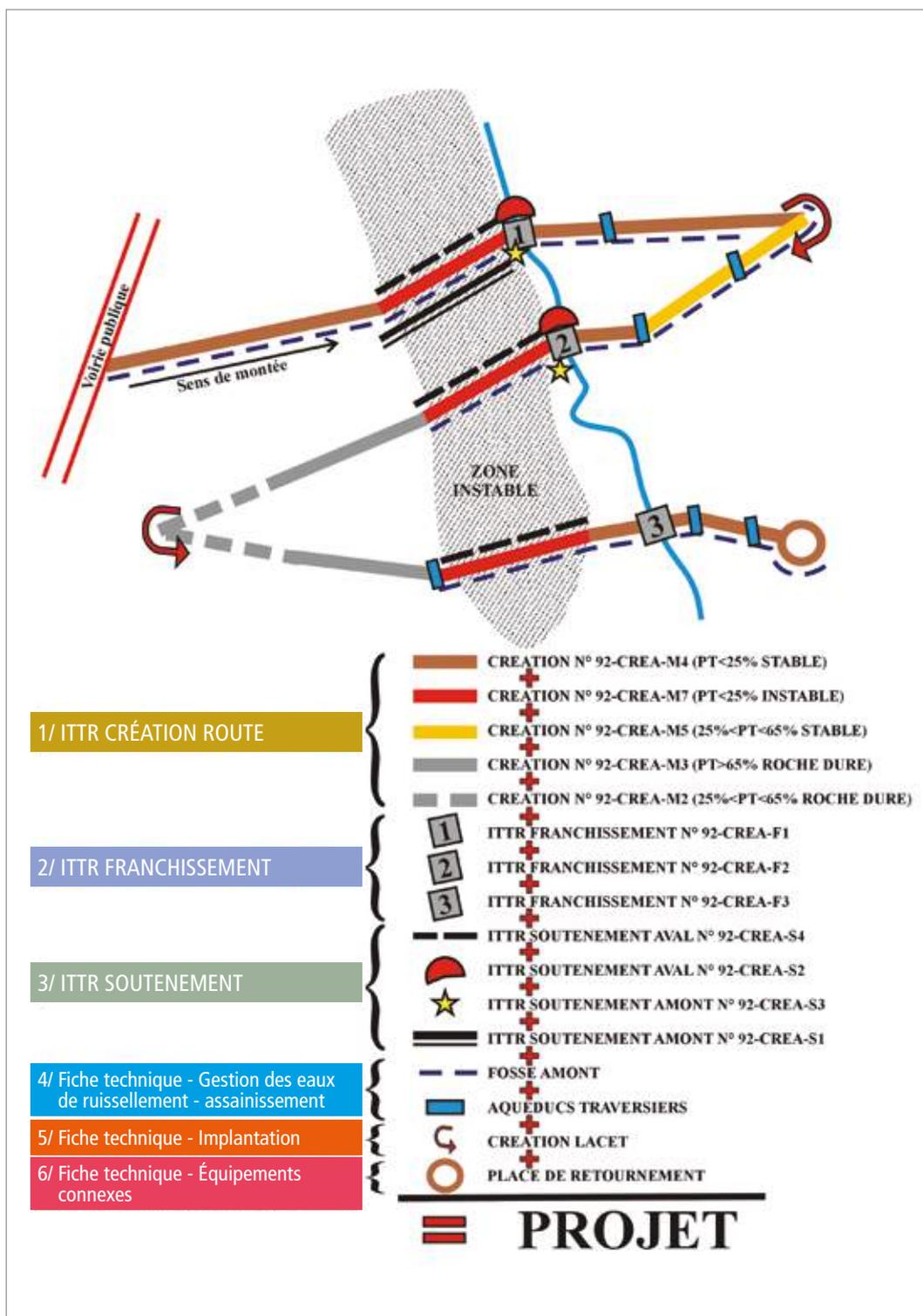


1.3_Clef d'aide au choix d'un type d'ouvrage de soutènement

Respect de la réglementation en cas de prélèvement de matériaux *in situ*Points de vigilance à propos de l'utilisation de matériaux prélevés *in situ* :

- veiller à respecter les réglementations ;
- procéder à un criblage systématique des matériaux à l'aide d'un godet cribleur monté sur pelle, afin d'éliminer les particules fines.

1.4_ Exemple de montage projet avec assemblage de différents ITTR du guide



2_COÛTS DES ITINÉRAIRES STANDARDS DE CRÉATION

*NB : ces itinéraires ne sont que des exemples, chaque projet a son propre cahier des charges.
Les totaux sont arrondis.*



Guillaume Picard, ONF

En forêt domaniale de Lemberg (57)

2.1_Création d'une route forestière en montagne

ITTR Assise n° 92 – CREA-M1

Création d'une route forestière sur roche dure avec une pente en travers comprise entre 0 et 25 %

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
Substrat : roche dure insensible à l'eau et au gel (granite, porphyre) Pente en travers du terrain naturel : 0 à 25 %	Tronçon d'1 km Largeur de la plate-forme : 5 m Largeur de la chaussée : 5 m (chaussée = plate-forme, pas besoin de fossé amont ni d'accotement) Assise en déblai-remblai Talus : 4/1 Section : 0,8 m²/mètre linéaire (10 % de pente en travers) Pente en long : 8 à 12 % 10 collecteurs terrassés en déblai Équipements connexes : implantés aux endroits de PT ≤ 25 %, avec une pente du fond de forme de 5 % maxi, talus 1/1 (meilleure accessibilité de ces endroits stratégiques), en déblai en amont de la route – 1 surlargeur de croisement de 3 m sur 25 m soit 75 m ² – 1 place de dépôt de 15 m x 33 m = 500 m ² – <i>En option</i> , 1 place de retournement rectangulaire de 15 m x 22 m = 330 m ²

Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Quantité par km	Unité	PU € HT	PU € HT/km de route
Installation du chantier*		1	u	2 500	2 500
Terrassement à la pelle (ou au bulldozer) + BRH pour 15 % du volume	Tm	800 120	m ³ m ³	7 7	5 600 840
Gestion des eaux de ruissellement/ assainissement de la plate-forme mise en place de collecteurs terrassés en déblai	Tm et E1	10	u	50	500
Équipements connexes (PT = 10 %) : surlargeur de croisement (33 m ²) place de dépôt (368 m ²)	Tm et C	33 368	m ³ m ³	8** 8**	260 2 950
Nivellement et compactage	Tm	1 000	m	5	5 000
SOUS-TOTAL (hors place de retournement)					17 650
Option Création d'une place de retournement (243 m ³) (systématique en bout de voie ou une tous les deux kilomètres)	Tm et C	243	m ³	8**	1 950
TOTAL (place de retournement comprise)					19 600

* L'installation du chantier comprend l'ensemble des transferts de matériel sur le chantier, l'approvisionnement du chantier (carburant, lubrifiant, nécessaire pour la maintenance...), la mise en œuvre de la signalisation du chantier et des mesures de sécurité, l'installation d'un abri de chantier nécessaire à l'hygiène et à la sécurité du personnel selon les normes en vigueur, les mesures relatives au stockage provisoire des ordures et déchets issus ou occasionnés pendant le chantier, le stockage du carburant avec bac de rétention.

** pour toutes les fiches concernées : PU HT incluant terrassement avec l'emploi du BRH

Articles de programmation des travaux

Création de routes en terrain naturel : 04-DESS-CRN00 ; Création de places de dépôt en terrain naturel :

04-CNXI-CDN00 ; Création de place de retournement : 04-CNXI-CPR00 ;

Travaux divers d'investissement sur connexes d'infrastructure : 04 – CNXI-CCNX0

ITTR Assise n° 92 – CREA-M2

Création d'une route forestière sur roche dure avec une pente en travers comprise entre 25 et 65 %

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
Substrat : roche dure insensible à l'eau et au gel (granite, porphyre) Pente en travers du terrain naturel : 25 à 65 %	Tronçon d'1 km Largeur de la plate-forme : 5 m Largeur de la chaussée : 5 m (chaussée = plate-forme, pas besoin de fossé amont ni d'accotement) Assise en déblai-remblai Talus : 4/1 Section : 1,68 m²/mètre linéaire (40 % de pente en travers) Pente en long : 8 à 12 % 10 collecteurs terrassés en déblai Équipements connexes : implantés aux endroits de PT ≤ 25 %, avec une pente du fond de forme de 5 % maxi, talus 1/1 (meilleure accessibilité de ces endroits stratégiques), en déblai en amont de la route – 1 sur largeur de croisement de 3 m sur 25 m soit 75 m ² – 1 place de dépôt de 15 m x 33 m = 500 m ² – <i>En option</i> , 1 place de retournement rectangulaire de 15 m x 22 m = 330 m ²

Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Quantité par km	Unité	PU € HT	PU € HT/km de route
Installation du chantier*		1	u	2 500	2 500
Terrassement à la pelle (ou au bulldozer) + BRH pour 30 % du volume	Tm	1 680 504	m ³ m ³	7 7	11 760 3 528
Gestion des eaux de ruissellement/ assainissement de la plate-forme mise en place de collecteurs terrassés en déblai	Tm et E1	10	u	50	500
Équipements connexes (PT = 25 %) : surlargeur de croisement (157 m³) place de dépôt (1 776 m³)	Tm et C	157 1 776	m ³ m ³	9** 9**	1 413 16 000
Nivellement et compactage	Tm	1 000	m	5	5 000
SOUS – TOTAL (hors options)					40 700
Option 1 : Étude géotechnique au cas par cas	G	1	Forfait	3 000	3 000
Option 2 : Création d'une place de retournement (1 173 m ³) (systématique en bout de voie ou une tous les deux kilomètres)	Tm et C	1 173	m ³	9**	10 500
Option 3 : création d'un lacet de 25 m de diamètre hors tout (60 mètres linéaires à 5 fois le prix du tronçon normal)	I	60	m	75	4 500
TOTAL (options comprises)					58 700

* cf. ITTR Création n° 92 – CREA-M1

** pour toutes les fiches concernées : PU HT incluant terrassement avec l'emploi du BRH

Articles de programmation des travaux :

Création de routes en terrain naturel : 04-DESS-CRN00 ; Création de passages busés : 04-CNXI-CBU00 ;
 Création de places de dépôt en terrain naturel : 04-CNXI-CDN00 ; Création de place de retournement : 04-CNXI-CPR00 ;
 Travaux divers d'investissement sur connexes d'infrastructure : 04 – CNXI-CCNX0

ITTR Assise n° 92 – CREA-M3

Création d'une route forestière sur roche dure avec une pente en travers supérieure à 65 %

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
Substrat : roche dure dure insensible à l'eau et au gel (granite, porphyre) Pente en travers du terrain naturel : ≥ 65 %	Tronçon d'1 km Largeur de la plate-forme : 5 m Largeur de la chaussée : 5 m (chaussée = plate-forme, pas besoin de fossé amont ni d'accotement) Assise en déblai Talus : 4/1 Section : 4,91 m²/mètre linéaire (65 % de pente en travers) Pente en long : 8 à 12 % 10 collecteurs terrassés en déblai Équipements connexes : implantés aux endroits de PT ≤ 25 %, avec une pente du fond de forme de 5 % maxi, talus 1/1 (meilleure accessibilité de ces endroits stratégiques), en déblai en amont de la route – 1 surlargeur de croisement de 3 m sur 25 m soit 75 m ² – 1 place de dépôt de 15 m x 33 m = 500 m ² – <i>En option</i> , 1 place de retournement rectangulaire de 15 m x 22 m = 330 m ²

Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Quantité par km	Unité	PU € HT	PU € HT/km de route
Installation du chantier*		1	u	2500	2 500
Terrassement à la pelle (ou au bulldozer) + BRH pour 50 % du volume	Tm	4910 2455	m ³ m ³	7 7	34 370 17 185
Gestion des eaux de ruissellement/ assainissement de la plate-forme mise en place de collecteurs terrassés en déblai	Tm et E1	10	u	50	500
Équipements connexes (PT = 25 %) : surlargeur de croisement (157 m ³) place de dépôt (1 776 m ³)	Tm et C	157 1 776	m ³ m ³	10,5** 10,5**	1 650 18 648
Nivellement et compactage	Tm	1 000	m	5	5 000
SOUS – TOTAL (hors options)					79 850
Option 1 : Étude géotechnique au cas par cas	G	1	Forfait	3 000	3 000
Option 2 : Création d'une place de retournement (1 173 m ³) (systématique en bout de voie ou une tous les deux kilomètres)	Tm et C	1 173	m ³	10,5**	12 320
Option 3 : création d'un lacet de 25 m de diamètre hors tout sur PT < 30 % ou sur arêtes rocheuses (60 mètres linéaires à 5 fois le prix du tronçon normal)	I	60	m	250	15 000
TOTAL (options comprises)					110 200

* cf. ITTR Création n° 92 – CREA-M1

** pour toutes les fiches concernées : PU HT incluant terrassement avec l'emploi du BRH

Articles de programmation des travaux

Création de routes en terrain naturel : 04-DESS-CRN00; Création de places de dépôt en terrain naturel : 04-CNXI-CDN00; Création de place de retournement : 04-CNXI-CPR00; Travaux divers d'investissement sur connexes d'infrastructure : 04 – CNXI-CCNX0

ITTR Assise n° 92 – CREA-M4

Création d'une route forestière sur **terrain stable** (calcaire, roche tendre, grès) avec une **pente en travers comprise entre 0 et 25 %**

CHAMPS D'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES			
Substrat : terrain stable (calcaire, roche tendre, grès) Pente en travers du terrain naturel : 0 à 25 %		Tronçon d'1 km Largeur de la plate-forme : 5 m, pas de fossé amont (en option) Largeur de la chaussée : 3,50 m Couche de roulement obtenue par broyage de matériaux Assise en déblai-remblai Talus : 3/2 Section : 1 m ³ /mètre linéaire (10 % de pente en travers) Pente en long : 8 à 12 % 10 collecteurs terrassés en déblai Équipements connexes : implantés aux endroits de PT ≤ 25 %, avec une pente du fond de forme de 5 % maxi, talus 1/1 (meilleure accessibilité de ces endroits stratégiques), en déblai en amont de la route – 1 surlargeur de croisement de 3 m sur 25 m soit 75 m ² – 1 place de dépôt de 15 m x 33 m = 500 m ² – <i>En option</i> , 1 place de retournement rectangulaire de 15 m x 22 m = 330 m ²			
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Quantité par km	Unité	PU € HT	PU € HT/km de route
Installation du chantier*		1	u	2 500	2 500
Terrassement à la pelle (ou au bulldozer)	Tm	1 000	m ³	5	5 000
Gestion des eaux de ruissellement/ assainissement de la plate-forme mise en place de collecteurs terrassés en déblai	Tm et E1	10	u	50	500
Équipements connexes (PT = 10 %) :					
– surlargeur de croisement (33 m ³)	Tm et C	33	u	5	165
– place de dépôt (368 m ³)		368	u	5	1 840
Broyage sur 15 à 25 cm d'épaisseur du tout venant en place à l'aide d'un broyeur de pierres (2 passes pour obtenir une couche de roulement), nivellement et compactage	R1 du guide plaine et collines	3 575	m ²	1,7	6 080
SOUS – TOTAL (hors options)					16 100
Plus-value 1 : Apport de matériaux tout venant 0/300 prélevés <i>in situ</i> sur 25 cm compactés. Sur 25 % du linéaire	R1 du guide plaine et collines	220	m ³	9	1 980
Plus-value 2*** : Apport de matériaux tout venant 0/300 en provenance d'une carrière sur 25 cm compactés sur 25 % du linéaire	R1 du guide plaine et collines	220	m ³	28	6 160
TOTAL avec plus-values					24 240
Option 1 : création d'une place de retournement (terrassage 243 m ³ + broyage 330 m ²)	Tm et C	330	m ²	5,45	1 800

Option 2 : fossé amont sur 50 % du linéaire et assainissement

• élargissement de la plate-forme (1,5 m) et création d'un fossé amont		500	m	6	3 000
• fourniture et mise en place de 2 aqueducs – tuyaux transversaux (en béton armé) de diamètre 800 sur 9 m de long, équipés de têtes de tuyau	Tm et E1	18	m	270	4 860
• radier béton (type Cévennes) de 50 m ² environ		1	u	3 800	3 800

Option 3 : 3 aqueducs-tuyaux d'entrée de parcelles de 6 m de longueur et de diamètre 400

	E1	18	m	100	1 800
--	----	----	---	-----	-------

TOTAL (options comprises)**39 500**

* cf. ITTR Création n° 92 – CREA-M1

*** Plus-value 2 : le prix au m³ des apports de matériaux tout-venant en 0/300 en provenance d'une carrière peut varier de 18 à 30 €/m³**Articles de programmation des travaux**

Création de routes en terrain naturel : 04-DESS-CRN00 ; Création de fossés bordiers : 04-CNXI-CFO00 ;
Création de passages busés : 04-CNXI-CBU00 ; Création de places de dépôt en terrain naturel : 04-CNXI-
CDN00 ; Création de place de retournement : 04-CNXI-CPR00 ; Travaux divers d'investissement sur connexes
d'infrastructure : 04 – CNXI-CCNX0

ITTR Assise n° 92 – CREA-M5

Création d'une route forestière sur terrain stable (calcaire, roche tendre, grès)
avec une pente en travers comprise entre 25 et 65 %

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES				
Substrat : terrain stable (calcaire, roche tendre, grès) Pente en travers du terrain naturel : 25 à 65 %	Tronçon d'1 km Largeur de la plate-forme : 5 m, pas de fossé amont (en option) Largeur de la chaussée : 3,50 m Assise en déblai-remblai Talus : 3/2 Section : 2,06 m ² /mètre linéaire (40 % de pente en travers) Pente en long : 8 à 12 % 15 collecteurs terrassés en déblai (tous les 75 m) Équipements connexes : implantés aux endroits de PT ≤ 25 %, avec une pente du fond de forme de 5 % maxi, talus 1/1 (meilleure accessibilité de ces endroits stratégiques), en déblai en amont de la route – 1 sur largeur de croisement de 3 m sur 25 m soit 75 m ² – 1 place de dépôt de 15 m x 33 m = 500 m ² – <i>En option</i> , 1 place de retournement rectangulaire de 15 m x 22 m = 330 m ²				
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Quantité par km	Unité	PU € HT	PU € HT/km de route
Installation du chantier*		1	u	2 500	2 500
Terrassement à la pelle (ou au bulldozer) + BRH pour 5 % du volume		2 060	m ³	5	10 300
	Tm	103	m ³	7	721
Gestion des eaux de ruissellement/ assainissement de la plate-forme mise en place de collecteurs terrassés en déblai	Tm et E1	15	u	50	750
Équipements connexes (PT = 25 %) : surlargeur de croisement (157 m ³) place de dépôt (1 776 m ³)	Tm et C	157 1 776	m ³ m ³	5,1** 5,1**	800 9 057
Broyage sur 15 à 25 cm d'épaisseur du tout venant en place à l'aide d'un broyeur de pierres (2 passes pour obtenir une couche de roulement), nivellement et compactage	R1 du guide plaine et collines	3 575	m ²	1,7	6 080
SOUS – TOTAL (hors options)					30 200
Plus-value 1 : Apport de matériaux tout venant 0/300 prélevés <i>in situ</i> sur 25 cm compactés. Sur 25 % du linéaire	R1 du guide plaine et collines	220	m ³	9	1 980
Plus-value 2*** : Apport de matériaux tout venant 0/300 en provenance d'une carrière sur 25 cm compactés sur 25 % du linéaire	R1 du guide plaine et collines	220	m ³	28	6 160
TOTAL avec plus-values					38 350
Option 1 : Étude géotechnique au cas par cas	G	1	Forfait	3 000	3 000
Option 2 : création d'une place de retournement (terrassement 1 173 m ³ + broyage 330 m ²)	Tm et C	330	m ²	20	6 600
Option 3 : création d'un lacet de 25 m de diamètre hors tout à PT < 30 % ou sur arêtes rocheuses (60 mètres linéaires à 5 fois le prix du tronçon normal)	I	60	m	55	3 300

Option 4 : fossé amont sur 100 %
du linéaire et assainissement

• élargissement de la plate-forme (1,5 m) et création d'un fossé amont		1000	m	6	6000
• fourniture et mise en place de 4 aqueducs – tuyaux transversaux (en béton armé) de diamètre 800, sur 9 m de long, équipés de têtes de buses	Tm et E1	36	m	270	9720
• radier béton (type Cévennes) de 50 m ² environ		2	u	3800	7600

Option 5 : 3 aqueducs-tuyaux d'entrée
de parcelles de 6 m de longueur et de
diamètre 400

	E1	100	m	18	1800
--	----	-----	---	----	------

TOTAL (options comprises)**76 400**

* cf. ITTR Création n° 92 – CREA-M1

** pour toutes les fiches concernées : PU HT incluant terrassement avec l'emploi du BRH

*** Plus-value 2 : le prix au m³ des apports de matériaux tout-venant en 0/300 en provenance d'une carrière peut varier de 18 à 30 €/m³**Articles de programmation des travaux**

Création de route en terrain naturel : 04-DESS-CRN00 ; Création de fossés bordiers : 04-CNXI-CFO00 ;
Création de passages busés : 04-CNXI-CBU00 ; Création de places de dépôt en terrain naturel : 04-CNXI-
CDN00 ; Création de place de retournement : 04-CNXI-CPR00 ; Travaux divers d'investissement sur connexes
d'infrastructure : 04 – CNXI-CCNX0

ITTR Assise n° 92 – CREA-M6

Création d'une route forestière sur **terrain stable** (calcaire, roche tendre, grès) avec une **pente en travers supérieure à 65 %**

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES				
Substrat : terrain stable (calcaire, roche tendre, grès) Pente en travers du terrain naturel : ≥ 65 %	Tronçon d'1 km Largeur de la plate-forme : 5 m , pas de fossé amont (en option) Largeur de la chaussée : 3,50 m Assise en déblai-remblai Talus : 3/2 Section : 6,95 m²/mètre linéaire (65 % de pente en travers) Pente en long : 8 à 12 % 20 collecteurs terrassés en déblai (tous les 75 m) Équipements connexes : implantés aux endroits de PT ≤ 25 %, avec une pente du fond de forme de 5 % maxi, talus 1/1 (meilleure accessibilité de ces endroits stratégiques), en déblai en amont de la route – 1 surlargeur de croisement de 3 m sur 25 m soit 75 m ² – 1 place de dépôt de 15 m x 33 m = 500 m ² – <i>En option</i> , 1 place de retournement rectangulaire de 15 m x 22 m = 330 m ²				
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Quantité par km	Unité	PU € HT	PU € HT/km de route
Installation du chantier*		1	u	2 500	2 500
Terrassement à la pelle (ou au bulldozer) + BRH pour 10 % du volume	Tm	6 950 695	m ³ m ³	5 7	34 750 4 865
Gestion des eaux de ruissellement/ assainissement de la plate-forme mise en place de collecteurs terrassés en déblai	Tm et E1	20	u	50	1 000
Équipements connexes (PT = 25 %) : surlargeur de croisement (157 m ³) place de dépôt (1 776 m ³)	Tm et C	157 1 776	m ³ m ³	5,7** 5,7**	895 10 123
Broyage sur 15 à 25 cm d'épaisseur du tout venant en place à l'aide d'un broyeur de pierres (2 passes pour obtenir une couche de roulement), nivellement et compactage	R1 du guide plaine et collines	3 575	m ²	1,7	6 080
SOUS – TOTAL (hors options)					60 215
Plus-value 1 : Apport de matériaux tout venant 0/300 prélevés <i>in situ</i> sur 25 cm compactés. Sur 25 % du linéaire	R1 du guide plaine et collines	220	m ³	9	1 980
Plus-value 2*** : Apport de matériaux tout venant 0/300 en provenance d'une carrière sur 25 cm compactés sur 25 % du linéaire	R1 du guide plaine et collines	220	m ³	28	6 160
TOTAL avec plus-values					68 350
Option 1 : Étude géotechnique au cas par cas	G	1	Forfait	3 000	3 000
Option 2 : création d'une place de retournement (terrassement 1 173 m ³ + broyage 330 m ²)	Tm et C	330	m ²	20	6 600

Option 3 : création d'un lacet de 25 m de diamètre hors tout à PT < 30 % ou sur arêtes rocheuses (60 mètres linéaires à 5 fois le prix du tronçon normal)	I	60	m	200	12 000
Option 4 : fossé amont sur 100 % du linéaire et assainissement					
• élargissement de la plate-forme (1,5 m) et création d'un fossé amont		1000	m	6	6 000
• fourniture et mise en place de 6 aqueducs – tuyaux transversaux (en béton armé) de diamètre 800 sur 9 m de long, équipés de têtes de tuyau	Tm et E1	54	m	270	14 580
• radier béton (type Cévennes) de 50 m ² environ		2	u	3 800	7 600
Option 5 : 3 aqueducs-tuyaux d'entrée de parcelles de 6 m de longueur et de diamètre 400	E1	18	m	100	1 800
TOTAL (options comprises)					120 000

* cf. ITTR Création n° 92 – CREA-M1

** pour toutes les fiches concernées : PU HT incluant terrassement avec l'emploi du BRH

*** Plus-value 2 : le prix au m³ des apports de matériaux tout-venant en 0/300 en provenance d'une carrière peut varier de 18 à 30 €/m³

Articles de programmation des travaux

Création de routes en terrain naturel : 04-DESS-CRN00 ; Création de fossés bordiers : 04-CNXI-CFO00 ; Création de passages busés : 04-CNXI-CBU00 ; Création de places de dépôt en terrain naturel : 04-CNXI-CDN00 ; Création de place de retournement : 04-CNXI-CPR00 ; Travaux divers d'investissement sur connexes d'infrastructure : 04 – CNXI-CCNX0.

ITTR Assise n° 92 – CREA-M7

Création d'une assise sur **terrain instable** (schistes, éboulis, mauvais pendage, argiles, limons) avec une **pente en travers comprise entre 0 et 25 %**

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES				
<p>Substrat : terrain instable (schistes, éboulis, argiles, limons)</p> <p>Pente en travers du terrain naturel : 0 à 25 %</p> <p><i>En option, non pris en compte dans cet itinéraire : création d'accès aux parcelles par mise en place d'aqueducs de diamètre adapté sur le fossé amont</i></p>	<p>Tronçon d'1 km</p> <p>Largeur de la plate-forme : 5 m, avec 1 fossé amont sur 50 % du linéaire</p> <p>Largeur de la chaussée : 3,50 m</p> <p>Assise en déblai-remblai</p> <p>Talus : 1/1</p> <p>Section : 1,3 m²/mètre linéaire</p> <p>Pente en long : 8 à 12 %</p> <p>15 collecteurs terrassés en déblai</p> <p>Équipements connexes : implantés aux endroits de PT ≤ 25 %, avec une pente du fond de forme de 5 % maxi, talus 1/1 (meilleure accessibilité de ces endroits stratégiques), en déblai en amont de la route</p> <ul style="list-style-type: none"> – 1 surlargeur de croisement de 3 m sur 25 m soit 75 m² – 1 place de dépôt de 15 m x 33 m = 500 m² – <i>En option</i>, 1 place de retournement rectangulaire de 15 m x 22 m = 330 m² 				
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Quantité par km	Unité	PU € HT	PU € HT/km de route
Étude géotechnique	G	1	Forfait	3 000	3 000
Installation du chantier*		1	u	2 500	2 500
Terrassement à la pelle (ou au bulldozer)	Tm	1 300	m ³	5	6 500
Renforcement du corps de chaussée : pose d'un géotextile anticontaminant empierrement sur 40 cm d'épaisseur <i>minimum</i> en primaire 150/200 création d'une couche de roulement par broyage des 5 cm supérieurs	Guide plaine B1, B2, ou B4, R1 et R2	1 000 1 000 3 575	m m m ²	5 45 1,7	5 000 45 000 6 080
Gestion des eaux de ruissellement/ assainissement de la plate-forme Mise en place de collecteurs terrassés en déblai Fossé amont (sur 50 % du linéaire) et assainissement	Tm et E1	15	u	50	7 50
• élargissement de la plate-forme (1,5 m) et création d'un fossé amont		500	m	6	3 000
• fourniture et mise en place de 4 aqueducs – tuyaux transversaux (en béton armé) de diamètre 800 sur 9 m de long, équipés de têtes de tuyau		36	m	270	9 720
• radier béton (type Cévennes) de 50 m ² environ		4	u	3 800	15 200
Équipements connexes (PT = 10 %) :					
surlargeur de croisement (33 m ³)	Tm	33	m ³	5	165
place de dépôt (368 m ³)	et C	368	m ³	5	1 840
Nivellement et compactage	Tm	1 000	m	5	5 000
SOUS – TOTAL (hors place de retournement)					103 750
Option 1 : création d'une place de retournement (terrassage 243 m ³ + apport structure + broyage 330 m ²)	T	330	m ²	16	5 280
TOTAL (place de retournement comprise)					109 000

* cf. ITTR Création n° 92 – CREA-M1

Articles de programmation des travaux

Création de routes en terrain naturel : 04-DESS-CRN00; Création de fossés bordiers : 04-CNXI-CFO00; Création de passages busés : 04-CNXI-CBU00; Création de places de dépôt en terrain naturel : 04-CNXI-CDN00; Création de place de retournement : 04-CNXI-CPR00; Travaux divers d'investissement sur connexes d'infrastructure : 04 – CNXI-CCNX0

ITTR Assise n° 92 – CREA-M8

Création d'une route forestière sur **terrain instable** (schistes, éboulis, argiles, limons)
avec une **pente en travers comprise entre 25 et 65 %**

CHAMPS D'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES			
Substrat : terrain instable (schistes, éboulis, argiles, limons) Pente en travers du terrain naturel : 25 à 65 % <i>En option, non pris en compte dans cet itinéraire : création d'accès aux parcelles par mise en place d'aqueducs de diamètre adapté sur le fossé amont</i>		Tronçon d'1 km Largeur de la plate-forme : 5 m, avec 1 fossé amont sur 100 % du linéaire Largeur de la chaussée : 3,50 m Assise en déblai-remblai Talus : 1/1 Section : 2,55 m ² /mètre linéaire (40 % de pente en travers) Pente en long : 8 à 12 % 20 collecteurs terrassés en déblai Équipements connexes : implantés aux endroits de PT ≤ 25 %, avec une pente du fond de forme de 5 % maxi, talus 1/1 (meilleure accessibilité de ces endroits stratégiques), en déblai en amont de la route – 1 surlargeur de croisement de 3 m sur 25 m soit 75 m ² – 1 place de dépôt de 15 m x 33 m = 500 m ² – <i>En option</i> , 1 place de retournement rectangulaire de 15 m x 22 m = 330 m ²			
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Quantité par km	Unité	PU € HT	PU € HT/km de route
Étude géotechnique	G	1	u	3 000	3 000
Installation du chantier*		1	u	2 500	2 500
Terrassement à la pelle (ou au bulldozer)	Tm	2 550	m ³	5	12 750
Renforcement du corps de chaussée :					
pose d'un géotextile anticontaminant	B1,				
empierrement sur 40 cm d'épaisseur	B2,	1 000	m	5	5 000
minimum en primaire 150/200	ou B4,	1 000	m	45	45 000
création d'une couche de roulement par broyage des 5 cm supérieurs	R1 et R2	3 575	m ²	1,7	6 080
Gestion des eaux de ruissellement/ assainissement de la plate-forme					
Mise en place de collecteurs terrassés en déblai	Tm et E1	20	u	50	1 000
Fossé amont et assainissement					
• élargissement de la plate-forme (1,5 m) et création d'un fossé amont		1 000	m	4	4 000
• fourniture et mise en place de 4 aqueducs – tuyaux transversaux (en béton armé) de diamètre 800 sur 9 m de long, équipés de têtes de tuyau		36	m	270	9 720
• radier béton (type Cévennes) de 50 m ² environ		4	u	3 800	15 200
Équipements connexes (PT = 25 %) :					
surlargeur de croisement (157 m ³)	Tm	157	m ³	5	785
place de dépôt (1 776 m ³)	et C	1 776	m ³	5	8 880
Nivellement et compactage	Tm	1 000	m	5	5 000
SOUS-TOTAL (hors place de retournement)					119 000
Option 1 : création d'une place de retournement (terrassage 243 m³ + apport structure + broyage 330 m²)					
	Tm et C	330	m ²	16	5 280
TOTAL (avec place de retournement)					124 280
Option 2 : reverdissement des talus					
		15 000	m ²	1	15 000
TOTAL avec reverdissement					139 300

Articles de programmation des travaux

Création de routes en terrain naturel : 04-DESS-CRN00 ;

Création de fossés bordiers : 04-CNXI-CFO00 ;
 Création de passages busés : 04-CNXI-CBU00 ;
 Création de places de dépôt en terrain naturel : 04-CNXI-CDN00 ;
 Création de place de retournement : 04-CNXI-CPR00 ;
 Travaux divers d'investissement sur connexes d'infrastructure : 04 – CNXI-CCNX0

* cf. ITTR Création n° 92 – CREA-M1

ITTR Assise n° 92 – CREA-M9

Création d'une route forestière sur terrain instable (schistes, éboulis, pierriers, argiles, limons) avec une pente en travers supérieure à 65 %

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES				
<p>Substrat : terrain instable (schistes, éboulis, pierriers, argiles, limons)</p> <p>Pente en travers du terrain naturel : > à 65 %</p> <p><i>En option, non pris en compte dans cet itinéraire : création d'accès aux parcelles par mise en place d'aqueducs de diamètre adapté sur le fossé amont</i></p>	<p>Tronçon d'1 km</p> <p>Largeur de la plate-forme : 5 m, avec 1 fossé amont sur 100 % du linéaire</p> <p>Largeur de la chaussée : 3,50 m</p> <p>Assise en déblai</p> <p>Talus : 1/1</p> <p>Section : 10,8 m² (65 % de pente en travers)</p> <p>Pente en long : 8 à 12 %</p> <p>20 collecteurs d'eau de ruissellement</p> <p>Équipements connexes : implantés aux endroits de PT ≤ 25 %, avec une pente du fond de forme de 5 % maxi, talus 1/1 (meilleure accessibilité de ces endroits stratégiques), en déblai en amont de la route</p> <ul style="list-style-type: none"> – 1 surlargeur de croisement de 3 m sur 25 m soit 75 m² – 1 place de dépôt de 15 m x 33 m = 500 m² – <i>En option</i>, 1 place de retournement rectangulaire de 15 m x 22 m = 330 m² 				
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Quantité par km	Unité	PU € HT	PU € HT/km de route
Étude géotechnique	G	1	u	3000	3 000
Installation du chantier*		1	u	2 500	2 500
Terrassement à la pelle (ou au bulldozer)	Tm	10 800	m ³	5	54 000
Renforcement du corps de chaussée :					
pose d'un géotextile anticontaminant	B1,	1 000	m	5	5 000
empierrement sur 40 cm d'épaisseur minimum en primaire 150/200	B2,	1 000	m	45	45 000
création d'une couche de roulement par broyage des 5 cm supérieurs	ou B4, R1 et R2	3 575	m ²	1,7	6 080
Gestion des eaux de ruissellement/ assainissement de la plate-forme					
Mise en place de collecteurs terrassés en déblai	Tm et E1	20	u	50	1 000
Fossé amont et assainissement					
• élargissement de la plate-forme (1,5 m) et création d'un fossé amont		1 000	m	4	4 000
• fourniture et mise en place de 5 aqueducs – tuyaux transversaux (en béton armé) de diamètre 800 sur 9 m de long, équipés de têtes de buses		45	m	270	12 150
• radier béton (type Cévennes) de 50 m ² environ		4	u	3 800	15 200
Équipements connexes (PT = 25 %) :					
surlargeur de croisement (157 m ²)	Tm et C	157	m ³	5	785
place de dépôt (1 776 m ³)		1 776	m ³	5	8 880
Nivellement et compactage	Tm	1 000	m	5	5 000
SOUS-TOTAL (hors option)					162 600
Option 1 : création d'une place de retournement (terrassement 243 m ³ + broyage 330 m ²)	Tm et C	330	m ²	16	5 280
Option 2 : création d'un lacet de 25 m de Ø hors tout à PT < 30 % ou sur arêtes rocheuses (60 mètres linéaires à 5 fois le prix du tronçon normal)	I	60	m	500	30 000
TOTAL (place de retournement et lacet)					198 000
Option 3 : reverdissement des talus (hydroseeder)	P	20 000	m ²	1	20 000
TOTAL (toutes options comprises)					218 000

* cf. ITTR Création n° 92 – CREA-M1

Articles de programmation des travaux :

Création de routes en terrain naturel : 04-DESS-CR00;

Création de collecteurs d'eau : 04-CNXI-CC000;

Création de renvois d'eau : 04-CNXI-CR000;

Création de fossés bordiers : 04-CNXI-CF000;

Création de passages busés : 04-CNXI-CBU00;

Création de places de dépôt en terrain naturel : 04-CNXI-CDN00;

Création de place de retournement : 04-CNXI-CPR00;

Travaux divers d'investissement sur connexes d'infrastructure : 04 – CNXI-CCNX0;

2.2_Création d'un ouvrage de franchissement d'un cours d'eau ou d'un talweg

ITTR Franchissement n° 92 – CREA-F1

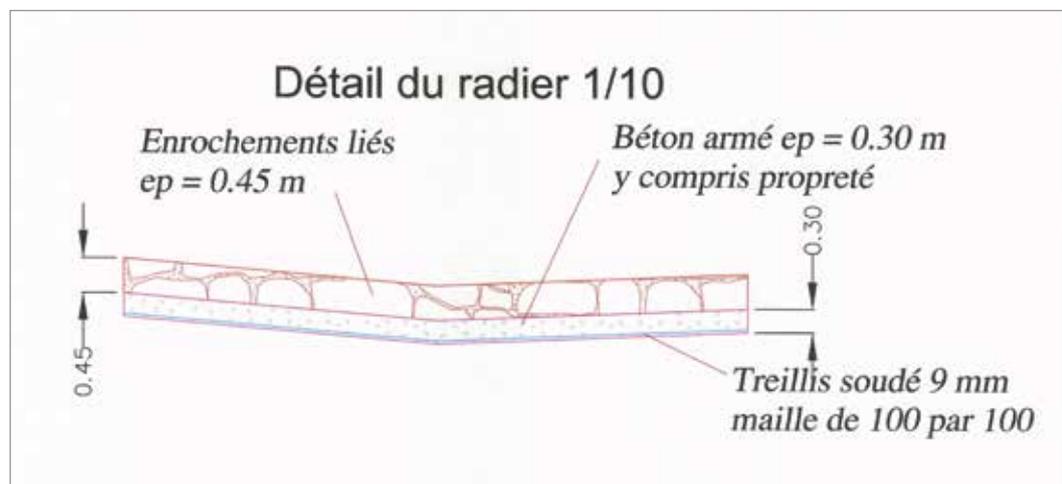
Radier submersible en béton armé adapté à un risque torrentiel
Possibilité d'ajouter un aqueduc-tuyau, le radier étant alors recouvrant

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
<p>Franchissement de talwegs ou de ruisseaux Adapté à un risque torrentiel Technique recommandée par le service RTM de Savoie</p> <p><i>Respecter la réglementation LOI SUR L'EAU</i></p>	<p>Radier de 40 m² Enrochements liés de 45 cm d'épaisseur sur une semelle en béton armé d'une épaisseur de 30 cm (y compris béton de propreté) Point de vigilance : nécessité d'un bon ancrage amont du radier dans le lit du torrent == > évite l'affouillement sous l'ouvrage</p>

Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	PU € HT	Unité	Quantité	Total € HT
Terrassement		15	m ³	30	450
Mise en place d'une semelle en béton armé mise en œuvre de 30 cm de béton dosé à 350 kg de CPA CEM I 52.5 PM ES par mètre cube, sur treillis soudé (fer de 9 mm en maille de 100 x 100)	Tm E2	500	m ³	12	6 000
Mise en place des enrochements liés sur 45 cm d'épaisseur blocs nettoyés, brossés, calés, noyés dans le béton (cf. ci-dessous) coulé après pose des blocs		130	m ³	18	2 340
Option : mise en place à l'aval d'un parefouille ou de blocs dissipateurs d'énergie		100	m ³	10	1 000
TOTAL avec l'option					9 800 Soit 245 €/m²

Article de programmation des travaux

Création de radiers : 04-CNXI-RAD00



ITTR Franchissement n° 92 – CREA-F2

Radier submersible en béton armé type Cévennes
Possibilité d'ajouter un aqueduc-tuyau, le radier étant alors recouvrant

CHAMPS D'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES			
Franchissement de talwegs ou de ruisseaux de faible largeur, sur support portant (pas adapté à un terrain meuble) Adapté à un risque de fortes pluies de type cévenol <i>Respecter la réglementation LOI SUR L'EAU</i>		Radier de 50 m² environ Dimension à adapter à la configuration naturelle du terrain, sans être inférieure à 6 m linéaire dans le sens d'avancement sur la chaussée Côté amont, le lien du radier devra être parfaitement assuré avec la roche mère en place afin d'éviter tout affouillement			
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	PU € HT	Unité	Quantité	Total € HT
Terrassement créer un revers d'eau de 6 m de longueur <i>minimum</i> et 30 cm de flèche au centre suivi d'un nivellement et compactage du fond de forme		15	m ³	20	300
Mise en place d'enrochements calibrés* en amont et en aval du radier , avec blocs dissipateurs d'énergie à l'aval en pied de chute d'eau	Tm, E2 et S	60	m ³	16	960
Mise en place d'un béton fibré** sur 20 cm d'épaisseur et 4 % de pente en travers orientée vers l'aval		250	m ³	10	2 500
TOTAL					3 800 Soit 75 €/m ²

Article de programmation des travaux

Création de radiers : 04-CNXI-RAD00

→ ***Qualité des blocs, cf. fiche S**

→ ****Qualité du béton fibré, cf. fiche S**

Pour renseignements complémentaires, contacter les spécialistes infrastructures de l'Agence ONF Hérault-Gard, notamment (en 2016) Christian BELIN et Anne KREGAR.



Radier submersible en béton armé (teinté à l'ocre de Ténéré à 1 %) en forêt domaniale de Malmontet (30) au cœur du Parc National des Cévennes

Christian BELIN, ONF

ITTR Franchissement n° 92 – CREA-F3

Pont modulaire en éléments béton préfabriqués normalisés de type Bongarzone®

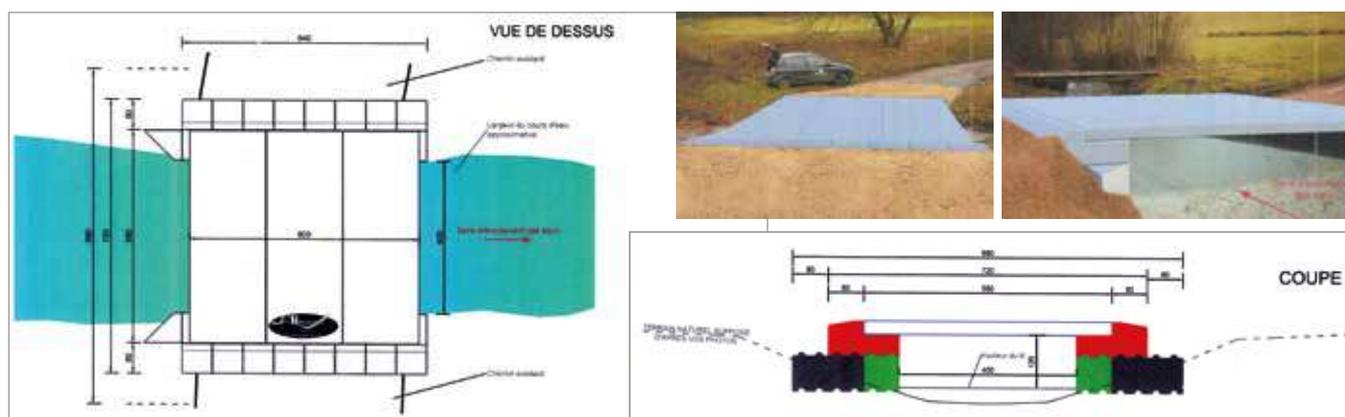
CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
<p>Franchissement d'un cours d'eau permanent > 2 m de largeur</p> <p>Maintien de la continuité écologique</p> <p>Adapté à un risque torrentiel (tous les éléments sont solidaires les uns les autres)</p> <p>NB : nécessité d'un accès adapté pour l'acheminement des éléments préfabriqués (5 m de large x 5 m de haut)</p> <p>Technique employée dans les Vosges et le Jura (@Bongarzone)</p> <p><i>Respecter la réglementation LOI SUR L'EAU</i></p> <p>Encombrement et poids des éléments étudiés pour une mise en œuvre sans franchissement d'engin ni destruction du lit mineur</p> <p>Évite la mise en place de batardeau.</p>	<p>Procédé breveté SAS BONGARZONE</p> <p>Ruisseau de 4 m de large</p> <p>Portée du pont : 4 m de pile à pile</p> <p>Hauteur de pile 1,20 m (depuis la hauteur d'eau minimale)</p> <p>Largeur de l'ouvrage (roulement) 6 m</p> <p>2 éléments en hauteur, Éléments poids 99 T</p> <p>Surface d'appui des 2 piles : 31 m²</p> <p>Dimensionné pour résister à des passages de poids lourds (grumiers...) avec un faible trafic (moins de 5 PL par jour pendant 10 ans) et une vitesse faible (inférieure à 20 km/h)</p>

Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	PU € HT	Unité	Quantité	Total € HT
Fourniture de l'ensemble des éléments du ponceau : blocs de base, blocs supports, tabliers			Forfait	1	24 700
Livraison et déchargement des éléments en semi-remorque, soit sur le chantier directement, soit à proximité immédiate (moins de 50 m)			Forfait	1	2 100
Mise en œuvre du pont à l'aide d'une pelle à chenille d'environ 25 T et/ou d'une grue automotrice	E2		Forfait	1	6 100
<ul style="list-style-type: none"> amenée et repli des engins, installation de chantier éventuelle comprise pose des éléments modulables y compris les travaux préparatoires et la remise en état du site (nivellement avec les matériaux présents) 					
TOTAL					32 900
En options <ul style="list-style-type: none"> fourniture et mise en œuvre de remblais d'apport si pas d'accès en semi-remorque au chantier : reprise des éléments préalablement déchargés et acheminement à pied d'œuvre 					1 700
TOTAL avec options					34 600

Articles de programmation des travaux

Création de ponts :
04-CNXI-CPO00 ; Création d'ouvrage d'art sur desserte :
04-CNXI-COA00

Pour plus de renseignements, contact ONF : (en 2016)
 Patrick BONNEFOND,
 Bourgogne/Franche-Comté



ITTR Franchissement n° 92 – CREA-F4

Pont en éléments béton préfabriqués renforcés par une maçonnerie armée

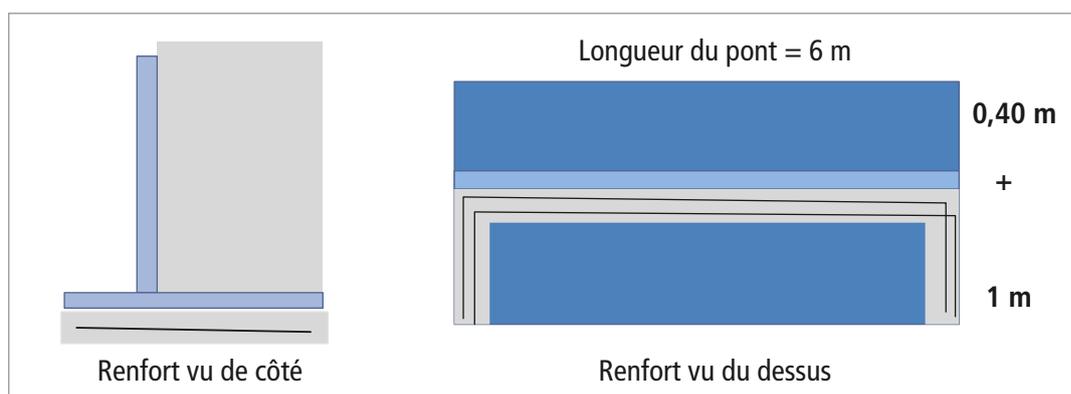
CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
<p>Franchissement d'un cours d'eau permanent > 2 m de largeur</p> <p>Maintien de la continuité écologique</p> <p>NB : nécessité d'un accès adapté pour l'acheminement des éléments préfabriqués</p> <p><i>Respecter la réglementation LOI SUR L'EAU</i></p>	<p>6 m de largeur x 3 m de longueur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Semelle d'appui : 4 murs de soutènement en T préfabriqués (largeur = 0,40 m + 1 m ; hauteur = 1,85 m ; épaisseur = 0,12 m) • Renfort de structure en béton de ciment armé et vibré sur une épaisseur de 0,30 m • Dalles en béton de ciment dosé à 350 kg/m³ (largeur = 1,50 m ; longueur = 3,50 m ; épaisseur : 0,25 m) <p>Nécessité de mise en place d'un batardeau et d'une dérivation pendant le chantier</p>

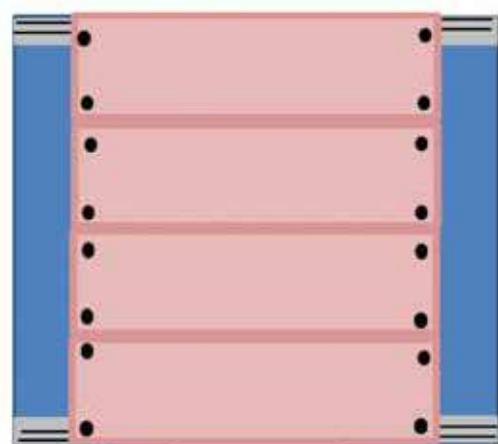
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	PU € HT	Unité	Quantité	Total € HT
<p>Terrassement</p> <p>Création de fouilles pour mise en place des murs de soutènement</p>					
<p>Fourniture et mise en place des murs de soutènement sur une dalle en béton de propreté de 0,25 m d'épaisseur, dosé à 350 kg de ciment par m³ et armé par un treillis soudé</p>					
<p>De chaque côté, mise en place d'un renfort en béton de ciment armé et vibré (coffrage du contrefort en forme de U, mise en place de 2 rangées de treillis soudés réunis par des fers de jonction pour constituer une armature, remplissage en béton). Le renfort est plus haut que le mur de soutènement car il supporte les dalles supérieures</p>	E2		Forfait Hors mise en place d'un batardeau et d'une dérivation		
<p>Reconstitution du lit du cours d'eau avec des matériaux locaux triés lors du terrassement</p>					
<p>Fourniture et mise en place des dalles supérieures : posées et goujonnées sur les renforts</p>					
TOTAL					26 000

Articles de programmation des travaux

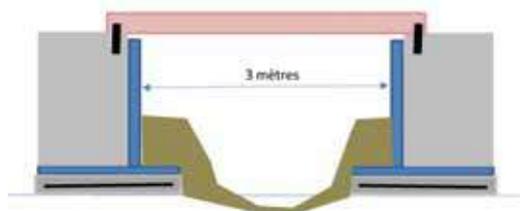
Création de ponts : 04-CNXI-CPO00 ; Création d'ouvrage d'art sur desserte : 04-CNXI-COA00

Pour plus de renseignements, contact ONF : (en 2016) Didier Grandjean et Benoît Garnier, Agence Val de Loire.





Pose des dalles : vue du dessus – en noir les goujons d'ancrage dans le renfort



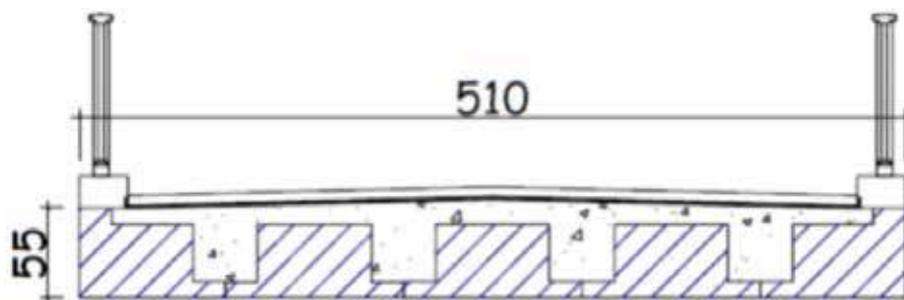
Photos et schémas : Didier Grandjean et Benoît Garnier, ONF

Franchissement du Chaudronnier en forêt domaniale d'Orléans

Variantes possibles pour des solutions de plus grandes portées

Pour des portées plus grandes, les dalles supérieures peuvent être remplacées par des poutres en « T renversé », en béton précontraint, les intervalles étant remplis en béton de ciment

Coupe transversale portée 15.00



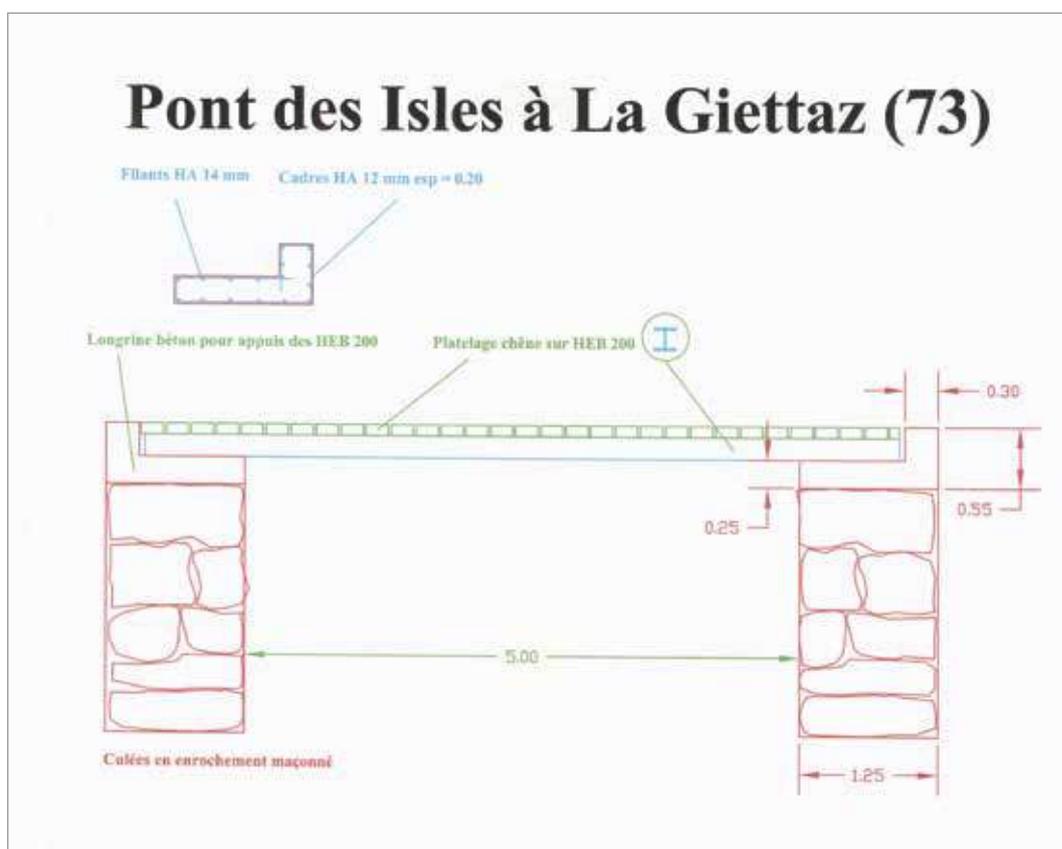
ITTR Franchissement n° 92 – CREA-F5

Pont en platelage bois sur poutrelle métallique et culées en enrochement
Pont réalisé en forêt communale de la Giettaz (Pont des Isles)

CHAMPS D'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES			
Franchissement d'un cours d'eau permanent Maintien de la continuité écologique		Encombrement du pont 6 m x 4,50 m = 27 m ² Culées en enrochement maçonné 3 m x 4,5 m x 1,25 m 2 longrines en béton Poutrelle métallique HEB 200 Platelage en chêne de 10 cm d'épaisseur			
<i>Respecter la réglementation LOI SUR L'EAU</i>					
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	PU € HT	Unité	Quantité	Total € HT
Terrassement		15	m ³	80	1 200
Réalisation de 2 culées en enrochement maçonné 3 m de hauteur x 4,50 m de long x 1,25 m d'épaisseur		300	m ³	40	12 000
Réalisation de 2 longrines	E2	950	m ³	4	3 800
7 poutrelles métalliques HEB 200		3000	T	3	9 000
Platelage chêne épaisseur 10 cm		1500	m ³	2,7	4 050
Barrière garde corps démontable		225	m	20	4 500
TOTAL					34 550

Articles de programmation des travaux

Création de ponts : 04-CNXI-CPO00 ; Création d'ouvrage d'art sur desserte : 04-CNXI-COA00



ITTR Franchissement n° 92 – CREA-F6

Arche métallique type Hamco ou PEHD

CHAMPS D'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES			
Franchissement d'un cours d'eau permanent de faible largeur < 2 m Maintien de la continuité écologique <i>Respecter la réglementation LOI SUR L'EAU</i>		Ouvrage de 1,5 mètre de largeur et 7,5 mètres de longueur Enrochement maçonné au niveau des têtes de l'arche, masqué par un enrochement sec pour qualité paysagère			
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	PU € HT	Unité	Quantité	Total € HT
Fourniture de l'arche et transport		300	m	7,5	2 250
Préparation et pose			Forfait	1	400
Fourniture et pose de matériaux 0/100 en provenance de carrières	E2	45	m ³	10	450
Fourniture et pose des 2 têtes maçonnées		400	u	2	800
TOTAL					3 900

Article de programmation des travaux

Création de passages busés : 04-CNXI-CBU00



Régime Touffait, ONF

Arche métallique classique (ARMCO) en forêt domaniale Au DUC (89)

L'enrochement sec a été ajouté (devant l'enrochement maçonné) pour améliorer la qualité paysagère de l'ouvrage.

ITTR Franchissement n° 92 – CREA-F7

Ponceau modulaire en éléments normalisés en béton armé de type Bongarzone®

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
<p>Franchissement d'un cours d'eau permanent de faible largeur Maintien de la continuité écologique Absence de risque torrentiel NB : nécessité d'un accès adapté pour l'acheminement des éléments préfabriqués (5 m de large x 5 m de haut) Technique employée dans les Vosges et la Haute-Saône (@Bongarzone) Coût inférieur ou équivalent à la mise en place de tuyaux de diamètre 1200-1500 et dalots 2000 x 1000 <i>Respecter la réglementation LOI SUR L'EAU</i></p> <p>Encombrement et poids des éléments étudiés pour une mise en œuvre sans franchissement d'engin ni destruction du lit mineur Évite la mise en place d'un batardeau</p>	<p>Procédé breveté SAS BONGARZONE Ponceau de base : 12 éléments en béton préfabriqués (10 éléments pour les piles et 2 éléments pour la plateforme) Ouverture sur ruisseau : 200 cm x 80 cm Répartition des charges au sol : 12,6 m² Dimensionné pour résister à des passages de poids lourds (grumiers...) avec un faible trafic (moins de 5 PL par jour pendant 10 ans) et une vitesse faible (inférieure à 20 km/h)</p>

Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	PU € HT	Unité	Quantité	Total € HT
Terrassement des berges , hors lit mineur 2 x 6,4 m ² à la pelle mécanique à godet réversible					
Mise en place d'un lit de sable de calage des éléments	E2	6 500*	u	1	6 500
Fourniture et mise en place des 12 éléments au moyen d'une pince articulée					
TOTAL					6 500

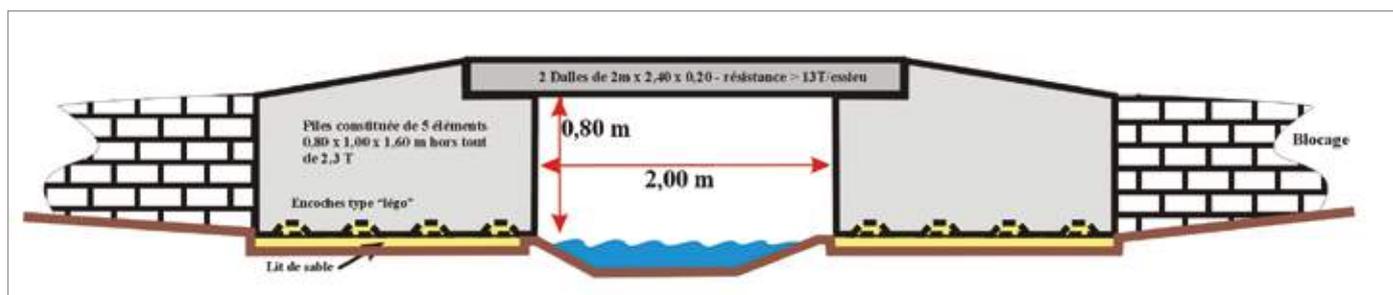
* coût valable en Franche-Comté et en Bourgogne. Négociation avec l'entreprise des frais de transport des fournitures au-delà de ces régions

Articles de programmation des travaux

Création de ponts : 04-CNXI-CPO00 ; Création d'ouvrage d'art sur desserte : 04-CNXI-COA00
 Pour plus de renseignements, contact ONF : (en 2016) Patrick BONNEFOND, Franche-Comté



Patrick Bonnefond, ONF



ITTR Franchissement n° 92 – CREA-F8

Ponceau en bois « type Morvan »

Point de vigilance : pour des franchissements > 2 m, ajouter des tirants traversant latéralement, se reporter à la fiche technique E2

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
Franchissement d'un cours d'eau permanent de faible largeur (2 mètres maximum) Maintien de la continuité écologique <i>Respecter la réglementation LOI SUR L'EAU</i> Mise en œuvre sans toucher au lit mineur du cours d'eau	Appuis : 4 m x 1 m x 0,5 m en grosses pierres maçonnées Plateau en douglas non traité 4 m x 2 m x 0,3 m <i>Prévoir une fiche de suivi de l'ouvrage</i>

Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	PU € HT	Unité	Quantité	Total € HT
Mise en place des appuis par montage de chaque côté du cours d'eau de 2 murs maçonnés		600	u	2	1 200
Confection du plateau avec des billons de 30 à 35 cm de diamètre sciés sur 2 faces Mise en place d'une croix de Saint-André en bois fixée par des tirefonds sur la face inférieure pour la rigidité de l'ouvrage De part et d'autre de l'ouvrage, une poutre en douglas 20*30 reposera fixée sur les appuis, les billons y seront fixés avec des tirefonds Prévoir « un guide roue » sur les rives du pont	E2	400	m ²	18	7 200
Fourniture et mise en place de matériaux pour connexion à la route (0/100, 10 m ³ x 40 €/m ³)		400	Forfait	1	400
TOTAL					8 800

Articles de programmation des travaux

Création de ponts : 04-CNXI-CPO00; Création d'ouvrage d'art sur desserte : 04-CNXI-COA00

Contact : (en 2016) Philippe Pichon, ONF Bourgogne



Pont en douglas en forêt domaniale des Bertranges



Pont en douglas en Forêt domaniale d'Au Duc (89) Réalisation 2002



Régine Tourfait, ONF

ITTR Franchissement n° 92 – CREA-F9

Aqueduc-tuyau

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES	
<p>Franchissement d'un cours d'eau permanent ou temporaire de faible largeur</p> <p>Maintien de la continuité écologique</p> <p>Collecteur d'eau de ruissellement (évacuation, vers l'aval, de l'eau d'un fossé amont)</p> <p><i>Respecter la réglementation LOI SUR L'EAU</i></p> <p>Dans le cas d'un aqueduc-tuyau à poser pour la traversée d'un cours d'eau, avec exigence du maintien de la continuité écologique, la mise en place de l'ouvrage ne doit pas créer d'obstacle à l'écoulement des crues ni à la libre circulation des espèces (poissons...), ni au bon déroulement du transport naturel des sédiments.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Enfouir de 0,30 cm les tuyaux et reconstituer le lit mineur ; – Mise en place d'un batardeau et dérivation. 	<p>Caractéristique des tuyaux : cf. dans le tableau ci-dessous</p>	
Opérations techniques élémentaires Caractéristique des tuyaux	Fiche technique	PU € HT/m linéaire (fourniture et pose)
<ul style="list-style-type: none"> • Nivellement et compactage du fond de fouille (talweg) ou du lit (ruisseau) en respectant les pentes • Pose, si besoin, d'une couche d'assise de sable ou tout-venant, éventuellement d'un béton maigre pour les ouvrages en béton • Pose et/ou assemblage des éléments • Remblaiement en granulats compactés respectant les hauteurs minimales et maximales préconisées par le fournisseur • Construction possible d'une tête d'aqueduc amont et aval • Si besoin, construction d'un ouvrage dissipateur d'énergie, destiné à éviter l'affouillement à l'aval (enrochement, perré ou simple rigole en béton) 	E1	
Aqueduc tuyau béton armé 135 A Ø 400		100-130 €/m
Aqueduc tuyau béton armé 135 A Ø 500		125-140 €/m
Aqueduc tuyau béton armé 135 A Ø 600		150-190 €/m
Aqueduc tuyau béton armé 135 A Ø 800		200-250 €/m
Aqueduc tuyau PEHD Ø 400		75-90 €/m
Aqueduc tuyau PEHD Ø 800		130-150 €/m
Tête d'aqueduc Ø 400		300-500 €/unité
Tête d'aqueduc Ø 500		450-650 €/unité
Tête d'aqueduc de sécurité Ø 400		350-500 €/unité
Tête d'aqueduc de sécurité Ø 1 000		1 200 €/unité

Articles de programmation des travaux

Création de passages busés : 04-CNXI-CBU00 (si pas inclus dans un ouvrage d'art)

ITTR Franchissement n° 92 – CREA-F10

Éléments normalisés en béton : exemple d'un dalot

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
<p>Franchissement d'un cours d'eau permanent de faible largeur</p> <p>Maintien de la continuité écologique</p> <p>NB : nécessité d'un accès adapté pour l'acheminement des éléments préfabriqués</p> <p><i>Respecter la réglementation LOI SUR L'EAU</i></p> <p>Dans le cas d'un dalot à poser dans le lit d'un cours d'eau, avec exigence du maintien de la continuité écologique, la mise en place de l'ouvrage ne doit pas créer d'obstacle à l'écoulement des crues, ni à la libre circulation des espèces (poissons...), ni au bon déroulement du transport naturel des sédiments</p> <ul style="list-style-type: none"> – Enfouir de 0,30 cm le dalot et reconstituer le lit mineur; – Mise en place d'un batardeau et dérivation 	<p>Rectangulaire :</p> <p>1,50 m (largeur) x 1 m (hauteur) x 10 m (longueur = 5 éléments de 2 m) <i>en béton armé fibré</i></p> <p>Avec dalle sous dalot (semelle de fondation et/ou de propreté) (1,5 m x 0.20 x 10 m)</p>

Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	PU € HT	Unité	Quantité	Total € HT
Décaissement du lit de manière à ce que le fond intérieur du dalot soit suffisamment enterré (au moins de 30 cm) pour permettre le maintien ou la reconstitution d'un lit naturel dans l'ouvrage. Ce décaissement doit tenir compte de l'épaisseur de la dalle sous dalot					
Mise en œuvre de la dalle avec béton armé/fibré dosé à 250 kg/m ³					
Fourniture et pose du dalot à l'horizontale de manière à conserver en permanence une lame d'eau. Le dalot est posé avant prise du béton de la semelle Les matériaux issus du terrassement préalable pourront être mis en place pour le recouvrement de l'ouvrage	E2		Forfait		
Reconstitution du lit du cours d'eau à l'intérieur du dalot avec les matériaux issus de la phase de décaissement qui auront été mis de côté et remis en place <i>Option : le fond du dalot peut être préalablement aménagé de seuils ou de barrettes perpendiculaires à l'écoulement de manière à « casser » l'écoulement laminaire et à permettre la stabilisation d'un lit de substrat naturel</i>			Hors mise en place d'un batardeau et d'une dérivation		
Finition de l'ouvrage Fourniture et pose d'encrochements afin de stabiliser les berges de part et d'autre de l'ouvrage			Hors mise en place d'une couche de roulement		
TOTAL					16 000

Articles de programmation des travaux

Création de passages busés : 04-CNXI-CBU00 ; Création d'ouvrage d'art sur desserte : 04-CNXI-COA00



Régime Tourfait, ONF

Encrochement sec et dalot en forêt domaniale des Monts d'Orb, RF de Camplong (34)

2.3_Création d'un ouvrage de soutènement

ITTR Soutènement n° 92 – CREA-S1
Enrochement sec

CHAMPS D'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES	
Stabilisation d'un talus amont ou aval Accompagnement d'un ouvrage de franchissement d'un cours d'eau ou d'un talweg		Mur constitué de blocs rocheux prélevés <i>in situ</i> Variante : utilisation de matériaux rocheux en provenance de carrières	
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	PU € HT	Unité
Terrassement Décaissement sur la profondeur nécessaire pour réalisation de la semelle de l'ouvrage Enrochement Mise en place des blocs agencés selon les règles de l'art, prélevés <i>in situ</i>	S	50 à 90	m ³
Option Mise en place à la base de l'enrochement d'une semelle en béton armé (350 kg/m ³)		300 à 600	m ³
Variante (hors option) Matériaux de carrière importés : fourniture, transport, mise en œuvre		75 à 135	m ³

Articles de programmation des travaux

Stabilisation/soutènement talus par enrochement : 04 – CNXI-SOUTE0

Création d'ouvrage d'art sur desserte : 04-CNXI-COA00



Mur de soutènement d'un talus amont en enrochement sec en forêt communale de La Mure-Argens (04)

Yves Schlupp, ONF

ITTR Soutènement n° 92 – CREA-S2

Enrochement maçonné

CHAMPS D'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES	
Stabilisation d'un talus amont ou aval Accompagnement d'un ouvrage de franchissement d'un cours d'eau ou d'un talweg		Mur constitué de blocs rocheux prélevés <i>in situ</i> Barbacanes obligatoires Variante : utilisation de matériaux rocheux en provenance de carrières	
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	PU € HT	Unité
Terrassement Décaissement sur la profondeur nécessaire pour réalisation de la semelle de l'ouvrage			
Enrochement maçonné Fourniture et mise en place des blocs agencés selon les règles de l'art Bétonnage des blocs et mise en place des barbacanes au fur et à mesure		100 à 250	m ³
Option Mise en place à la base de l'enrochement d'une semelle en béton armé (350 kg/m ³)		300 à 600	m ³
Variante Utilisation de matériaux de carrière importés : fourniture, transport, mise en œuvre		150 à 300	m ³

Articles de programmation des travaux

Stabilisation/soutènement talus par enrochement : 04 – CNXI-SOUTE0;

Création d'ouvrage d'art sur desserte : 04-CNXI-COA00



Régine Touffait, ONF

Enrochement maçonné en forêt communale de Villard sur Doron (73), route forestière du Ruidoz

ITTR Soutènement n° 92 – CREA-S3

Gabions

CHAMPS D'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES	
Stabilisation d'un talus amont ou aval, en terrain stable ou présentant des signes de glissement		Préfabriqués ou montés sur place (coûts identiques)	
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	PU € HT	Unité
Terrassement Décaissement sur la profondeur nécessaire pour réalisation de la semelle de l'ouvrage Fourniture et mise en place des gabions	S	250 à 400	m ³

Articles de programmation des travaux

Stabilisation/soutènement talus par gabion : 04 – CNXI-SOUTG0



Médiathèque ONF

Gabions et radier/soutènement en béton

ITTR Soutènement n° 92 – CREA-S4

Ouvrage en bois (ou mixte roche-bois)

CHAMPS D'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES		
Stabilisation d'un talus amont ou aval, en terrain présentant des signes de glissement		Épaisseur entre 1,5 m et 2,5 m pour une hauteur maximale de 4 m		
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	PU € HT	Unité	
Terrassement Décaissement sur la profondeur nécessaire pour réalisation de la semelle de l'ouvrage Fourniture et mise en place des bois (classe 3 ou 4) cloués entre eux et remplissage par matériaux le plus drainants possibles	S	300 à 500	m ³	

Articles de programmation des travaux

Stabilisation/soutènement talus : 04-CNXI-SOUTZ00

Création d'ouvrage d'art sur desserte : 04-CNXI-COA00

Pour tous renseignements complémentaires, contacter le chef de produit ONF « Ouvrages bois » et/ou les services RTM référents.



Xavier Durhy, ONF

Construction d'un ouvrage en bois double paroi en forêt communale de Pussy (73)

ITTR Soutènement n° 92 – CREA-S5

Mur en béton armé

CHAMPS D'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES	
Stabilisation d'un talus amont ou aval			
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	PU € HT	Unité
Terrassement Fouille, mise en œuvre d'un béton de propreté, ferraillage, coffrage, béton vibré, barbacanes	S	500 à 1000	m ³
Option : matériaux drainants entre l'ouvrage et le terrain + géotextile		30 à 50 4	m ³ m ²

Articles de programmation des travaux**Stabilisation/soutènement talus : 04-CNXI-SOUTZ00**

Création d'ouvrage d'art sur desserte : 04-CNXI-COA00

3 SYNTHÈSE TECHNIQUE ET FINANCIÈRE DE 5 PROJETS ROUTIERS RÉALISÉS RÉCEMMENT DANS LES ALPES

3.1 Route forestière des Challières en forêt communale de Queige (73)

Réalisation : septembre 2013 à juin 2014

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
<p>Route forestière des challières/territoire communal de Queige</p> <p>Vocations forestière (exploitation par câble) et pastorale</p> <p>Présence de barres rocheuses, de zones avec de fortes pentes en travers (pente en travers moyenne de 50 %, jusque 80 % dans les passages en falaise) et de sources</p> <p>L'exploitation du bois d'emprise commercialisable (120 m³ de bois d'œuvre) est incluse dans le dossier de consultation des entreprises</p>	<p>Longueur = 1 420 m</p> <p>Largeur de la plate-forme = 4 m, en terrain naturel</p> <p>Pente en long : 11 % maximum</p> <p>Pente moyenne à la montée : 9 %</p> <p>Confection d'un dévers amont de 5 %</p> <p>Talus 3/2 sauf dans les parties rocheuses</p> <p>Assise en déblai/remblai</p> <p>1 lacet (rayon de plate-forme extérieur : 11 m)</p> <p>20 mètres d'aqueducs-tuyaux de diamètre 600 mm</p> <p>10 collecteurs d'eau en bois (pente de la voie d'eau entre 5 % et 7 %)</p> <p>1 barrière métallique et 1 panneau B7b</p> <p>Végétalisation des talus</p>
Désignation	Prix total € HT
Installation du chantier	1 000
Exploitation des bois de l'emprise (120 m ³ à 12 €/m ³)	1 440
Terrassement – ouverture de la plate-forme (1420 m à 20 €/m) Volumes de terrassement : 7200 m ³ dont 900 m ³ de rocher 2, 5 journées de minage (120 m ³)	28 400
Terrassement – Confection d'un fossé amont sur 40 mètres (3,5 €/m)	140
Fourniture et pose de 10 collecteurs d'eau en bois (PU 380 €)	3 800
Création de 2 places de dépôt	4 000
Fourniture et pose de 20 mètres d'aqueducs-tuyaux 600 mm (120 €/m)	2 400
PRIX TOTAL	41 180 soit 29 k€/km (avant projet estimé à 34 k€/km)

Source Jean-Luc JODELET/Unité territoriale Beaufortain/Val d'Arly
AVP ONF (JL Jodelet)
Maîtrise d'œuvre ONF (JL Jodelet)

3.2_Routes forestières de la Croix de Coste et du Coudrier, en forêt communale de Queige (73)

Réalisation : 2015 - 2016

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
Routes forestières de la Croix de Coste et du Coudrier/ territoire communal de Queige	Longueur = 760 m (Croix de Coste) + 360 m (Coudrier) = 1 120 m
Vocations forestière (exploitation par câble) et pastoral	Largeur de la plate-forme = 4 m, en terrain naturel
Pentes en travers fortes et de nombreux affleurements rocheux. Pente en travers moyenne de 65 %, jusqu'à 100 % dans les passages en falaise	Pente en long : 11 % à 13 % maximum Confection d'un dévers amont de 5 % Talus 3/2 sauf dans les parties rocheuses
Les matériaux issus des terrassements ont été évacués et ont servi à réaliser 2 places de dépôts	Assise en déblai/remblai 10 mètres d'aqueducs-tuyaux
L'exploitation du bois d'emprise commercialisable (300 m ³ de bois d'œuvre) est incluse dans le dossier de consultation des entreprises	
Désignation	Prix total € HT
Installation du chantier	2 000
Exploitation des bois de l'emprise (320 m ³ à 16 €/m ³)	5 120
Terrassement – ouverture de la plate-forme <ul style="list-style-type: none"> • Croix de Coste (760 mètres à 42 €/m) • Coudrier (360 mètres à 30 €/m) Volumes de terrassement : 9400 m ³ Brise roche : 1900 m ³	42 720
Création de 2 places de dépôt	12 000
Fourniture et pose de 10 mètres d'aqueducs-tuyaux 600 mm (35 €/m)	350
PRIX TOTAL € HT	62 190 soit 55 k€/km (estimation d'avant projet à 96 k€/km)

Source Jean-Luc JODELET/Unité territoriale Beaufortain/Val d'Arly
AVP ONF (JL Jodelet)
Maîtrise d'œuvre ONF (JL Jodelet)

Témoignage de Jean-Luc JODELET sur ce projet (décembre 2015) :

« Projet en cours de réalisation. L'entreprise a arrêté la construction de la route supérieure, située dans le voisinage du domaine de ski, avec le risque de blocage soudain occasionné par des chutes de neige.

L'entrepreneur travaille seul et assure lui-même l'ensemble des travaux (y compris l'exploitation des bois). Malgré le prix qualifié d'anormalement bas, l'entreprise travaille avec efficacité et est manifestement satisfaite du marché.

Préparation du chantier remarquable : confection d'un merlon destiné à piéger les pierres, réalisé à la pelle araignée. Ce travail se traduit par une quasi absence de matériaux atterris dans la pente.

La problématique principale pour ce type de chantier reste l'estimation des matériaux durs. La méthode expéditive approche très correctement les volumes totaux. En revanche, sur des pentes fortes, donc qui donneront lieu à des terrassements en profondeur, l'estimation de la quantité et de la qualité des matériaux durs reste une variable très aléatoire, malgré la connaissance du terrain. Les surprises peuvent être conséquentes, en excès, tout comme en dessous des prévisions. La cubature au réel des quantités de rochers reste une opération complexe, concrètement trop lourde à gérer. La solution d'envisager des sondages préalables est inadaptée et difficile à mettre en œuvre concrètement. »

3.3_Route forestière du Ruidoiz en forêt communale de Villard-sur-Doron (73)

Réalisation : 2012 à 2015

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
Route forestière du Ruidoiz/territoire communal de Beaufort Vocation forestière dans une zone productive (peuplements de Sapins/Épicéas)	Longueur = 6 000 m (en 2 tranches de 2,2 km et 3,8 km) Largeur de la plate-forme = 4 m Assise en déblai/remblai 14 lacets 2 ouvrages en enrochement bétonné pour passage de talweg Il n'y a pas eu d'étude géotechnique suite à l'avis recueilli auprès des services RTM
Désignation	Prix total € HT
Installation chantier, levés topographiques	20 000
Création de la plate-forme sur 6 000 m, Volumes de terrassement : 60 000 m ³ dont 18 000 m ³ de rocher et 15 000 m ³ de déblais à stocker (le volume a été limité en raison de la mise en œuvre de la méthode expéditive qui minimise les volumes) Démontage d'une falaise suite à éboulement, non prévu (60 k€)	455 643
Création de 2 ouvrages bétonnés pour passage de talweg	
1/ouvrage du Nant des Côtes	
• fouille	2 500
• enrochement bétonnés 102 m ³	16 320
• fourniture et pose d'un aqueduc-tuyau de diamètre 600 mm	1 240
TOTAL de l'ouvrage (sans radier bétonné)	20 060
2/ouvrage du Nant Grossit	
• fouille	2 500
• enrochement bétonnés 220 m ³	35 200
• fourniture et pose d'un aqueduc-tuyau de diamètre 1 000 mm	4 320
TOTAL de l'ouvrage (sans radier bétonné)	42 020
PRIX TOTAL	537 723 soit 89 k€/km

Source Xavier Duthy/Service forêt Agence ONF Chambéry
AVP ONF
Maîtrise d'œuvre ONF

Le retour d'expérience ci-après établi par Xavier Duthy est instructif. Pour garantir la bonne mise en œuvre du projet, il évoque notamment :

- l'importance de la communication entre services ;
- la nécessaire anticipation des dossiers réglementaires, notamment celui lié à la loi sur l'eau ;
- les différents points de vigilance liés à l'exploitation des bois de l'emprise ;
- les événements imprévus pouvant survenir en phase de réalisation du chantier et leur gestion.



Xavier Duthy, ONF

Retour d'expérience RUIDOZ			
Problèmes rencontrés	Causes	Réponse apportée	Solution à retenir
Report du démarrage des travaux pour problèmes d'autorisation au titre de la police de l'eau	Les profils en travers initiaux des radiers transmis prévoyaient une chute supérieure à 50cm en sortie des buses. Cela faisait passer le dossier en procédure d'autorisation...	Modification sous 24 H des profils types et plans du dossier. Rendez-vous avec personne chargée du dossier à la DDT Modification et complément du dossier de demande Perte finale de 4 semaines.. Au lieu de 4 à 6 mois...	Anticiper le dossier "loi sur l'eau". Faire un estimatif de dimensionnement pour la crue centennale Prévoir des busages "au fil de l'eau sans chute." Impérativement prévoir une entrée et surtout une fosse de dissipation d'énergie en sortie Avoir des relations de confiance avec les collègues de la DDT chargés de la police de l'eau et l'Onema
Imbrication de coupes non prévues dans l'aire du chantier en phase travaux. Problèmes de gestion de l'espace de chaque chantier, problèmes de sécurité (câble en amont du chantier), coordination sécurité	Nécessité pour la commune de financer son autofinancement du projet Insuffisance de communication entre le chef de projet et l'agent local	Intégration de ce paramètre dans la conduite du chantier, intervention du Coordinateur sécurité, modification aire d'installation, coûts supplémentaires	Éviter impérativement de prévoir des exploitations qui interfèrent avec le chantier Si besoin impératif d'utiliser des voies d'accès communes, prévoir des modalités de suivi des dégradations (constats...) pour chaque utilisateur...
Sorties d'eau après terrassements, écoulement du talus amont, impossibilité de faire passer des engins	Hydrogéologiques (placages morainiques sur substrats rocheux) + météo très défavorable + période des travaux (octobre et novembre) sur versant Nord où le soleil ne vient plus...	Création de tranchées drainantes en optimisant les coûts en utilisant des matériaux rocheux pris dans les zones rocheuse fracturées au BRH	La mise en œuvre rapide de solutions pragmatiques mais adaptées au contexte (d'où la nécessité de bien analyser les causes du désordre) a permis de pouvoir passer sans problème au printemps suivant et de poursuivre les travaux...
2 écoulements de falaise suite à l'ouverture de la plateforme	Géologiques mais non prévisibles et non prévues lors de la visite du site par RTM avant travaux	Information et visite immédiate du site par RTM. Réunion de chantier pour discussion prise en compte travaux supplémentaires Décision de terrasser en évacuant les zones instables pour redonner un profil d'équilibre au versant	Arrêt du chantier si besoin. Faire intervenir très rapidement des experts en géologie Analyse du désordre et des causes, des risques résiduels pour l'entreprise Traiter le problème sans tarder (les décisions "à chaud" permettent souvent de pouvoir obtenir des financements supplémentaires du MOA...)
Difficultés en terme d'exploitation des bois d'emprise, ébranchage non réalisé. Chutes de pierres, difficulté à évacuer les bois, places de stockages trop petites...	Choix d'une stratégie d'exploitation générant des difficultés en terme de sortie des bois. Méconnaissance des contraintes respectives entre service bois et chef de projet desserte.	Modification des modalités d'exploitation pour la seconde tranche : C'est l'entreprise de TP qui a des compétence en exploitation forestière qui traitera cette exploitation (une seule entreprise et pas de problèmes relationnels)	L'exploitation des bois d'emprise reste toujours un problème. Éviter absolument de faire sortir les bois non ébranchés par l'entreprise de TP; et donc exiger le façonnage des bois sur coupe Faire le point avec l'agent sur les modalités d'exploitation avant les travaux...
Nécessité d'adaptation des radiers au terrain... suite aux contraintes géologiques (écroulement falaise)	Modification imposée par la géologie des ouvrages. Levé topographique initial réalisé inexploitable et inexploité Entreprise de TP ne disposant pas des moyens nécessaires à la réalisation des plans d'exécution des ouvrages.	Implantation et adaptation des ouvrages au terrain par mesures manuelles (clisi; ruban métrique, boussole) profils et plans manuels	Pour tous les ouvrages ou terrassements spécifiques ou importants : Faire réaliser un lever topographique par l'entreprise. L'entreprise doit impérativement réaliser les plans d'exécution sur la base des profils types fournis au DCE. Le MOE vérifie, fait modifier si besoin, et valide les plans d'exécution. L'entreprise réalise l'ouvrage sur les bases de ces plans après implantation des entrées en terre, et des piquets de contrôle.
Travaux supplémentaires importants non prévus au marché	Désordres liés à la géologie (2 écoulements de falaises), à l'arrivée de circulations d'eau internes non visibles en surface lors de l'élaboration du projet,	Pas de solution évidente. Le marché comporte 2 tranches en travaux et en financements. La seconde est "a priori" beaucoup moins technique, plus large en terme de financement. Exposer ce problème au maître d'ouvrage immédiatement, assurer des visites "in situ" des collègues de la DDT chargés des aides, Voir si possibilité de basculer les dépassements d'une tranche à l'autre sur un même dossier et un même chantier.	Intégration d'un certain nombre d'éléments géotechniques dans les projets situés dans un contexte aussi difficile. Les ouvrages réalisés au Ruidoz sont de type RTM, et non plus d'ouverture classique de route forestière. D'où des coûts unitaires plus élevés. Attention à la conception du projet de prendre du recul sur les difficultés prévisibles non seulement géologique mais en terme de réalisation pratique des ouvrages (comment approvisionner le béton sur un site inaccessible, quels risques peuvent survenir en phase chantier? il ne s'agit pas de surestimer artificiellement le coût du projet mais d'être au plus près de la difficulté du chantier.

3.4_Route forestière de Roche Combe en forêt communale de La Lechere-Pussy (73)

Réalisation : 2013

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
<p>Route forestière de la Roche Combe/territoire communal de La Lechere-Pussy</p> <p>Vocation forestière (desservir 60 ha, débardage par câble) puis dans un second temps, la création complémentaire d'une piste permettra de désenclaver des alpages</p> <p>Passage délicat au niveau du torrent de Bocla</p> <p>Une étude géotechnique a été nécessaire au niveau de 2 passages recensés délicats</p>	<p>Longueur = 1 370 m Largeur de la plate-forme = 4 m Pentes en long minimales de 5 % Assise en déblai/remblai 1 ouvrage en bois de mélèze (bois ronds de diamètre 30 cm minimum) bloqués par un enrochement sec, pour passer une zone instable en remblai – 3 m d'épaisseur, 4 m de hauteur, 22 mètres de longueur 1 enrochement à sec des talus amont et aval pour passage du couloir du Buclar (abandon du radier prévu initialement) 2 zones d'enrochement à sec en soutènement de talus Les blocs utilisés proviennent du site Des passages en remblais compactés 3 lacets 15 aqueducs de 6 m de longueur et de diamètre 500 2 places de stockage de bois 1 place de retournement et de stockage des bois de grandes dimensions</p>
Désignation	Prix total € HT
Étude géotechnique au niveau de 2 passages délicats (mais préconisations de solutions trop onéreuses – parois cloutées)	4 200
Installation chantier , levés topographiques	10 000
Création de la plate-forme sur 1370 m , 7 000 m ³ de terrassements dont 1400 m ³ de minage ; y compris lacets, places de stockage et retournement, et terrassements des ouvrages d'art.	46 600
Fourniture et mise en place des aqueducs (70 €/m linéaire)	6 300
Couche de roulement réalisée par scarification, broyage ou concassage de matériaux d'empierrement, réglage et compactage	7 400
Enrochements secs amont et aval au passage du Buclar (à la place d'un radier bétonné initialement prévu)	2 100
Création de l'ouvrage bois	
• fouille	9 950
• évacuation des matériaux de fouille	5 970
• fourniture et réalisation de l'ouvrage en mélèze	40 800
• drain renforcé	180
• mise en place de matériaux drainants 40/80	11 900
• enrochement sec sous l'ouvrage	7 500
TOTAL de l'ouvrage BOIS	76 300
PRIX TOTAL	153 000 soit 112 k€/km

Source Xavier Duthy/Service forêt
 Agence ONF Chambéry
 AVP ONF

Maîtrise d'œuvre ONF + RTM

Réalisation de l'ouvrage en bois : Agence travaux
 Rhône-Alpes



Photos Xavier Duthy, ONF

3.5_Route forestière de la Grande Roche en forêts communales d'Orelle et St Michel de Maurienne

Réalisation : mai à octobre 2014 + mai à octobre 2015 + mai à juin 2016

NB : il s'agit du décompte prévisionnel au 16/10/2015 y compris avenant

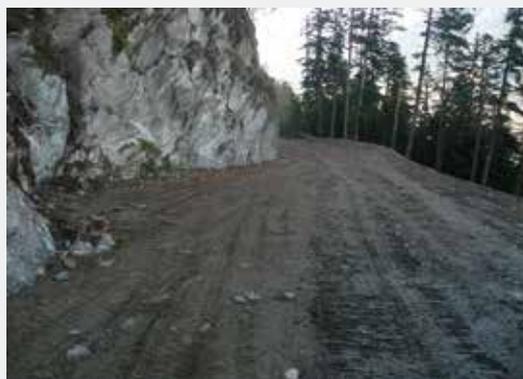
CHAMPS D'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES				
Route forestière de la Grande Roche/territoires communaux d'Orelle et St Michel de Maurienne Vocations forestière et touristique (accès au lac de Bissorte) Versant nord très rocheux (falaises) : très nombreux blocs dans la pente. Pentes en travers = 65 % en moyenne (40 à 100 %)		Longueur = 5 650 m Largeur de la plate-forme = 4,50 m Largeur de la chaussée = 3,50 m Assise en déblai (70 %), en déblai/remblai (25 %) ou en remblai compacté (5 %) Pente en long = 13 % en moyenne (13,5 % sur les tronçons les plus raides, 9 % dans les lacets) 18 lacets dont 4 superposés (rayon 14 m à l'axe) Talus tirés à 3V/2H sinon 1/1 voire 4/1 (si rocher) Environ 50 000 m³ de terrassement dont 70 % gravelo-terreux et 30 % rocheux (minage + BRH + dent vibrante/pelle 45 T) Drains routiers D200 = 130 m Aqueducs de traverse = 6 buses métal D300 Dispositifs d'évacuation des eaux de surfaces = 135 rigoles métalliques type Reverdo 8 ouvrages de soutènement en enrochement sec = 1925 m³ 4 ouvrages de soutènement en enrochement bétonné = 780 m³ 6 surlargeurs élargissant la plate-forme à 10 m voir 15 m sur 30 à 50 m de long				
n °	Désignation	Unité	Quantité prévue (yc avenant)	Quantité réelle	Prix unitaire € HT	Prix total € HT
1	Installation chantier, levés topographiques	Forfait	1	1	25 800	25 800
2	Purges manuelles falaises et mise en sécurité zones de travaux	Journée	20	20	1 500	30 000
3	Débroussaillage de l'emprise	Ha	5	5	2 000	10 000
4	Création de la plate-forme sur 5650 m, 49 000 m ³ de terrassements dont 32 500 en terrain toute nature, et 16 500 en terrain rocheux ; y compris lacets, surlargeurs et terrassements des ouvrages d'art	m	5650	5650	60	339 000
5	Évacuation zones raides, transport longitudinal pour remise en œuvre en remblais, places de dépôt, empiérement	m ³	21 700	21 700	9	195 300
6	Fourniture, mise en œuvre drain PEHD double paroi Ø 200 mm	m	130	130	55	7 150
7	Fourniture et mise en œuvre buses métalliques Ø 300	m	60	60	85	5 100
8	Mise en œuvre d'enrochements à sec issus du site pour réalisation ouvrages en remblais (réalisés = P37 + lacet 9 + lacet 10 + lacet 17)	m ³	1 123	1 926	48	92 448
9	Fourniture et mise en œuvre d'enrochements bétonnés pour stabilisation talus amont et aval	m ³	1 255	780	145	113 100

n °	Désignation	Unité	Quantité prévue (yc avenant)	Quantité réelle	Prix unitaire € HT	Prix total € HT
10	Fourniture et mise en œuvre de traversées d'eau	Unité	135	135	350	47 250
11	Réalisation couche de roulement : scarification, broyage ou concassage matériaux d'empierrement, réglage et compactage	m	5 650	0	2,80	0
12	Scarification, broyage ou concassage matériaux d'empierrement, réglage et compactage des places de dépôt	m ²	1 500	0	2,80	0
13	Engazonnement talus amont zones non rocheuses	m ²	20 000	50 000	0,65	32 500
14	Fourniture, mise en œuvre d'une barrière et d'un panneau de fermeture B07 avec poteau et fixations	Forfait	1	1	3 800	3 800
15	Pour mémoire : Prix pelle mécanique 20 T	Heure	Non défini	ND	90	–
16	Pour mémoire : Prix pelle mécanique 20 T avec brise roche	Heure	Non défini	ND	160	–
17	Pour mémoire : Prix géotextile anti-contaminant	m ²	Non défini	ND	3,50	–
18	Pour mémoire : Prix fourniture et pose blocs d'enrochement issus de carrière	m ³	Non défini	ND	26	–
PRIX TOTAL (route équipée)			901 448 soit 160 k€/km			

Source Olivier LAMY/Service RTM Savoie

AVP ONF (Guy VIARD-CRETAT + Jean-Yves MORIN)

Maîtrise d'œuvre ONF (Guy VIARD-CRETAT + Jean-Yves MORIN) + RTM (Romain PAULHE + Olivier LAMY)



Olivier Lamy, ONF



3.6_ Tableau comparatif des principales caractéristiques de ces 5 exemples, quelles conclusions ?

ROUTE DES CHALLIÈRES	ROUTES DE LA CROIX DE COSTE ET DU COUDRIER	ROUTE DU RUIDOZ	ROUTE DE ROCHE COMBE	ROUTE DE LA GRANDE ROCHE
Pas d'ouvrage d'art (avec exploitation des bois d'emprise)	Pas d'ouvrage d'art (avec exploitation des bois d'emprise) Prix qualifié d'anormalement bas	2 ouvrages (enrochement bétonné) pour passage de talweg 14 lacets	3 zones en enrochement sec 1 ouvrage de soutènement en bois sur enrochement sec 3 lacets	8 ouvrages de soutènement en enrochement sec 4 ouvrages de soutènement en enrochement bétonné 18 lacets Les ouvrages réalisés sont de type RTM : il ne s'agit plus d'une « ouverture classique » de route forestière
29 k€ HT/km AVP estimé à 34 k€/km	55 k€ HT/km AVP estimé à 96 k€/km	89 k€ HT/km	112 k€ HT/km	160 k€ HT/km

Ces 5 exemples sont instructifs, ils montrent :

- la grande variabilité du coût d'une route en montagne, liée à la diversité géologique, topographique, et au nombre et caractéristiques techniques des ouvrages de soutènement et de franchissement ;
- la difficulté à réaliser une estimation prévisionnelle des coûts du fait des difficultés techniques et des imprévus pouvant survenir lors de l'exécution du chantier, mais aussi du fait de la fluctuation des prix du marché.



Route forestière emportée par un épisode cévenol en forêt domaniale des Monts-D'orbs (34), Bertrand Fleury, ONF



4^e PARTIE

GESTION DES ROUTES FORESTIÈRES DE MONTAGNE

Quelles techniques d'entretien ou de réfection généralisée mettre en œuvre en fonction des dégradations observées ?

1_ENTRETIEN COURANT OU RÉFECTION GÉNÉRALISÉE ?

L'**entretien courant** porte sur des **zones ponctuelles** d'importance limitée. La distinction entre entretien et réfection généralisée relève d'une analyse technique mais aussi d'une analyse budgétaire une réfection généralisée relevant de lignes budgétaires d'investissement.

Les travaux d'entretien visent à **maintenir la fonctionnalité courante** de l'infrastructure par des travaux ponctuels en général de faible importance et de coût limité. **En montagne, il s'agit souvent d'un entretien périodique à la sortie de l'hiver.**

Les travaux de réfection généralisée visent à restaurer **la fonctionnalité de l'infrastructure ou à l'améliorer** (exemple : **mise aux normes/mise au gabarit**), souvent par des travaux de grande importance, en général sur la totalité de l'infrastructure et pour un coût important. Outre les travaux programmés, les pluies orageuses importantes (par exemple lors des épisodes cévenols) ou encore les tempêtes sont souvent à l'origine de travaux de réfection généralisée non prévues.

2_DIAGNOSTIC DES CAUSES DE DÉGRADATIONS ET DES ENJEUX

Il s'agit d'une étape primordiale. Il convient avant toute décision de travaux d'entretien ou de réfection généralisée d'avoir bien identifié les causes des dégradations et les enjeux portant sur l'infrastructure concernée. Cela relève d'une démarche de diagnostic préalable.

Les causes d'une dégradation donnée peuvent être diverses et être plus ou moins discrètes. En particulier, la cause peut être localisée en dehors de la zone de diagnostic des dégradations (exemple : problèmes hydrauliques en amont). **Il convient d'accompagner tous travaux d'entretien courant ou de réfection généralisée par des actions traitant les causes des dégradations.**

3_TYPES DE DÉGRADATIONS

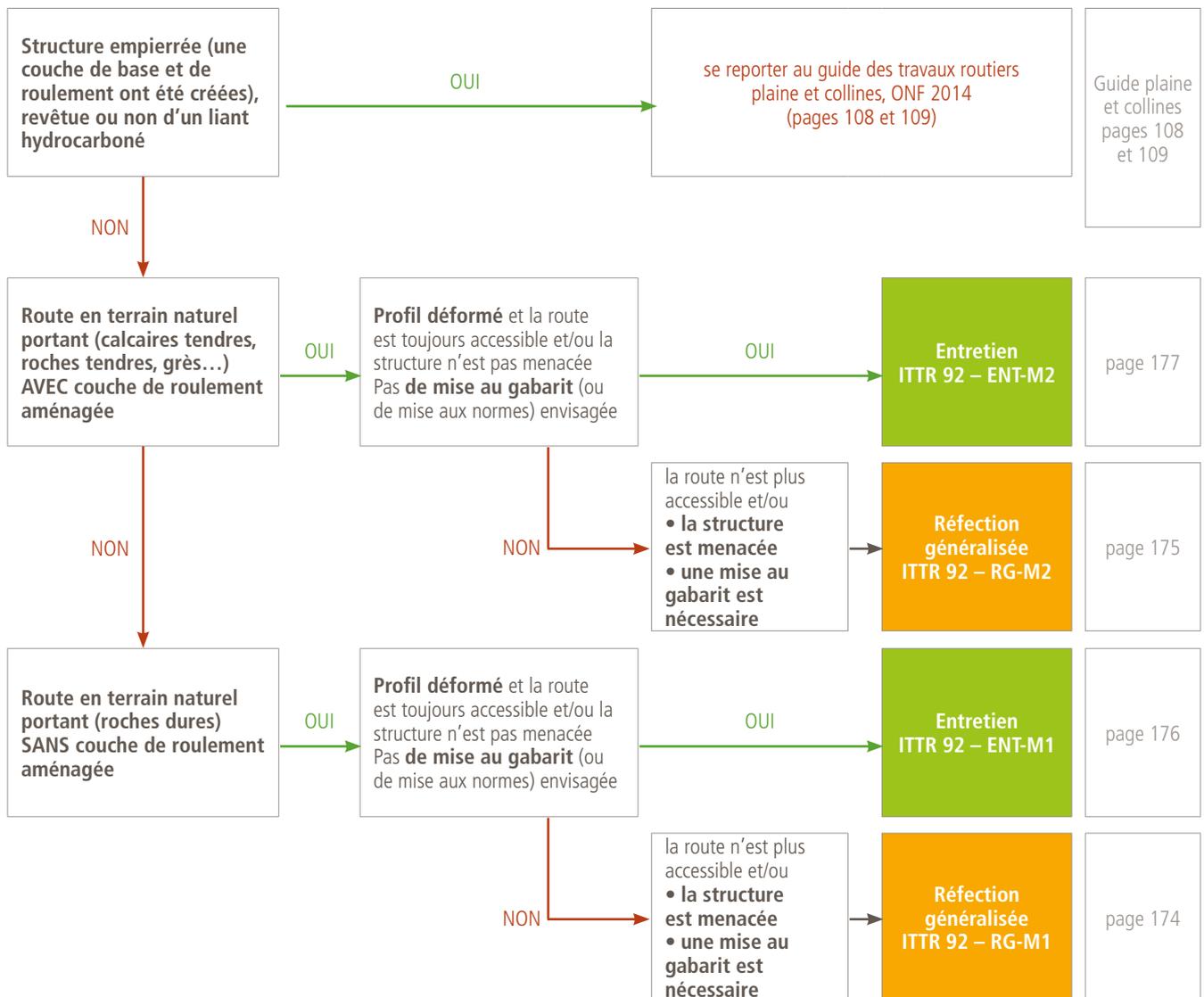
En général, le constat des dégradations porte sur les points suivants :

- **affleurements de la roche mère (têtes de chat);**
- **zones érodées;**
- **présence de blocs rocheux sur la chaussée;**
- **affouillements au niveau des ouvrages hydrauliques et de soutènement;**
- **colmatage des ouvrages de gestion hydraulique;**
- **sur les structures empierrées, altération ou non de la couche de base (orniérages, affaissements); nids de poule;**
- **sur les structures revêtues d'un liant hydrocarboné : faïençage, pelade, arrachement, petites fissures.**

En outre, les ouvrages d'art, et particulièrement les ponts, peuvent présenter des dégradation au fil du temps.

C'est pourquoi, notamment pour les ponts en bois, il est recommandé d'établir une procédure de suivi et d'inspection.

4_CLEFS D'AIDE AU CHOIX DES ITINÉRAIRES STANDARDS D'ENTRETIEN OU DE RÉFECTION GÉNÉRALISÉE, HORS OUVRAGES



5_ ITINÉRAIRES TECHNIQUES DE TRAVAUX ROUTIERS (ITTR) EN RÉFECTION GÉNÉRALISÉE

5.1_ Réfection généralisée d'une route en terrain naturel sur roche dure sans couche de roulement spécifique aménagée

92 – RG-M1

CHAMPS d'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
<p>Roche dure de type basalte, porphyre, roche métamorphique</p> <p>Déformation du profil par :</p> <ul style="list-style-type: none"> – la présence de nombreuses têtes de chat > 25 cm de hauteur, rendant l'accès aux VL délicat voire impossible – présence d'éboulis <p>Éventuellement travaux de mise au gabarit</p> <p>Hors réfection d'ouvrages de franchissement et de soutènement</p>	<p>Largeur de la chaussée : 3,50 m</p> <p>Longueur : 1 km</p> <p>Pente en long : 8 % à 12 %</p> <p>Pente en travers : 40 %</p> <p>Talus amont : 4/1</p> <p>Création de 10 collecteurs d'eau supplémentaires terrassés en déblai</p> <p>Création d'un fossé amont sur 20 % du linéaire</p> <p>Mise en place d'un aqueduc tuyau</p> <p>Option : reprise de lacet + compléments en équipements implantés aux endroits de PT ≤ 25 %, avec une pente du fond de forme de 5 % maxi, talus 1/1 (meilleure accessibilité de ces endroits stratégiques), en déblai en amont de la route</p> <p>Variante – mise au gabarit : la chaussée existante mesure 3 m de large, élargissement à 3,50 m</p>

	Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	PU € HT/km
Terrassement	Évacuation des blocs, embâcles, résidus d'avalanche (volume indicatif 200 m ³ : 80 % sans transport de matériaux à 5 €/m ³ et 20 % avec transport de matériau à 10 €/m ³)		1 200
	Reprofilage par traitement des têtes de chat à la pelle et/ou BRH (sur 40 % de la longueur), Reprise du dévers Arasement des bas côtés	Tm	3 500
	Nivellement	Tm	2 000
Assainissement	Curage/reprofilage/prolongement du fossé amont sur 200 m	E1	1 500
	Curage/nettoyage d'un aqueduc tuyau, d'un radier béton	E1	500
	Création de 10 nouveaux collecteurs d'eau transversaux en déblai terrassé (PU 50 € HT)	E1	500
TOTAL			9 200
Option	Reprise d'un lacet (diam 20 m hors tout)		4 000
	reprise de lacet + Création d'une surlargeur de 75 m ² (157 m ³)	Tm, I, C	1 400
	compléments en équipements Création d'une place de retournement de 330 m ² (1 176 m ³)		10 500
TOTAL avec option			25 100
Variante : mise au gabarit	Élargissement de la chaussée de 3 m à 3,50 m sur talus de 4/1 (780 m ³ x 9 €/m ³)	Tm	7 020
TOTAL avec option et mise au gabarit			32 120

Articles de programmation des travaux :

Réfection généralisée de route en terrain naturel : 04-DESS-RGN00 ; Résorption point noir sur route en terrain naturel : 04-DESS-PNN00

5.2 Réfection généralisée d'une route en terrain naturel portant avec couche de roulement aménagée

92 – RG-M2

CHAMPS d'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES	
<p>Roche tendre Déformation du profil par : – détérioration de la couche de roulement : ravinement, orniérage, nid de poule – présence d'éboulis</p> <p>Éventuellement travaux de mise au gabarit</p> <p>Hors réfection d'ouvrages de franchissement et de soutènement</p>		<p>Largeur de la chaussée : 3,50 m Longueur : 1 km Pente en long : 8 % à 12 % Pente en travers : 40 % Talus amont 3/2 1 fossé amont et 4 aqueducs-tuyaux transversaux Création de 10 collecteurs d'eau supplémentaires terrassés en déblai ou 20 collecteurs métalliques ou bois Option : reprise d'un lacet + compléments en équipements implantés aux endroits de PT ≤ 25 %, avec une pente du fond de forme de 5 % maxi, talus 1/1 (meilleure accessibilité de ces endroits stratégiques), en déblai en amont de la route Variante 1 : mise au gabarit : la chaussée existante mesure 3 m de large, élargissement à 3,50 m Variante 2 : matériaux de rechargement importés de carrière</p>	
Opérations techniques élémentaires		Fiches techniques	PU € HT/ km
Terrassement/ Empierrement	Évacuation des blocs, embâcles, résidus d'avalanche (volume indicatif 200 m ³ : 80 % sans transport de matériaux à 5 €/m ³ et 20 % avec transport de matériau à 10 €/m ³)		1 200
	Reprofilage, scarification, arasement des bas-côtés	Tm R1 (guide plaine)	3 000
	Rechargement avec matériaux prélevés <i>in situ</i> + broyage Nivellement , reprise du devers, compactage	R1 (guide plaine)	15 000
	Curage et reprofilage du fossé amont	A	3 000
Assainissement	Mise en place de nouveaux collecteurs d'eau transversaux : – 10 collecteurs terrassés en déblai à PU 50 € HT (80 % des cas) ou – 20 collecteurs métalliques ou bois à PU 400 € HT (20 % des cas)	E1	2 000
	Collecteurs d'eau transversaux récupérés, dépose/repose (estimé pour 10 collecteurs)	E1	1 500
	Curage/nettoyage de 4 aqueducs tuyaux comblés	E1	1 800
TOTAL			27 500
Option reprise de lacet + compléments en équipements	Reprise d'un lacet (diam 24 m hors tout)		3 600
	Création d'une surlargeur de 75 m ² (157 m ³)	Tm, I, C	785
	Création d'une place de retournement de 330 m ² (1 176 m ³)		5 880
TOTAL avec option			37 800
Variante 1 : mise au gabarit	Élargissement de la chaussée de 3 m à 3,50 m sur talus de 3/2 (927 m ³ x 5 €/m ³)	Tm	4 635
TOTAL avec option et mise au gabarit			42 400
Variante 2 : matériaux importés de carrière	Primaires de carrières < 200 pour obtenir une épaisseur après broyage de 10 cm et des granulats proches des 0/40 (carrière située à 30 km maximum)	Tm	18 500

Articles de programmation des travaux :

Réfection généralisée de route en terrain naturel : 04-DESS-RGN00 ; Résorption point noir sur route en terrain naturel : 04-DESS-PNN00 ; Création de collecteurs d'eau : 04-CNXI-CCO00 ; Création de renvois d'eau : 04-CNXI-CRO00 ; Création de passages busés : 04-CNXI-CBU00 ; Création de places de dépôt en terrain naturel : 04-CNXI-CDN00 ; Création de place de retournement : 04-CNXI-CPR00 ; travaux divers d'investissement sur connexes d'infrastructure : 04 – CNXI-CCNX0

6 ITINÉRAIRES TECHNIQUES DE TRAVAUX ROUTIERS (ITTR) EN ENTRETIEN

6.1 Entretien d'une route en terrain naturel portant sur roche dure

92 – ENT – M1

CHAMPS d'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES		
<p>Roche dure de type basalte, porphyre, roche métamorphique. Pas de couche de roulement spécifique aménagée</p> <p>Il s'agit d'intervenir pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> – favoriser une bonne évacuation de l'eau de ruissellement ; – maintenir la surface de roulement en bon état de circulation ; – maintenir la route dans un milieu ouvert et bien éclairé ; 		<p>Largeur de la chaussée : 3,50 m Pente en long : 8 % à 12 % 1 fossé amont dans 10 % des cas 2 aqueducs-tuyaux</p>		
Périodicité indicative d'intervention	Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Occurrence	PU €/km
Annuelle	Surveillance des ouvrages d'art (protocole, fiches de suivi)	O	100 %	0,25 H AP/Km
Annuelle (retenue pour le calcul des coûts) Ou à l'occasion de chaque épisode climatique impactant	Évacuation des blocs, embâcles, résidus d'avalanche (quantité indicative 200 m ³ à 6 €/m ³)	Tm	10 %	1 200
1 fois tous les 10 ans Ou à l'occasion de chaque épisode climatique impactant	Entretien du fossé amont par curage/reprofilage à l'aide d'un godet trapézoïdal monté sur pelle	A	5 % X 10 %	3 000
Tous les 5 ans et en cas de ravinement longitudinal	Arasement des accotements ou bas côtés et de la bande herbeuse centrale	A	20 %	500
1 fois par an	Entretien manuel des aqueducs (y compris entonnement) (2 aqueducs au km)	A	30 %	100
1 fois tous les 10 ans	Gestion de la végétation semi-ligneuse/ligneuse des fossés et des talus au broyeur	V	50 %	500
Tous les 10 ans à 15 ans	Gestion de la végétation haute de bordure :	V	10 %	1 100
	– passage d'un lamier avec ramassage des branches – ou martelage ou vente à cessionnaires			
TOTAL (coût moyen)				210 €/km/an

Articles de programmation des travaux (si besoin se reporter à l'annexe 3 plus exhaustive et aux référentiels des DT) :

Entretiens divers de route en terrain naturel : 04-DESS-ERN00 ; Curage mécanique de fossés bordiers : 04-CNXI-CEF00 ; Entretien divers de fossés bordiers : 04-CN XO-EDF00 ; Curage collecteurs d'eau : 04-CN XI-CCE00 ; Entretien des passages busés : 04-CN XI-EBU00

6.2_Entretien d'une route en terrain naturel portant avec couche de roulement aménagée

92 – ENT – M2

CHAMPS d'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES		
Route créée sur roche tendre – Bande de roulement aménagée lors de la création (par exemple, par broyage du substrat local) Il s'agit d'intervenir pour : – favoriser une bonne évacuation de l'eau de ruissellement ; – maintenir la surface de roulement en bon état de circulation ; – maintenir la route dans un milieu ouvert et bien éclairé.		Largeur de la chaussée : 3,50 m 1 fossé amont dans 20 % des cas 4 aqueducs tuyaux transversaux Pente en long : 8 % à 12 % 30 collecteurs type métalliques ou en bois		
Périodicité indicative d'intervention	Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Occurrence	PU €/km
Annuelle	Surveillance des ouvrages d'art (protocole, fiches de suivi)	O	100 %	0, 25 H AP/Km
Annuelle (retenue pour le calcul des coûts) Ou à l'occasion de chaque épisode climatique impactant	Évacuation des blocs, embâcles, résidus d'avalanche (quantité indicative 200 m ³)	Tm	10 %	1 200
1 fois tous les 10 ans Ou à l'occasion de chaque épisode climatique impactant	Entretien du fossé amont par curage/reprofilage	A	100 % (des 20 %)	3 000
Tous les 5 ans et en cas de ravinement longitudinal	Arasement des accotements ou bas côtés et de la bande herbeuse centrale	A	20 %	500
1 fois tous les 10 ans Ou à l'occasion de chaque épisode climatique impactant	Reprise ponctuelle des talus	Tm	5 %	1 000
Tous les 5 ans	Reprofilage/compactage : un passage léger de scarificateur, niveleuse + compactage	R7 (du guide plaine et collines)	80 %	600
2 fois par an Ou à l'occasion de chaque épisode climatique impactant	Entretien manuel des 30 collecteurs d'eau transversaux type métallique ou bois (1 tous les 30 m)	A	10 %	140
1 fois par an Ou à l'occasion de chaque épisode climatique impactant	Entretien manuel des aqueducs (y compris entonnement) (4 aqueducs au km)	A	30 %	160
1 fois tous les 10 ans	Gestion de la végétation semi-ligneuse/ ligneuse des fossés et des talus au broyeur	V	50 %	500
Tous les 10 ans à 15 ans	Gestion de la végétation haute de bordure : – passage d'un lamier avec ramassage des branches – ou martelage ou vente à cessionnaires	V	10 %	1 100
			90 %	0
TOTAL (coût moyen)			410 €/km/an	

Articles de programmation des travaux (si besoin se reporter à l'annexe 3, plus exhaustive et aux référentiels des DT) :

Entretiens divers de route en terrain naturel : 04-DESS-ERN00 ; Curage mécanique de fossés bordiers : 04-CNXI-CEF00 ; Entretien divers de fossés bordiers : 04-CN XO-EDF00 ; Curage collecteurs d'eau : 04-CN XI-CCE00 ; Entretien des collecteurs d'eau : 04-CN XI-ECE00 ; Curage des renvois d'eau : 04-CN XI-CRI00 ; Entretien des renvois d'eau : 04-CN XI-ERI00 ; Entretien des passages busés : 04-CN XI-EBU00



Route forestière du Ruidoiz à Villard-sur-Doron (73), Kathy Baldini, ONF



ANNEXES

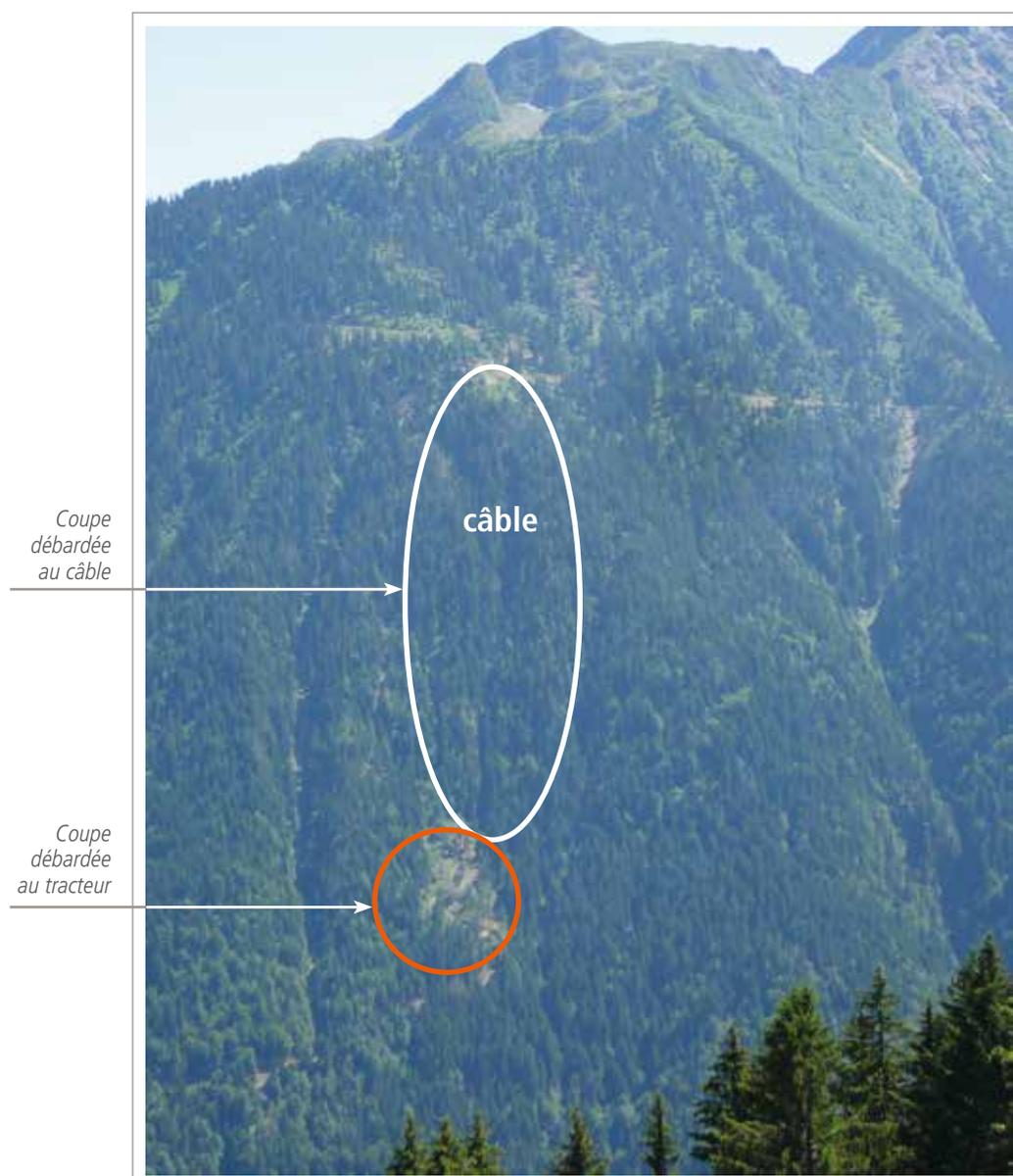
- | | | |
|-----------------|--|--------|
| ANNEXE 1 | ROUTES FORESTIÈRES ET DÉBARDAGE PAR CÂBLE | P. 180 |
| ANNEXE 2 | MODE OPÉRATOIRE « CONDUITE D'OPÉRATION
PROJET (MOE) » | P. 184 |
| ANNEXE 3 | ARTICLES DE PRESTATION À UTILISER
POUR LA PROGRAMMATION DES TRAVAUX
OU L'ÉLABORATION DE DEVIS
DANS L'APPLICATION ONF TECK | P. 186 |

À PARTIR DES ANNÉES 1950 ET JUSQU'AUX ANNÉES 1990, LE DÉBARDAGE PAR CÂBLE A SUBI UN REcul IMPORTANT, NOTAMMENT EN RHÔNE-ALPES, ALORS QU'IL A CONTINUÉ À SE DÉVELOPPER DANS LES AUTRES PAYS DE L'ARC ALPIN

Le développement important du débusquage par tracteur et les contraintes économiques sont les principales raisons de cet abandon. La planification des coupes dans les aménagements s'est donc peu à peu orientée vers une assiette calée sur les zones accessibles au tracteur, avec pour conséquences :

- la réduction des surfaces parcourues en coupe : **en effet, environ la moitié des surfaces des forêts publiques des 3 départements nord-alpins ne sont pas exploitables par tracteur ;**
- la limitation des possibilités d'installation de lignes de câble au-delà des zones faciles, par diminution de la productivité : **les volumes de chaque ligne sont plus faibles car amputés des volumes sortis au tracteur et les seuils de rentabilité des chantiers ne sont pas toujours atteints.**

La ci-dessous illustre ce propos : il aurait été judicieux de grouper les deux coupes selon le même mode d'exploitation (câble) au lieu de réaliser ces coupes à tracteur et à câble proches l'une de l'autre sur le même versant, à une année d'intervalle (2 états d'assiette différents).



Coupes inscrits à 2 EA différents (1 année d'intervalle)

Didier Pischetta, ONF

SPÉCIFICITÉS DU CÂBLE

- Il remplace le tracteur forestier dans les coupes où la topographie est trop complexe
- Il étend la zone exploitable en allant au-delà des possibilités du tracteur
- Il permet de débarder les bois :
 - sur tous types de profils (montée, descente ou sur le plat);
 - sur tous types de sols (humide ou autre);
 - sur de longues distances.
- Il est un atout pour la protection des sols

TYPES DE CÂBLES

TRACTEUR	AMONT : 50 m AVAL : 150 m LONGUEUR DE TRAÎNE : 1 500 m
CÂBLE MÂT	AMONT : 500 à 800 m AVAL : 800 m
CÂBLE LONG	AMONT : 1,5 km AVAL : 1,5 km

NB : Le câble long est cité comme étant possible à l'aval d'une route, mais c'est très rare

À TITRE D'INFORMATION

coûts de l'exploitation par câble (abattage + débardage)

Câble mât

- De 35 €/m³ – (pente < 60 % ; 0.8 à 1 m³/ml de câble, longueurs de ligne < 400 m, ébranchage mécanisé, profil concave),

à 50 €/m³ – (petite reprise au tracteur, pente forte, arrivée difficile, abattage manuel, profil convexe avec installation de pylones intermédiaires...).

Câble long

- De 47 €/m³ – (distance moyenne de débusquage de l'ordre de 400 m, accès supérieur par piste, pente > 60 %).

à 65 €/m³ – (ligne longue, accès difficile, pentes fortes...).

Pour mémoire, hélicoptère : > 80 €/m³

FOCUS sur le CÂBLE MAT : lien avec les routes forestières

Il existe actuellement 3 types de matériel :

- Le mât monté sur tracteur avec un treuil relié à la prise de force
- Le mât monté sur remorque avec un moteur autonome
- Le mât monté sur camion

Il est donc nécessaire de disposer d'un minimum de réseau de desserte, permettant l'accès à ces engins.



Mât monté sur tracteur avec treuil relié à la prise de force du tracteur



Mât monté sur remorque avec moteur autonome
une route accessible à un engin tractant cette remorque est nécessaire



Mât monté sur camion
une route accessible au camion est nécessaire

Guide technique	Code Élément	Libellé élément	Tâches élémentaires	Missions à réaliser (cocher)
ÉTUDE D'OPPORTUNITÉ	ETOP	Étude d'opportunité	Repérage sommaire du terrain, de l'existant	<input type="checkbox"/>
			Définition du périmètre projet	
			Estimation des volumes mobilisables	
			Faisabilité du projet	
PRE-PROJET	EP	Études préliminaires (si pas d'étude d'opportunité)	Repérage sommaire du terrain, de l'existant	<input type="checkbox"/>
			Estimation des volumes mobilisables	
			Définition du périmètre projet	
			Vérifier la faisabilité	
PRE-PROJET	DIA	Études de diagnostic	Établir un état des lieux	<input type="checkbox"/>
			Procéder à une analyse technique	
			Permettre d'établir le programme prévisionnel de l'opération, les besoins en études complémentaires	
			Proposer un aménagement de desserte	
État de validation				
AVANT-PROJET (AVP)	AVP	Études d'avant projet	Confirmer la faisabilité	<input type="checkbox"/>
			Éléments de mission complémentaire* éventuelle (voir tableau ci-dessous)	
			Proposer la ou les implantation(s) topographique sommaire(s) potentielle(s)	
			Proposer la décomposition en tranches et préciser la durée	
			Présenter les travaux, les tronçons	
			Permettre au maître d'ouvrage de confirmer la décision de réaliser l'ouvrage	
			Définir le coût prévisionnel des travaux	
Établir le forfait de rémunération				
État de validation				
Autorisation administrative	AAD		Établir certains dossiers administratifs (missions complémentaires)*	<input type="checkbox"/>
État de validation				
PROJET	PRO	Études de projet	Préciser la solution dans le détail	<input type="checkbox"/>
			Fixer les caractéristiques des ouvrages et l'implantation	
			Préciser le tracé des ouvrages	
			Préciser les dispositions générales de spécifications techniques	
			Établir un coût détaillé prévisionnel des travaux	
Permettre au maître d'ouvrage de connaître le coût prévisionnel de la solution et d'évaluer les coûts d'exploitation et de maintenance				

État de validation

Guide technique	Code Élément	Libellé élément	Tâches élémentaires	Missions à réaliser (cocher)
MOE	ACT	Assistance pour passation des contrats de travaux	Préparer la consultation des entreprises Déterminer la grille d'évaluation des entreprises (choix du mieux disant, pas systématiquement le moins disant)	<input type="checkbox"/>
			Examiner les candidatures	
			Analyser les offres et les variantes	
			Préparer la mise au point des marchés	
	VISA	Visa	S'assurer que les documents respectent le projet et délivrer un visa	<input type="checkbox"/>
	DET	Direction de l'exécution des travaux	S'assurer que les documents d'exécution, y compris ceux fournis par l'entreprise, et que les ouvrages en cours de réalisation respectent le projet	<input type="checkbox"/>
			Délivrer les ordres de services, établir le PV, diriger les réunions hebdomadaires de chantier, CR, procéder aux constats contradictoires	<input type="checkbox"/>
			Vérifier le projet de décomptes mensuels et final et établir les états d'acomptes et de décompte général	
	AOR	Assistance pour opérations de réception	Assister le maître d'ouvrage en cas de litige sur exécution ou règlement	<input type="checkbox"/>
			Organiser les opérations préalables à la réception	
			Assurer le suivi des réserves	
			Procéder à l'examen des désordres signalés par le maître d'ouvrage	
		Constituer le dossier des ouvrages exécutés		

*Éléments de mission complémentaires (au cas par cas)

Code Élément	Libellé élément	Tâches élémentaires	Missions à réaliser (cocher)
SUB 1	Dossier(s) de demande de subvention	Établissement des dossiers de demande de subvention	<input type="checkbox"/>
SUB 2	Suivi des subventions	Suivi des dossiers de demande de subvention	<input type="checkbox"/>
EAU	Dossier loi sur l'eau	Établissement du dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau pour les ouvrages suivants : à compléter	<input type="checkbox"/>
NAT	Évaluation d'incidences Natura 2000	Établissement du dossier d'évaluation d'incidences Natura 2000	<input type="checkbox"/>
AMO CSPA	Assistance au maître d'ouvrage pour CSPA	Établissement des documents de consultation pour la mission de Coordonnateur SPS, assistance à la consultation	<input type="checkbox"/>
AMO CT	Assistance au maître d'ouvrage pour contrôle technique	Établissement des documents de consultation pour la mission de contrôle technique, assistance à la consultation	<input type="checkbox"/>
ETUImp	Étude impact	...	<input type="checkbox"/>
ETUGEO	Étude géotechnique et/ou hydrogéologique		<input type="checkbox"/>
SITE INSC/CLASS	Demande autorisation	Permis d'aménager	<input type="checkbox"/>
LEVTO	Levé topo	Établissement MNT	<input type="checkbox"/>
EPU	Enquête publique		<input type="checkbox"/>

TRAVAUX DE DESSERTE

Article	Désignation article
04-DESS-CCHB00	Création de chaussée béton
04-DESS-CPB00	Création de piste en béton
04-DESS-CPI00	Création de pistes expl. en terrain naturel
04-DESS-CRE00	Création de route empierrée
04-DESS-CRN00	Création de route en terrain naturel
04-DESS-CRV00	Création de route revêtue
04-DESS-EPI00	Entretiens divers de pistes et sommières
04-DESS-EPI01	Travaux d'entretien des pistes et des chemins forestiers
04-DESS-ERE00	Entretiens divers de route empierrée
04-DESS-ERN00	Entretiens divers de route en terrain naturel
04-DESS-ERV00	Entretiens divers de route revêtue
04-DESS-ESENT00	Travaux d'entretien sentiers gestion sylvicole
04- DESS-FINT1	Forfait intégral d'entretien d'infrastructures
04-DESS-PNE00	Résorption point noir route empierrée
04-DESS-PNN00	Résorption point noir route terrain naturel
04-DESS-PNV00	Résorption point noir sur route revêtue
04-DESS-PRN00	Empierrement de route en terrain naturel
04-DESS-RGE00	Réfection généralisée de route empierrée
04-DESS-RGN00	Réfection généralisée de route en terrain naturel
04-DESS-RGP00	Réfection généralisée de pistes et sommières
04-DESS-RGV00	Réfection généralisée de route revêtue
04-DESS-RPB00	Réfection de tronçons de pistes en béton
04-DESS-RVE00	Revêtement de route empierrée

TRAVAUX CONNEXES

Article	Désignation article
04-CNXI-CAF00	Curage manuel de fossés bordiers
04-CNXI-CBU00	Création de passages busés
04-CNXI-CCE00	Entretien desserte : curage collecteurs d'eau
04- CNXI-CCNX0	Travaux divers d'investissement sur connexes infrastructure
04-CNXI-CCO00	Création de collecteurs d'eau
04-CNXI-CDE00	Création de place de dépôt empierrée
04-CNXI-CDN00	Création de place dépôt en terrain naturel
04-CNXI-CEF00	Curage mécanisé de fossés bordiers
04-CNXI-CFO00	Création de fossés bordiers
04-CNXI-COA00	Création d'ouvrage d'art sur desserte
04-CNXI-CPO00	Création de pont
04-CNXI-CPR00	Création de place de retournement
04-CNXI-CRI00	Curage des renvois d'eau
04-CNXI-CRO00	Création de renvois d'eau
04-CNXI-EBAR00	Entretien de barrière
04-CNXI-EBU00	Entretien des passages busés
04-CNXI-ECE00	Entretien des collecteurs d'eau
04- CNXI-ECNX0	Travaux divers d'entretien sur connexes infrastructure
04-CNXI-EDE00	Entretien de place de dépôt
04-CNXI-EDEBR00	Entretien place dépôt par broyage
04-CNXI-EDF00	Entretiens divers de fossés bordiers
04-CNXI-EOA00	Entretien d'ouvrage d'art sur desserte
04-CNXI-EPR00	Entretien de place de retournement
04-CNXI-ERI00	Entretien des renvois d'eau
04-CNXI-FBAR00	Fourniture de barrière
04-CNXI-FPBAR00	Fourniture et pose de barrière
04- CNXI-LATER0	Reprise du latéritage
04-CNXI-RAD00	Création de radier
04-CNXI-RAD01	Entretien de radier
04- CNXI-SOUTE0	Stabilisation/soutènement de talus par enrochement
04- CNXI-SOUTG0	Stabilisation/soutènement de talus par gabions
04-CNXI-SOUTZ00	Stabilisation/soutènement de talus



Le développement du réseau de desserte et sa structuration, est un levier important pour favoriser la gestion durable des forêts de montagne, travailler à leur renouvellement et satisfaire aux objectifs nationaux d'augmentation de la récolte en faveur de la filière bois et de l'économie verte.

Direction générale

2, avenue de Saint-Mandé

75570 Paris Cedex 12

Novembre 2016

Maquette, impression : Imprimerie ONF Fontainebleau

9200-16-GUI-SAM-057

L'ONF est certifié ISO 9001 et ISO 14001 pour ses activités de gestion durable des forêts

