



Office National des Forêts

GUIDE TECHNIQUE

Plaine et collines

2014



TRAVAUX ROUTIERS FORESTIERS

TRAVAUX ROUTIERS FORESTIERS

GUIDE TECHNIQUE

Plaine et collines

Guide réalisé par un groupe de travail ONF composé de :

Patrick BONNEFOND
Christophe BRETTON
Jérôme FABRE
Pascal GALLET
Didier GRANDJEAN
Benoît LENGREND
Jean-Marie MARCOUX
Dominique PAQUET
Philippe PICHON
Éric RINGARD
Régine TOUFFAIT
Éric TRIBOULET

Relecteurs

Catherine BIACHE (DFRN/Chargée de mission Natura 2000, flore, habitats)
Jean-Michel COLLE (DT Lorraine/Responsable Suivi et application des aménagements)
Bernard GAMBLIN (DTCB)
Nicolas GÉRARD (RUT Lorraine)
Christèle GERNIGON (DFRN/Responsable paysage et forêt d'exception)
Michel HERMELINE (DFRN/Chef du département biodiversité)
Didier PISCHEDDA (DCBS/Expert national exploitation forestière et logistique)
Florent ROMAGOUX et Claude JAILLET (Département juridique)

Coordination Régine TOUFFAIT Expert national travaux patrimoniaux
DFRN – Département Forêts

Un grand merci à l'ensemble des collègues du groupe de travail et à Katy Elvira pour la maquette et mise en page du document

Crédit photo de couverture : Dominique Paquet, ONF « Route forestière des Célestins en forêt domaniale de Crécy-en-Ponthieux (80) – technique du traitement de sol »

2014

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

1^{re} partie

DONNÉES INTRODUCTIVES

1 Définitions techniques des voiries forestières	8
2 Orientations et recommandations générales	8
3 Ouverture des routes à la circulation motorisée	12
4 Les différents statuts juridiques des voiries	13
5 Réglementations applicables lors des créations ou des réfections de routes en forêt	13
5.1 Réglementations générales applicables partout	13
5.2 Des prescriptions particulières locales	19
5.3 Code des marchés publics	20
5.4 Le règlement national des travaux et services forestiers (RNTSF)	20
6 Vocabulaire technique utilisé dans ce guide	21

2^e partie

FICHES TECHNIQUES

Terrassement – T	31
Base • Empierrement seul – B1	35
Base • Empierrement sur géotextile – B2	38
Base • Empierrement sur géogrille – B3	40
Base • Traitement du sol aux liants hydrauliques – B4	43
Base • Retraitement de chaussée en place – B5	48
Base • Chaussée en béton de ciment – B6	52
Roulement • Broyage – R1	56
Roulement • Empierrement – R2	57
Roulement • ESU – R3	59
Roulement • ECF – R4	62
Roulement • Béton bitumineux – R5	65
Roulement • Point à temps – R6	68
Roulement • Scarification/rechargement en entretien de route empierrée – R7	72
Roulement • Transformation d'une route revêtue en route empierrée – R8	73
Surlargeurs et places de retournement types – D	74
Assainissement de la chaussée en création et en entretien – A	81
Suivi et entretien des ouvrages d'art – O	85
Gestion de la végétation – V	87

3^e partie

ITINÉRAIRES TECHNIQUES DE CRÉATION

1 Choisir un itinéraire technique de travaux routiers (ITTR) en création	92
2 Coûts des itinéraires techniques standards de création de routes forestières	93

2.1	Route empierrée par broyage de la roche en place	96
2.2	Route empierrée sur géotextile, non revêtue	97
2.3	Route empierrée sur géogrille, non revêtue	99
2.4	Route empierrée par apport seulement de matériaux d'empierrement et dont la couche de roulement résulte d'un broyage	100
2.5	Route empierrée par apport seulement d'un matériau d'empierrement et dont la couche de roulement résulte d'un apport complémentaire en granulats	101
2.6	Route empierrée par traitement de sol aux liants hydrauliques	102
2.7	Création d'une route en béton de ciment	103

4^e partie

GESTION DES ROUTES EMPIERRÉES REVÊTUES OU NON

1	Entretien courant ou réparation généralisée ?	106
2	Diagnostic des causes de dégradations et des enjeux	106
3	Types de dégradations	106
4	Clefs d'aide au choix de la technique d'entretien ou de réparation généralisée des routes empierrées revêtues ou non	108

5^e partie

ITINÉRAIRES TECHNIQUES DE RÉFECTION GÉNÉRALISÉE

1	Route empierrée non revêtue d'un liant hydrocarboné technique du rechargement en granulats	112
2	Route empierrée revêtue ou non d'un liant hydrocarboné technique du retraitement de chaussée en place	114
3	Couche de roulement d'une route revêtue d'un liant hydrocarboné (la couche de base est en bon état)	115
4	Couche de base et couche de roulement d'une route revêtue d'un liant hydrocarboné	116
5	Transformation d'une route empierrée revêtue en route empierrée non revêtue d'un liant hydrocarboné, par rechargement	117

6^e partie

ITINÉRAIRES TECHNIQUES D'ENTRETIEN

1	Entretien courant d'une route empierrée non revêtue itinéraire technique sur 10 ans	120
2	Entretien courant d'une route empierrée revêtue itinéraire technique sur 10 ans	121

ANNEXES

Annexe 1 – Glossaire	124
Annexe 2 – Exemple d'une fiche technique produit	135
Annexe 3 – Travaux routiers et paysage : recommandations	136
Annexe 4 – Trame type d'un CCTP	142

Mobiliser les bois tout en préservant le sol et l'ensemble des fonctionnalités de la forêt, nécessite des **infrastructures routières adaptées, durables, et maintenues en bon état**. Bien qu'onéreux, les travaux de desserte forestière sont indispensables pour **mobiliser les bois à récolter dans les zones difficilement accessibles** et pour **diminuer les distances de débardage** sur les sols fragiles non portants.

Les routes forestières contribuent aussi à la performance économique de la filière forêt-bois.

Les techniques et itinéraires de ce guide répondent à un usage principal de mobilisation des bois, donc à des routes forestières accessibles aux grumiers en tout temps, même si cet usage peut être associé à d'autres utilisations secondaires, dans le cadre de la multifonctionnalité des forêts.

Après des opérations de terrassement visant à constituer la plate-forme support de la chaussée et de ses annexes, la chaussée est construite **d'une ou plusieurs couches** superposées de matériaux. On distingue généralement, du haut en bas :

- la couche de surface (décomposée éventuellement en couche de roulement et couche de liaison);
- la couche de base;
- la couche de fondation.

Selon la portance du sol, les usages principal et secondaire, le contexte, la disponibilité en matériaux et leurs coûts, ces parties constitutives de la structure de la route mobilisent des **techniques de construction et d'entretien différentes décrites par 19 fiches techniques**.

Les fiches techniques précèdent des itinéraires techniques de travaux routiers (ITTR) standards dont le coût estimatif est chiffré pour :

- la création d'une route empierrée revêtue ou non;
- la création d'une route par traitement du sol en place;
- la création d'une route en béton de ciment;
- la réfection généralisée d'une route empierrée non revêtue;
- la réfection généralisée d'une route empierrée revêtue;
- l'entretien d'une route empierrée non revêtue;
- l'entretien d'une route empierrée revêtue.

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;
- lors de la rédaction des cahiers des charges et du choix des entreprises.

La création tout comme l'entretien d'infrastructures routières nécessitent toujours des **diagnostics de terrain**, le recensement des usages et une **évaluation du coût** lié aux ressources locales ou non en matériaux afin de choisir la ou les techniques appropriées. Ce guide constitue une **aide à la gestion des projets routiers forestiers**. Il ne dispense pas de suivre des formations adéquates afin d'acquérir les compétences requises. Dans le cas de projets complexes, on sollicitera le chef de projet « infrastructure » local.

.....
Ce guide des travaux routiers est un **outil élaboré à partir d'une mutualisation des savoir-faire des gestionnaires forestiers** de l'ONF. Il participe à la gestion durable et multifonctionnelle des forêts. Son élaboration est mentionnée dans le contrat d'objectifs et de performance 2012-2016 signé entre l'ONF, l'État et la FNCOFOR. Il fera l'objet d'une amélioration continue.



Route forestière en Lorraine, Régine Touffait, ONF



1^{re} PARTIE

DONNÉES INTRODUCTIVES

Orientations et notions ayant
accompagné l'élaboration du guide

1 DÉFINITIONS TECHNIQUES DES VOIRIES FORESTIÈRES

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

- une **route forestière** permet l'**accès aux poids lourds** (grumiers d'un PTRA¹ maxi de 48 tonnes pour 5 essieux, 57 tonnes pour les 6 essieux et plus) qu'elle soit en terrain naturel, empierrée, revêtue ou non ;
- une piste forestière permet l'accès aux tracteurs forestiers (et quelquefois aux véhicules légers) ;
- 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 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 une voie de vidange ouverte dans un peuplement dont la largeur est adaptée à la circulation des machines d'exploitation

→ **Ce guide traite uniquement des routes forestières**

2 ORIENTATIONS ET RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

Les routes forestières ont pour vocations premières **l'accès, depuis les routes publiques, aux parcelles** en vue d'y réaliser des travaux forestiers ainsi que **l'acheminement des bois depuis les places de dépôts et les parcelles jusqu'au réseau routier public**.

Il s'agit donc d'un réseau où le **confort de roulement est secondaire**. Toutefois 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.

→ **En forêt domaniale, toute création de routes sur sol de portance faible à bonne et en l'absence de pente forte (inférieure à 10 %), doit privilégier les techniques d'empierrement non revêtu sur géosynthétique.**

Toutefois, dans les zones présentant une pente en long supérieure à 10 % et/ou des virages serrés, la réalisation **d'un revêtement** (enduit superficiel d'usure, enrobé coulé à froid, béton bitumineux) **ou d'une chaussée en béton de ciment est à étudier**, d'autant que cette dernière technique ne nécessite aucun entretien pendant 40 à 50 ans. Elle reste toutefois très onéreuse à la mise en œuvre et doit être réservée à de courts tronçons.

En création ou en réfection généralisée, **le traitement du sol ou de la chaussée en place** aux liants hydrauliques routiers pourra être privilégié dans certains cas. Dans les territoires de l'Île-de-France Nord Ouest, sur sols limoneux, limono-argileux ou sableux, la mise en œuvre de cette technique en création s'est révélée moins onéreuse qu'une technique classique d'empierrement sur géotextile.

Il est important **d'accompagner les créations par une fermeture à la circulation publique motorisée**. Si les véhicules légers ont une influence négligeable sur les dégradations de structure du réseau routier, leur vitesse joue en revanche un rôle important dans les dégradations de la couche de roulement. Cette recommandation vise aussi à établir davantage de zones de quiétude favorables à la faune sauvage, mais aussi au public non motorisé (randonneurs, cyclistes).

→ **Dans les autres forêts (forêts des collectivités, etc.), le maître d'ouvrage décide des techniques de construction et d'entretien en toute connaissance des conseils donnés par l'ONF et dans le respect des réglementations.**

Des caractéristiques communes à toutes les créations de routes forestières optimisent leur utilisation et leur tenue dans le temps

Les routes ont des **caractéristiques communes**, notamment la qualité de la structure, la largeur de l'emprise, des accotements et de la chaussée. Elles sont équipées et entretenues pour **une bonne gestion des eaux de ruissellement et d'infiltration** et sont accompagnées d'**équipements connexes permettant d'optimiser la mobilisation des bois (surlargeurs, places de retournement etc.)**. Ces infrastructures forestières doivent tenir compte des enjeux écologiques et paysagers, lesquels font souvent l'objet de dispositions réglementaires, notamment dans les sites sensibles.

¹ PTRA : Poids Total Roulant autorisé.

→ **Un tracé qui évite les obstacles et optimise la desserte.**

Deux étapes dans la définition du tracé :

- **un travail sur carte au bureau** avec une vision élargie : étude du défrètement au niveau du massif en s'appuyant sur un schéma de desserte s'il existe, raccordement au réseau public, intégration des restrictions éventuelles comme les limitations de tonnage ou de hauteur, prise en compte des enjeux paysagers et de la biodiversité (réglementation, présence d'espèces ou d'habitats protégés, zones humides, cours d'eau, vestiges, etc.), existence de points noirs ;
- une **confrontation sur le terrain** du projet de tracé pour confirmation ou modification selon les contraintes rencontrées afin d'optimiser le coût du projet compte – tenu des objectifs.

→ **Une largeur d'emprise de 11 m au minimum pouvant aller jusqu'à 18 m comprenant les bandes de service.**

Une emprise large et ensoleillée est favorable au maintien dans un bon état de conservation de la route. Les opérations d'entretien ultérieures seront moins coûteuses.

→ **Une largeur de chaussée minimale de 3,50 m.**

Une largeur de 3,50 m est suffisante pour un usage forestier et adaptée à un trafic de faible densité. Cette largeur de 3, 50 m doit concerner la grande majorité du linéaire.

Dans certains massifs, 3,5 m de largeur peut être insuffisant et être générateur de dégradations insidieuses mais répétitives et importantes. C'est le cas lorsque le nombre de **croisement de véhicules** est important : les véhicules roulant en bordure de la voie et sur l'accotement provoquent l'affaissement de l'accotement qui lui-même provoque l'affaissement de la structure de la route.

Il convient donc d'analyser cette notion de croisement sur certains axes et de prévoir :

- soit des zones de croisement régulièrement réparties ;
- soit de faire une route plus large permettant le croisement sans empiètement sur l'accotement (cas rare en forêt) ;
- soit de mettre en place un plan de circulation avec des sens uniques.

→ **Une largeur des accotements de 1,5 m minimum laquelle présente 2 avantages fonctionnels ou techniques.**

- Constituer un épaulement suffisamment stable pour les matériaux de structure de la chaussée (surtout quand cet épaulement est artificiel, c'est-à-dire constitué des produits résiduels du terrassement et de la création de fossés).
- 1,5 m est une largeur idéale pour le fauchage des accotements, lequel est alors réalisé en un seul passage.

→ **Une structure favorable à une utilisation par les ensembles routiers (grumiers, camions avec remorques, semi-remorques) toute l'année (13 T/essieu).**

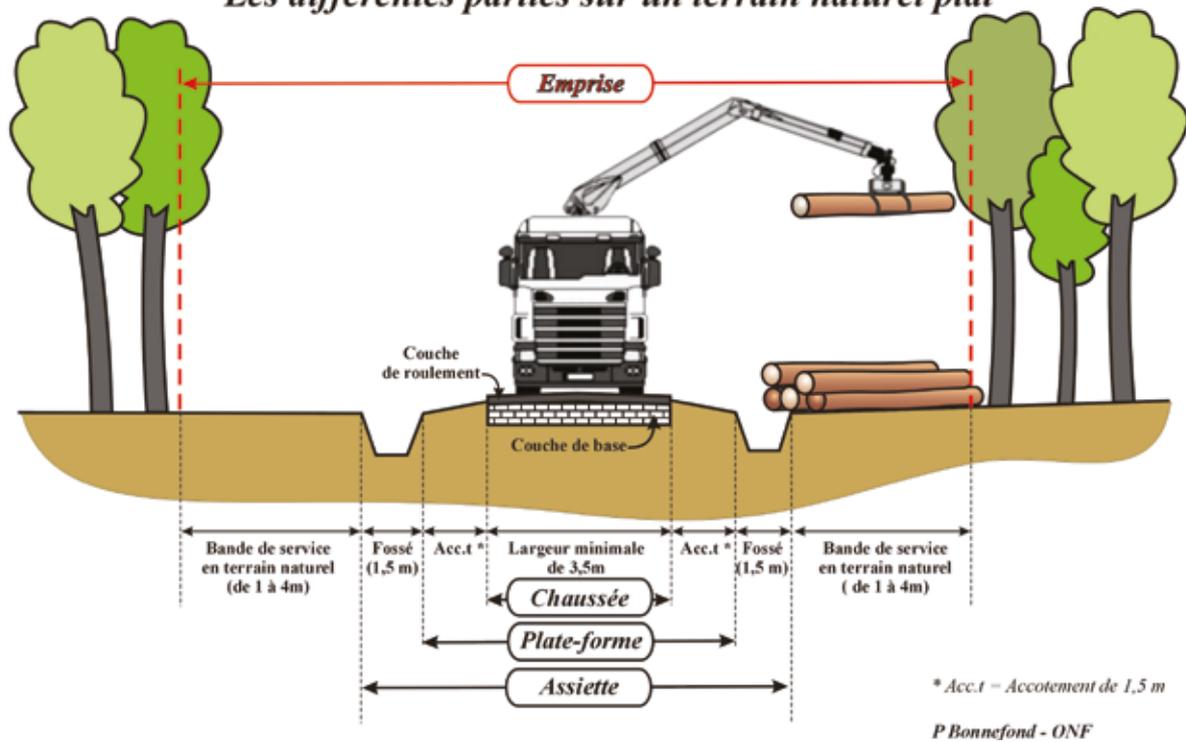
La couche de base doit permettre une portance de 50 MPa minimum pour une classe de trafic T6 correspondant à un trafic moyen journalier des poids lourds inférieur à 10 PL/J.

→ **Des équipements et actions pour gérer l'eau, principale source de dégradation des routes.**

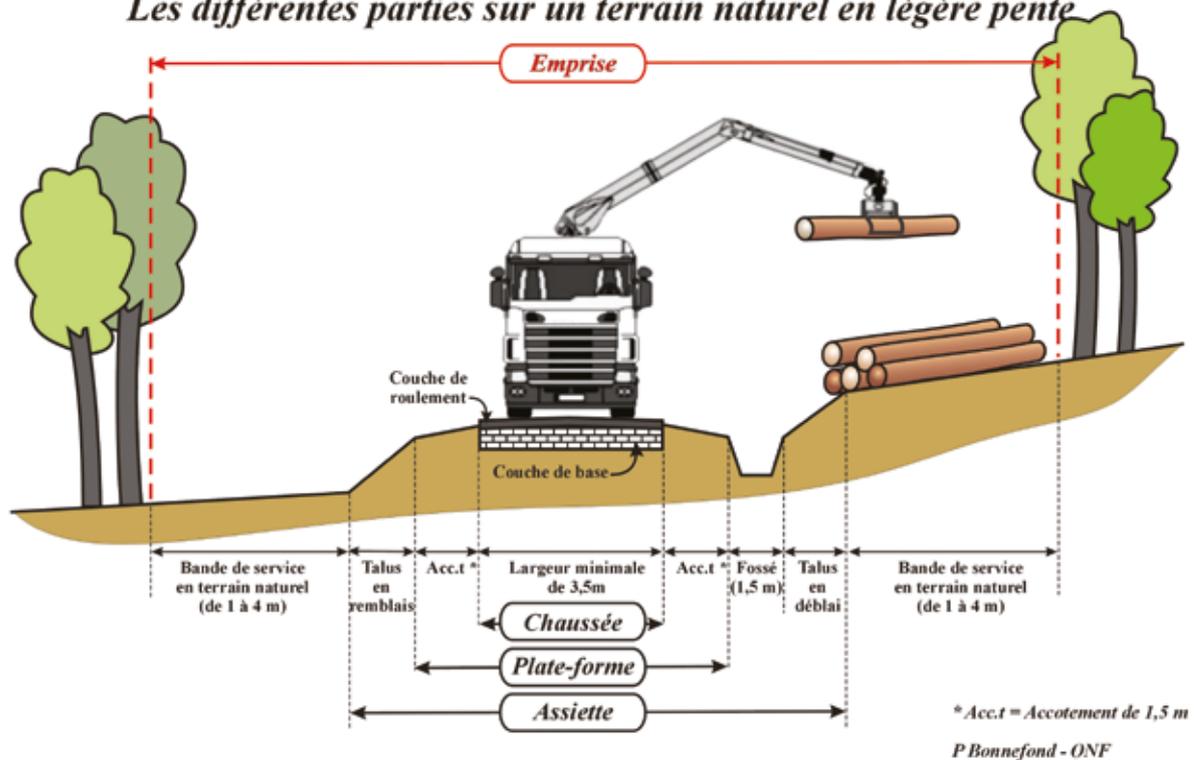
- **Fossés bordiers** créés et régulièrement entretenus favorables à l'assainissement de la plateforme.
- **Tranchées drainantes** pour évacuer les eaux internes aux corps de chaussée. Exemple : tranchées de drainage (matériaux 20/40 enrobés de géotextile) placées en travers des accotements et disposées régulièrement des 2 côtés de la chaussée en présence de 2 fossés.
- **Pente en travers unique :**
 - sur la chaussée : **pente entre 1 % et 2 %**. Le profil bombé n'est pas recommandé (perturbation du fonctionnement dynamique de la chaussée lié à la différence de pression au niveau des pneus) ;
 - sur l'accotement : **pente de 4 % minimum**.
- **En cas de pente en long supérieure à 10 % sur une route empierrée non revêtue.**

Il est recommandé de prévoir **des techniques de gestion des eaux de ruissellement**, adaptées aux techniques retenues pour la création de la chaussée (drains granulaires, revers d'eau).

Profil d'une Route Forestière Les différentes parties sur un terrain naturel plat



Profil d'une Route Forestière Les différentes parties sur un terrain naturel en légère pente



Ci-dessus, deux exemples de profils d'une route forestière : en terrain naturel plat et en présence d'une pente en travers. Le débardage des bois jusqu'aux places de dépôt utilise la bande de service, laquelle peut aussi servir de dépôt.

NB : notamment pour des raisons paysagères, le choix de la création d'une **tournière dans le peuplement** sur laquelle aboutissent (en arrêtes de poisson) les **cloisonnements d'exploitation** peut être fait. Cette tournière débouche sur une **place de stockage des bois** accessible aux camions et remplace alors la bande de service en bordure de la route.

Les **drains granulaires** sont particulièrement performants et moins onéreux que les revers d'eau, lesquels sont trop rigides dans une chaussée souple. Toutefois, si recours aux revers d'eau, ces derniers doivent être bien posés et entretenus régulièrement. Les revers d'eau métalliques (trop étroits et se bouchant très rapidement) et l'utilisation de glissières d'autoroutes sont à proscrire. Il est conseillé d'utiliser des revers d'eau en bois ou, mieux, des caniveaux double pente en béton préfabriqué de type CC2.

- **Arasement régulier des accotements** pour supprimer l'écoulement longitudinal de l'eau sur la chaussée en favorisant son évacuation vers l'extérieur de la route (fossés).

→ Des équipements connexes indispensables pour une mobilisation des bois optimisée

.....
NB : Les bois ne doivent pas être stockés sur des aménagements empierrés mais sur des places de dépôt en terrain naturel contiguës à ceux-ci. Il est important de bien raisonner l'implantation des cloisonnements d'exploitation. Ces derniers doivent aboutir directement en arrêtes de poisson ou via des pistes (tournières) sur des places de dépôt des bois, elles-mêmes accessibles aux grumiers pour chargement, depuis une route, une surlargeur, ou une place de chargement/retournement aménagée.

- **Places de chargement/retournement** : une tous les km en moyenne.
- **Surlargeurs** destinées au chargement des grumes, au stationnement des remorques de bois d'industrie ou encore pour les activités liées à la production de bois énergie : une tous les 500 m en moyenne. Une remorque stationnée en bordure de la coupe permet au porteur de charger directement : il n'y a pas de rupture de charge.

.....
NB : Leur nombre devra être adapté aux besoins liés à la mobilisation des bois (volume et type de produits) et au contexte sociétal, environnemental. Les surlargeurs doivent être positionnées en terrain plat.

- **Sorties de coupes/ accès aux parcelles gérés par la mise en place d'aqueducs**
- **Petits ouvrages de franchissement des cours d'eau et fossés** (respecter les réglementations en vigueur)

L'intégration paysagère et écologique des infrastructures routières en site à enjeux doit être réfléchi et anticipée

Pour une bonne prise en compte de ces enjeux, on contactera le spécialiste local en matière de faune, flore ou paysage.

Lors de la définition d'un projet, il convient d'adapter le tracé et parfois de choisir des matériaux (graves, revêtement) ou de faire des travaux complémentaires permettant de répondre aux enjeux et objectifs paysagers et environnementaux. Ces enjeux peuvent être évalués en s'appuyant sur les connaissances existantes (présences d'espèces protégées, zonages réglementaires ou contractuels) via des outils tels que le document d'aménagement, Canopée, BDN.

Tout projet doit notamment veiller au choix d'un matériau compatible avec le milieu environnant afin d'éviter, par exemple, une inversion de flore.

Des entretiens réguliers et simples sont importants pour maintenir les routes dans un bon état d'accessibilité et de circulation

Il ne s'agit pas toujours d'intervenir sur la chaussée. Notamment, **il faut agir régulièrement sur la végétation haute en bordure afin d'aérer la route** et d'éviter l'égouttement des précipitations depuis les houppiers surplombant la chaussée, à l'origine pour partie 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 et écologique de ces bordures.

Un entretien simple consiste aussi à maintenir dans un bon état de fonctionnement les ouvrages hydrauliques. Des renvois d'eau, fossés ou aqueducs comblés ne remplissent plus leur rôle et entraînent une fragilisation de la structure de chaussée et des dégâts rapides. **Un arasement régulier des accotements est une action simple, favorable à l'évacuation des eaux superficielles vers les fossés.**

Voir aussi sur INTRAFORÊT
fiche technique
Sol n° 7 Printemps
2012/ONF
« Planter des cloisonnements d'exploitation ».
Réf Intraforêt :
2e075

De bonnes pratiques de la part de l'ensemble des usagers sont à promouvoir pour préserver les infrastructures routières en forêt et limiter les travaux d'entretien et de réfection généralisée

Dans certaines régions, la mise en place de chartes de bonne conduite associées à des campagnes de sensibilisation des usagers ont permis d'améliorer les pratiques.

En forêt domaniale comme en forêt des collectivités, chaque gestionnaire se doit de faire respecter les prescriptions favorables au maintien en bon état de l'infrastructure. Quelques exemples :

→ Exploitation des bois (voir aussi le RNEF)

Le gestionnaire doit veiller lors de la rencontre préalable avec l'intervenant à lui rappeler :

- l'interdiction du traînage des grumes sur les routes forestières revêtues et empierrées ;
- l'interdiction de circulation des engins à pneus chaînés et des engins à chenilles sur les routes revêtues ;
- la nécessaire mise en place par l'intervenant de dispositifs adaptés sous les pattes stabilisatrices des camions afin de préserver les routes forestières revêtues et éviter leur poinçonnement ;
- l'obligation qu'il revient à l'intervenant de nettoyer les routes des matériaux déposés lors de la sortie des bois et qui sont susceptibles de gêner la circulation. Il doit aussi garder en état de fonctionnement les rigoles, saignées ou renvois d'eau, fossés ou tous ouvrages d'écoulement des eaux ;
- l'interdiction d'abattage des bois sur les routes et dépôts. Les bois de bordures seront câblés si nécessaire.

Toute dégradation de la chaussée ou des accotements doit faire l'objet d'une remise en état par l'intervenant, d'où la nécessité d'un état des lieux lors de la rencontre préalable.

→ Chasse

Lors des agrainages, 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 autorisations qu'ils délivrent au titre de l'article 38 du CCG, puis à partir de 2016 sur les contrats cynégétiques et sylvicoles pour faire appliquer cette disposition.

→ Cavaliers

Il doit être recommandé aux cavaliers de ne circuler que sur les accotements et non sur la chaussée.



Dégradations par poinçonnement, RF des Célestins en forêt domaniale de Crécy-en-Ponthieux (80)

Dominique Paquet, ONF

3_OUVERTURE DES ROUTES À LA CIRCULATION MOTORISÉE

De manière générale lorsque la voie est carrossable et utilisable par des **véhicules classiques** de tourisme et par tout temps (revêtue, empierrée, facilement praticable), elle est **considérée ouverte à la circulation**, si aucune signalisation ou dispositif de type barrière n'empêche de passer.

Dès qu'une voie est ouverte à la circulation publique et générale, le **code de la route s'y applique**. Le propriétaire est tenu d'en assurer l'entretien et la signalisation pour la sécurité des usagers.

Lors de la création d'une route forestière aboutissant sur une route du domaine public routier, la signalisation nécessaire à l'intersection est de la responsabilité de l'autorité propriétaire de la route publique qui doit être contacté lors de l'élaboration du projet.

.....
Exemple, une route forestière aboutit sur une route départementale : le président du Conseil Général définit via un arrêté la signalisation nécessaire, qu'elle soit positionnée sur la route forestière et/ou sur la route publique.

En forêt domaniale, la règle à appliquer lors de la création d'une route pour la mobilisation des bois, est la fermeture simultanée à la circulation publique motorisée par la pose de barrières et d'une signalétique adaptée.

Voir aussi sur INTRAFORÊT
le Règlement National des Exploitations Forestières (RNEF)
Réf Intraforêt : 21225

4_ LES DIFFÉRENTS STATUTS JURIDIQUES DES VOIRIES

Du point de vue juridique, les voiries se divisent en 3 catégories :

- **Les voies publiques du domaine public routier de l'État ou des collectivités publiques :**
 - autoroutes et routes nationales (art. L.121-1 CVR);
 - routes départementales (art.L.131-1 CVR);
 - voies communales (art.L.141-1 CVR)² affectées à la circulation publique par définition et par nature.
- **Les voies publiques du domaine privé communal :**
 - les chemins ruraux (art. L.161-1 CVR et L. 161-1 CR) affectés à l'usage du public par nature.
- **Les voies privées des particuliers, des associations syndicales, ou du domaine privé des personnes publiques (département, commune) :**
 - les chemins intérieurs (art.L.162-4 CVR) affectés à la communication et desserte d'une propriété;
 - les chemins d'exploitation (art.L.162-2 CVR et L.162-1 CR) affectés à la communication entre les fonds ruraux et l'exploitation de ces fonds.

En forêt domaniale, les **routes forestières** sont généralement des voies privées du **domaine privé de l'État**, inscrites au tableau général des propriétés de l'État et gérées par l'ONF pour le compte de l'État. Elles ont une affectation spécifique, qui n'est pas l'usage du public, mais très souvent la gestion des forêts domaniales.

La responsabilité des décisions matérielles de gestion de ces voies (ouverture au public, fermeture, entretien) incombe au gestionnaire, l'Office national des forêts (et non au Préfet).

Lorsqu'une décision de gestion est prise par l'ONF en forêt domaniale, il convient d'en informer le Préfet (si possible au préalable). Sur les routes forestières ouvertes à la circulation publique motorisée, le Code de la route s'applique. Une modification des conditions classiques de circulation pour les adapter aux spécificités de la route, par exemple une limitation de vitesse à 50 km/h nécessite un arrêté préfectoral.

5_ RÉGLEMENTATIONS APPLICABLES LORS DES CRÉATIONS OU DES RÉFECTIONS DE ROUTES EN FORÊT

5.1_ Réglementations générales applicables partout

Il est important de prendre en compte les caractéristiques techniques et géographiques du projet pour savoir quelle(s) réglementation(s) s'applique(nt) exactement.

Réglementations liées à l'extraction et l'utilisation de matériaux d'empierrement

La **Législation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement sur les carrières (ICPE)** peut trouver à s'appliquer au regard des caractéristiques particulières de chacun des projets (surface, tonnage, etc.).

.....
Textes : art. L.511-1 et suivants du Code de l'environnement et plus particulièrement art. L.515-1 à L.515-6 et art. R.515-1 et suivants; voir la nomenclature ICPE rubriques 2510 et suivantes sur les carrières.

Exemple : création d'une place de dépôt par affouillement : l'extraction des matériaux peut être concernée par la rubrique 2510-3 de la nomenclature ICPE sous autorisation préfectorale si elle remplit les conditions techniques ci-dessous.

2510-3 : « Affouillements du sol (à l'exception des affouillements rendus nécessaires pour l'implantation des constructions bénéficiant d'un permis de construire et des affouillements réalisés sur l'emprise des voies de circulation), **lorsque les matériaux prélevés sont utilisés à des fins autres que la réalisation de l'ouvrage sur l'emprise duquel ils ont été extraits et lorsque la superficie d'affouillement est supérieure à 1 000 m² ou lorsque la quantité de matériaux à extraire est supérieure à 2 000 T** ».

² CVR : Code de la Voirie routière – CR : Code rural

Réglementations liées aux études d'impact

→ Affouillements et exhaussements

La réforme du droit des études d'impact engagée par la loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010 (articles L. 122-1 et suivants du Code de l'environnement) et le décret 2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements, concernent les affouillements/exhaussements.

.....
(cf rubrique 48° de l'annexe à l'article R. 122.2 du décret n° 2011-2019).

Il est exigé une **étude d'impact systématique** pour les affouillements et exhaussements du sol dont la **hauteur excède 2 mètres et qui portent sur une superficie égale ou supérieure à 2 ha, et qui ne sont pas nécessaires à l'exécution d'un permis de construire**. Le projet peut être soumis à la procédure de « cas par cas » pour les affouillements/exhaussements dont la hauteur excède 2 m et qui portent sur une superficie égale ou supérieure à 1 ha dans les secteurs sauvegardés, sites classés ou réserves naturelles. **A priori, en plaine, les équipements de desserte forestière, dont les places de dépôt de bois et les parcs à grumes, ne sont pas concernés par cette réglementation**, compte tenu de leurs dimensions la plupart du temps inférieures aux seuils du décret.

→ Routes forestières

La réforme du droit des études d'impact engagée par la loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010 (articles L. 122-1 et suivants du Code de l'environnement) et le décret 2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements, concernent les routes forestières.

.....
(cf rubrique 6° de l'annexe à l'article R. 122.2 du décret n° 2011-2019).

Deux critères cumulatifs soumettent le projet de création d'une route forestière à la réglementation liée aux études d'impact : relever d'une des **procédures d'autorisation administrative** listées ci-dessous (liste 1) et répondre aux caractéristiques mentionnées en page 15 (liste 2).

.....
Liste 1 :

- loi sur l'eau ;
- parc national ;
- réserve naturelle nationale ;
- site classé ;
- monument historique classé et son périmètre ;
- patrimoine naturel (espèces protégées et arrêtés de protection de biotopes) ;
- procédure spéciale Natura 2000 (R. 414-27, 2° décret Natura 2000).

.....
NB : Lorsque le projet de création d'une route forestière n'est pas concerné par une demande d'autorisation administrative, la réglementation liée aux études d'impact ne s'applique pas.

.....
NB : Un projet d'infrastructure intégré et détaillé dans le document d'aménagement et approuvé en application du 2° de l'article L122-7 du Code forestier, au titre des procédures administratives mentionnées ci-dessus, n'a plus à faire l'objet d'une étude d'impact au moment de sa réalisation pendant la période d'application de l'aménagement.

Quelques précisions complémentaires :

- en matière de défrichement : la création d'une route forestière peut être considérée comme un équipement indispensable à la mise en valeur et à la protection de la forêt, qui ne modifie pas fondamentalement la destination forestière de l'immeuble bénéficiaire, et qui en constitue une annexe indispensable. **La réalisation d'un tel équipement n'est pas un défrichement et ne demande donc pas d'autorisation administrative ;**
- en matière de coupes d'emprise : généralement considérées comme des coupes non réglées, puisque non prévues par les documents d'aménagement, ces coupes doivent faire l'objet d'une autorisation spéciale (art. L.213-5 CF pour les forêts domaniales et art. L.214-5 CF pour les autres forêts relevant du Code forestier). On considère que cette autorisation n'entre pas dans le champ d'application des dispositions relatives à l'étude d'impact ;

- en matière d’urbanisme : l’application aux routes forestières de l’article R.421-3 du Code de l’urbanisme dont les dispositions exonèrent les infrastructures terrestres telles que les voies de toute formalité au titre du Code de l’urbanisme a été validée par le Ministère en charge des forêts;
- la réfection généralisée d’une route et les créations individuelles de places de dépôt sur route existante n’ont pas à faire l’objet d’une étude d’impact, sauf si ces dernières entrent dans le champ de l’application des seuils liés aux affouillements/exhaussements, cas très rares en forêt.

Voir aussi sur INTRAFORÊT
« Synthèse juridique sur la réforme des études d’impact »
9200_12_GUI_JUR_007.

Évaluation des incidences Natura 2000

- Un projet d’infrastructure intégré et détaillé dans le document d’aménagement et approuvé (par arrêté d’aménagement) en application du 2° de l’article L. 122-7 du Code forestier, au titre de Natura 2000, n’a plus à faire l’objet d’une évaluation d’incidence Natura 2000 au moment de sa réalisation pendant la période d’application de l’aménagement. Cette situation est toutefois exceptionnelle, les projets d’infrastructure étant rarement précisément connus au moment de l’élaboration du document d’aménagement et font rarement l’objet de l’application du L. 122-7 du Code forestier.
- Dès lors que le ou les projets sont réalisés dans un site Natura 2000 (voir également pour les projets situés en dehors des sites Natura 2000 dans certains cas particuliers; se référer aux listes locales en vigueur dans le département de situation) et ne bénéficient pas de l’article L.122-7 au titre de Natura 2000, l’évaluation d’incidences peut être requise selon les cas ci-après.

→ Affouillements et exhaussements

Une évaluation des incidences est requise pour les affouillements et exhaussements si :

- une **étude d’impact** est déjà requise (les études d’impact figurent sur la liste nationale des projets soumis à évaluation des incidences, article R.414-19 du Code de l’environnement);
- le projet est visé par une **procédure administrative** (permis d’aménager, déclaration préalable) elle-même **soumise à évaluation des incidences** par la « **1^{re} liste locale** » en vigueur dans le département (L. 414-4 III, 2° du Code de l’environnement);
- la « **2^{de} liste locale** » en vigueur dans le département (article R.414-27 du Code de l’environnement) soumet à évaluation des incidences « les affouillements ou exhaussements du sol dont la profondeur ou la hauteur est inférieure à 2 mètres ou qui portent sur une surface inférieure à 100 m², à moins qu’ils ne soient nécessaires à l’exécution d’un permis de construire » (et que le projet correspond à ces conditions).

.....
Liste 2 : dès lors que la création de la route forestière se trouve soumise à une procédure d’autorisation administrative, l’étude d’impact est demandée, telle que :

Infrastructures routières forestières	Seuils déclenchant la réalisation d’une étude d’impact (si le projet relève d’une procédure d’autorisation administrative)	
	Routes d’une longueur égale ou supérieure à 3 km	Routes d’une longueur inférieure à 3 km
Création de routes forestières empierrées revêtues (liant hydrocarboné) ouvertes ou non à la circulation publique, accessibles en tout temps aux camions grumiers	Étude d’impact systématique	Étude d’impact au cas par cas *
Création de routes forestières empierrées, ou en béton, ou par traitement de sol, accessibles en tout temps aux camions grumiers	Étude d’impact systématique	Étude d’impact au cas par cas *
Création de voies en terrain naturel	Pas d’étude d’impact	Pas d’étude d’impact

* Étude d’impact au cas par cas : à cet effet, une demande d’examen au cas par cas préalable à la réalisation d’une étude d’impact (formulaire Cerfa n° 14734*02) est à transmettre à l’autorité administrative de l’État compétente en matière d’environnement qui décidera si le projet doit ou non faire l’objet d’une étude d’impact.

→ **Création d'une place de chargement/dépôt stabilisée**

La création d'une place de chargement/dépôt est soumise à évaluation des incidences **selon les cas ci-après** :

- Au titre de la liste nationale prévue par l'article R414-19 du Code de l'environnement :
 - dès lors que la création de la place de chargement/dépôt entre dans le champ d'application d'une **procédure administrative** listée à l'article R. 414-19 du Code de l'environnement : **parcs nationaux, réserves naturelles, sites et loi Eau** ;
 - dès lors que la création de la place de dépôt entre dans le champ d'application d'une **étude d'impact** (3° de l'article R.414-19 du Code de l'environnement), **au titre des affouillements/exhaussements de sol** (rubrique n° 48 de l'annexe à l'article R. 122-2 du Code de l'environnement).
- Dès lors que cela est prévu par la 2^{de} liste locale établie par le préfet en référence à la nomenclature fixée à l'article R414-27 du Code de l'environnement (régime administratif propre à Natura 2000) :
 - intitulé de l'item sur la liste : « Création de place de dépôt de bois : lorsque la réalisation est prévue en tout ou partie à l'intérieur d'un site Natura 2000 **pour les places de dépôt nécessitant une stabilisation du sol** ».

L'évaluation des incidences en la matière dépend donc de la réalisation ou non d'une opération de stabilisation du sol.

→ **Routes forestières**

La création d'une route forestière est soumise à l'élaboration d'une évaluation des incidences **selon les cas ci-après** :

- Au titre de la liste nationale prévue par l'article R414-19 du Code de l'environnement :
 - dès lors que la création de la place de chargement/dépôt entre dans le champ d'application d'une **procédure administrative** listée à l'article R. 414-19 du Code de l'environnement : **parcs nationaux, réserves naturelles, sites et loi Eau** ;
 - dès lors que la création de la place de dépôt entre dans le champ d'application d'une **étude d'impact** (3° de l'article R.414-19 du Code de l'environnement).
- Dès lors que cela est prévu par la 2^{de} liste locale établie par le préfet en référence à la nomenclature fixée à l'article R414-27 du Code de l'environnement (régime administratif propre à Natura 2000) :
 - intitulé de l'item sur la liste : « création de voie forestière : lorsque la réalisation est prévue en tout ou partie à l'intérieur d'un site Natura 2000 pour des voies permettant le passage de camions grumiers ».

Législation sur l'eau

Il est nécessaire de vérifier préalablement à la réalisation du projet les impacts sur l'eau et le milieu aquatique et éviter toute pollution (rejet dans les eaux de boues ou matériaux suite à la réalisation du chantier).

Il est **obligatoire d'élaborer une « étude des incidences loi sur l'eau » en cas d'impact sur les milieux aquatiques (traversée d'un cours d'eau, etc.)**.

.....
Textes : art. L.211-1 et suivants du Code de l'environnement, et en particulier art. L.214-1 et suivants du Code de l'environnement, cela inclut les zones humides).

D'une manière générale, il convient de se rapprocher des services de l'État chargés des polices de l'environnement et de l'eau en amont des projets afin de convenir au préalable des aménagements et des travaux nécessaires appropriés.

Législation sur les déchets

Il se peut que les matériaux utilisés proviennent de « tas de cailloux » résultant d'activités industrielles ou du BTP. Ils peuvent alors être considérés comme des déchets « inertes » (gravats, tuiles) qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Les déchets inertes ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique ou chimique, ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine.

Voir aussi sur INTRAFORÊT

Fiche technique Biodiversité n° 6 Hiver 2012/ONF « L'évaluation des incidences Natura 2000 » Réf Intraforêt : 2e075 Et Guide « Évaluation des incidences Natura 2000 » février 2014, Réf Intraforêt : 24df9

Voir aussi sur INTRAFORÊT

« Les évolutions du droit de l'eau et des milieux aquatiques » 9200_10_GUI_JUR_002 + Fiche technique Eau n°1 Été 2009/ONF « Traversée de cours d'eau en forêt, quelle attitude adopter ? » Réf Intraforêt : 2e075.

Le stockage de déchets inertes relève également de la législation « ICPE³ déchets », **toutefois, ne relève pas des ICPE l'utilisation de déchets inertes pour la réalisation de travaux d'aménagement, de réhabilitation ou à des fins de construction** (art L.541-30-1 Code de l'environnement). **Leur utilisation à des fins d'empierrement des routes forestières est donc possible.**

En milieu naturel forestier, l'utilisation de ces matériaux dits recyclés (déchets inertes ou recyclés) doit être très encadrée :

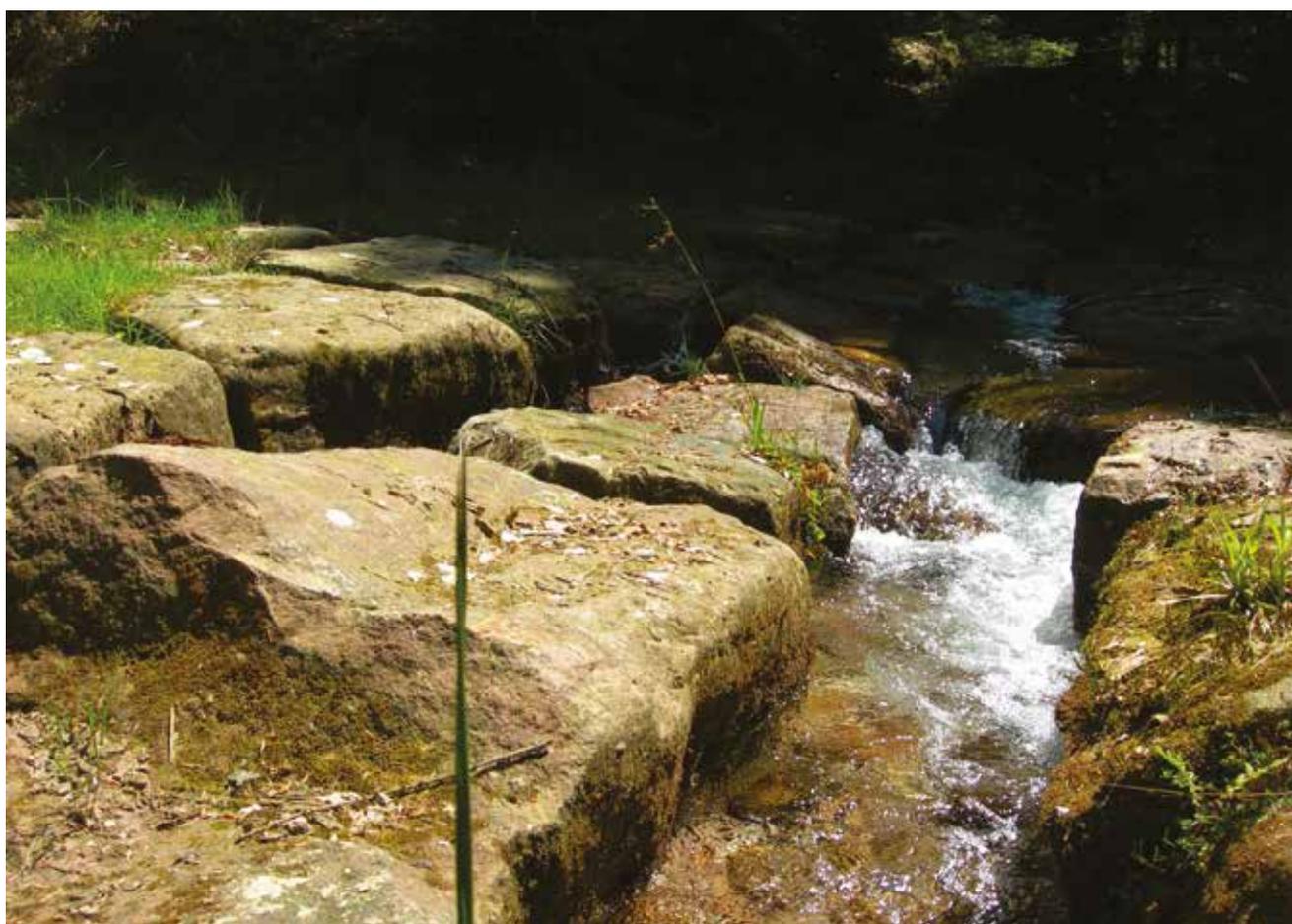
- les MIOM (matériaux d'incinération d'ordures ménagères) sont à proscrire ;
- les fraisats d'enrobés peuvent être utilisés sous réserve de l'obtention d'une analyse positive de laboratoire indiquant l'absence de pollution (hydrocarbures, déchets de pneus...);
- les fraisats de routes anciennes qui peuvent contenir des goudrons cancérigènes sont interdits ;
- les concassés de béton exempts de sulfates, de matières organiques (bois, terre) et de métaux sont autorisés.

Législation en matière d'urbanisme

La création d'une route forestière peut nécessiter la réalisation d'affouillement et/ou d'exhaussement du sol, particulièrement en zone de pente.

Dès lors, le Code de l'urbanisme trouve à s'appliquer si l'on entre dans les seuils fixés en matière d'affouillement ou d'exhaussement (art. R.421-19 k ; art. R.421-23 f) ; art. R.421-20 code de l'urbanisme). (Voir tableau 1 p 18)

- Dans les secteurs sauvegardés dont le périmètre a été délimité, les sites classés et les réserves naturelles, le permis d'aménager est exigé pour les affouillements et exhaussements du sol dont la hauteur ou la profondeur excède 2 mètres et dont la superficie est supérieure ou égale à 100 m² (article R.421-20 du Code de l'urbanisme).



Régime Touffait, ONF

Gué aménagé sur le cours d'eau « Zorn Jaune » en forêt domaniale de Walscheid (57)
Il ne s'agit pas d'y faire circuler un grumier mais un porteur ou un débardeur pour acheminer les bois vers une voie accessible aux grumiers.

³ ICPE : Installations classées pour la Protection de l'Environnement

**Voir aussi sur
INTRAFORET**

« Le droit de l'urbanisme et du patrimoine naturel »
9200_11_GUI_ JUR_005

- Lorsqu'un affouillement ou un exhaussement du sol est soumis à déclaration ou autorisation en application de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ou de la législation des déchets, cette déclaration ou autorisation dispense de déclaration préalable ou de permis d'aménager (article R. 425-25 du Code de l'urbanisme).

Toutefois, l'article R. 421-3 du **Code de l'urbanisme** dispose que **sont dispensés de toute formalité en matière d'urbanisme, en raison de leur nature, sauf lorsqu'ils sont implantés dans un secteur sauvegardé dont le périmètre a été délimité, tous ouvrages d'infrastructure terrestre**, maritime ou fluviale tels que les voies, ponts, infrastructures portuaires ou aéroportuaires.

Les routes forestières seraient donc censées être concernées par ces dispositions plus favorables. Pourtant, il convient d'**être vigilant** sur ce point, car certaines administrations chargées de l'urbanisme en zones montagneuses et littorales, ne les considèrent pas comme applicables aux routes forestières, exigeant donc la réalisation des formalités au titre du Code de l'urbanisme, et ce, même si ce point a été validé avec le ministère en charge des forêts.

Réglementation relative aux ouvrages effectués à proximité de réseaux souterrains ou aériens de distribution

L'application de cette réglementation se fait par la négative (article R.554-1 du Code de l'environnement), puisqu'elle définit les travaux qui ne sont pas concernés par ses dispositions. *A contrario*, tous les autres sont par principe concernés.

Ainsi, sont notamment exemptés de toute formalité en la matière les travaux ne comportant ni fouille, ni enfoncement, ni forage du sol et ne faisant subir au sol ni compactage, ni surcharge, ni vibrations susceptibles d'affecter les réseaux souterrains.

Donc, **les travaux de création de routes forestières à proximité d'ouvrages souterrains ou aériens de distribution ne sont pas exemptés de l'application des dispositions contenues aux articles R. 554-1 et suivants du Code de l'environnement.**

Les formalités à réaliser sont les suivantes :

- **déclaration de travaux** (DT) par le maître d'ouvrage ou le maître d'œuvre à joindre obligatoirement au dossier de consultation des entreprises ;
- avant tout commencement de travaux, **déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT)** par l'entreprise titulaire du marché.

Droit forestier

Le droit forestier impose également quelques dispositions :

- respect du document d'aménagement en cours ainsi que des documents de planification supérieurs ;
- respects des réglementations de protection : réserves biologiques, séries environnementales, forêts de protection, etc.

Tableau 1 : Application du code de l'urbanisme aux affouillements et exhaussements de sol

Nature des travaux	Pas de formalité	Déclaration préalable	Permis d'aménager
Affouillements et exhaussements du sol	Lorsqu'ils sont prévus par un permis de construire, ou lorsque leur hauteur ou profondeur n'excède pas 2 mètres ou lorsque leur superficie est inférieure à 100 m ² .	Lorsque leur hauteur ou profondeur excède 2 mètres et lorsque leur superficie est supérieure ou égale à 100 m ² tout en étant inférieure à 2 ha. Article R.421-23 f) du Code de l'urbanisme	Lorsque leur hauteur ou profondeur excède 2 mètres et lorsque leur superficie est supérieure ou égale à 2 ha. Article R. 421-19 k) du Code de l'urbanisme

5.2_Des prescriptions particulières locales

La liste peut ne pas être exhaustive ; il convient de se renseigner auprès des autorités locales pour vérifier l'ensemble des réglementations qui peuvent localement s'appliquer (commune et préfetures).

Documents d'urbanisme

Principalement les PLU, mais d'autres documents valant document d'urbanisme peuvent s'appliquer (Directive territoriale d'aménagement, projet d'intérêt général, servitudes d'utilité publique, etc.)

Le PLU peut édicter des réglementations protégeant les éléments du paysage ou de l'environnement (art. L.123-1-5-7° du Code de l'urbanisme), mais également instituer des EBC (espaces boisés classés). **Dès lors, des déclarations ou autorisations peuvent être nécessaires.**

Espaces protégés

Dans ces espaces, une réglementation spéciale et propre à chaque espace est instituée par l'acte de création de l'espace protégé : **régime d'autorisation propre à chaque statut.**

- Les parcs nationaux : art. L.331-1 et suivants du Code de l'environnement.
- Les réserves naturelles : art. L.332-1 et suivants du Code de l'environnement.
- Les réserves intégrales ou dirigées : arrêté conjoint MAAF-MEDDE.
- Les parcs naturels régionaux (pas d'effet direct sur les citoyens et les activités mais conséquences sur les documents d'urbanisme à travers la charte du PNR en terme de paysage, d'utilisation du sol ou des espaces, d'activités économiques, etc.).
- Les sites inscrits et classés : art. L.341-1 et suivants du Code de l'environnement.
- Les paysages : art. L.350-1 et suivants du Code de l'environnement.
- Trame verte et bleue : Cet outil d'aménagement du territoire n'est pour le moment qu'au stade d'élaboration des schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE) en partenariat État/Région. Le premier SRCE vient seulement d'être adopté par le préfet de la région Île-de-France le 21 octobre 2013. Toutefois, de nombreux SCOT et PLU⁴ intègrent notamment l'enjeu des continuités écologiques au cours de leur élaboration ou de leur révision (articles L.371-1 à L.371.6 du Code de l'environnement).

Patrimoine naturel (faune, flore et habitats)

- Les espèces protégées : art. L.411-1 du Code de l'environnement, listes définies par arrêtés de protection (ministériels et éventuellement préfectoraux).
- Les arrêtés de protection des biotopes : art. R.411-15 et suivants du Code de l'environnement.
- Les chartes Natura 2000.

Servitudes d'utilité publique diverses

- Captages d'eau potable (art. L.1321-1 et suivants du Code de la santé publique) : institution de périmètres de protection.

Patrimoine archéologique et culturel

→ Déclarations préalables relatives à l'archéologie préventive

Des prescriptions en matière d'archéologie préventive s'imposent dès lors que le patrimoine archéologique est affecté ou susceptible d'être affecté par des travaux (cf. décret 2004-490 du 3 juin 2004 modifié).

Sont notamment concernés les travaux **d'affouillement, de nivellement ou d'exhaussement** de sol liés à des opérations d'aménagement d'une **superficie supérieure à 10 000 m² et affectant le sol sur une profondeur de plus de 0,50 mètre**. Les créations de routes, places de retournement et surlargeurs peuvent être concernées.

Voir aussi sur INTRAFORÊT

Fiche technique
Paysages n° 9
Hiver 2013/ONF :
« Intervenir en site inscrit et classé ».
Réf Intraforêt :
2e075

Voir aussi sur INTRAFORÊT

« Les évolutions du droit de l'eau et des milieux aquatiques »
9200_10_GUI_JUR_002 + Fiche technique Eau n° 5
Été 2011/ONF
« Contribuer à la protection des captages ».
Réf Intraforêt :
2e075

⁴ SCOT : schéma de cohérence territoriale PLU : plan local d'urbanisme

**Voir aussi sur
INTRAFORET**

NDS 09-T -295
relative au
patrimoine
archéologique
(modalités de prise
en compte dans
les aménagements
et la gestion
forestière).

**Voir aussi sur
INTRAFORET**

1/« Le droit de
l'urbanisme et
du patrimoine
naturel »
9200_11_GUI_
JUR_005.
2/Fiche technique
Paysage n° 10
Hiver 2014/ONF :
« Intervenir sur
un monument
historique classé
ou inscrit ».
Réf Intraforêt :
2e075

**Voir aussi sur
INTRAFORET**

le Règlement
national des
travaux et services
forestiers (RNTSF).
Réf Intraforêt :
213 a0

Ces travaux doivent faire l'objet d'une déclaration préalable auprès du préfet de Région (article 4 4° dernier alinéa du décret sus-cité), lorsqu'ils ne sont pas soumis à permis de construire ou d'aménager.

→ **Déclaration en cas de découverte fortuite**

Si des vestiges archéologiques sont découverts ou mis à jour de manière fortuite, l'inventeur (toute personne ayant découvert un site ou des vestiges) doit déclarer cette découverte au maire, qui transmet cette déclaration sans délai au préfet, lequel doit saisir la DRAC-SRA (article L. 531-14 à L. 531-16 du Code du patrimoine).

Dans l'exercice de ses fonctions, l'agent ONF qui découvre des vestiges archéologiques en forêt (ou a connaissance d'une découverte par un prestataire ou autre personne) doit déclarer sa découverte au maire et prévenir le service Forêt de l'Agence.

La découverte en cas de travaux d'infrastructure, il convient de les suspendre. Ils ne pourront être poursuivis qu'avec l'accord de la DRAC-SRA.

→ **Monuments historiques**

Toute intervention située dans le champ de visibilité d'un édifice classé ou inscrit au titre des monuments historiques, nécessite une autorisation préalable. Pour les travaux d'infrastructure ne nécessitant pas de permis de construire, l'autorisation est délivrée par le préfet (la DRAC) après avis simple de l'architecte des bâtiments de France. (art. L.621-1 et suivants du Code du patrimoine).

Toutefois, un projet d'infrastructure intégré et détaillé dans le document d'aménagement et approuvé en application de l'article L122-7 du Code forestier, au titre des Monuments historiques, n'a plus à faire l'objet d'une demande d'autorisation.

5.3 Code des marchés publics

En forêts domaniales, contrairement aux services forestiers (cf instruction n° 02– G-76 du 07 août 2002), **les achats de travaux d'infrastructures** (création de routes, pistes forestières, leurs dépendances et accessoires, impliquant la réalisation d'ouvrages tels que des routes revêtues, voies empierrées, ouvrages d'art, places de dépôt aménagées, y compris les modifications structurelles sur des ouvrages existants) **sont soumis au code des marchés publics. En forêts des collectivités**, le code des marchés publics s'applique aussi.

Les services Achats et collègues spécialistes en infrastructure devront donc être contactés pour tout achat de travaux routiers afin de s'assurer du respect des procédures relatives au code des marchés publics.

5.4 Le Règlement national des travaux et services forestiers de l'ONF (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 demande.

Ils comprennent 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.

6_VOCABULAIRE TECHNIQUE UTILISÉ DANS CE GUIDE

Est mentionné ci-après le vocabulaire utile à la **compréhension immédiate des recommandations du guide**. Un glossaire technique complémentaire est situé en annexe.

→ À propos des types de chaussées et de leurs structures

Une route (forestière ou non) est en général composée d'une chaussée dite souple, constituée de plusieurs couches de matériaux (fig. 1 p 22).

Dans certains cas précisés dans ce guide, les chaussées créées peuvent être semi-rigides ou rigides. Les schémas (fig. 2 p 23) expliquent les différences.

→ À propos de la portance du sol

• Portance d'un sol

Comportement en déformation d'un sol, remanié ou non, sous l'action des charges qui lui sont appliquées.

Une première approximation de la portance peut être apportée en visualisant l'empreinte laissée par un essieu de 13 Tonnes.

La portance peut être mesurée par différentes méthodes d'essai appropriées, notamment l'indice portant CBR (Californian Bearing Ratio) et l'essai de plaque, ce dernier donnant les modules de déformation à la plaque EV_1 et EV_2 .

• Essai de plaque modules de déformation à la plaque EV_1 et EV_2

Essai réalisé sur chantier afin de déterminer la portance d'un sol support ou d'une plateforme.

Cet essai permet d'apprécier directement le module d'un sol ou d'une plateforme et la qualité de compactage de ces derniers.

Il consiste à charger une plaque circulaire de 60 cm de diamètre disposée sur le support dont on veut mesurer la portance et à mesurer le déplacement vertical sous charge (0,25 MPa puis 0,20 MPa). À partir des deux mises en charge, on calcule les modules de déformation EV_1 et EV_2 . Le rapport de compactage $k = EV_2/EV_1$ doit être inférieur à 2 pour un compactage correct.

Le **module EV_2** , de second cycle, est le plus significatif. C'est donc lui qui sera retenu pour déterminer la classe de portance du sol P_i ou de la plateforme PF_k , utile au dimensionnement de la chaussée.

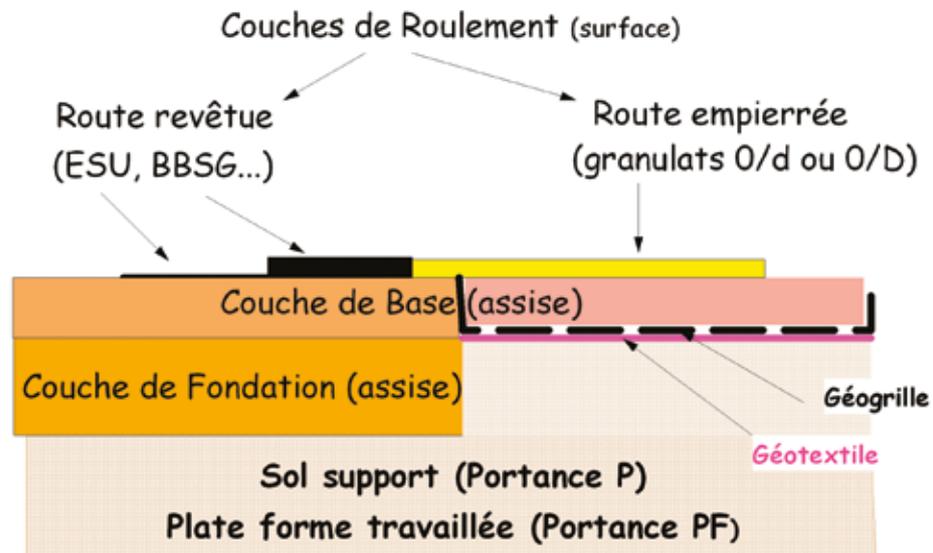
La plateforme support de chaussée est la surface plane sur laquelle est mise en œuvre la première assise de la chaussée, autrement dit c'est l'arase de terrassement en absence de couche de forme. On définit 4 classes de plateforme déterminées par leurs modules de déformation après des essais à la plaque.



Dossier Grandjean, ONF

Mesure à la plaque de la portance d'une route forestière après empierrement ($EV_1 + EV_2$) en forêt domaniale d'Orléans (45)

Fig.1 : Structure type d'une chaussée souple multicouches



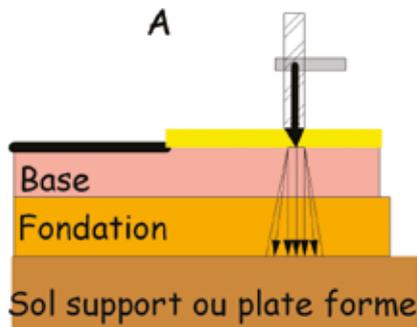
Couche de surface : Couche destinée à encaisser les efforts tangentiels provoqués par la circulation et d'assurer l'imperméabilisation de la chaussée. La couche de surface peut être simple (une seule épaisseur d'un même matériau) ou multiple (réalisée en plusieurs épaisseurs de matériaux différents). Dans ce dernier cas, **on appelle couche de roulement celle qui est en contact direct avec les roues des véhicules**. L'autre ou les autres sous-couches sont appelées couches de liaison.

Couche de base : Élément de la structure de chaussée dont le rôle est de résister aux efforts verticaux directs reçus de la couche de roulement et de répartir les pressions qui en résultent sur la couche de fondation.

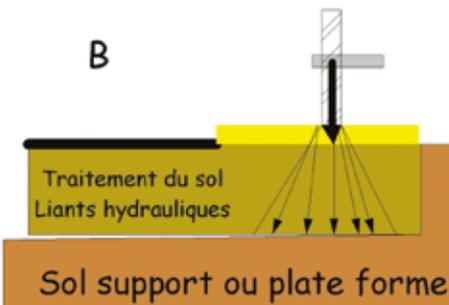
Couche de fondation : Élément de la structure de chaussée situé entre la couche de base et la plate-forme support ou bien le sol support. **Elle peut être remplacée avantageusement par un géotextile +/- une géogrigille**. Le rôle est de résister aux efforts verticaux reçus de la couche de base et de répartir les pressions qui en résultent sur le support.

Didier GRANDJEAN, ONF

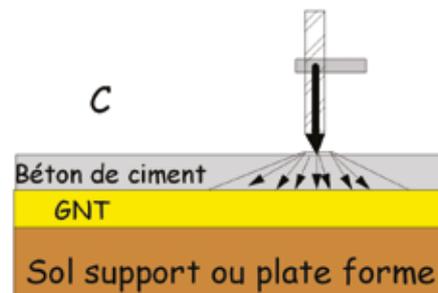
Fig.2 : Les 3 types d'assises, leur fonctionnement dynamique



Les chaussées souples dont les matériaux d'assise ne sont pas traités par un liant : au passage d'une charge lourde, elles se déforment de 1 à 3 mm ainsi que le sol support si la structure est sous dimensionnée. L'absorption des charges dans la structure est peu répartie.



Les chaussées semi rigides dont les matériaux d'assise sont traités avec un liant hydraulique. Au passage d'une charge lourde, elles se déforment verticalement de 0 à 0,5 mm. La pression sur la structure est mieux répartie.



Les chaussées rigides réalisées en béton de ciment. Au passage d'une charge lourde la déformation est quasi nulle. Cette dalle absorbe complètement les pressions des charges supérieures.

Didier GRANDJEAN, ONF

Le tableau ci-dessous associe examen visuel, indice CBR et module de déformation à la plaque

Portance des sols et des plateformes : Classification et résultats d'essais				
P et PF	Examen visuel (essieu de 13 T)		Indice portant CBR	Module de déformation à la plaque EV_2 (MPa)
P0	Circulation impossible sol inapte	Sol très déformable Argiles fines saturées, sols avec des matières organiques, etc.	$CBR \leq 3$	$EV_2 \leq 15$
P1	Ornières derrière l'essieu de 13 T	Sol déformable Limon plastique, argileux et argilo-limoneux, argile à silex, alluvions grossières, etc. Très sensible à l'eau	$3 < CBR \leq 6$	$15 < EV_2 \leq 20$
P2 ou PF1	Traces superficielles derrière l'essieu de 13 T	Sol déformable Sables alluvionnaires, argileux ou fins limoneux, graves argileuses ou limoneuses, sols marneux avec moins de 35 % de fines	$6 < CBR \leq 10$	$20 < EV_2 \leq 50$
P3 ou PF2		Sol peu déformable Sables alluvionnaires propres avec moins de 5 % de fines, graves argileuses ou limoneuses avec moins de 12 % de fines	$10 < CBR \leq 20$	$50 < EV_2 \leq 120$
P4 ou PF3	Pas d'ornière derrière l'essieu de 13 T	Sol très peu déformable Matériaux insensibles à l'eau. Sables et graves propres, matériaux rocheux sains, chaussée ancienne	$20 < CBR \leq 50$	$120 < EV_2 \leq 200$
P5 ou PF4		Sol pas déformable Graves propres et compactées, matériaux rocheux sains, chaussée ancienne	$CBR > 50$	$EV_2 > 200$

La détermination de ces caractéristiques doit se faire dans les conditions les plus défavorables de pluviométrie.

→ A propos des matériaux d'empierrement

• Granulats

Norme NF P 18-545 de septembre 2011

Matériaux granulaires (grain de dimensions comprises entre 0 et 80 mm) utilisés dans les différentes couches de structure de chaussée. Un granulats peut être naturel, ou recyclé.

Granulats naturels : d'origine minérale, issus de gisements alluvionnaires ou de roches massives, n'ayant subi aucun traitement autre que mécanique (concassage et/ou criblage, lavage)

Granulats recyclés : obtenus par concassage de matériaux inorganiques précédemment utilisés dans la construction d'ouvrages divers.

Les granulats sont classés en fonction de la grosseur de leur grains, mesurée au moyen d'un tamis à mailles carrées. **Ils sont désignés par 0/D, ou d/D, d et D représentant respectivement la plus petite et la plus grande des dimensions demandées.**

Les matériaux les plus couramment utilisés sont :

- les sables : 0/2 – 0/4 – 0/6 qui contiennent généralement des éléments de taille $< 0,063$ mm appelés « fines » ;
- les gravillons : 2/4 – 4/6 – 6/10 – 10/14 – 14/20 ;
- les cailloux : 20/40 – 40/60 – 60/80 ;
- les pierres : 100/150 et plus ;
- les graves : 0/14 – 0/20 – 0/31.5 – 0/60 – 0/90.

• Granulométrie d'un matériau

Pourcentage de chaque classe granulométrique qui compose le matériau. L'ensemble de tous les pourcentages de ces classes forme le fuseau granulométrique.

La norme regroupe les caractéristiques que doivent présenter les granulats destinés aussi bien à la confection des bétons hydrauliques, qu'à la réalisation des chaussées qu'il s'agisse de couches non traitées ou à base de liants hydrocarbonés ou hydrauliques, les spécifications étant fonction de chacune de ces utilisations. (Voir tableau page 27).

→ Les graves

Norme NF P 98-125

Granulats de type 0/D, avec $6,3 \text{ mm} < D < 80 \text{ mm}$, formés d'un mélange de gravillons et de sable. Elles sont soit naturelles (extraites du sol et utilisées directement), soit reconstituées à partir de plusieurs classes granulométriques. Une grave reconstituée de qualité doit comporter une granularité continue, c'est-à-dire que sa courbe granulométrique ne doit pas présenter de palier.

Les graves non traitées (ou GNT) sont des matériaux sans liant hydraulique ou bitumineux.

Les épaisseurs compactées de mise en œuvre d'une grave 0/D ne doivent pas être inférieures à 3 D.

→ Plaquettes et matériaux non normés

Matériaux **peu élaborés et bruts d'extraction**, en provenance directe d'une carrière ou ballastière.

Exemples : pieds de tir, tout-venant 0/150 ou 0/300.

En l'absence de garantie sur leur fuseau granulométrique, ces matériaux sont souvent riches en fines et donc sensibles à l'eau et aux phénomènes de ravinement ou de gel/dégel.

Leur utilisation doit être limitée au cas où par expérience locale, on a l'assurance d'un approvisionnement en matériaux propres et présentant des qualités intrinsèques adaptées à une utilisation en assise de chaussée.

→ Essai Los Angeles (LA)

Norme NF P 18-573 de décembre 1990

Procédure normalisée d'essai destinée à caractériser **la résistance à la fragmentation des granulats** et consistant à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à 1,6 mm produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés dans une machine. Le résultat s'exprime sous la forme du coefficient Los Angeles. Les granulats les moins fragiles sont ceux qui ont les coefficients les plus faibles.

→ Essai Deval et micro-Deval en présence d'eau (MDE)

Normes NF P 18-572 et NF EN 1097-1

Essai mesurant **la dureté de la pierre** à l'attrition produite par des frottements et accessoirement des chocs (résistance à l'usure). Comme l'usure est influencée par la présence d'eau, l'essai le plus représentatif est le Micro Deval en présence d'eau.

L'essai consiste à mesurer l'usure produite dans des conditions définies par frottements réciproques des granulats avec une charge abrasive (billes) dans un cylindre en rotation à une vitesse de (100 ± 5) tours/min pendant $(12\ 000 \pm 10)$ tours.

Le coefficient micro-Deval noté MDE est le pourcentage de l'échantillon d'origine réduit à une dimension inférieure à 1,6 mm lorsque la rotation est achevée. On le calcule à partir de la masse de refus au tamis de 1,6 mm.

→ Essai équivalent de sable (ES ou codé SE sur le plan européen)

Norme NF EN 933-8 de mars 2012

Procédure normalisée destinée à **évaluer la propreté d'un sol** ou d'un **granulat** et consistant à mesurer après lavage, la hauteur des fines qui sédimentent. Le résultat s'exprime sous la forme de l'équivalent de sable (SE). Il permet de mettre en évidence la proportion de fines nuisibles ou d'éléments argileux contenus dans le sol ou le matériau à utiliser.

Cet essai intéresse la fraction 0/5 de sol qui passe au tamis de 5 mm ou la fraction 0/2 mm pour les granulats.

L'échelle de valeur est constituée de telle sorte que $SE = 100$ est un sable très propre dépourvu d'argile et $SE = 0$ est une argile dépourvue de sable. Ainsi un sol est caractérisé par un coefficient compris entre 0 et 100, 0 correspondant à un limon ou une argile sans sable, 100 à un sable parfaitement propre, dépourvu d'argile.

Les fines ne doivent être présentes que pour assurer la cohésion des autres granulats.

Les granulats employés dans :

- la réalisation des couches de base doivent avoir un $LA \leq 40$.
- la réalisation de couches de roulement doivent avoir un $LA \leq 25$.

Les granulats employés dans :

- la réalisation des couches de base doivent avoir un $MDE \leq 35$.
- la réalisation des couches de roulement doivent avoir un $MDE \leq 20$.

Les granulats 0/D employés dans :

- la réalisation des couches de base et de roulement doivent avoir un équivalent de sable $SE \geq 60$.

Un granulat destiné à une couche de roulement doit présenter une $MB \leq 2$.

→ Essai au bleu de méthylène (MB)

Cet essai a pour but de caractériser globalement **la fraction argileuse contenue dans les sols ou granulats**. Le principe consiste à mesurer la quantité de bleu de méthylène nécessaire pour recouvrir les particules d'argile : la quantité de bleu absorbée par la fraction granulaire analysée dépend étroitement de la surface spécifique des grains d'argile.

On appelle valeur de bleu MB d'un sable, la quantité en grammes de bleu de méthylène adsorbée par 1 kg de la fraction 0/2 mm du sable.

Cet essai est complémentaire de l'essai d'équivalent de sable. Si le résultat de l'équivalent de sable est mauvais ($SE < 60$), on effectue un essai dit au bleu fondé sur l'adsorption de bleu de méthylène qui ne se fixe que sur les argiles du type montmorillonites (argiles gonflantes).

Pour comparaison

MB (masse de bleu)	SE
2	60
2.5	50
3	40

La propreté d'une grave ou d'un sable est l'un des facteurs essentiels de réussite des couches de roulement.

→ Valeur au bleu d'un sol

Norme NFP 94-068.

On appelle valeur de bleu d'un sol VBS la quantité en grammes de bleu de méthylène adsorbée par la fraction 0/5 mm d'un sol mise en suspension dans l'eau. Cette quantité est rapportée à la fraction 0/50 mm du matériau.

La VBS est souvent utilisée pour indiquer la sensibilité à l'eau d'un granulat. Notamment, la sensibilité à l'eau d'un sol apparaît à coup sûr lorsque la $VBS \geq 0,2$, le seuil d'insensibilité à l'eau (si tamisat à $80 \mu\text{m} \leq 12 \%$) correspondant à une $VBS < 0,1$.

Le Guide des Terrassements routiers (GTR 92) définit six catégories de sols selon la valeur de VBS :

Valeur de bleu de méthylène (VBS)	Catégorie de sol
$VBS < 0,1$	sol insensible à l'eau
$0,2 \leq VBS < 1,5$	sol sablo limoneux, sensible à l'eau
$1,5 \leq VBS < 2,5$	sol sablo argileux, peu plastique
$2,5 \leq VBS < 6$	sol limoneux de plasticité moyenne
$6 \leq VBS < 8$	sol argileux
$VBS > 8$	sol très argileux



Granulat 20/40

Le tableau précise les appellations des différentes classes granulaires avec leurs caractéristiques dimensionnelles selon l'utilisation

Granulats pour				
		béton et mortier NF EN 12 620 NF EN 13 139	mélanges hydrocarbonés et enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées NF EN 13 043	matériaux traités et non traités pour assises de chaussée NF EN 13 242
Filler 0/D avec au moins 70 % de grains passant au tamis de 0,063 mm	D	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm
	d	0	0	0
Sable 0/D Les sables ont en outre 65 % des éléments supérieurs à 80 µm	D	≤ 4 mm	≤ 2 mm	≤ 6,3 mm
	d	0	0	0
Graves 0/D	D	4 < D ≤ 45 mm	2 < D ≤ 45 mm	6.3 < D ≤ 90 mm
	d	0	0	0
Gravillons d/D	D	4 ≤ D ≤ 63 mm (bétons) D = 4 mm (mortiers)	2 < D ≤ 45 mm	2 < D ≤ 90 mm
	d	≥ 2 mm (= 2 mortiers)	≥ 2 mm	≥ 1 mm
Ballast d/D Granulats généralement destinés à l'infrastructure des voies de chemin de fer				d ≥ 25 mm D ≤ 50 mm

Les fines représentent la fraction granulaire d'un granulats qui passe au tamis de 0.063 mm.



Patrick Bonnefond, ONF

Carrière en Franche-Comté



ONF



2^e PARTIE

FICHES TECHNIQUES

Descriptives des techniques routières
applicables en forêt

Les fiches techniques ci-après **décrivent les différentes techniques qu'il est possible de mettre en œuvre pour construire ou entretenir les couches de base et de roulement** d'une route forestière.

Ces **fiches sont bâties selon un même modèle** : objectifs, champs d'application – variantes possibles, caractéristiques des matériaux apportés, opérations techniques élémentaires, points de vigilance, points de contrôle.

Les combinaisons possibles des techniques en **création de chaussées**, adaptées aux contextes, usages et souhait du propriétaire, sont présentées en **3^e partie** de ce document et s'inscrivent dans des **itinéraires standards** dont le coût est chiffré.

Ces techniques sont aussi en référence dans les **4^e, 5^e et 6^e parties** relatives aux **réfections généralisées et entretiens de routes**.

Fiches	Titres	Variantes	Sol en place/portance	Page
TERRASSEMENT	T Terrassement	T-1	Pente en travers < 5 %	31
		T-2	Pente en travers comprise entre 5 % et 10 %	
		T-3	Pente en travers > 10 %	
COUCHE DE BASE	B1 Empierrement seul	B1-1	Portance P2 Sol déformable à teneur en eau variable	35
		B1-2	Portance P3 Sol peu déformable graveleux à bonne teneur en fines	
		B1-3	Portance P4 Sol très peu déformable insensible à l'eau	
		B1-4	Sol superficiel rocheux, roche	
	B2 Empierrement sur géotextile	B2 technique de base	Portance P2 Sol déformable à teneur en eau variable	38
		B2-1	Portance P1 – Sol déformable à teneur en eau élevée	
		B2-2	Portance P3 Sol peu déformable graveleux à bonne teneur en fines	
	B3	Empierrement sur géogrille		40
	B4	Traitement du sol aux liants hydrauliques		43
	B5	Retraitement de chaussée en place		48
	B6 Chaussée en béton de ciment	B6-1	Portance P3 Sol peu déformable graveleux à bonne teneur en fines	52
		B6-2	Portance P4 Sol très peu déformable insensible à l'eau (DFCI)	
	COUCHE DE ROULEMENT	R1	Broyage de matériaux en place ou apportés	
R2		Empierrement (apport de matériaux de carrières)		57
R3		ESU (enduit superficiel d'usure = mono ou bi couche)		59
R4		ECF (enrobé coulé à froid)		62
R5		Béton bitumineux (enrobé)		65
R6		Point à temps		68
R7		Scarification et/ou rechargement en entretien de route empierrée		72
R8		Transformation d'une route revêtue en route empierrée par rechargement en granulats		73
ÉQUIPEMENTS POUR LA MOBILISATION DES BOIS	D	Surlargeurs et place de retournement types		74
ASSAINISSEMENT	A	Assainissement de chaussée en création et en entretien	A 1 – A 2 – A 3 – A 4	81
OUVRAGES D'ART	O	Suivi et entretien des ouvrages d'art		85
GESTION DE LA VÉGÉTATION	V	Gestion de la végétation		87

TERRASSEMENT

→ OBJECTIFS

Transformation du terrain naturel en vue de l'obtention d'une plateforme support de la chaussée et de ses équipements annexes (fossés, surlargeurs, etc.) par des opérations de déplacement des terres (déblais et remblais).

→ CHAMPS D'APPLICATION – VARIANTES POSSIBLES

Variantes et surcoûts en fonction de la pente en travers (PT)

PT < 10 % : généralement la création de la plateforme et la création du décaissement et des épaulements sont considérées comme une seule opération basée sur le volume du décaissement mis en œuvre.

PT ≥ 10 % : surcoût à envisager, lié à la création de la plateforme et des talus avec des volumes de déblais plus importants en sus du volume en déblai du décaissement.

Les volumes de terrassement supplémentaires au décaissement, suivant le profil de la plateforme et la pente en travers, sont à calculer au moyen des sections ci-dessous :

Sections les plus courantes en m ² du profil pour création d'une plateforme				
Pente en Travers (PT)		Section avec Talus 1/1 (m ²)	Section avec Talus 2/3 (m ²)	Section avec Talus 1/4 (m ²)
T-1	Moins de 5 %	Négligeable par rapport au décaissement proprement dit		
	5 %	Les sections sont très proches de 0,50 m ² Le profil plateforme peut encore être confondu avec le décaissement		
T-2	10 %	Les 3 types de sections sont très proches de 1,00 m ²		
T-3	15 %	1,73	1,60	1,50
	20 %	2,60	2,40	2,10
	25 %	3,50	3,10	2,65
	Plus de 25 %	Lorsque la pente en travers dépasse 25 %, il faut positionner le fond de forme de la future chaussée de façon à avoir un profil en travers mixte, en déblai/remblai pour limiter les transports de matériaux en déblai. Il existe un fichier Excel créé par le service RTM pour calculer les sections selon la largeur d'emprise, la pente en travers du terrain naturel et la pente des talus. (Voir méthode expéditive d'implantation des routes en montagne – IRSTEA).		

Des surcoûts sont à prévoir si des transports de déblais sur un site de stockage ou de retraitement sont nécessaires.

→ CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX APPORTÉS

Sans objet.

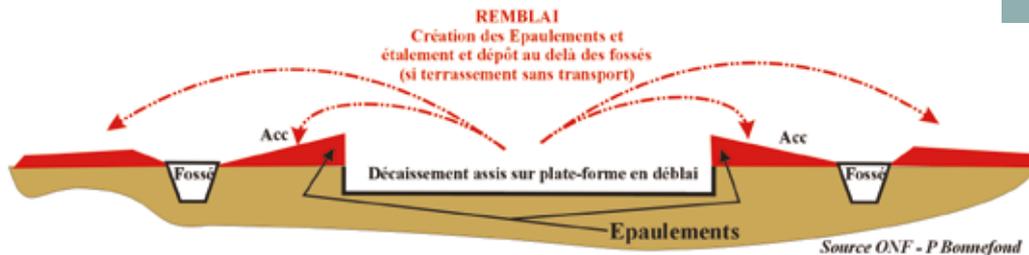
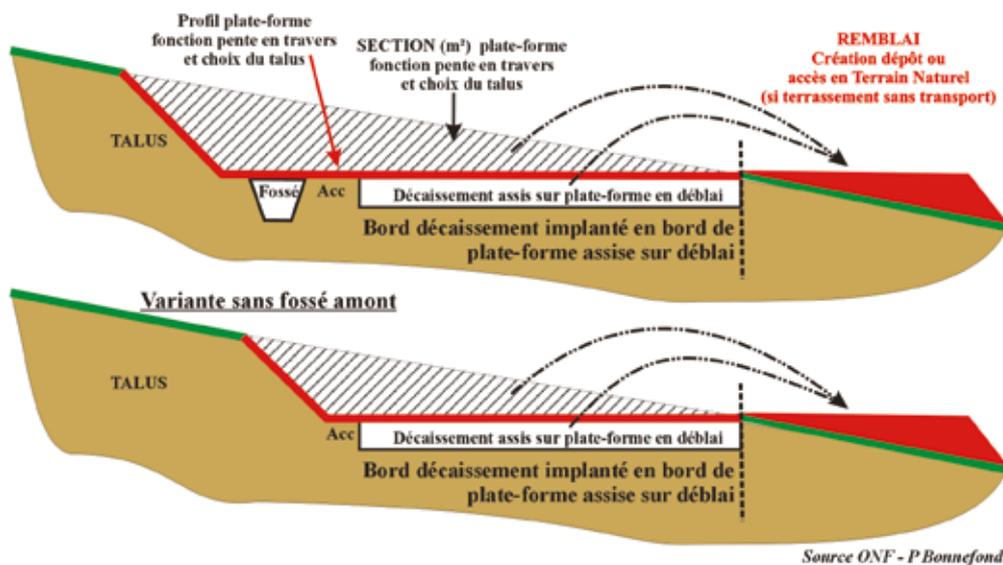
→ OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES

1/ Terrassement de la plateforme, en général à la pelle, avec réglage/profilage du fond de forme

Le **profil en travers** doit permettre l'évacuation de l'eau vers les exutoires naturels (pente) ou vers des exutoires artificiels (fossés, fenêtres de drainage). En général, un dévers transversal **de 1 à 2 % suffit** (4 % sur les accotements).

Fiche technique • Terrassement

T

PROFIL si pente < 10 % décaissement et création de plate-forme sont confondus**PROFIL si pente > 10 % avec Section déblai en m²
(2 opérations : (1) création plate-forme (2) décaissement)**

En présence d'une pente en travers (PT) > 10 %, il faut créer un dévers transversal aval ou amont.

En l'absence de fossé, a priori pente aval ; En présence d'un fossé, a priori pente amont.

- En fonction de la pente en travers (PT) et de la stabilité du sol en place, mise en place d'un profil de talus 3/2, 1/1, 2/3, 1/4 (voir tableau ci-dessous).

Selon les enjeux paysagers, les profils de talus pourront être adaptés en tenant compte de la nature des matériaux en place et du rapport talus/ouverture d'emprise (cf annexe 3/Routes et paysage et spécialiste paysage en interne).

PROFILS des différents talus

Trame de 1/1; pente = rapport Horizontale/Verticale = H/V



- **Dessouchage** (arrachage interdit sauf stipulation spéciale) par démembrement, grignotage, etc. (dent Becker, grignoteuse, raboteuse, pelle).

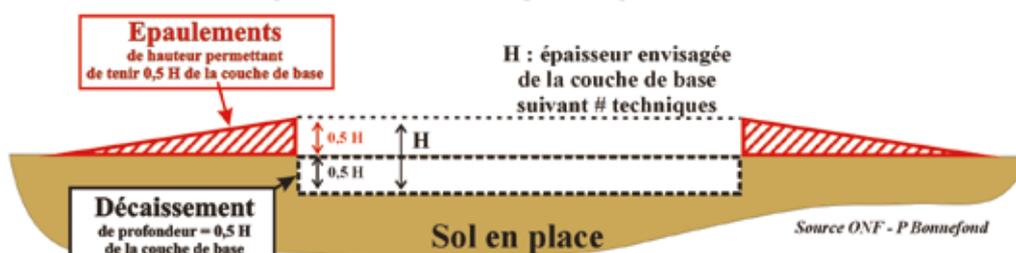
2/ Mise en place du réseau d'assainissement (cf. fiche technique A)

3/ Décaissement sur 3,50 m de largeur : au fur et à mesure de l'avancement des travaux afin d'éviter l'inondation du fond de forme par les eaux de pluie.

- Profondeur de décaissement et du fond de forme inférieure ou égale à la moitié de l'épaisseur de la couche de base + création des épaulements (cf. schéma). La chaussée est surélevée le plus possible sachant que l'ensemble du corps de chaussée descendra sous l'effet de son propre poids et du passage des engins de chantiers.
- Création de tranchées drainantes pour évacuation de l'eau éventuellement présente sur le fond de forme.

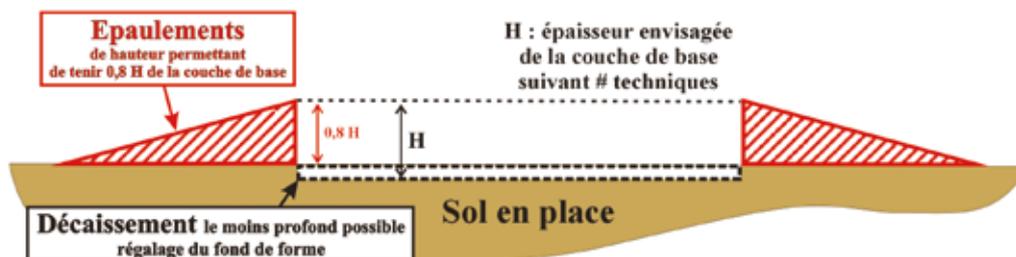
Création du décaissement et des épaulements avec profondeur maximale du décaissement :

profondeur de décaissement = épaisseur d'épaulement = $0,5 H$

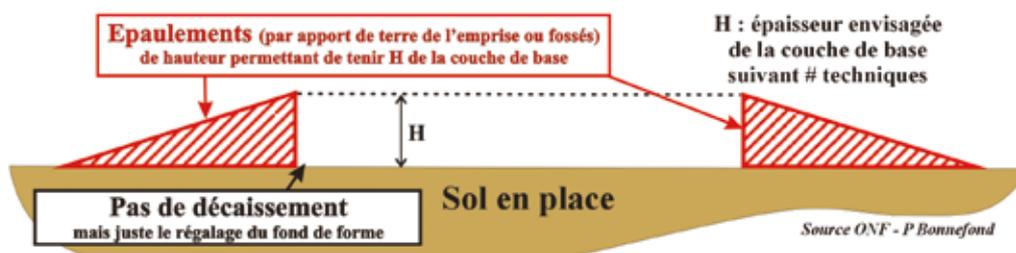


Création du décaissement et des épaulements en sur-élévation maximale

profondeur de décaissement = $0,2 H$ (régalage du fond de forme) - épaisseur d'épaulement = $0,8 H$



Variante en cas de sol argileux : pas de décaissement uniquement mise à niveau du fond de forme



Fiche technique • Terrassement

T



Régine Tourfait, ONF

Terrassement d'une route dans le Taillis d'Ivors en forêt domaniale de Retz (02)

4/ Purges ponctuelles

- Gestion ponctuelle de l'eau (fiche technique A).
- Traitement ponctuel du fond de forme à la chaux aérienne calcique vive (dosage de 1 à 2 %) par épandage manuel + malaxage si matériaux argileux.
- Renforcement par surépaisseur ponctuelle de la fondation de 0,20 m voire plus.

5/ Compactage du fond de forme

Demander un compactage jusqu'à 98 % de l'optimum proctor modifié (OPM).

→ POINTS DE VIGILANCE

Réalisation du chantier dans de bonnes conditions météorologiques

- Sol très peu déformable, insensible à l'eau ($120 < EV_2 \leq 200$ ou $CBR > 20$) : pratiquement par tout temps sauf conditions exceptionnelles.
- $EV_2 \leq 120$ ou $3 < CBR \leq 20$: période sèche (printemps – hâle de mars, été, automne si bonnes conditions météo) ou après ressuyage d'une quinzaine de jours minimum après pluie.

Profondeur du décaissement et création d'épaulements

- Une profondeur excessive peut poser des problèmes hydrauliques et induire des volumes de matériaux mis en place supérieurs.

Éviter un « sur-compactage » du fond de forme qui provoque un matelassage. Demander un compactage jusqu'à 98 % de l'optimum proctor modifié (OPM).

→ POINTS DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX ET MÉTHODES

Présence de façon ponctuelle et inopinée du maître d'œuvre lors :

- d'une météo défavorable. Ne pas hésiter à demander l'arrêt des travaux, le cas échéant ;
- de l'ouverture du profil de la plateforme avec talus exigés (éventuellement vérification de l'implantation de l'emprise si piquetage de contrôle) ;
- de l'ouverture du décaissement : vérification de la profondeur demandée et de la problématique hydraulique du fond de forme (création de tranchées drainantes si présence d'eau) ;
- du compactage : emploi des engins et de la technique appropriés.

EMPIERREMENT SEUL

→ OBJECTIFS

Obtention d'une portance supérieure ou égale à 50 MPa par mise en œuvre de matériaux d'empierrement (sans géosynthétique), après terrassement/décassement.

→ CHAMPS D'APPLICATION – VARIANTES POSSIBLES

Technique adaptée à un sol peu déformable (à partir de P3, CBR > 10, $50 < EV_2 \leq 120$).

La distance d'approvisionnement et le coût des matériaux sont à prendre en compte dans le choix et la mise en œuvre de cette technique d'empierrement seul (= sans géosynthétique). **Elle sera privilégiée dans les seuls cas où les matériaux d'empierrement sont peu onéreux. À ne pas généraliser.**

- Distance transport < 30 km et coût des matériaux « raisonnable » : empierrement seul possible (= sans géosynthétique) (cf. cette présente fiche B1).
- Distance transport > 30 km et/ou coût élevé des matériaux : étude financière comparative de mise en œuvre de techniques différentes (empierrement sur géosynthétique, traitement de sol) adaptées en vue d'une diminution des épaisseurs de matériaux d'empierrement. Voir fiches B2, B3, B4.

Le tableau ci-dessous indique les épaisseurs compactées nécessaires selon la portance du sol support

Variantes	Type de sol	Portance	Plaquette calcaire* 0/300	Pied de tir* 0/200 0/300	Matériaux 0/150*	GNT 0/D (60<D<80) ou recyclés de démolition
B1 – 1	Sols déformables à teneur en eau variable	P 2	Voir autres techniques – B2, B3, B4 après étude financière			
B1 – 2	Sols peu déformables graveleux à bonne teneur en fines	P 3	0,40 m	0,65 m	0,50 m	0,50 m
B1 – 3	Sols très peu déformables insensibles à l'eau	P 4	0,30 m	0,50 m	0,40 m	0,40 m
B1 – 4	Sols superficiels sur roche calcaire	P 5	Broyage roche en place (2 à 3 passes au broyeur)			

■ Technique à éviter à ce niveau de portance faible

* Attention à ces matériaux dont $D > 80$ mm (non normalisés) : ils présentent beaucoup de vides lors de la mise en œuvre, or l'absorption des charges et donc de l'énergie est favorisée par les frottements entre les granulats. À partir d'un certain seuil (> 80 mm), les gros granulats perdent leur efficacité quant à l'absorption de l'énergie.

→ CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX APPORTÉS

Nature des matériaux utilisables
Calcaire (qui peut être broyé pour constituer la couche de roulement, cf fiche R1)
Grès
Granit, basalte, andésite, porphyre, gneiss, schiste métamorphique, schiste ardoisé
Recyclage de démolition (attention à la qualité)

Fiche technique • BASE • Empierrement seul

B1

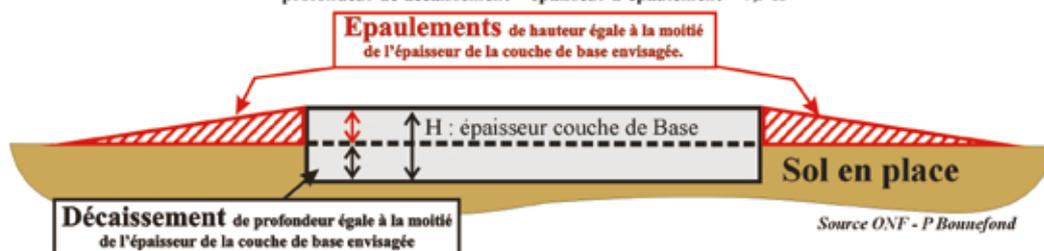
Type, granularité	Normes	Caractéristiques techniques minimales d'acceptation
Granulats 0/D	NF P 18 545	<ul style="list-style-type: none"> Essai Los Angeles (dureté) : $LA \leq 40$ Micro-Deval MDE ≤ 35 Valeur de Bleu (% argile) : $MB \leq 2$ Équivalent de sable SE (propreté) ≥ 60
Granulats d/D	NF P 18 545	<ul style="list-style-type: none"> Essai Los Angeles (dureté) : $LA \leq 40$ Micro-Deval MDE ≤ 35
Pied de tir 0/200 ou 0/300 Plaquette calcaire	Primaires non normés et non lavés	Matériaux propres sans fine argileuse (constat visuel). Il est recommandé de choisir des carrières qui utilisent ces matériaux primaires pour créer des GNT calibrées (car il y a possibilité de demander les fiches techniques des matériaux).
Recyclage de démolition 0/D ou d/D	NF P 11-300 et NF P 18 545 (classé GR2)	Béton concassé 0/D (avec $60 < D \leq 80$) sans plâtre, ni matière organique ou matériaux métalliques (importance du tri et vérification d'absence d'apport de matériaux pollués). Béton concassé d/D : utilisation satisfaisante en couche de fondation avec neutralité chimique.

→ OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES

- 1/ Dépôt des matériaux sur le fond de forme et régalinge (à la niveleuse ou avec un buteur) afin de les répartir régulièrement.
- 2/ Réglage transversal présentant une pente unilatérale égale à 2 % dirigée vers un fossé bordier.
- 3/ Compactage avec un compacteur vibrant à cylindre(s) lisse(s)
Épaisseur maximale de compactage = 30 cm (avant compactage)
Pour des épaisseurs supérieures, mise en place en plusieurs couches d'épandage.

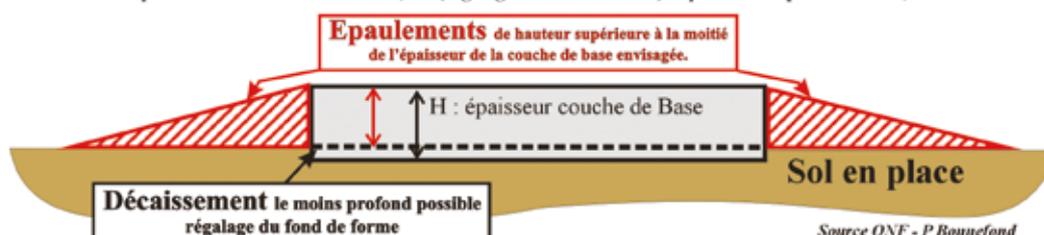
**Mise en place de la couche de Base de hauteur H
sur un décaissement de profondeur maximale :**

profondeur de décaissement = épaisseur d'épaulement = 0,5 H



Mise en place de la couche de Base de hauteur H en sur-élévation maximale

profondeur de décaissement = 0,2 H (régalinge du fond de forme) - épaisseur d'épaulement = 0,8 H



→ POINTS DE VIGILANCE

Réalisation du chantier dans de bonnes conditions météorologiques

- Sols très peu déformables insensibles à l'eau (P4) : pratiquement par tout temps sauf conditions exceptionnelles.
- Sols peu déformables (P3) : période sèche (printemps – hâle de mars, été, automne si bonnes conditions météo) ou après ressuyage d'une quinzaine de jours minimum après pluie.

→ POINTS DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX ET MÉTHODES

- Vérification de la nature et des caractéristiques techniques des matériaux : **la fiche technique produit** doit être fournie par l'entreprise lors de l'envoi de l'offre.
- Présence de façon ponctuelle et inopinée du maître d'œuvre lors :
 - de la mise en place des matériaux : vérification des granulats et en cas de doute (notamment pour le 0/D), exiger une analyse en laboratoire du fuseau granulométrique et de la propreté (Valeur au bleu). Ce contrôle externe est à la charge de l'entrepreneur et est à prévoir dans le cahier des charges ;
 - du compactage : vérification du compactage de la structure par des essais de plaques si possible (avoir 50 MPa minimum).
- Lors de la réception :
 - vérification de l'épaisseur de la structure : creuser régulièrement des trous pour vérifier la bonne épaisseur compactée demandée ;
 - vérification du profil en travers par sondages régulièrement répartis sur la longueur du projet.



Patrick Bonnefond, ONF

Travaux d'empierrement en Franche-Comté

Fiche technique • BASE • Empierrement sur géotextile

B2

EMPIERREMENT SUR GÉOTEXTILE

→ OBJECTIFS

Obtenir une portance d'au minimum 50 MPa par empierrement sur un géotextile, après terrassement/décaissement.

→ CHAMPS D'APPLICATION – VARIANTES POSSIBLES

Technique adaptée à un sol déformable à peu déformable (à partir de P1 jusque P3, portance faible à bonne : $15 < EV_2 \leq 120$, $3 < CBR \leq 20$).

Une technique de base et 2 variantes, selon la portance du sol support, laquelle impacte l'épaisseur nécessaire des matériaux.

Variantes	Épaisseur des matériaux
Technique de base (P2; $20 < EV_2 \leq 50$, $6 < CBR \leq 10$)	40 cm compactés (20 cm de 40/70 et 20 cm de 20/40)
Variante B2-1 (P1; $15 < EV_2 \leq 20$, $3 < CBR \leq 6$)	50 cm compactés (25 cm de 40/70 et 25 cm de 20/40)
Variante B2-2 (P3; $50 < EV_2 \leq 120$, $10 < CBR \leq 20$)	20 cm compactés (en 20/40)

→ CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX APPORTÉS

Matériaux non gélifs type d/D, insensibles à l'eau, drainant, exemple 40/70 + 20/40

- Gestion nécessaire de l'eau en fond de forme

ou matériaux type 0/D, sensibles à l'eau, exemple 0/80

- Gestion nécessaire de l'eau de surface.

Nature des matériaux utilisables
Calcaire
Grès
Granit, basalte, andésite, porphyre, gneiss, schiste métamorphique, schiste ardoisé
Recyclage de démolition (attention à la qualité)

Type, granularité	Normes	Caractéristiques techniques minimales d'acceptation
Granulats 0/D avec $6,3 < D \leq 80$ mm	NF P 18 545	<ul style="list-style-type: none"> • Essai Los Angeles (dureté) : $LA \leq 40$ • Micro-Deval MDE ≤ 35 • Valeur de Bleu (% argile) : $MB \leq 2$ • Équivalent de sable SE (propreté) ≥ 60
Granulats d/D	NF P 18 545	<ul style="list-style-type: none"> • Essai Los Angeles (dureté) : $LA \leq 40$ • Micro-Deval MDE ≤ 35
Recyclage de démolition 0/D ou d/D	NF P 11-300 et NF P 18 545 (classé GR2)	<ul style="list-style-type: none"> – Béton concassé 0/D (avec $60 < D \leq 80$) sans plâtre, ni matière organique ou matériaux métalliques (importance du tri et vérification d'absence d'apport de matériaux pollués) – Béton concassé d/D : utilisation satisfaisante en couche de fondation avec neutralité chimique

Géotextile

Norme NF G 38-010 à NF G 38-050 (Géotextile); Norme NF EN ISO 10 318 de mai 2006 (Géosynthétiques – Termes et définitions).

Il est conseillé d'utiliser un géotextile de renforcement avec les caractéristiques ci-dessous (anciennement classe 7) :

- résistance à la traction transversale et longitudinale : entre 25 et 30 kN/m ;
- résistance à la déchirure : entre 1,2 et 1,7 kN.

En présence d'un sol support riche en éléments fins (argile, silt), on optera pour un géotextile anti-contaminant (action de séparation) avec une porométrie inférieure à 80 µm.

→ OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES

- 1/ **Pose du géotextile** avec un recouvrement minimal de 50 cm à chaque raccord sans remonter sur les côtés.
- 2/ **Mise en œuvre** des matériaux (régalage) sur l'épaisseur indiquée précédemment avec un réglage transversal présentant une pente unilatérale égale à 2 % dirigée vers un fossé bordier.
- 3/ Arrosage des matériaux trop secs (teneur en eau optimale définie par l'essai Proctor modifié) et **compactage** (compacteur vibrant).

→ POINTS DE VIGILANCE

- Pas de travaux lors de pluie et/ou en présence d'un sol humide ou gelé.
- Déversement des matériaux sur le géotextile le plus bas possible pour limiter le risque de poinçonnement.
- Toute circulation sur le géotextile est interdite avant la mise en œuvre d'une épaisseur suffisante de matériaux afin d'en éviter le percement.

→ POINTS DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX ET MÉTHODES

- Vérification des **fiches techniques produit** (FTP) remises par l'entreprise lors de l'envoi de son offre :
 - du géotextile ;
 - des granulats.
- Vérification des **étiquetages** sur les rouleaux de géotextile.
- Vérification des granulats sur le terrain et en cas de doute (notamment pour le 0/D), exiger une analyse en laboratoire du fuseau granulométrique et de la propreté (Valeur de bleu). Ce contrôle externe est à la charge de l'entrepreneur et est à prévoir dans le cahier des charges.
- Contrôle des épaisseurs compactées (sondages régulièrement répartis) et des quantités (largeurs, longueurs, volumes).
- Vérification du profil en travers de la chaussée et des accotements.



Benoît Lengrand, ONF

Pose du géotextile sur la route forestière des Boulis en forêt communale d'Autrecourt et Pourron (08)



Régine Touffait, ONF

Création de la route forestière empierrée des Houtdelimonts en forêt syndicale des Mazures (08)

Fiche technique • BASE • Empierrement sur géogridde

B3

EMPIERREMENT SUR GÉOGRILLE

→ OBJECTIFS

Obtenir une portance d'au minimum 50 MPa par empierrement sur géotextile surmonté d'une géogridde.

→ CHAMPS D'APPLICATION – VARIANTES POSSIBLES

Technique adaptée à un **sol déformable à peu déformable** (à partir de P1 jusque P3, portance faible à bonne : $15 < EV_2 \leq 120$ et $3 < CBR \leq 20$).

Technique judicieuse en cas de difficultés liées à l'approvisionnement en matériaux (carrières éloignées, coût important) ou dans les cas d'enjeux environnementaux (nappe perchée).

La géogridde permet de remplacer avantagusement la couche de base en 40/70 mise en œuvre dans la technique B2 avec géotextile.

Technique utilisable en création de chaussée et en réfection généralisée de routes empierrées ou revêtues.

Cas général	Granulats 20/40 mis en œuvre sur géotextile + géogridde sur 25 cm compactés en moyenne
Variante Réfection généralisée	Cf ci-après

→ CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX APPORTÉS

Granulats non gélifs type d/D : 20/40

Type, granularité	Normes	Caractéristiques techniques MINIMALES d'acceptation
Granulats d/D 20/40	NF P 18 545	Essai Los Angeles (dureté) : $LA \leq 40$; micro-Deval MDE ≤ 35

Géotextile et géogridde

Norme NF G 38-010 à NF G 38-050 (Géotextile), Norme NF EN ISO 10 318 de mai 2006 (Géosynthétiques – Termes et définitions).

- Il est prescrit l'utilisation d'un **géotextile de renforcement** avec les caractéristiques suivantes (anciennement classe 7) :
 - résistance à la traction longitudinale et transversale : entre 25 et 30 kN/m ;
 - résistance à la déchirure : entre 1,2 et 1,7 kN.
- Il est prescrit l'emploi d'une **géogridde en polypropylène** avec les caractéristiques suivantes :
 - mailles carrées ou rectangulaires de taille d'ouverture d'environ 37 mm ;
 - résistance longitudinale : $T > 30$ kN/m ;
 - résistance transversale : $T > 30$ kN/m ;
 - minimum de noir de carbone : 2 % uniformément dispersé dans la matrice de polymères ;
 - possibilité d'utiliser une tri-axiale (mailles triangulaires).

→ OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES

1/ Pose du géotextile avec un recouvrement minimal de 50 cm à chaque raccord sans remonter sur les côtés

2/ Pose de la géogridde avec possibilité de la remonter sur les côtés, contrairement au géotextile



Mise en œuvre de la géogrigle et des matériaux sur la route forestière du Val de l'Ane en forêt communale de Lay Saint Rémy (54)

3/ Mise en œuvre des matériaux sur 25 cm d'épaisseur en moyenne

En fonction de la portance initiale du support (arase des terrassements ou ancienne chaussée) et de l'objectif à atteindre, l'épaisseur mise en œuvre sera de 20 cm à 35 cm.

Toute circulation directement sur la géogrigle est à interdire.

Étalement des matériaux sur la géogrigle à l'avancement à l'aide d'un buteur à benne preneuse. L'emploi d'une lame niveleuse est à proscrire.

Réglage transversal présentant une pente unilatérale égale à 2 % dirigée vers un fossé bordier.

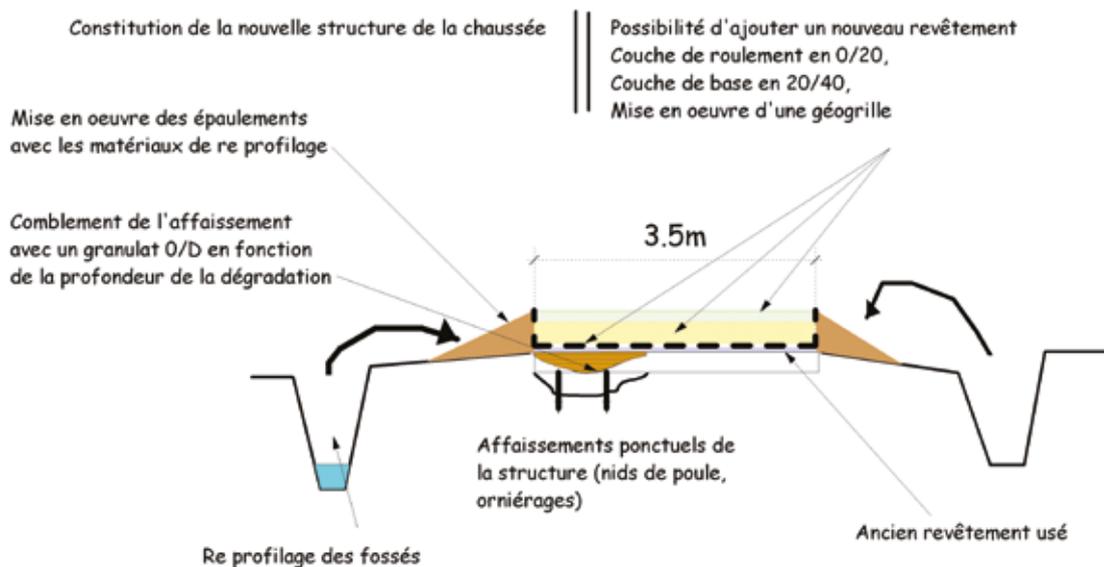
4/ Compactage pour obtenir une épaisseur compactée de 25 cm

Fiche technique • BASE • Empierrement sur géogrille

B3

Variante en réfection généralisée de routes revêtues : il n'y a pas de géotextile, cf. schéma ci-dessous et l'ITTR 92 – RG-RV1, page 116.

Réfection généralisée d'une route revêtue (sans retirer l'ancien revêtement)



NB : le choix de la grave pour reboucher les nids poule et autres déformations sera fonction de leur profondeur moyenne (GNT 0/6, 0/10, 0/20, 0/31.5).

→ POINTS DE VIGILANCE ET POINTS DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX ET MÉTHODES

- Vérification des **fiches techniques produit** (FTP)

remises par l'entreprise lors de l'envoi de son offre :

- du géotextile ;
- de la géogrille ;
- des granulats ;
- Vérification des étiquetages sur les rouleaux de géotextile et géogrille.
- Vérification des granulats sur le terrain.
- Contrôle des épaisseurs compactées (sondages régulièrement répartis) et des quantités (largeurs, longueurs, volumes).
- Vérification du profil en travers de la chaussée et des accotements.



Opération de régalinge des matériaux en forêt communale de Lay Saint Rémy (54)

Jean Luc Laurain, ONF

TRAITEMENT DU SOL AUX LIANTS HYDRAULIQUES

→ OBJECTIFS

Obtenir une portance voisine de 120 MPa par stabilisation du sol en place : adjonction d'additifs aux matériaux du terrain suivi d'un compactage.

→ CHAMPS D'APPLICATION – VARIANTES POSSIBLES

Technique applicable **en création après analyse du sol en laboratoire de géotechnique pour déterminer la faisabilité et les dosages (coût indicatif de l'analyse : 4 000 HT/km)**.

Chantier de 500 m minimum pour justifier le déplacement d'un atelier (à adapter toutefois selon les capacités d'intervention des entreprises régionales).

Le traitement des sols avec un liant est une technique qui consiste à **incorporer, au sein du sol, un élément d'apport (chaux, ciment) avec éventuellement de l'eau et de les mélanger intimement *in situ***, jusqu'à l'obtention d'un matériau homogène présentant des propriétés nouvelles. Il s'agit d'un traitement qui utilise les affinités chimiques du sol et du liant.

On utilise les traitements suivants :

- le traitement mixte à la **chaux** (selon les normes NF EN 459-1 et NF P 98-101) puis au **ciment** ou au **liant hydraulique routier (LHR)** destiné à une utilisation en couche de base en **présence d'argile**. La chaux floccule l'argile et baisse la teneur en eau, améliorant les conditions de circulation du chantier. Un traitement à la chaux seule ne permet pas d'obtenir une couche de base, mais permet la réalisation des travaux de terrassement préalables à un empierrement en cas de sols difficilement praticables aux engins de chantiers, après une période d'intempérie.
- le traitement au **ciment** (selon la norme NF EN 197-1) **ou au liant hydraulique routier (LHR)** (selon les normes NF P 15-108 et ENV 13 282 ou avis technique du Comité Français pour les Techniques Routières CFTR) dans le **cas de sols peu plastiques ou peu argileux** (sables, matériaux graveleux, limons calcaires) destinés à une utilisation en couche de base ;

Dans le cas de matériaux peu argileux, il n'est pas conseillé d'utiliser le traitement à la chaux pour réduire la teneur en eau, car l'amélioration obtenue n'est alors que temporaire et ne modifie en rien la nature du matériau.

Les avantages techniques :

- technique éprouvée, codifiée ;
- obtention d'une couche traitée homogène, durable et stable. Cette technique assure une bonne répartition des charges sur le support, grâce à la rigidité de la nouvelle structure ;
- bon comportement par temps chaud sans déformation, ni orniérage ;
- bon comportement vis-à-vis des cycles de gel-dégel, grâce à la rigidité du matériau et à l'effet de dalle induit.

Les avantages économiques :

- technique de traitement à froid, donc utilisant peu d'énergie ;
- réduction au minimum des déblais issus du décaissement (on enlève uniquement la terre végétale), de l'apport de granulats et du coût de leur transport ;
- sauf si besoin d'une correction granulaire ou de l'apport d'une GNT pour la bande de roulement, absence de transport de granulats contribuant à la préservation du réseau routier, situé en amont du chantier ;
- avantage économique d'autant plus grand que les carrières sont loin.

Fiche technique • BASE • Traitement du sol aux liants hydrauliques

B4

Les avantages écologiques et environnementaux :

- l'utilisation du sol en place limite l'exploitation des gisements de granulats (carrières, ballastières), ressources naturelles non renouvelables ;
- économie d'énergie liée à la réduction des matériaux à transporter ;
- diminution des impacts indirects (gênes à l'usager et aux riverains) engendrés par les transports

Inconvénients/Point de vigilance :

- Cette technique nécessite une très grande rigueur de la conception à la réalisation : des études préalables selon un protocole strict à adapter selon la variabilité du support, une mise en œuvre technique rigoureuse.

→ CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX OU PRODUITS APPORTÉS

- **Une étude de formulation en laboratoire** permettra de **préciser l'aptitude au traitement du sol en place**, puis **la nature du (des) produit(s) de traitement et le dosage** à incorporer pour obtenir une classe de portance minimale à long terme de la route de 120 MPa. Cette étude est à réaliser avant la rédaction du cahier des charges.

L'étude du sol en laboratoire comprendra :

- la **granulométrie**, la **valeur au bleu de méthylène (VBS)** et la **teneur en eau du sol (W %)**.

Le PH du sol doit être mesuré indiquant aussi d'éventuelles traces d'acides humiques ou de matières organiques. Une correction est nécessaire avec un apport de chaux si le PH est trop bas (4 à 5).

L'étude déterminera :

- le **type d'amendement** à réaliser ;
- le type, les caractéristiques et le **dosage de l'additif** ;
- l'**épaisseur de la couche de sol à traiter** ;
- le matériel à utiliser ;
- le délai minimum de mise en œuvre.

Ces études doivent être réalisées conformément aux normes NF P 98-115 et NF P98-114-3.

L'étude se fait à partir de « l'essai d'évaluation de l'aptitude d'un sol au traitement à la chaux

et/ou aux liants hydrauliques » défini par la norme NF P 94-100. Cette norme définit notamment la fréquence des prélèvements. En fonction de l'hétérogénéité du sol à traiter, l'étude peut définir des dosages et protocoles de mise en œuvre différents selon les tronçons.

Chaux pour le traitement des sols

La chaux pour le traitement des sols est une chaux calcique aérienne vive pulvérulente.

Liant hydraulique routier (LHR)

Il sera soit identifié selon la norme NF P 15-108 (désignation normalisée indiquant la classe de résistance et la composition nominale en constituants principaux), soit couvert par un avis technique édité par la Direction technique Infrastructures de transport et matériaux (ex SETRA). La fiche technique produit précisera le domaine d'utilisation (types de sol).

Eaux pour le traitement des sols

L'eau doit être de catégorie 1 de la norme NF P 98-100.

Produits de cure

Le liant pour couche de cure est une émulsion cationique à 65 % de bitume conforme à la norme NF T 65-011.

→ OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES



Dominique Paquet, ONF

Malaxeur en forêt domaniale de Villefermoy (77), route forestière du Petit Etang

1/ Préparation du sol

- **Enlèvement de toute terre végétale**
- **Scarification**

Afin d'éliminer les éléments grossiers susceptibles d'entraver le malaxage, d'ameublir et d'aérer le sol ou de l'assécher, on peut procéder, préalablement au traitement et si les conditions climatiques sont favorables, à la scarification du sol sur une épaisseur inférieure à la profondeur à traiter. Cette scarification sera réalisée à l'aide d'un ripper, d'une herse ou d'une charrue.

- **Humidification**

Si nécessité de changer l'état hydrique du sol à traiter, on procède à un arrosage en assurant une répartition homogène de l'eau dans le sol (sol scarifié). On utilise une arroseuse avec système d'asservissement du débit de pompe à la vitesse d'avancement.

Si utilisation d'un malaxeur équipé d'une rampe d'injection dans la chambre de malaxage, l'opération d'arrosage sera regroupée avec le malaxage.

2/ Épandage des produits de traitement

Les dosages et les différents passages en fonction des résultats à 7 jours sont préconisés par le laboratoire.

Dans le cas d'un traitement mixte, le délai maximal entre le traitement à la chaux et le traitement au LHR est de 8 jours.

Fiche technique • BASE • Traitement du sol aux liants hydrauliques

B4

3/ Malaxage des produits de traitement

Le malaxage consiste à mélanger le produit de traitement et le sol afin de l'incorporer de façon homogène dans toute l'épaisseur de la couche à traiter.

Le malaxage est réalisé par un pulvimalaxeur (= pulvimixer) à rotor horizontal et équipé d'un indicateur de profondeur. La profondeur d'action de l'engin doit être compatible avec l'épaisseur de la couche de sol à malaxer définie dans l'étude préalable (minimum 0,35 m).

Le **malaxage est à effectuer immédiatement** (dans un délai de ¼ heure) **après l'épandage du liant**, par bandes longitudinales successives, avec un recouvrement minimal de 10 cm de la bande contiguë déjà malaxée. Il sera poursuivi jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène et de teinte uniforme. À titre indicatif, une moyenne de trois passages est nécessaire pour obtenir la mouture désirée.

Si au moment du malaxage, la teneur en eau de la couche de forme est inférieure à la teneur en eau optimale définie par le laboratoire, on porte la teneur en eau de la couche à malaxer à la valeur optimale par adjonction d'eau au cours du malaxage.

4/ Réglage

Le réglage transversal devra présenter une pente en travers unilatérale égale à 2 % dirigée vers un fossé bordier.

Le réglage s'effectue en plusieurs passes avec une niveleuse.

5/ Compactage

L'ensemble des opérations de compactage (compactage partiel, réglage final et compactage final) doit impérativement être terminé avant l'expiration du délai de maniabilité. **Le délai entre le malaxage et le compactage est de 2 heures au maximum.**

L'objectif de densification pour le compactage est une densité sèche moyenne supérieure ou égale à 98,5 % de la densité sèche du sol à l'optimum Proctor normal (objectif de densification de qualité « q3 »).

L'atelier de compactage devra comporter un cylindre vibrant.



Compacteur en forêt domaniale de Villefermoy (77), route forestière du Petit Étang

Dominique Paquet, ONF

6/ Protection superficielle des sols traités contre les intempéries

Son rôle est de maintenir l'état hydrique des sols traités par un **enduit de cure** durant la période de prise hydraulique (protection aussi bien vis-à-vis des infiltrations que de l'évaporation).

Toutes les zones en sols traités doivent recevoir rapidement une protection superficielle, au plus tard en fin de journée. Elle consiste en l'application mécanique à la rampe d'une émulsion cationique à 65 % de bitume à raison de 0,7 kg/m².

7/ Mise en place d'une couche de roulement empierrée ou revêtue

GNT 0/20 (fiche technique R2) ou ESU (fiche technique R3) un mois après la fin du traitement (temps nécessaire à la prise du ciment).

Cloutage nécessaire dans le cas de la mise en œuvre d'un ESU.

→ POINTS DE VIGILANCE

Le traitement doit être arrêté lorsque les conditions météorologiques sont défavorables :

- températures inférieures à 5 °C;
- vent, pouvant provoquer un nuage de poussières.

→ POINTS DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX ET MÉTHODES

Vérification des fiches techniques produit (FTP) de la chaux et du liant, et leur conformité avec l'étude de formulation du laboratoire.

Pendant le chantier, les paramètres à surveiller ou à contrôler sont :

- le respect des **conditions météorologiques**;
 - le respect **des matériels** d'épandage et de malaxage proposés par l'entreprise lors de son offre;
 - le **dosage du liant**. À titre d'exemple, un traitement de sol de densité sèche de 2 000 kg/m³ sur 30 cm d'épaisseur et à 5 % de liant correspond à un épandage de 30 kg/m² de liant (0,30 x 2 000 x 0,05), soit 105 T de liant sur 1 km pour une chaussée large de 3,50 m. Une vérification de ces quantités peut être effectuée à partir des bons de livraison;
 - la **profondeur de malaxage** (par sondage);
 - les **teneurs en eau**;
 - le **recouvrement des bandes**;
 - les **profils en long et en travers** doivent être respectés avec une tolérance locale de 2 cm;
 - l'**uni de surface** : les irrégularités de surface ne dépassent pas 1,5 cm (contrôlé à la règle de 3 m);
 - la **qualité du compactage**.
- La résistance à la compression *in situ* à 28 jours doit atteindre la valeur objectif de 120 MPa. Elle est vérifiée par des **essais à la plaque. Ils s'effectuent après une durée de 28 jours après traitement** : un point de contrôle tous les 50 m, en variant côté gauche/côté droit.

Ces points de contrôle relèvent du contrôle qualité interne (plan d'assurance qualité) de l'entreprise, à prévoir dans le cahier des charges.

Fiche technique • BASE • Retraitement de chaussée en place

B5

RETRAIEMENT DE CHAUSSÉE EN PLACE

→ OBJECTIFS

Le retraitement en place et à froid des anciennes chaussées est une technique destinée à **recréer, à partir d'une chaussée revêtue ou empierrée dégradée, une structure stable homogène, d'une portance minimale de 120 MPa**. Cette technique consiste à traiter en place les matériaux existants, **avec un liant hydraulique et un apport éventuel de matériaux complémentaires**. On réalise ainsi une nouvelle couche d'assise de chaussée sur laquelle on applique une couche de roulement neuve.

Le retraitement permet, tout en limitant l'apport de matériaux neufs, de **rénover la portance et le profil de la chaussée, en modifiant le moins possible les caractéristiques géométriques initiales**.

→ CHAMPS D'APPLICATION – VARIANTES POSSIBLES

Réfection généralisée d'une chaussée empierrée ou revêtue lorsqu'il y a besoin d'un renforcement de la structure existante.

Il est possible de traiter des chaussées anciennes comportant les matériaux suivants : graves ou tout-venant roulés ou concassés, macadam, sols fins traités ou non, recouverts d'épaisseurs diverses de revêtements, enduits successifs, enrobés plus ou moins dégradés ou combinaisons d'enrobés et d'enduits avec des réparations locales.

Toutes les chaussées ne sont pas aptes au retraitement et une étude de faisabilité est obligatoire (coût indicatif de l'analyse : 4 500 € HT/km).

Avantages économiques

- Utilisation des matériaux en place d'où une économie de granulats et de transport
- Moindre fatigue du réseau en amont du chantier à la suite de la limitation du transport de matériaux
- Pas de mises en décharge des matériaux

Avantages techniques

- Réalisation d'une nouvelle assise plus homogène transversalement
- Restauration de l'uni longitudinal et du profil transversal
- Réduction du rehaussement des accotements
- Faible sensibilité aux cycles gel/dégel, grâce à la rigidité du matériau et à l'effet de dalle induit
- Bon comportement de la structure de chaussée rénovée.

Avantages écologiques et environnementaux

- Moins de transport, donc de rejet de gaz à effet de serre (amélioration du bilan carbone)
- Économie de la ressource naturelle : utilisation limitée de matériaux naturels épuisables
- Technique peu consommatrice d'énergie car recyclage à froid
- Moins de camions, donc moins de bruit, donc moins de gêne aux riverains

Inconvénients/Point de vigilance :

– Cette technique nécessite une très grande rigueur de la conception à la réalisation : des études préalables selon un protocole strict à adapter selon la variabilité du support, une mise en œuvre technique rigoureuse.

→ CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX OU PRODUITS APPORTÉS

Cf. fiche technique B4 « Traitement de sol aux liants hydrauliques (LHR) ».

→ OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES

Étude préalable (point de passage obligé, à réaliser avant la rédaction du cahier des charges.

Coût estimatif de l'étude : 4 500 k€/km).

Objectifs

- Vérifier la faisabilité du traitement de l'ancienne chaussée
- Caractériser les matériaux en place afin de déterminer le traitement à effectuer (nécessité de concassage ou criblage, nécessité d'une correction granulométrique, étude de formulation pour le choix et le dosage des liants)
- Déterminer l'épaisseur maximale récupérable
- Définir la structure de la nouvelle assise et son dimensionnement
- Définir la méthodologie de réalisation du chantier (choix des matériels)
- Fixer les caractéristiques à obtenir sur la nouvelle assise (déformabilité) à utiliser pour la réception des travaux

Contenu et exécution de l'étude de faisabilité

- Consultation des archives

Les documents relatifs à la construction de la chaussée et aux travaux d'entretien permettent de déterminer la structure existante de la chaussée.

- Examen visuel de la chaussée et de son revêtement.

Cet examen visuel permet d'identifier certains défauts de la chaussée (drainage défectueux, fondation insuffisante, etc.) et facilite la localisation des lieux de prélèvement des échantillons.

- Échantillonnage

On réalise des tranchées transversales permettant de définir les natures des matériaux en place et la géométrie précise de la structure (épaisseur des différentes couches de matériaux). Leur profondeur doit être au moins égale à l'épaisseur de la couche à traiter.

Les tranchées doivent être réalisées à un intervalle minimum de 400 m (minimum de 3 tranchées par km), par demi-chaussée et en quinconce. Des tranchées et des prélèvements complémentaires seront effectués si des modifications de la structure de la chaussée sont observées ou suspectées.

Les prélèvements sont d'au moins 100 kg (fraction 0/80 mm) afin de pouvoir réaliser l'ensemble des essais.

Les prélèvements doivent être réalisés sous la direction d'un laboratoire agréé.

On relève également la nature et l'état du sol support. La portance du support doit être définie avec précision car elle influe sur le dimensionnement et par son incidence sur les possibilités de compactage de l'assise.

- Analyse granulométrique

L'objectif de l'analyse granulométrique est de s'assurer que le matériau à retraiter présente une granulométrie homogène et continue. Elle se fait sur la fraction 0/80 mm de l'échantillon. **Si les éléments supérieurs à 80 mm dépassent les 10 %, le retraitement n'est plus envisageable en raison de l'usure des dents du malaxeur. Il est alors nécessaire de concasser le matériau en place à l'aide d'une unité de broyage mobile** (coût supplémentaire à prendre en compte).

On vérifie la propreté du matériau en place par l'essai de valeur au bleu de méthylène ($VBS \leq 0,8$ g) ainsi que d'autres caractéristiques (% de matières organiques, sulfates, sulfures, nitrates...) selon les matériaux rencontrés.

- Essai rapide de stabilisation

Il s'agit de tests en laboratoire pour vérifier que les matériaux à retraiter ne sont pas pollués par un inhibiteur de prise (plâtre, matières organiques).

- Détermination de la courbe Proctor modifié

Cet essai vise à déterminer la teneur en eau du mélange correspondant à un compactage optimal.

- Essai de résistance à la compression à 7 jours en vue de déterminer la teneur en ciment

Fiche technique • BASE • Retraitement de chaussée en place

B5

- Essai de résistance à l'altération par immersion

Ces études doivent être réalisées conformément aux normes :

- NF P94-100 d'août 1999 « Sols : reconnaissance et essais Matériaux traités à la chaux et/ou aux liants hydrauliques Essai d'évaluation de l'aptitude d'un sol au traitement » ;
- NF P98-114-1 de mai 2009 « Assises de chaussées Méthodologie d'étude en laboratoire des matériaux traités aux liants hydrauliques Partie 1 : graves traitées aux liants hydrauliques » ;
- NF P98-115 de mai 2009 « Assises de chaussées Exécution des corps de chaussées Constituants Composition des mélanges et formulation Exécution et contrôle ».

→ RÉALISATION

1/ Préparation

En préalable, drainage et assainissement par **curage/reprofilage** des fossés et **arasement** des accotements.

Nettoyage de la surface à retraiter afin d'éliminer la terre et les matières organiques (selon le cas, décapage de la terre végétale ou balayage de la chaussée).

Lorsque l'épaisseur de matériaux bitumineux en place est supérieure à 1/3 de l'épaisseur totale à retraiter, il est impératif d'enlever l'excédent par fraisage (cas rares sur nos routes forestières).

2/ Défonçage de l'ancienne chaussée (fragmentation et décohésion des matériaux) en faisant attention à ne pas désorganiser le support.

3/ Épandage de matériaux d'apport lorsqu'il faut augmenter l'épaisseur de la couche à retraiter, élargir la route, ou effectuer une correction granulaire.

Remise au profil (niveleuse) pour une répartition uniforme du liant à épandre.

4/ Apport d'un liant hydraulique selon le dosage défini par l'étude en laboratoire

Si les matériaux à traiter sont trop humides ou plastiques (présence d'argile), on les traite préalablement avec de la chaux vive qui a pour effet instantané d'assécher et de flocculer les argiles. Le dosage varie de 0,5 à 2 %.

On utilise un épandeur à dosage volumétrique asservi par la vitesse d'avancement de l'engin, permettant de régler à l'avance la quantité constante de liant à épandre par unité de surface. Pour les épandeurs les plus modernes, le système de dosage volumétrique est pourvu d'une trémie de pesage, permettant un réglage encore plus précis de la quantité de ciment par m².

Une préférence est donnée aux épandeurs présentant une largeur d'épandage variable afin d'éviter le chevauchement des bandes traitées lorsque la largeur de la surface à traiter n'est pas un multiple exact de la largeur de l'épandeur.

5/ Humidification éventuelle pour amener le matériau à sa teneur en eau optimale pour le compactage et les résistances à long terme.

6/ Malaxage pour homogénéiser le mélange. On utilise un malaxeur capable de travailler en un passage sur l'épaisseur de la couche à retraiter (20 à 35 cm) définie par l'étude.

Les opérations d'épandage du liant et de malaxage peuvent être combinées en utilisant un pulvérisateur mélangeur (pulvimixer), dans le quel de l'eau peut être introduite si nécessaire durant le mélange.

7/ Réglage et nivellement

En vue d'obtenir une surface plane, un **nivellement grossier** est réalisé immédiatement après le passage du malaxeur.

Compactage pour amener le matériau à sa densité (masse volumique sèche au moins égale à 95 % de la valeur de l'optimum Proctor). On utilise un compacteur à cylindre lisse vibrant. La dernière passe de compactage se fait à l'aide d'un rouleau lisse, sans vibration, afin d'éviter l'écaillage de la surface. Réglage fin à la niveleuse pour amener la chaussée à sa cote définitive et donner un uni longitudinal et transversal (PT 2 %) acceptables.

8/ Protection de la surface

Pour éviter la dessiccation de l'assise retraitée, on applique le plus rapidement possible après le compactage, un **enduit de cure**. Il consiste en l'application d'une émulsion cationique de bitume au taux de 0,7 l/m² suivi d'un épandage de sable à raison de 3 kg/m².

L'enduit de cure évite également l'entrée d'eau due aux précipitations. L'émulsion et le sablage peuvent faire office de couche de roulement temporaire pour un trafic léger (< 3,5 T) dans l'attente de la réalisation de la couche de roulement.

9/ Réalisation de la couche de roulement empierrée ou revêtue

Sa réalisation est à différer d'environ 28 jours après le retraitement. Cf fiches techniques R2 (couche empierrée) ou R3, R4, R5 (revêtement hydrocarboné).

→ POINTS DE VIGILANCE

Tenir compte des conditions météorologiques lors de l'exécution des travaux, pour éviter toute augmentation temporaire de la teneur en eau des matériaux à la suite d'une averse.

→ POINTS DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX ET MÉTHODES

Vérification des fiches techniques produit (FTP) du liant et des matériaux d'apport (granulats) et leur conformité avec l'étude de formulation du laboratoire ;

Pendant le chantier, les paramètres à surveiller ou à contrôler sont :

- le respect des **conditions météorologiques** ;
- la **qualité des matériaux à traiter** après le défonçage (absence de gros bloc, poches d'argile, matières organiques) ;
- le **respect des matériels** d'épandage et de malaxage proposés par l'entreprise lors de son offre ;
- le **dosage du liant**. À titre d'exemple, un retraitement d'une chaussée de densité sèche de 2 000 kg/m³ sur 30 cm d'épaisseur et à 5 % de liant correspond à un épandage de 30 kg/m² de liant (0,30 x 2 000 x 0,05), soit 105 T de liant sur 1 km pour une chaussée large de 3,50 m. Une vérification de ces quantités peut être effectuée à partir des bons de livraison ;
- la **profondeur de malaxage** (par sondage) ;
- les **teneurs en eau** ;
- le **recouvrement des bandes** ;
- les **profils en long et en travers** doivent être respectés avec une tolérance locale de 2 cm ;
- l'**uni de surface** : les irrégularités de surface ne dépassent pas 1,5 cm (contrôlé à la règle de 3 m) ;
- la qualité du compactage.

La résistance à la compression in situ à 28 jours doit atteindre la valeur objectif de 120 MPa. Elle est vérifiée par des **essais à la plaque**. Ils s'effectuent après une durée de 28 jours après traitement : un point de contrôle tous les 50 m, en variant côté gauche/côté droit. Ces points de contrôle relèvent du contrôle qualité interne de l'entreprise (plan d'assurance qualité), à prévoir dans le cahier des charges.

Fiche technique • BASE • Chaussée en béton de ciment

B6

CHAUSSÉE EN BÉTON DE CIMENT

→ OBJECTIFS

Obtention d'une chaussée durable, solide pour tout type de trafic pour une durée de service de 50 ans avec des entretiens réduits.

→ CHAMPS D'APPLICATION – VARIANTES POSSIBLES

Technique applicable sur sol plutôt en pente (supérieure à 10 %) et peu déformable (à partir de P3) en création *ex nihilo* (tronçons) ou en réfection de chaussée.

Intérêts du béton en voirie forestière et rurale	<ul style="list-style-type: none"> • Grande durabilité : 50 ans sans entretien majeur contre 20 à 25 ans pour les chaussées souples • Adapté pour des tronçons avec une pente en long supérieure à 10 % et/ou un renforcement de virages à faible rayon de courbure • Résiste à toutes les conditions climatiques, au feu de forêt (peut également servir de coupe-feu) • Praticable en toute saison : pas de problème de gel/dégel, pas d'ornière ou d'affaissement des bandes de roulement, pas de ressuyage ou ramollissement de la couche de roulement en été • Bien que technique onéreuse, reste une réponse appropriée au choix d'un maître d'ouvrage qui consent un investissement initial supérieur aux autres techniques mais avec des dépenses d'entretien significativement plus réduites ensuite. • Couche de roulement avec un aspect naturel suivant les granulats choisis pouvant apporter une réponse en cas d'enjeux paysagers • Neutralité du béton : pas ou peu d'incidence chimique par rapport au milieu • Entièrement recyclable • Technique ancienne avec de nombreux retours d'expériences • En présence de nappes perchées ou zones humides, il peut être judicieux d'utiliser cette technique de la dalle béton sur géogridde pour permettre le maintien de la circulation de la nappe d'eau.
Inconvénients du béton	<ul style="list-style-type: none"> • Investissement initial de 2,8 à 3 fois plus cher que les autres techniques • Vigilance nécessaire lors de la conception et de la réalisation quant à l'épaisseur de la dalle : diminuer de 2 cm l'épaisseur minimale préconisée divisée par 2 la durée de vie de la chaussée • Temps de séchage : 7 jours avant une circulation possible de véhicules légers, 28 jours avant une circulation possible de grumiers

- Deux variantes de dimensionnement en fonction des portances et du trafic (faire obligatoirement des essais de plaques du sol en place avant projet pour déterminer la portance).

- Le tableau de synthèse ci-après donne des épaisseurs basées sur des calculs empiriques en fonction du trafic sur une base de 20 ans. Il faut toujours ajouter une tolérance globale de 5 cm correspondant à une tolérance de réglage de fond de forme (sous la dalle béton) de 3 cm et une tolérance de réglage final (sur la dalle béton) de 2 cm.

Fiche technique • BASE • Chaussée en béton de ciment

B6

Variantes	Type de sol	Portance	CAS GÉNÉRAL (en forêt) Trafic T6 : 0 < T < 10 PL/j Épaisseur de béton de ciment	Trafic T5 : 10 < T < 25 PL/j Ou CAS avec CONTRAINTES (vi- rages, lacets, etc.)	Trafic T4 : 25 < T < 50 PL/j ou CAS avec CONTRAINTES (vi- rages, lacets, etc.)
B6 – 1	Sols peu déformables graveleux à bonne teneur en fines	P 3 (10 < CBR ≤ 20) 50 < EV ₂ < 120	14 cm + 5 cm (tolérance) = 19 cm	17 cm + 5 cm (tolérance) = 22 cm	20 cm + 5 cm (tolérance) = 25 cm
B6 – 2 (exemple DFCI)	Sols très peu déformables insensibles à l'eau ou Sols superficiels sur roche calcaire	P 4 (CBR > 20) EV ₂ > 120	12 cm + 5 cm (tolérance) = 17 cm	15 cm + 5 cm (tolérance) = 20 cm	18 cm + 5 cm (tolérance) = 23 cm



Mise en œuvre d'une chaussée en béton

Fiche technique • BASE • Chaussée en béton de ciment

B6

→ CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX APPORTÉS

- **Granulats 0/D** avec $D \leq 31,5$ pour l'empierrement préalable, **si besoin**
- **Béton de ciment**

Norme NF P 98-170 d'avril 1992 « Chaussée en béton-ciment – Exécution et contrôle ».

Le béton utilisé pour des voiries forestières en plaine ne nécessite pas de ferrailage.

Classe de béton de ciment préconisée	Dosage kg ciment/m ³	Résistance à la traction par flexion à 28 jours	Résistance à la traction par fendage à 28 jours (essai brésilien)
5 (ou > 5)	300 kg	4,5 MPa ou 45 bars	2,7 MPa ou 27 bars

→ OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES

Après les opérations de terrassement de la plateforme/décaissement (fiche technique T), de gestion de l'eau (fiche technique A) :

1/ Apport d'une fondation en granulats 0/D, si besoin

À partir d'une portance P3 conseillée dans cette fiche, l'apport d'une couche de granulats préalablement à la mise en œuvre de la dalle béton n'est pas toujours nécessaire. Toutefois, en cas de portance limite du sol en place (< 50 MPa), il peut être nécessaire de mettre en œuvre 20 cm compactés de granulats.

2/ Purges ponctuelles :

- gestion de l'hydraulique (fiche A) ;
- renforcement des zones de purge : mise en œuvre possible des techniques B1 (empierrement simple), B2 (empierrement sur géotextile), B3 (empierrement sur géogrid).

3/ Mise en place du Béton :

- mise en œuvre à l'aiguille vibrante, à la règle vibrante, au Stricker ou au vibro-finiisseur, à l'initiative de l'entreprise ;
- traitement de surface : brossage transversal du béton frais, striage au moyen de râtaux ou de balais à poils durs, ou béton désactivé ;
- pour des routes larges de 3,50 m, création de joints de dilatation espacés au minimum de 25 fois l'épaisseur du béton (tous les 4 m pour une épaisseur de 16 cm). Mise en œuvre de ces joints de dilatation à la disqueuse sur une profondeur de l'ordre du quart ou du tiers de l'épaisseur de la dalle et une largeur de 3 à 4 mm. Les joints transversaux sont réalisés avec un angle de 15° par rapport à la perpendiculaire à l'axe de la voie ;
- protection par bâche plastique en polyéthylène pour protéger le béton contre la dessiccation.

→ POINTS DE VIGILANCE

- **Respect de l'épaisseur fixée** (cf tableau plus haut)
- Lorsque la **pente longitudinale dépasse 4 %**, il est fortement conseillé d'effectuer la **mise en œuvre dans le sens de la montée** pour éviter la formation de fissures de traction en surface.
- **Interface couche de fondation et dalle en béton** : veiller à la bonne gestion de l'eau (fossés, drains, etc.) pour éviter l'érosion de la couche sous-jacente ou le soulèvement de la dalle par gonflement des argiles

- Réalisation dans des **conditions météorologiques adaptées** :
 - températures supérieures à 5 °C tout en évitant la chaleur excessive, toutefois, en cas de chaleur excessive, bâcher aussitôt la mise en œuvre ;
 - période sèche ;
 - vent faible (< 30 km/h) et éviter le hâle de mars (vent très desséchant et froid).

→ **POINTS DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX ET MÉTHODES**

- **Contrôle de la formulation du béton** à partir des résultats obtenus par le fabricant du béton dans le cadre de son contrôle interne.

En cas de doute sur la qualité du béton : faire réaliser par un laboratoire externe à l'entreprise, une analyse du béton mis en œuvre. Ce contrôle est à prévoir dans le cahier des charges.

- Lors de la mise en œuvre, **contrôle de l'épaisseur à l'aide d'un gabarit**.



Chaussée béton striée en renforcement et stabilisation de virage

Fiche technique • ROULEMENT • Broyage

R1

BROYAGE→ **OBJECTIFS**

Obtenir une couche de roulement d'aspect comparable aux granulats de calibre 0/20 à 0/40 sur une épaisseur d'environ 10 cm après compactage, par broyage sur place de matériaux calcaires.

→ **CHAMPS D'APPLICATION**
VARIANTES POSSIBLES

Technique adaptée à des matériaux en place (sols rocheux superficiels) ou apportés.



Patrick Bornetford, ONF

Travaux de broyage de matériaux

→ **CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX APPORTÉS**

Matériaux calcaires, type d/D ou 0/D.

→ **OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES**

1/ Broyage sur 2 mètres minimum de largeur au moyen d'un broyeur à marteaux monté sur un tracteur d'une puissance adaptée (300 CV).

Le nombre de passes sera défini en fonction du broyeur et de la dureté des matériaux et du rendu souhaité.

Le **réglage final** se fera à la niveleuse.

2/ Compactage avec arrosage préconisé.

3/ En plateau calcaire et en présence d'accotements pierreux, ceux-ci peuvent faire l'objet d'un broyage pour une finition parfaite.

→ **POINTS DE VIGILANCE**

- Veiller à **obtenir une granulométrie pas trop fine** (ne pas broyer trop fin)
- Le matériau broyé doit être au-dessus des accotements
- Éviter le broyage lors de fortes précipitations

→ **POINTS DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX ET MÉTHODES**

- Vérifier **l'épaisseur des matériaux après broyage et compactage**

EMPIERREMENT

→ OBJECTIFS

Obtenir une couche de roulement par apport de matériaux de carrières (graves non traitées).



Benoît Lengrand, ONF

Fermeture par empierrement en forêt communale d'Autrecourt et Pourron (08), Route forestière des Boulis

→ CHAMPS D'APPLICATION – VARIANTES POSSIBLES

Mise en œuvre possible sur tout type de couches de base de routes forestières.

→ CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX APPORTÉS

- **Granulats issus de carrière** (sables, graves non traitées – GNT) avec une granulométrie constante, régulière et n'offrant pas de ségrégation à la mise en œuvre. **0/4 jusqu'à un 0/31,5**, exemple : GNT 0/20 sur 6 cm d'épaisseur après compactage.

NB : parfois, certains maîtres d'œuvre utilisent du 0/60, or plus les granulats en roulement sont gros, plus le risque de formation de nids de poule est important. C'est pourquoi il est recommandé d'utiliser des sables (0/4 à 0/6) ou des GNT (0/10 à 0/20). Dans certains territoires, le 0/31,5 est souvent utilisé par « tradition », mais il est préférable d'utiliser du 0/20 moins sujet à la formation des nids de poule et donc favorable à la réduction des coûts d'entretiens.

Fiche technique • ROULEMENT • Empierrement

R2

Type, granularité	Normes	Caractéristiques techniques minimales d'acceptation
Granulats 0/D	NF P 18 545	<ul style="list-style-type: none"> • Essai Los Angeles (dureté) : $LA \leq 25$ • Micro-Deval MDE ≤ 20 • Valeur au Bleu (% argile) : $MB \leq 2$ ou $VBS \leq 0,2$ • Équivalent de sable SE (propreté) ≥ 60 • 0/D => Épaisseur minimum = 3 D

→ OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES

1/ Mise en place obligatoire à la niveleuse pour obtenir un profil en long exempt de bosses et ornières
Proscrire l'usage de la pelle.

2/ Épaisseur de la couche de roulement = 3D minimum

3/ Prévoir un devers amont (ou aval) de 1 à 2 % pour l'évacuation de l'eau

→ POINTS DE VIGILANCE

- La couche de roulement devra se situer au-dessus des accotements
- Réalisation du chantier **hors période de précipitations**.

→ POINTS DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX ET MÉTHODES

- Vérification des caractéristiques techniques des granulats **au moyen de la fiche technique produit** (FTP)
- Lors de la mise en place des matériaux, présence de façon ponctuelle et inopinée du maître d'œuvre pour vérifier visuellement :
 - la nature ;
 - la granularité ;
 - la propreté.

Pour vérifier de façon simple la propreté des matériaux, la méthode consiste à prendre les fines des matériaux, à les mouiller et à regarder l'obtention ou non d'un modelage. En l'absence d'un modelage, le matériau est satisfaisant, dans le cas contraire, le matériau est douteux quant à sa propreté, une analyse en laboratoire est alors nécessaire pour vérifier la valeur de bleu (VBS).

- À la réception :
 - vérification de l'**épaisseur compactée** par sondages et de la **qualité du compactage** par des **essais de plaque** ;
 - vérification du profil en travers : pente unilatérale ≤ 2 % pour une bonne évacuation des eaux de ruissellement ;
 - vérification de la bonne fermeture de la couche de roulement.

ENDUIT SUPERFICIEL D'USURE (ESU)

communément appelé monocouche ou bicouche

→ OBJECTIFS

Obtenir une couche de roulement au moyen d'un liant hydrocarboné.

Assurer une bonne étanchéité en surface pour protéger le corps de la chaussée.

→ CHAMPS D'APPLICATION – VARIANTES POSSIBLES

Technique applicable :

- en **réfection généralisée** d'une chaussée revêtue (ESU, enrobé), usée (pelade, petites fissures, faïençage), non déformée (ou préalablement reprofilée, cf. fiche R6) si la décision de maintenir le caractère revêtu a été prise;
- en **revêtement neuf** dans le cas de routes construites avec des techniques d'empierrement ou de traitement de sol aux liants hydrauliques, et pour répondre à des besoins identifiés et justifiés (notamment ouverture à la circulation publique).

Avantages :

- meilleur imperméabilisation que l'empierrement;
- plus rugueux que l'enrobé coulé à froid (R4) ou le béton bitumineux (R5);
- supporte mieux les petites déformations de la chaussée sous les roues des véhicules car plus souple qu'un enrobé;
- remise en circulation rapide.

Inconvénients :

- technique au résultat parfois aléatoire et qui ne permet pas de gommer certains défauts;
- à éviter si risque d'efforts tangentiels (virages serrés) car sensible à l'arrachement;
- durée de vie moyenne d'un ESU faible : 7 à 12 ans (devient progressivement poreux).

→ CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX APPORTÉS

• **Alternance liant – gravillons** en monocouche, bicouche ou tricouche. **Mise en œuvre des classes granulaires successives descendantes avec les plus gros gravillons en premier.**

• **Liant** : émulsion de bitume (eau + bitume) ou liant anhydre (bitume fluxé ou bitume fluidifié). Au niveau des liants, on donne la préférence à l'émulsion de bitume car elle ne pose pas de problème de l'évaporation de solvants.

Exemple de composition d'une **émulsion cationique à rupture rapide (ECR) dosée à 69 % de bitume** :

- 68,8 % de bitume de classes (indicatrices de viscosité) 70/100 ou 160/220;
- Fluidifiant ou fluxant;
- 30 % d'eau;
- 0,2 à 0,4 % d'émulsifiant (savon);
- acide chlorhydrique;
- divers apports pour améliorer les caractéristiques techniques de l'émulsion.

Fiche technique • ROULEMENT • ESU

R3

L'émulsifiant, avec l'acide chlorhydrique, entoure les gouttes de bitume avec des charges électriques positives, d'où le nom d'émulsion cationique. La rupture, c'est-à-dire l'aptitude de l'émulsion à faire prise, varie en fonction de la teneur et la nature de l'émulsifiant.

NB 1 : Les émulsions riches en bitume coulent moins et collent mieux aux gravillons. Les émulsions à faible teneur en bitume seront réservées pour les imprégnations gravillonnées ou comme couches d'accrochage pour les enrobés (ECR à 60 ou 65 %)

NB 2 : La température d'épandage d'une émulsion est de l'ordre de 60 °C

- **Gravillons**, référence à la norme NF EN 13 043 (Granulats pour enrobés bitumineux et enduits superficiels) et à la norme NF P 18-545

Ils proviennent de roches mères très dures issues de gisements alluvionnaires ou de roches massives. Ils sont concassés et lavés et de granularités : 2/4, 4/6, 6/10, 10/14.

La **classe granulaire** 14/20 est utilisée pour effectuer les cloutages (rendre la couche support rugueuse par insertion de gravillons durs) ou pour des cas très particuliers. Plus le cloutage est gros (14/20), meilleurs sont les résultats.

- Caractéristiques intrinsèques des gravillons : code c

Essai Los Angeles LA ≤ 25 ; micro-Deval MDE ≤ 20 avec une compensation maximale de 5 points entre les valeurs de LA et MDE.

- Caractéristiques de fabrication des gravillons : code II (aplatissement FI ≤ 20)

- Angularité des gravillons alluvionnaires : code Ang2

.....

Dosage de base en liants et gravillons

Structures	Granularité	Liant anhydre (kg/m ²)	Émulsion 69 % (kg/m ²)	Granulats (L/m ²)
Monocouche LG (déconseillé en forêt)	4/6	1,050	1,300	6 à 7
	6/10	1,350	1,750	8 à 9
	10/14	1,600	2,150	11 à 13
Monocouche double gravillonnage LGg (déconseillé en forêt)	6/10 2/4	1,300	1,750	6 à 7 3 à 4
	10/14 4/6	1,550	2,150	8 à 9 4 à 5
	6/10 2/4	0,850 0,850	1,000 1,300	7 à 8 4 à 5
Bicouche LGLg	10/14 4/6	0,950 0,950	1,100 1,400	10 à 11 6 à 7
	4/6 2/4	1,050	1,300	5 à 6 4 à 5
	6/10 2/4	1,350	1,750	7 à 8 6 à 7
Monocouche prégravillonné GLg	10/14 4/6	1,600	2,100	8 à 9 7 à 8
	10/14	1,400	1,750	8
	6/10 4/6	1,400	1,650	8 7 à 8
Bicouche prégravillonné GLGLg	14/20			9
	10/14	1,600	1,950	7
	4/6	1,500	1,850	7 à 8
	10/14	1,600	1,950	7

Ces dosages donnés à titre indicatif correspondent à une chaussée de surface homogène, à texture lisse et sans ressuage et supportant un trafic inférieur à 50 PL/j (≤T4). Ils doivent être adaptés à chaque cas à traiter.

→ **OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES ET OUTILS UTILISÉS**

1/ Préparation du support : le support doit être propre, exempt de poussières, de matières organiques, végétaux et mousses. Préférer l'aspiration au balayage (ou si possible cumuler balayage avec balai acier + aspiration).

2/ En cas de rugosité insuffisante, réaliser un cloutage.

3/ Exemple du bicouche LGLg

- 1 couche d'émulsion ECR à 69 % de bitume pur, 1,100 kg/m²;
- 1 couche de gravillons 10/14, 10 litres/m²;
- 1 couche d'émulsion ECR à 69 % de bitume pur, 1,400 kg/m²;
- 1 couche de gravillons 4/6, 7 litres/m².

4/ Compactage avec compacteur à pneus (entre 8 et 12 passes)

5/ Éventuellement balayage selon le dosage des gravillons et la fréquentation publique

.....
NB : si le trafic est faible, ne pas balayer, ni aspirer le trop plein de gravillons.

→ **POINTS DE VIGILANCE**

- **Support sec et propre**
- Température du sol lors de l'application supérieure à 10 °C
- **Temps non pluvieux pendant l'épandage du liant ni pendant le gravillonnage** lequel doit suivre directement l'épandage du liant. S'il pleut 12 h après sa mise en œuvre, la rupture est réalisée, l'ESU est viable et la pluie n'aura pas d'effet négatif.
- S'assurer qu'aucun jet de la répandeuse n'est bouché et que la rampe est réglée à la bonne hauteur
- **Pas de compactage avec un cylindre lisse**
- Pas d'attente avant la remise en circulation

→ **POINTS DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX ET MÉTHODES**

- Vérifier la **conformité des gravillons** approvisionnés (nature, calibre, forme, propreté, etc.)
- Contrôle du **dosage en liants et gravillons** à partir des bons de livraison et des surfaces mises en œuvre
- Contrôle de la **température du liant indiquée sur la répandeuse** (55 °C à 60 °C)
- **Vérifier, par essai direct après quelques dizaines de minutes, le collage des gravillons par le liant**

Fiche technique • ROULEMENT • Enrobé coulé à froid (ECF)

R4

ENROBÉ COULÉ À FROID (ECF)

→ OBJECTIFS

Obtenir une couche de roulement au moyen d'un liant hydrocarboné.

Assurer une bonne étanchéité en surface pour protéger le corps de la chaussée.



Enrobé coulé à froid

Régime Touffait, ONF

Fiche technique • ROULEMENT • Enrobé coulé à froid (ECF)

R4

→ CHAMPS D'APPLICATION – VARIANTES POSSIBLES

Technique applicable

- en **réfection généralisée** d'une chaussée revêtue (ESU, enrobé), usée (pelade, petites fissures, faiçnage), non déformée (ou préalablement reprofilée, cf fiche R6) si la décision de maintenir le caractère revêtu a été prise et que le choix ne s'est pas porté sur la technique de l'ESU ;
- en **création sur un support propre neuf** (routes construites avec des techniques d'empierrement ou de traitement de sol) pour répondre à des besoins identifiés et justifiés (ouverture à la circulation publique, pente).

.....
*NB : à proscrire contre les fissures avec remontées d'argile, **ne reprofile pas et ne renforce pas.***

Intérêts :

- durabilité : 8 à 10 ans ;
- coût limité par rapport à un enrobé bitumineux, parfois légèrement moins cher qu'un ESU (selon les régions) ;
- technique froide s'inscrivant dans une démarche de développement durable ;
- qualité visuelle et de confort supérieur à un ESU : meilleure tenue dans le temps, pas d'arrachement, même par grande chaleur ;
- mise en œuvre rapide et économique. En entretien, remise en circulation des véhicules légers très rapidement après réalisation (1 h à 2 h) ;
- peu de rejet (gravillon 1 %) et pas de balayage après ;
- possibilité de colorations.

.....
Aide au choix entre ESU et ECF

Objectifs visés	ESU	ECF
Étanchéité	+ à ++	+
Adhérence	++	+
Drainage des eaux de surface	+	–
Limitation des rejets de granulats	–	+
Contraintes tangentielles (carrefours, virages)	–	+
État du support		
Déformation/déflexion	+	– à --
Hétérogénéité/ressuage	–	+
Fissures	+	–
Période d'application	–	+

→ CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX APPORTÉS

Un ECF est un mélange de :

- granulats issus de roches dures (identiques à celles des enrobés très minces), 0/4 0/6 0/10 : 85 à 90 % de l'ECF ;
- émulsion cationique à rupture lente à base de bitume pur, avec une teneur en bitume de 60 à 65 % avec un dosage en bitume résiduel dans l'ECF compris entre 5,5 et 8,5 % ;
- eau d'apport avec un tensio-actif qui rend l'enrobage plus facile et améliore l'adhésivité liant/granulats.

Fiche technique • ROULEMENT • Enrobé coulé à froid (ECF)

R4

La fluidité du matériau est à vérifier par l'entrepreneur pour obtenir un épandage régulier sans débordement ;

- régulateur de rupture : ciment (1 %) ;
- fibres organiques de synthèse fines et longues (4 à 6 mm) pour une meilleure adhérence et durabilité : 0,1 % à 0,2 % par rapport aux granulats ;

- Caractéristiques intrinsèques des gravillons : code c

Essai Los Angeles LA ≤ 25 ; micro-Deval MDE ≤ 20 avec une compensation maximale de 5 points entre les valeurs de LA et MDE.

- Caractéristiques de fabrication des gravillons : code III (aplatissement FI ≤ 25)
- Caractéristique de fabrication des sables : code a (MB ≤ 2)
- Angularité des gravillons et des sables alluvionnaires : code Ang 2

Épaisseur indicative pour une couche : 10 à 15 mm

Dosages pour une couche avec sol préparé :

- 7 à 8 kg/m² pour un 0/4 ;
- 8 à 13 kg/m² pour un 0/6 ;
- 13 à 20 kg/m² pour un 0/10 ;

→ **OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES**

1/ Le support doit être propre et ne pas présenter de déformations : aspiration du support, pour retirer notamment mousse ou autre végétation présentes sur la chaussée et reprofilage si nécessaire. Les fissures actives doivent être colmatées, les défauts structurels doivent être corrigés (cf. fiche R6)

2/ Répandage de l'ECF en une ou deux couches. Si bicouche, la plus petite granularité (0/4 ou 0/6) en première couche et la seconde couche avec une granularité supérieure (0/6 ou 0/10)

3/ Compactage non obligatoire. Si compactage, utilisation d'un compacteur à pneus

NB : l'ECF peut être mis en œuvre en une seule couche, selon les besoins ou contraintes du support. La structure monocouche s'emploie sur les supports homogènes et non déformés (déformations < 1 cm). La structure bicouche s'emploie sur les supports légèrement déformés (1 à 2 cm) et/ou hétérogènes, la première couche ayant pour objectif de gommer les défauts et d'homogénéiser le support avant réalisation de la deuxième couche.

4/ Balayage éventuel après application et ouverture au trafic dès rupture complète

→ **POINTS DE VIGILANCE**

- Fluidité du matériau
- **Température au sol lors de l'application supérieure à 10 °C**
- Mise en œuvre **hors période de pluie**
- **Absence de gel dans les 24 h**
- Réalisation de **juin à fin septembre**

→ **POINTS DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX ET MÉTHODES**

- **Contrôle des constituants** avant utilisation (fiches techniques produit de l'ECF)
- Vérifier le **matériel et les réglages**, notamment le réglage de la table au départ (contrôle interne de l'entreprise)
- S'assurer de l'application des deux couches si deux couches commandées
- **Vérifier les longueur et largeur exigées**

BÉTON BITUMINEUX COMMUNÉMENT APPELÉ ENROBÉ

→ OBJECTIFS

Obtenir une couche de roulement au moyen d'un liant hydrocarboné.



Didier Grandjean, ONF

Pose d'un béton bitumineux (enrobé à chaud) avec progression du finisseur et compactage au cylindre lisse en forêt domaniale d'Orléans (45) – travaux sur route ouverte à la circulation publique financés intégralement par le Conseil Général 45 pour l'accueil du public

→ CHAMPS D'APPLICATION VARIANTES POSSIBLES

Technique applicable

En création sur un support propre neuf (routes construites avec des techniques d'empierrement ou de traitement de sol) pour répondre à des besoins identifiés et justifiés.

- Avantages :
 - bien adapté aux **zones très sollicitées** du point de vue des efforts tangentiels (virages serrés);
 - convient aux zones de **pente supérieures à 10 %** ;
 - plus résistant à l'usure que l'ESU ou l'ECF ;
 - aspect lisse en surface (confort de roulement) ;
 - convient aux zones devant être déneigées en période hivernale ;
 - peut-être **mis en œuvre toute l'année**, l'essentiel étant d'être hors gel.

Fiche technique • ROULEMENT • Béton bitumineux

R5

• Inconvénients :

- structure semi-rigide, moins souple que l'ESU (risque de casser si le support n'est pas correctement stabilisé);
- **technique plus onéreuse qu'un empierrement en GNT (R2), un ESU (R3) ou un ECF (R4).**

→ **CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX APPORTÉS****Un enrobé est un mélange de :**

- gravillons;
- sables avec ou sans fines (fillers);
- liant hydrocarboné = un bitume de classes (indicatrices de dureté) 20/30 ou 35/50 ou 50/70 en proportion d'environ 5 %;
- ajout de polymères pour atteindre certaines performances techniques.

Un enrobé est fabriqué en centrale fixe ou mobile

Il s'agit de produits chauds répandus à **une température supérieure à 140 °C** à l'aide d'un finisseur, pour les grands chantiers et au râteau et à la règle pour les petits travaux ponctuels.

Ils sont compactés immédiatement par **des compacteurs à cylindres lisses** humidifiés vibrant afin de serrer au maximum l'enrobé, avant le refroidissement du bitume.

Classifications et appellations

Il existe différents types de bétons bitumineux selon l'épaisseur mise en œuvre :

- BBUM : béton bitumineux ultra mince (1 cm à 1,5 cm);
- BBTM : béton bitumineux très mince (2 cm à 2,5 cm);
- BBM : béton bitumineux mince (3 cm à 5 cm);
- BBCS : béton bitumineux pour couches de surface de chaussées souples à faible trafic (> 5 cm);
- BBSG : béton bitumineux semi-grenu (>5 cm).

EB 10 1 ROUL/LIAIS 35/50 signifie :

Enrobé bitumineux, granularité 0/10 (BBSG 0/10), classe 1, pour couche de roulement ou liaison avec un bitume de classe 35/50 (dureté du bitume).

Normes pour les bitumes concernées par nos travaux :

- norme EN 13 108-1 : BBSG, BBM ;
- norme EN 13 108-2 : BBTM.

Liants d'enrobage conformes à

- norme EN 12 591 pour les bitumes purs;
- norme EN 13 924 pour les bitumes durs;
- norme EN 14 023 pour les liants modifiés.

Exigences pour les granulats

Caractéristiques pour une classe de trafic ≤ T3	BBSG – BBM	BBTM – BBUM	BBCS
Caractéristiques intrinsèques des gravillons	code C LA ≤ 25 et MDE ≤ 20	code B LA ≤ 20 et MDE ≤ 15	code C LA ≤ 25 et MDE ≤ 20
Caractéristiques de fabrication des gravillons	code III	code II	code III
Caractéristiques de fabrication des sables	code a	code a	code a
Angularité des gravillons et des sables alluvionnaires	code Ang 1	code Ang 1	code Ang 1

Normes de référence : NF EN 13 043 et NF P 18 545.

→ OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES

- 1/ **Bonne stabilité** préalable du corps de la chaussée, lequel doit être plat, uniforme (tolérance de petites déformations en surface) et de portance au moins égale à 50 MPa. Les nids de poule et les fissures doivent être réparés, et la surface nettoyée. En cas de chaussée déformée, se reporter à la fiche R6.
- 2/ **Couche d'accrochage** avec émulsion ECR à 65 % de bitume pur (1 litre/m² pour une chaussée déjà revêtue **ou imprégnation gravillonnée avec un ECR 65 % de bitume pur** avec gravillons 2/4 dosés à 7 l/m²)
- 3/ **Épandage** au finisseur de l'enrobé à chaud classique (Exemple BBSG, ordre de grandeur 120 kg/m² sur 5 cm d'épaisseur).
Dévers : **deux pentes latérales de 1 % maximum (réglage des tabliers de chaque côté), voire tabliers à zéro (pas de pente latérale).**
- 4/ **Compactage** immédiat au cylindre à eau, vitesse du compacteur inférieure à 6 km/h
Imposer des joints de raccord en début et fin de projet.

→ POINTS DE VIGILANCE

- Pas de pluie entraînant le lessivage de l'émulsion lors de la mise en place de la couche d'accrochage
- Cas des BBTM : compte tenu de l'épaisseur faible de l'enrobé, la température ambiante doit être supérieure ou égale à 10 ° C et la vitesse du vent inférieure à 30 km/h.

→ POINTS DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX ET MÉTHODES

- Vérification de la température de l'enrobé à la sortie du finisseur (> 140 °C)
- Vérification de l'épaisseur mise en œuvre par contrôle du volume d'enrobé répandu avec les bons de livraison (1 m³ d'enrobé = 2 300 kg). En cas d'une épaisseur insuffisante, répandage d'une couche supplémentaire d'enrobé pour atteindre l'objectif fixé au cahier des charges.
- Vérification du profil en travers

Fiche technique • ROULEMENT • Point à temps

R6

POINT À TEMPS

gestion des nids de poule sur routes forestières revêtues

→ **OBJECTIFS**

Traiter les nids de poule pour maintenir le profil et l'imperméabilité du revêtement en place dégradé.

→ **CHAMPS D'APPLICATION VARIANTES POSSIBLES****Technique applicable :**

- en **entretien courant** de voirie revêtue dont le revêtement est dégradé (nids de poule) mais dont la couche de base est en bon état;
- préalablement à une **réfection généralisée** du revêtement pour rendre le support apte à recevoir un ESU ou un ECF ou un enrobé.

NB : l'utilisation d'enrobés pour reboucher des nids de poule est déconseillée. Il s'agit d'un produit rigide inséré dans une chaussée souple ce qui perturbe le fonctionnement dynamique de la chaussée.

→ **CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX APPORTÉS**

- Grave en 0/20 ou 0/31,5 dans les nids de poule, calibre à adapter à la profondeur des nids de poule
- ESU (1,7 kg/m²) ponctuel à la lance manuelle ou en plein



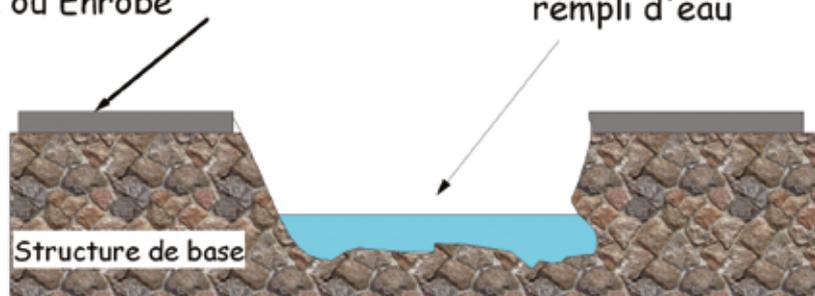
Nid de poule profond (atteinte à la structure) en forêt domaniale de Dabo (57)

Régine Tourfait, ONF

Entretien des routes revêtues – Traitement des nids de poule

Revêtement ancien :
E.S.U. ou Enrobé

Nid de poule souvent
rempli d'eau



- 1) Nettoyage du fond du nid de poule;
- 2) Bouchage du trou avec une grave 0/D en fonction de l'épaisseur et compactage avec une dame;
- 3) Mise en oeuvre d'une émulsion de bitume et gravillons pour établir la jonction entre le granulat 0/D et le nouveau revêtement (ESU ou enrobé) puis assurer l'imperméabilisation de la réparation;
- 4) Mise en oeuvre du nouveau revêtement (ESU ou enrobé) soit ponctuellement si peu de réparations, soit en plein si la densité des réparations est importante.

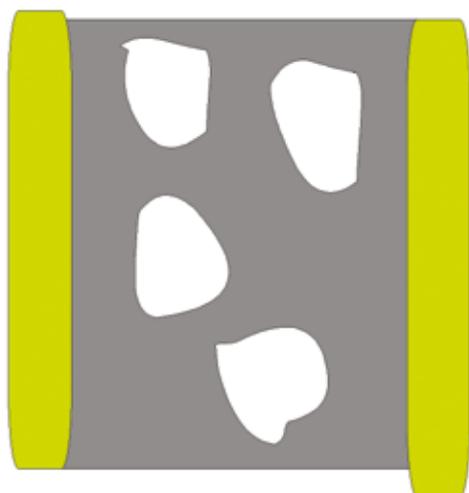
Il est important de noter la rectitude du travail fini par couche.
Le fonctionnement dynamique de la chaussée doit être simplement rétabli.

Didier GRANDJEAN, ONF

Fiche technique • ROULEMENT • Point à temps

R6

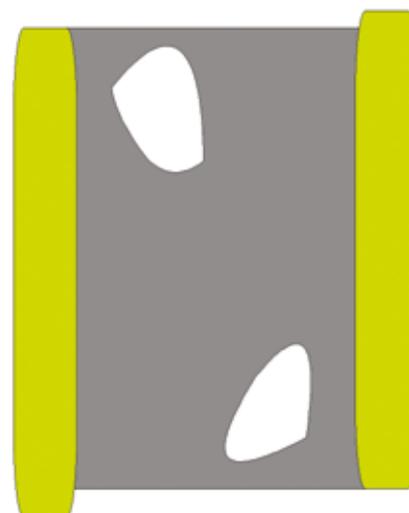
.....
 Entretien des routes revêtues – Traitement des nids de poule



Densité importante de
 dégradations

=

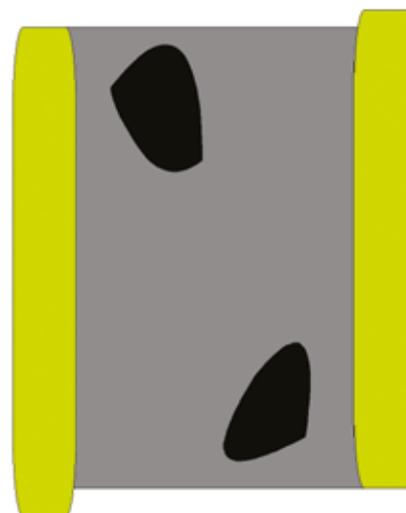
Réparation en plein



Peu de dégradations

=

Réparations ponctuelles



Didier GRANDJEAN, ONF



Dominique Paquet, ONF

Fréquence importante des nids de poules sur un tronçon = réfection en plein sur une bande de 50 m de long

Nids de poule sur la route forestière du Faîte en forêt domaniale de Retz (02)



Régine Tourfait, ONF

Fréquence faible des nids de poules sur un tronçon = réparations ponctuelles

Nids de poule en forêt domaniale de Dabo (57)

→ OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES

- 1/ **Nettoyage des zones à traiter** : purge manuelle ou mécanique et balayage
- 2/ **Mise en œuvre des granulats 0/D compactés**
- 3/ **Mise en œuvre d'un ESU**, ponctuel si nids de poule peu nombreux, ou en plein. En plein, l'ESU peut être remplacé par un ECF (fiche technique R4) ou un enrobé (fiche technique R5).

→ POINTS DE VIGILANCE

- S'assurer du **nettoyage préalable** et de l'**absence d'eau** et de matières organiques dans les nids de poule
 - Pour les produits hydrocarbonés, **température du sol lors de l'application supérieure à 10°**.
- Proscrire le compactage par le camion (petit cylindre)**

→ POINTS DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX ET MÉTHODES

- Être présent sur le chantier pour vérifier le bon nettoyage

Fiche technique • ROULEMENT • Scarification et/ou rechargement

R7

SCARIFICATION ET/OU RECHARGEMENT

en entretien de route empierrée

→ **OBJECTIFS**

Procéder à l'entretien ou la réfection généralisée d'une couche de roulement empierrée dont les matériaux sont encore présents en quantité suffisante, par :

- **scarification** en cas de déformations de surface importantes ;
- **et/ou rechargement** complémentaire en granulats.

Dans le cas d'une scarification, celle-ci ne doit pas déstructurer la couche de base sous-jacente.

L'objectif est de redonner un profil en travers régulier.

→ **CHAMPS D'APPLICATION – VARIANTES POSSIBLES**

Technique applicable lorsque l'assise de la chaussée assure toujours une portance suffisante :

- en **entretien courant** de routes empierrées présentant des nids de poule ;
- en **réfection généralisée** en cas de déformations importantes liées à des nids de poule nombreux.

Ces réparations doivent être complétées d'**actions curatives sur les causes des dégradations**. Exemples : arasement des accotements, gestion des arbres de bordures, réfection des fenêtres de drainage, entretien des revers d'eau, etc.

Variantes

Variante R7 – 1	Légère scarification au moyen d'une niveleuse, enlèvement du bourrelet central, rechargement en granulats 0/D si besoin , puis reprofilage de la chaussée. Nivellement, compactage.
Variante R7 – 2 « ponctuelle » Variante R7 – 2 « généralisée »	Nettoyage des nids de poule, rechargement en granulats 0/D avec D adapté à la profondeur des nids de poule. Reprofilage, nivellement, compactage.

→ **CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX APPORTÉS**

GNT 0/10 à 0/20, l'idéal étant une granulométrie égale ou inférieure ou au plus égal au matériau initial et adaptée à la profondeur des nids de poule. Exemple : 0/20 pour une épaisseur minimum de 6 cm.

→ **OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES**

Cf paragraphe ci-dessus « variantes possibles ».

→ **POINTS DE VIGILANCE**

- Réalisation du chantier dans de **bonnes conditions météorologiques**
- Veiller à ne pas atteindre la couche de base lors de l'opération de scarification pour éviter toute déstructuration de la chaussée

→ **POINTS DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX ET MÉTHODES**

- **Lors de la mise en place des matériaux**, vérifier visuellement :

- la nature ; la granularité ; la propreté.

Pour vérifier de façon simple la propreté, la méthode consiste à prendre les fines des matériaux, à les mouiller et à regarder l'obtention ou non d'un modelage. En l'absence d'un modelage, le matériau est satisfaisant, dans le cas contraire, le matériau est douteux quant à sa propreté, une analyse en laboratoire est alors nécessaire pour vérifier la valeur de bleu (VBS).

- À la **réception**, vérifier :

- l'épaisseur compactée par sondages ;
- la qualité du compactage ;
- le profil en travers : pente unilatérale $\leq 2\%$ pour une bonne évacuation des eaux de ruissellement.

TRANSFORMATION D'UNE ROUTE REVÊTUE EN ROUTE EMPIERRÉE PAR RECHARGEMENT

→ OBJECTIFS

Procéder à la transformation d'une route revêtue en route empierrée lorsque la couche de base de la chaussée offre toujours une portance suffisante (supérieure ou égale à 50 MPa).

→ CHAMPS D'APPLICATION VARIANTES POSSIBLES

Mise en œuvre sur une structure de chaussée de bonne qualité (répondant aux normes actuelles de portance).

→ OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES

1/ Intervenir sur les équipements d'assainissement si besoin (drains, etc.)

2/ Rechargement de la chaussée en graves non traitées 0/D, après scarification ou non du revêtement hydrocarboné. La décision de scarifier dépendra de la granularité de la couche de base sous-jacente : pas de scarification en présence de gros blocs, laquelle risquerait de déstructurer la couche de base en cas d'arrachement. La scarification superficielle s'effectuera au moyen d'une pelle équipée d'un godet à dent. La niveleuse n'est pas conseillée car il est difficile de contrôler la profondeur d'intervention.

Afin de bien maintenir les matériaux d'apport, il est souhaitable de constituer des épaulements de part et d'autre de la chaussée au moyen de matériaux provenant du curage des fossés ou des accotements.

NB : la scarification ne fait pas l'unanimité, c'est pourquoi les retours d'expériences (simple rechargement ou avec scarification) seront précieux.

→ POINTS DE VIGILANCE

- Réalisation du chantier dans de **bonnes conditions météorologiques**
- Le travail de scarification éventuel doit se faire par un « piochage » rapproché

→ POINTS DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX ET MÉTHODES

- **Lors de la mise en place des matériaux**, vérifier visuellement :
 - la nature ; la granularité ; la propreté.

Pour vérifier de façon simple la propreté, la méthode consiste à prendre les fines des matériaux, à les mouiller et à regarder l'obtention ou non d'un modelage. En l'absence d'un modelage, le matériau est satisfaisant, dans le cas contraire, le matériau est douteux quant à sa propreté, une analyse en laboratoire est alors nécessaire pour vérifier la valeur de bleu (VBS).

- À la réception :
 - vérification de l'épaisseur compactée par sondages ;
 - de la qualité du compactage ;
 - le profil en travers : pente unilatérale $\leq 2\%$ pour une bonne évacuation des eaux de ruissellement.



Route de la Zorn Blanche en forêt domaniale de Dabo (57)



Enlèvement du revêtement hydrocarboné, scarification suivie d'un léger empierrement

Fiche technique • SURLARGEURS et PLACES DE RETOURNEMENT Types

D

SURLARGEURS ET PLACES DE RETOURNEMENT TYPES

→ OBJECTIFS

Optimiser la mobilisation des bois grâce à la mise en place d'équipements connexes aux routes : **places de retournement** pour les grumiers et les camions, **surlargeurs** pour le stationnement des remorques destinées au chargement des bois d'industrie et le stationnement des grumiers lors du chargement des grumes ou dans le cadre des activités liées à la mobilisation du bois énergie.

NB : les places de dépôt des bois sont en terrain naturel. Au moment de la matérialisation de l'emprise, penser à délimiter, si nécessaire, ces zones de stockage en terrain naturel, contiguës aux aménagements empierrés. Les engins (porteurs et débardeurs) doivent pouvoir circuler aisément autour des surlargeurs et places de chargement/retournement, même avec les bois stockés.



Remorque chargée de bois de trituration, stationnée sur une surlargeur en forêt domaniale de Retz (02)



Place de retournement/dépôt

→ CHAMPS D'APPLICATION – VARIANTES POSSIBLES

Équipements à **installer lors des créations des routes forestières**. Toutefois, il est possible d'ajouter des équipements complémentaires sur des routes existantes, en fonction des exploitations prévues dans le document d'aménagement et/ou du contexte sociétal (exemple, amélioration nécessaire du stockage des bois dans des secteurs fréquentés par le public).

- Au minimum, 1 place de retournement de 250 m² à 300 m² tous les 600 m à 1 000 m
- La fréquence des surlargeurs de 180 m² en moyenne est à adapter selon les besoins

→ CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS

1/ Implantation

- De préférence aux points hauts pour éviter la création de fossés
- Au point de rupture de charges : proximité immédiate des sorties de lignes, chemins de vidange, collecteurs de cloisonnements d'exploitation. Les tracteurs et porteurs ne doivent pas emprunter les routes forestières ;
- Piquetage préalable de l'emprise

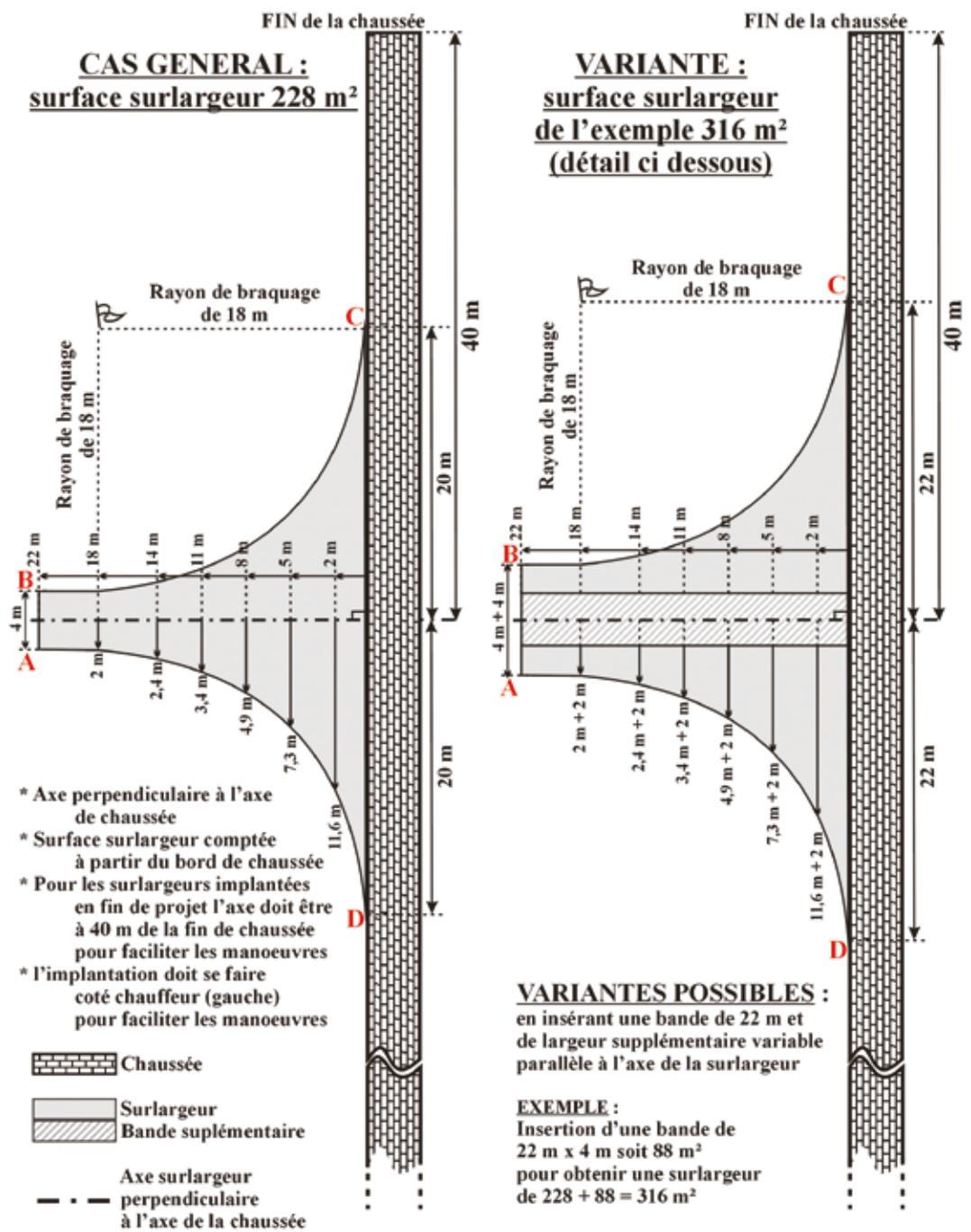
2/ Structure

- Techniques de construction identiques à celles du corps de chaussée, se reporter aux fiches techniques précédentes B1, B2, B3, B4

Ci-après, des exemples non exhaustifs de schémas de surlargeurs et places de chargement/retournement.

Exemple 1 : Surlargeur de retournement – Rayon de braquage de 18 m

Exemple n° 1
SURLARGEUR de RETOURNEMENT - Rayon de braquage de 18 m

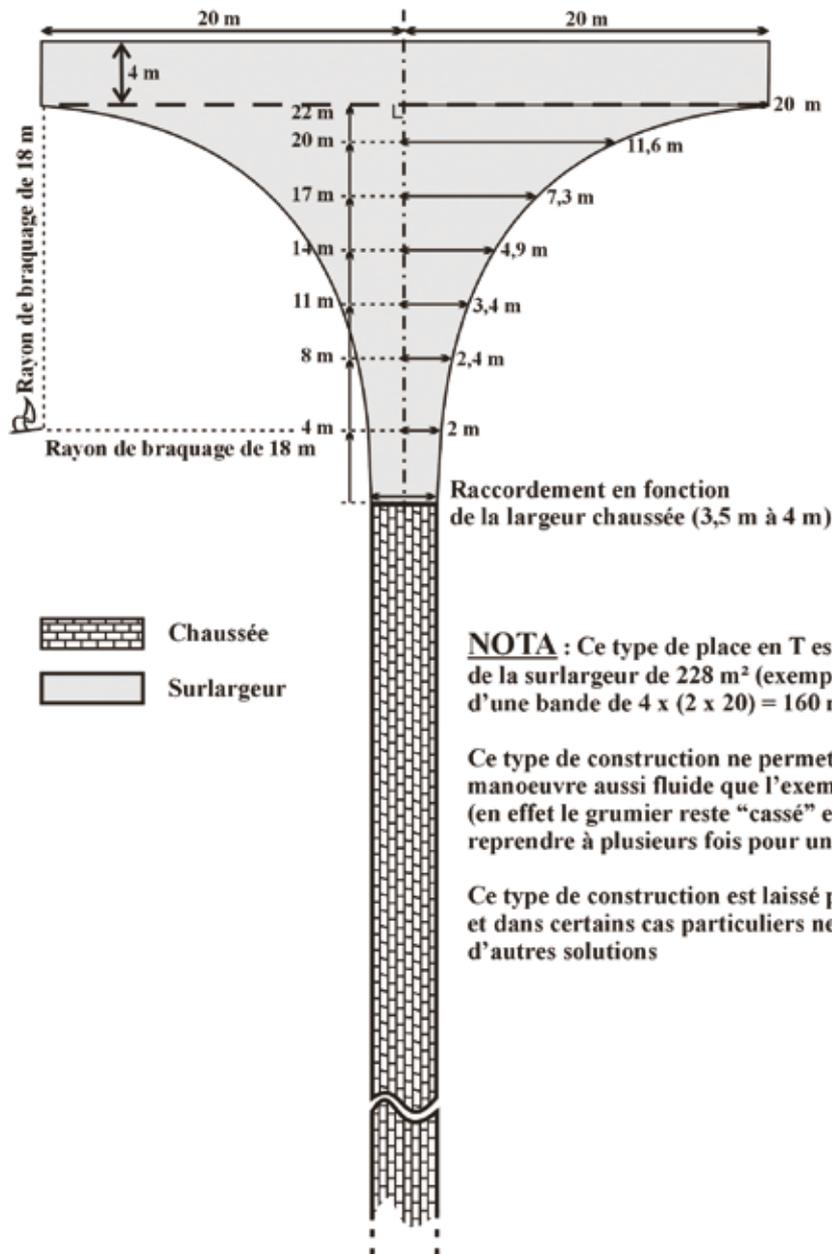


Source ONF - P Bonnefond

Fiche technique • SURLARGEURS et PLACES DE RETOURNEMENT Types

D

Exemple 2 : Place de retournement (388 m²) – Rayon de braquage de 18 m

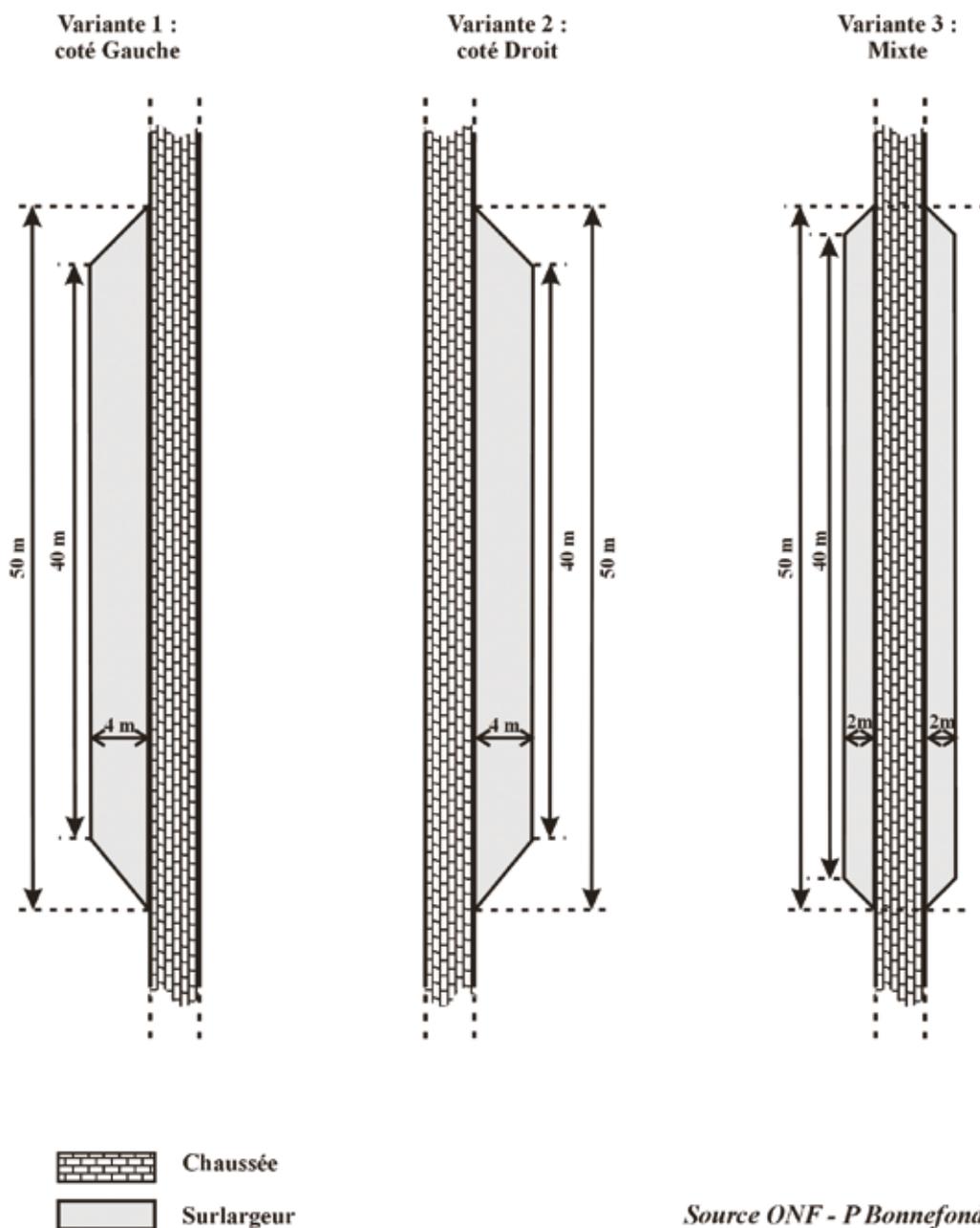


Source ONF - P Bonnefond

Fiche technique • SURLARGEURS et PLACES DE RETOURNEMENT Types

D

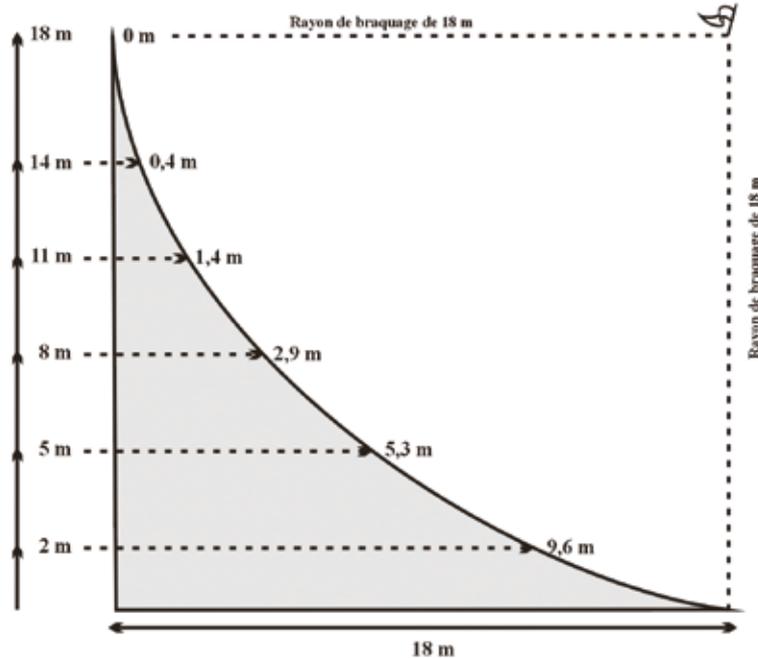
Exemple 3 : Surlageur (180 m²) de plate-forme de broyage bois-énergie Chargement de bois d'industrie
Croisement



Fiche technique • SURLARGEURS et PLACES DE RETOURNEMENT Types

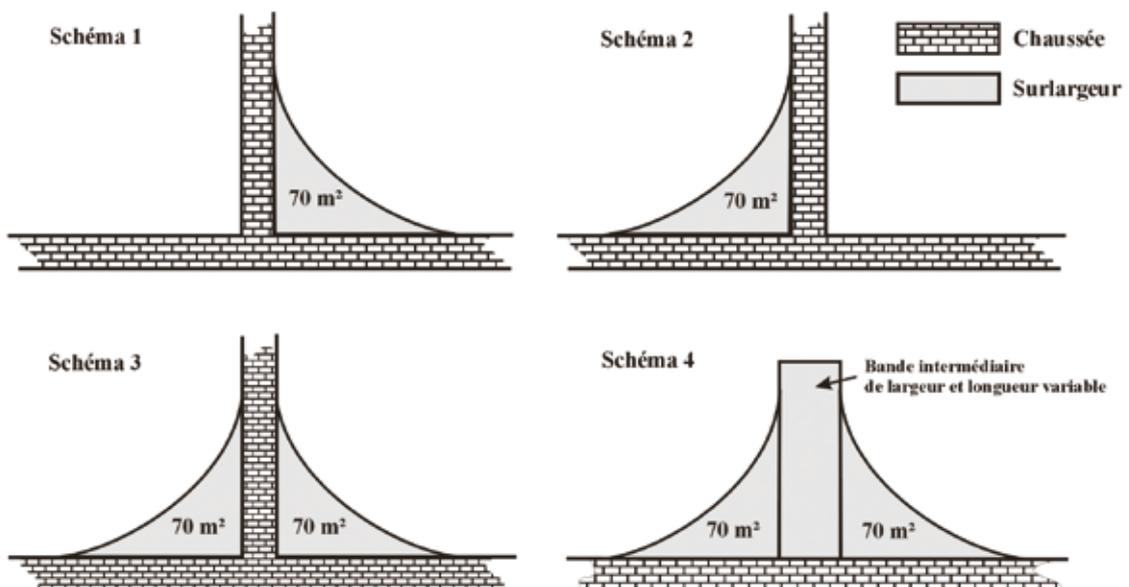
D

Exemple 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) ...



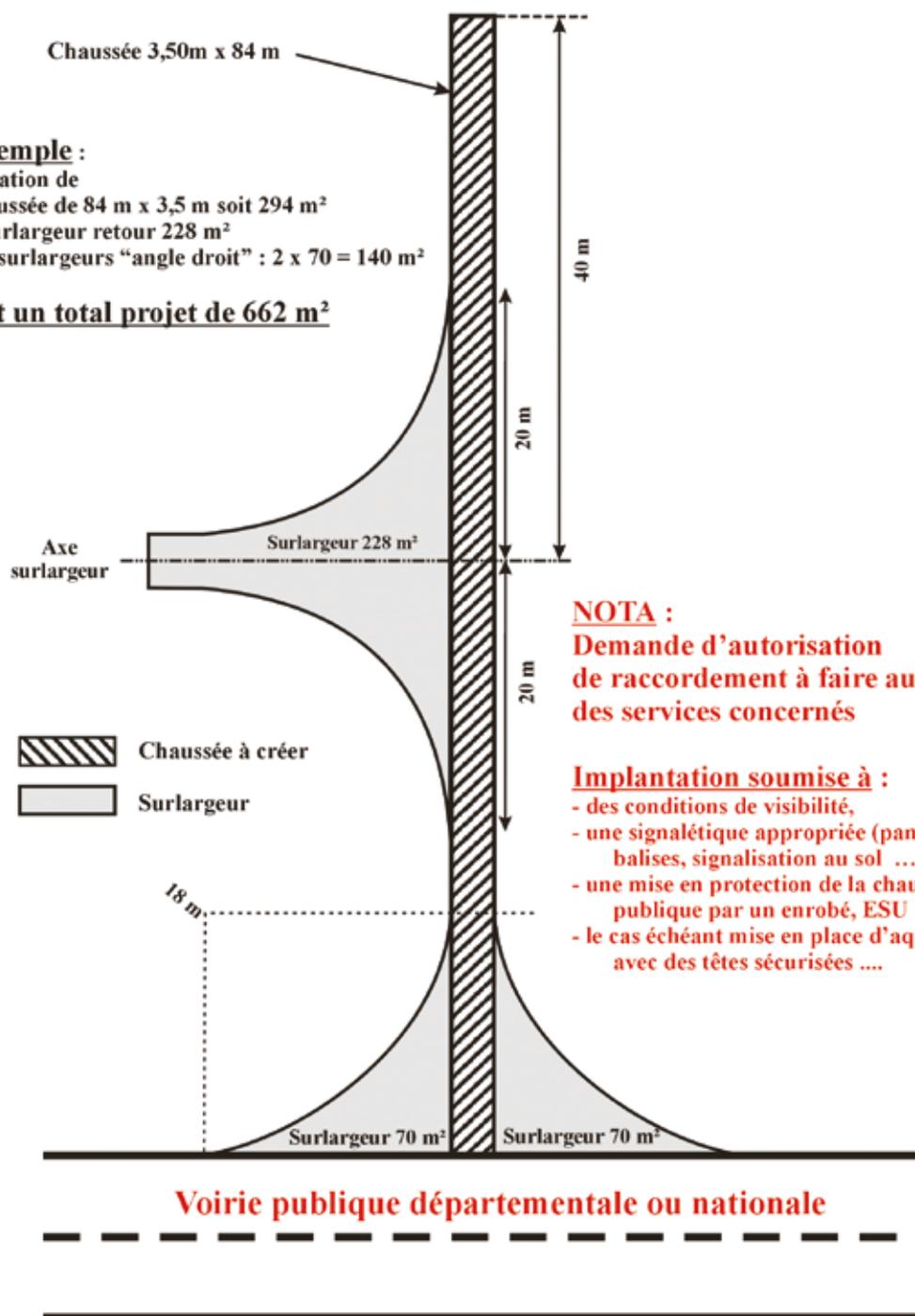
Source ONF - P Bonnefond

Exemple 5 : Combinaison de différents schémas de surlargeurs pour créer une « mise en sécurité » d'une voirie publique départementale ou nationale

Exemple :

Création de
 chaussée de 84 m x 3,5 m soit 294 m²
 + surlargeur retour 228 m²
 + 2 surlargeurs "angle droit" : 2 x 70 = 140 m²

soit un total projet de 662 m²



NOTA :
 Demande d'autorisation
 de raccordement à faire auprès
 des services concernés

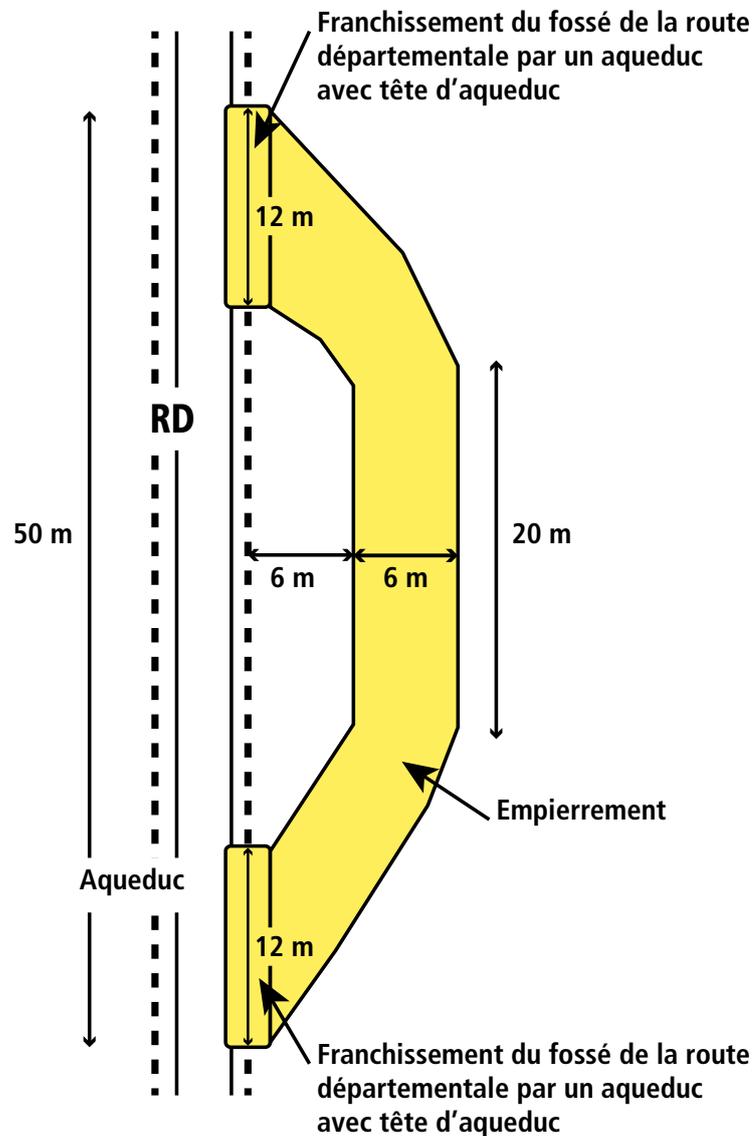
- Implantation soumise à :**
- des conditions de visibilité,
 - une signalétique appropriée (panneaux, balises, signalisation au sol ...)
 - une mise en protection de la chaussée publique par un enrobé, ESU ...
 - le cas échéant mise en place d'aqueducs avec des têtes sécurisées

Source ONF - P Bonnefond

Fiche technique • SURLARGEURS et PLACES DE RETOURNEMENT Types

D

Exemple 6 : Antenne de chargement en bordure d'une route publique (285 m²)



NB : La création d'une telle antenne en bordure de route départementale mérite souvent une analyse paysagère pour son implantation optimale intégrant paysage (micro-relief, gestion des lisières) et sécurité des accès.

→ **POINTS DE VIGILANCE**

Cf fiches techniques B1, B2, B3, B4.

→ **MÉTHODE DE CONTRÔLE DE LA BONNE EXÉCUTION DES TRAVAUX**

Cf fiches techniques B1, B2, B3, B4.

ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSÉE

en création et en entretien

→ OBJECTIFS

- Assurer un **bon drainage de la chaussée** afin d'éviter une dégradation des caractéristiques de portance de cette dernière
- **Éviter un ruissellement** et une **érosion de surface** de la route

→ CHAMPS D'APPLICATION VARIANTES POSSIBLES

- Lors de la création d'une route forestière
- Lors des opérations d'entretiens réguliers

En création : 4 variantes en fonction de la nature du sol, de la pente en travers du terrain naturel (PT) et de la pente en long (PL)

Variante A1 : sol non drainant, PT < 5 %, PL < 10 % :

- créer des fossés de drainage de part et d'autre de la voie ;
- ce qui engendre la mise en œuvre d'aqueducs longitudinaux pour l'accès aux parcelles et parfois transversaux sous la chaussée ;
- créer des fenêtres de drainage avec un GNT d/D + géotextile, réparties alternativement des deux côtés de la chaussée et au niveau des points bas, afin d'évacuer l'eau vers les fossés bordiers. En moyenne 20 fenêtres de drainage au km, ce nombre étant à adapter selon la perméabilité de l'accotement. La présence d'argile doit inciter à en installer davantage qu'en contexte plus filtrant ;
- arasement régulier des accotements.

Variante A2 : sol drainant (calcaire, sable, arène granitique, grès), PT < 5 %, PL < 10 % :

- pas de fossé systématiquement puisqu'il y a un écoulement diffus à travers le sol. Toutefois, des fossés (variante A1) peuvent être utiles à l'évacuation des eaux de ruissellement, dans le cas d'utilisation de matériaux O/D sensibles à l'eau. À étudier au cas par cas ;
- en l'absence de fossé et pour bien gérer les eaux de surface, une attention particulière doit être apportée au profil en travers de la chaussée ;
- attention : en cas de sources, prévoir la réalisation de fossés pour intercepter l'eau (variante A1) ;
- arasement régulier des accotements.

NB : en l'absence de fossé, l'ouverture de l'emprise sera réduite de 2 à 3 m.

Variante A3 : tous types de sol, 5 % < PT < 10 % et PL < 10 % :

- créer un fossé de drainage côté amont ;
- en situation de dépression du terrain naturel empêchant une évacuation naturelle de l'eau du fossé, il convient d'aménager un exutoire vers une mare à créer favorable à la biodiversité inféodée aux milieux humides ;
- arasement régulier des accotements.

Variante A4 : tous types de sol et de PT, PL > 10 % sur route empierrée :

- créer des fossés et des fenêtres de drainage de part et d'autre de la chaussée (cf variante A1) ;
- pose de revers d'eau ou de drains granulaires : 1 tous les 50 m à 100 m. **Les drains granulaires plus performants que les revers d'eau et moins onéreux sont à privilégier ;**
- arasement régulier des accotements.

Fiche technique • ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSÉE

A

En entretien

Problèmes identifiés	Traitements
Présence d'eau dans le corps de chaussée. L'eau peut provenir de la surface ou par remontée de nappe	<p>CORPS DE CHAUSSÉE</p> <ul style="list-style-type: none"> – arasement des accotements pour faciliter l'évacuation des eaux de surface ; – rechargement éventuel afin de remonter le niveau de la chaussée. <p>FOSSE</p> <ul style="list-style-type: none"> – créer ou reprofiler les fossés afin d'optimiser leur efficacité. Le fond des fossés doit être plus bas que le fond de forme de la route ; – améliorer l'efficacité des exutoires : curage mécanique des fossés, débouchage manuel des aqueducs, création d'exutoires complémentaires aux fossés existants adaptés à la topographie. <p>FENÊTRES DE DRAINAGE</p> <ul style="list-style-type: none"> – créer ou remplacer des fenêtres de drainage, notamment dans les points bas <p>TRANCHÉES DRAINANTES (ou drains granulaires)</p>
Érosion de surface	<p>ARRASEMENT des ACCOTEMENTS en cas d'écoulement longitudinal sur la route</p> <p>Pose de RENVOIS D'EAU rigides ou aménagement de DRAINS GRANULAIRES</p> <p>Éventuellement, mettre en place localement une chaussée drainante ou des caissons (= géogrille remplie de granulats 20/40 ou 40/70)</p>

→ CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS OU DES AMÉNAGEMENTS

FOSSES

- la pente en long des fossés doit être suffisante pour une bonne évacuation des eaux ;
- minimum conseillée : 3 % ;
- forme des fossés trapézoïdale ;
- lorsque la pente en travers du terrain naturel n'impose pas la création d'un fossé de chaque côté, le fossé unique sera, a priori, réalisé côté amont ;
- dimensions normalisées : 100 x 60 x 30 ou 120 x 60 x 40 ou 160 x 80 x 40.

PENTE EN TRAVERS UNIQUE de la chaussée

- la pente en travers de la chaussée est à réaliser à la niveleuse lors de la mise en œuvre des couches de base et de roulement et selon une pente de 1 à 2 % ;
- prévoir un arasement et un compactage des accotements afin que le haut de l'accotement soit au maximum au niveau du bord de la chaussée finie, pour une bonne évacuation de l'eau ;
- dans le cas où un seul fossé amont est creusé, la plate-forme doit avoir une pente unique vers l'aval (sauf dans les virages importants).

FENÊTRES DE DRAINAGE

Matériaux d/D (exemple GNT 40/70) entourés d'un géotextile.

À créer dans les accotements au niveau des points bas, avec le fond de la tranchée situé à environ 15 cm au-dessus du fond du fossé.



Régine Tourfait, ONF

Fenêtre de drainage en forêt syndicale des Mazures, RF des Houdelimonts (08)

AQUEDUCS

Référence : Fascicule 70 du CCTG « ouvrages d'assainissement ».

- Diamètre : 400 minimum (les diamètres nominaux des aqueducs en béton sont fonction de leur finition, A, B ou F)
- Béton de ciment 135A (armé), B (non armé) ou F (fibré acier)
- Pente : les flux à l'intérieur des aqueducs doivent être de type fluvial ($Fr < 1$) c'est-à-dire que la pente et le dimensionnement doivent être calculés en fonction de l'étude hydrologique faite en amont
- Longueur : 7,20 m à 9,60 m (utiliser des multiples de longueurs standards)
- Mise en œuvre :
 - les aqueducs sont à poser sur un lit de sable ou sur un matériau fin similaire suffisamment stable et perméable, sur une épaisseur égale à 1/3 du diamètre des tuyaux;
 - les aqueducs doivent être recouverts par une épaisseur minimale de 30 cm en cas d'utilisation de tuyaux en béton centrifugé
- Têtes de pont et têtes de sécurité :
 - en bordure des routes publiques, il est nécessaire d'équiper les aqueducs de têtes de sécurité.
 - pour les routes forestières :

cas des aqueducs longitudinaux pour l'accès aux peuplements : il est conseillé de poser une tête de pont en amont et de laisser dépasser l'aqueduc d'environ 50 cm en aval ce qui économise la pose d'une deuxième tête. Dans le cas d'une route forestière ouverte à la circulation publique, il est recommandé la pose de 2 têtes de sécurité ;

cas des aqueducs transversaux : selon la stabilité des remblais, il peut-être conseillé d'équiper les aqueducs de 2 têtes simples de pont (pas systématique).

NB : pour les places de retournement et surlargeurs, quand il existe des fossés bordiers et quand la pente en travers le permet, mieux vaut éviter de traverser l'ouvrage en privilégiant la mise en place d'un aqueduc sous la route.

NB : en cas d'utilisation d'aqueducs en PEHD : pour obtenir la même résistance qu'un tuyau en béton, prévoir un recouvrement en GNT 0/D d'au minimum 60 cm.



Yann Verdeboutique, ONF

Godet trapézoïdal utilisé en forêt domaniale de Notre Dame sur la route forestière de Pontillaut, pour la création de fossés (77)



Jérôme Fabre, ONF

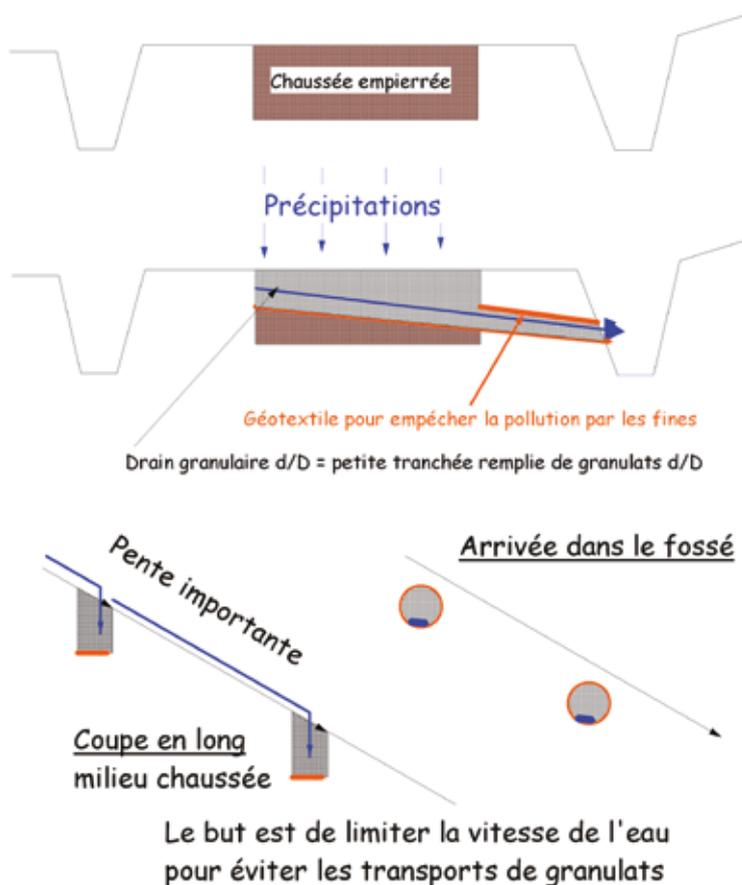
Aqueduc avec tête de sécurité en raccordement de voirie existante, en forêt communale de Péronne (71)

Fiche technique • ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSÉE

A

REVERS d'EAU (NB : privilégier les drains granulaires aux revers d'eau)

- En bois ou caniveaux double pente en béton préfabriqué de type CC2
- Leur installation n'est possible que lorsque la chaussée a un profil en travers avec pente transversale
- La pose avec béton n'est pas à systématiser. Les revers d'eau tiennent très bien dans une grave compactée, ce qui permet en outre de les repositionner si nécessaire lors d'un rechargement
- L'angle de pose doit permettre un bon écoulement de l'eau vers les fossés bordiers; il est en général de 40° par rapport à l'axe de la chaussée
- La longueur doit être de 6 m pour une largeur de chaussée de 3,50 m

DRAINS GRANULAIRES

Didier GRANDJEAN, ONF

POINTS DE VIGILANCE

- Toujours procéder à un diagnostic, si possible un jour très pluvieux !

Il convient d'analyser les flux hydrauliques tant en amont (bassin versant, ouvrage...) qu'à la surface de la route ainsi que les flux internes de la chaussée. La granularité des matériaux utilisés (0/D ou d/D) est aussi à prendre en compte.

POINTS DE CONTRÔLE de la BONNE EXÉCUTION des TRAVAUX et MÉTHODES

- Vérifier la conformité des matériaux et des aménagements aux prescriptions prévues dans le CCTP (aqueducs, granulats, revers d'eau, etc.)

SUIVI ET ENTRETIEN DES OUVRAGES D'ART

→ OBJECTIFS

Les ouvrages d'art constituent des éléments très importants des infrastructures routières. Ils sont coûteux et doivent être mis en place à bon escient et correctement entretenus après des visites régulières. En création, le tracé doit être réfléchi dans l'optique d'en diminuer l'installation.

Dans de nombreux cas, une défaillance de leur part présenterait un danger pour les usagers.

Dans certains cas, ces ouvrages d'art sont des éléments patrimoniaux d'importance variable : pont en pierre, ouvrages de soutènement construits à la fin du 19^{ème} siècle dans le cadre des politiques RTM, etc.

Rappel des ouvrages d'art présents en forêt :

- aqueducs béton ou acier de diamètre 200 à 1000 mm ;
- dalot pierre ou en béton ;
- têtes d'aqueduc ;
- puisards ;
- ponceaux ;
- ponts (en pierre, maçonnés, préfabriqués, en bois, en métal, en matériaux mixtes) ;
- renvois d'eau (en « terrain naturel », en bois, en métal, en béton, en éléments préfabriqués...);
- murs de soutènement en béton, en pierre ou en bois ;
- ouvrages de soutènement autoportant (béton ou bois) ;
- digue ou barrage.



Pont en pierre en forêt domaniale de Retz (02)

Régime Tourfait, ONF

Fiche technique • SUIVI ET ENTRETIEN DES OUVRAGES d'ART

0

→ OPÉRATIONS TECHNIQUES ÉLÉMENTAIRES

1/ **Inventaire**, identification (numérotation...), cartographie (S.I.G., sommier) et repérage des ouvrages d'art

2/ Établissement d'un protocole de suivi et de contrôle (fiche, fréquence, archivage...)

3/ **Entretiens** à effectuer

NB : vigilance par rapport à la loi sur l'eau à chaque intervention sur les ouvrages hydrauliques.

Ci-après, un tableau indicateur des interventions possibles selon les types d'ouvrages. Les fréquences d'interventions ne sont qu'indicatives et dépendent des différents enjeux.

Type d'ouvrage	Nature intervention	Fréquence optimale (à adapter)
Aqueducs en béton ou en acier	Curage manuel (éventuellement mécanique)	
Tête d'aqueduc	Repérage à la peinture pour des aspects sécurité/protection	Tous les 5 à 10 ans
	Débroussaillage	1 passage/an
Puisard	Curage manuel	1 à 4 passages/an
Ponceaux	Contrôle : portance, affouillement, culée	1 fois/an à 1 fois/5 ans
	Enlèvement des embâcles	Nettoyage ponctuellement ou 1 à 2 fois/an
Ponts en pierre, en béton manuel, préfabriqués, en matériaux mixtes béton/bois, en bois	Contrôle : – contrôle visuel; – portance; – plateforme (étanchéité, drainage...); – tablier; – affouillement; – culée.	1 fois/an à 1 fois/5 ans
	Gestion de l'assainissement en amont de l'ouvrage : fossés, renvois d'eau, fenêtre de drainage. Étanchéité de la chaussée ou du tablier. Purge des drains – curage	Ponctuellement ou 1 à 2 fois/an
Murs de soutènement	Contrôle : – contrôle visuel; – contrôle de mesures étalon (repères); – recherche de fuite éventuelle (mesure); – plateforme (étanchéité, drainage...); – tablier; – affouillement; – culée.	1 fois/an à 1 fois/5 ans
	Gestion de l'assainissement en amont de l'ouvrage : fossés, renvois d'eau, fenêtre de drainage. Étanchéité de la chaussée ou du tablier. Purge des drains – curage	Ponctuellement ou 1 à 2 fois/an

→ POINTS DE VIGILANCE

Pour chaque opération sur ces ouvrages, s'assurer de sa conformité avec la réglementation en vigueur (loi sur l'eau notamment).

GESTION DE LA VÉGÉTATION

→ OBJECTIFS

La gestion de la végétation a pour objectif :

- de maintenir la circulation des véhicules légers sans gêne, ni risque (visibilité, croisement);
- de maintenir la circulation des véhicules de haut gabarit (camions, grumiers, bus...);
- d'assurer un bon assainissement aérien de la chaussée par évaporation, séchage et éviter l'égouttement à l'origine de la formation de nids de poule;
- de maîtriser le développement de la végétation herbacée sur la route (cas des voies étroites avec bande herbeuse centrale et cas des routes peu fréquentées).

NB : La végétation latérale et/ou haute de bordure de route ainsi que son entretien (nature des travaux, date, périodicité) peuvent avoir des effets positifs ou négatifs sur :

- la flore - attention à la présence d'espèces protégées ;
- la faune ornithologique ;
- la faune terrestre (insectes, amphibiens, etc.)
- la perception des paysages forestiers..

La décision de réaliser des travaux d'entretien de la végétation (nature des travaux, fréquence et date de programmation) **doit tenir compte des enjeux naturalistes et sociétaux et de leurs hiérarchisations.**



En forêt domaniale de Retz (02)

Régime Touffait, ONF

Fiche technique • GESTION DE LA VÉGÉTATION

V

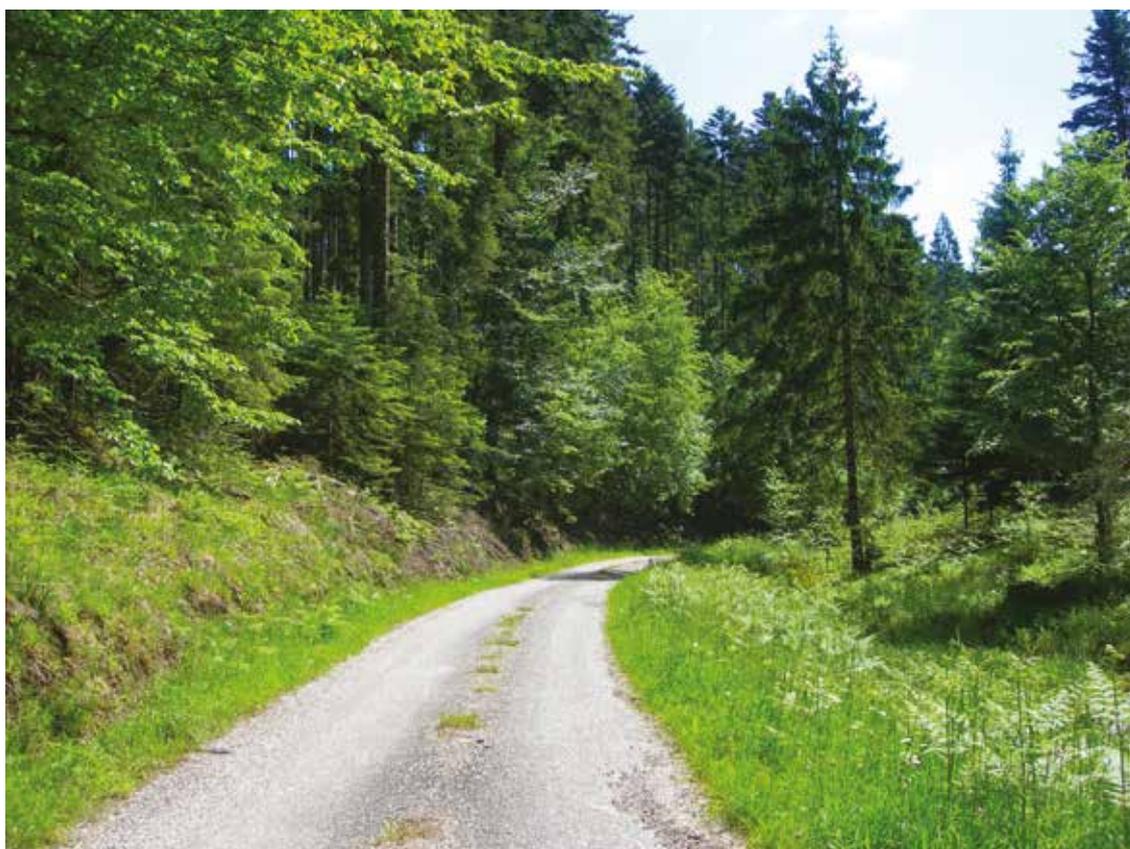
→ CHAMPS D'APPLICATION – VARIANTES POSSIBLES

- végétation herbacée des accotements ;
- végétation herbacée et ligneuse basse des fossés et talus ;
- végétation ligneuse haute des talus ;
- végétation ligneuse haute (arbres de bordure).

→ OPÉRATIONS TECHNIQUES

Diagnostic et planification de la gestion de la végétation

Il convient de bien identifier la nature de la végétation à traiter et l'outil le plus approprié ainsi que les enjeux. Dans certains cas, un plan de gestion des lisières à l'échelle de la forêt peut-être judicieux, particulièrement en présence d'enjeux paysagers.



Route forestière en Lorraine

Régine Tourfait, ONF

Fiche technique • GESTION DE LA VÉGÉTATION

V

Travaux

Nature des travaux	Fréquence (en gras : cas le plus fréquent ou normal)	Points de vigilance
<p>Élargissement de l'emprise par coupe des bois latéraux : martelage puis commercialisation ou travaux. Technique de gestion à adapter selon le contexte paysager.</p>	<p>Intervention ponctuelle tous les 15 à 30 ans environ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Respect de la chaussée • Prise en compte du contexte et des enjeux paysagers
<p>Entretien de la végétation herbacée des accotements :</p> <ul style="list-style-type: none"> – avec faucheuse à disque, un passage, largeur 1,5 m ; – avec épareuse, possibilité d'un, de deux ou trois passages pour une largeur travaillée de 1 à 4/5 m ; – entretien manuel avec débroussailluse. 	<p>Intervention régulière adaptée au niveau de service : annuelle pour les routes principales et structurantes, tous les 3 ans pour les routes secondaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prise en compte du contexte et des enjeux écologiques
<p>Entretien de la végétation herbacée et ligneuse basse des fossés et talus :</p> <ul style="list-style-type: none"> – avec épareuse, possibilité d'un, ou deux ou trois passages pour une largeur travaillée de 1 m à 4/5 m ; – avec un broyeur de végétaux, largeur traitée 2 à 2,20 m. 	<p>Intervention régulière tous les 3 à 5 ans</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Attention à ne pas combler les fossés et les ouvrages hydrauliques (passages busés...) • Prise en compte du contexte et des enjeux écologiques
<p>Entretien de la végétation latérale ligneuse haute des talus :</p> <ul style="list-style-type: none"> – avec épareuse, possibilité d'un, de deux ou trois passages pour une largeur travaillée de 1 m à 4/5 m ; – avec lamiers multi-disques, travail possible jusqu'à 10 m environ. 	<p>Intervention régulière tous les 3 à 7 ans</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Attention à ne pas combler les fossés et les ouvrages hydrauliques (passages busés...) • Prise en compte du contexte et des enjeux écologiques
<p>Entretien de la végétation ligneuse haute :</p> <ul style="list-style-type: none"> – avec lamier monolame, travail jusqu'à hauteur de 10 /12 m ; – manuel (taille par grimpeur-élagueurs) ; – martelage à privilégier (aspects économiques et paysagers) 	<p>Intervention ponctuelle tous les 10/15 ans</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Attention à la chaussée : risque de perforation de la chaussée • Prise en compte du contexte et des enjeux écologiques paysagers



En forêt domaniale de Crécy-en-Ponthieu (80), Régine Touffait, ONF



3^e PARTIE

ITINÉRAIRES TECHNIQUES DE CRÉATION

- Routes empierrées revêtues ou non
- Routes par traitement du sol en place
- Routes en béton de ciment

1_CHOISIR UN ITINÉRAIRE TECHNIQUE DE TRAVAUX ROUTIERS (ITTR) EN CRÉATION

La création d'une route forestière correspond à la réalisation d'un ouvrage répondant à des normes techniques, notamment à une portance de 50 Mpa minimum.

La création comprend :

- des travaux de terrassement (T);
- la réalisation d'une couche de base ou de plusieurs couches d'assises (B);
- la réalisation d'une couche de roulement (R);
- la mise en place d'éléments d'assainissement (A).

La clef ci-après (p 94-95) indique les différentes combinaisons possibles des techniques de construction en fonction de critères, notamment :

- la portance du sol support;
- la facilité ou non d'approvisionnement en matériaux d'empierrement;
- la pente en long;
- les usages, principal et secondaire;
- les enjeux paysagers et environnementaux.

Certains de ces itinéraires standard font ensuite l'objet d'un bilan financier indiquant un coût moyen de mise en œuvre, affiné par région.



Route forestière empierrée en forêt syndicale des Mazures (08)

Régine Touffrait, ONF

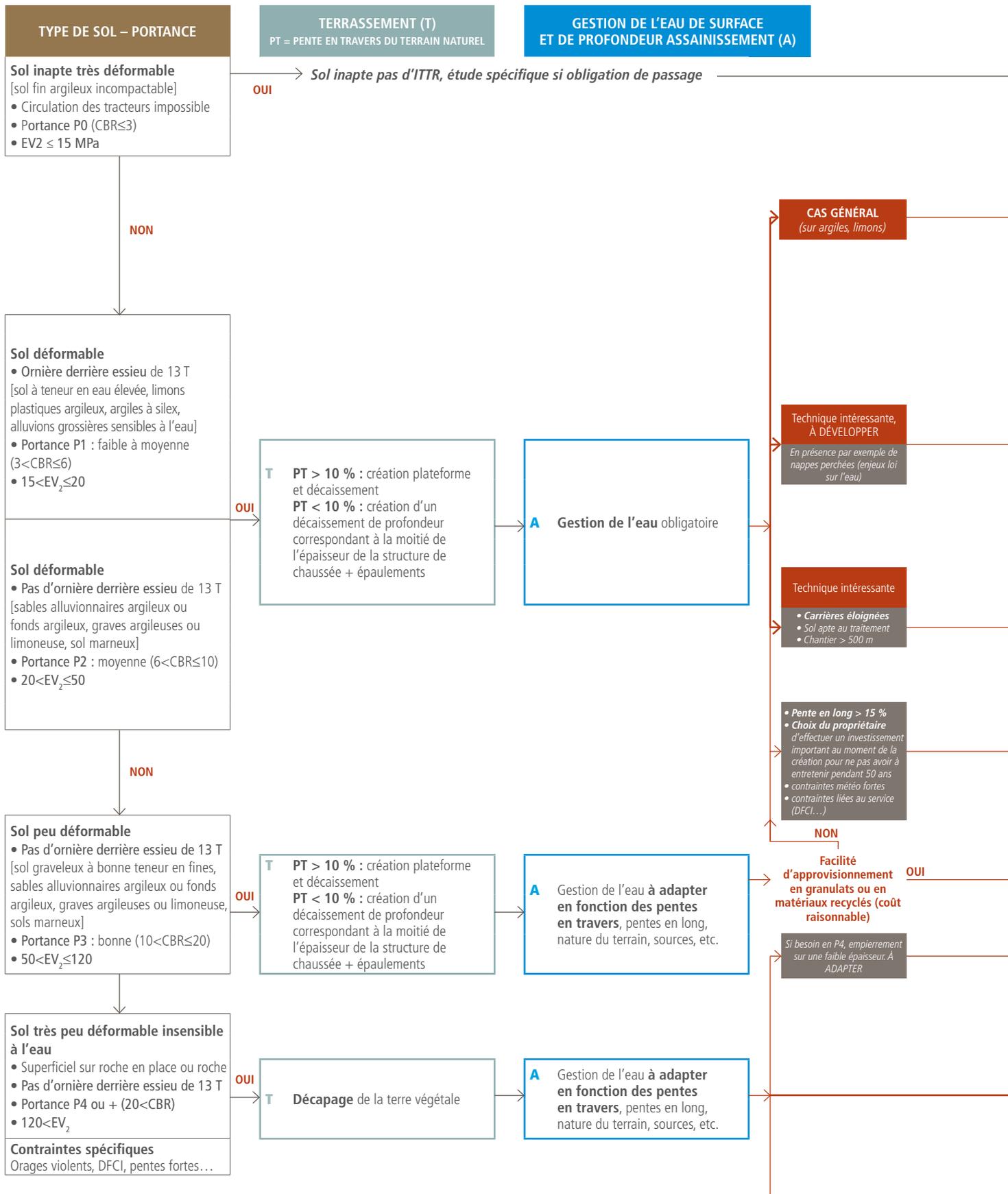
2_COÛTS DES ITINÉRAIRES TECHNIQUES STANDARDS DE CRÉATION DE ROUTES FORESTIÈRES

→ **suite à partir de la page 96**

Légende des tableaux ITTR

-	-	Pas ou peu de référence
---	---	-------------------------

→ **Les prix indiqués sont ceux en vigueur en 2013**



N° page

Itinéraire chiffré car adapté dans les forêts publiques à un objectif principal de mobilisation des bois

Itinéraire non chiffré

relevant de contraintes spécifiques ou d'un niveau de service différent demandé par le propriétaire

COUCHE DE BASE (B)		COUCHE DE ROULEMENT (R)	ITTR CREATION	CODE	ARTICLE DE PROG. DES TRAVAUX	PAGE
			aucun			
B2 Empierrement sur géotextile	selon – les usages de la route ; – le niveau de confort de roulement souhaité ; – les critères paysagers ; – les pentes éventuelles.	CAS GÉNÉRAL Empierre en forêt	R1	Broyage de la partie supérieure de la couche de base pour obtention d'un matériau assimilable à un 0/20 ou 0/40	T+A+B2+R1 92- CREA-2A 04-DESS-CRE00	
			R2	Empierrement GNT 0/4 à 0/31.5	T+A+B2+R2 92- CREA-2B 04-DESS-CRE00	97
			R3	ESU (avec cloutage) après transition granulaire en 0/20 sur 5 cm	T+A+B2+R3 92- CREA-2C 04-DESS-CRV00	
			R4	ECF après transition granulaire en 0/20 sur 5 cm et imprégnation gravillonnée	T+A+B2+R4 92- CREA-2D 04-DESS-CRV00	
			R5	Béton bitumineux après transition granulaire en 0/20 sur 5 cm et imprégnation gravillonnée	T+A+B2+R5 92- CREA-2E 04-DESS-CRV00	
B3 Empierrement sur géogrille	selon – les usages de la route ; – le niveau de confort de roulement souhaité ; – les critères paysagers.	CAS GÉNÉRAL Empierre	R2	Empierrement GNT 0/4 à 0/31.5	T+A+B3+R2 92- CREA-3A 04-DESS-CRE00	99
			R3	ESU (avec cloutage) après transition granulaire en 0/20 sur 5 cm	T+A+B3+R3 93- CREA-3B 04-DESS-CRV00	
			R4	ECF après transition granulaire en 0/20 sur 5 cm et imprégnation gravillonnée	T+A+B3+R4 94- CREA-3C 04-DESS-CRV00	
			R5	Béton bitumineux après transition granulaire en 0/20 sur 5 cm et imprégnation gravillonnée	T+A+B3+R5 95- CREA-3D 04-DESS-CRV00	
			B4 Traitement de sol au liant hydraulique	selon – les usages de la route ; – le niveau de confort de roulement souhaité ; – les critères paysagers.	CAS GÉNÉRAL Empierre	R2
R3	ESU (avec cloutage) après transition granulaire en 0/20 sur 5 cm	T+A+B4+R3 92- CREA-4B 04-DESS-CRV00				
R5	Béton bitumineux après transition granulaire en 0/20 sur 5 cm et imprégnation gravillonnée	T+A+B4+R5 92- CREA-4C 04-DESS-CRV00				
B6	Chaussée en béton de ciment		T+A+B6	92- CREA-5A 04-DESS-CCHB00	103	
B1 Empierrement seul	selon – les usages de la route ; – le niveau de confort de roulement souhaité ; – les critères paysagers ; – les pentes éventuelles.	CAS GÉNÉRAL Empierre	R1	Broyage de la partie supérieure de la couche de base pour obtention d'un matériau assimilable à un 0/20 ou 0/40	T+A+B1+R1 92- CREA-1A 04-DESS-CRE00	100
			R2	Empierrement GNT 0/4 à 0/31.5	T+A+B1+R2 92- CREA-1B 04-DESS-CRE00	101
			R3	ESU (avec cloutage) après transition granulaire en 0/20 sur 5 cm	T+A+B1+R3 92- CREA-1C 04-DESS-CRV00	
			R4	ECF après transition granulaire en 0/20 sur 5 cm et imprégnation gravillonnée	T+A+B1+R4 92- CREA-1D 04-DESS-CRV00	
			R5	Béton bitumineux après transition granulaire en 0/20 sur 5 cm et imprégnation gravillonnée	T+A+B1+R5 92- CREA-1E 04-DESS-CRV00	
B1-4 Broyage de la roche en place		CAS GÉNÉRAL Empierre	R1	2 ^e passe pour obtention d'un concassé approchant un 0/40	T+A+B1-4+R1 92- CREA-1F 04-DESS-CRN00	96
				PAS DE COUCHE DE ROULEMENT ADDITIONNELLE	T+A+B1-4 92- CREA-1G 04-DESS-CRN00	96
B6	Chaussée en béton de ciment		T+A+B6	92- CREA-5A 04-DESS-CCHB00	103	

2.1_ITTR Création d'une route empierrée par broyage de la roche en place

92 – CREA – 1 F

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
Sol superficiel, très peu déformable sur roche, ou sol rocheux Portance P4, indice CBR > 20 et $EV_2 > 120$ <i>Exemple : calcaire, grès, arènes granitiques</i>	Sol filtrant, absence de problème hydraulique majeur Pas de couche de roulement additionnelle (= pas d'apport de matériaux) Absence de fossé Largeur de la chaussée : 3,50 m Pente en travers < 5 %, pente en long < 10 % Route type d'1 km équipée de 2 surlargeurs (2 x 180 m²), 1 place de retournement (228 m²) → surface totale : 4 088 m ²

Année d'intervention	Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques
N-1	Ouverture de l'emprise sur 9 à 16 m de large – Coupe d'emprise – Broyage de la végétation	
	Terrassement de la plateforme – Décapage de la terre végétale	T
	Assainissement – gestion de l'eau de surface essentiellement	A2
N	Broyage de la roche en place (2 à 3 passes au broyeur) Adaptation de la vitesse et du nombre de passages en fonction de l'épaisseur et de la granularité souhaitée de la couche de roulement (obtention d'un concassé approchant un 0/20 à 0/40)	B1-4 R1
TOTAL	Prix moyen (€ HT/m²) : 5	Prix moyen (€ HT/km) : 20 400

Hors coût éventuel lié à l'ouverture de l'emprise

Article de programmation des travaux : 04-DESS-CRN00

Prix par territoires de l'ITTR complet

	PRIX MOYEN		PRIX MINI		PRIX MAXI	
	€ HT/m ²	€ HT/km	€ HT/m ²	€ HT/km	€ HT/m ²	€ HT/km
ALSACE	–	–	–	–	–	–
BOURGOGNE CHAMPAGNE ARDENNE	4	16 300	3	12 200	4,50	18 400
CENTRE OUEST AUVERGNE LIMOUSIN	–	–	–	–	–	–
FRANCHE-COMTÉ	6,80	27 800	–	–	–	–
ÎLE-DE-FRANCE NORD-OUEST	–	–	–	–	–	–
LORRAINE	–	–	–	–	–	–
MÉDITERRANÉE	3,80	15 500	3	12 200	4,50	18 400
RHÔNE ALPES	–	–	–	–	–	–
SUD OUEST	–	–	–	–	–	–
MOYENNE	5	20 400	–	–	–	–

2.2_ITTR Création d'une route empierrée sur géotextile, non revêtue

92 – CREA – 2 B

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
Sol déformable à peu déformable Portance faible à bonne, argiles, limons $3 < \text{CBR} \leq 20$, $15 < \text{EV}_2 \leq 120$	Matériaux d'empierrement de la couche de base : granulats 40/70 et 20/40 Pente en travers < 5 %, pente en long < 10 % Largeur de la chaussée : 3, 50 m Route type d'1 km équipée de 2 surlargeurs (2 x 180 m²), 1 place de retournement (228 m²) → surface totale : 4 088 m ² 2 km de fossés, 6 aqueducs de diamètre 400 (4 x 7,20 m + 2 x 9,20 m)

Année d'intervention	Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques
N-1	Ouverture de l'emprise sur 11 à 18 m de large – Coupe d'emprise – Broyage de la végétation	
	Terrassement de la plateforme – Dessouchage, décaissement, épaulements, création des accotements	T
	Assainissement	A1
	Couche de base – Fourniture et mise en œuvre d'un géotextile	B2
N	Couche de base – Fourniture et mise en œuvre de granulats 40/70 et 20/40 Sur 40 cm compacté (20 cm de 40/70 + 20 cm de 20/40) Variante 1/portance P1 : 50 cm compacté (25 cm de 40/70 + 25 cm de 20/40) Variante 2 /portance P3 : 20 cm compacté (20/40)	B2 B2-1 B2-2
	Couche de roulement – Fourniture et mise en œuvre de matériaux d'empierrement GNT 0/D <i>(exemple 0/20 sur 6 cm d'épaisseur après compactage)</i>	R2

TOTAL	Prix moyen (€ HT/m²) : 19	Prix moyen (€ HT/km) : 78 000
--------------	---	--------------------------------------

Hors coût éventuel lié à l'ouverture de l'emprise

Article de programmation des travaux : 04-DESS-CRE00

Prix par territoires de l'ITTR complet (B2, technique de base)

	PRIX MOYEN		PRIX MINI		PRIX MAXI	
	€ HT/m ²	€ HT/km	€ HT/m ²	€ HT/km	€ HT/m ²	€ HT/km
ALSACE	–	–	–	–	–	–
BOURGOGNE CHAMPAGNE ARDENNE	16	65 400	13,5	55 200	18	73 600
CENTRE OUEST AUVERGNE LIMOUSIN	–	–	–	–	–	–
FRANCHE-COMTÉ	16	65 400	13,5	55 200	18	73 600
ÎLE-DE-FRANCE NORD-OUEST	25	102 200	13	53 000	34	139 000
LORRAINE	19	78 000	13	53 000	29	119 000
MÉDITERRANÉE	–	–	–	–	–	–
RHÔNE ALPES	–	–	–	–	–	–
SUD OUEST	–	–	–	–	–	–
MOYENNE	19	78 000	–	–	–	–



Jérôme Fabre, ONF

Création d'une route forestière empierrée sur géotextile en forêt domaniale de Cîteaux (21)

2.3_ITTR Création d'une route empierrée sur géogrid, non revêtue

92 – CREA – 3 A

CHAMPS D'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES
Sol déformable à peu déformable Portance faible à bonne, argiles, limons $3 < \text{CBR} \leq 20$, $15 < \text{EV}_2 \leq 120$ Distance d'approvisionnement en matériaux d'empierrement et/ou coût de ces matériaux justifiant d'en limiter l'apport en renforçant la portance via un géotextile surmonté d'une géogrid. Adaptée à des enjeux environnementaux (Eau/nappes perchées par exemple)		Matériaux d'empierrement de la couche de base : granulats 20/40 Pente en travers < 5 %, pente en long < 10 % Largeur de la chaussée : 3,50 m Route type d'1 km équipée de 2 surlargeurs (2 x 180 m²), 1 place de retournement (228 m²) → surface totale : 4088 m ² 2 km de fossés, 6 aqueducs de diamètre 400 (4 x 7,20 m + 2 x 9,20 m)
Année d'intervention	Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques
N-1	Ouverture de l'emprise sur 11 à 18 m de large – Coupe d'emprise – Broyage de la végétation	
	Terrassement de la plateforme – Dessouchage, décaissement, épaulements, création des accotements	T
	Assainissement	A1
	Couche de base – Fourniture et pose d'un géotextile – Fourniture et pose d'une géogrid	B3
N	Couche de base – Fourniture et mise en œuvre de granulats 20/40 sur 25 cm à 30 cm compactés	B3
	Couche de roulement – Fourniture et mise en œuvre de matériaux d'empierrement GNT 0/6 à 0/20 (exemples : 0/6 ou 0/10 sur 5 cm d'épaisseur après compactage ou 0/20 sur 6 cm d'épaisseur)	R2
TOTAL	Prix moyen (€ HT/m²) : 19	Prix moyen (€ HT/km) : 77 000
<i>Hors coût éventuel lié à l'ouverture de l'emprise</i>		<i>Article de programmation des travaux : 04-DESS-CRE00</i>

Prix par territoires de l'ITTR complet

	PRIX MOYEN		PRIX MINI		PRIX MAXI	
	€ HT/m ²	€ HT/km	€ HT/m ²	€ HT/km	€ HT/m ²	€ HT/km
ALSACE	–	–	–	–	–	–
BOURGOGNE CHAMPAGNE ARDENNE	–	–	–	–	–	–
CENTRE OUEST AUVERGNE LIMOUSIN	22	90 000	20	81 800	24	98 100
FRANCHE-COMTÉ	–	–	–	–	–	–
ÎLE-DE-FRANCE NORD-OUEST	–	–	–	–	–	–
LORRAINE	15	62 000	–	–	–	–
MÉDITERRANÉE	–	–	–	–	–	–
RHÔNE ALPES	–	–	–	–	–	–
SUD OUEST	–	–	–	–	–	–
MOYENNE	19	77 000	–	–	–	–

2.4_ITTR Création d'une route empierrée par apport seulement de matériaux d'empierrement (pas de géosynthétique) et dont la couche de roulement résulte d'un broyage de la partie superficielle

92 – CREA – 1A

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
<p>Sol peu déformable à très peu déformable CBR > 10, EV₂ > 50 Pas de problème de remontée d'argile Facilité d'approvisionnement en matériaux calcaires (pied de tir 0/200 à 0/300, plaquette calcaire, matériau 0/150) souvent en primaires de carrière déficitaires en fines et propres (cf valeur au bleu, MB ≤ 2). ITTR surtout utilisé en FC et BCA (utilisation d'un matériau brut, plaquette, pied de tir peu onéreux) – à ne pas généraliser</p>	<p>Matériaux d'empierrement de la couche de base : granulats 0/D avec D < 300. Attention, les matériaux avec D > 80 ne sont pas normalisés. Pente en travers < 5 %, pente en long < 10 % Largeur de la chaussée : 3,50 m Route type d'1 km équipée de 2 surlargeurs (2 x 180 m²), 1 place de retournement (228 m²) → surface totale : 4088 m² 2 km de fossés, 6 aqueducs de diamètre 400 (4 x 7,20 m + 2 x 9,20 m)</p>

Année d'intervention	Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques
N-1	<p>Ouverture de l'emprise sur 9 à 16 m de large – Coupe d'emprise – Broyage de la végétation</p>	
	<p>Terrassement de la plateforme – Dessouchage, décaissement, épaulements, création des accotements</p>	T
	<p>Assainissement</p>	A2
N	<p>Couche de base avec variantes selon la portance du sol : Fourniture et mise en œuvre de matériaux d'empierrement (calcaire) – Variante 1 sur sol peu déformable graveleux à bonne teneur en fines – Variante 2 sur sol très peu déformable, insensible à l'eau</p>	B1 B1 – 1 B1 – 2
	<p>Couche de roulement – Broyage de la partie superficielle de la couche de base pour obtention d'un concassé compris entre 0/20 et 0/40, compactage</p>	R1

TOTAL	Prix moyen (€ HT/m ²) : 11	Prix moyen (€ HT/km) : 45 000
<i>Hors coût éventuel lié à l'ouverture de l'emprise</i>		<i>Article de programmation des travaux : 04-DESS-CRE00</i>

Prix par territoires de l'ITTR complet (variante B1 – 2)

	PRIX MOYEN		PRIX MINI		PRIX MAXI	
	€ HT/m ²	€ HT/km	€ HT/m ²	€ HT/km	€ HT/m ²	€ HT/km
ALSACE	–	–	–	–	–	–
BOURGOGNE CHAMPAGNE ARDENNE	10,50	43 000	9	37 000	12	49 000
CENTRE OUEST AUVERGNE LIMOUSIN	–	–	–	–	–	–
FRANCHE-COMTÉ	–	–	–	–	–	–
ÎLE-DE-FRANCE NORD-OUEST	–	–	–	–	–	–
LORRAINE	13	53 000	–	–	–	–
MÉDITERRANÉE	8,60	35 000	7,70	31 000	10,60	43 000
RHÔNE ALPES	–	–	–	–	–	–
SUD OUEST	–	–	–	–	–	–
MOYENNE	11	45 000	–	–	–	–

2.5_ITTR Création d'une route empierrée par apport seulement d'un matériau d'empierrement (pas de géosynthétique) et dont la couche de roulement résulte d'un apport complémentaire en granulats

92 – CREA – 1B

CHAMPS d'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
<p>Sol peu déformable à très peu déformable CBR > 10, EV₂ > 50 Pas de problème de remontée d'argile</p> <p>Facilité d'approvisionnement en matériaux calcaires (pied de tir 0/200 à 0/300, plaquette calcaire, matériau 0/150) souvent en primaires de carrière déficitaires en fines et propres (cf valeur au bleu, MB ≤ 2). ITTR surtout utilisé en FC et BCA – à ne pas généraliser</p>	<p>Matériaux d'empierrement de la couche de base : granulats 0/D avec D < 300. Attention, les matériaux avec D > 80 ne sont pas normalisés. Pente en travers < 5 %, pente en long < 10 % Largeur de la chaussée : 3,50 m Route type d'1 km équipée de 2 surlargeurs (2 x 180 m²), 1 place de retournement (228 m²) → surface totale : 4088 m² 2 km de fossés, 6 aqueducs de diamètre 400 (4 x 7,20 m + 2 x 9,20 m)</p>

Année d'intervention	Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques
N-1	Ouverture de l'emprise sur 9 à 16 m de large – Coupe d'emprise – Broyage de la végétation	
	Terrassement de la plateforme – Dessouchage, décaissement, épaulements, création des accotements	T
	Assainissement	A2
N	Couche de base avec variantes selon la portance du sol Fourniture et mise en œuvre de matériaux d'empierrement – Variante 1 sur sol peu déformable graveleux à bonne teneur en fines – Variante 2 sur sol très peu déformable, insensible à l'eau	B1 B1 – 1 B1 – 2
	Couche de roulement Fourniture et mise en œuvre de matériaux GNT (exemple 0/20 sur 6 cm compactés)	R2

TOTAL	Prix moyen (€ HT/m²) : 14,50	Prix moyen (€ HT/km) : 59 200
--------------	--	--------------------------------------

Hors coût éventuel lié à l'ouverture de l'emprise

Article de programmation des travaux : 04-DESS-CRE00

Prix par territoires de l'ITTR complet

	PRIX MOYEN		PRIX MINI		PRIX MAXI	
	€ HT/m ²	€ HT/km	€ HT/m ²	€ HT/km	€ HT/m ²	€ HT/km
ALSACE	–	–	–	–	–	–
BOURGOGNE CHAMPAGNE ARDENNE (avec plaquette)	11,50	47 000	10	40 880	13	53 000
CENTRE OUEST AUVERGNE LIMOUSIN	–	–	–	–	–	–
FRANCHE-COMTÉ (avec pied de tir)	16	65 400	13	53 000	19	78 000
ÎLE-DE-FRANCE NORD-OUEST	13,50	55 200	13,50	55 200		
LORRAINE	16	65 400	12	56 000	20	85 000
MÉDITERRANÉE	–	–	–	–	–	–
RHÔNE ALPES	–	–	–	–	–	–
SUD OUEST	–	–	–	–	–	–
MOYENNE	14,50	59 200	–	–	–	–

2.6_ITTR Création d'une route empierrée par traitement de sol aux liants hydrauliques

92 – CREA – 4A

CHAMPS d'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES
<p>Sol déformable à très peu déformable $3 < \text{CBR} \leq 20$, $15 < \text{EV}_2 \leq 120$</p> <p>Distance d'approvisionnement en matériaux d'empierrement et/ou coût de ces matériaux justifiant d'en limiter l'apport en renforçant la portance via un traitement du sol en place.</p> <p>L'aptitude du sol au traitement doit faire l'objet d'une étude préalable par un laboratoire de géotechnique.</p> <p>L'ITTR décrit part du principe que le sol est apte.</p> <p>Le coût de l'analyse géotechnique est à ajouter aux coûts ci-dessous pour obtenir le coût total de l'opération.</p> <p>Chantiers > 500 m</p>		<p>Pente en travers < 5 %, pente en long < 10 %</p> <p>Largeur de la chaussée : 3,50 m</p> <p>Route type d'1 km équipée de 2 surlargeurs (2 x 180 m²), 1 place de retournement (228 m²) → surface totale : 4088 m²</p> <p>2 km de fossés, 6 aqueducs de diamètre 400 (4 x 7,20 m + 2 x 9,20 m)</p>
Année d'intervention	Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques
N-1	<p>Ouverture de l'emprise sur 11 à 18 m de large, si besoin</p> <ul style="list-style-type: none"> – Coupe d'emprise – Broyage de la végétation 	
	Terrassement	T
	Assainissement	A1
N	<p>Couche de base</p> <p>Traitement du sol en place protégé par un enduit de cure à l'émulsion gravillonnée</p>	B4
	<p>Couche de roulement</p> <p>Apport et mise en œuvre de matériaux GNT 0/20 sur 6 cm d'épaisseur après compactage</p>	R2
TOTAL	Prix moyen (€ HT/m²) : 25	Prix moyen (€ HT/km) : 102 200

Hors coûts liés à l'analyse géotechnique et à l'ouverture de l'emprise

Article de programmation des travaux : 04-DESS-CRE00

Prix par territoires de l'ITTR complet

	PRIX MOYEN		PRIX MINI		PRIX MAXI	
	€ HT/m ²	€ HT/km	€ HT/m ²	€ HT/km	€ HT/m ²	€ HT/km
ALSACE	–	–	–	–	–	–
BOURGOGNE CHAMPAGNE ARDENNE	32	131 000	–	–	–	–
CENTRE OUEST AUVERGNE LIMOUSIN	22	90 000	–	–	–	–
FRANCHE-COMTÉ	–	–	–	–	–	–
ÎLE-DE-FRANCE NORD-OUEST	21	86 000	20	82 000	21,50	88 000
LORRAINE	–	–	–	–	–	–
MÉDITERRANÉE	–	–	–	–	–	–
RHÔNE ALPES	–	–	–	–	–	–
SUD OUEST	–	–	–	–	–	–
MOYENNE	25	102 200	–	–	–	–

2.7_ITTR Création d'une route en béton de ciment

92 – CREA -5A

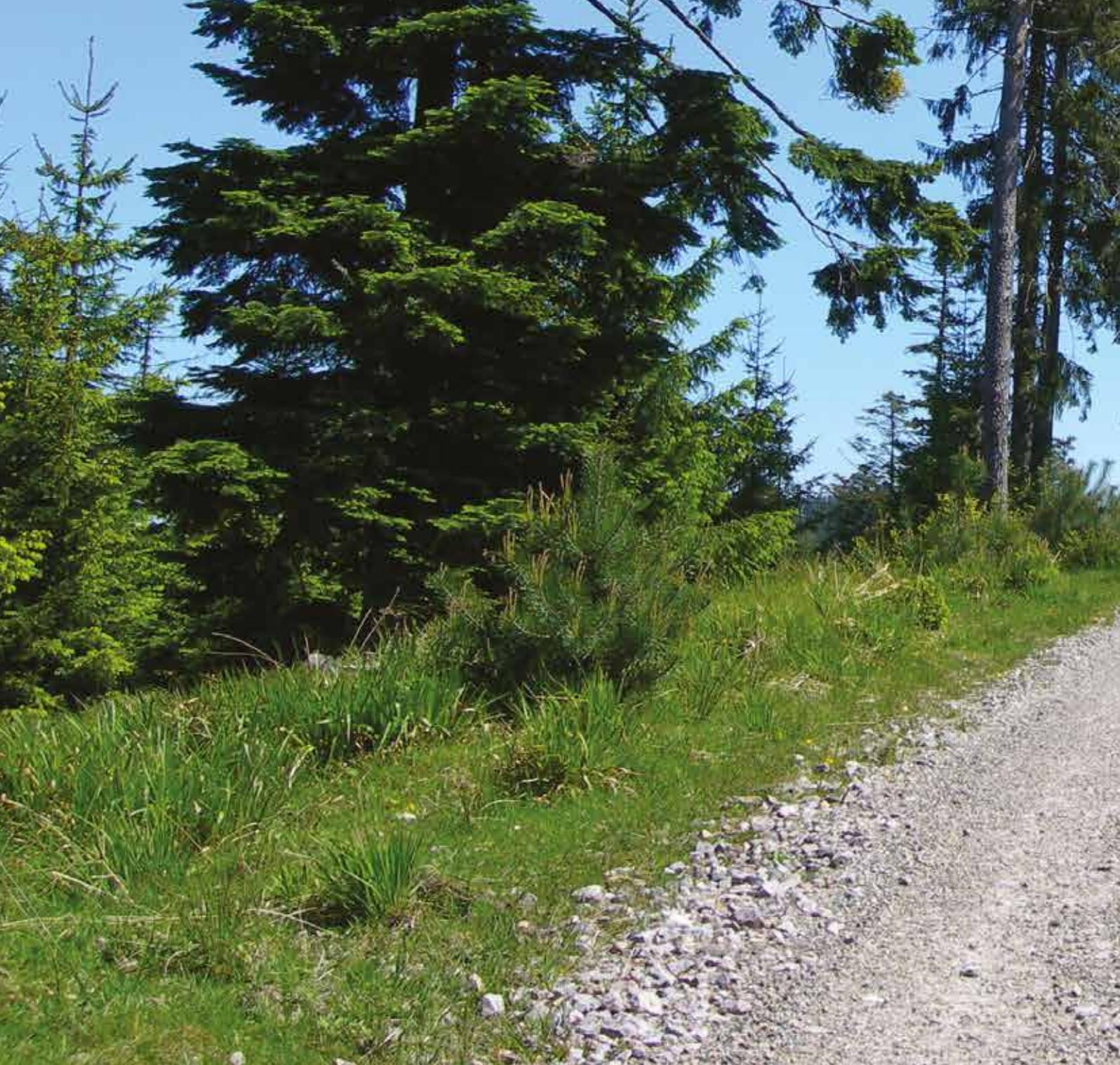
CHAMPS d'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES
<p>Sol peu à très peu déformable CBR > 10, EV₂ > 50 Adapté aux zones de contraintes topographiques (pente en long > 10 %), aux zones soumises à des efforts tangentiels importants (virages serrés, lacets) et aux zones où s'exercent des contraintes météorologiques fortes (orages) ou encore des contraintes d'usages (DFCI) Tronçon de quelques centaines de mètres.</p>		<p>Pente en travers < 5 %, pente en long > 10 % Largeur de la chaussée : 3,50 m Coût hors équipements connexes pour la mobilisation des bois (réalisés selon les autres itinéraires techniques) et hors assainissement. Pas d'entretien pendant 40 à 50 ans Route type d'1 km (toutefois technique à réserver à des tronçons)</p>
Année d'intervention	Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques
N-1	<p>Ouverture de l'emprise sur 9 à 16 m de large – Coupe d'emprise – Broyage de la végétation</p>	
	<p>Terrassement de la plateforme</p>	T
	<p>Apport d'une couche de fondation en granulats 0/D avec D_{31,5} compactée (sauf en P4 où le béton de ciment se met directement sur la roche mère)</p>	B6
N	<p>Mise en œuvre du béton de ciment – Variantes en épaisseur selon les portances du sol – Variante 1 : épaisseur de 19 cm (tolérance obligatoire comprise) – Variante 2 : épaisseur de 17 cm (tolérance obligatoire comprise)</p>	B6 B6-1 B6-2
TOTAL	Prix moyen (€ HT/m²) : 51	Prix moyen (€ HT/km) : 180 000

Hors coûts éventuels liés à l'ouverture de l'emprise, équipements, assainissement

Article de programmation des travaux : 04-DESS-CCHB00

Prix par territoires de l'ITTR complet

	PRIX MOYEN		PRIX MINI		PRIX MAXI	
	€ HT/m ²	€ HT/km	€ HT/m ²	€ HT/km	€ HT/m ²	€ HT/km
ALSACE	–	–	–	–	–	–
BOURGOGNE CHAMPAGNE ARDENNE	–	–	–	–	–	–
CENTRE OUEST AUVERGNE LIMOUSIN	54	189 000	–	–	–	–
FRANCHE-COMTÉ	53	185 500	–	–	53	185 500
ÎLE-DE-FRANCE NORD-OUEST	46	161 000	46	161 000	–	–
LORRAINE	–	–	–	–	–	–
MÉDITERRANÉE	–	–	–	–	–	–
RHÔNE ALPES	–	–	–	–	–	–
SUD OUEST	–	–	–	–	–	–
MOYENNE	51	180 000	–	–	–	–



Route forestière en Lorraine, Régine Touffait, ONF



4^e PARTIE

GESTION DES ROUTES EMPIERRÉES REVÊTUES OU NON

Quelles techniques d'entretien ou de réfection généralisée mettre en œuvre en fonction des dégradations observées ?

1_ Entretien courant ou réfection généralisée ?

L'**entretien normal** 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 financière**, 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.

Les **travaux de réfection généralisée** visent à **restaurer la fonctionnalité de l'infrastructure ou à l'améliorer** (exemple : mise au gabarit), souvent par des travaux de grande importance, en général sur la totalité de l'infrastructure et pour un coût important.

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).

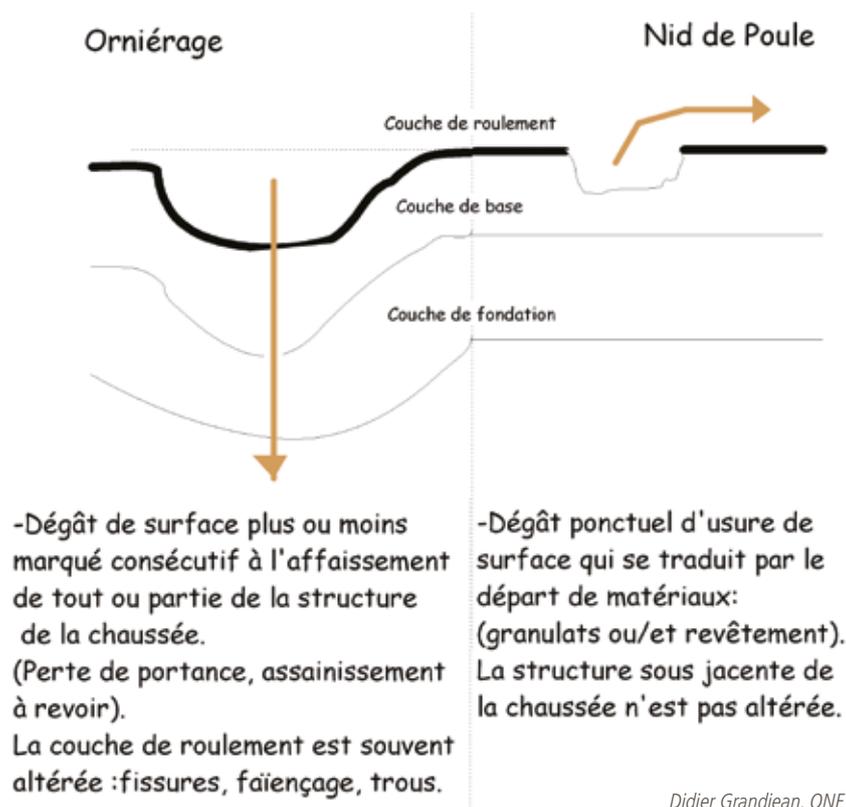
Il convient d'accompagner tout travaux d'entretien courant ou de réfection généralisée par des actions traitant les causes des dégradations.

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 ;
- nids de poule ;
- faïençage, pelade, arrachement, petites fissures ;
- altération ou non de la couche de base (orniérages, affaissements).

.....
Orniérage et nid de poule, quelles différences ?





Régine Touffait, ONF

Faïençage sur route revêtue

4_Clefs d'aide au choix de la technique d'entretien ou de réfection généralisée des routes empierrées revêtues ou non

Routes empierrées revêtues

Gestion d'une route **ou partie de route** forestière empierrée revêtue d'un ESU ou d'un ECF ou d'un béton bitumineux.



Régime Tourfait, ONF

Route revêtue présentant faiénçage et affaissement

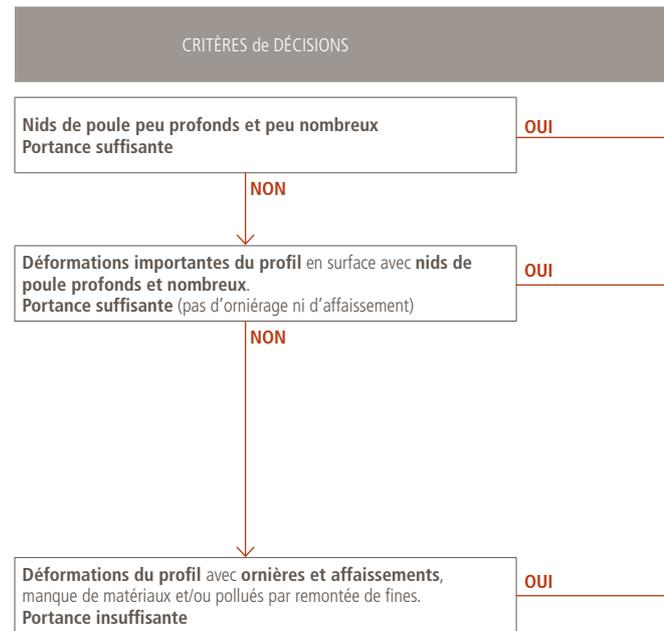
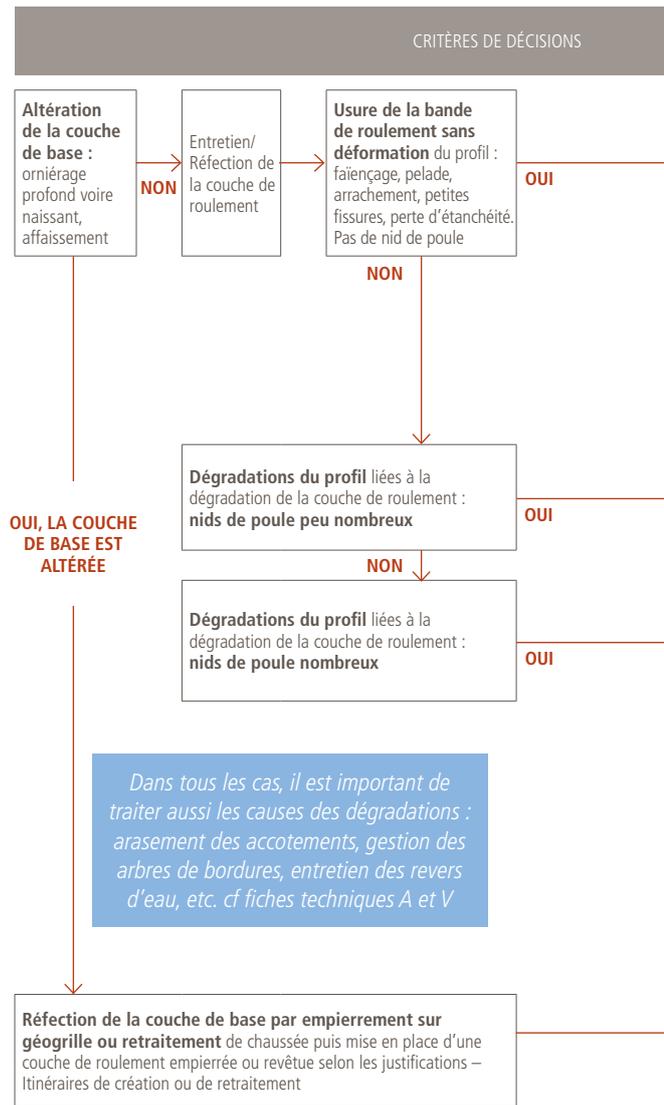
Routes empierrées

Gestion d'une route **ou partie de route** forestière empierrée non revêtue d'un liant hydrocarboné.



Régime Tourfait, ONF

Route empierrée ayant fait l'objet d'un reprofilage de fossés



TECHNIQUES	Fiches techniques de référence	Articles de programmation des travaux	ITTR d'entretien intégrant ces techniques	ITTR de réfection généralisée intégrant ces techniques	PAGE	
Après analyses, le maintien d'un revêtement hydrocarboné est justifié	OUI ECF (seulement sur routes ouvertes à la circulation publique. Toutefois : possible sur routes fermées si moins cher qu'un ESU)	R4	04-DESS-RGV00	92- RG-RV2 (moins opération de restauration des nids-de-poule prévue dans l'ITTR)	115	
	ou ESU (sur route fermée à la circulation publique)	R3	04-DESS-RGV00			idem ci-dessus
	ou BÉTON BITUMINEUX (onéreux, non justifié en forêt)	R5	04-DESS-RGV00			idem ci-dessus
NON	Phase d'attente puis transformation du revêtement en empierré par rechargement	R8	04-DESS-RGV00	92- RG-RV3	117	
Point à temps ponctuel	R6	04-DESS-ERV00	92- ENT-RV1		121	
Après analyses, le maintien d'un revêtement hydrocarboné est justifié	OUI Point à temps pour remise en forme puis ECF (seulement sur routes ouvertes à la circulation publique. Toutefois : possible sur routes fermées si moins cher qu'un ESU)	R6 et R4	04-DESS-RGV00	92- RG-RV2	115	
	ou Point à temps pour remise en forme puis ESU	R6 et R3	04-DESS-RGV00	92- RG-RV2	115	
	ou Point à temps pour remise en forme puis ENROBE (onéreux, non justifié en forêt)	R6 et R5	04-DESS-RGV00	92- RG-RV2	115	
NON	Transformation du revêtement en empierré par rechargement	R8	04-DESS-RGV00	92- RG-RV3	117	
Empierré sur géogridde variante réfection généralisée	B3 variante réfection généralisée	Et couche de roulement : Empierrée R1 Broyage R2 Empierré Revêtu (à justifier) R4 ECF R3 ESU R5 Enrobé (non justifié en forêt)	04-DESS-RGV00	92- RG-RV1	116	
	ou Retraitement de chaussée					B5

TECHNIQUES	Fiches techniques de référence	Articles de programmation des travaux	ITTR d'entretien intégrant ces techniques	ITTR de réfection généralisée intégrant ces techniques	PAGE
Interventions ponctuelles sur nids de poule	R7-2 « ponctuelle » Rechargement en 0/D, nivellement, compactage et A (Assainissement) et V (Gestion de la végétation)	04-DESS-ERE00	92- ENT-RE1		120
Légère scarification et/ou rechargement en 0/D	R7-2 « généralisée » ou R7-1 Scarification, rechargement éventuel, nivellement, compactage et A (Assainissement) et V (Gestion de la végétation)	04-DESS-RGE00		92- RG-RE1	112
Itinéraires de retraitement ou de création (couches de base et de roulement)	B5 – Retraitement de chaussée en place puis R2 – Empierré de la couche de roulement et A (Assainissement) et V (Gestion de la végétation)	04-DESS-RGE00		92- RG-RERV1	114
	OU B3 – Empierré sur géogridde puis R2 – Empierré de la couche de roulement et A (Assainissement) et V (Gestion de la végétation)	04-DESS-RGE00		92- CREA-3A	99
	OU POUR UN TRONÇON EN PENTE > 10 % B6 – Béton de ciment	04-DESS-CCH00		92- CREA-5A	103



Route forestière de la Zorn Blanche en forêt domaniale de Dabo (57), Régine Touffait, ONF



ITINÉRAIRES TECHNIQUES DE RÉFECTION GÉNÉRALISÉE

- Route empierrée revêtue et non revêtue
- Transformation d'une route revêtue en route empierrée

*Dans les ITTR ci-après : Prix moyen : somme des prix unitaires pondérés par l'occurrence
Prix mini : somme des prix unitaires à occurrence 100 %
Prix maxi : somme de tous les prix unitaires*

1_ITTR Réfection généralisée d'une route empierrée non revêtue d'un liant hydrocarboné – technique du rechargement en granulats

92 – RG – RE1

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES		
Route empierrée non revêtue d'un liant hydrocarboné.	Largeur de la chaussée : 3,50 m Longueur : 1 km Surface prise en compte : 3 500 m² (= hors équipements connexes)		
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Occurrence	PU €/km
Arasement des accotements (des 2 côtés) à la niveleuse	A	100 %	500
Curage et reprofilage des fossés, création d'épaulements	A	100 %	2 400
Mise en place éventuelle ou remplacement d'aqueducs (6 avec têtes)	A	50 %	6 000
Si besoin, création de fenêtres de drainage	A	25 %	1 500
Rechargement en 0/20 sur 6 cm, nivellement, compactage <i>Si scarification préalable</i>	R7-2 « généralisée » R7-1	100 %	12 250
TOTAL	Prix moyen (€ HT/m ²) : 5,30 Prix mini (€ HT/m ²) : 4,30 Prix maxi (€ HT/m ²) : 6,50	Prix moyen (€ HT/km) : Prix mini (€ HT/km) : Prix maxi (€ HT/km) :	18 525 15 150 22 650

Article de programmation des travaux : 04-DESS-RGE00

Prix par territoires

	Arasement des accotements des 2 côtés	Curage/reprofilage des 2 fossés	PU (€ HT/km)		R7-2 (€ HT)		PRIX total (€ HT) moyen de l'ITTR (avec occurrence ci-dessus)	
			Mise en place ou remplacement de 6 aqueducs	Création de fenêtres de drainage	/m ²	/km	/m ²	/km
ALSACE	–	–	–	–	–	–	–	–
BOURGOGNE CHAMPAGNE ARDENNE	200	2 400	6 000	1 200	2,2	7 700	4	13 600
CENTRE OUEST AUVERGNE LIMOUSIN	500	2 400	6 000	1 500	4	14 000	5,80	20 275
FRANCHE-COMTÉ	500	2 400	6 000	1 200	3,50	12 250	5	18 450
ÎLE-DE-FRANCE NORD-OUEST	600	2 400	6 000	2 000	4,50	15 800	6,40	22 300
LORRAINE	500	2 400	6 000	1 500	2,50	8 750	4,30	15 025
MÉDITERRANÉE	–	–	–	–	–	–	–	–
RHÔNE ALPES	–	–	–	–	–	–	–	–
SUD OUEST	–	–	–	–	–	–	–	–
MOYENNE (arrondie)	500	2 400	6 000	1 500	3,50	12 250	5,30	18 525

.....
NB : les PU de l'arasement des accotements, curage des fossés, mise en place ou remplacement de 6 aqueducs avec tête, création de fenêtres de drainage sont utilisés aussi dans les ITTR suivants.



Dominique Paquet, ONF

Route forestière des Célestins en forêt domaniale de Crécy-en-Ponthieux (80)

Légende des tableaux ITTR

—	—	Pas ou peu de référence
---	---	-------------------------

2_ITTR Réfection généralisée d'une route empierrée revêtue ou non d'un liant hydrocarboné – technique du retraitement de chaussée en place

92 – RG – RERV1

CHAMPS d'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES		
<p>Route empierrée revêtue ou non, dont le profil est déformé (nids de poule conséquents, ornières bien marquées) et/ou la portance n'est plus suffisante (renforcement de la structure). En cas de route revêtue, décision prise de ne pas conserver de revêtement, après analyse des usages et des enjeux.</p> <p>L'aptitude de la chaussée au retraitement doit faire l'objet d'une étude préalable par un laboratoire de géotechnique. L'ITTR décrit part du principe que la chaussée est apte. Le coût de l'analyse géotechnique est à ajouter aux coûts ci-dessous pour obtenir le coût total de l'opération.</p>	<p>Largeur de la chaussée : 3,50 m Longueur : 1 km Surface prise en compte : 3 500 m² (= hors équipements connexes) Ne pas oublier les analyses de sols préalables</p>		
Opérations techniques élémentaires Prix hors analyse géotechnique préalable	Fiches techniques	Occurrence	PU €/km
Curage/reprofilage des fossés	A	100 %	
Arasement des accotements	A	100 %	
Préparation du support (nettoyage)	B5	100 %	
Traitement	B5	100 %	87 500
Protection de la surface au moyen d'un enduit de cure	B5	100 %	
Couche de roulement – Fourniture et mise en œuvre d'un GNT 0/20 sur 6 cm compactés	R2	100 %	
TOTAL	Prix moyen (€ HT/m²) : 25	Prix moyen (€ HT/km) :	87 500

Article de programmation des travaux : 04-DESS-RGE00 (empierrée) 04-DESS-RGV00 (revêtue)

Prix par territoires de l'ITTR complet

	PRIX MOY (€ HT/m ²)
ALSACE	–
BOURGOGNE CHAMPAGNE ARDENNE	32
CENTRE OUEST AUVERGNE LIMOUSIN	22
FRANCHE-COMTÉ	–
ÎLE-DE-FRANCE NORD-OUEST	21
LORRAINE	–
MÉDITERRANÉE	–
RHÔNE ALPES	–
SUD OUEST	–
MOYENNE	25

3_ITTR Réfection généralisée de la couche de roulement d'une route revêtue d'un liant hydrocarboné (la couche de base est en bon état)

92 – RG – RV2

CHAMPS D'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES	
<p>Route forestière dont la couche de roulement, constituée d'un revêtement hydrocarboné, est abîmée (faiénçage, pelade, etc.). Le profil est peu déformé (pas d'affaissement, pas de remontée de fines dans le faiénçage, couche de base en bon état, portance suffisante). Analyse effectuée des usages et des enjeux ayant abouti à la décision de conserver le caractère revêtu de la route.</p>		<p>Largeur de la chaussée : 3,50 m Longueur : 1 km Surface prise en compte : 3 500 m² (= hors équipements connexes)</p>	
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Occurrence	PU € HT/km
Curage et reprofilage des fossés	A	60 %	2 400
Reprofilage des accotements à la niveleuse, nettoyage des bordures de route	A	100 %	500
Mise en place éventuelle ou remplacement d'aqueducs (6 avec têtes de sécurité)	A	50 %	6 000
Si besoin, création de fenêtres de drainages	A	25 %	1 500
Point à temps de restauration des nids de poule	R6	100 %	800
Puis Variante 1 : Mise en œuvre d'un nouvel ESU (bicouche)	R3	100 %	15 750
TOTAL avec Variante 1 (ESU)	Prix moyen (€ HT/m ²) : 6 Prix mini (€ HT/m ²) : 5 Prix maxi (€ HT/m ²) : 8	Prix moyen (€ HT/km) : 21 865 Prix mini (€ HT/km) : 17 050 Prix maxi (€ HT/km) : 26 950	
Ou Variante 2 : Mise en œuvre d'un ECF	R4	100 %	19 250
TOTAL avec Variante 2 (ECF)	Prix moyen (€ HT/m ²) : 7 Prix mini (€ HT/m ²) : 6 Prix maxi (€ HT/m ²) : 9	Prix moyen (€ HT/km) : 25 365 Prix mini (€ HT/km) : 20 550 Prix maxi (€ HT/km) : 30 450	
Ou Variante 3 : Mise en œuvre d'un béton bitumineux (enrobé sur couche d'impression) <i>(seulement si demande spécifique)</i>	R5	100 %	63 000
TOTAL avec Variante 3 (BB)	Prix moyen (€ HT/m ²) : 20 Prix mini (€ HT/m ²) : 18 Prix maxi (€ HT/m ²) : 21	Prix moyen (€ HT/km) : 69 115 Prix mini (€ HT/km) : 64 300 Prix maxi (€ HT/km) : 74 200	

Article de programmation des travaux : 04-DESS-RGV00

Prix par territoires des 3 variantes

	PU (€ HT/m ²)		
	Variante 1 Technique R3-ESU	Variante 2 Technique R4-ECF	Variante 3 Technique R5-BB
ALSACE	–	–	–
BOURGOGNE CHAMPAGNE ARDENNE	5,50	4,50	20
CENTRE OUEST AUVERGNE LIMOUSIN	4	8	14
FRANCHE-COMTÉ	–	–	–
ÎLE-DE-FRANCE NORD-OUEST	–	4	–
LORRAINE	4	–	20
MÉDITERRANÉE	–	–	–
RHÔNE ALPES	–	–	–
SUD OUEST	–	–	–
MOYENNE	4,50	5,50	18

4_ITTR Réfection généralisée des couche de base et couche de roulement d'une route revêtue d'un liant hydrocarboné

92 – RG – RV1

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES		
Route forestière dont la couche de roulement, constituée d'un enduit superficiel d'usure (ESU) ou d'un enrobé, est dégradée (ornières, affaissements), de même que la couche de base . Analyse effectuée des usages et enjeux ayant abouti à la décision de conserver le caractère revêtu de la route.	Le revêtement subsistant n'est pas retiré dans le cas de la mise en œuvre de cet itinéraire Largeur de la chaussée : 3,50 m Longueur : 1 km Surface prise en compte : 3 500 m² (= hors équipements connexes)		
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Occurrence	PU € HT/km
Curage/reprofilage des fossés	A	100 %	2 400
Constitution d'épaulements et reprofilage des accotements	A	100 %	1 600
Mise en place éventuelle ou remplacement d'aqueducs (6 avec têtes de sécurité)	A	50 %	6 000
Si besoin, création de fenêtres de drainages	A	25 %	1 500
Reprofilage de surface des nids de poule ou des ornières avec des granulats 0/31.5	R6	100 %	800
Fourniture et mise en œuvre d'une géogrille et empierrement en granulats 20/40 + transition granulaire avec un 0/10	B3 Variante réfection généralisée	100 %	50 000
Puis Variante 1 : Mise en œuvre d'un nouvel ESU (bicouche)	R3	100 %	15 750
TOTAL avec Variante 1 (ESU)	Prix moyen (€ HT/m ²) : 21 Prix mini (€ HT/m ²) : 20 Prix maxi (€ HT/m ²) : 22	Prix moyen (€ HT/km) : 73 925 Prix mini (€ HT/km) : 70 550 Prix maxi (€ HT/km) : 78 050	
Ou Variante 2 : Mise en œuvre d'un ECF	R4	100 %	19 250
TOTAL avec Variante 2 (ECF)	Prix moyen (€ HT/m ²) : 22 Prix mini (€ HT/m ²) : 21 Prix maxi (€ HT/m ²) : 23	Prix moyen (€ HT/km) : 77 425 Prix mini (€ HT/km) : 74 050 Prix maxi (€ HT/km) : 81 550	
Ou Variante 3 : Mise en œuvre d'un béton bitumineux (enrobé sur couche d'impression (seulement si demande spécifique))	R5	100 %	63 000
TOTAL avec Variante 3 (BB)	Prix moyen (€ HT/m ²) : 35 Prix mini (€ HT/m ²) : 34 Prix maxi (€ HT/m ²) : 36	Prix moyen (€ HT/km) : 121 175 Prix mini (€ HT/km) : 117 800 Prix maxi (€ HT/km) : 125 300	

Article de programmation des travaux : 04-DESS-RGV00

Prix par territoires des 3 variantes

	PU (€ HT/m ²)		
	Variante 1 Technique R3-ESU	Variante 3 Technique R4-ECF	Variante 3 Technique R5-BB
ALSACE	–	–	–
BOURGOGNE CHAMPAGNE ARDENNE	5,50	4,50	20
CENTRE OUEST AUVERGNE LIMOUSIN	4	8	14
FRANCHE-COMTÉ	–	–	–
ÎLE-DE-FRANCE NORD-OUEST	–	4	–
LORRAINE	4	–	20
MÉDITERRANÉE	–	–	–
RHÔNE ALPES	–	–	–
SUD OUEST	–	–	–
MOYENNE	4,50	5,50	18

5_ITTR Transformation d'une route empierrée revêtue en route empierrée non revêtue d'un liant hydrocarboné, par rechargement

92 – RG – RV3

CHAMPS d'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES		
<p>Itinéraire adapté à une structure de chaussée répondant aux normes actuelles de portance (> 50 MPa) et de gabarit (largeur). Analyse des usages et des enjeux effectuée ayant abouti à la décision de ne pas conserver le caractère revêtu de la route.</p>		<p>Largeur de la chaussée : 3,50 m Longueur : 1 km PL < 10 % Surface prise en compte : 3 500 m² (= hors équipements connexes)</p>		
Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Occurrence	PU € HT/km	
Curage et reprofilage de fossés avec constitution d'épaulement	R8	100 %	2 400	
Mise en place éventuelle ou remplacement d'aqueducs (6 avec têtes)	A	50 %	6 000	
Si besoin, empièrrement pour renforcer la structure (purgés ponctuelles) en GNT 0/80 ou 0/60	B1	10 %	15 000	
Empièrrement de la couche de roulement par apport de granulats GNT 0/20 à 0/31 , 5 sur 6 cm à 10 cm d'épaisseur après compactage	R8	100 %	12 000	
Si besoin, création de fenêtres de drainage	A	25 %	1 500	
Reprofilage des accotements à la niveleuse	A	100 %	1 600	
TOTAL	Prix moyen (€ HT/m ²) : 6 Prix mini (€ HT/m ²) : 4,50 Prix maxi (€ HT/m ²) : 11	Prix moyen (€ HT/km) : Prix mini (€ HT/km) : Prix maxi (€ HT/km) :	20 875 16 000 38 500	

Article de programmation des travaux : 04-DESS-RGV00

Prix par territoires de l'ITTR complet

	Prix MOY (€ HT/m ²)	Prix MOY (€ HT/km)
ALSACE	–	–
BOURGOGNE CHAMPAGNE ARDENNE	7	25 000
CENTRE OUEST AUVERGNE LIMOUSIN	6	21 000
FRANCHE-COMTÉ	–	–
ÎLE-DE-FRANCE NORD-OUEST	–	–
LORRAINE	–	–
MÉDITERRANÉE	–	–
RHÔNE ALPES	–	–
SUD OUEST	–	–



Route forestière en forêt domaniale des Hauts-Bois (70), Patrick Bonnefond, ONF



6^e PARTIE

ITINÉRAIRES TECHNIQUES D'ENTRETIEN

Entretien des routes empierrées non revêtues et des routes empierrées revêtues

1_ Entretien courant d'une route empierrée non revêtue Itinéraire technique sur 10 ans

92 – ENT – RE1

CHAMPS D'APPLICATION		CARACTÉRISTIQUES			
Route empierrée non revêtue, dont la couche de base est en bon état et adaptée aux normes actuelles de portance (> 50 MPa, pas d'ornièrre, pas d'affaissement). La couche de roulement est en état d'usage et présente des dégradations (nids de poule notamment). Il s'agit d'intervenir pour : – maintenir la route dans un milieu ouvert et bien éclairé ; – favoriser une bonne évacuation de l'eau de ruissellement et/ou présente dans le corps de chaussée ; – maintenir la couche de roulement en bon état.		Largeur de la chaussée : 3,50 m			
Périodicité indicative d'intervention	Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Occurrence Enjeu de production		PU €/km
			moyen à fort	faible	
Annuelle	Surveillance des ouvrages d'art (protocole, fiches de suivi)	O			0,2 h AP/km
2 fois par an (le PU en tient compte)	Entretien manuel des revers d'eau (1 tous les 100 m)	A	20 %	10 %	160
1 fois par an	Entretien manuel des aqueducs (6 aqueducs au km)	A	30 %	30 %	60
Annuelle Tous les 3 ans	Fauchage des accotements (des 2 côtés) : – route principale (1 seule passe) – route secondaire et principale sur toute la largeur de l'accotement	V	50 % 100 %	50 % 100 %	85 200
Tous les 5 ans	Gestion de la végétation semi-ligneuse/ ligneuse des fossés et des talus à l'épareuse	V	100 %	100 %	350
Tous les 7 ans et en cas de ravinement longitudinal	Arasement des accotements (des 2 côtés) à la niveleuse À faire si possible en fin de printemps : opération qui peut économiser un fauchage	A	100 %	50 %	500
Tous les 7 ans	Entretien des fossés bordiers par curage et reprofilage au godet	A	60 %	30 %	2 400
Selon besoin (pour l'estimation des coûts, périodicité de 5 ans)	En présence de nids de poule peu fréquents : nettoyage, rechargement avec granulats adaptés à la profondeur des nids de poule, compactage	R7-2 ponctuelle	100 %	25 %	250
Tous les 10 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 % 90 %	10 % 90 %	1 100 0
TOTAL	Forêt à enjeu de production fort Coût moyen (€ HT/km/an) : 465 Coût mini (€ HT/km/an) : 230 Coût maxi (€ HT/km/an) : 860		Forêt à enjeu de production faible Coût moyen (€ HT/km/an) : 314 Coût mini (€ HT/km/an) : 130 Coût maxi (€ HT/km/an) : 860		

Article de programmation des travaux : 04-DESS-ERE00

2_ Entretien courant d'une route empierrée revêtue Itinéraire technique sur 10 ans

92 – ENT – RV1

CHAMPS D'APPLICATION	CARACTÉRISTIQUES
----------------------	------------------

Route forestière dont la **couche de roulement**, constituée d'un **enduit superficiel d'usure** (ESU) ou d'un **enrobé coulé à froid** (ECF) ou d'un **béton bitumineux** (enrobé), est en **état d'usage**. Elle présente des nids de poule. **La couche de base est en bon état** (pas d'ornièrre, pas d'affaissement) et est conforme aux normes de portance actuelle (> 50 MPa).

Largeur de la chaussée : **3,50 m**

Il s'agit d'intervenir pour :

- maintenir la route dans un milieu ouvert ;
- favoriser une bonne évacuation de l'eau de ruissellement ;
- maintenir le corps de chaussée dans un bon état de conservation en intervenant sur les nids de poule.

Périodicité indicative d'intervention	Opérations techniques élémentaires	Fiches techniques	Occurrence Enjeu de production		PU € HT/km
			moyen à fort	faible	
Annuelle	Surveillance des ouvrages d'art (protocole, fiches de suivi)				0, 2 h AP /km
Annuelle	Entretien manuel des aqueducs (6 aqueducs au km)	A	30 %	30 %	60
Annuelle Tous les 3 ans	Fauchage des accotements (des 2 côtés) : – route principale (1 seule passe) ; – route secondaire et principale sur toute la largeur de l'accotement.	V	50 % 100 %	50 % 100 %	85 200
Tous les 5 ans	Gestion de la végétation semi-ligneuse et ligneuse des fossés et des talus à l'épareuse	V	100 %	100 %	350
Tous les 7 ans et en cas de ravinement longitudinal	Arasement des accotements (des 2 côtés) à la niveleuse À faire si possible en fin de printemps, opération qui peut économiser un fauchage	A	100 %	50 %	500
Tous les 7 ans	Entretien des fossés bordiers par curage au godet	A	60 %	30 %	2 400
Selon besoin (pour l'estimation des coûts, périodicité de 7 ans)	En présence de nids de poule peu fréquents : balayage, rebouchage à la grave 0/D, point à temps par émulsion et gravillonnage (= ESU ponctuel)	R6 ESU ponctuel	100 %	100 %	900
Tous les 10 ans	Gestion de la végétation haute de bordure : passage d'un lamier avec ramassage des branches ou martelage ou vente à cessionnaires	V	10 % 90 %	10 % 90 %	1 100 0
TOTAL	Forêt à enjeu de production fort Coût moyen (€ HT/km/an) : 473 Coût mini (€ HT/km/an) : 270 Coût maxi (€ HT/km/an) : 740		Forêt à enjeu de production faible Coût moyen (€ HT/km/an) : 375 Coût mini (€ HT/km/an) : 220 Coût maxi (€ HT/km/an) : 740		

Article de programmation des travaux : 04-DESS-ERV00



Route forestière dans le taillis d'ivres en forêt domaniale de Retz (02), Régine Touffait, ONF



ANNEXES

ANNEXE 1	GLOSSAIRE	p.124
ANNEXE 2	EXEMPLE D'UNE FICHE TECHNIQUE PRODUIT	p.135
ANNEXE 3	TRAVAUX ROUTIERS ET PAYSAGE	p.136
ANNEXE 4	TRAME TYPE D'UN CCTP	p.142

A

.....
ACCOTEMENT

Partie de la plate-forme, aménagée entre la chaussée et le talus, et servant d'appui à la chaussée ainsi qu'aux arrêts d'urgence. Les accotements, stabilisés ou non, ne font pas partie de la chaussée.

- **Accotement non stabilisé** : accotement n'ayant pas fait l'objet d'un traitement pour supporter la charge occasionnelle d'un véhicule.
- **Accotement stabilisé** : accotement dont les matériaux ont été traités et susceptibles de supporter la charge occasionnelle d'un véhicule.

.....
AFFAISSEMENT

Abaissement localisé du niveau du sol ou d'une chaussée à la suite d'un phénomène de tassement. Il est généralement limité par une fissure.

.....
AFFOUILLEMENT

Excavation sous des fondations provoquée par l'action des eaux, ou par toute action mécanique ou animale.

.....
ARGILE

Matériau sédimentaire gras et compact dont les grains sont inférieurs à 2 micromètres ($2 \mu\text{m} = 2 \times 10^{-6} \text{ m}$) et dont la plasticité varie en fonction de la teneur en eau.

.....
ARRACHEMENT

Famille de dégradations de surface caractérisée par une détérioration de la surface de la couche de roulement dont les gravillons sont détachés sous l'action du trafic et des intempéries.

.....
ASSAINISSEMENT

Opération comportant trois volets :

- la collecte et l'évacuation des eaux superficielles issues de la chaussée, de l'accotement et du talus vers un exutoire, point de rejet hors de l'emprise routière ;
- la collecte et l'évacuation des eaux internes, c'est-à-dire le drainage ;
- le rétablissement des petits écoulements naturels.

Référence : SETRA-LCPC. « Recommandation pour l'assainissement routier », 1982.

.....
BÉTON

Mélange homogène de graviers ou de gravillons dans un mortier de sable et de liant, ce mortier faisant prise et adhérent aux gros éléments répartis dans sa masse.

→ **Béton bitumineux**

Béton dont le liant est du bitume, utilisé comme enrobé hydrocarboné pour couche de surface.

- **Béton bitumineux à chaud** : Mélange de liant hydrocarboné, de granulats (éventuellement de dopes et/ou d'additifs), dosés, chauffés et malaxés dans une centrale d'enrobage. Ils sont ensuite transportés et mis en œuvre sur chaussée. Ils sont utilisés en couche de roulement.
- **Béton bitumineux à froid (BBF)** : Béton bitumineux dense non stockable (utilisation dans les 24 heures) préparé à partir de granulats 0/10 ou 0/14, de liant hydrocarboné (émulsion de bitume pur ou émulsion de bitume modifié), malaxés à froid dans une installation appelée centrale. Ils sont destinés à la réalisation des couches de roulement de chaussées routières supportant des trafics faibles ou moyens. Les épaisseurs moyennes de mise en œuvre sont comprises entre 5 cm et 8 cm.

Référence : Norme NF P 98-139 de janvier 1994 Bétons bitumineux à froid.

- **Béton bitumineux à module élevé (BBME)** : Béton bitumineux à chaud dont le module de rigidité mesuré dans des conditions normalisées est très nettement supérieur à celui des bétons bitumineux.
- **Béton bitumineux clouté (BBC)** : Béton bitumineux dans lequel des gravillons laqués (appelés clous) sont enchâssés lors de la mise en œuvre, immédiatement derrière le finisseur.

B

B

- **Béton bitumineux drainant (BBDR)** : Béton bitumineux dont le pourcentage de vide et la forme des vides sont tels que les eaux pluviales peuvent circuler dans les vides communiquant. Synonyme : enrobé drainant.
- **Béton bitumineux mince (BBM)** : Béton bitumineux dont l'épaisseur moyenne de mise en œuvre est comprise entre 25 et 50 mm.
- **Béton bitumineux semi-grenu (BBSG)** : Béton bitumineux à chaud utilisé pour la réalisation de couche de surface (couche de liaison et/ou de roulement) dont l'épaisseur de mise en œuvre est supérieure à 5 cm. À utiliser pour des chaussées à moyen et fort trafic.
- **Béton bitumineux très mince (BBTM)** : Béton bitumineux dont l'épaisseur moyenne de mise en œuvre est comprise entre 20 et 25 mm.
- **Béton bitumineux ultra-mince (BBUM)** : Enrobé hydrocarboné, fabriqué en usine à chaud, utilisé en couche de roulement, et dont l'épaisseur de mise en œuvre est comprise entre 1 cm et 1,5 cm.

→ Béton hydraulique

Béton dans lequel le liant possède des qualités hydrauliques : c'est le ciment ou la chaux. Lors de la mise en œuvre, après gâchage à l'eau, les fines du liant se solidarissent entre elles et constituent ainsi la prise.

- **Béton de ciment** : Béton hydraulique dans lequel le liant est du ciment.
- **Béton maigre** : Béton dont le dosage en ciment est faible et, en conséquence, présentant une résistance mécanique plus faible. La technologie de fabrication et les essais d'acceptation sont ceux d'un béton de ciment, ce qui le distingue des graves traitées aux liants hydrauliques.
- **Béton poreux ou drainant** : Béton dont le pourcentage de vides est de l'ordre de 20 %, ce qui permet le passage de l'eau.
- **Béton vibré** : Béton de ciment mis en place par vibration dans la masse ou sur les coffrages.

BITUME

Produit viscoélastique provenant du raffinage du pétrole (séparation des différentes fractions du pétrole par chauffage) ou de gisements naturels, constitué de molécules hydrocarbonées et utilisé comme liant dans la composition de matériaux routiers.

- **Bitume de synthèse** : Liant hydrocarboné, synthétique et clair, permettant d'obtenir des enrobés ou produits bitumineux colorés par addition de pigments.
- **Bitume dopé** : Bitume contenant des additifs en vue d'améliorer les caractéristiques d'adhésivité.
- **Bitume émulsionnable** : Bitume présentant, naturellement ou artificiellement, les caractéristiques nécessaires à la mise en émulsion cationique.
- **Bitume fluidifié** : Bitume mélangé avec un diluant d'origine pétrolière plus ou moins volatil en vue d'abaisser sa viscosité. Ce produit est peu utilisé en France parce qu'il contient des solvants légers qui peuvent poser des risques de sécurité.
- **Bitume fluxé** : Bitume obtenu par l'addition à un bitume pur d'une huile de fluxage de faible volatilité. Le liant obtenu à une viscosité inférieure à celle du bitume pur employé.
- **Bitume modifié** : Bitume auquel on a ajouté des polymères afin de permettre d'en améliorer les propriétés élastiques à haute et basse température.

CATIONIQUE

Adjectif utilisé pour désigner le caractère acide d'une émulsion.

CENTRALE À BÉTON

Installation généralement fixe et discontinue pour la fabrication du béton de ciment.

CENTRALE D'ENROBAGE

Usine de fabrication de mélanges hydrocarbonés (enrobés).

- **Centrale d'enrobage fixe** : installée définitivement sur un site et dont la conception ne prévoit pas un démontage permettant son déplacement.
- **Centrale d'enrobage mobile** : installée provisoirement sur un site et dont la conception prévoit un montage et un remontage par éléments facilitant son déplacement.

C



CHARGE PAR ESSIEU

Effort exercé sur un sol au niveau de l'essieu d'un véhicule. La réglementation limite la charge par essieu sur le réseau routier. En France, la charge légale par essieu est de 13 tonnes.

CHAUSSÉE

Au sens géométrique du terme c'est la surface aménagée de la route, sur laquelle circulent normalement les véhicules. Elle comprend éventuellement les surlargeurs supportant les points d'arrêt et les places d'évitement.

Au sens structural, elle est l'ensemble des couches de matériaux disposés sur le terrain préparé et devant supporter la circulation des véhicules. Elle comprend les surlargeurs des différentes couches.

CHAUX

Oxyde de calcium hydraté ou non. La chaux peut être utilisée pour la stabilisation des sols, notamment des couches de forme, dans la fabrication des graves ou cendres laitières et comme filler d'apport dans la fabrication des enrobés à chaud.

- **Chaux vive** : Oxyde de calcium CaO anhydre utilisé pour le traitement des sols argileux et à forte teneur en eau.
- **Chaux éteinte** : Hydroxyde de calcium (Ca [OH] 2) obtenue par action de l'eau sur la chaux vive, utilisée pour le traitement des sols fins et secs.

Référence : norme NF P 98-101 de juillet 1991 Assises de chaussées Chaux aérienne calcique pour sols et routes Spécifications.

CIMENT

Mélange de poudre, appelée clinker, obtenue par cuisson puis broyage d'un mélange d'argile et d'environ 80 % de calcaire avec d'autres additifs. Les ciments sont des liants hydrauliques qui, gâchés avec de l'eau, forment une pâte qui fait prise, durcit, et qui, après durcissement, conserve sa résistance et sa stabilité même sous l'eau. La pâte est constituée de silicates et d'aluminates de calcium hydratés très peu solubles dans l'eau. Ils sont utilisés dans la fabrication du béton de ciment, dans la stabilisation des sols, dans la fabrication de la grave ciment, et parfois comme filler d'apport dans la fabrication des enrobés à chaud.

CLASSE DE TRAFIC

Catégorie attribuée à une chaussée, et utilisée pour le dimensionnement de sa couche de surface. Les classes de trafic sont définies par le trafic moyen journalier des Poids lourds (charge utile supérieure à 5 tonnes) qui circulent sur la chaussée.

Classe	T ₆	T ₅	T ₄	T ₃₋	T ₃₊	T ₂	T ₁	T ₀
Nbre PL/j	0 à 10	10 à 25	25 à 50	50 à 85	85 à 150	150 à 300	300 à 750	750 à 2000
Trafic	Faible			Moyen		Fort		

Note : le Catalogue des Structures de Chaussées neuves (SETRA – LCPC – 1998) apporte deux modifications importantes :

- la définition du poids lourd devient un véhicule de plus de 3,5 t de Poids total Autorisé en charge (PTAC). Une relation, valable uniquement en rase campagne, permet de convertir les données exprimées en véhicules de plus de 5 t de charge utile (C.U.) en nombre de véhicules de plus de 3,5 t de PTAC : $N \text{ (PTAC)} = 1,25 \times N \text{ (C.U.)}$
- les classes de trafic sont maintenant exprimées en nombre de poids lourds cumulé pendant la durée initiale de dimensionnement (durée de vie de 20 ou 30 ans) et en prenant en compte une croissance linéaire du trafic.

Classe TCi	TC0	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8
Valeurs limites TC en PL	0,01 · 10 ⁶ à 0,1 · 10 ⁶	0,1 à 0,2 · 10 ⁶	0,2 à 0,5 · 10 ⁶	0,5 à 1,5 · 10 ⁶	1,5 à 2,5 · 10 ⁶	2,5 à 6,5 · 10 ⁶	6,5 à 17,5 · 10 ⁶	17,5 à 43,5 · 10 ⁶	43,5 à > 10 ⁶

CLASSE GRANULAIRE

Désignation des granulats en termes de dimensions inférieure (d) et supérieure (D) de tamis, exprimée en d/D avec d et D exprimés en millimètres.

Note : Cette désignation admet que des grains puissent être retenus sur le tamis supérieur (refus sur D) et que d'autres puissent passer au travers du tamis inférieur (passant à d).



.....
CLOUTAGE

Traitement qui consiste à rendre rugueuse la surface d'un revêtement en enrobés ou en béton, en lui incorporant par cylindrage quelques litres par mètre carré d'un gravillon (laqué pour l'enrobé), juste après la mise en œuvre du revêtement, et avant son compactage final.

.....
COMPACTAGE

Opération de densification d'un sol ou d'un matériau sous l'effet d'une action mécanique. On utilise la dame, la pilonneuse, les compacteurs à pneus, à cylindres (statiques ou vibrants), à pieds de mouton, etc.

.....
COMPACTEUR

Engin automoteur, tracté ou porté destiné au compactage (augmentation de la densité) des sols ou des matériaux.

- **Compacteur à cylindres lisses** : Engin de compactage destiné à serrer les matériaux granuleux au moyen de jantes lisses en acier (tandem, trijantes). Il peut être vibrant ou non.
- **Compacteur à cylindres vibrants** : Engin de compactage généralement automoteur comportant une ou deux billes lisses vibrantes. La transmission peut être manuelle, mécanique ou hydraulique. La vibration permet d'augmenter sensiblement la profondeur du compactage.
- **Compacteur à pieds de mouton** (à pieds dameurs ou à pieds tamping) : Engin de compactage de terrassement, tracté ou automoteur, vibrant ou non, dont les billes sont munies de nombreux « pieds » en forme de tronc de cône ou de pyramide, d'environ 20 cm de long, et dont le rôle est de piéger les sols plastiques et d'en empêcher le fluage lors du compactage. La plupart des compacteurs à pieds dameurs sont automoteurs et munis d'une lame bull permettant de régaler avant de compacter.
- **Compacteur mixte** : Engin de compactage généralement automoteur ayant une bille métallique (en général vibrante) à l'avant et des pneus à l'arrière.
- **Compacteur tandem** : Engin de compactage automoteur possédant deux billes identiques. Appelé aussi, par abréviation, « tandem ».

.....
COUCHE D'ACCROCHAGE

Couche de liant (émulsion, bitume pur ou autre) répandue avant ou au moment de la mise en œuvre des enrobés et destinée à assurer la liaison entre ceux-ci et la couche immédiatement inférieure.

.....
COUCHE D'ASSISE

Terme générique désignant l'ensemble des couches de fondation et de base d'une chaussée assurant, par des matériaux appropriés, la répartition des efforts dus aux charges sur le sol support.

.....
COUCHE DE BASE

Élément de la structure de chaussée dont le rôle est de résister aux efforts verticaux reçus de la couche de roulement et de répartir les pressions qui en résultent sur la plate-forme support de chaussée.

.....
COUCHE DE CURE

Couche de liant et de gravillons répandue sur un matériau traité aux liants hydrauliques pour conserver la teneur en eau du mélange mis en place pendant la prise de celui-ci. Quelquefois appelé « enduit de cure ».

.....
COUCHE DE REPROFILAGE

Couche de matériaux destinée à niveler la chaussée existante afin de lui redonner des profils corrects.

.....
COUCHE DE ROULEMENT

Couche supérieure de la chaussée en contact avec les pneumatiques des véhicules, et qui subit directement les agressions de la circulation et des intempéries.

C

.....

CURAGE (DE FOSSÉS)

Opération de nettoyage et de recalibrage d'un fossé permettant d'assurer le libre écoulement de l'eau.

.....

CURE

Période durant laquelle un liant hydraulique développe ses propriétés par des transformations physico-chimiques.

.....

CURE DE L'ÉMULSION

Étape durant laquelle les gouttelettes de bitume s'agglomèrent et forment une phase continue.

.....

CYLINDRAGE

Action de compactage au moyen d'un compacteur à cylindre.

.....

DALLE

Plaque de béton armé ou non, reposant sur une fondation granulaire, employée comme surface de roulement ou couche de base d'une chaussée à structure rigide.

D

.....

DALOT

Petit ouvrage en béton armé ou en maçonnerie de section carrée ou rectangulaire assurant l'écoulement des eaux.

.....

DÉBLAI

- Opération d'un terrassement destinée à extraire les matériaux du terrain naturel pour mise à la cote, réutilisation, stockage, ou mise en décharge.
- Par extension, le (ou les) matériau(x) objet de l'action de déblayer.

.....

DÉBLAI-REMBLAI

Opération de terrassement dans laquelle des matériaux extraits en un point sont poussés ou transportés pour être utilisés en remblai à proximité ou en un autre point.

.....

DÉCAISSER

- Exécuter un volume de déblai correspondant au volume d'un ouvrage superficiel à construire.
- Créer un encaissement par enlèvement de tout ou partie d'une structure de chaussée en place.

.....

DÉCAPAGE

Opération de terrassement consistant à extraire la terre végétale pour l'évacuer ou la stocker.

.....

DIMENSIONNEMENT DE CHAUSSÉE

Méthode de calcul (parfois empirique) employée pour déterminer la structure d'une chaussée neuve ou le renforcement d'une chaussée à reprofiler. Les épaisseurs des différentes couches de la chaussée sont calculées à partir de la portance du sol support et du trafic, et selon la nature des matériaux utilisés pour la construction de la chaussée.

.....

DRAINAGE

Évacuation de l'eau par des conduits poreux, ou des tranchées garnies de matériaux filtrants ou par des géotextiles. Le terme est étendu au simple aménagement des surfaces en vue d'accélérer l'évacuation de l'eau.

→ **Drainage interne**

collecte et évacuation vers un exutoire des eaux internes de la structure de chaussée.

E

.....
EAU DE RUISSELLEMENT

Eau qui s'écoule sur une surface à la suite d'une averse. Le captage des eaux de ruissellement d'une chaussée s'effectue par des fossés à ciel ouvert, des ouvrages d'assainissement ou des drains souterrains.

.....
ÉMULSION

Dispersion d'un liquide dans un autre, non miscible, sous forme de fines gouttelettes, à l'aide d'un troisième composant appelé émulsifiant ou émulsif.

.....
ÉMULSION DE BITUME

Dispersion de bitume sous forme de gouttelettes microscopiques dans une phase aqueuse. Au contact des agrégats, l'émulsion se rompt, l'eau s'évapore et il reste le liant bitumineux qui lie les granulats. Dans la construction de routes, l'émulsion de bitume permet la réalisation d'enduits superficiels, de couches d'accrochage, de stabilisations, d'enrobés coulés à froid, etc.

.....
ENDUIT

Film de liant hydrocarboné répandu sur une couche de chaussée, y pénétrant très peu, et recouvert ou non de gravillons (enduit superficiel) ou de sable.

.....
ENDUIT D'ACCROCHAGE

Enduit destiné à assurer un collage entre deux couches.

.....
ENDUIT DE CURE

Enduit réalisé sur un matériau traité au liant hydraulique qui empêche la dessiccation du matériau.

.....
FAÏENÇAGE

Ensemble de fissures, plus ou moins rapprochées, formant un maillage caractéristique de la fatigue d'un revêtement en enrobés à la suite d'usure ou de faiblesse des sous-couches. Synonyme : Peau de crocodile.

.....
FLOCCULATION DE LA FRACTION ARGILEUSE

Phénomène physico-chimique provoqué par modification du PH du sol qui a pour effet de provoquer l'agglomération des fines argileuses. Dans le cas des terrassements, la floculation est généralement assurée par incorporation de chaux aériennes.

.....
FLUXAGE

Opération consistant à ajouter une huile de houille ou de pétrole au bitume pour en réduire sa viscosité.

.....
FOSSÉ

Ouvrage en déblai creusé en périphérie de plate-forme, de manière continue et avec une pente régulière de façon à recueillir les eaux de ruissellement ou de drainage et à assurer leur écoulement vers un exutoire naturel ou aménagé.

- **Fossé de crête de talus** : Fossé creusé en haut d'un talus pour le protéger des eaux de ruissellement provenant d'un niveau supérieur.
- **Fossé de pied de talus** : Fossé creusé en bas d'un talus pour recueillir les eaux de la plate-forme et du talus.

.....
FRAISAGE

Rabotage de la partie supérieure en enrobé d'une chaussée revêtue, sur une épaisseur donnée, par une machine spéciale (fraiseuse) munie d'un tambour rotatif équipé de dents au carbure de tungstène, permettant de désolidariser et de fragmenter cette épaisseur de matériaux. Les matériaux ainsi obtenus, appelés fraisat, sont souvent réemployés ou recyclés. Cette opération s'effectue généralement à froid mais peut aussi avoir lieu après avoir chauffé le revêtement.

F

G

GÉOGRILLE

Type de géosynthétique constitué par un réseau ouvert d'éléments résistant à la traction, reliés entre eux selon un motif régulier et présentant de larges ouvertures, tel une grille. Les géogrilles sont utilisées pour la stabilisation du sol et des fondations, ou en renforcement de chaussée notamment en cas de risque de fontis (effondrement localisé du sol lié à la présence d'excavation souterraine, ancienne carrière ou cavité naturelle).

L'empierrement de la couche de base ou de fondation se cale en s'encastant dans les ouvertures de la géogrille, améliorant la résistance à la déformation de l'ensemble de la chaussée.

GÉOSYNTHÉTIQUE

Terme générique désignant un produit, dont au moins l'un des constituants est à base de polymère synthétique ou naturel, se présentant sous forme de nappe, de bande ou de structure tridimensionnelle, utilisé en contact avec le sol ou d'autres matériaux dans des applications géotechniques et de génie civil.

La famille des géosynthétiques comprend les géotextiles, les géogrilles, les géofilets et les géomembranes.

GÉOTEXTILE

Matière textile plane, perméable, à base de polymère (naturel ou synthétique), utilisée en contact avec le sol ou d'autres matériaux dans les domaines de la géotechnique ou du génie civil.

Le mode d'assemblage des fibres définit trois grandes familles qui diffèrent par leurs propriétés et leurs rôles :

- les tissés ;
- les non-tissés (aiguilletés ou thermoliés) ;
- les autres textiles (grilles, filets, tricots, composites).

Utilisés pour améliorer le comportement de la structure de la chaussée, ils ont un rôle mécanique de séparation (anti-contaminant) ou de renforcement. En assainissement routier, ils ont un rôle hydraulique de filtration ou de drainage.

Référence : Normes NF G 38-010 à NF G 38-050 Géotextiles

Norme NF EN ISO 10 318 de mai 2006 Géosynthétiques Termes et définitions.

GRAVILLON DE CLOUTAGE

Désigne soit des granulats laqués destinés à augmenter la rugosité d'une couche de roulement, soit des gravillons destinés à améliorer l'accrochage entre deux couches.

GRENU

Qui est riche en graviers ou gravillons et pauvre en éléments fins, et présente de plus un aspect rugueux (enrobés grenus ou semi-grenus = BBSG)

LIANT

Substance qui enrobe et lie entre eux les composants d'un granulat de manière à lui conférer de la cohésion et d'améliorer les performances mécaniques du matériau. On distingue les liants hydrauliques et hydrocarbonés.

→ LIANT HYDRAULIQUE

Un liant hydraulique est une poudre minérale formant par addition d'eau en quantité appropriée, une pâte faisant prise et durcissant progressivement, même à l'abri de l'air, notamment sous l'eau et capable de lier des mélanges granulaires.

→ LIANT HYDRAULIQUE ROUTIER (LHR)

Liant hydraulique, fabriqué en usine, à usage principalement routier, obtenu généralement par cobroyage ou mélange de différents matériaux tels le clinker, le laitier vitrifié de haut-fourneau et/ou de cendres volantes, de chaux et éventuellement d'un catalyseur ou activateur de prise. Il présente une cinétique de prise plus lente que les ciments et donc un délai de maniabilité plus élevé.

L

→ LIANT HYDROCARBONÉ

Liant à base d'hydrocarbures, obtenu à partir de matériaux d'origine organique (pétrole et charbon) et employé dans la fabrication de matériaux pour couche de chaussée. Les liants hydrocarbonés ont des propriétés de cohésivité et d'adhésivité qui leur permettent de lier les granulats, et possèdent la propriété de garder une certaine souplesse. Les liants hydrocarbonés sont regroupés en trois types principaux :

- les bitumes ;
- les émulsions de bitume ;
- les goudrons.

Référence : Norme NF T 65-000 de septembre 1979 Liants hydrocarbonés Définitions et classification.

LIANT BITUMINEUX

Bitumes et produits dérivés (émulsion, bitume pur ou modifié) utilisés pour lier des granulats en vue de constituer un matériau routier dont les propriétés mécaniques et la tenue à l'eau sont améliorées.

LIANT D'ACCROCHAGE

Bitume destiné à solidariser deux couches de matériaux.

LIMITE DE LIQUIDITÉ (D'UN SOL)

La limite de liquidité W_l est la teneur en eau qui marque approximativement le passage de l'état d'un sol fin liquide à l'état plastique, ou inversement. Au-dessus, le matériau se comporte comme un semi-liquide et s'écoule sous son propre poids. Cette limite augmente avec la proportion d'éléments fins. Elle est mesurée avec la coupelle d'Atterberg, dans un appareil à secousses dit « de Casagrande ».

$W_l = 10\%$ à 35% pour les sables purs $W_l \geq 150\%$ pour les argiles

MATELASSAGE

Problème pouvant intervenir lors du compactage d'un sol et se traduisant par la formation d'une vague au-devant du compacteur. Ce phénomène nuit à l'obtention d'une compacité adéquate.

MATÉRIAU

Produit minéral naturel ou artificiel intervenant directement, ou après traitement, dans la composition de la chaussée. Le terme de « matériau » est réservé aux produits minéraux à l'exception des liants. Synonyme : granulat.

Référence : NF P 11-300 Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières.

NID-DE-POULE

Cavité circulaire, de taille et de profondeur variable, créée à la surface de la chaussée par des départs de matériaux. Cette dégradation de surface est classée dans la famille des arrachements.

Référence : Catalogue des dégradations de surface de chaussées LCPC 1998.

NIVELEUSE (= GRADER)

Engin de terrassement automoteur muni entre ses essieux avant et arrière, d'une lame orientable servant à profiler la surface du sol et à régler les couches de chaussée. La niveleuse peut être munie d'équipements complémentaires tels qu'un scarificateur ou une lame bull frontale.

NIVELLEMENT

Action d'égaliser un sol pour le rendre plan.

L

M

N

O

ORNIÈRE

Déformation permanente longitudinale en creux, présente dans les bandes de roulement, créée par le passage des véhicules. On distingue généralement les ornières à faible rayon (largeur inférieure à 80 cm) des ornières à grand rayon (largeur supérieure à 80 cm).

OUVRAGES D'ART

Toute construction en maçonnerie ou en béton.

PELADE

Absence localisée de la couche de roulement laissant apparaître la couche inférieure par plaques. Cette dégradation de surface est classée dans la famille des arrachements.

PLUMAGE

Départ localisé ou généralisé des gravillons d'un enduit superficiel. Cette dégradation de surface est classée dans la famille des arrachements.

P

POINT À TEMPS

Matériel permettant d'épandre simultanément le liant et les gravillons et généralement utilisé pour effectuer des opérations ponctuelles de réparation (emplois partiels) ; l'épandage du liant sur le sol est assuré manuellement par l'intermédiaire d'une lance.

Point à temps automatique (PATA) : Point à temps automate permettant l'automatisation et l'asservissement des dosages de liant et de gravillons.

PROFIL EN LONG

Coupe longitudinale d'une chaussée suivant l'axe de la route, indiquant les valeurs des pentes et des rampes, ainsi que les rayons des courbes de raccordement au niveau des côtes et des points bas, et leur altimétrie.

PROFIL EN TRAVERS

Coupe transversale d'une chaussée perpendiculairement à l'axe longitudinal de la route. Elle indique :

- les différentes couches, leurs épaisseurs et pentes et leur altimétrie.
- les largeurs des voies, des accotements, des fossés, et de l'emprise ;
- les pentes transversales de la chaussée et des accotements, indispensables pour un bon écoulement des eaux ;
- les pentes de talus qui en conditionnent la stabilité.

PROPRETÉ (D'UN GRANULAT)

Absence dans le granulat de fines indésirables. La propreté d'une grave ou d'un sable se mesure par l'essai équivalent sable (ES) et par l'essai au bleu de méthylène (MB).

La propreté (P) d'un granulat est l'un des facteurs essentiels de réussite d'un enduit superficiel ou d'un enrobé. Il est indispensable que le liant colle parfaitement aux granulats et non à une pellicule de fines pouvant recouvrir ces derniers.

PURGE

Opération consistant lors du terrassement, à extraire puis à évacuer en dépôt les matériaux (sols) jugés de qualité insuffisante pour leur emploi comme plate-forme support de chaussée.

Remplacement des matériaux argileux ou contaminés d'une couche de forme ou de chaussée par des matériaux sains.

R

.....

RECHARGEMENT

Opération consistant à placer une ou plusieurs nouvelles couches (granulats ou enrobés) sur une chaussée existante, en vue de surélever le profil ou de renforcer la structure.

.....

REMONTÉE DE FINES

Apparition d'éléments fins provenant de l'assise, à la surface de la chaussée ; ces remontées sont généralement localisées au droit de défauts de la couche de roulement. Cette dégradation de surface est classée dans la famille des mouvements de matériaux.

.....

RENFORCEMENT DE CHAUSSÉE

Opération de remise en état d'une chaussée consistant à appliquer une nouvelle couche de base par apport de matériaux, recouverte éventuellement d'une couche de surface, sur une ancienne chaussée telle quelle ou reprofilée. L'objectif du renforcement est d'accroître la résistance mécanique (portance) et d'adapter la chaussée à l'évolution du trafic. L'ancienne chaussée est considérée comme couche de fondation dans la nouvelle structure.

Note : La nouvelle couche de base peut se faire par retraitement en place.

.....

REPROFILAGE

Opération visant (par rabotage ou par apport de matériaux) à restituer à la chaussée son profil primitif (en long, mais surtout en travers) ou à lui donner un profil amélioré.

.....

RETRAITEMENT DE CHAUSSÉE

Technique d'entretien d'une chaussée, consistant à décohésionner les couches de chaussée défailtantes (par fraisage ou scarification) puis à mélanger les produits obtenus avec d'autres granulats ou avec un liant, pour enfin remettre en œuvre le mélange obtenu. Le liant utilisé peut être un liant hydrocarboné (par exemple une émulsion de bitume) ou un liant hydraulique (chaux, ciment).

.....

REVÊTEMENT

1. Couche superficielle d'un ouvrage permettant d'assurer un uni acceptable, de contrôler l'érosion et de contribuer à répartir les charges.
2. En fonction des différents entretiens ou réparations, le revêtement peut-être constitué de plusieurs couches de matériaux traités aux liants hydrocarbonés

.....

SCARIFICATION

Opération qui consiste à détruire la cohésion et la compacité d'un sol, ou à ameublir la surface d'une chaussée.

.....

SOL

- Formation naturelle de structure meuble résultant de l'altération de roches ou de l'évolution de substances organiques. C'est un matériau constitué essentiellement de grains solides distincts et pouvant, entre autres, contenir de l'eau et de l'air.
- En Géotechnique, désigne tous matériaux naturels, constitués de grains pouvant se séparer aisément par simple trituration, ou sous l'action d'un courant d'eau, et dont le pourcentage de matières organiques est inférieur à 3 %. S'oppose à matériau rocheux et à sol organique.

Référence : Norme NF P 11-301 de décembre 1994 Exécution des terrassements Terminologie.

NF P 94-055 Sols : reconnaissance et essais Détermination de la teneur pondérale en matières organiques d'un sol Méthode chimique.

S

S

.....
SOL STABILISÉ À LA CHAUX

Sol en place traité mécaniquement avec une quantité appropriée de chaux vive ou éteinte, en vue d'améliorer sa portance par floculation des argiles et baisse de la teneur en eau.

.....
STRUCTURE DE CHAUSSÉE

Ensemble des couches superposées de matériaux reposant sur la plate-forme support de chaussée, destinées à répartir sans dommage sur le sol naturel les efforts dus à la circulation des véhicules.

De haut en bas, on trouve généralement :

- la couche de surface (décomposée éventuellement en couche de roulement et couche de liaison) ;
- la couche de base ;
- la couche de fondation.

Les épaisseurs de chacune de ces couches sont déterminées par calcul de dimensionnement.

Ces différentes couches peuvent ne pas exister simultanément dans une chaussée. S'il y a toujours une couche de base, il n'y a pas toujours de couche de surface ou de fondation.

La couche de fondation forme avec la couche de base l'assise de la chaussée (ou corps de chaussée).

Note : Il faut distinguer les couches, qui sont formées de matériaux différents par leur nature et leur état de ceux des couches voisines, et les passes qui sont constituées pour une même couche avec les mêmes matériaux. Ce sont des raisons de construction (difficultés de compactage) qui obligent à exécuter une couche en plusieurs passes.

→ **STRUCTURE SOUPLE**

Structure de chaussée dans laquelle l'ensemble des couches qui la constituent sont non traitées ou traitées aux liants hydrocarbonés.

→ **STRUCTURE SEMI-RIGIDE**

Structure de chaussée dans laquelle la couche de base (et la couche de fondation) est traitée aux liants hydrauliques ; seule la couche de surface est traitée aux liants hydrocarbonés.

→ **STRUCTURE MIXTE**

Structure de chaussée dans laquelle la couche de surface et la couche de base sont traitées aux liants hydrocarbonés, la couche de fondation étant traitée aux liants hydrauliques.

Note : généralement, les épaisseurs des couches aux liants hydrocarbonés et aux liants hydrauliques sont de grandeur comparable.

→ **STRUCTURE RIGIDE**

Structure de chaussée dont la couche de base, au moins, est en béton de ciment.

Note : la couche de roulement est, en général, confondue avec la couche de base.

→ **Structure inverse**

Structure d'une chaussée où la couche de fondation est en matériaux traités aux liants hydrauliques et la couche de base au moins partiellement en matériaux non traités.

.....
TÊTE DE CHAT

Pierre dure ressortant de la surface de la chaussée. Cette dégradation de surface est classée dans la famille des arrachements.

T

.....
TRAITEMENT DES SOLS

Opération qui consiste à améliorer les caractéristiques physiques d'un sol en le mélangeant avec un agent stabilisateur.

.....
TRANCHÉE DRAINANTE

Tranchée remplie de matériaux drainants, en vue de réaliser le drainage interne.



Société des Matériaux de beauce

Fiche Technique Produit			Mise à jour du : 09/03/2009	FTP JRA2M1-07-0109
Unité de production	Classe granulaire	Elaboration		
Prasville	0/20 Cal L GNTA	Concassé Lavé		
Norme	Article	Code		
XP P 18-545	7 : Chaussées : fondation, base, liaison	E d - FTP renseignée		
Nature pétrographique				
Calcaire				

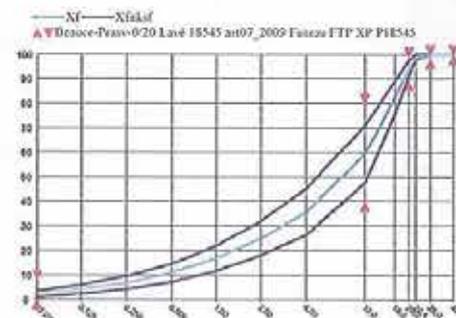
PARTIE NORMATIVE

Nom	Symbole	Vsi	Vss	u	Vsi - u	Vss + u	Li	Is	e	e / 3,3
40 mm	2D	100	100							
28 mm	1.4D	98	100	1	97	100				
20 mm	D	89	99	2	87	100	85	99	10	
10 mm	D/2	40	80	3	37	83			40	
Teneur en fines	f	0	6	1	0	7			6	
Propreté	MB 0/2		2	0.5		2.5				
Los Angeles	LA		40	3		43				
Micro-deval	MDE		35	3		38				

PARTIE INFORMATIVE (k=1.25)

Du 09/09/2008 au 24/02/2009

Nom	Symbole	Maxi	Xf + ksf	Xf	sf	Xf - ksf	Mmi	Nb val
40 mm	2D	100.00	100.00	100.00	0.00	100.00	100.00	12
28 mm	1.4D	100.00	100.00	100.00	0.00	100.00	100.00	12
20 mm	D	98.80	97.50	94.50	2.40	91.40	89.80	12
10 mm	D/2	72.50	71.10	59.40	9.40	47.70	43.90	12
Teneur en fines	f	4.20	3.50	2.30	1.00	1.00	1.10	12
Propreté	MB 0/2	1.48	1.38	1.02	0.29	0.65	0.59	11
Propreté 0/D	MB 0/D	0.47	0.38	0.25	0.10	0.12	0.13	10
Teneur en eau	w	14.5	12.6	9.7	2.3	6.9	6.7	11



Date	Nom de l'essai	Norme essai	Symbole	Valeur
21/10/08	MV réelle p-séch - Annexe	NF EN 1097-6 annexe A	Pp	2.320
27/08/08	Los Angeles (.)	NF EN 1097-2 article 5	LA	34
27/08/08	Micro-Deval (.)	NF EN 1097-1	MDE	37
24/02/09	Bleu d'un sol (.)	NF P 94-068	VBS	0.03
21/10/08	Gel / dégel (%)	NF EN 1367-1	F	1.4

	Éditée par : Société des Matériaux de beauce - La Michellerie - 28150 Prasville	Tél : 02.37.32.23.33 Fax : 02.37.32.28.03 laurent.corrara@lafarge.com
--	---	---

CETTE FICHE TRAITE DES **ENJEUX PAYSAGERS POUR LES TRAVAUX ROUTIERS** EN FORÊT. ELLE PROPOSE UNE ANALYSE SIMPLIFIÉE DE **LEURS IMPACTS** ET LA **MISE EN ŒUVRE DE QUELQUES MESURES** PAYSAGÈRES ADAPTÉES À LA SITUATION DE PLAINES ET COLLINES. CES DEUX ÉTAPES SONT À RÉFLÉCHIR À L'ÉCHELLE DE L'UNITÉ VISUELLE¹ CONCERNÉE PAR LE PROJET ROUTIER. LA PERCEPTION DE L'EMPRISE DE LA ROUTE ET L'ÉVALUATION DE SON IMPACT PAYSAGER **S'EFFECTUENT GLOBALEMENT**, EN INTÉGRANT L'ASPECT DES PEUPELEMENTS OU D'AUTRES ÉLÉMENTS PAYSAGERS SITUÉS AUX ABORDS DE L'EMPRISE.

1_ COMMENT ÉLABORER UN DIAGNOSTIC PAYSAGER DES TRAVAUX ROUTIERS ?

Les critères paysagers spécifiques au contexte des plaines et collines

→ la distance de perception : position de l'observateur ou des usagers

Dans les vallons et collines, les grandes lignes d'un tracé routier sont perceptibles en vision éloignée, sur le versant exposé aux regards. En situation de surplomb, la position dominante de l'observateur augmente la visibilité des lieux et la perception des travaux réalisés, d'autant que leur emprise sera signalée par des contrastes de couleur ou de forme.

En plaine, la perception s'exerce surtout depuis l'intérieur de la forêt, à partir de la route elle-même. La bonne appréciation des lieux, et des travaux qui y sont menés, sera conditionnée par le traitement des détails : qualité des lisières, mise en valeur d'un patrimoine remarquable, talutage soigné, etc.

→ la présence d'un élément paysager remarquable ou sensible

Sur l'emprise des travaux, la présence d'un patrimoine naturel ou culturel attractif est à identifier. Le passage de la route forestière doit préserver leur intégrité, voire parfois le valoriser au cœur du projet.



Arbre remarquable à préserver sur un col en forêt. La place de dépôt envisagée a été aménagée à 100 mètres en aval.



Pont ancien à préserver en fond de vallon. Le passage de la route est déplacé de 50 m en amont.

¹ Unité visuelle : portion de territoire visible depuis un point ou un ensemble de points donnés. Exemples : un versant de vallée, un petit amphithéâtre autour d'un lac.

Les impacts paysagers des travaux routiers

En plaine, sans relief marqué, les perceptions rapprochées vont jouer un rôle important. L'impact du projet sera amplifié à proximité des villages et habitations, mais aussi lorsque des usages préexistent (desserte agricole, itinéraire d'accueil du public, etc).

Le raccordement au réseau public existant, de la route forestière à créer mais aussi des zones de manœuvre ou de stockage associées, est souvent un point délicat à traiter en termes paysagers (photo ci-contre). Le temps atténuera une partie des impacts, par une végétalisation naturelle. Mais en site paysager sensible, un soin particulier devra être apporté pour le respect des échelles du paysage et dans la qualité des travaux.



2_QUELLES MESURES PAYSAGÈRES ADOPTER POUR LES TRAVAUX ROUTIERS ?

Le choix du tracé, en amont du projet

Le choix du tracé de la route à créer ou élargir, est un savant compromis entre divers types de données techniques, foncières, économiques, écologiques et paysagères.

→ Prendre en compte les formes du relief

En relief collinéen, le passage du tracé sur les sommets est à éviter, en privilégiant le passage en col, entre 2 reliefs.

En plaine, l'utilisation des microreliefs apporte des courbes à l'infrastructure et une diversité paysagère favorable à la perception globale des lieux. Elle limite également l'ampleur des talus à créer (photo ci-contre).

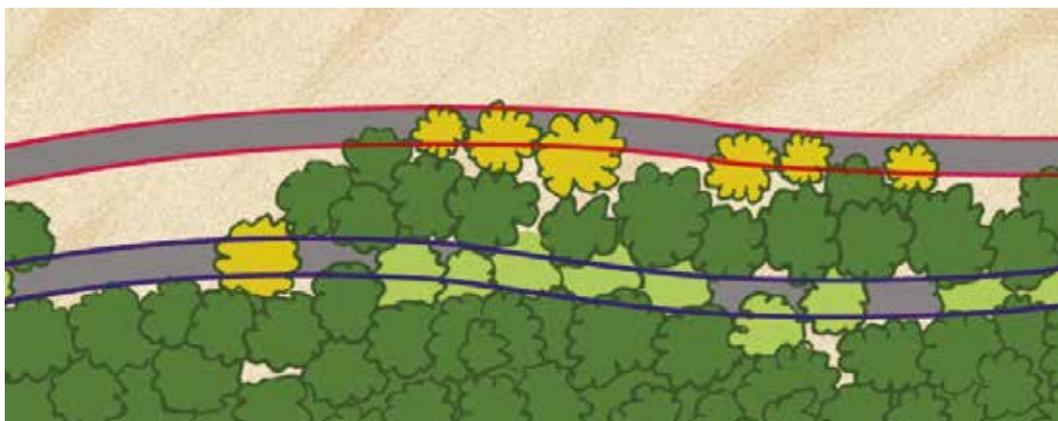


→ Préserver les lisières extérieures de la forêt

Lorsque le terrain le permet, l'implantation d'une nouvelle route privilégiera un tracé intra-forestier. Cette mesure paysagère permet de préserver les lisières existantes, la stabilité et l'attrait paysager reconnus : présence d'arbres équilibrés avec des houppiers développés.



Une lisière à ne pas rectifier



Implantation à éviter : lisière énormément modifiée

Implantation à privilégier : lisière pratiquement intacte

Arbres de lisière supprimés

Arbres de peuplement supprimés

→ **S'éloigner des espaces aménagés pour l'accueil du public**

Les aires de dépôts et de stockage de bois seront **éloignées des espaces de circulation du public**, et en particulier de certaines entrées de forêt et des carrefours majeurs identifiés sur les cartes touristiques de la forêt. Cette précaution limitera les conflits d'usages et l'inconfort des promeneurs (photo ci-dessous).



Anne-Marie Granet, ONF

Stockage de bois organisé en bordure d'un sentier pédestre balisé : à éviter. Via cette photo, il est rappelé aux professionnels intervenants sur les chantiers forestiers l'obligation de porter les équipements de protection individuels réglementaires (EPI).

→ **Éviter le surdimensionnement des emprises**

Sur terrain plat, notamment à proximité d'espaces aménagés pour l'accueil du public, il s'agit d'adapter l'emprise de l'infrastructure et d'éviter son surdimensionnement, tout en restant opérationnel.

La conception de détail et le traitement paysager de la route forestière et ses annexes

→ **Utiliser la diversité du couvert végétal**

Les routes forestières, rectilignes ou sinueuses, possèdent de réelles qualités paysagères lorsque leurs abords et leurs lisières sont soignés au moment des travaux (photo ci-contre).

→ **Préserver les lisières et les arbres proches du tracé**

En vision rapprochée, depuis la route ou ses lisières, les détails sont à travailler : la courbure d'un virage et l'ouverture d'un point de vue en lisière peuvent augmenter l'attractivité des lieux et son appréciation par les usagers.

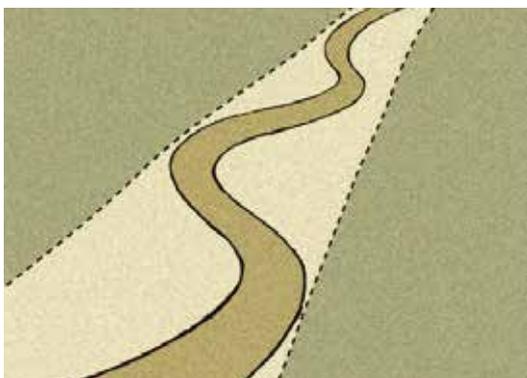


.....
Application au cas de l'élargissement d'une route ou de la reprise d'une piste existante.

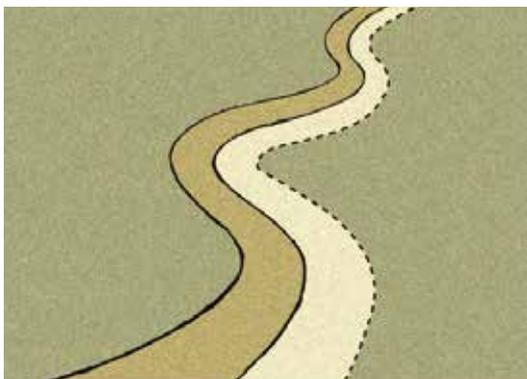


À l'occasion de l'élargissement de cette infrastructure, le recul d'une lisière déstabilise durablement l'ambiance forestière. Le maintien d'un arbre isolé en lisière peut, quant à lui, constituer un évènement paysager attrayant.

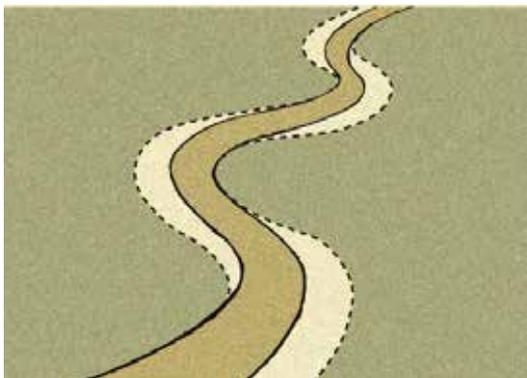
.....
La solution technique optimale n'est pas toujours la plus favorable au paysage.



SOLUTION NON-ENVISAGEABLE



SOLUTION ENVISAGEABLE



SOLUTION PRÉCONISÉE

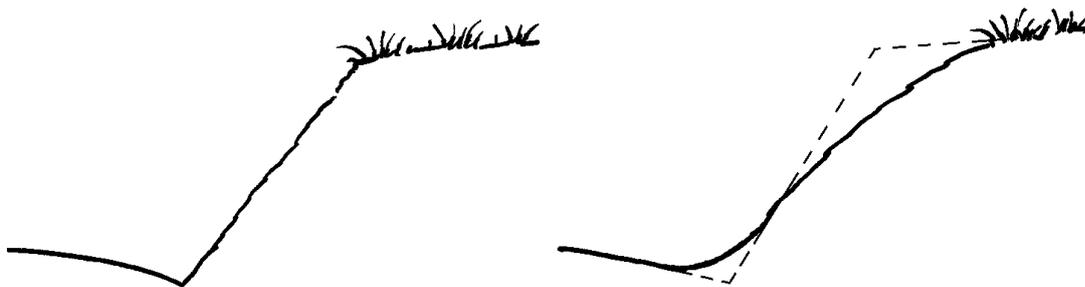
*Dans cet exemple, en **site classé**, l'élargissement de la route existante est préconisé en la répartissant, alternativement, de part et d'autre de l'emprise existante, et en amplifiant les courbes existantes. Cette solution préserve au mieux les ambiances pittoresques des lieux avec ses chaos rocheux.*

→ **Assouplir le profil des talus**

Les contrastes paysagers sont d'autant plus marqués que la route est récente : avec sa lisière forestière déstabilisée et ses talus mis à nu. Sur les pentes, même en plaines et collines, la hauteur du talus accentue la visibilité de la desserte, notamment dans les lacets et virages marqués. C'est parfois en décalant un lacet au niveau d'un microrelief, que l'on peut atténuer cet effet.

→ **Adopter un profil convexo-concave (schéma ci-dessous)**

Il s'agit d'éviter les angles vifs (en haut). Le second profil (en bas) présente l'avantage de limiter l'érosion régressive, avec formation d'un sous-cavage au sommet du talus et le comblement du fossé par les sédiments. Il facilite la colonisation par la végétation à partir de la crête.



Un talus abrupt augmente la visibilité externe de cette route, avec une érosion active durable (à gauche). La qualité du talutage réalisé, avec un profil convexo-concave (à droite), a favorisé son intégration paysagère.

→ Choisir les matériaux de revêtement

Selon la sensibilité paysagère des lieux, le choix des matériaux pour la couche de roulement peut être différencié (cf 3^e partie « Clé de choix d'un itinéraire en création d'une infrastructure »). En ambiance forestière, certains matériaux très clairs, en contraste fort avec les ambiances forestières, seront à éviter.

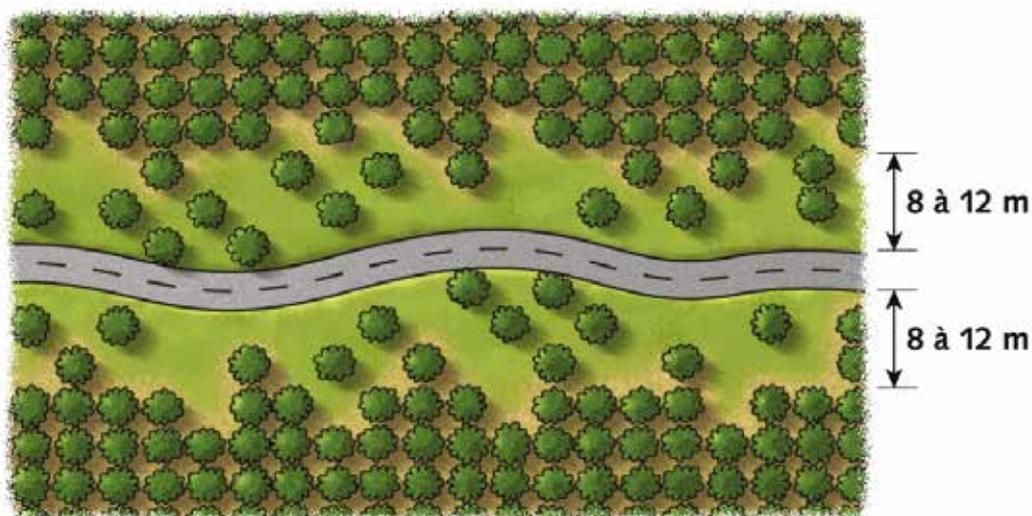
Les travaux d'entretien en faveur des paysages forestiers

Les mesures en faveur des paysages concernent principalement la gestion des lisières arborées associées à l'emprise. L'entretien au lamier ou le martelage est recommandé. L'usage de l'épareuse pour la gestion des arbres de lisière est déconseillée en forêt.

Plutôt qu'un éclaircissement de la route effectué avec la mise à distance de la lisière par coupe rase, une gestion différenciée par éclaircie forte est préconisée, avec un passage tous les 10 ans en moyenne.

(Cf dans ce guide : fiche technique « Gestion de la végétation » ; ITTR92-ENT-RE1 ; ITTR92-ENT-RV1).

.....
Variation de densité du peuplement



Photographies : Christèle GERNIGON, ONF
Autres illustrations : Un guide paysager pour la forêt limousine, Cellule Forêt-Paysage, ONF (2002).

UN **CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES** (CCTP) EST **UNE DES PIÈCES CONSTITUTIVES** D'UN DOSSIER DE MISE EN CONCURRENCE D'ENTREPRISES DANS LE CAS D'UN MARCHÉ PUBLIC.

C'EST UN **DOCUMENT TECHNIQUE COMPLÉTANT D'AUTRES DOCUMENTS ADMINISTRATIFS** (CCAG, CCAP) **OU TECHNIQUES** (CCTG, BPU-DE) À **VALEUR CONTRACTUELLE** UNE FOIS LE MARCHÉ SIGNÉ.

POUR UN PROJET, LE RÉDACTEUR TROUVERA DANS LES FICHES TECHNIQUES DE CE PRÉSENT GUIDE LES ÉLÉMENTS UTILES AU RENSEIGNEMENT DES RUBRIQUES DU CCTP-TYPE CI-APRÈS, UTILISABLE EN FORÊT DOMANIALE (À ADAPTER AU CAS PAR CAS).

Agence xxx

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES C.C.T.P

- Forêt domaniale xxx
- Consultation d'entreprises du xxx
- Lot n° x — RF xx
Exemple réfection généralisée de la chaussée par traitement en place des matériaux au LHR
- Maître d'ouvrage et maître d'œuvre
- Office national des forêts
- Agence xxx
- Adresse xxx

Article I

LOCALISATION ET NATURE DES TRAVAUX

1.1 Localisation des travaux

Les travaux prévus au présent C.C.T.P sont situés sur le territoire de l'agence xxx en forêt domaniale de xxx. Ils concernent la route forestière de xxx.

Insérer un plan de situation

1.2 Nature des travaux

Ces travaux consistent :

Exemple : à la réfection généralisée par traitement des matériaux en place au LHR

le présent C.C.T.P. comporte xxx feuillets numérotés de x à xx

Article II

CONSISTANCE, DESCRIPTION ET MÉTHODE D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

2.1 Consistance des travaux

xxx

Il s'agit d'indiquer les volumes, surfaces, longueurs, largeurs concernées.

2.2 Description et méthode d'exécution des travaux

xxx

Il s'agit de décrire chaque opération technique élémentaire avec les exigences adéquates à respecter.

2.3 Variantes possibles

Propositions libres de l'entrepreneur.

Si on insère une rubrique sur les variantes, c'est que le pouvoir adjudicateur les autorise. Si on ne met pas de rubrique, les variantes de ne sont pas autorisées.

2.4 Mode d'exécution des travaux

- 2.4.1 Implantation des ouvrages

Exemple : le piquetage général est à la charge de l'entreprise sous la direction du maître d'œuvre ou de son représentant. L'entreprise respectera les descriptions des articles I et II, ainsi que les plans joints en annexe.

- 2.4.2 Mise en œuvre des matériaux et contrôle

Exemples : La surface finie ne devra présenter aucune dénivellation susceptible de retenir la moindre flaque d'eau. La mise en œuvre de la couche de roulement sera réalisée selon les techniques usuelles et conformément aux règles de l'art. Ces travaux ne pourront être effectués que sur des supports parfaitement secs et en l'absence de toute précipitation.

S'il le juge nécessaire, le maître d'œuvre pourra faire exécuter, à la charge de l'entrepreneur, toutes épreuves utiles pour s'assurer de la qualité des matériaux utilisés.

Article III

ORGANISATION DU CHANTIER

L'entrepreneur soumettra à l'avis du maître d'œuvre les dates précises d'intervention, dans un délai de dix jours à compter de la réception de l'ordre de service.

Les personnes à contacter sont les suivantes :

Monsieur xxx, responsable d'UT

Maison Forestière de xxx

Tél. : xxx

OU

Monsieur xxx, Agent patrimonial

Maison Forestière de xxx

Tél. : xxx

Toute modification du programme d'exécution des travaux devra immédiatement être portée à la connaissance du maître d'œuvre

Article IV

PIÈCES JOINTES AU PRÉSENT C.C.T.P

Exemples : BPU, CCTP commun à tous les lots si existant

Rédigé à xxx le xxx. Signature

L'Entrepreneur des Travaux (Mention manuscrite « Lu et approuvé ») (Cachet et signature)

RÉCEPTION

La réception est l'acte par lequel le maître d'ouvrage déclare accepter l'ouvrage avec ou sans réserve.

La réception prend généralement la forme d'un **procès-verbal** établi et signé par le maître d'ouvrage et visé par le maître d'œuvre et l'entrepreneur. La réception permet **le règlement des comptes financiers** ; elle transfère la garde de l'ouvrage au maître d'ouvrage ; les vices et défauts de conformité apparents n'ayant pas fait l'objet de réserves sont considérés comme acceptés par le maître d'ouvrage et, enfin, elle constitue le **point de départ des délais de garantie** (garantie de parfait achèvement, garantie de bon fonctionnement, garantie décennale etc.)



Route forestière de Pontillaut en forêt domaniale de Notre-Dame (77), Dominique Paquet, ONF

Direction générale

2, avenue de Saint-Mandé

75570 Paris Cedex 12

Juillet 2014

Impression ONF Fontainebleau

9200-14-GUI-SAM-046

Champ de certification « cœur de métier » : ISO 9001 et 14001

 **PEFC** 10-4-4 / Promouvoir la gestion durable de la forêt / pefc-france.org



www.onf.fr