

GUIDE TECHNIQUE POUR LE REMBLAYAGE DES TRANCHEES ET LA RÉFECTION DES CHAUSSÉES SUR LE DOMAINE PUBLIC DÉPARTEMENTAL DE LA CORREZE

(Actualisation annexée à la décision
du Président du Conseil Départemental du 17 Février 2021)

ANNEXE 1

du Règlement de la Voirie Départementale

Approuvé par la Commission Permanente du 18 décembre 2013



PREAMBULE

Ce document constitue une annexe technique au Règlement de la Voirie Départementale. Il prend en compte l'état des connaissances actuelles dans le domaine de l'ouverture, du remblayage, de la réfection des tranchées et principalement en terme de contrôle de densification des matériaux utilisés.

Il constitue une aide technique à la bonne exécution des travaux sur le Domaine Public Départemental, complétant l'aspect juridique et réglementaire du Règlement de la Voirie Départementale.

Il fixe les dispositions auxquelles doit se conformer le bénéficiaire de l'autorisation de voirie, désigné dans le règlement de voirie départementale sous le terme de « intervenant » et désormais appelé "permissionnaire".

On entend par le terme "permissionnaire", les titulaires d'une permission de voirie ou d'un titre d'occupant de droit du domaine public.

Dans le cas où le permissionnaire n'exécute pas lui-même les travaux pour lesquels il a obtenu l'autorisation de voirie, il lui appartient, sous sa responsabilité, de transmettre aux intervenants agissant pour son compte (maîtres d'œuvre, entreprises, organismes de contrôle, etc.,...), et de faire appliquer par ceux-ci, l'ensemble des obligations qui lui incombent.

Sommaire

CHAPITRE I - GENERALITES	4
1 - DETERMINATION DES STRUCTURES EN FONCTION DU TRAFIC ET DES ITINERAIRES	5
2 - LA TRANCHEE : COUPE SCHEMATIQUE ET OUVERTURE	6
2 – 1 Coupe schématique	6
2 – 2 Ouverture de la tranchée	6
2 – 3 Élimination des eaux d'infiltration	7
2 – 4 Ouvrages de surface	7
2 – 5 Prescriptions pouvant être appliquées aux couches de roulement des voies neuves ou rénovées depuis moins de 3 ans, ou dont l'état de surface reste assimilable à une chaussée neuve	8
3 - DEFINITION DES MATERIAUX	8
3 – 1 Lit de pose et enrobage des canalisations et câbles	9
3 – 2 Remblai proprement dit	9
3 – 3 Assise de chaussée	10
3 – 4 Couche de roulement	11
3 – 5 Matériaux autocompactants	11
4 - ENGIN DE COMPACTAGE	12
CHAPITRE II - MISE EN OEUVRE ET CONTROLES	13
5 - MISE EN ŒUVRE DES MATERIAUX ET OBJECTIFS DE DENSIFICATION	14
5 – 1 Paramètres de mise en œuvre	14
5 – 2 Objectifs de densification	14
5 – 3 Cas particulier des tranchées étroites (< 0,30 m de largeur)	15
6 - LES DIFFERENTS CONTRÔLES	15
6 – 1 Contrôles en cours d'exécution	15
6 – 2 Reconnaissance géotechnique	15
6 – 3 Analyse des matériaux de carrière	16
6 – 4 Contrôle de conformité de la densification	16
6 – 5 Exploitation des résultats	18
6 – 6 Interprétation des résultats - Critères d'acceptation de l'ouvrage	21
CHAPITRE III - ACCEPTATION DES TRAVAUX	23
7 – REMLAI ET REFECTION DE CHAUSSEE	24
7 – 1 Acceptation du remblai de tranchée	24
7 – 2 Acceptation de la réfection de chaussée	24
8 – RECOLEMENT	24
ANNEXE 1 - CARTE DES SECTEURS DU DÉPARTEMENT	26
ANNEXE 2 - SYNOPTIQUES DE REMBLAYAGE DES TRANCHÉES	27
ANNEXE 3-1 - COUPES TYPES DE TRANCHÉES TRADITIONNELLES	29
ANNEXE 3-2 - COUPES TYPES DE TRANCHÉES RÉSEAU DE COMMUNICATIONS ÉLECTRONIQUES (FIBRE OU AUTRES)	32
ANNEXE 4 - ENGIN DE COMPACTAGE	35
ANNEXE 5A - TABLEAUX D'OBJECTIFS DE DENSIFICATION Q2 ET Q3	37
ANNEXE 5B - TABLEAU D'OBJECTIFS DE DENSIFICATION Q4	38
ANNEXE 6 - STRUCTURES MINIMALES SELON LES TRAFICS DÉTERMINÉES AVEC LE LOGICIEL ALIZE	39
ANNEXE 7 - EXEMPLES D'UTILISATION DU DOCUMENT	40
ANNEXE 9 - TABLEAU DES ROUTES À GRANDE CIRCULATION	43

CHAPITRE I - GENERALITES

1 - DETERMINATION DES STRUCTURES EN FONCTION DU TRAFIC ET DES ITINERAIRES

Le type de structure de chaussée à reconstituer est déterminé en fonction du trafic et de l'importance de l'itinéraire.

Pour le critère trafic, seul le trafic poids lourds supporté par la section de voirie concernée est pris en compte, l'agressivité de ce type de trafic étant prépondérante (pour mémoire, le passage d'un PL équivaut au passage d'un million de VL)

L'importance de l'itinéraire a fait l'objet d'un classement par catégories répertoriées sur la carte routière du département de la Corrèze au 1/100 000ème, et matérialisées par leur couleur, rouge (ex routes nationales), vert, jaune ou blanche, par ordre décroissant.

Trois typologies de structures ont donc été retenues – faible, moyenne, et forte – en fonction des combinaisons des critères mentionnés, selon le tableau ci-dessous :

		TRAFIC PL / jour / sens		
		< 25 PL	25 à 150 PL	> 150 PL
Couleur des itinéraires	Vert/Rouge	Structure lourde	Structure lourde	Structure lourde
	Jaune	Structure moyenne	Structure moyenne	Structure lourde
	Blanc	Structure faible	Structure moyenne	Structure lourde

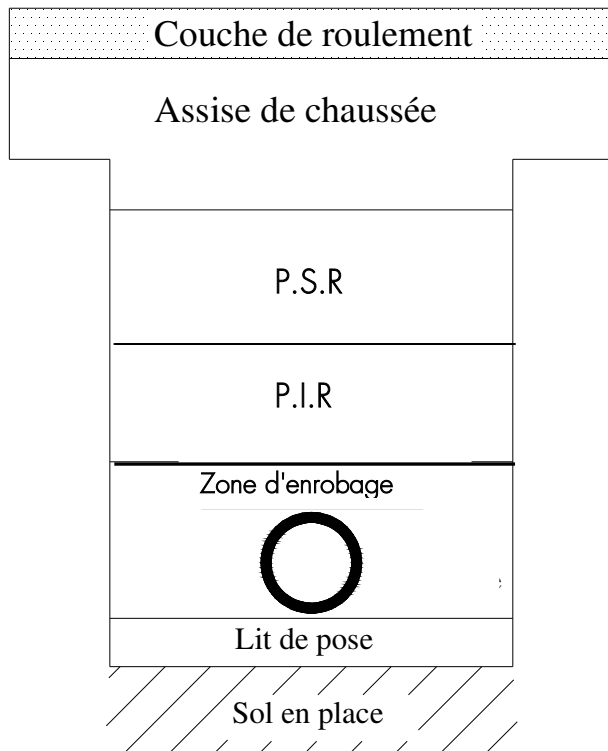
La typologie de structure est communiquée au bénéficiaire de l'autorisation de voirie, lors de la délivrance de celle-ci. (cf. Règlement de la Voirie Départementale).

"A titre exceptionnel et sur démonstration de contraintes techniques difficilement surmontables ou de trafic localement inadapté au classement de l'itinéraire, il pourra être envisagé de déclasser ou surclasser le type de structure sous réserve de ne pas porter atteinte à sa pérennité".

2 - LA TRANCHEE : COUPE SCHEMATIQUE ET OUVERTURE

2 – 1 Coupe schématique

La coupe d'une tranchée est schématisée ci-dessous.



RAPPEL : les largeurs minimales des tranchées qui sont fonction de leurs profondeurs, du type de blindage employé et du diamètre extérieur de la canalisation ou du câble, sont définies dans le chapitre V.6.3 du fascicule 70 du CCTG "Ouvrages d'assainissement".

2 – 2 Ouverture de la tranchée

Les couches de roulement seront découpées de façon franche et rectiligne sur toute leur épaisseur.

Le sciage au disque ou à la raboteuse sera systématiquement retenu.

Pour les tranchées dont la réfection définitive sera achevée par la mise en œuvre d'une ou plusieurs couches de matériaux hydrocarbonés, le découpage des lèvres sera effectué avec une surlargeur de 0,20 m pour chacune des couches par rapport à la couche sous-jacente (cf. coupes-types en annexe 3).

Les surfaces de chaussées présentant une dimension inférieure à 0.30m le long des bordures, caniveaux, émergences d'ouvrages (par exemple chambres ou dispositifs d'assainissement) ou tranchées déjà réfectionnées seront enlevées et refaites.

2 – 3 Élimination des eaux d'infiltration.

Dans toutes les chaussées en pente, il sera prévu, lorsque cela est techniquement possible, au minimum un exutoire (dans les ouvrages d'assainissement ou en talus de remblai) par tronçon de 100 mètres de tranchée afin d'éliminer les eaux que cette tranchée est susceptible de drainer.

2 – 4 Ouvrages de surface

➤ Types d'ouvrages

La structure des regards et chambres de visite devra être conçue pour résister aux sollicitations du trafic.

Les dispositifs de fermeture, en fonte de voirie, de ces ouvrages construits sur les réseaux gravitaires seront conformes aux normes européennes NF EN 124-1 et NF EN 124-2, et respecterons le groupe 2,3 ou 4 suivant le contexte de l'usage prévu.

Sur le réseau eau potable, les ouvrages de sectionnement seront équipés de bouches à clé à tête mobile en fonte, de type chaussée, de masse minimale 19 kg et de hauteur disponible de relèvement de 100mm.

- Entourage provisoire des émergences d'ouvrages.

En cas de nécessité de mise en circulation avant réfection définitive, le remblayage sera fait jusqu'au niveau fini de la chaussée, en GNT 0/31.5 secondaire de façon à éviter tout risque d'accident.

- Mise à niveau définitive

A l'exception des bouches à clés mentionnées plus haut, tous les autres dispositifs de fermeture des ouvrages de visite seront mis à la cote définitive de la couche de roulement par scellement avec un mortier thixotrope ou un micro-béton adapté au trafic poids-lourds et dont la résistance minimale à la compression sera de 15 MPa à 2 heures, 30 MPa à 24 heures et 50 MPa à 28 jours.

Ce matériau devra permettre une forte adhérence, une grande résistance aux hydrocarbures et aux cycles gel/dégel et admettre une remise en service très rapide, inférieure à 2 heures.

Le permissionnaire, sur simple réquisition du gestionnaire, devra garantir à ses frais une parfaite uniformité de l'émergence avec la côte finie de la couche de roulement, y compris en cas de renouvellement de celle-ci (réhausse), durant toute la durée de l'occupation.

2 – 5 Prescriptions pouvant être appliquées aux couches de roulement des voies neuves ou rénovées depuis moins de 3 ans, ou dont l'état de surface reste assimilable à une chaussée neuve.

✦ Tranchées transversales

Il pourra être exigé la réfection définitive de la couche de roulement sur toute la largeur de la chaussée et sur une distance de 5 mètres de part et d'autre de la tranchée. Cette réfection sera réalisée en utilisant un finisseur.

RAPPEL : le Règlement de la Voirie Départementale privilégie la technique du fonçage ou du forage dirigé (si cette technique est envisageable).

✦ Tranchées longitudinales

De même, il pourra être exigé que le revêtement soit exécuté sur l'intégralité de la (ou des) voie(s) de circulation impactée(s) par la tranchée, une voie de circulation étant définie :

- pour une route comportant une signalisation horizontale complète (axe + rives), comme la partie de la chaussée située entre deux bandes de marquage
- pour les autres routes, comme la partie de la chaussée située entre l'axe géométrique de celle-ci (marqué ou non par une ligne axiale), et, selon le cas, l'accotement, le trottoir ou la bande de stationnement.

RAPPEL : en application des dispositions du Règlement de la Voirie Départementale, le permissionnaire prendra contact, préalablement, avec les représentants du Département (cf. en annexe 1 la carte des secteurs du Département), pour étudier le positionnement de la tranchée par rapport au profil en travers de la voie, afin d'optimiser son implantation (par exemple éviter les tranchées sous les bandes de roulement).

3 - DEFINITION DES MATERIAUX

On distinguera, de bas en haut de la tranchée, les matériaux (croquis du § 2 - 1) :

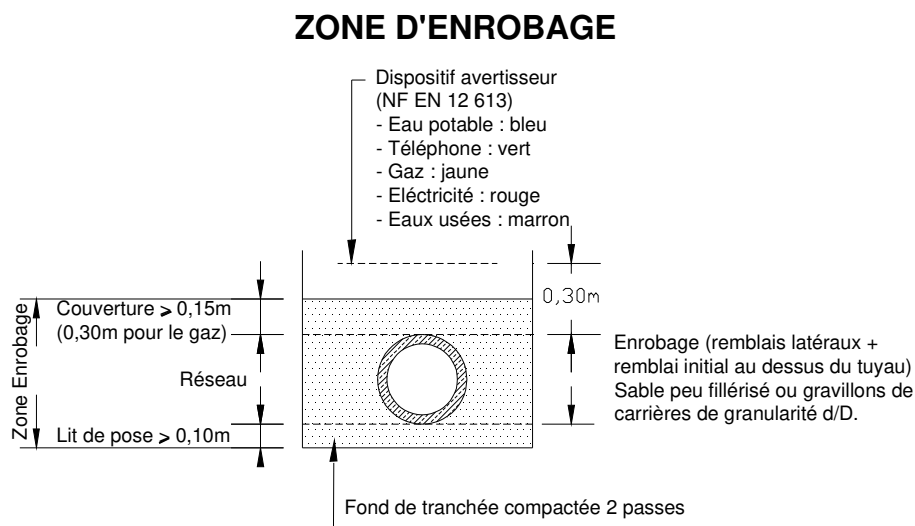
- du lit de pose et de l'enrobage
- du remblai proprement dit
- de l'assise de chaussée
- de la couche de roulement

3 – 1 Lit de pose et enrobage des canalisations et câbles.

Le lit de pose de 10 cm sur un sol normal et 15 cm sur un sol rocheux peut être constitué par les matériaux du site s'il s'agit d'arènes peu argileuses et non évolutives. En cas de matériau d'apport, il s'agira d'un sable propre faiblement fillérisé (< 5%), ou d'un gravillon de type 2/4 ou 4/6.

L'enrobage du tuyau et jusqu'à 15cm au dessus de la génératrice supérieure (30cm pour une canalisation de gaz) sera composé par un sable propre et pauvre en éléments fins (< 5%) ou éventuellement un gravillon d/D avec $d \geq 2\text{mm}$ et $D \leq 10\text{mm}$.

Ces matériaux sont très difficilement compactables voire incompactables. Leur mise en place est obtenue simplement par serrage mécanique des grains, à l'aide par exemple, de 2 passes de plaque vibrante légère. Dans ce cas le contrôle de compactage par pénétromètre dynamique n'a pas lieu d'être réalisé.



(cf norme NF P 98-331)

3 – 2 Remblai proprement dit

Dans le cas le plus général, il s'agira d'un matériau provenant d'une carrière, à savoir d'une grave non traitée (GNT) dont la granularité se situera dans la fourchette 0/20 – 0/40 et propre. Le code minimal se situera en "Cb" selon la norme "Granulats" NF P 18-545.

Il est fortement recommandé de ne pas mettre en œuvre des graves de nature calcaire au delà de 500m d'altitude pour éviter les problèmes de gélivité. À minima, un essai de gel/dégel sera exigé.

N.B. : les gisements de matériaux exploités dans les carrières du département de la Corrèze, ainsi que dans celles proches situées dans les départements voisins, nécessitent, sauf cas très exceptionnel, pour obtenir le niveau minimal requis précisé ci-dessus, l'utilisation de graves dites secondaires. Ces dernières résultent de la mise en œuvre, à partir de roches dont le classement géotechnique se situe généralement en D2, d'un double concassage / criblage, permettant notamment l'élimination des produits altérés et/ou argileux.

Dans la mesure où les matériaux utilisés sont des graves résultant du concassage de roches massives, ils seront classés en DC3 c'est-à-dire de difficulté de compactage maximale (paramètre DC3 à utiliser lors des contrôles au pénétromètre).

Les matériaux du site peuvent être réutilisés en remblai proprement dit, mais pour obtenir l'objectif de densification requis, il est impératif de connaître :

- le classement géotechnique du matériau ($D \leq 40\text{mm}$)
- son état hydrique
- sa teneur en eau à l'OPN

Ces paramètres sont définis dans la norme NF P 11-300 relative à la "classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières".

Tous ces éléments permettront, en fonction du type de compacteur, de définir les paramètres de mise en œuvre, c'est-à-dire l'épaisseur des couches "e" en cm (épaisseur compactée) et le nombre de passes "n" (1 passe = 1 aller ou 1 retour).

La réutilisation des sols du site est **très contraignante** car il faut connaître en permanence et notamment tous les jours au démarrage du chantier la teneur en eau Wn des matériaux en l'état. Les valeurs mesurées doivent se situer dans la fourchette autorisant une mise en œuvre avec des garanties de qualité suffisantes (état "m" par rapport à WOPN).

3 – 3 Assise de chaussée

Il faudra se conformer aux informations consignées sur les coupes-types jointes en annexe 3.1.

Concernant les GNT, elles seront impérativement au minimum de code "Cb" tel que défini dans la norme NF P 18-545. Tout matériau traité aux liants hydrocarbonés (grave-bitume, grave-émulsion) ou hydrauliques (graves-ciment **dans le cas où elles auraient été autorisées**) aura des caractéristiques conformes aux spécifications de la norme correspondante.

Toute mise en œuvre de matériaux hydrocarbonés sera accompagnée d'une couche d'accrochage à l'émulsion de bitume.

La remarque sur la nature calcaire des graves vaut également pour les assises de chaussées.

3 – 4 Couche de roulement

Elle consistera en un enduit superficiel d'usure, un enrobé hydrocarboné à chaud ou à froid.

Dans le cas d'un enrobé, un joint à l'émulsion de bitume sera coulé à la jonction entre le nouveau et l'ancien revêtement, afin de réaliser une meilleure adhérence des lèvres et étanchéité de surface.

Nota : Les matériaux traités, utilisés pour réaliser les couches d'assise de chaussée et de roulement feront l'objet, de la part de l'entreprise, d'une formulation soumise à l'agrément du gestionnaire de la voirie, les structures seront au minimum celles définies en annexe 6.

3 – 5 Matériaux autocompactants

Les graves-ciment et le béton traditionnel sont proscrits et devront être remplacés par des matériaux autocompactants jusqu'au niveau inférieur de l'assise de chaussée.

Toutefois, le Département se réserve la possibilité de les autoriser dans des cas particuliers sur justification technique.

Ces produits à base de liant hydraulique, faiblement dosés en ciment, ne nécessitent pas de compactage ni de vibration lors de leur mise en œuvre et ils doivent être réexcavables à long terme. La réexcavation indique que le matériau doit pouvoir être excavé manuellement sans utiliser de moyen mécanique lourd.

On distingue deux types de produits :

- les matériaux essorables qui utilisent le principe des remblais hydrauliques : la fluidité nécessaire à la mise en œuvre est due à leur teneur en eau élevée. Leur capacité portante est obtenue essentiellement par l'évacuation d'une forte partie de cette eau (40 à 50 %) dans les matériaux encaissants et par la prise et le durcissement du liant. Il convient de s'assurer que le sol encaissant a une perméabilité suffisante pour permettre l'évacuation de cette eau ;
- les matériaux non essorables dont la fluidité est obtenue par l'utilisation d'adjuvants - parfois spécifiques - et la capacité portante par la prise et le durcissement du liant.

Ces matériaux sont **utilisables tant en zone d'enrobage, qu'en remblai** en prenant en compte les contraintes inhérentes à chaque chantier. Leur utilisation en partie supérieure de remblai et en matériaux de rétablissement de chaussée est réservée en l'état des connaissances à des chaussées supportant un trafic inférieur à 150 PL/jour/voie de circulation.

Dans le cas exceptionnel où la couverture de la canalisation ne peut atteindre les valeurs requises dans l'annexe N°2, le matériau autocompactant pourra être utilisé dans le remblai proprement dit.

Pour ce qui concerne les critères de réexcavabilité et de restitution à la circulation, se référer au Guide CERTU Remblayage des tranchées.

Dans le cas de matériaux autocompactants, sa caractérisation devra répondre aux exigences du tableau 2 ainsi qu'aux paragraphes 7.3.3.2 au 7.3.3.4 de la NF P 98-331.

4 - ENGINES DE COMPACTAGE

Par référence à la norme sur les compacteurs NF P 98-736, il s'agit

- soit des petits vibrants notés **PV**
- soit des pilonneuses notées **PN et PP**
- soit des plaques vibrantes notées **PQ**

Les caractéristiques de ces compacteurs sont données dans l'annexe 4.

CHAPITRE II - MISE EN OEUVRE ET CONTROLES

5 - MISE EN ŒUVRE DES MATERIAUX ET OBJECTIFS DE DENSIFICATION

5 – 1 Paramètres de mise en œuvre

Connaissant le classement géotechnique du matériau selon la norme NF P 11-300 de septembre 1992 (Ai, Bi, Ci, Di), son état hydrique (t_s , s , m , h , t_h) et le type de compacteur (PVi, PQi, PPi, PNi ...etc.), la mise en œuvre sera faite par couches compactées conformément aux prescriptions définies dans les tableaux joints en annexes 5a et 5b :

- e = couche compactée en cm
- Q/L = débit théorique par unité de largeur de compactage en $m^3/h/m$
- n = nombre de passes
- V vitesse du compacteur en km/h.

5 – 2 Objectifs de densification

Les objectifs à atteindre sont définis par les termes q2 à q5 indiqués dans les coupes types jointes en annexes 2 et 3.

DEFINITION DES OBJECTIFS

Densification	Parties de la tranchée concernées	Objectif
q2	Couches d'assises de chaussées	$p_{dm} = 97\%$ p_{dOPM} $p_{dfc} = 95\%$ p_{dOPM}
q3	Parties supérieures de remblai sollicitées par le trafic. Couche sous la surface dans les cas où il n'y a pas de charges lourdes	$p_{dm} = 98.5\%$ p_{dOPN} $p_{dfc} = 96\%$ p_{dOPN}
q4	Parties inférieures de remblai. Parties supérieures de remblai non sollicitées par des charges lourdes	$p_{dm} = 95\%$ p_{dOPN} $p_{dfc} = 92\%$ p_{dOPN}
q5	Lit de pose et enrobage (sable peu fillérisé et propre ou gravillons d/D)	Serrage mécanique des grains par 2 passes de compacteur

Signification des symboles

- p_{dm} = masse volumique moyenne
 p_{dfc} = masse volumique de fond de couche
WOPN = teneur en eau à l'Optimum Proctor Normal (sols)
WOPM = teneur en eau à l'Optimum Proctor Modifié (GNT)

Les objectifs "qi" à atteindre dépendent du trafic lourd. Ils sont donnés dans la coupe-type jointe en annexe 2, avec les épaisseurs de matériaux au sein desquels on doit nécessairement obtenir la densification requise.

Concernant les accotements, il faudra se référer à la coupe jointe en annexe 3.1 lorsque tous les points de la tranchée sont situés à plus de 1 m de la limite revêtement/accotement.

5 – 3 Cas particulier des tranchées étroites (< 0,30 m de largeur)

Les tranchées étroites de largeur inférieure à 0.30m seront remblayées obligatoirement avec des matériaux autocompactants. Il sera fait application des coupes en annexe 3-2.

6 - LES DIFFERENTS CONTRÔLES

Les contrôles exécutés sur le chantier peuvent être différenciés en :

- contrôles en cours d'exécution
- contrôle de conformité de la densification

6 – 1 Contrôles en cours d'exécution

Ces essais et contrôles ont pour but de prévenir l'absence de tassements futurs des remblais et d'assurer la pérennité de la chaussée après sa réfection. Ils se font sur l'identification des matériaux de remblayage, la classification du compacteur utilisé, le respect des épaisseurs de couches des matériaux de remblayage, le nombre de passes et la vitesse d'avancement du compacteur.

RAPPEL : ces essais et contrôles sont réalisés, pour une exécution des travaux confiés à une entreprise, dans le cadre des Plans d'Assurance Qualité des différents prestataires intervenant pour le compte du permissionnaire, et des dispositions contractuelles existant entre le permissionnaire Maître d'Ouvrage, et ses différents prestataires.

Le gestionnaire de la voirie doit demander communication de l'ensemble des résultats des essais et contrôles, réalisés dans ce cadre et portant sur le compactage du remblayage des tranchées.

6 – 2 Reconnaissance géotechnique

Dans le cas d'une utilisation de sols du site ou d'un emprunt, ou de matériaux non élaborés, elle comprend les essais classiques d'identification définis dans la norme NF P 11-300 :

- mesure du pourcentage des éléments > 50mm, > 2mm et < 0.08mm
- essai de "valeur de bleu de sol" (VBS)
- mesure des teneurs en eau en l'état (W_n)
- détermination de la teneur en eau à l'Optimum Proctor Normal.

6 – 3 Analyse des matériaux de carrière

Les matériaux concernés sont principalement les GNT des assises de chaussées et du remblai proprement dit, accessoirement les gravillons et les sables du lit de pose et de l'enrobage des canalisations et câbles.

La nature des essais concerne les caractéristiques mécaniques et de fabrication :

- essais LA et MDE
- granulométrie et propreté

Le permissionnaire sera en mesure de produire les fiches techniques produits (FTP) qu'il est en droit d'exiger de son fournisseur de granulats.

Les FTP seront transmises au gestionnaire de la voirie et dès lors qu'elles seront agréées, elles viendront en complément indispensables des essais de compacités pour l'acceptation de l'ouvrage.

RAPPEL : les fiches techniques produits (FTP) élaborées par les carrières font état de tous ces paramètres. Elles engagent la responsabilité du carrier, dans la limite des dispositions fixées au contrat d'achat, pour tout matériau décrit sur la fiche et livré sur chantier.

6 – 4 Contrôle de conformité de la densification.

➤ Généralités

Les mesures de densification des matériaux mis en œuvre en remblayage de tranchée seront réalisées soit avec un pénétromètre dynamique à énergie variable (norme NF P 94-105), soit avec un pénétromètre dynamique à énergie constante (norme NF P 94-063). Conformément à l'article VI.1.1 du fascicule 70 du CCTG « ouvrages d'assainissement », ces mesures seront obligatoirement réalisées par un organisme indépendant du permissionnaire et de ses prestataires éventuels (Maître d'œuvre, entreprise, etc.....).

a) Principe des essais :

- Pénétromètre dynamique à énergie variable : il consiste à enfoncer une pointe dans le matériau testé, par battage d'un train de tiges. L'énergie fournie par un mouton ou un marteau est transmise à la pointe de tête qui va pénétrer à chaque coup dans le sol sur une profondeur variable selon la résistance du sol.
- Pénétromètre dynamique à énergie constante : il consiste à enfoncer dans le matériau testé, par battage un train de tiges muni à sa partie inférieure d'une pointe conique légèrement débordante et à mesurer l'enfoncement par coup à la profondeur correspondante. L'énergie est fournie pour chaque choc par une masse tombant librement d'une hauteur fixée.

b) Résultat des essais :

- Pénétromètre dynamique à énergie variable : On obtient un pénétrogramme c'est-à-dire une courbe de résistance du sol en fonction de la profondeur. Sur le graphe, l'échelle verticale "Z" correspond à la profondeur traversée par la tige, avec une graduation en mètre (m), l'échelle horizontale en échelle logarithmique traduit la résistance "q" (en MPa) à la pénétration dynamique (Cf. croquis ci-dessous).
- Pénétromètre dynamique à énergie constante : Le pénétrogramme obtenu représente la courbe de distribution des enfoncements en fonction de la profondeur. Sur le graphe, l'échelle verticale "Z" correspond à la profondeur traversée par la tige, avec une graduation en mètre (m), l'échelle horizontale, logarithmique et croissante de la droite vers la gauche, traduit l'enfoncement "e_c" exprimé en mm (. croquis ci-dessous).

Les points de contrôles seront définis par le représentant du gestionnaire de la voirie concerné, qui sera prévenu 2 jours ouvrés avant la réalisation de tout contrôle. Chaque point de contrôle sera localisé le plus précisément possible, défini contradictoirement entre le Maître d'œuvre et l'entreprise une fois le remblayage terminé et reporté sur le plan de récolement auquel seront joints tous les pénétrogrammes. L'entreprise fournira les coupes précises de tranchées pour définir le niveau supérieur de l'enrobage.

L'organisme de contrôle sera tenu :

- d'établir, en liaison avec le permissionnaire et ses prestataires éventuels, un planning de contrôle du chantier, qui sera communiqué au gestionnaire de la voirie.
- d'effectuer un exposé des résultats obtenus auprès des différents partenaires à la fin des tests et de reconstruire le(s) tronçon(s) ayant fait l'objet d'une reprise à la suite d'un test négatif.

Ces contrôles se feront après remblayage complet de la tranchée, mais avant la mise en œuvre des couches d'assise de chaussée en matériaux traités, des couches de roulement, et toujours avant le passage caméra s'il en est prévu un. Ces essais doivent porter sur la totalité du remblai, jusqu'au niveau supérieur de la zone d'enrobage (Cf. § 3-1)

La fréquence des contrôles sera, quel que soit le cas, d'au minimum un tous les 50m :

- 1 point entre chaque regard si 2 regards consécutifs sont distants de moins de 50m, 2 points s'ils sont distants de plus de 50m
- 1 point aux abords de chaque regard
- 1 point sur chaque antenne

6 – 5 Exploitation des résultats

Pénétrromètre dynamique à énergie variable

Le pénétrogramme est comparé à la position de l'assemblage de 2 droites :

- la droite q_L , valeur limite de la résistance à la pénétration dynamique en deçà de laquelle on ne doit pas se trouver.
- la droite q_R , valeur de référence de la résistance à la pénétration dynamique correspondant à la valeur moyenne prescrite.

Pénétrromètre dynamique à énergie constante

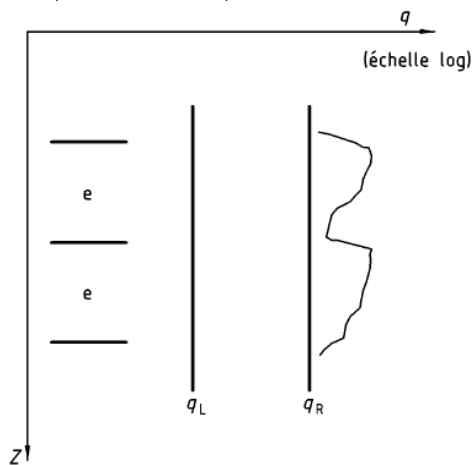
Le pénétrogramme est comparé à la position de l'assemblage de 2 droites :

- la droite D_L ou droite limite :
Enveloppe des enfoncements maximaux dans un type de matériau
- la droite D_R ou de référence :
Enveloppe des enfoncements moyens dans le même type de matériau

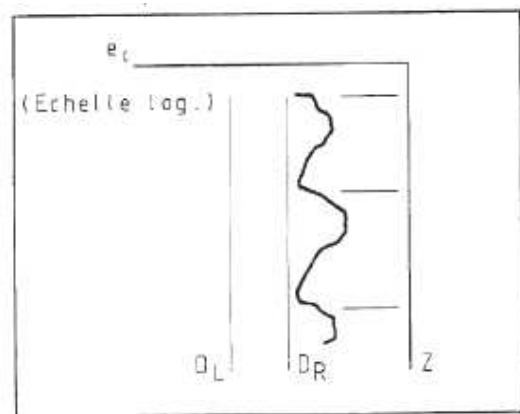
Pour schématiser, 6 cas peuvent se produire :

1^{er} cas

- ⇒ La courbe obtenue est entièrement en dépassement de q_R



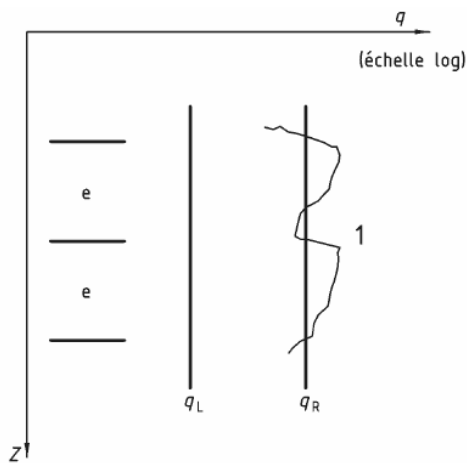
- ⇒ Le pénétrogramme ne se trouve jamais en dépassement de D_R



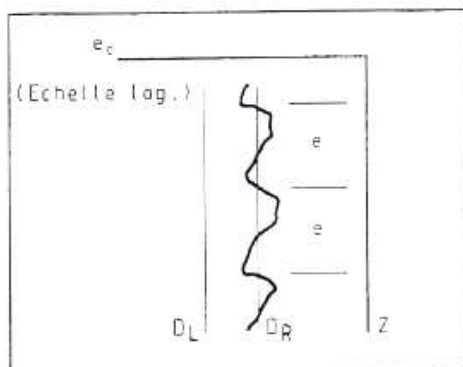
⇒ Le résultat est conforme, sans anomalie (situation idéale mais non nécessaire)

2^{ème} cas

- La courbe obtenue est toujours en dépassement de q_L mais pas forcément de q_R et les épaisseurs prescrites sont respectées



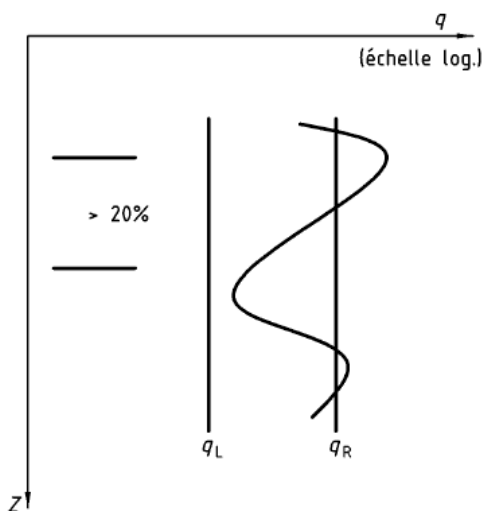
- Le pénétrogramme ne se trouve jamais en dépassement de D_L et les épaisseurs de couches sont conformes aux prescriptions



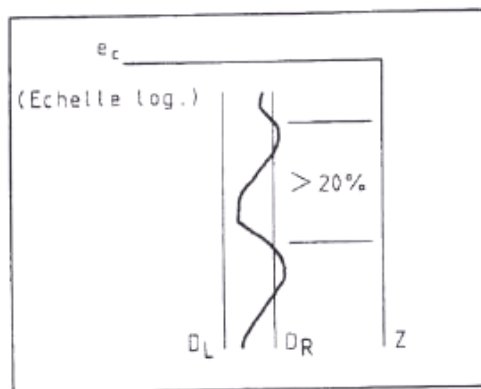
⇒ Le résultat est conforme, sans anomalie

3^{ème} cas

- La courbe est toujours en dépassement de q_L mais les épaisseurs de couche sont systématiquement supérieures de plus de 20% aux valeurs prescrites



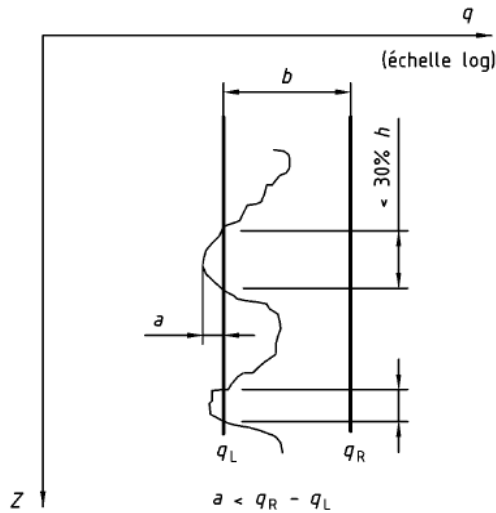
- Le pénétrogramme ne se trouve jamais en dépassement de D_L mais les épaisseurs de couche sont systématiquement supérieures de plus de 20% aux valeurs prescrites



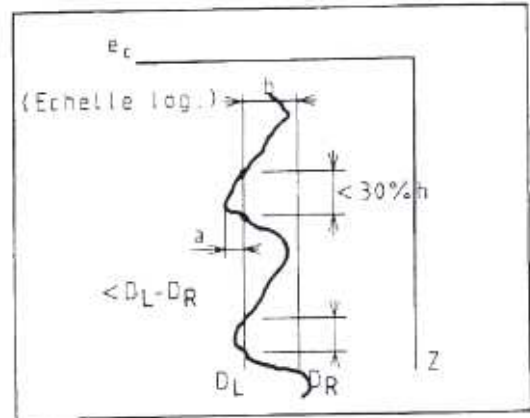
⇒ L'anomalie est dite de type 1

4^{ème} cas

- La courbe de résistance obtenue est inférieure à q_L d'un écart "a" inférieur à la distance "b" entre q_L et q_R et au total sur une hauteur de moins de 30% de la profondeur contrôlée "h".



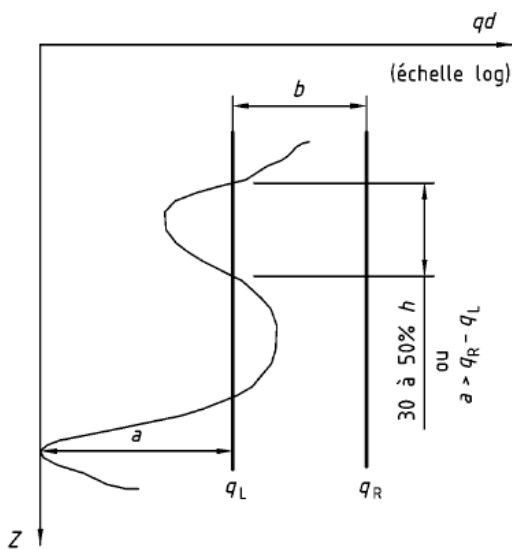
- Le pénétrogramme dépasse D_L d'un écart "a" inférieur à la distance "b" entre D_L et D_R et au total sur une hauteur de moins de 30% de la profondeur contrôlée "h".



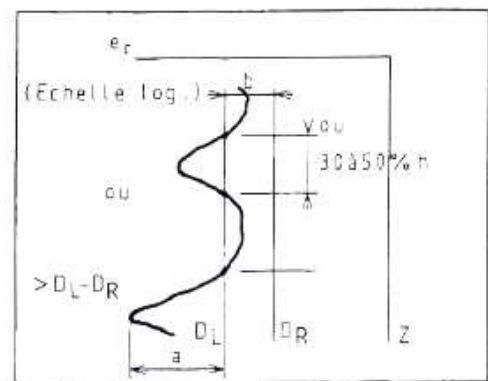
⇒ Dans ce cas l'anomalie est dite de type 2

5^{ème} cas

- Le pénétrogramme obtenu est inférieur à q_L d'un écart "a" supérieur à la distance "b" entre q_L et q_R , ou au total sur une hauteur de plus de 30% à 50% de la profondeur contrôlée "h", quelle que soit l'importance du dépassement.

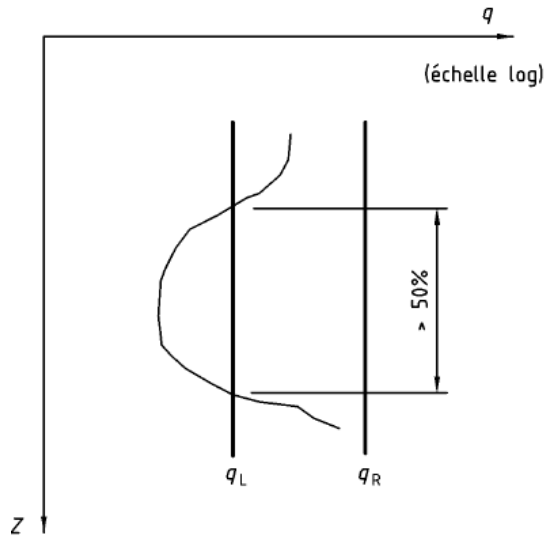


- Le pénétrogramme dépasse D_L d'un écart "a" supérieur à la distance "b" entre D_L et D_R , ou au total sur une hauteur de plus de 30% à 50% de la profondeur contrôlée "h", quelle que soit l'importance du dépassement.

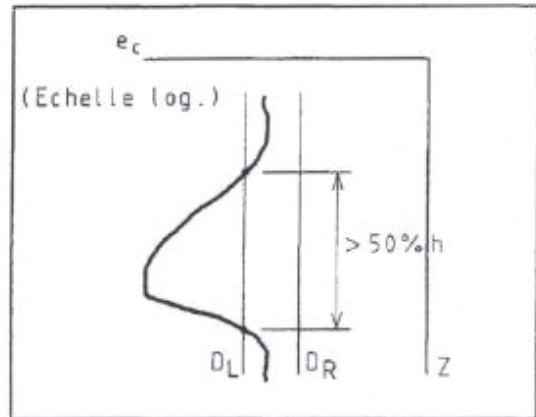


⇒ Dans ce cas l'anomalie est dite de type 3

- ☛ Le pénétrogramme est inférieur à q_L sur plus de 50% de la hauteur testée "h".



- ☛ Le pénétrogramme dépasse D_L sur plus de 50% de la hauteur testée "h".



⇒ Dans ce cas l'anomalie est dite de type 4

6 – 6 Interprétation des résultats – Critères d'acceptation de l'ouvrage

Les anomalies de type 1 à 4 définies dans les normes relatives au contrôle du compactage et exposées ci-dessus permettent de définir les critères d'acceptation de l'ouvrage au vu des résultats d'essais pratiqués sur la hauteur totale de matériaux granulaires non traités (remblai proprement dit et assise de chaussée en GNT)

Ainsi en appliquant les principes indiqués dans le fascicule 70 du CCTG ("Ouvrages d'Assainissement", article VI.1.2) (ainsi qu'au chapitre VII.3.6 du guide « remblayage des tranchées ») les contrôles seront déclarés :

- Conformes si les résultats se classent dans les deux premiers cas ci-dessus
- Non conformes, mais acceptables s'ils font ressortir des anomalies de types 1 et 2 (cas n° 3 et 4)
- Non conformes, et non acceptables si les anomalies sont de types 3 ou 4 (cas n° 5 et 6).

RAPPEL : en cas d'essai non conforme et non acceptable, le permissionnaire devra faire procéder à un contre-essai sur le même tronçon.

- *Si le résultat du premier est confirmé, le tronçon sera déclaré non conforme et devra être remis en état.*
- *Si le résultat du premier est infirmé, un troisième essai sera réalisé dont le résultat déterminera la conformité ou la non-conformité du tronçon.*

Les essais seront systématiquement réalisés avant la reconstitution de la chaussée définitive, c'est à dire la mise en œuvre des graves traitées aux liants hydrauliques ou bitumineux (GB, GC, BB ...) qui ne sera commencée qu'après validation des résultats. Ils pourront donc être pratiqués sur la chaussée provisoire en grave non traitée enduite, avant son décaissement pour réalisation des couches de base éventuelles et de roulement.

Cette étape constitue un point d'arrêt dans le processus de contrôle.

Les essais et contre-essais seront dans tous les cas à la charge du permissionnaire et seront réalisés à chaque fois par un organisme différent du précédent.

Rappel très important: Les deux critères obligatoires pour l'acceptation de l'ouvrage sont:

- la conformité des matériaux de remblayage,
- la conformité des résultats de la compacité au pénétromètre.

CHAPITRE III - ACCEPTATION DES TRAVAUX

7 – REMLAI ET REFECTION DE CHAUSSEE

7 – 1 Acceptation du remblai de tranchée

L'acceptation du remblai, (hors matériaux traités éventuels) sera prononcée près constat sur place et sur présentation des résultats des différents contrôles, comme définis plus haut.

A cette occasion un procès verbal d'acceptation sous forme de Fiche Type de Conformité aux Prescriptions, (dont un modèle est joint en annexe 8§1) est établi en 2 exemplaires (1 pour le Gestionnaire de la voirie, 1 pour le permissionnaire) auquel seront annexés les résultats des différents contrôles réalisés.

7 – 2 Acceptation de la réfection de chaussée

L'acceptation des couches de base en matériaux traités et des couches de roulement sera prononcée après constat sur place, et sur présentation des fiches techniques des produits mis en œuvre, telles que définies à l'annexe 6, ou suivant les textes qui viendraient par la suite les modifier ou les remplacer.

A cette occasion un procès verbal d'acceptation sous forme de Fiche Type de Conformité aux Prescriptions, (dont un modèle est joint en annexe 8§2) est établi en 2 exemplaires (1 pour le Gestionnaire de la voirie, 1 pour le permissionnaire) auquel seront annexés les fiches techniques des produits mis en œuvre.

Ce procès verbal ne fait pas obstacle à toute obligation du permissionnaire, notamment au titre de la signalisation et de la libération du chantier après achèvement des travaux.

La date d'effet de ce document sera à l'origine du délai de garantie de 2 ans prévu par le Règlement de la voirie départementale.

8 – RECOLEMENT

Le plan de récolement comprend les renseignements figurant sur les plans et profils conformément à ce qui a été effectivement réalisé sur le chantier.

Il sera remis dans les conditions fixées au Règlement de la Voirie Départementale

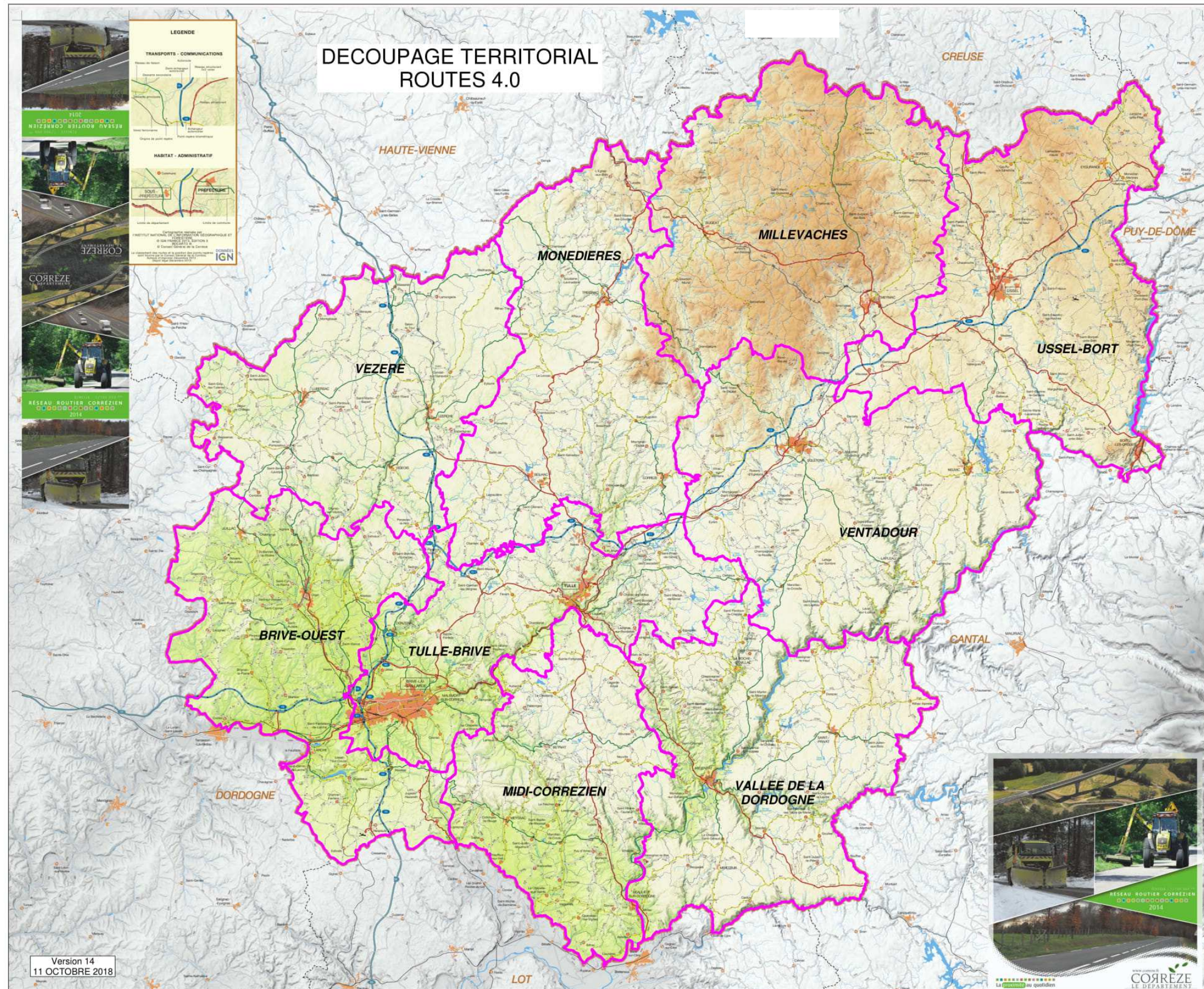
L'organisme chargé de réaliser les contrôles devra fournir un rapport qui devra comporter :

- la localisation des différents points de mesure sur les tranchées.
- les diverses observations faites lors des contrôles,
- les résultats des tests bons ou mauvais.
- la nature et les caractéristiques des matériaux utilisés pour le remblayage des tranchées,
- un descriptif portant sur les différents intervenants, la nature des travaux, la date et le lieu d'intervention...

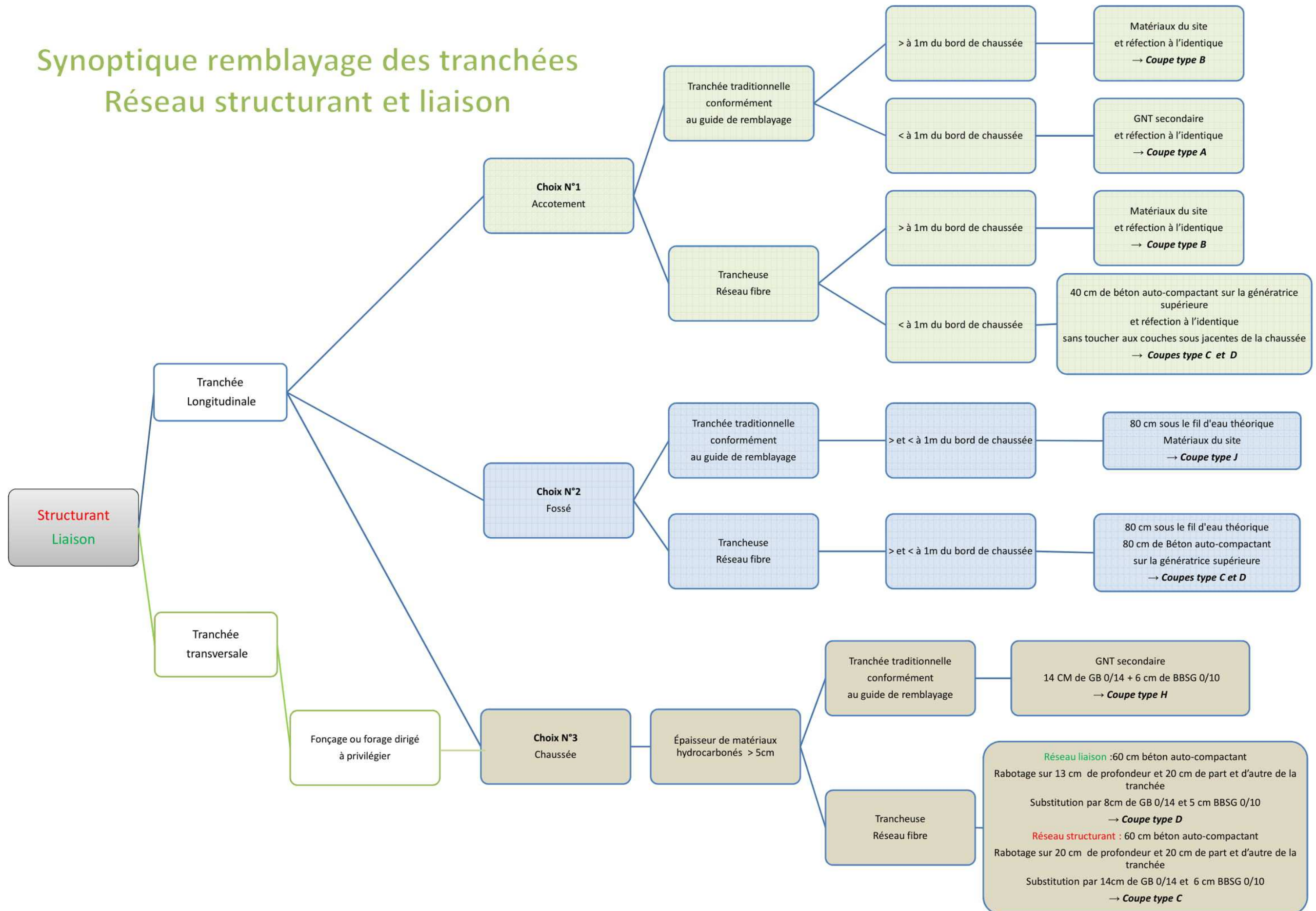
Il est de l'obligation du permissionnaire de récupérer le plan de récolement de ses ouvrages, pour s'assurer dans l'avenir de leurs localisations, ceci afin de pouvoir répondre aux demandes de renseignements du gestionnaire de la voirie, des autres occupants du sous-sol, ou des futurs permissionnaires.

ANNEXES

ANNEXE 1 - Carte des secteurs du Département

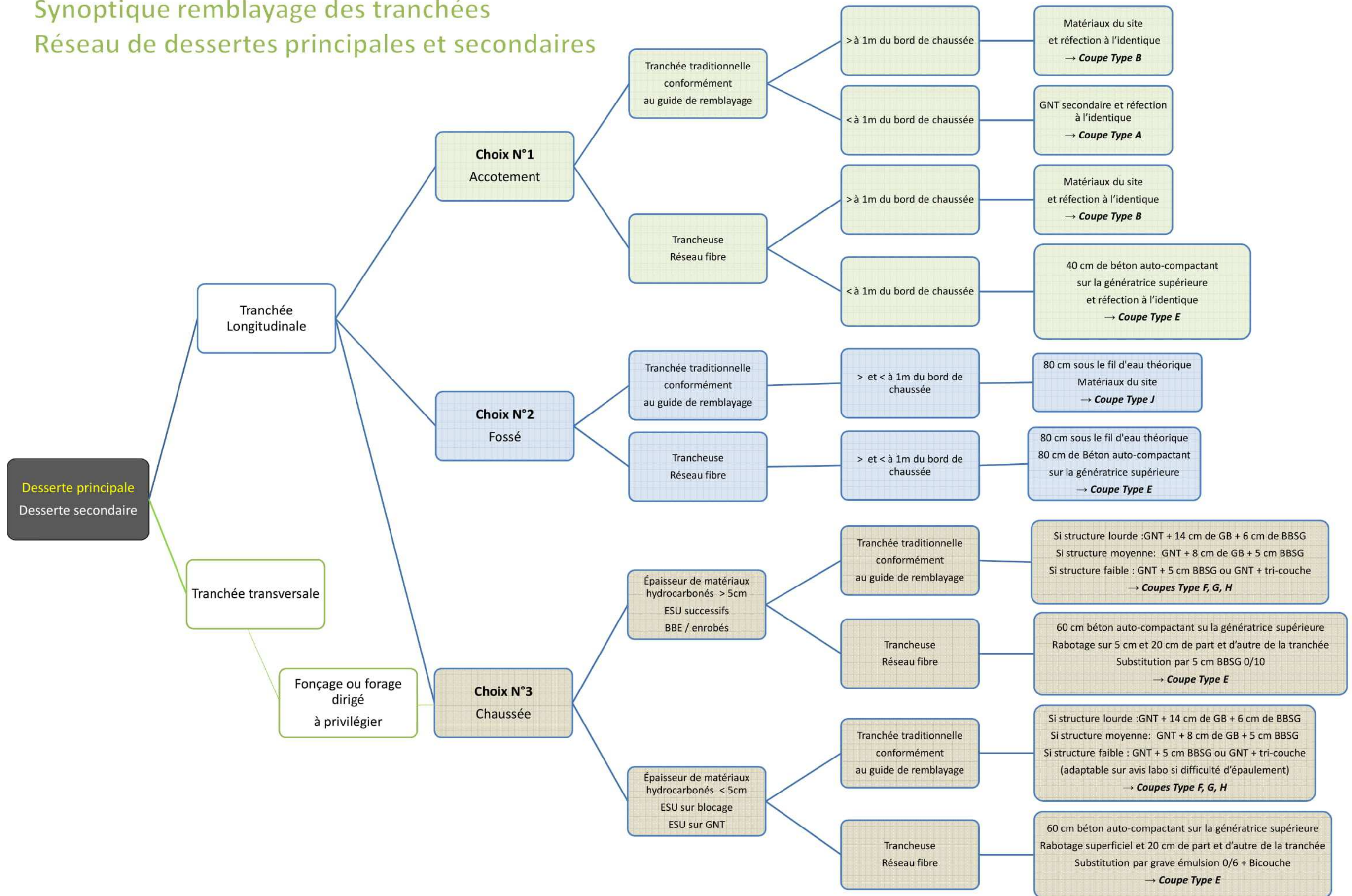


Synoptique remblayage des tranchées Réseau structurant et liaison



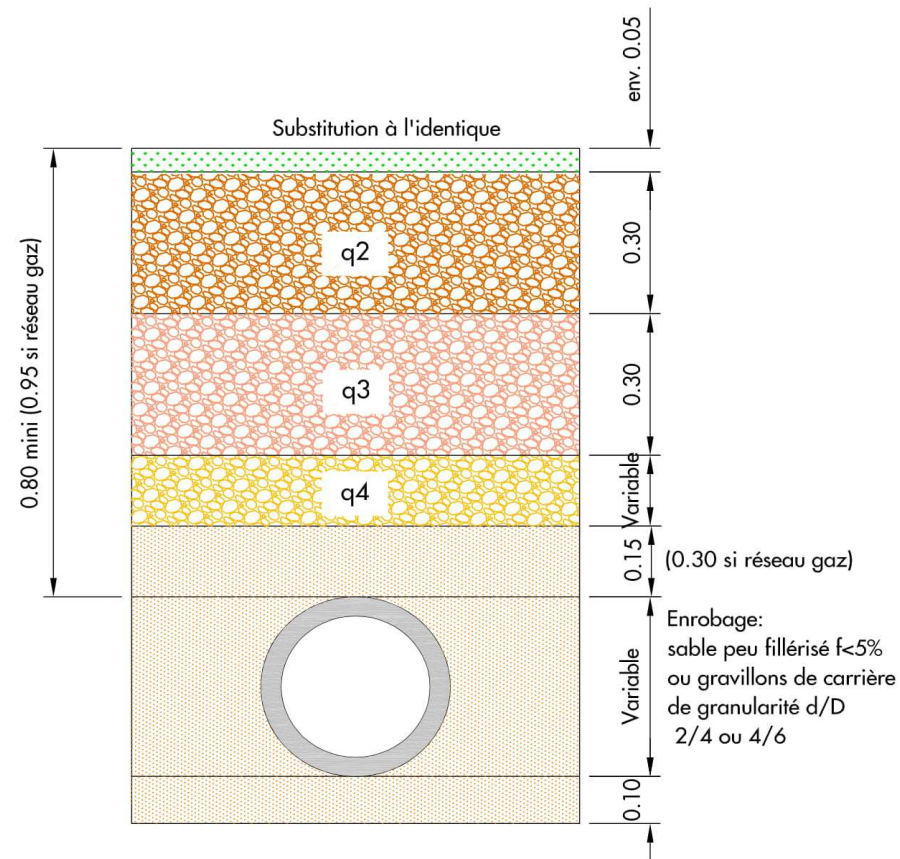
Synoptique remblayage des tranchées

Réseau de dessertes principales et secondaires



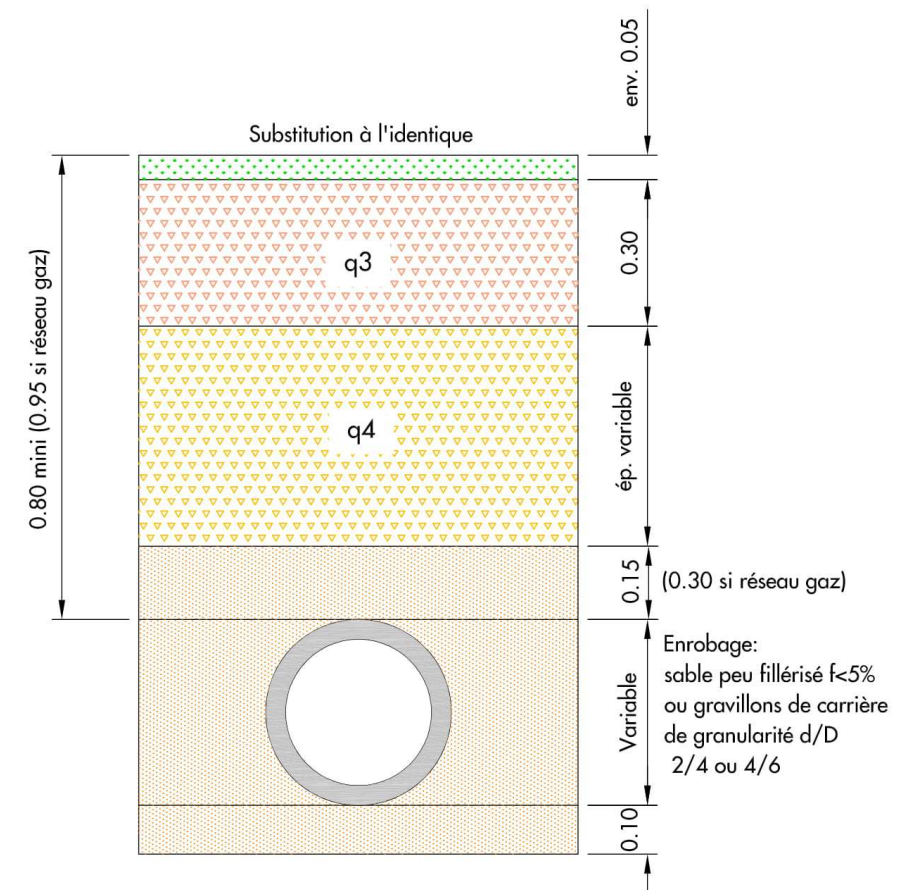
ANNEXE 3-1 - Coupes types de tranchées traditionnelles.

COUPE TYPE A
OBJECTIFS DE DENSIFICATION
Sous accotement situé à moins d'un mètre du bord de la chaussée



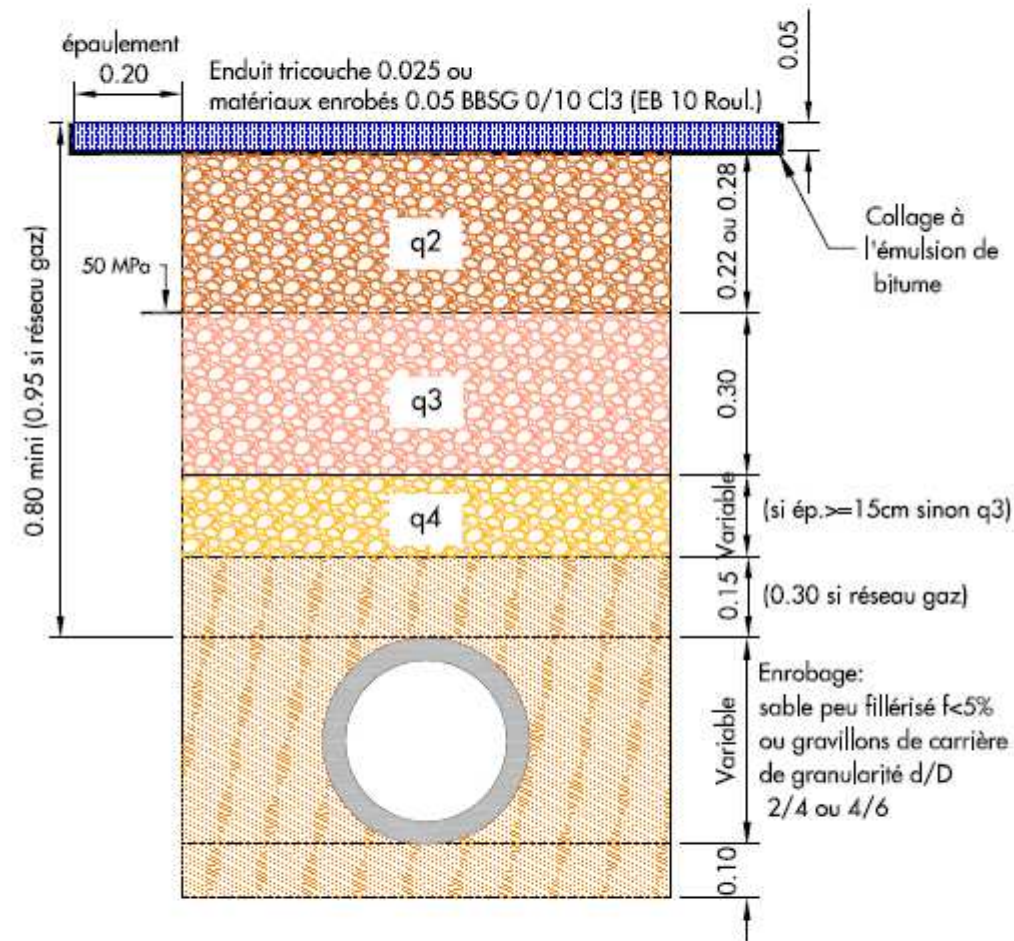
Les matériaux de remblaiement (GNT 0/31.5 ou 0/20) seront de code Cb au sens de la norme NFP 18-545.
La GNT sera conforme à la NF EN 13285 (GNT2 ou GNT3)

COUPE TYPE B
OBJECTIFS DE DENSIFICATION
Sous accotement situé à plus d'un mètre du bord de la chaussée



Les matériaux de remblaiement: Matériaux du site avec D<40mm

COUPE TYPE F
OBJECTIFS DE DENSIFICATION
STRUCTURE FAIBLE *

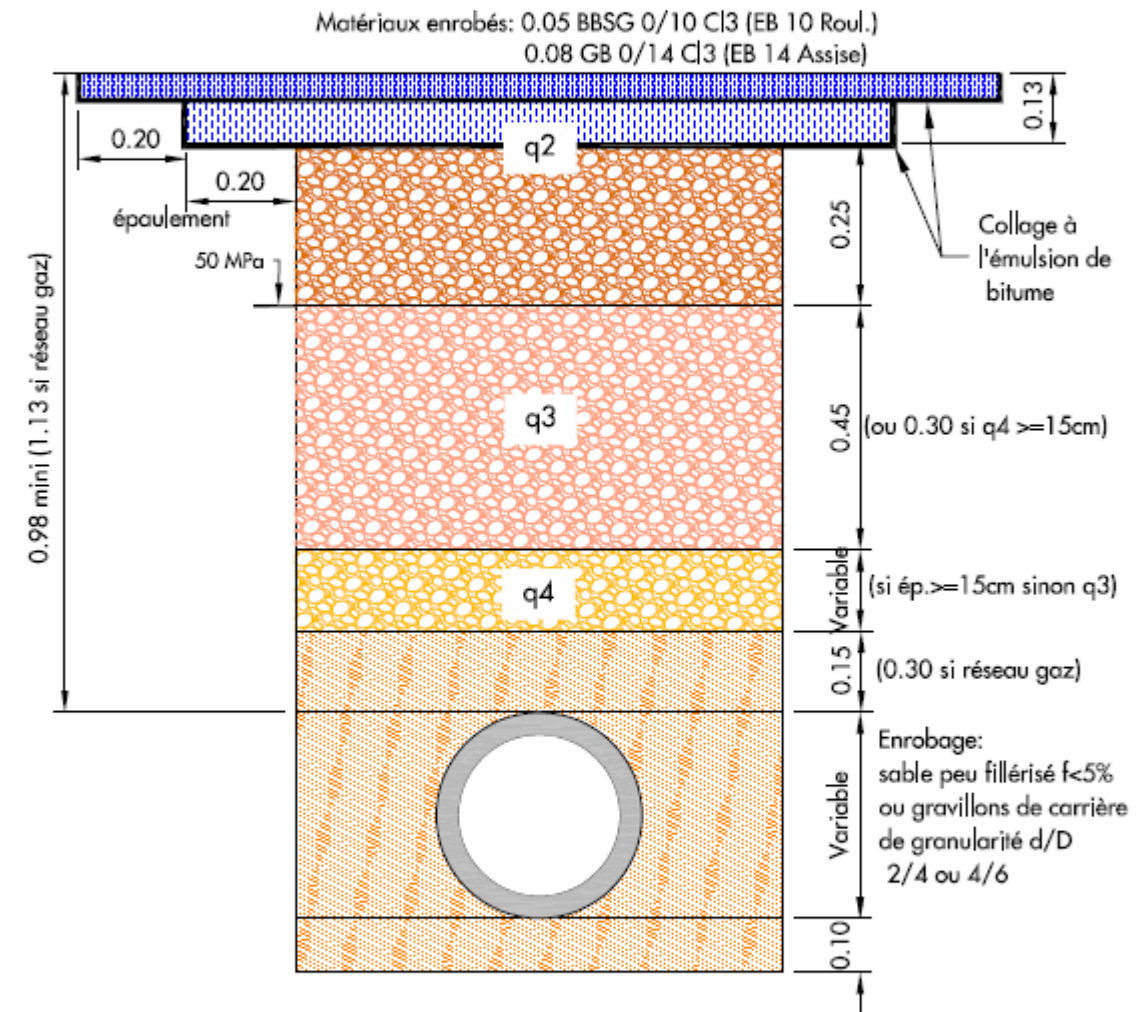


Les matériaux de remblaiement (GNT 0/31.5 ou 0/20) seront de code Cb au sens de la norme NFP 18-545.

La GNT sera conforme à la NF EN 13285 (GNT2 ou GNT3)

* Réseau de Desserte secondaire dont le Trafic PL < 25 PL / Jour / Sens

COUPE TYPE G
OBJECTIFS DE DENSIFICATION
STRUCTURE MOYENNE *

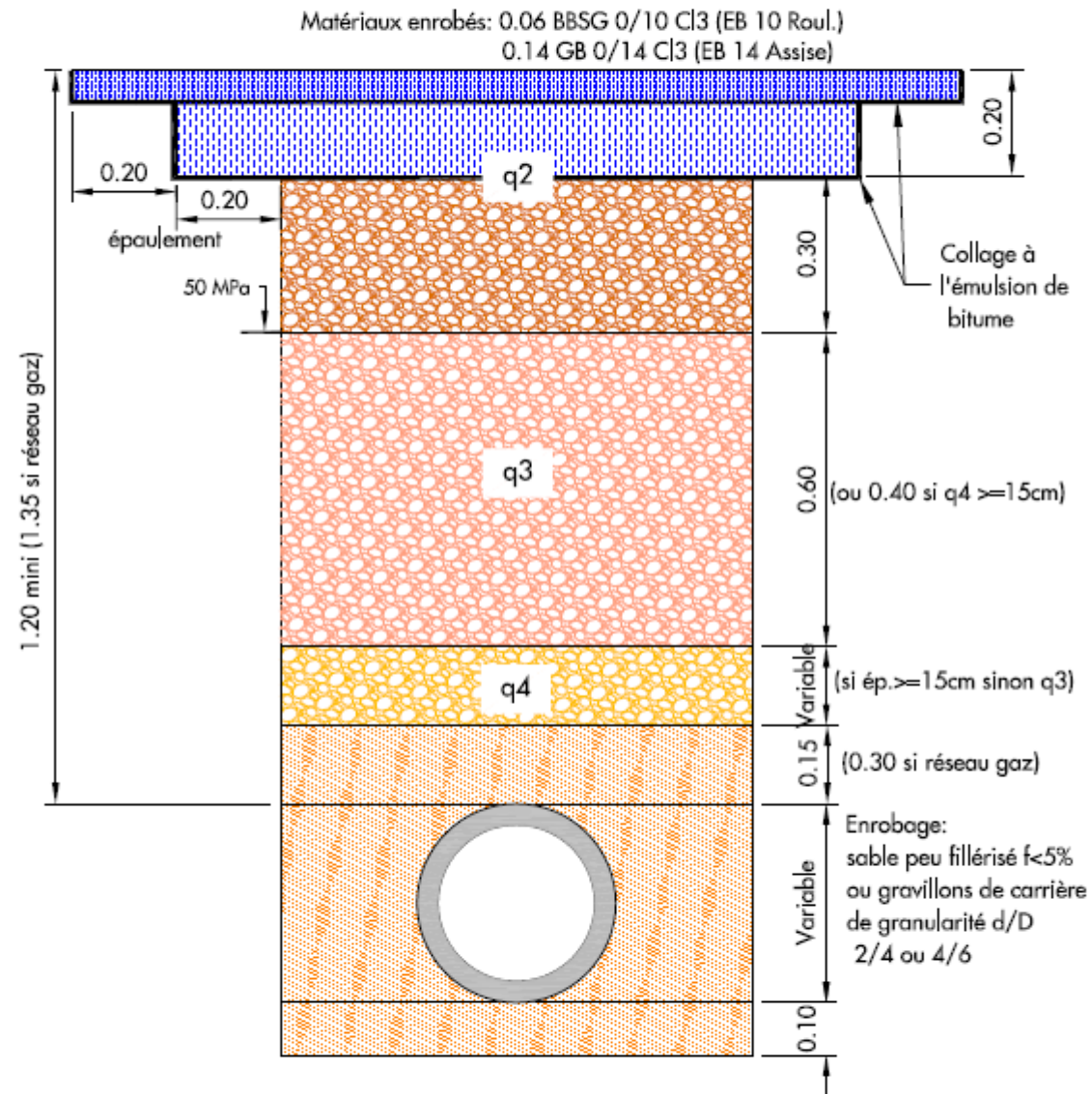


Les matériaux de remblaiement (GNT 0/31.5 ou 0/20) seront de code Cb au sens de la norme NFP 18-545.

La GNT sera conforme à la NF EN 13285 (GNT2 ou GNT3)

* Réseau de Desserte secondaire dont le Trafic PL : 25 < PL < 150 PL / Jour / Sens et Réseau de Desserte principale dont le Trafic PL ≤ 150 PL / Jour / Sens

COUPE TYPE H
OBJECTIFS DE DENSIFICATION
STRUCTURE LOURDE *

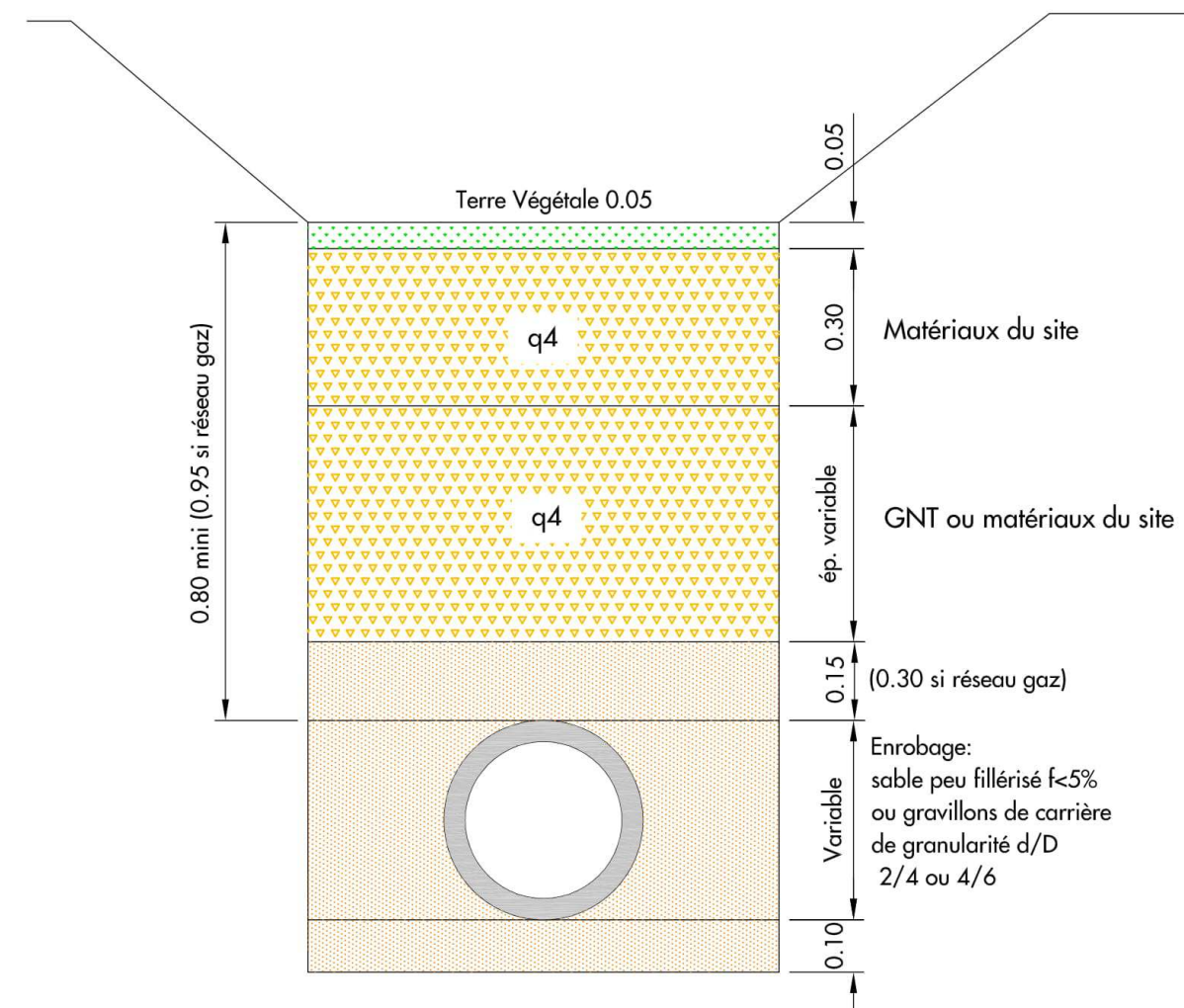


Les matériaux de remblaiement (GNT 0/31.5 ou 0/20) seront de code Cb au sens de la norme NFP 18-545.

La GNT sera conforme à la NF EN 13285 (GNT2 ou GNT3)

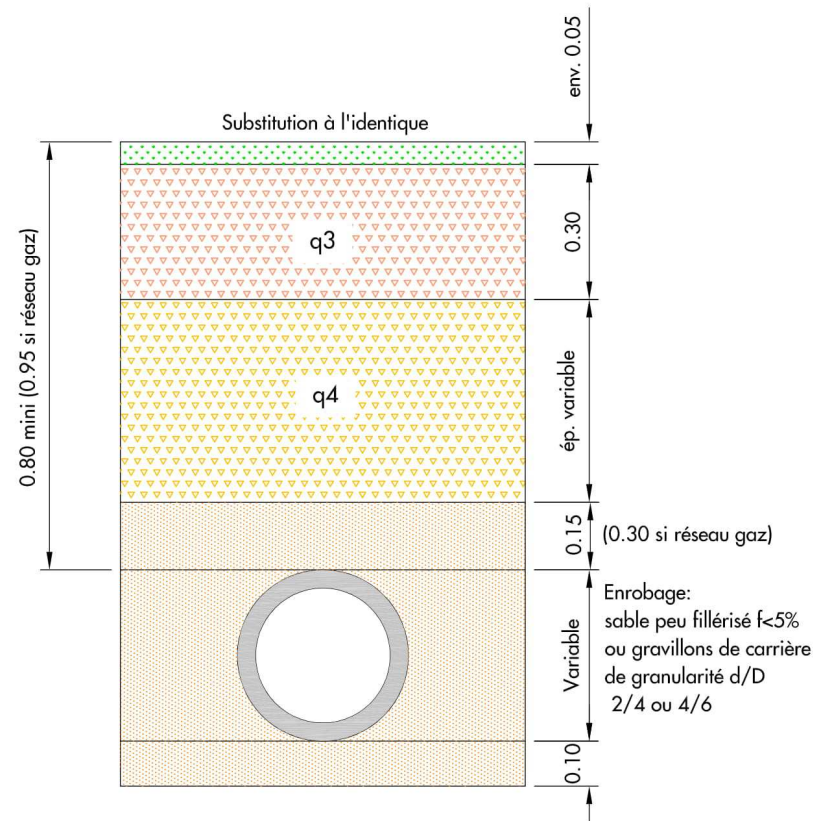
* Réseau de Dessertes principale et secondaire dont le Trafic PL > 150 PL / Jour / Sens et l'ensemble du réseau Structurant et Liaison

COUPE TYPE J
OBJECTIFS DE DENSIFICATION
Sous fossé



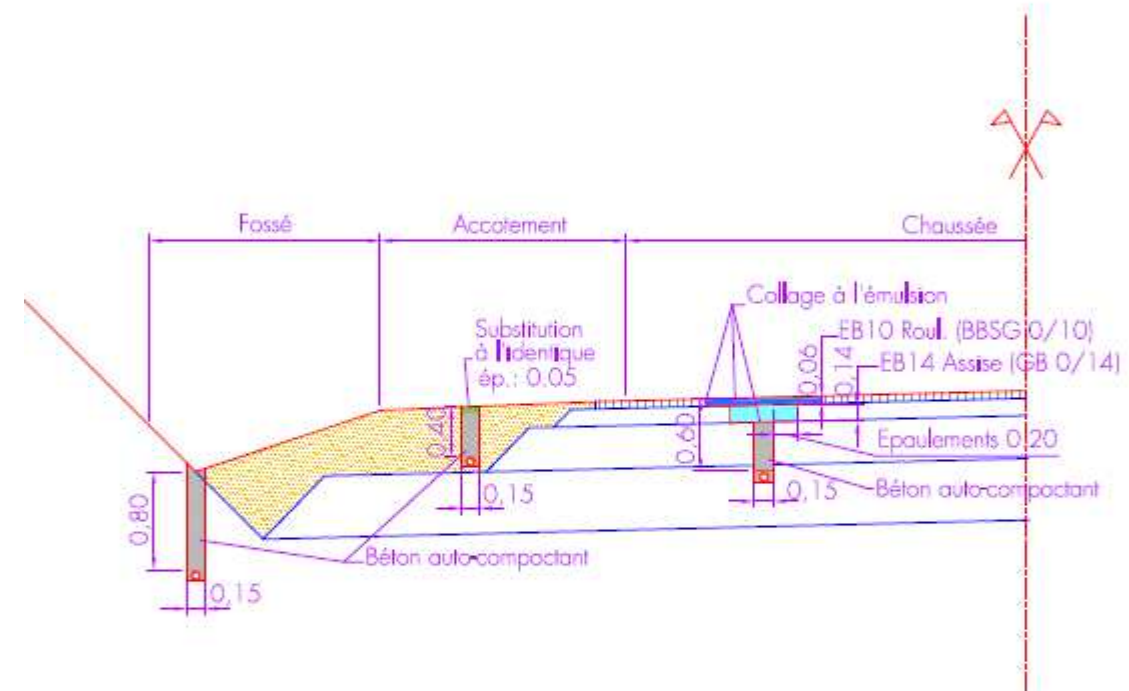
Les matériaux de remblaiement: Matériaux du site avec D<40mm

COUPE TYPE B
OBJECTIFS DE DENSIFICATION
Sous accotement situé à plus
d'un mètre du bord de la chaussée



Les matériaux de remblaiement: Matériaux du site avec D<40mm

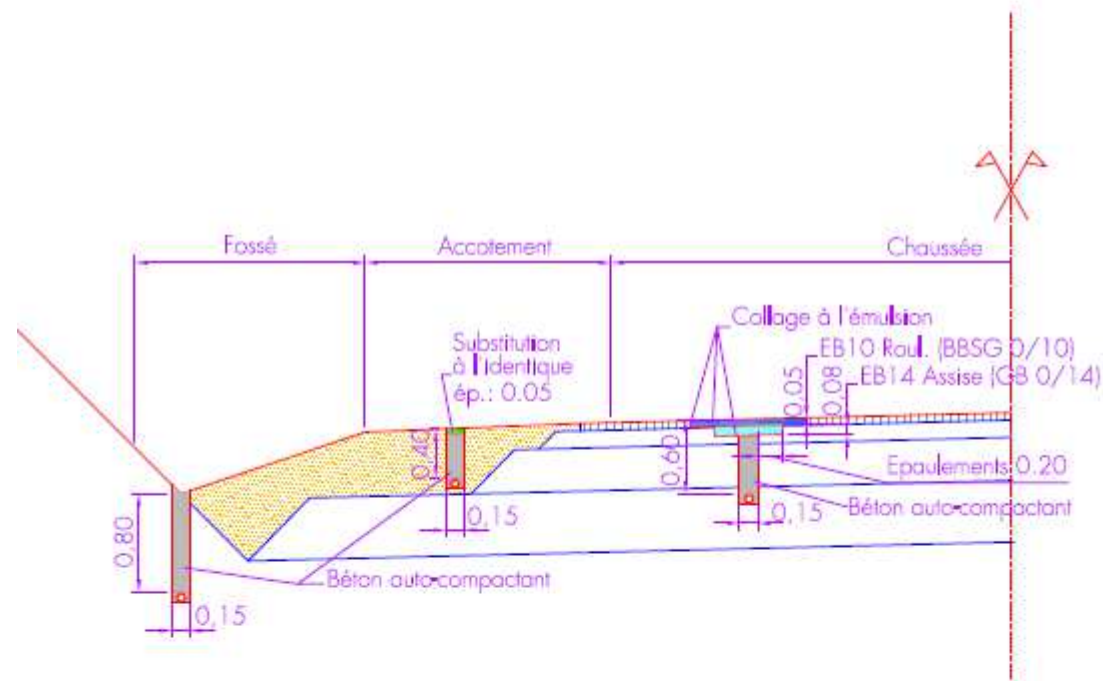
COUPE TYPE C
Tranchée Réseaux de communication électronique
Profil en travers type
pour Réseau Structurant



Les résistances à la compression des matériaux auto-compactants devront satisfaire les conditions suivantes: $1.5 \text{ MPa} < R_{c28} < 4 \text{ MPa}$.

Les critères de conformité devront satisfaire à une résistance $\geq 1.5 \text{ MPa}$ au pénétromètre.

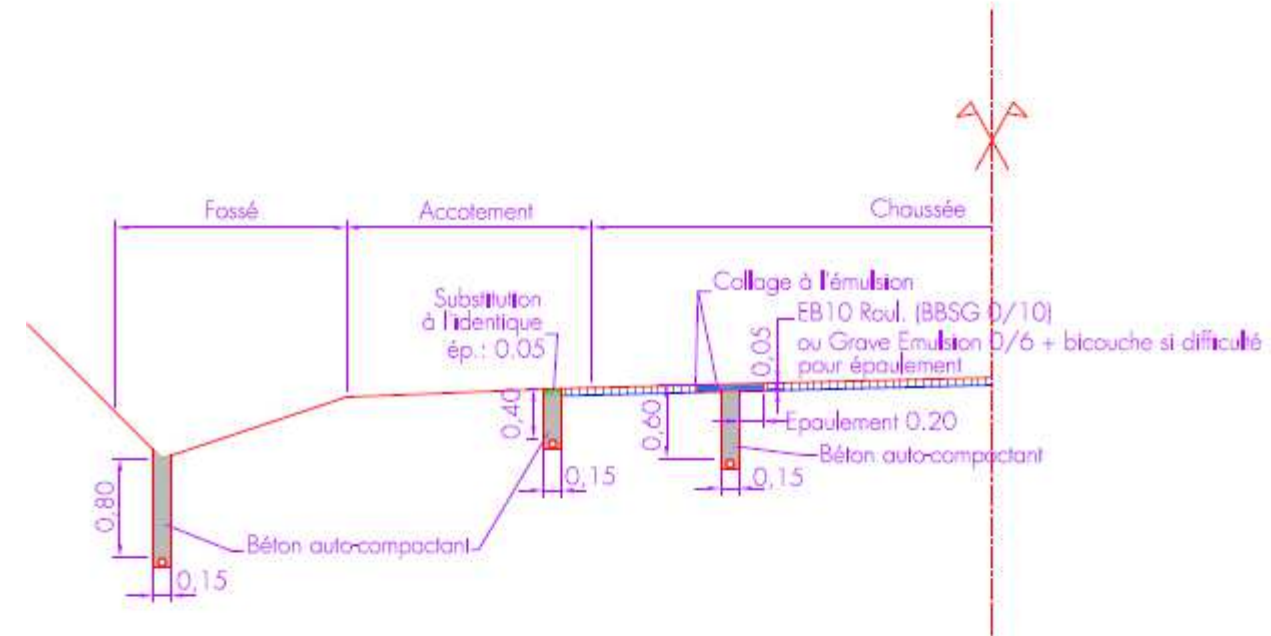
COUPE TYPE D
Tranchée Réseaux de communication électronique
Profil en travers type
pour Réseau de Liaison



Les résistances à la compression des matériaux auto-compactants devront satisfaire les conditions suivantes: $1.5 \text{ MPa} < R_{c28} < 4 \text{ MPa}$.

Les critères de conformité devront satisfaire à une résistance $\geq 1.5 \text{ MPa}$ au pénétromètre.

COUPE TYPE E
Tranchée Réseaux de communication électronique
Profil en travers type
pour Réseau secondaire DP et DS



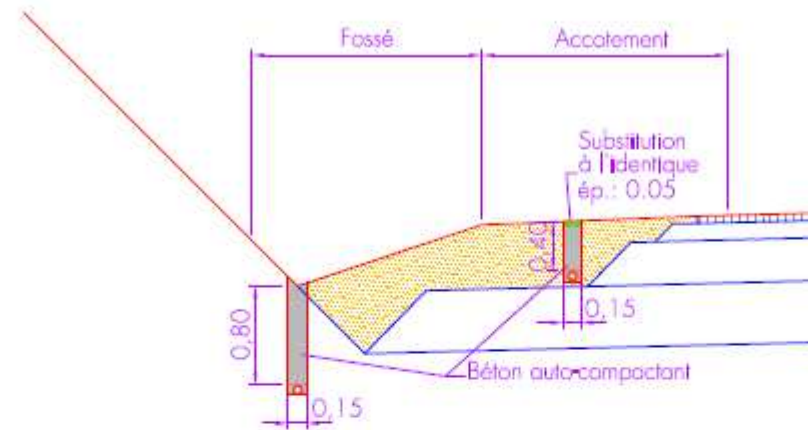
Les résistances à la compression des matériaux auto-compactants devront satisfaire les conditions suivantes: $0.7 \text{ MPa} < R_{c28} < 2 \text{ MPa}$.

Les critères de conformité devront satisfaire à une résistance $\geq 1.5 \text{ MPa}$ au pénétromètre.

COUPE TYPE I

Micro tranchée sous accotement et fossé

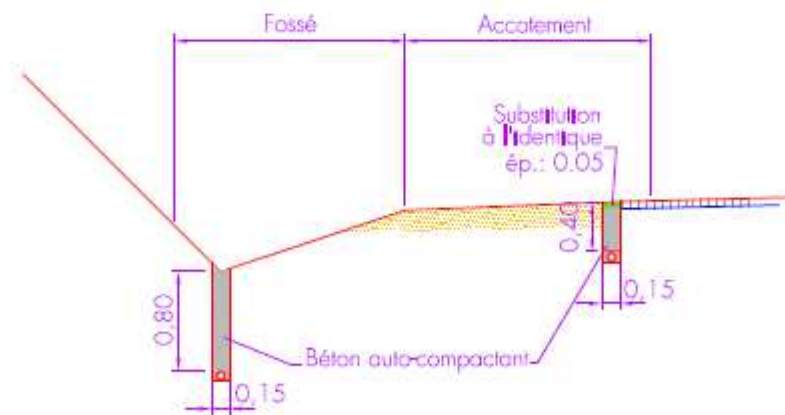
Profil en travers type pour réseau structurant et liaison



Les résistances à la compression des matériaux auto-compactants devront satisfaire les conditions suivantes: $1.5 \text{ MPa} < R_{c28} < 4 \text{ MPa}$.

Les critères de conformité devront satisfaire à une résistance $\geq 1.5 \text{ MPa}$ au pénétromètre.

Profil en travers type pour réseau desserte principale et secondaire



Les résistances à la compression des matériaux auto-compactants devront satisfaire les conditions suivantes: $0.7 \text{ MPa} < R_{c28} < 2 \text{ MPa}$.

Les critères de conformité devront satisfaire à une résistance $\geq 1.5 \text{ MPa}$ au pénétromètre.

ANNEXE 4 - Engins de compactage

Compacteurs vibrants

La classification de ces compacteurs de longueur de génératrice $L < 1.3\text{m}$ est faite à partir du paramètre masse linéique $M1/L$ en kg/cm ($M1$ =masse sur génératrice)

Classe compacteur	Monocylindre vibrant	Tandem 1 cylindre vibrant	Tandem 2 cylindres vibrants
PV1	$M1/L < 10$	$M1/L < 7.5$	$M1/L < 5$
PV2	$10 \leq M1/L < 15$	$7.5 \leq M1/L < 12.5$	$5 \leq M1/L < 10$
PV3	—	$12.5 \leq M1/L < 17.5$	$10 \leq M1/L < 15$
PV4	$M1/L \geq 15$	$M1/L \geq 17.5$	$M1/L \geq 15$

Pilonneuses

On distingue 2 types de pilonneuses :

- vibrantes si course semelle $< 10\text{ cm}$ et fréquence $> 10\text{ Hz}$
- à percussion si course semelle $> 10\text{ cm}$ et fréquence $< 10\text{ Hz}$

La classification est faite en fonction de la masse M de l'engin en kg .

Pilonneuse vibrante (M en kg)		Pilonneuse à percussion (M en kg)	
PN0	$M < 40$	PP1	$M < 80$
PN1	$40 \leq M < 60$		
PN2	$60 \leq M < 80$	PP2	$M \geq 80$
PN3	$M \geq 80$		

Plaques vibrantes

La classification est faite à partir du paramètre pression statique sous la plaque Mg/S en kilopascals (kPa) et Mg/S devient $100 M / S$ car :

- M = masse globale de la machine en kg
- g = accélération de la pesanteur arrondie à 10m/s^2
- S = surface de la plaque en cm^2

Classe plaque vibrante	Mg/S ou 100 M/S (en kPa)
PQ1	$Mg/S < 6$
PQ2	$6 \leq Mg/S < 10$
PQ3	$10 \leq Mg/S < 15$
PQ4	$Mg/S \geq 15$

L'entreprise fournira en tout début de chantier la fiche technique du compacteur pour vérifier la compatibilité du matériel avec l'objectif de densification.

Remarque :

Le passage des compacteurs doit être réalisé à une distance raisonnable de la conduite. Le tableau ci-dessous donne ,à titre indicatif pour des canalisations neuves, les distances minimales à respecter entre la génératrice supérieure du tuyau et la partie active du compacteur.

Classe du compacteur	PV1 – PV2 – PV3 PQ1 – PQ2 PNO – PN1 PP1	PV4 PQ3 – PQ4 PN2 – PN3	PP2
Distance "d" en m	0.25	0.40	0.55

ANNEXE 5a - Tableaux d'objectifs de densification q2 et q3

Modalités de compactage en ASSISES DE CHAUSSEES

Objectif de densification q2

Classification	Para.	PV1	PV2	PV3	PV4	PQ1	PQ2	PQ3	PQ4	PN0	PN1	PN2	PN3	PP1	PP2	Commentaire
géotechnique D2	e			15	20			15	20			15	20			Matériaux de diverses natures GNT, GRH, GTLH, GB, GE
	Q/L			10	20			10	15			15	20			
pénétromètre DC3	n			16	16			14	12			10	10			
	v			1.3	1.5			1.0	1.0			0.9	0.9			

e : épaisseur maximale compactée (en cm) ; Q/L : débit théorique par unité de largeur de compactage en m³/h/m

n : nombre de passes du compacteur (1 aller et retour = 2 passes) ; v : vitesse d'avancement du compacteur

GNT : Grave Non Traitée ; GRH : Grave Reconstituée Humide ; GTLH : Grave traitée au Liant Hydraulique ; GB : Grave Bitume ; GE : Grave Emulsion
Les cellules grisées et ne comportant aucune valeur indiquent que le compacteur n'est pas adapté et ne doit pas être utilisé pour le type de matériau correspondant..

Modalités de compactage pour les ENDUITS SUPERFICIELS

Type d'enduit	Nombre de passes
Monocouche	3 à 5 passes
Monocouche double gravillonnage	1 passe sur le 10/14 pour l'incruster puis compactage du 4/6
Bicouche	1 passe sur la première couche, 3 à 5 passes sur la deuxième

(Le compactage s'effectue à l'aide d'un compacteur à bandage lisse, non vibrant pour éviter l'écrasement des grains.)

Modalités de compactage en PARTIE SUPÉRIEURE DE REMBLAI. (PSR)

Objectif de densification q3

Classification	Etat	Para.	PV1	PV2	PV3	PV4	PQ1	PQ2	PQ3	PQ4	PN0	PN1	PN2	PN3	PP1	PP2	Commentaire
B1-B3 C1B1 C1B3-D1 D2 - DC3 F31		e Q/L n v		15 20 10 1.3	20 30 9 1.3	25 45 8 1.5		15 25 10 1.0	20 40 8 1.0	30 40 8 1.0		20 30 6 0.9	25 40 6 0.9		25 15 6 0.9	Mat. Non argileux non très anguleux	
C2B1 C2B3 R21-R41 R61		e Q/L n v		15 25 8 1.3	20 40 8 1.5		15 25 10 1.0	20 25 8 1.0				15 25 8 0.9	20 30 6 0.9		20 10 8 0.4	Mat. Non argileux très anguleux	
C1B4 (1) C2B4 (1) R22-R42 R62-F71		e Q/L n v		15 25 8 1.3	20 40 8 1.5		15 25 10 1.0	20 30 10 1.0	20 30 7 1.0			15 25 6 0.9	20 30 6 0.9		20 15 6 0.4	(1) : après élimination de la fraction fine O/d	
B2-B4 C1B2 C1B4 C2B2 C2B4 F61-F62	m s	e Q/L n v e Q/L n v		15 25 8 1.3	20 40 8 1.5	15 25 10 1.5		15 25 10 1.0	20 30 7 1.0	20 30 15 15 10 1.0		15 25 6 0.9	20 30 6 0.9		20 15 6 0.4	Mat. Faiblement argileux et assimilés	

e : épaisseur maximale compactée (en cm) ; Q/L : débit théorique par unité de largeur de compactage en m³/h/m (guide SETRA P42)

n : nombre de passes du compacteur (1 aller et retour = 2 passes) ; v : vitesse d'avancement du compacteur

Les cellules grisées et ne comportant aucune valeur indiquent que le compacteur n'est pas adapté et ne doit pas être utilisé pour le type de matériau correspondant..

Les cellules grisées et comportant des valeurs indiquent des cas techniquement possibles, mais économiquement peu réalistes (guide SETRA P41)

Remarques importantes :

Les matériaux élaborés, de granularité 0/20 à 0/40, issus de matériaux de carrières non évolutifs et insensibles à l'eau, sont généralement classés géotechniquement en D2 selon la norme NF P 11-300. (Ils apparaissent **en gras et surlignés** dans la colonne « classification », des tableaux ci-dessus)

Les graves constitutives des remblais et des assises de chaussées seront classées DC3 – difficulté de compactage maximale – car résultant de roches massives entièrement concassées. (DC3 sur l'ensemble de la tranchée si remblayage en totalité avec une GNT concassée , si remblayage avec des matériaux du site voir tableaux du haut)

ANNEXE 5b - Tableau d'objectifs de densification q4

Modalités de compactage en PARTIE INFÉRIEURE DE REMBLAI. (PIR)

Objectif de densification q4

Classification	État	Para.	PV1	PV2	PV3	PV4	PQ1	PQ2	PQ3	PQ4	PNO	PN1	PN2	PN3	PP1	PP2	Commentaire	
B1-B3-R43 C1B1 C1B3 D1 D2 (DC3) F31 F32		e Q/L n V	15 40 5 1.3	20 50 5 1.3	25 65 5 1.3	30 115 4 1.5	15 25 6 1.0	25 40 6 1.0	40 65 6 1.0	55 90 6 1.0	20 35 5 0.9	35 65 5 0.9	45 80 5 0.9	55 100 5 0.9	15 20 3 0.4	40 55 3 0.4	Non argileux non très anguleux	
C2B1- C2B3 R21-R41 R61		e Q/L n V		15 40 5 1.3	20 50 5 1.3	25 75 5 1.5		20 25 8 1.0	30 50 6 1.0	40 65 6 1.0		20 35 5 0.9	30 55 5 0.9	40 70 5 0.9		30 30 4 0.4	Non argileux Très anguleux	
B2-B4 C1B2-1B4 F61-F62	h	e Q/L n V	15 65 3 1.3	20 85 3 1.3	25 110 3 1.3	30 150 3 1.5	15 50 3 1.0	25 85 3 1.0	30 150 2 1.0	40 200 2 1.0	20 90 2 0.9	30 135 2 0.9	35 160 2 0.9	45 205 2 0.9	20 40 2 0.4	40 80 2 0.4	Faiblement argileux non très anguleux (1) sauf C1Bi à l'état s	
	m	e Q/L n V		15 50 4 1.3	20 65 4 1.5	25 95 4 1.5		20 35 6 1.0	30 50 5 1.0	40 90 4 1.0		15 45 3 0.9	20 60 3 0.9	25 75 3 0.9	35 105 3 0.9	15 20 3 0.4		30 40 3 0.4
	s (1)	e Q/L n V		15 30 7 1.3	15 40 5 1.3	20 60 5 1.5			20 20 10 1.0	30 50 6 1.0			15 25 6 0.9	20 30 6 0.9	30 45 6 0.9			20 15 6 0.4
A1-B5 C1A1-C1B5 C2A1-C2B2 C2B4-C2B5 F2-F41 F71-R22 R23-R42 R62-R63	h	e Q/L n V			20 65 4 1.3	25 125 3 1.5			15 30 5 1.0	20 65 3 1.0		15 45 3 0.9	20 60 3 0.9	25 75 3 0.9		20 25 3 0.4	Silteux ou argileux peu plastiques (1) sauf sols C1 ou C2 en s	
	m	e Q/L n V			15 40 5 1.3	20 60 5 1.5			15 30 5 1.0			15 25 6 0.9	15 35 4 0.9	20 45 4 0.9		15 15 4 0.4		
	s (1)	e Q/L n V				15 30 7 1.5								15 25 6 0.9				
A2-B6 C1A2-C1B6 C2A2-C2B6	h	e Q/L n V				20 100 3 1.5				15 30 5 1.0			15 45 3 0.9	20 60 3 0.9		15 20 3 0.4	Matériau argileux	
	m	e Q/L n V				15 45 5 1.5							15 35 4 0.9					
	s (1)	e Q/L n V																

e : épaisseur maximale compactée (en cm) ; Q/L : débit théorique par unité de largeur de compactage en m³/h/m

n : nombre de passes du compacteur (1 aller et retour = 2 passes) ; v : vitesse d'avancement du compacteur

Les cellules grisées et ne comportant aucune valeur indiquent que le compacteur n'est pas adapté et ne doit pas être utilisé pour le type de matériau correspondant..

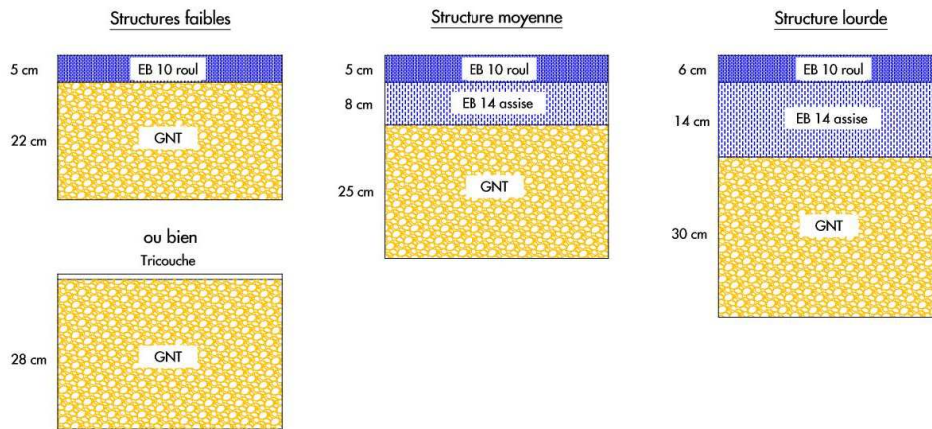
Remarques importantes :

Les matériaux élaborés, de granularité 0/20 à 0/40, issus de matériaux de carrières non évolutifs et insensibles à l'eau, sont généralement classés géotechniquement en D2 selon la norme NF P 11-300. (Ils apparaissent **en gras et surlignés** dans la colonne « classification », du tableau ci-dessus)

Les graves constitutives des remblais seront classées en DC3 - difficulté de compactage maximale - car résultant de roches massives entièrement concassées (si matériaux du site , voir tableau ci-dessus)

ANNEXE 6 - Structures minimales selon les trafics déterminées avec le logiciel ALIZE

Structures minimales à appliquer (cf tableau chapitre I)



Hypothèses

Durée de service = 20 ans
Accroissement du trafic = 2% par an
Support de chaussée de type PF2 soit 50 MPa

Les structures ne valent que si les matériaux satisfont les caractéristiques définies dans le tableau

Norme "Granulats" NF P 18-545	Norme NF EN 13108-1 "Enrobés bitumineux"	
Grave non traitée (GNT) au moins de code "Cb"	EB 14 assise (ex GB3) avec : 1 - $S_{\min 9000} (\geq 9000 \text{ MPa à } 15^\circ\text{C}, 10 \text{ Hz ou } 0,02 \text{ s})$ 2 - $\epsilon_{6-90} (\geq 90 \cdot 10^{-6} \text{ à } 10^\circ\text{C}, 25 \text{ Hz})$	EB 10 roul (ex BBSG1) avec : 1 - $S_{\min 5500} (\geq 5500 \text{ MPa à } 15^\circ\text{C}, 10 \text{ Hz ou } 0,02 \text{ s})$ 2 - $\epsilon_{6-100} (\geq 10 \cdot 10^{-6} \text{ à } 10^\circ\text{C}, 25 \text{ Hz})$

ANNEXE 7 - Exemples d'utilisation du document

Vous trouverez ci-dessous 2 exemples concrets montrant comment utiliser le présent document.

Chaque exemple se résume sous forme de 3 colonnes:

- la 1^{ère} pose les problèmes et concentre toutes les données de départ
- la 2^{ème} répond à chaque question à partir du document
- la 3^{ème} permet de définir les paramètres de mise en œuvre avec notamment l'épaisseur des couches "e", le nombre de passes "n" en fonction de la nature du matériau et du type de compacteur.

Exemple 1

Données d'entrée (problèmes posés sur le site)	Recherche dans le document	Paramètres de mise en œuvre
<u>Tranchée sur RD</u> - trafic = 92 PL /jour /2 sens - couleur itinéraire = blanc	Trafic/jour/sens = 46 PL et couleur blanche concluent à une structure moyenne (voir chapitre I §1)	Selon tableaux annexe 5a : 1- <u>pour remblayage en PSR</u> <ul style="list-style-type: none"> ▫ e = 20 cm ▫ n = 6 passes ▫ V = 0.9 km/h ▫ Q/L = 30m³/h par mètre de largeur de compacteur 2- <u>pour assise de chaussée</u> Le compacteur de type PN1 ne convient pas pour l'obtention de la qualité q2.
<u>Matériau de remblayage</u> GNT de granularité 0/31.5 - grave propre - bonne graduation	Grave assimilée à un sol de classe géotechnique D2 (DC3) (voir chapitre I au § 3-2)	
<u>Compacteur</u> - pilonneuse vibrante - masse M = 55 kg	Classification PN1 (voir annexe 4)	
<u>Remblayage à faire:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▫ remblai PSR ▫ assise de chaussée 	Niveau de densification (. chapitre II au § 5-2 et annexe 2) <ul style="list-style-type: none"> ▫ q3 en PSR ▫ q2 en assise de chaussée (DC3) 	

Exemple 2

Données d'entrée (problèmes posés sur le site)	Recherche dans le document	Paramètres de mise en œuvre
<u>Tranchée sur RD</u> - trafic = 192 PL /jour /sens - couleur itinéraire = vert	Structure lourde (voir chapitre II §1)	Selon tableaux annexe 5a : 1- <u>pour remblayage en PSR</u> <ul style="list-style-type: none"> ▫ e = 30 cm ▫ n = 8 passes ▫ V = 1 km/h ▫ Q/L = 40 m³/h par mètre de largeur de compacteur 2- <u>pour assise de chaussée</u> <ul style="list-style-type: none"> ▫ e = 20 cm ▫ n = 12 passes ▫ V = 1 km/h ▫ Q/L = 15 m³/h par mètre de largeur de compacteur
<u>Matériau de remblayage</u> - 0/40 propre, bien gradué (pour PSR) - 0/20 propre, bien gradué (pour assise de chaussée)	(voir chapitre I au § 3-2) Classement D2 pour les 2 types de graves, 0/20 et 0/40 (DC3)	
<u>Compacteur</u> - plaque vibrante - Mg / S=17 kPa	Classification PQ4 (voir annexe 4)	
<u>Remblayage à faire :</u> <ul style="list-style-type: none"> ▫ remblai PSR ▫ assise de chaussée 	Niveau de densification : (. chapitre II § 5-2) <ul style="list-style-type: none"> ▫ q3 en PSR ▫ q2 en assise de chaussée (DC3) 	

SITUATION DES TRAVAUX

N° d'autorisation:.....	RD et Points de Repère:.....
Permissionnaire:.....	Nature des travaux:.....
Commune(s):.....

1 - Levée du Point d'Arrêt relatif à la réalisation du remblai de la tranchée

Au vu des documents et résultats d'essais produits par le permissionnaire au gestionnaire de la voirie relatif à la nature et la compacité des matériaux de remblai, le permissionnaire est invité à :

- Procéder à la réalisation de la couche de chaussée
- Procéder à la réalisation de la couche de chaussée en tenant compte des réserves mentionnées dans la fiche ci-annexée
- Reprendre la réalisation de la tranchée pour les motifs détaillés dans la fiche ci-annexée
- Sans objet

Fait à, le / /

Le Représentant du Gestionnaire,

Le Représentant du Permissionnaire,

2 - Acceptation des travaux de réfection de la chaussée

Vu Le Procès verbal de levée du point d'arrêt relatif à la réalisation du remblai de la tranchée,

Vu les documents et résultats d'essais produits par le permissionnaire au gestionnaire de la voirie, relatifs à la constitution du corps de chaussée

L'acceptation des travaux concernant le chantier suscité est :

- Prononcée sans réserves
- Prononcée avec réserves (détaillées dans le document ci-annexé)
- Refusée (le permissionnaire est contraint de reprendre la réalisation des travaux aux conditions et motifs détaillés dans la fiche ci-annexée)
- Sans objet

Fait à, le / /

Le Représentant du Gestionnaire,

Le Représentant du Permissionnaire,

3 - Récolement des travaux

L'acceptation des travaux concernant le chantier suscité est :

- Prononcée sans réserves
- Prononcée avec réserves (détaillées dans documents ci-annexé)
- Refusée (le permissionnaire est contraint à reprendre la réalisation des travaux aux conditions et motifs détaillés dans la fiche ci-annexée)

Fait à, le / /

Le Représentant du Gestionnaire,

Le Représentant du Permissionnaire,

.....

4 - État des réserves ou refus

NATURE DES RESERVES OU REFUS	TRAVAUX A EXECUTER

Le permissionnaire et le gestionnaire conviennent que les travaux nécessités par les réserves exposés ci-dessus seront exécutés la charge du permissionnaire dans un délai global de à compter du / /

Fait à, le / /

Le Représentant du Gestionnaire,

Le Représentant du Permissionnaire,

.....

5 - Constat de levée des réserves ou refus

Le gestionnaire de la voirie lève les réserves après avoir constaté que le permissionnaire a valablement remédié aux malfaçons, omissions et imperfections ci-dessus énoncées.

Dans le cadre de travaux ayant affectés la chaussée et/ou sa structure, il est convenu que le point de départ du délai de garantie de 2 ans correspond à la date de signature du présent procès-verbal d'acceptation de travaux

Fait à, le / /

Le Représentant du Gestionnaire,

Le Représentant du Permissionnaire,

ANNEXE 9 - Tableau des routes à grande circulation dans le Département de la Corrèze

Décret n° 2010-578 du 31 mai 2010 modifiant le décret n° 2009-615 du 3 juin 2009

ROUTE	ROUTE de début de section	COMMUNE de début de section	ROUTE de fin de section	COMMUNE de fin de section
D 920	Boulevard Brune, Voltaire et Michelet	BRIVE-LA-GAILLARDE	D 19	NESPOULS
D 1120	limite département 19 / 15	GOULLES	D 1089	LAGUENNE
D 920	limite département 19 / 87	MASSERET	D 1089	BRIVE-LA-GAILLARDE
D 19	D 920	NESPOULS	D 820	NESPOULS
D 820	D 19	NESPOULS	limite département 19 / 46	NESPOULS
D 982	limite département 19 / 23	SAINT-REMY	D 1089	USSEL
D 1120	D 1089	TULLE	D 920	ESPARTIGNAC
D 1089	limite département 19 / 63	LA ROCHE-PRES-FEYT	limite département 19 / 24	LARCHE