CAHIER DES CHARGES TYPE

QUALIROUTES

approuvé par le Gouvernement wallon en date du 20 juillet 2011

CHAPITRE E

TERRASSEMENTS GENERAUX ET PARTICULIERS

Édition du 01/01/2021

Wallonie mobilité infrastructures SPW

Service public de Wallonie mobilité infrastructures

Contacts: qualiroutes@spw.wallonie.be

TABLE DES MATIERES

Pages

E. 1. TRAVAUX PRELIMINAIRES 2
E. 1.1. RABATTEMENT DE LA NAPPE AQUIFERE 2
E. 1.2. TERRASSEMENTS POUR LOCALISATION D'INSTALLATIONS EXISTANTES 2
E. 2. DEBLAIS 3
E. 2.1. DEBLAIS DE TERRE DE RETROUSSEMENT 3
E. 2.2. DEBLAIS GENERAUX 4
E. 3. REMBLAIS 5
E. 3.1. REMBLAIS DE TERRE POUR GAZONNEMENTS ET PLANTATIONS 5
E. 3.2. TRAVAUX PREALABLES AUX REMBLAIS 6
E. 3.3. REMBLAIS GENERAUX 9
E. 3.4. TRAITEMENT DE CERTAINS SOLS DE REMBLAI 11
E. 3.5. REMBLAIS EN BLOCS LEGERS 23
E. 3.6. REMBLAIS EN GRANULATS D'ARGILE EXPANSEE 24
E. 3.7. MATERIAUX AUTOCOMPACTANTS REEXCAVABLES (MAR) 27
E. 4. TERRASSEMENTS PARTICULIERS 28
E. 4.1. DEBLAIS POUR REALISATION DE FOSSES 28
E. 4.2. TERRASSEMENTS POUR OUVRAGES D'ART 29
E. 4.3. TERRASSEMENTS PAR ASPIRATION 30
E. 5. TERRASSEMENTS POUR CANALISATIONS, RACCORDEMENTS, REGARDS DE VISITE OU D'APPAREILS, DRAINS ET GAINES 32
E. 5.1. DEBLAIS 32
E. 5.2. REMBLAIS 36
E. 5.3. PAIEMENT 37

Les opérations relatives aux terrassements décrits dans le présent chapitre comprennent l'enlèvement de tout élément rocheux, de tout massif de maçonnerie ou de béton dont le volume d'un seul tenant n'excède pas 0,500 m³. Toutefois, si le volume enlevé pour réaliser les profils est inférieur à 0,500 m³ mais fait partie d'un élément rocheux excédant 0,500 m³, l'enlèvement est payé au moyen de postes séparés au métré.

E. 1. TRAVAUX PRELIMINAIRES

E. 1.1. RABATTEMENT DE LA NAPPE AQUIFERE

E. 1.1.1. DESCRIPTION

E. 1.1.1.1. RABATTEMENT PROVISOIRE

Le rabattement de la nappe aquifère par puits filtrants, aiguilles filtrantes et/ou par pompage comprend:

- les dispositifs de rabattement, calculés par l'entrepreneur sur base des documents du marché; ces dispositifs assurent la continuité de l'opération en cas de défectuosités locales
- les travaux d'installation, le lançage, le fonçage ou la mise en place des puits et aiguilles, le fonctionnement des installations et leur surveillance, l'évacuation des eaux, le démontage des installations et la remise en état des lieux
- la vérification du niveau de la nappe, par piézomètres ou par puits.

E. 1.1.1.2. RABATTEMENT DEFINITIF

Pour les installations définitives de rabattement, l'étude et le calcul sont faits par le pouvoir adjudicateur.
Les prestations de l'entrepreneur se limitent à la fourniture, la mise en place et l'épreuve de fonctionnement du dispositif ainsi qu'à toutes les obligations résultant de la garantie.

E. 1.1.2. PAIEMENT

Les documents du marché fixent le mode de paiement des travaux de rabattement.

Si le rabattement de la nappe est prévu au métré sous forme d'un seul prix global, 40 % de la somme globale sont payés après installation et vérification du bon fonctionnement de l'installation, 40 % du montant global sont payés par tranches d'acomptes mensuels répartis sur la durée escomptée de fonctionnement, 20 % du montant global sont payés après désinstallation et remise en état des lieux.

E. 1.2. TERRASSEMENTS POUR LOCALISATION D'INSTALLATIONS EXISTANTES

E. 1.2.1. DESCRIPTION

Suite à l'accord préalable du pouvoir adjudicateur, l'entrepreneur vérifie par voie électronique et/ou par fouille de reconnaissance, la localisation des installations souterraines dans la zone où des détériorations peuvent être provoquées par l'exécution des travaux.

E. 1.2.2. REPERAGE PAR VOIE ELECTRONIQUE

Ce repérage est exécuté avec des appareils agréés par le pouvoir adjudicateur permettant la détection d'installations souterraines, sans terrassement, quelles que soient la nature du sol rencontré et la profondeur des installations souterraines. Ces détections sont faites en présence du pouvoir adjudicateur.

E. 1.2.3. REPERAGE PAR FOUILLES DE RECONNAISSANCE

Par fouille de reconnaissance, il faut entendre un terrassement localisé destiné à découvrir une installation souterraine. Le remblayage éventuel est effectué avec des matériaux de même nature que ceux découverts et constitue une charge d'entreprise. Le terrassement se fait dans des terrains de toutes natures et avec les moyens adéquats pour ne pas endommager les installations souterraines.
Le terrassement par aspiration est autorisé. Ces fouilles de reconnaissance sont réalisées en présence du pouvoir adjudicateur.

En zone revêtue, le découpage de revêtement par sciage et la démolition du revêtement de toute nature en épaisseur variable dans les limites nécessaires à l'exécution du repérage font l'objet de postes séparés du métré.

E. 1.2.4. PAIEMENT

Pour le repérage par voie électronique (E. 1.2.2.), la longueur portée en compte est celle réellement parcourue dans la phase de détection, quels que soient le nombre et la nature des installations souterraines rencontrées.

Pour le repérage par fouille de reconnaissance (E. 1.2.3.) autre que par aspiration, le paiement s'effectue sur base d'heures en régie (postes de la série X). Pour le repérage par aspiration, le paiement s'effectue sur base du volume de la fouille sans déduction du volume des câbles et canalisations. L'évacuation des matériaux non réutilisés se fait conformément au D. 2. et fait l'objet de postes de la série D9000.

E. 2. DEBLAIS

E. 2.1. DEBLAIS DE TERRE DE RETROUSSEMENT

E. 2.1.1. DESCRIPTION

Enlèvement de la terre de retroussement couvrant l'assiette des ouvrages.

E. 2.1.2. CLAUSES TECHNIQUES

L'épaisseur de la terre de retroussement est fixée par les documents du marché. A défaut, elle est de 30 cm de sol meuble au maximum ou est précisée sur place par le pouvoir adjudicateur.

Lorsque le pouvoir adjudicateur se réserve la propriété des terres de retroussement non utilisées sur chantier, l'entrepreneur les transporte vers les lieux de dépôt fixés dans les documents du marché.

Les mises en dépôt provisoires pour réutilisation ultérieure sur chantier sont à charge de l'entrepreneur. Il en assure la protection contre le vol et la destruction et il remplace à ses frais les terres de retroussement manquantes.

Les dépôts de terres de retroussement s'exécutent sans compactage.

E. 2.1.3. PAIEMENT

Le volume de déblai est mesuré au moyen de piquets témoins et celui des dépôts, par opérations topographiques. Si le mesurage se fait sur dépôts, le foisonnement des terres est, par convention, égal à 1,25.

Le paiement s'effectue sur base du volume des déblais mesuré sur chantier et suivant leur lieu de destination.

L'évacuation des matériaux non réutilisés se fait conformément au D. 2. et fait l'objet de postes de la série D9000.

E. 2.2. DEBLAIS GENERAUX

E. 2.2.1. DESCRIPTION

Opération destinée à réaliser les profils de la forme par excavation de matériaux. Les documents du marché précisent si les déblais sont réalisés en terrain meuble, rocheux ou compact.

E. 2.2.2. CLAUSES TECHNIQUES

E. 2.2.2.1. MODE D'EXECUTION

L'entrepreneur adapte son mode d'exécution à la nature et à l'état du sol en place.
Pour l'enlèvement des volumes compacts, l'emploi d'explosifs est toléré pour autant que l'entrepreneur se soit procuré les autorisations nécessaires.
Pendant toute la durée des travaux, l'entrepreneur prend toute disposition pour éviter l'érosion des talus, les ravinements, glissements, affouillements, stagnation d'eau et production de poussières.

E. 2.2.2.2. PARACHEVEMENT DES DEBLAIS

Pour la plate-forme, les réglages et les imperfections locales se font par découpage et/ou par apport de matériaux conformes au C. 2.2, après scarification de la surface.

Pour les talus, le réglage des déblais se fait par découpage et non par apport de matériaux. Le peignage des talus rocheux, c'est-à-dire l'enlèvement des éléments rocheux instables subsistant après le travail des engins mécaniques, est également compris.

Les réparations des glissements et affouillements de talus s'exécutent par découpage jusqu'à une profondeur minimale de 20 cm sous la surface de glissement, puis apport de matériaux. Ces opérations sont effectuées avec l'accord du pouvoir adjudicateur.

Si un recouvrement du talus en terre végétale est prévu, il y a lieu de donner au talus un aspect rainuré perpendiculaire à la pente afin de faciliter l'accrochage de la terre végétale.

E. 2.2.2.3. PORTANCE DU FOND DE COFFRE

Si la portance naturelle du fond de coffre est inférieure à la valeur requise (E. 3.3.3.1.), il est procédé à l'amélioration du fond de coffre suivant une technique prévue au F. 2., à moins que des dispositions particulières n'aient été prévues dans les documents de marché.

Si le trafic de chantier emprunte le fond de coffre, l'entrepreneur prend toutes les dispositions pour que les matériaux gardent leurs caractéristiques mécaniques, notamment du point de vue portance. La restitution de la portance est une charge d'entreprise. Si la restitution de la portance naturelle ne peut être atteinte par compactage, il est procédé au traitement ou au remplacement du matériau constituant le fond de coffre, suivant une des techniques du F. 2.3. ou du F. 2.4. Cette opération est effectuée avec l'accord du pouvoir adjudicateur.

E. 2.2.3. SPECIFICATIONS

E. 2.2.3.1. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

Les tolérances locales sur les caractéristiques géométriques du profil en travers sont les suivantes:

TOLERANCES LOCALES	TERRAIN NE CONTENANT PAS D'ELEMENTS ROCHEUX	TERRAIN CONTENANT DES ELEMENTS ROCHEUX
pour le fond du coffre	3 cm	3 cm après reprofilage
pour la forme au droit des bermes et terre-pleins	5 cm	10 cm
pour les talus	10 cm	20 cm

E. 2.2.3.2. COMPACITE OU PORTANCE

La compacité ou la portance du fond de coffre répond aux critères du E. 3.3.3.1. pour le fond de coffre.

E. 2.2.4. VERIFICATIONS

Après achèvement des déblais et rétablissement du fond de coffre au niveau prescrit, il est procédé immédiatement à la vérification de sa compacité ou de sa portance.

Le pouvoir adjudicateur détermine le nombre et l'emplacement des essais à réaliser.

Les caractéristiques géométriques sont vérifiées par mesurages topographiques et les irrégularités de surface sont vérifiées à la règle de 3 m.

E. 2.2.5. PAIEMENT

La nature des déblais (meuble, rocheux ou compact) se détermine en fonction des critères définis au C. 2.1.2. Des suppléments pour les terrassements en sol rocheux ou compact font l'objet de postes spécifiques.

Le paiement des essais de mesure sismique in situ s'effectue conformément au C. 2.1.2.

En cas de bordereau de prix, les paiements s'effectuent, selon la destination et la nature des déblais, sur base des volumes déblayés et mesurés contradictoirement par opérations topographiques:
- avant le début des déblais généraux
- chaque fois que la nature des matériaux change
- à la demande d'une des parties
- après achèvement de l'ensemble des déblais.

Les réparations des talus sont payées dans le cadre des postes remblais et déblais pendant le délai d'exécution des travaux et/ou dans des postes spécifiques du métré pendant le délai de garantie.

L'entrepreneur prévient le pouvoir adjudicateur en temps utile du changement de nature des matériaux. A défaut, le paiement du déblai réalisé s'effectue au prix unitaire le moins élevé.

L'évacuation des matériaux non réutilisés se fait conformément au D. 2. et fait l'objet de postes de la série D9000.

E. 3. REMBLAIS

E. 3.1. REMBLAIS DE TERRE POUR GAZONNEMENTS ET PLANTATIONS

E. 3.1.1. DESCRIPTION

Recouvrement de terre des surfaces à gazonner ou à planter.

E. 3.1.2. CLAUSES TECHNIQUES

Les terres de retroussement répondent aux prescriptions du E. 2.1.2. et les autres terres pour gazonnements et plantations aux prescriptions du C. 2.3.

Les documents du marché précisent leur origine et leur nature. Le cas échéant, ils indiquent l'emplacement des dépôts du pouvoir adjudicateur. Ils fixent l'épaisseur des remblais. A défaut, elle est de 20 cm après compactage.
La circulation des engins de chantier sur les terres pour gazonnements et plantations est interdite

Les remblais sont compactés par cylindrage léger (pneus ou chenilles).

Les tolérances locales sur les caractéristiques géométriques de la forme sont les suivantes:
- pour la forme au droit des bermes, accotements et terre-pleins: 3 cm
- pour les talus: 10 cm.

E. 3.1.3. VERIFICATIONS

La conformité des matériaux de remblai est vérifiée.

Sont également vérifiées en cours et après exécution:
- l'épaisseur et la pente transversale
- les caractéristiques géométriques du remblai par mesurage topographique
- les irrégularités de surface à la règle de 3 m.

E. 3.1.4. PAIEMENT

Les paiements s'effectuent, selon la nature et l'origine des remblais, sur base des volumes remblayés et mesurés par opérations topographiques contradictoires:
- avant le début des remblais
- à chaque changement de nature ou d'origine des remblais
- à la demande d'une des parties
- après achèvement des remblais.

L'entrepreneur prévient le pouvoir adjudicateur en temps utile du changement de nature ou d'origine des matériaux. A défaut, le paiement du remblai réalisé s'effectue au prix unitaire le moins élevé.

E. 3.2. TRAVAUX PREALABLES AUX REMBLAIS

Les travaux préalables peuvent comprendre la pose d'un géotextile anticontaminant (E. 3.2.1).

Dans le cas où les sols d'assise des remblais sont impropres, au moins une des solutions ci-après doit être appliquée:
- la pose d'un géotextile ou d'une géogrille de renforcement de l'assise du remblai (E. 3.2.2)
- le remplacement de terrains impropres à constituer l'assise des remblais (E. 3.2.3).
- le traitement des terrains impropres à constituer l'assise des remblais (les prescriptions du E. 3.4 sont d'application)

Les sols d'assise des remblais sont impropres quand ils n'atteignent pas les valeurs suivantes de coefficient de compressibilité M1 à l'essai à la plaque de 750 cm²:

E. 3.2.1. POSE D'UN GEOTEXTILE ANTICONTAMINANT

E. 3.2.1.1. DESCRIPTION

La pose d'un géotextile anticontaminant avant la mise en œuvre des remblais a pour but de séparer les matériaux de l'assise du remblai des matériaux du remblai même.

E. 3.2.1.2. CLAUSES TECHNIQUES

Les géotextiles répondent aux prescriptions du C. 25. Les valeurs des caractéristiques répondent au C. 25.2.1.

Les géotextiles doivent être posés à plat, sans dépressions, plis ou autres inégalités similaires. Les bandes de géotextile sont posées avec un recouvrement minimal de 50 cm.

Afin d'éviter tout endommagement du géotextile, toute circulation sur géotextile est interdite avant la mise en œuvre de 40 cm de matériaux de remblais.
Le géotextile doit être recouvert par le remblai dans le délai prescrit par le fournisseur avec un maximum de 30 jours calendrier.

E. 3.2.1.3. VERIFICATIONS

Les vérifications portent sur:
- la conformité du géotextile
- les prescriptions de pose
- la largeur des recouvrements.

E. 3.2.1.4 PAIEMENT

	EPAISSEUR DU REMBLAI AJOUTEE A CELLE DU FOND DE COFFRE ≤ 1,50 m	EPAISSEUR DU REMBLAI AJOUTEE A CELLE DU FOND DE COFFRE > 1,50 m
Sols impropres à constituer l'assise d'un remblai	M_1 < 11 MPa	M_1 < 8 MPa

Le paiement s'effectue sur base de la surface mise en œuvre hors recouvrements.

E. 3.2.2. POSE D'UN GEOTEXTILE OU D'UNE GEOGRILLE DE RENFORCEMENT DE L'ASSISE DE REMBLAI

E. 3.2.2.0. PREAMBULE

Dans le cas d'un sol compressible et/ou dans le cas d'un remblai dont la hauteur est supérieure à 2 m, l'adjudicataire soumet préalablement une note de calcul de dimensionnement de la géogrille/géotextile de renforcement à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

E. 3.2.2.1. DESCRIPTION

La pose d'un géotextile ou d'une géogrille de renforcement avant la mise en œuvre des remblais permet d'atteindre la portance désirée sur des sols impropres à constituer l'assise des remblais ou d'augmenter la stabilité du talus de remblai.

E. 3.2.2.2. CLAUSES TECHNIQUES

Les géogrilles de renforcement sont conformes au C. 27.4. La géogrille est toujours posée sur un géotextile anticontaminant et sous une couche de matériau de fondation granulaire non liée d'au moins 40 cm d'épaisseur.

Un géotextile de renforcement pourra être utilisé à la place du complexe géogrille de renforcement et géotextile anticontaminant moyennant une note de calcul qui dimensionnera:
- les caractéristiques du géotextile à utiliser
- les caractéristiques de la couche de recouvrement
- les longueurs minimales d'ancrage, le sens de pose et les longueurs minimales de recouvrement.

Les géotextiles et/ou géogrilles doivent être posés à plat, sans dépressions, plis ou autres inégalités similaires. Les bandes de géotextiles sont posées avec un recouvrement entre les bandes de minimum 50 cm, les bandes de géogrilles avec un minimum de 30 cm. Les documents du marché définissent éventuellement une direction de pose et une autre valeur de recouvrement.

Afin d'éviter tout endommagement du géotextile, toute circulation sur le géotextile est interdite avant la mise en œuvre de 40 cm de matériaux de remblais.

Afin d'éviter tout endommagement de la géogrille, toute circulation sur la géogrille est interdite avant la mise en œuvre de 40 cm de matériaux de fondation non liés.

Le géotextile et/ou géogrille doivent être recouverts par le remblai dans le délai prescrit par le fournisseur avec un maximum de 30 jours calendrier

E. 3.2.2.3. VERIFICATIONS

Les vérifications portent sur:
- la conformité du géotextile ou de la géogrille
- les prescriptions de pose
- la largeur des recouvrements.

E. 3.2.2.4. PAIEMENT

Le paiement s'effectue sur base de la surface de géotextile et/ou de géogrille mis en œuvre, hors recouvrements.

E. 3.2.3. REMPLACEMENT DE SOLS IMPROPRES A CONSTITUER L'ASSISE DES REMBLAIS

E. 3.2.3.1. DESCRIPTION

Remplacement de sols impropres par des matériaux susceptibles de fournir la portance désirée.

E. 3.2.3.2. CLAUSES TECHNIQUES

Les matériaux répondent aux prescriptions du C. 2.2.

L'épaisseur du terrain impropre à remplacer est fixée dans les documents du marché ou déterminée par le pouvoir adjudicateur.

Si la compacité ou la portance imposée n'est pas atteinte, la couche est recompactée jusqu'à obtention de la compacité ou de la portance prescrite.

E. 3.2.3.3. SPECIFICATION

La couche de remplacement répond aux critères du E. 3.3.3.1 pour les couches de remblai.

E. 3.2.3.4. VERIFICATIONS

Les contrôles d'exécution portent sur:
- la compacité ou la portance de la couche de remplacement
- l'épaisseur de la couche de remplacement.

Le pouvoir adjudicateur détermine le nombre et l'emplacement des essais de compacité ou de portance à réaliser

E. 3.2.3.5. PAIEMENT

Le paiement s'effectue sur base du volume de terres à remplacer. L'excavation des sols impropres, la fourniture des matériaux de remplacement et la réalisation des remblais sont comprises dans le prix du volume à excaver.

L'évacuation des matériaux non réutilisés se fait conformément au D. 2 et fait l'objet de postes de la série D9000.

E. 3.3. REMBLAIS GENERAUX

E. 3.3.1. DESCRIPTION

Opération destinée à réaliser les profils de la forme par épandage et compactage de matériaux.

E. 3.3.2. CLAUSES TECHNIQUES

E. 3.3.2.1. MATERIAUX

Les matériaux de remblai répondent aux prescriptions du C. 2.2.

E. 3.3.2.2. EXECUTION

L'entrepreneur adapte son mode d'exécution à la nature et à l'état du sol en place et du matériau de remblai choisi.

Pendant toute la durée des travaux, l'entrepreneur prend toute disposition pour éviter au maximum l'érosion des talus, les ravinements, glissements, affouillements, stagnation d'eau et production de poussières.

L'épandage s'effectue en couches successives qui ont, après compactage, une épaisseur uniforme sous une pente transversale suffisante pour éviter la stagnation des eaux et permettre l'évacuation de celles-ci sans provoquer de ravinements, glissements et affouillements.

L'épaisseur des couches successives dépend des caractéristiques des matériaux ainsi que des caractéristiques des engins de compactage de l'entrepreneur. Elle ne dépasse pas 50 cm sauf pour les couches inférieures d'un remblai réalisé par mélange de terrain meuble et rocheux, où cette épaisseur est limitée à 90 cm.

Les irrégularités de surface sont corrigées après scarification.

Si la compacité ou la portance imposée n'est pas atteinte, les remblais sont recompactés jusqu'à obtention de la valeur prescrite.

Si le trafic de chantier emprunte la forme, l'entrepreneur prend toute disposition pour que les matériaux gardent leurs caractéristiques mécaniques, notamment leur portance.
La restitution d'une portance conforme est une charge d'entreprise.

L'entrepreneur veille à répartir la circulation des véhicules de chantier uniformément sur toute la largeur des remblais.

Si un recouvrement du talus en terre végétale est prévu, il y a lieu de donner au talus un aspect rainuré perpendiculaire à la pente afin de faciliter l'accrochage de la terre végétale.

La réparation des glissements et des affouillements des remblais est une charge d'entreprise. Les matériaux qui ont glissé sont enlevés jusqu'à la surface de glissement. Les matériaux provenant des glissements et affouillements sont remplacés par des matériaux acceptables provenant de déblais en excès ou fournis par l'entrepreneur.

E. 3.3.3. SPECIFICATIONS

E. 3.3.3.1. COMPACITE OU PORTANCE

Le paramètre d'évaluation de la compacité ou de la portance du remblai est mentionné dans les documents du marché. A défaut, il est défini de commun accord parmi les quatre paramètres suivants:
- coefficient de compressibilité M1 mesuré par un essai à la plaque statique selon CME 50.01
- taux de compactage par comparaison à l'Optimum Proctor Normal
- enfoncement par coup mesuré~~e~~ à l'aide du pénétromètre dynamique léger type C.R.R.
- résistance à la pénétration au pénétromètre dynamique léger à énergie variable type PANDA.

Les critères de compacité ou ~~la~~ de portance à atteindre pour chaque couche de remblai et pour le fond de coffre (mètre supérieur du remblai) sont mentionnés au tableau ci-dessous.

			Classification des sols (voir chapitre C.2.)					
			Sols fins (cat.I.3)	**Sols fins graveleux (cat I.2) et sables (cat.II)** de Dmax ≤ 8 mm (1)	**Autres sols**	**Sols fins (cat.I.3)**	**Sols fins graveleux (cat I.2) et sables (cat.II)** de Dmax ≤ 8 mm (1)	**Autres sols**
Paramètre	**Méthode d'essai**	**Domaine de validité des critères** (2)	**Critère pour Couches de remblai**			**Critère pour Fond de coffre** (mètre supérieur du remblai)		
Coefficient de compressibilité	CME.50.01 (Essai à la plaque statique)	0 – 0,5 m	$M_1 \geq 11$ MPa (droite OA)			$M_1 \geq 17$ MPa (droite OB)		
Taux de compactage	CME 50.07	0 – 0,3 m	≥ 95 % OPN			≥ 98 % OPN		
Enfoncement par coup	CME 50.03 (Essai au pénétromètre CRR)	0,3 – 2 m	X ≤ 20 mm/coup	X ≤ 12 mm/coup	Pas de critère prédéfini (3)	X ≤ 12 mm/coup	X ≤ 8 mm/coup	Pas de critère prédéfini (3)
Résistance à la pénétration dynamique	CME 50.11 (Essai au pénétromètre dynamique à énergie variable (type PANDA)	0,3 – 5 m	$q_d \geq 3{,}5$ MPa	$q_d \geq 8$ MPa		$q_d \geq 5{,}5$ MPa	$q_d \geq 12$ MPa	

(1) Dmax est le diamètre maximal du tamis correspondant à 100 % de passant.
(2) Profondeur sous le niveau du terrain au moment de l'essai
(3) Critère spécifique à définir dans les documents de marché

E. 3.3.3.2. GEOMETRIE

Les tolérances locales sur les caractéristiques géométriques de la forme sont les suivantes:
- pour le fond de coffre: 3 cm
- pour la forme au droit des bermes et terre-pleins: 5 cm
- pour les talus: 10 cm.

Les tolérances locales sur les caractéristiques géométriques de la forme sont les suivantes:
- pour le fond de coffre: 3 cm
- pour la forme au droit des bermes et terre-pleins: 5 cm
- pour les talus: 10 cm.

E. 3.3.4. VERIFICATIONS

La conformité des matériaux de remblai est vérifiée.

La conformité aux critères retenus de compacité ou de portance est vérifiée par les essais appropriés.

Pour les essais à la plaque statique sur les remblais généraux, seule la plaque de 750 cm² est utilisée. La réalisation du deuxième cycle de chargement est obligatoire dans les cas suivants:
- lors du contrôle de compactage si la valeur M1 déterminée lors du premier cycle de chargement ne respecte pas le critère défini et que le palier maximal du premier cycle a été atteint,
- lorsque le taux de compactage M2/M1 est demandé.

Le pouvoir adjudicateur détermine le nombre et l'emplacement des essais à réaliser.

Sont également vérifiées en cours et après exécution:
- l'épaisseur et la pente transversale des couches
- les caractéristiques géométriques du remblai par mesurage topographique
- les irrégularités de surface à la règle de 3 m.

E. 3.3.5. PAIEMENT

Les paiements s'effectuent, selon l'origine des remblais, sur base des volumes remblayés et mesurés par opérations topographiques contradictoires:
- avant le début des remblais
- à chaque changement d'origine des remblais
- à la demande d'une des parties
- après achèvement des remblais.

Sont compris dans les volumes des remblais généraux, les volumes limités par l'assiette dégarnie des terres arables d'une part, la forme d'autre part.

E. 3.4. TRAITEMENT DE CERTAINS SOLS DE REMBLAI

E. 3.4.1. GENERALITES

Les sols à traiter sont en général des sols impropres à une réutilisation en remblai dans leur état hydrique d'excavation.

Le traitement des sols, provenant du chantier ou fournis par le pouvoir adjudicateur, a pour but d'améliorer les conditions de mise en œuvre et de compactage d'un sol à réutiliser en remblai. Le sol est mélangé avec l'additif le plus approprié afin de lui donner certaines propriétés de portance immédiate ou à court terme.

Le traitement du dernier mètre de remblai (fond de coffre) est conforme aux prescriptions du F. 2.3.

Pour le traitement destiné au corps de remblai, plusieurs techniques sont possibles:
- (E. 3.4.3.1) Traitement de sol au moyen de chaux
- (E. 3.4.3.2) Traitement de sol au moyen de chaux en centrale
- (E. 3.4.3.3) Traitement de sol au moyen de ciment
- (E. 3.4.3.4) Traitement de sol mixte au moyen de chaux et ensuite de ciment
- (E. 3.4.3.5) Traitement de sol au moyen de liant hydraulique routier
- (E. 3.4.3.6) Traitement de sol au moyen de liant hydraulique routier en centrale
- (E. 3.4.3.7) Traitement de sol au moyen de fines de scories
- (E. 3.4.3.8) Traitement de sol au moyen de fines de scories en centrale.

En fonction du volume du remblai à traiter, deux cas de figures sont à envisager:
- pour les volumes inférieurs à 5000 m³: les documents du marché précisent le type de traitement suivant les techniques suivantes: E. 3.4.3.1, E. 3.4.3.2, E. 3.4.3.3 ou E. 3.4.3.4.
- pour les volumes supérieurs à 5000m³ (ou de moins de 5000 m³ dont une étude du sol a été faite au niveau du stade du projet): les documents du marché comprennent une étude de sol comme reprise au E. 3.4.2. Celle-ci permet à l'entrepreneur de choisir le traitement de sol optimal suivant les techniques allant du E. 3.4.3.1 à E. 3.4.3.8.

E. 3.4.2. ETUDE DE SOL

Dans le cas d'une étude de sol, le pouvoir adjudicateur effectue par type de sol rencontré, une étude en place préalable, comprenant:
- teneur en eau du sol en place
- granulométrie simplifiée (Dmax, passant à 2mm et passant à 0,063mm)
- valeur de bleu de méthylène
- teneur en matières organiques. Cette analyse ne porte que sur les sols non pollués. En cas de suspicion de pollution, une étude beaucoup plus poussée est fournie.
- courbe Proctor (densité sèche en fonction de la teneur en eau OPN: Proctor Normal)
- IPI et $CBR_{4j\ immersion}$ (pour chaque point de la courbe Proctor).

Cette étude, par type de sol rencontré, permet à l'adjudicataire de définir et de choisir au moment de l'adjudication le type de traitement qu'il compte mettre en œuvre sur le chantier.

Quinze jours calendrier avant le démarrage du traitement sur chantier, l'entrepreneur soumet à l'approbation du pouvoir adjudicateur une étude de formulation permettant de définir le type d'additif et les dosages appropriés en fonction de la teneur en eau réelle pendant le terrassement. La teneur en eau réelle pendant les travaux de traitement est mesurée quotidiennement en présence du représentant du pouvoir adjudicateur.

Pour tous les chantiers où l'étude de sol n'a pas été effectuée, le pouvoir adjudicateur fixe au préalable le type et le pourcentage de liant à utiliser.
Si l'entrepreneur ou le pouvoir adjudicateur estime, de par leur expérience, qu'il y a lieu de changer ces éléments, une étude simplifiée est réalisée.
Cette étude est reprise au guide pratique du Centre de Recherches routières (complément n°3 au Code de bonne Pratique R81/10). Elle est réalisée en cours de chantier par un laboratoire et est payée par le pouvoir adjudicateur, sur base de facture couvrant la prestation. Le choix du laboratoire est soumis à l'approbation préalable du pouvoir adjudicateur.

E. 3.4.3. TECHNIQUES DE TRAITEMENT

E. 3.4.3.1. TRAITEMENT AU MOYEN DE CHAUX

L'objectif du traitement à la chaux vive est une amélioration des sols fins (argileux ou limoneux) trop humides dans le but de réduire leur teneur en eau et provoquer une granulation, favorable à la mise en œuvre de couches et à leur compactage.

E. 3.4.3.1.1. CLAUSES TECHNIQUES

E. 3.4.3.1.1.1. Matériaux

L'additif utilisé est de la chaux conforme au C. 9.

E. 3.4.3.1.1.2. Etudes de formation

Lorsqu'une étude de sol est fournie dans les documents du marché, l'entrepreneur réalise une étude de formulation, en laboratoire, permettant de déterminer le dosage en chaux à appliquer en fonction de la teneur en eau du sol au moment du traitement. Elle est basée sur les principes décrits dans le guide pratique du Centre de Recherches routières (complément n° 3 au Code de bonne Pratique R81/10). Le choix du laboratoire est soumis à l'approbation préalable du pouvoir adjudicateur .

L'étude de formulation comprendra au minimum les tests suivants:

Pour différents dosages en chaux:
- courbe Proctor (densité sèche en fonction de la teneur en eau OPN: Proctor Normal)
- IPI et $CBR_{4j\ immersion}$ (pour les teneurs en eau susceptibles d'être rencontrées lors de l'exécution).

Sur base des résultats d'essais, le dosage nécessaire pour garantir un critère en IPI est déterminé en fonction de la teneur en eau du jour mesurée sur site.

Le sol traité répond aux prescriptions suivantes:

Caractéristique	Prescription
Indice portant Immédiat (IPI)	≥ 15 %*
Portance à terme: $CBR_{4j\ immersion}$ / IPI	≥ 1**

(*) Le critère IPI dépend du type de sol et varie entre 10 % et 30 % avant traitement.
(**) Si l'IPI (sol traité) est > 40 %, alors le critère "$CBR_{4J\ immersion}$/IPI" ne doit pas être vérifié.

Cette étude est à charge de l'entrepreneur.

E. 3.4.3.1.1.3. Exécution

E. 3.4.3.1.1.3.1. Préparation du sol à traiter

Le remblai est exécuté par couches successives dont l'épaisseur est adaptée aux moyens d'exécution.

Le sol est scarifié avant l'épandage afin d'assurer une décohésion suffisante du sol à traiter.

E. 3.4.3.1.1.3.2. Epandage de la chaux

L'opération est menée de façon à réduire au maximum la production de poussière.
L'additif est épandu mécaniquement de manière uniforme par bandes longitudinales successives. Chaque bande recouvre la précédente sur une largeur de 10 cm. La quantité de chaux épandue ne s'écarte pas de plus de 20 % du dosage prescrit. La régularité du dosage est obtenue indépendamment de la vitesse des engins épandeurs.

En cas de pluie soudaine intervenant en cours d'exécution, l'épandage est immédiatement arrêté. Un premier malaxage et un lissage des surfaces déjà traitées sont effectués. A la reprise des travaux, le malaxage est achevé, avec épandage complémentaire éventuel rendu nécessaire par la nouvelle teneur en eau.

Le chargement des engins épandeurs se fait automatiquement à partir de camions citernes ou de silos étanches.

E. 3.4.3.1.1.3.3. Malaxage

Le sol et la chaux sont malaxés immédiatement sur une épaisseur déterminée dans les documents du marché. A défaut, cette épaisseur est fixée à 30 cm.

Le malaxage est poursuivi par des passages successifs du malaxeur jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène (couleur et structure uniforme sur toute l'épaisseur).

E. 3.4.3.1.1.3.4. Compactage

Un délai entre le malaxage et le compactage peut être bénéfique pour profiter d'un temps sec d'aération. Le délai maximum est de 4 heures.

E. 3.4.3.1.1.3.5. Conditions météorologiques

En cas de vent fort, de pluie persistante ou lorsque la température au sol est inférieure à 4 °C, le traitement est interrompu.

En cas de gel, les couches éventuellement décompactées lors du dégel sont raclées jusqu'au sol dur et sont enlevées. Ces matériaux peuvent être utilisés dans des zones non portantes.

E. 3.4.3.1.1.3.6. Protection des couches traitées

Si, pour des raisons d'organisation de chantier ou de conditions climatologiques, il n'est pas possible de poursuivre immédiatement les travaux des couches complémentaires de la structure routière, la surface du sol traité doit être protégée contre les effets d'humidification et d'assèchement.

Si dans les 7 jours à venir la couche suivante n'est pas placée, la protection de la dernière couche de remblai est réalisée avant la période d'interruption. Elle peut consister en une émulsion de bitume C60B1 à raison de 0.7 l/m², suivie éventuellement d'un sablage (sable C. 3.4.2.) à raison de 3 kg/m².

E. 3.4.3.1.1.3.7. Prescriptions complémentaires pour travaux en site sensible

Le traitement limitant l'émission de poussières est préconisé en site sensible c'est-à-dire à toute partie de chantier située au voisinage d'habitations ou de bâtiments publics, de cultures maraîchères ou fruitières, de lieux d'élevage d'animaux, de parkings ou de voies de circulation telles que routes, autoroutes et voies ferrées, etc. pour lesquelles des émissions de poussières de la chaux peuvent présenter une gêne ou un risque particuliers.

Les documents du marché précisent les limites de ces sites.

En complément des prescriptions précédentes, les documents du marché précisent si le traitement doit être effectué avec de la chaux à émission de poussière réduite conforme au C. 9.2.1. ou si des moyens de prévention particuliers, comme l'exécution avec une machine à épandage-malaxage intégré, sont à mettre en œuvre.
A défaut, les prescriptions suivantes sont d'application:

- le stockage et le transvasement de la chaux sont effectués dans un dispositif spécifique permettant de réduire toute émission de poussières durant le transvasement
- l'épandage et le malaxage sont interrompus dès que le vent transporte la chaux en dehors du chantier
- l'épandeur est pourvu d'un dispositif rabattant les poussières émises au moment de la chute de la chaux
- le malaxeur est constitué d'un pulvérisateur à arbre horizontal et d'une chambre de malaxage
- les gaz d'échappement sont déviés vers le haut.

E. 3.4.3.1.2. VERIFICATIONS

E. 3.4.3.1.2.1. Réception technique préalable

La conformité de la chaux est vérifiée lors de la fourniture.
En cas de stockage prolongé sur chantier, les caractéristiques de la chaux sont contrôlées.

E. 3.4.3.1.2.2. Contrôles en cours d'exécution

Les contrôles portent sur
- l'épaisseur de la couche traitée
- le dosage
- le délai entre le malaxage et le compactage
- le respect des prescriptions relatives aux conditions météorologiques, à l'épandage, au malaxage, aux mesures de sécurité et à la protection de la couche traitée.

E. 3.4.3.1.2.3. Contrôles après exécution

Les contrôles après exécution consistent en la réalisation d'essais à la plaque statique de 750 cm² sur chaque couche dans un délai inférieur à 72 h après la mise en œuvre. Dans ce délai, le résultat doit satisfaire au tableau E. 3.3.3.1.

Le nombre d'essais à effectuer est de 1 par 1000 m² avec un minimum de 3 par zone de travail d'un seul tenant.

E. 3.4.3.2. TRAITEMENT A LA CHAUX EN CENTRALE

Le dosage se base sur l'étude de formulation et sur la teneur en eau du sol à traiter.
Le sol traité peut être stocké sans modification de ses caractéristiques en assurant une protection contre les eaux pluviales.
Le sol traité est épandu et réglé sur une épaisseur déterminée dans les documents du marché. A défaut, l'épaisseur maximale est de 30 cm.
Pour les étapes du compactage au contrôle, on se réfèrera aux E. 3.4.3.1.1.3.4. à E. 3.4.3.1.2.

E. 3.4.3.3. TRAITEMENT AU MOYEN DE CIMENT

L'objectif du traitement au ciment est une amélioration et/ou une stabilisation des sols peu ou pas argileux afin d'augmenter la portance du matériau et de maintenir celle-ci dans le temps.

E. 3.4.3.3.1. CLAUSES TECHNIQUES

E. 3.4.3.3.1.1. Matériaux

L'additif utilisé est du ciment conforme au C. 8.

E. 3.4.3.3.1.2. Etudes de formulation

Lorsqu'une étude de sol est fournie dans les documents du marché, l'entrepreneur réalise une étude de formulation, en laboratoire, permettant de déterminer le dosage en ciment à appliquer en fonction de la teneur en eau du sol au moment du traitement. Elle est basée sur les principes décrits dans le guide pratique du Centre de Recherches routières (complément n° 3 au Code de bonne Pratique R81/10). Le choix du laboratoire est soumis à l'approbation préalable du pouvoir adjudicateur.

L'étude de formulation comprend au minimum les tests suivants.

Pour différents dosages en ciment:
- courbe Proctor (densité sèche en fonction de la teneur en eau OPN: Proctor Normal)
- IPI et $CBR_{4j\ immersion}$ (pour les teneurs en eau susceptibles d'être rencontrées lors de l'exécution).

Sur base des résultats d'essais, le dosage nécessaire pour garantir un critère en IPI est déterminé en fonction de la teneur en eau du jour mesurée sur site.

Le sol traité répond aux prescriptions suivantes.

Caractéristique	Prescription
Indice portant Immédiat (IPI)	≥ 15 %*

Caractéristique	Prescription
Portance à terme: CBR4j immersion / IPI	≥ 1**

(*) Le critère IPI dépend du type de sol et varie entre 10 % et 30 % avant traitement.
(**) Si l'IPI (sol traité) est > 40 %, alors le critère "$CBR_{4J\ immersion}$/IPI" ne doit pas être vérifié.

Cette étude est à charge de l'entrepreneur.

E. 3.4.3.3.1.3. Exécution

E. 3.4.3.3.1.3.1. Préparation du sol à traiter

Le remblai est exécuté par couches successives dont l'épaisseur est adaptée aux moyens d'exécution.

Le sol est scarifié avant l'épandage afin d'assurer une décohésion suffisante du sol à traiter.

E. 3.4.3.3.1.3.2. Epandage du ciment

L'opération est menée de façon à réduire au maximum la production de poussière.
L'additif est épandu mécaniquement de manière uniforme par bandes longitudinales successives. Chaque bande recouvre la précédente sur une largeur de 10 cm. La quantité de ciment épandue ne s'écarte pas de plus de 10% du dosage prescrit. La régularité du dosage est obtenue indépendamment de la vitesse des engins épandeurs.

Le chargement des engins épandeurs se fait automatiquement à partir de camions citernes ou de silos étanches.

E. 3.4.3.3.1.3.3. Malaxage

Le sol et le ciment sont malaxés immédiatement sur une épaisseur déterminée dans les documents du marché. A défaut, cette épaisseur est fixée à 30 cm.

Le malaxage est poursuivi par des passages successifs du malaxeur jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène (couleur et structure uniformes sur toute l'épaisseur).

En cas de pluie soudaine intervenant en cours d'exécution, l'épandage est immédiatement arrêté. Néanmoins, le malaxage du ciment déjà épandu est achevé au plus vite et suivi du compactage final. A la reprise des travaux, le dosage en ciment nécessaire est évalué suite à la nouvelle teneur en eau du sol.

E. 3.4.3.3.1.3.4. Compactage

Le délai maximum entre le début du malaxage et le compactage est de 2 heures.
E. 3.4.3.3.1.3.5. Conditions météorologiques

En cas de vent fort, de pluie persistante ou lorsque la température au sol est inférieure à 4°C, le traitement est interrompu.

En cas de gel, les couches éventuellement décompactées lors du dégel sont raclées jusqu'au sol dur et sont enlevées. Ces matériaux peuvent être utilisés dans des zones non portantes.

E. 3.4.3.3.1.3.6. Protection des couches traitées

Si pour des raisons d'organisation de chantier ou de conditions météorologiques, il n'est pas possible de poursuivre immédiatement les travaux des couches complémentaires de la structure routière, la surface du sol traité doit être protégée contre les effets d'humidification et d'assèchement.

La protection consiste en l'application, au plus tard en fin de journée, d'une émulsion de bitume C60B1 à raison de 0,7 l/m², suivie éventuellement d'un sablage (sable C. 3.4.2.) à raison de 3 kg/m².

E. 3.4.3.3.1.3.7. Prescriptions complémentaires pour travaux en site sensible

Le traitement limitant l'émission de poussières est préconisé en site sensible, c'est-à-dire à toute partie de chantier située au voisinage d'habitations ou de bâtiments publics, de cultures maraîchères ou fruitières, de lieu d'élevage d'animaux, de parkings ou de voies de circulation telles que routes, autoroutes et voies ferrées, etc. pour lesquelles des émissions de poussières de ciment peuvent présenter une gêne ou un risque particulier.

Les documents du marché précisent les limites de ces sites.

En complément des prescriptions précédentes, les documents du marché précisent si des moyens de prévention particuliers, comme l'exécution avec une machine à épandage-malaxage intégré, sont à mettre en œuvre.
A défaut, les prescriptions suivantes sont d'application:
- le stockage et le transvasement du ciment sont effectués dans un dispositif spécifique permettant de réduire toute émission de poussières durant le transvasement
- l'épandage et le malaxage sont interrompus dès que le vent transporte du ciment en dehors du chantier
- l'épandeur est pourvu d'un dispositif rabattant les poussières émises au moment de la chute du ciment
- le malaxeur est constitué d'un pulvérisateur à arbre horizontal et d'une chambre de malaxage
- les gaz d'échappement sont déviés vers le haut.

E. 3.4.3.3.2. VERIFICATIONS

E. 3.4.3.3.2.1. Réception technique préalable

La conformité du ciment est vérifiée lors de la fourniture.
En cas de stockage prolongé sur chantier, les caractéristiques du ciment sont contrôlées.

E. 3.4.3.3.2.2. Contrôles en cours d'exécution

Les contrôles portent sur
- l'épaisseur de la couche traitée
- le dosage
- le délai entre le malaxage et le compactage
- le respect des prescriptions relatives aux conditions météorologiques, à l'épandage, au malaxage, aux mesures de sécurité et à la protection de la couche traitée.

E. 3.4.3.3.2.3. Contrôles après exécution

Les contrôles après exécution consistent en la réalisation d'essais à la plaque statique de 750 cm² sur chaque couche dans un délai inférieur à 72 h après la mise en œuvre. Dans ce délai, le résultat doit satisfaire au tableau E. 3.3.3.1.

Le nombre d'essais à effectuer est de 1 par 1000 m² avec un minimum de 3 par zone de travail d'un seul tenant.

E. 3.4.3.4. TRAITEMENT AU MOYEN DE CHAUX ET DE CIMENT

L'objectif du traitement d'un sol à la chaux vive suivi d'un traitement au ciment consiste en:
- une amélioration du sol trop humide dans le but de réduire sa teneur en eau et provoquer ainsi une granulation, favorable à la mise en œuvre du traitement au ciment
- une amélioration et/ou une stabilisation du sol afin d'en augmenter sa portance et de maintenir celle-ci dans le temps.

Les prescriptions du E. 3.4.3.1. (traitement au moyen de chaux) et du E. 3.4.3.3. (traitement au moyen de ciment) sont d'application.

Pour l'exécution et le contrôle de la première phase (traitement au moyen de chaux), le E. 3.4.3.1.1.3.6. (protection des couches traitées) n'est pas d'application ainsi que le E. 3.4.3.1.2.3. (contrôles après exécution) car le contrôle de portance n'est réalisé qu'après traitement complet.

Pour la deuxième phase (traitement au moyen de ciment), on considère que le prétraitement au moyen de chaux est une amélioration du sol et le traitement au moyen de ciment s'opère sur le sol amélioré. Il n'est pas nécessaire de procéder à une scarification du sol amélioré pour autant que le délai entre le prétraitement et le traitement au moyen de ciment soit inférieur à 24 h.

Pour l'étude de formulation en laboratoire, le E. 3.4.3.3.1.2. (étude de formulation au moyen de ciment) est d'application. Le mélange a lieu avec les deux liants simultanément, le ciment étant malaxé au mélange sol-chaux, 2 heures après le malaxage de la chaux.

Les contrôles après exécution repris au E. 3.4.3.1.2.3. sont d'application en fin de traitement complet.

E. 3.4.3.5. TRAITEMENT AU MOYEN DE LIANT HYDRAULIQUE ROUTIER (LHR)

Dans le cas de sols argileux ou limoneux trop humides, l'objectif du traitement au LHR est de les améliorer en réduisant leur teneur en eau et en provoquant une granulation favorable à la mise en œuvre de couches et à leur compactage.
Dans le cas de sols peu ou pas argileux, l'objectif du traitement au LHR est également de les améliorer et/ou de les stabiliser afin d'augmenter la portance du matériau et de maintenir celle-ci dans le temps.
Un prétraitement à la chaux (traitement mixte) peut être effectué avant le traitement au LHR. L'étude de formulation en tiendra compte.

E. 3.4.3.5.1. CLAUSES TECHNIQUES

E. 3.4.3.5.1.1. Matériaux

L'additif utilisé est du liant hydraulique routier conforme au C. 10.1.

E. 3.4.3.5.1.2. Etudes de formulation

Lorsqu'une étude de sol est fournie dans les documents du marché, l'entrepreneur réalise une étude de formulation, en laboratoire, permettant de déterminer le dosage en LHR à appliquer en fonction de la teneur en eau du sol au moment du traitement. Elle est basée sur les principes décrits dans le guide pratique du Centre de Recherches routières (dans les compléments au Code de bonne Pratique R81/10). Le choix du laboratoire est soumis à l'approbation préalable du pouvoir adjudicateur.

L'étude de formulation comprend au minimum les tests suivants.

Pour différents dosages en LHR:
- courbe Proctor (densité sèche en fonction de la teneur en eau OPN: Proctor Normal)
- IPI et $CBR_{4j\ immersion}$ (pour les teneurs en eau susceptibles d'être rencontrées lors de l'exécution).

Sur base des résultats d'essais, le dosage nécessaire pour garantir un critère en IPI est déterminé en fonction de la teneur en eau du jour mesurée sur site.

Le sol traité répond aux prescriptions suivantes.

Caractéristique	Prescription
Indice portant Immédiat (IPI)	> 15 %*
Portance à terme: CBR4j immersion / IPI	≥ 1**

(*) Le critère IPI dépend du type de sol et varie entre 10 % et 30 % avant traitement.
(**) Si l'IPI (sol traité) est > 40 %, alors le critère "$CBR_{4J\ immersion}$/IPI" ne doit pas être vérifié.

Cette étude est à charge de l'entrepreneur.

E. 3.4.3.5.1.3. Exécution

E. 3.4.3.5.1.3.1. Préparation du sol à traiter

Le remblai est exécuté par couches successives dont l'épaisseur est adaptée aux moyens d'exécution.

Le sol est scarifié avant l'épandage afin d'assurer une décohésion suffisante du sol à traiter.

E. 3.4.3.5.1.3.2. Epandage du liant hydraulique routier

L'opération est menée de façon à réduire au maximum la production de poussières.
L'additif est épandu mécaniquement de manière uniforme par bandes longitudinales successives. Chaque bande recouvre la précédente sur une largeur de 10 cm. La quantité de LHR épandue ne s'écarte pas de plus de 20 % du dosage prescrit. La régularité du dosage est obtenue indépendamment de la vitesse des engins épandeurs.

En cas de pluie soudaine intervenant en cours d'exécution, l'épandage est immédiatement arrêté. Un premier malaxage et un lissage des surfaces déjà traitées sont effectués. A la reprise des travaux, le malaxage est achevé, avec épandage complémentaire éventuel rendu nécessaire par la nouvelle teneur en eau.

Le chargement des engins épandeurs se fait automatiquement à partir de camions citernes ou de silos étanches.

E. 3.4.3.5.1.3.3. Malaxage

Le sol et le liant hydraulique routier sont malaxés immédiatement sur une épaisseur déterminée dans les documents du marché. A défaut, cette épaisseur est fixée à 30 cm.

Le malaxage est poursuivi par des passages successifs du malaxeur jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène (couleur et structure uniformes sur toute l'épaisseur).

E. 3.4.3.5.1.3.4. Compactage

Par temps sec, un délai entre le malaxage et le compactage est bénéfique pour profiter d'un temps d'aération. Le délai est de maximum 4 heures.

E. 3.4.3.5.1.3.5. Conditions météorologiques

En cas de vent fort, de pluie persistante ou lorsque la température au sol est inférieure à 4 °C, le traitement est interrompu.
En cas de gel, les couches éventuellement décompactées lors du dégel sont raclées jusqu'au sol dur et sont enlevées. Ces matériaux peuvent être utilisés dans des zones non portantes.

E. 3.4.3.5.1.3.6. Protection des couches traitées

Si pour des raisons d'organisation de chantier ou de conditions météorologiques, il n'est pas possible de poursuivre immédiatement les travaux des couches complémentaires de la structure routière, la surface du sol traité doit être protégée contre les effets d'humidification et d'assèchement.

La protection consiste en l'application, au plus tard en fin de journée, d'une émulsion de bitume C60B1 à raison de 0,7 l/m², suivie éventuellement d'un sablage (sable C. 3.4.2.) à raison de 3 kg/m².

E. 3.4.3.5.1.3.7. Prescriptions complémentaires pour travaux en site sensible

Le traitement limitant l'émission de poussières est préconisé en site sensible c'est-à-dire à toute partie de chantier située au voisinage d'habitations ou de bâtiments publics, de cultures maraîchères ou fruitières, de lieu d'élevage d'animaux, de parkings ou de voies de circulation telles que routes,

autoroutes et voies ferrées, etc. pour lesquelles des émissions de poussières du liant hydraulique routier peuvent présenter une gêne ou un risque particuliers.

Les documents du marché précisent les limites de ces sites.

Les prescriptions suivantes sont d'application:
- le stockage et le transvasement du LHR sont effectués dans un dispositif spécifique permettant de réduire toute émission de poussières durant le transvasement
- l'épandage et le malaxage sont interrompus dès que le vent transporte le LHR en dehors du chantier. Néanmoins, l'exécution avec une machine à épandage-malaxage intégré peut être réalisée
- l'épandeur est pourvu d'un dispositif rabattant les poussières émises au moment de la chute du LHR
- le malaxeur est constitué d'un pulvérisateur à arbre horizontal et d'une chambre de malaxage
- les gaz d'échappement sont déviés vers le haut.

E. 3.4.3.5.2. VERIFICATIONS

E. 3.4.3.5.2.1. Réception technique préalable

La conformité du liant hydraulique routier est vérifiée lors de la fourniture.
En cas de stockage prolongé sur chantier, les caractéristiques du LHR sont contrôlées.

E. 3.4.3.5.2.2. Contrôles en cours d'exécution

Les contrôles portent sur
- l'épaisseur de la couche traitée
- le dosage
- le délai entre le malaxage et le compactage
- le respect des prescriptions relatives aux conditions météorologiques, à l'épandage, au malaxage, aux mesures de sécurité et à la protection de la couche traitée.

E. 3.4.3.5.2.3. Contrôles après exécution

Les contrôles après exécution consistent en la réalisation d'essais à la plaque statique de 750 cm² sur chaque couche dans un délai inférieur à 72 après la mise en œuvre. Dans ce délai, le résultat doit satisfaire au tableau E. 3.3.3.1.

Le nombre d'essais à effectuer est de 1 par 1000 m² avec un minimum de 3 par zone de travail d'un seul tenant.

E. 3.4.3.6. TRAITEMENT AU LIANT HYDRAULIQUE ROUTIER EN CENTRALE

Le dosage se base sur l'étude de formulation et sur la teneur en eau du sol à traiter.
Le sol traité ne peut être stocké.
Le sol traité est épandu et réglé sur une épaisseur déterminée dans les documents du marché. A défaut, l'épaisseur maximale est de 30 cm.
Pour les étapes du compactage aux vérifications, on se réfèrera aux E. 3.4.3.5.1.3.4. à E. 3.4.3.5.2.

E. 3.4.3.7. TRAITEMENT AU MOYEN DE FINES DE SCORIES

L'objectif du traitement aux fines de scories est une amélioration des sols fins trop humides (limoneux ou argileux) dans le but de favoriser la mise en œuvre des couches et de permettre un compactage correct afin d'améliorer la portance. Ce traitement n'est pas applicable aux sols sableux (insensibles à l'eau).

Les effets du traitement aux fines de scories sont:
- une correction granulométrique du mélange
- une réduction de la teneur en eau du mélange
- une floculation des particules argileuses, augmentant la perméabilité et réduisant la cohésion.

E. 3.4.3.7.1. CLAUSES TECHNIQUES

E. 3.4.3.7.1.1. Matériaux

Les fines de scories sont conformes au C. 10.2.
Le transport des fines de scories s'effectue par camion benne bâché.
Un stockage temporaire sous abri est autorisé (max 3 mois).

E. 3.4.3.7.1.2. Etudes de sol et de formulation

Lorsqu'une étude de sol est fournie dans les documents du marché, l'entrepreneur réalise une étude de formulation, en laboratoire, permettant de déterminer le dosage en fines de scories à appliquer en fonction de la teneur en eau du sol au moment du traitement. Elle est basée sur les principes décrits dans le guide pratique du Centre de Recherches routières (dans les compléments au Code de bonne Pratique R81/10). Le choix du laboratoire est soumis à l'approbation préalable du pouvoir adjudicateur.

L'étude de formulation comprend au minimum les tests suivants:

Pour différents dosages en fines de scories:
- courbe Proctor (densité sèche en fonction de la teneur en eau OPN: Proctor Normal)
- IPI et $CBR_{4j\ immersion}$ (pour les teneurs en eau susceptibles d'être rencontrées lors de l'exécution).

Sur base des résultats d'essais, le dosage nécessaire pour garantir un critère en IPI est déterminé en fonction de la teneur en eau du jour mesurée sur site.

Le sol traité répond aux prescriptions suivantes.

Caractéristique	Prescription
Indice portant Immédiat (IPI)	> 15 %*
Portance à terme: CBR4j immersion / IPI	≥ 1**

(*) Le critère IPI dépend du type de sol et varie entre 10 % et 30 % avant traitement.
(**) Si l'IPI (sol traité) est > 40 %, alors le critère "$CBR_{4J\ immersion}$/IPI" ne doit pas être vérifié.

Cette étude est à charge de l'entrepreneur.

E. 3.4.3.7.1.3. Exécution

E. 3.4.3.7.1.3.1. Préparation du sol à traiter

Le remblai est exécuté par couches successives dont l'épaisseur est adaptée aux moyens d'exécution.

E. 3.4.3.7.1.3.2. Conditions d'utilisation

Pour le traitement in situ, les camions peuvent déverser les fines de scories en bordure de zone à traiter, l'épandage doit s'effectuer au moyen d'une niveleuse. L'épaisseur de la couche est réglée en fonction du dosage déterminé sur base de l'étude de formulation et de la teneur en eau du sol à traiter.

E. 3.4.3.7.1.3.3. Malaxage

Le malaxage s'exécute de façon à obtenir un mélange homogène dans toute la couche traitée qui présente une couleur uniforme. L'épaisseur de la couche traitée est déterminée dans les documents du marché. A défaut, cette épaisseur est fixée à 30 cm.

E. 3.4.3.7.1.3.4. Compactage

Le compactage doit s'effectuer en fonction des conditions météorologiques et au plus tard en fin de chaque journée.

E. 3.4.3.7.1.3.5. Conditions météorologiques

En cas de vent fort, de pluie persistante ou lorsque la température au sol est inférieure à 4 °C, le traitement est interrompu.

En cas de gel, les couches éventuellement décompactées lors du dégel sont raclées jusqu'au sol dur et sont enlevées. Ces matériaux peuvent être utilisés dans des zones non portantes.

E. 3.4.3.7.1.3.6. Prescriptions complémentaires pour travaux en site sensible

L'application des fines de scories n'entraîne pas d'émission de poussières.

E. 3.4.3.7.1.3.7. Remblais excédentaires suite à un traitement aux fines de scories

L'évacuation d'éventuelles terres traitées excédentaires résultant de l'ajout de liant ainsi que les travaux nécessaires à cette évacuation sont compris dans le poste relatif au traitement de remblais.

E. 3.4.3.7.2. VERIFICATIONS

E. 3.4.3.7.2.1. Contrôles en cours d'exécution

Les contrôles portent sur
- l'épaisseur de la couche traitée
- le dosage
- le délai entre le malaxage et le compactage
- le respect des prescriptions relatives aux conditions météorologiques, à l'épandage et au malaxage.

E. 3.4.3.7.2.2. Contrôles après exécution

Les contrôles après exécution consistent en la réalisation d'essais à la plaque statique de 750 cm² sur chaque couche dans un délai inférieur à 72 après la mise en œuvre. Dans ce délai, le résultat doit satisfaire au tableau E.3.3.3.1.

Le nombre d'essais à effectuer est de 1 par 1.000 m² avec un minimum de 3 par zone de travail d'un seul tenant.

E. 3.4.3.8. TRAITEMENT AUX FINES DE SCORIES EN CENTRALE

Le dosage se base sur l'étude de formulation et sur la teneur en eau du sol à traiter.
Le sol traité peut être stocké sans modification de ses caractéristiques en assurant une protection contre les eaux pluviales.
Le sol traité est épandu et réglé sur une épaisseur déterminée dans les documents du marché. A défaut, l'épaisseur maximale est de 30 cm.
Pour les étapes du compactage au contrôle, on se réfère aux E. 3.4.3.7.1.3.4. à E. 3.4.3.7.2.

E. 3.4.4. PAIEMENT

1. Pour les chantiers de traitement de moins de 5.000 m³ où l'on ne dispose pas d'une étude de sol, le traitement est payé sur base du volume de terres traitées.
Le liant est payé de la manière suivante:
- la chaux est payée à la tonne. Le calcul se fait sur base de 2 % de chaux par tonne de terre traitée. L'étude simplifiée permet de justifier l'écart éventuel entre ce qui est mis en œuvre sur chantier et les 2 %

- le ciment est payé à la tonne. Le calcul se fait sur base de 5 % de ciment par tonne de terre traitée. L'étude simplifiée permet de justifier l'écart éventuel entre ce qui est mis en œuvre sur chantier et les 5 %.

Le traitement du remblai (installation du matériel, traitement, enlèvement du matériel et supplément pour le traitement de chaux et de ciment) se fait dans les postes correspondants détaillés dans le CPN.

La protection est incluse dans le prix du traitement.

2. Pour les chantiers de traitement de plus de 5.000 m³ (ou de moins de 5.000 m³ dont une étude du sol a été faite au niveau du stade du projet), le traitement est payé sur base du volume de terres traitées pour une teneur en eau de référence.
Ce poste comprend la fourniture du liant et le travail nécessaire pour le traitement des terres supposées à la teneur en eau de référence.
La teneur en eau de référence des terres à traiter est définie dans les documents du marché.
Un supplément, payé par m³ de terres traitées, est porté en compte par pourcent de teneur en eau naturelle supérieure à la teneur en eau de référence.
La teneur en eau naturelle des terres est mesurée quotidiennement sur chantier.
Ce supplément comporte entre autres la surconsommation de liant due à l'augmentation de la teneur en eau.
La protection est incluse dans le prix du traitement.

E. 3.5. REMBLAIS EN BLOCS LEGERS

E. 3.5.1. CLAUSES TECHNIQUES

E. 3.5.1.1. MATERIAUX

Les blocs légers à base de polystyrène expansé répondent aux prescriptions du C. 6.1.
Les sols pour remblais répondent aux prescriptions du C. 2.2.
Le géotextile répond aux prescriptions du C. 25.

E. 3.5.1.2. NOTE DE CALCUL ET PLANS

Les documents nécessaires à l'exécution des travaux sont transmis pour approbation au pouvoir adjudicateur 15 jours au moins avant le début des travaux.

Ces documents comprennent:
- la note de calcul de la dalle de couverture
- la note de calcul de stabilité de l'ouvrage
- le plan de calepinage (disposition en plan et en hauteur de blocs), qui fait notamment apparaître l'emplacement de chaque bloc
- le plan d'exécution détaillé de l'ouvrage, en ce compris le dispositif de protection latérale du bloc
- un certificat établi par un organisme de contrôle indépendant agréé par le pouvoir adjudicateur attestant que les blocs répondent aux prescriptions du C. 6.1.

E. 3.5.1.3. EXECUTION

Dans le cas de sols compressibles, une couche de 15 cm de sable concassé 0/4 est placée sur le fond de la fouille sans compactage. Le nivelage est effectué à la main ou au moyen d'un petit engin en fonction de la compressibilité du sol.

Dans tous les cas, l'exécution des remblais en blocs légers est précédée de la mise en œuvre sur le fond de fouille d'une couche drainante de 15 cm d'épaisseur minimum constituée de pierrailles concassées 32/56.

La mise en œuvre de ce matériau est, le cas échéant, précédée de la pose d'un géotextile sur le fond de fouille (ou sur la couche de sable 0/4), afin d'éviter toute remontée de fines pouvant contaminer le drain.

Les documents du marché précisent s'il y a lieu de mettre en œuvre une ou plusieurs de ces techniques.

Le corps du remblai est constitué de blocs légers conformes aux prescriptions du C. 6.1.

La mise en œuvre des blocs est effectuée conformément aux profils en travers types du projet. Les blocs sont assemblés de façon jointive, les vides entre les blocs d'un même lit ne devant pas dépasser 5 cm. Ils sont superposés par lits de direction alternée.

Le sens de pose prévu par le fabricant est scrupuleusement respecté. Les documents du marché peuvent prévoir une disposition non jointive des blocs ou une forme particulière de la périphérie de ceux-ci, de façon à augmenter la capacité drainante du massif.

Si les caractéristiques géométriques sont hors tolérance, l'entrepreneur procède aux rectifications nécessaires.

Afin d'assurer une bonne répartition des charges lors de la mise en oeuvre des couches supérieures, une dalle de béton armé est exécutée en place sur le massif en blocs légers. Cette dalle fait l'objet de postes de la série J3000.

L'épaisseur et l'armature de cette dalle sont déterminées par la note de calcul, mais les prescriptions minimales suivantes sont à respecter suivant l'importance du trafic:
- réseau I: dalle de 15 cm en béton armé classe C 30/37
- réseau II: dalle de 10 cm en béton armé classe C 30/37
- réseau III: dalle de 10 cm en béton armé classe C 20/25
- armature minimum: treillis 6 x 6 x 250 x 100 - Qualité BE500 S.

E. 3.5.2. SPECIFICATIONS

Après achèvement du remblai, les tolérances par rapport aux profils théoriques sont de 10 cm maximum.

E. 3.5.3. VERIFICATIONS

Les caractéristiques géométriques sont vérifiées pendant et après exécution par mesurage topographique.

E. 3.5.4. PAIEMENT

Les paiements sont effectués sur base des volumes remblayés et mesurés par opérations topographiques contradictoires:
- avant le début des remblais
- à la demande d'une des parties
- après l'achèvement des remblais.

Les éventuelles couche de sable et couche drainante font l'objet de postes séparés.

E. 3.6. REMBLAIS EN GRANULATS D'ARGILE EXPANSEE

E. 3.6.1. CLAUSES TECHNIQUES

E. 3.6.1.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- sols pour remblais: C. 2.2
- granulats en argile expansée: C. 6.3
- géotextile anticontaminant: C. 25.

E. 3.6.1.2. NOTE DE CALCUL ET PLANS

Les documents nécessaires à l'exécution des travaux sont transmis pour approbation au pouvoir adjudicateur au moins 15 jours calendrier avant le début des travaux.
Les documents comprennent:
- la note de calcul de la stabilité de l'ouvrage (basé sur un coefficient de raideur de 20 MN/m³ - coefficient de Westergaard pour le remblai en argile expansé - dans le cas d'un dimensionnement de dalle en béton), y compris les phases d'exécution
- les plans d'exécution détaillés de l'ouvrage.

E. 3.6.1.3. APPLICATIONS

Ce type de remblai est utilisé lorsqu'il faut réduire les tassements et améliorer la stabilité des remblais dans le cas de mauvais sols.

E. 3.6.1.4. EXECUTION

Manipulation et stockage
Les matériaux sont stockés et manipulés de façon à éviter la contamination et le concassage des billes d'argile expansée.

Travaux de préparation
Le sol support du remblai en argile expansée répond aux caractéristiques géométriques reprises au E. 2.2.3. ou au E. 3.3.3.2. suivant le cas.
Un géotextile anticontaminant est placé entre le sol support et le remblai d'argile expansée.
Les fouilles sont maintenues à sec. Si un rabattement doit être maintenu pendant toute la durée des travaux de terrassement, il est fait application du E. 1.1.

Mise en œuvre
Les granulats d'argile expansée sont couverts par des couches supérieures et sont soutenus latéralement.
La couche de granulats est de maximum 1 m après installation du support latéral.
La mise en œuvre choisie par l'entrepreneur ne peut provoquer le concassage des billes d'argile expansée.
Le trafic direct sur l'argile expansée avec des véhicules ou équipements à pneus dont la pression est supérieure à 50 MPa est interdit. Néanmoins, si un tel trafic est temporairement nécessaire, un chemin d'accès est réalisé sur l'argile expansée.
Il y a lieu de poser un géotextile anticontaminant pour empêcher la contamination des granulats d'argile expansée.
Le document de référence QUALIROUTES-E-1 est d'application (document EXCA report).

Compactage
Le compactage de l'argile expansée est réalisé suivant les données reprises au tableau ci-dessous.

Compactage direct sur les couches d'argile expansée
Celui-ci se fait comme indiqué dans le tableau suivant:

	Poids (kg)	Dimensions (cm)	Force d'impact (kN)	Pression au sol de l'engin (kN /m²)	Fréquence (Hz)	Nbre de passes minimum	Epaisseur de la couche (cm)
Plaque vibrante	80 à 140	50 à 80	15 - 30	< 5	75 - 100	6 - 80 kg/ 4 - 140 kg	30 - 40
Engins à chenille				< 50		5 (40 cm) - 10 (100 cm)	40 -100 cm

Degré de compactage du remblai
Le degré de compactage est contrôlé par nivellement ou par contrôle du volume relatif. Le nivellement est exécuté au niveau supérieur de la couche d'argile expansée et le degré de compactage doit être estimé comme la déformation moyenne de minimum 5 points de mesures par 1000 m² de surface.

Le volume mis en place doit être au minimum inférieur à:
10 % au volume fourni pour les granulats ronds
15 % au volume fourni pour les granulats concassés

Mise en œuvre des couches supérieures au-dessus de l'argile expansée
Un géotextile anticontaminant est placé entre la couche supérieure de l'argile expansée et la surface inférieure de la couverture du remblai d'argile expansée.
La mise en œuvre des couches supérieures ne peut altérer les caractéristiques du remblai en argile expansée et est conforme au document de référence QUALIROUTES-E-1.

E. 3.6.2. TOLERANCES GEOMETRIQUES SUR LE REMBLAI

Les tolérances locales sur les caractéristiques géométriques de la forme sont les suivantes:
- pour le fond de coffre: 3 cm
- pour la forme au droit des bermes et terre-pleins: 5 cm
- pour les talus: 10 cm.

E. 3.6.3. SPECIFICATIONS SUR LA COMPACITE OU LA PORTANCE

Le coefficient de compressibilité M_1 d'une couche compactée d'argile expansée est ≥ 11 MPa.

Le module d'élasticité de la couche supérieure du remblai d'argile expansée est ≥ 15 MPa.

E. 3.6.4. VERIFICATIONS

Les vérifications portent sur E. 3.6.2. et sur E. 3.6.3.
Les caractéristiques géométriques sont vérifiées pendant et après exécution par mesurage topographique.
Pour vérifier les valeurs reprises en E. 3.6.3., le contrôle est exécuté conformément à l'une des deux méthodes suivantes, et ce en fonction de l'accessibilité du remblai réalisé:
- soit par un essai statique directement sur le remblai d'argile expansée avec une plaque modifiée de 60 cm de diamètre et au moyen d'un appareillage de chantier permettant d'appliquer une charge maximum de 0,15 MPa
- soit par un essai dynamique sur la couche supérieure du remblai d'argile expansée selon la méthode d'essai dynamique FWD (Falling Weight Deflectometer).

E. 3.6.5. PAIEMENT

Le paiement s'effectue au m³ de remblai mis en place.

E. 3.7. MATERIAUX AUTOCOMPACTANTS REEXCAVABLES (MAR)

Ce matériau est utilisé pour la mise en œuvre d'un remblai répondant aux spécifications du E. 3.3. dans des situations difficiles en assurant des performances optimales: remblais de tranchées étroites, d'accès difficiles ou inaccessibles, sans blindage; présence de parois irrégulières; présence de nombreuses installations telles que câbles, tuyaux etc.

En fonction du degré de difficulté d'excavabilité, il existe 3 classes de MAR:

Classe	MAR-1	MAR-2	MAR-3
Excavabilité	Facile	Moyennement facile	Difficile
Exécution	Manuelle	Manuelle ou légèrement mécanisée	Mécanisée

E. 3.7.1. CLAUSES TECHNIQUES

Il existe deux types de produits à choisir suivant la perméabilité du milieu environnant:
- essorable (drainage naturel du milieu)
- non essorable (terrain imperméable – non drainant).

E. 3.7.1.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- eau: C. 1.
- sol: C. 2.
- sable: C. 3.4.3.
- gravillons: C. 4.4.3.
- grave: C. 5.
- granulats d'argile expansée: C. 6.3.
- cendres volantes: C. 7.
- ciment: C. 8.
- chaux: C. 9.
- L.H.R.: C. 10.1.
- filler: C. 11.
- adjuvant: C. 17.
- bentonite: C. 65.

E. 3.7.1.2. FORMULATION

Une note justificative préalable à l'utilisation du MAR est transmise pour approbation au pouvoir adjudicateur 15 jours au moins avant le début des travaux.

La note justificative comprend au moins les informations suivantes:
- la courbe granulométrique du mélange
- les caractéristiques et le dosage des constituants:
  - sable(s), gravillons ou grave, sol
  - ciment, chaux ou LHR
  - eau
  - adjuvants éventuels
  - éventuellement cendres volantes ou filler ou bentonite (utilisée comme adjuvant; cette dernière ne peut plus revenir à l'état liquide lors de la prise du MAR)
- les performances du mélange: essorable ou non essorable
- l'ouvrabilité du matériau mesuré au cône d'Abrams
- le délai maximum d'ouvrabilité du MAR (après introduction des additifs éventuels)
- le délai à partir duquel une empreinte de chaussure n'est presque plus visible (délai de restitution de la circulation piétonne)
- la résistance R'c à 28 jours.

E. 3.7.1.3. EXECUTION

Le mélange doit être homogène. Le transport éventuel se fait par camion malaxeur. Certains additifs peuvent être introduits sur site avant mise en œuvre.

Il faut veiller à assurer un blocage des canalisations afin d'empêcher celles-ci de subir des déplacements verticaux.

Lors du versage direct du MAR, des mesures sont prises pour éviter toute ségrégation du produit.

La mise en œuvre est interdite lorsque la température de l'air mesurée sous abri, à 1,5 m au-dessus du sol, est ≤ à 5 °C à 8 h du matin.

E. 3.7.2. SPECIFICATIONS

Le matériau utilisé reste excavable, suivant sa classe, après sa mise en œuvre, tant à court terme qu'à long terme.
Il répond aux caractéristiques suivantes selon le type choisi:

Classe	MAR-1	MAR-2	MAR-3
R'c28j	< 0,7 MPa	De 0,7 à 2,0 MPa	> 2 MPa

Le contrôle est effectué sur cube de 15 cm de côté. Ceux-ci sont réalisés sur chantier pendant la mise en œuvre. Ils sont conservés sur chantier pendant un minimum de 72 h.

E. 3.7.3. VERIFICATIONS

Les caractéristiques géométriques sont vérifiées pendant et après exécution par mesurage topographique des niveaux de remblayage atteints. Au final, ils doivent correspondre au E. 3.3.3.2.
La compacité sur chantier peut être mesurée directement sur le remblai.
Ce contrôle de compactage est exécuté au moyen d'un pénétromètre à énergie variable de façon à obtenir les performances du E. 3.3.3.

La classe de résistance à 28 jours est vérifiée et doit correspondre au E. 3.7.2. en fonction du type du MAR.

E. 3.7.4. PAIEMENTS

Le MAR est payé au m³ de remblai mis en oeuvre.

Si la portance n'est pas atteinte, le travail est refusé et recommencé à charge de l'entrepreneur.

E. 4. TERRASSEMENTS PARTICULIERS

E. 4.1. DEBLAIS POUR REALISATION DE FOSSES

E. 4.1.1. DESCRIPTION

Opération d'excavation de matériaux destinée à réaliser de nouveaux fossés.
Les documents du marché fixent les pentes et les sections transversales des fossés.
A défaut, les travaux se font suivant les instructions du pouvoir adjudicateur.

E. 4.1.2. CLAUSES TECHNIQUES

Les tolérances sur les caractéristiques géométriques sont les suivantes:
- sur la pente longitudinale: 5 mm/m, pour autant que cette tolérance ne provoque ni stagnation d'eau, ni affouillement
- sur la section transversale:
  - 10 % pour les fossés réalisés en terrain ne contenant pas d'éléments rocheux
  - 15 % pour les fossés réalisés en terrain contenant des éléments rocheux ou compacts.

E. 4.1.3. VERIFICATIONS

Les vérifications portent sur la pente longitudinale, le niveau et la section transversale des fossés. Elles sont effectuées par mesurages topographiques.

E. 4.1.4. PAIEMENT

Le paiement se fait soit au m³ de déblai soit au m courant de fossé sur base des postes du CPN.

Des suppléments pour les terrassements en sol rocheux ou compact font l'objet de postes séparés.

L'évacuation des matériaux non réutilisés se fait conformément au D. 2. et fait l'objet de postes de la série D9000.

E. 4.2. TERRASSEMENTS POUR OUVRAGES D'ART

E. 4.2.1. DEBLAIS

E. 4.2.1.1. DESCRIPTION

Opération d'excavation de matériaux en vue de réaliser les fouilles pour les fondations et parties enterrées des ouvrages d'art, y compris la mise en dépôt provisoire éventuelle.
Les documents du marché précisent si les déblais sont réalisés en terrain meuble, rocheux ou compact.

E. 4.2.1.2. CLAUSES TECHNIQUES

Les fouilles sont maintenues à sec. Si un rabattement doit être maintenu pendant toute la durée des travaux de terrassement, il est fait application du E. 1.1.

Le niveau du fond de fouille et la portance nécessaire à l'ouvrage sont conformes aux prescriptions des documents du marché.
A défaut de précision, le niveau du fond de fouille est celui sur lequel le béton de propreté est placé.

E. 4.2.1.3. VERIFICATIONS

La vérification des niveaux des fonds de fouilles est effectuée par opérations topographiques.

En cas de surprofondeur du fait de l'entrepreneur par rapport au niveau à réaliser, le remblai est effectué avec des matériaux décrits au F. 3. ou au F. 4.

E. 4.2.1.4. PAIEMENT

A défaut de précision aux documents du marché, le volume comptabilisé pour le paiement de la quantité de déblai se calcule de la façon suivante:
- les parois des fouilles sont supposées verticales

- la surface au sol à prendre en compte est la surface obtenue par la trace de l'ouvrage proprement dit (et non du béton de propreté) augmentée de 1m sur chaque bord.

Le prix du poste tient compte de l'excédent du déblai dû au choix de l'entrepreneur de la pente du talus du déblai pour autant qu'il n'y ait pas de soutènement à réaliser. Si un soutènement est à réaliser, un poste séparé est prévu au métré. Néanmoins, l'inclinaison de l'excavation ne peut être contraire aux règles de sécurité. Des suppléments pour les terrassements en sol rocheux ou compact font l'objet des postes spécifiques.

L'évacuation des matériaux non réutilisés se fait conformément au D. 2. et fait l'objet de postes de la série D9000.

E. 4.2.2. REMBLAIS

E. 4.2.2.1. DESCRIPTION

Opération d'apport, d'épandage et de compactage de matériaux contre les fondations et parties enterrées des ouvrages d'art.

E. 4.2.2.2. CLAUSES TECHNIQUES

E. 4.2.2.2.1. MATERIAUX

Les matériaux réutilisés provenant des déblais sont conformes au C. 2.2.
Les matériaux à fournir sont conformes au C. 3. sauf prescriptions contraires des documents du marché.

E. 4.2.2.2.2. EXECUTION

L'épandage se fait par couches successives de maximum 30 cm d'épaisseur
Les spécifications du E. 3.3. sont d'application.
Les documents du marché prescrivent la forme et les dimensions du ou des massifs de remblai particuliers et les impositions d'exécution.

E. 4.2.2.3. SPECIFICATIONS

Elles sont conformes aux valeurs prescrites au tableau E. 3.3.3.1.

E. 4.2.2.4. VERIFICATIONS

La portance est vérifiée par essais à la plaque ou au moyen du pénétromètre dynamique.
Pour chaque massif de remblai, il est procédé à au moins un essai.

E. 4.2.2.5. PAIEMENT

Sauf dispositions contraires dans les documents du marché, le volume comptabilisé pour le paiement de la quantité de remblai se calcule de la façon suivante:
le volume de remblais est équivalent au volume de déblais suivant le E. 4.2.1. dont on déduit le volume de l'ouvrage sous le niveau du terrain naturel.

E. 4.3. TERRASSEMENTS PAR ASPIRATION

E. 4.3.1. DEBLAIS

E. 4.3.1.1. DESCRIPTION

Opération d'excavation de matériaux meubles par aspiration en vue de réaliser une fouille pour les fondations d'éléments localisés, y compris la mise en dépôt provisoire éventuelle.

E. 4.3.1.2. CLAUSES TECHNIQUES

Les niveaux des fonds de fouilles sont conformes aux prescriptions des documents du marché.

E. 4.3.1.3. VERIFICATIONS

La vérification des niveaux des fonds de fouilles est effectuée par opérations topographiques.

En cas de surprofondeur du fait de l'entrepreneur par rapport au niveau à réaliser, le remblai est effectué avec des matériaux décrits au F. 3. ou au F. 4.

E. 4.3.1.4. PAIEMENT

Le paiement s'effectue sur base du volume de la fouille sans déduction du volume des câbles et canalisations éventuels (postes de la série E4810).
L'évacuation des matériaux non réutilisés se fait conformément au D. 2. et fait l'objet de postes de la série D9000.

E. 4.3.2. REMBLAIS

E. 4.3.2.1. DESCRIPTION

Opération d'apport, d'épandage et de compactage de matériaux contre les fondations et parties enterrées des éléments localisés.

E. 4.3.2.2. CLAUSES TECHNIQUES

E. 4.3.2.2.1. MATERIAUX

Les matériaux réutilisés provenant des déblais sont conformes au C. 2.2.
Les matériaux à fournir sont conformes au C. 3. sauf prescriptions contraires des documents du marché.

E. 4.3.2.2.2. EXECUTION

L'épandage se fait par couches successives de maximum 30 cm d'épaisseur.
Les spécifications du E. 3.3. sont d'application.
Les documents du marché prescrivent la forme et les dimensions du ou des massifs de remblai particulier et les impositions d'exécution.

E. 4.3.2.3. SPECIFICATIONS

Elles sont conformes aux valeurs prescrites au tableau E. 3.3.3.1.

E. 4.3.2.4. VERIFICATIONS

La portance est vérifiée par essais à la plaque ou au moyen du pénétromètre dynamique.
Pour chaque massif de remblai, il est procédé à au moins un essai.

E. 4.3.2.5. PAIEMENT

Le paiement s'effectue sur base de la série des postes E4820.

Le volume de remblais est équivalent au volume de déblais suivant le E. 4.3.1 dont on déduit le volume de l'élément localisé.

E. 5. TERRASSEMENTS POUR CANALISATIONS, RACCORDEMENTS, REGARDS DE VISITE OU D'APPAREILS, DRAINS ET GAINES

Les terrassements sont conformes à la NBN EN 1610.

E. 5.1. DEBLAIS

E. 5.1.1. DESCRIPTION

Réalisation des tranchées pour les canalisations, raccordements, et leur fondation éventuelle ainsi que les fouilles pour chambres de visite ou d'appareils.

Sont également inclus dans les travaux de déblais:
- la mise en dépôt provisoire des matériaux acceptables pour les remblais
- l'appropriation du fond de la tranchée
- l'exécution de niches au droit des collets (ou des joints, en distribution d'eau)
- le blindage des tranchées, à l'exception des blindages particuliers (définis au E. 5.3.3.).

E. 5.1.2. CLAUSES TECHNIQUES

E. 5.1.2.1. EXECUTION

Les tranchées sont exécutées de telle façon qu'une mise en œuvre des canalisations, raccordements, chambres de visite ou d'appareils, drains et gaines soit assurée correctement et sans risque pour le personnel affecté à cette tâche.
Une tranchée n'est ouverte que lorsque les tuyaux et/ou raccordements destinés à y être posés sont approvisionnés.;
En cas de dégradations ou de surprofondeur du fond de tranchée, par ou du fait de l'entrepreneur, celui-ci rétablit à ses frais la portance initiale ou le niveau prévu par toute méthode agréée par le pouvoir adjudicateur.

Le remplacement de sols impropres à constituer le fond de la tranchée est effectué sur ordre du pouvoir adjudicateur, éventuellement sur base d'un essai conformément au E. 3.3.3.1.

Les têtes de roches et éléments de maçonnerie ou de béton rencontrés dans le fond de la tranchée sont désagrégés jusqu'à 10 cm sous le tuyau ou sous le raccordement.

En cas d'exécution, sur proposition de l'entrepreneur, de tranchées d'une largeur supérieure à la largeur maximale prévue, une modification du type de pose et/ou de la résistance du tuyau, à approuver par le pouvoir adjudicateur, est réalisée. Les surcoûts sont à charge de l'entrepreneur.
Pendant l'exécution des travaux, les terrassements en tranchée sont blindés et maintenus à sec. Les méthodes d'élimination des venues d'eau ne peuvent en aucun cas endommager les canalisations ou leur enrobage. Notamment, des précautions sont prises pour empêcher l'entraînement de matériaux fins pendant l'élimination des venues d'eau.

Le maintien à sec des fouilles peut se faire de différentes façons: par rabattement de la nappe phréatique, conformément au E. 1.1. ou pour des débits jusque et y compris 30 m³/h par la réalisation d'une fondation drainante. Cette fondation drainante est un drainage de type 1 avec un tuyau en PVC de DN 125 mm maximum, conforme au I. 1.2.2.1., placée en fond de tranchée, où les eaux sont pompées pendant toute la durée des travaux. Cette fondation drainante fait l'objet de postes séparés au métré.

E. 5.1.2.2. SPECIFICATIONS

Sauf prescriptions contraires dans les documents du marché, les prescriptions du E. 3.3.3.1. pour les couches de remblai sont d'application.

E. 5.1.2.2.1. SPECIFICATIONS RELATIVES AUX TERRASSEMENTS POUR CANALISATIONS, RACCORDEMENTS, CHAMBRES DE VISITE OU D'APPAREILS

La tranchée a une largeur minimale égale à la plus grande des deux valeurs tirées des tableaux E. 5.1.2.2.1.a et E. 5.1.2.2.1.b sauf dans les circonstances suivantes et moyennant l'approbation du pouvoir adjudicateur:

- lorsque le personnel ne sera jamais obligé de descendre dans la tranchée, par exemple avec des techniques de pose automatisées
- lorsque le personnel ne sera jamais obligé de descendre entre la canalisation et la paroi de la tranchée
- dans des zones encombrées et incontournables pour autant que les conditions de sécurité soient respectées.

Dans tous les cas, il est nécessaire de prendre des mesures spéciales lors de la conception et de la mise en œuvre.

Pour les chambres de visite ou d'appareils, un espace libre minimal de 50 cm est laissé à l'extérieur de la chambre jusqu'à la paroi de tranchée ou du blindage; cet espace peut être réduit avec l'accord du pouvoir adjudicateur.

Les documents du marché peuvent prévoir une largeur maximale de tranchée (calculée notamment en fonction de la résistance des tuyaux).

	Largeur minimale de tranchée (OD + X) (m)		
DN	Tranchée blindée	Tranchée non blindée	
		β > 60°	β ≤ 60°
DN ≤ 225	OD + 0,40 + e	OD + 0,40	
225 < DN ≤ 350	OD + 0,50 + e	OD + 0,50	OD + 0,40
350 < DN ≤ 700	OD + 0,70 + e	OD + 0,70	OD + 0,40
700 < DN ≤ 1200	OD + 0,85 + e	OD + 0,85	OD + 0,40
1200 < DN	OD + 1,00 + e	OD + 1,00	OD + 0,40

Dans les valeurs OD + X, l'espace de travail minimal entre le tuyau et la paroi de tranchée ou le blindage est égal à X/2 où:

- OD est le diamètre extérieur de la section courante, en mètres
- β est l'angle de paroi de tranchée non blindée mesuré par rapport à l'horizontale (voir figure E. 5.1.2.2.1)
- e = 0,30 m dans le cadre du calcul du volume des terres à évacuer et des remblais spéciaux.
  e correspond à une épaisseur conventionnelle de blindage égale à 2 x 0,15 m.

Remarques

- Lorsque plusieurs tuyaux sont posés dans la même tranchée, les documents du marché précisent les conditions de pose ainsi que l'espace minimum entre ces tuyaux.
- A défaut, on compte la largeur théorique comme la somme des largeurs théoriques de chaque tuyau pris isolément.

Tableau E. 5.1.2.2.1.a. Largeur minimale de tranchée en fonction du diamètre nominal DN

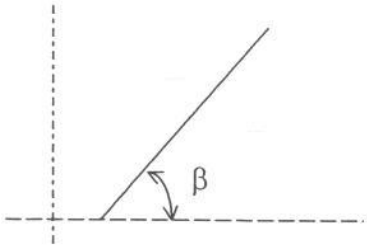

Figure E. 5.1.2.2.1. Angle β d'une paroi de tranchée non blindée

Profondeur de tranchée P (m)	Largeur minimale de tranchée (m)
P < 1,00	pas de largeur minimale prescrite
1,00 ≤ P ≤ 1,75	0,80
1,75 < P ≤ 4,00	0,90
P > 4,00	1,00

Tableau E. 5.1.2.2.1.b. Largeur minimale de tranchée en fonction de la profondeur de tranchée

E. 5.1.2.2.2. SPECIFICATIONS RELATIVES AUX TERRASSEMENTS POUR LA POSE DE DRAIN

E. 5.1.2.2.2.1. Drainage type 1

La tranchée est ouverte de l'aval à l'amont et est de dimension:
- hauteur totale: DN + 30 cm avec un minimum de 40 cm
- largeur à la base: DN + 20 cm avec un minimum de 30 cm.

E. 5.1.2.2.2.2. Drainage type 2

Néant.

E. 5.1.2.2.2.3. Drainage type 3

Les tranchées sont réalisées sur la largeur juste suffisante pour l'installation du géocomposite et précisée dans les documents du marché. Si les moyens de mise en œuvre ne permettent pas la réalisation d'une telle tranchée, une surlargeur d'au moins 10 cm est réalisée pour permettre le compactage des remblais.

E. 5.1.2.2.2.4. Drainage type 4

Les terrassements sont conformes à la figure I. 1.2.2.4.

E. 5.1.2.2.3. SPECIFICATIONS RELATIVES AUX TERRASSEMENTS POUR LA POSE DE GAINES

Les documents du marché fixent la largeur et la profondeur de la tranchée à réaliser. A défaut, celle-ci a une profondeur moyenne de 0,60 m et une largeur minimale de 0,30 m.

E. 5.1.2.2.4. SPECIFICATIONS RELATIVES AUX TERRASSEMENTS POUR CANALISATIONS SOUS PRESSION

Pour les canalisations de diamètre inférieur ou égal à 200 mm, si la profondeur de tranchée ≤ 1,00 m, la tranchée a une largeur de 0,60 m. Dans tous les autres cas, les prescriptions du E. 5.1.2.2.1. sont d'application.

Pour les raccordements particuliers jusqu'au diamètre de 50 mm, les tranchées ont une largeur de 30 cm.

Au cas où l'encombrement du sous-sol ne permet pas de respecter ces prescriptions, la largeur de tranchée peut être réduite, en accord avec le pouvoir adjudicateur.

Les traversées de routes ne sont réalisées qu'au moment de la pose des conduites en ces endroits, sauf dispositions contraires apportées au programme des travaux.

Le fond des tranchées pour la pose des conduites est arasé régulièrement et sans apport de terres afin que les tuyaux reposent sur le sol sur toute leur longueur, sauf aux extrémités desdits tuyaux où il est ménagé des niches permettant d'exécuter facilement l'assemblage et de procéder à la vérification des joints sur tout leur pourtour.

En terrain rocheux, l'entrepreneur creuse la tranchée au moins 0,10 m plus bas que le niveau de la génératrice inférieure de la conduite à poser. En aucun cas, la conduite ne peut être en contact avec le rocher ou avec des aspérités rocheuses. Si d'anciennes maçonneries ou des massifs de béton sont rencontrés lors du creusement des tranchées, l'entrepreneur procède de même.

E. 5.1.2.2.5. SPECIFICATIONS RELATIVES AUX TERRASSEMENTS POUR CHAMBRES DE VISITE OU D'APPAREILS

Pour les chambres de visite ou d'appareils, un espace libre minimal est laissé à l'extérieur de la chambre (hors béton de propreté d'assise) jusqu'à la paroi de tranchée ou du blindage. Cet espace libre minimal est de 0,50 m pour les chambres de visite préfabriquées et de 1 m pour les chambres construites en place.

Au cas où l'encombrement du sous-sol ne permet pas de respecter ces prescriptions, la dimension de cet espace libre peut être réduite, en accord avec le pouvoir adjudicateur.

E. 5.1.3. VERIFICATIONS

L'épaisseur de la terre arable est contrôlée préalablement à la réalisation des terrassements, si elle doit être remise en place.

E. 5.2. REMBLAIS

E. 5.2.1. DESCRIPTION

Comblement de la tranchée après pose et enrobage des tuyaux ou raccordements ou après réalisation des chambres de visite ou d'appareils.

E. 5.2.2. CLAUSES TECHNIQUES

E. 5.2.2.1. MATERIAUX

Les documents du marché précisent la nature des matériaux de remblai. A défaut ils répondent aux prescriptions du C. 2.2. (sols pour remblai).

Les sols insuffisamment portants peuvent être réutilisés comme matériau de remblayage et/ou d'enrobage après traitement avec un additif en vue d'améliorer leurs propriétés géotechniques, conformément aux prescriptions du E. 3.4.
Au moins 15 jours avant le début du traitement, l'entrepreneur fournit au pouvoir adjudicateur une note justificative reprenant:
- l'étude du sol en place comprenant la granularité, les limites d'Atterberg, la valeur au bleu de méthylène et la teneur naturelle en eau w
- le type et les caractéristiques de l'additif
- le dosage de l'additif
- le matériel à utiliser
- le délai minimum de mise en œuvre.

Le comblement de la tranchée peut également être réalisé au moyen de MAR, conformément au E. 3.7.

La dimension maximale des matériaux n'excède pas 10 cm.

Dans le cas du traitement des matériaux de remblai à l'additif, les prescriptions du E. 3.4.3. sont d'application.

E. 5.2.2.2. EXECUTION

Le remblayage de la tranchée n'est exécuté qu'après accord du pouvoir adjudicateur. Il n'est réalisé qu'après durcissement des enduits et couches de protection des chambres réalisées en place.

En égouttage, le remblai peut être effectué au fur et à mesure de la pose des tuyaux, en laissant les deux derniers tuyaux apparents.

L'épandage s'effectue en couches successives dont l'épaisseur après compactage ne dépasse pas:
- 40 cm pour les tuyaux d'égouttage et pour les raccordements
- 30 cm pour les tuyaux de distribution d'eau.

Le compactage des remblais est réalisé de manière à obtenir une compacité uniforme. Le blindage est enlevé au fur et à mesure du remblayage en assurant la stabilité des parois, et de manière à ne pas décompacter les couches inférieures déjà compactées.

En outre, dans le cas des matériaux de remblai traités au moyen d'un additif, les prescriptions du E. 3.4.3. sont également d'application.

E. 5.2.3. SPECIFICATIONS

Les prescriptions du E. 3.3.3.1. sont d'application.

Dans le cas du traitement des matériaux de remblai au moyen d'un additif ou de l'utilisation de MAR, les caractéristiques du sol traité répondent aux prescriptions des chapitres concernés (E. 3.4. et E. 3.7.).

E. 5.2.4. VERIFICATIONS

Les vérifications de portance s'effectuent par essais à la plaque statique de 750 cm² et, dans le cas de tranchée où l'épaisseur de remblai est supérieure à 0,5 m, par des essais au pénétromètre tels que prévus au tableau E. 3.3.3.1.

Le nombre et l'emplacement des essais sont spécifiés par le pouvoir adjudicateur.

E. 5.3. PAIEMENT

E. 5.3.1. TERRASSEMENTS COURANTS

Ce sont les terrassements en déblais et en remblais réalisés au moyen des matériaux en place (terrain naturel).

Le rabattement provisoire de la nappe fait l'objet de postes séparés au métré suivant E. 1.1.2.

Si une fondation drainante doit être réalisée, elle est payée comme suit:
- pour le terrassement, la mise en œuvre des graviers et les évacuations de matériaux selon le E. 3.2.3. "remplacement de sols impropres"
- pour le tuyau drainant: au mètre linéaire
- pour le géotextile anti-contaminant éventuel: au m² posé.

Le chargement des matériaux excédentaires (non réutilisés) fait l'objet d'un poste de la série E9110 (E9110-C, E9110-D ou E9110-E).
Dans le cas du E9110-E, l'évacuation se fait conformément au D. 2. et fait l'objet de postes de la série D9000.

E. 5.3.1.1. TERRASSEMENTS COURANTS POUR CANALISATIONS, RACCORDEMENTS, REGARDS DE VISITE OU D'APPAREILS, CONDUITES SOUS PRESSION

Les terrassements pour canalisations, raccordements et regards de visite sont payés à la longueur de tranchée, en fonction des diamètres des canalisations et des raccordements, des profondeurs ou des profondeurs moyennes de pose et/ou de conditions particulières d'exécution, suivant les définitions ci-après:

- longueurs: elles sont mesurées suivant le tracé et la pente de la canalisation ou du raccordement, par tronçons limités soit par l'axe des chambres intermédiaires soit par l'axe des canalisations adjacentes soit par l'extrémité du terrassement de la chambre terminale ou de la pièce terminale conformément aux prescriptions du E. 5.1.2.2.5. Pour les raccordements, les longueurs sont mesurées horizontalement.

- profondeurs: elles sont mesurées depuis le niveau du terrain naturel jusqu'au niveau du radier des tuyaux d'égouttage ou raccordements et jusqu'au niveau de pose des canalisations de distribution d'eau, et ce comme dans les différents cas repris ci-dessous. Dans son prix unitaire, l'entrepreneur tient compte de l'épaisseur de la couche de pose et de celle du tuyau.

  - Lorsqu'il n'y a pas de modification de niveau (le niveau de projet est le niveau de départ), la profondeur de tranchée est définie à la figure E. 5.3.1.1.a: où P = profondeur de tranchée prise en considération.

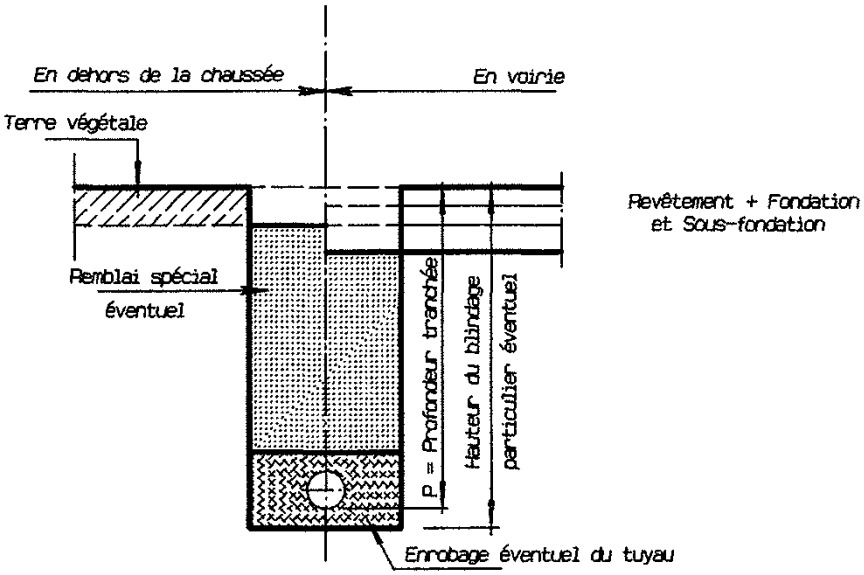

Figure E. 5.3.1.1.a

- Si le niveau de projet est en déblai par rapport au niveau de départ, la profondeur de tranchée est définie à la figure E. 5.3.1.1.b où P = profondeur de tranchée prise en considération.

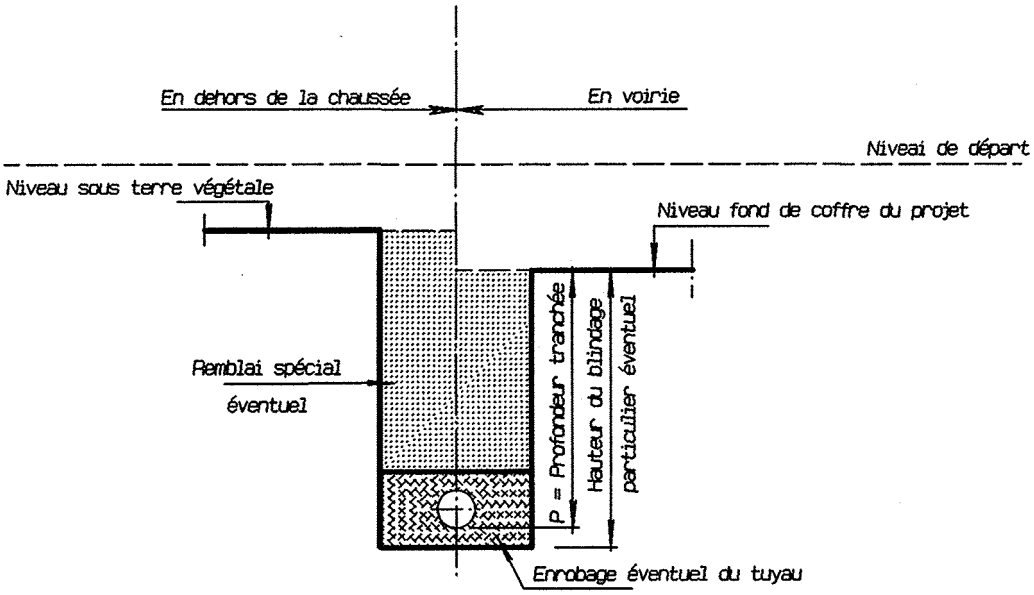

Figure E. 5.3.1.1.b

- Si le niveau de projet est en remblai par rapport au niveau de départ et que la pose du tuyau doit se faire dans une tranchée (pour un calcul structurel de tuyau) après avoir fait le remblai général alors la profondeur de tranchée est comme reprise à la figure E. 5.3.1.1.b.

- Si ce tuyau peut être posé lors de la montée du remblai, cette profondeur est alors égale au diamètre nominal du tuyau à poser, comme repris à la figure E. 5.3.1.1.c.

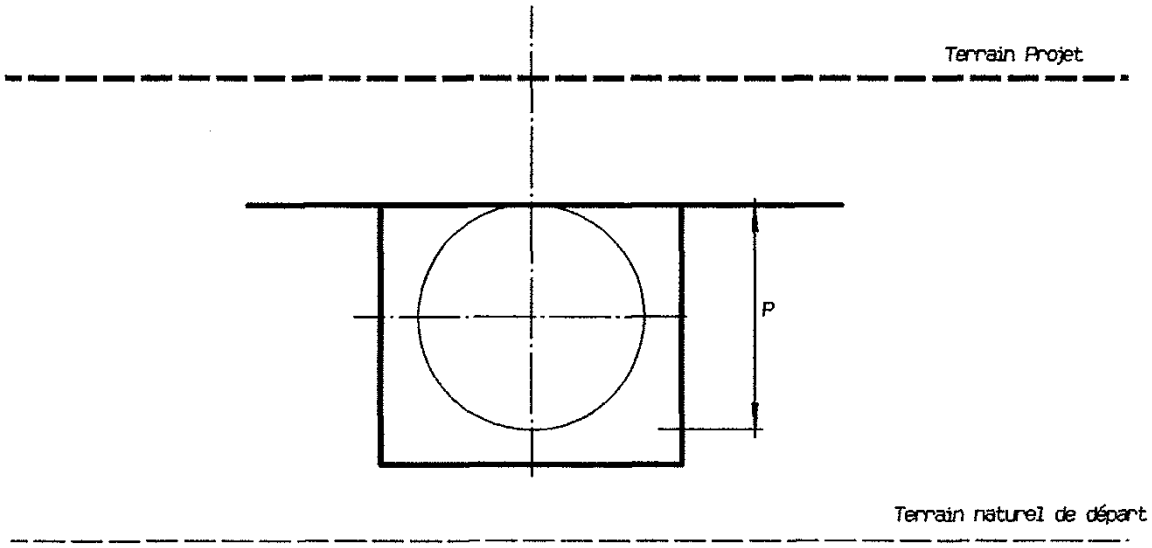

Figure E.5.3.1.1.c

- Profondeur moyenne: elle est définie conventionnellement comme étant la moyenne arithmétique des profondeurs entre 2 chambres de visite.

- Surprofondeur: en cas de surprofondeur imprévue, exécutée dans les mêmes conditions que celles prévues initialement, il est tenu compte d'une longueur conventionnelle supplémentaire (L').

  Cette longueur supplémentaire est calculée comme suit:

  $$L' = L \cdot a \cdot h/H$$

  où L = longueur correspondant à la modification du profil prévu
  H = profondeur prévue au plan à l'endroit où la surprofondeur est mesurée.

  Pour les surprofondeurs de forme trapézoïdale: a = 1,2 et h = surprofondeur mesurée au droit de L/2.

  Pour les surprofondeurs de forme triangulaire: a = 0,6 et h = surprofondeur maximale.

Les terrassements des chambres d'appareils et chambres de visite coulées en place dont les dimensions mesurées dans un plan horizontal et perpendiculairement au sens de la tranchée sont supérieures à 2 m, font l'objet d'un poste séparé. Ils se mesurent sur base d'un volume conventionnel conformément au E. 5.1.2.2.5.

L'évacuation des matériaux non réutilisés se fait conformément au D. 2. et fait l'objet de postes de la série D9000. Le calcul des quantités à porter en compte est établi sur base des dimensions théoriques des tranchées, en tenant compte de l'épaisseur du lit de pose et des éventuelles surprofondeurs dont question ci-dessus.

E. 5.3.1.2. TERRASSEMENTS COURANTS POUR DRAINS

Les terrassements sont payés suivant la longueur des tranchées réalisées et suivant le type de drain.

E. 5.3.1.3. TERRASSEMENTS COURANTS POUR GAINES

Les terrassements sont payés à la longueur des tranchées réalisées.

E. 5.3.2. AUTRES TERRASSEMENTS

E. 5.3.2.1. TERRASSEMENT DE SOLS IMPROPRES AVEC REMPLACEMENT

Le remplacement de sols impropres à constituer le fond de fouille est payé sur base d'un volume conventionnel de tranchée à parois verticales, dont la largeur est égale à celle définie pour les déblais au E. 5.1.2.2., et dont la profondeur est équivalente à la différence de hauteur entre le fond de fouille théorique et le fond de purge atteint pour garantir les capacités minimales de portance.

L'évacuation des matériaux non réutilisés se fait conformément au D. 2. et fait l'objet de postes de la série D9000.

E. 5.3.2.2. TERRASSEMENT AVEC FOURNITURE DE REMBLAIS

Si les déblais ne sont pas conformes aux prescriptions du C. 2.2. ou si les documents du marché prescrivent des matériaux de remblai particuliers, la fourniture des remblais (postes de la série E9130), le déblai excédentaire (postes de la série E9110) et l'évacuation des déblais correspondants (postes de la série D9000) sont payés sur base d'un volume conventionnel de tranchées à parois verticales, dont la largeur est égale à celle définie pour les déblais au E. 5.1.2.2. (déduction faite du volume du ou des tuyaux éventuels présents dans le remblai, y compris leur enrobage).

Cependant, en cas de remplacement de déblais compacts, dont l'extraction est payée selon les prescriptions du E. 5.3.2.3., la fourniture des remblais sera également payée en volume effectif.

Préalablement à l'extraction, le pouvoir adjudicateur sera averti pour contrôle et approbation.

L'évacuation des déblais se fait conformément au D. 2. et fait l'objet de postes de la série D9000.

E. 5.3.2.3. TERRASSEMENT AVEC EXTRACTION D'ELEMENTS ROCHEUX

Le supplément pour l'extraction d'éléments rocheux ou de massifs de maçonnerie ou de béton faisant partie d'éléments d'au moins 0,500 m³ est payé sur la base du volume effectif du rocher ou du massif désagrégé, limité inférieurement soit par le niveau imposé pour l'appropriation du fond de la tranchée soit par le niveau de fondation des ouvrages à construire.

La fourniture du remblai comprendra son amenée et sa mise en œuvre. Le volume payé est le volume mis en œuvre et compacté.

L'évacuation des matériaux non réutilisés se fait conformément au D. 2. et fait l'objet de postes de la série D9000.

E. 5.3.2.4. TERRASSEMENT AVEC TRAITEMENT DES REMBLAIS

L'additif est payé à la tonne.

Le traitement du matériau est payé au m³ de matériaux traités mis en œuvre.

E. 5.3.3. BLINDAGES PARTICULIERS

Par blindage particulier, on entend:
- les blindages à glissières (panneaux coulissants, caissons-palfeuilles)
- les palplanches récupérables ou perdues (y compris le recépage)
- les prédalles en béton et poutrelles.

Ces blindages sont utilisés dans le cas de terrains peu stables ou d'encombrement particulier et font l'objet d'un poste séparé du métré.

Une note de calcul de stabilité est fournie pour approbation 15 jours avant le démarrage des travaux.

Les blindages particuliers sont payés au mètre carré de paroi blindée, calculé sur base de la hauteur entre le niveau supérieur de la tranchée et le fond de fouille.

Le prix comprend l'étude de stabilité du blindage, la fourniture, la mise en œuvre, les accessoires (butons, tirants, protections, fiches d'ancrage…) et l'enlèvement éventuel du blindage particulier.