



Guide des bonnes pratiques pour la réalisation de tranchées



RÉSEAUX
TECHNIQUES URBAINS

MISSION DU CERIU

Mettre en œuvre toute action de transfert de connaissance et de recherche appliquée pouvant favoriser le développement du savoir-faire, des techniques, des normes et des politiques supportant la gestion durable et économique des infrastructures et la compétitivité des entreprises qui œuvrent dans le secteur.

AVANT-PROPOS

LE CERIU

Fondé en 1994, le Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines (CERIU) est un organisme sans but lucratif **né du besoin de réhabiliter les infrastructures municipales de façon performante et à des coûts acceptables.**

Grâce à l'expertise variée de ses **125 membres organisationnels** regroupant municipalités, entreprises, ministères, laboratoires et institutions d'enseignement et à son approche unique axée sur le partenariat et la concertation, le CERIU est le seul organisme à offrir une perspective intégrée en regard des enjeux reliés aux infrastructures urbaines.

Véritable centre d'innovation, le CERIU œuvre à changer les mentalités et les habitudes afin de promouvoir de nouvelles manières de faire plus efficaces et plus économiques ainsi qu'à développer des outils adaptés aux besoins des municipalités et des entreprises de services publics.

LE CONSEIL PERMANENT RÉSEAUX TECHNIQUES URBAINS (RTU) DU CERIU

Né de la mobilisation des acteurs du milieu, le conseil permanent des Réseaux techniques urbains (RTU) du CERIU encourage les meilleures pratiques de planification de travaux, de coordination des interventions et de construction de réseaux techniques urbains par des activités de sensibilisation, de discussion, de formation, de recherche, de veille, de développement et de transfert dans un cadre de développement durable de l'ensemble des infrastructures municipales.

REMERCIEMENTS

Le CERIU tient à remercier chaleureusement les membres du comité de travail « Guide des bonnes pratiques pour la réalisation de *tranchées* », pour leur dévouement et leurs précieuses contributions.

L'ÉQUIPE

- Supervision par: **le conseil permanent Réseaux techniques urbains (RTU)**
- Coordination par: **Salamatou Modieli**, ing., M. Ing, coordonnatrice de projets, CERIU
- Gérance par: **Alain Caissy**, ing., M. Sc., chargé de projet
- Révision par: **Michel Vaillancourt**, ing., Ph.D., professeur, ÉTS

MEMBRES DU COMITÉ DE TRAVAIL

Mohamed Salah Adoudi , ing.	Gaz Métro
France Bernard , ing.	Ville de Montréal
François Cabot , ing.	Ville de Québec
Éric Drapeau , ing.	Ville de Montréal
Livius Jinga , ing.	Hydro-Québec
Pierre Lefèvre , ing.	Gaz Métro
Yanick Martin , ing.	Hydro-Québec
Denis Poirier , ing.	Commission des services électriques de Montréal
Michel Vaillancourt , ing.	École de technologie supérieure (ÉTS)

TABLE DES MATIÈRES

1_ CONTEXTE	1
2_ OBJET DU DOCUMENT	2
3_ CONSTATS	3
3.1_ INTERVENTIONS PEU PROFONDES	3
3.2_ PRATIQUES ACTUELLES VARIÉES	3
3.3_ CONTRÔLE DES MATÉRIAUX ET DE LA SURVEILLANCE EN CHANTIER À AMÉLIORER	4
3.4_ INTERVENTIONS À DIVERSES PÉRIODES DU CYCLE DE VIE DE LA CHAUSSÉE	4
4_ OBJECTIFS	5
5_ GLOSSAIRE, COUPE GÉNÉRIQUE ET LOGIGRAMME	6
5.1_ GLOSSAIRE	6
5.2_ COUPE GÉNÉRIQUE	7
5.3_ LOGIGRAMME	7
6_ RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES	12
6.1_ MESURES PRÉALABLES	12
6.2_ DIFFÉRENTES COUPES TYPES	14
6.2.1_ Découpage de la chaussée	14
6.2.2_ Assise des conduites et des canalisations de RTU	15
6.2.3_ Enrobages des conduites et des canalisations de RTU	16
6.2.4_ Remblai des tranchées	17
6.2.5_ Fondation granulaire	18
6.2.6_ Enrobés à chaud	18
6.2.7_ Liant d'accrochage (émulsion de bitume)	20
6.2.8_ Bande bitumineuse	21
6.2.9_ Béton	21
7_ RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES	22
7.1_ STABILITÉ DES PAROIS	22
7.2_ EAU DANS LE FOND DE LA TRANCHÉE	22
7.3_ PROTECTION CONTRE LE GEL	23
7.4_ UTILISATION DU REMBLAI SANS RETRAIT	24

8_ SURVEILLANCE ET CONTRÔLES	26
8.1_ BONNES PRATIQUES CONCERNANT LA SURVEILLANCE DES TRAVAUX	26
8.2_ TABLEAU DES CONTRÔLES DES MATÉRIAUX ET DES TRAVAUX	27
8.3_ FRÉQUENCE DES CONTRÔLES EN CHANTIER SELON L'ENVERGURE DES PROJETS	29
8.4_ ACCEPTATION DES TRAVAUX	30
8.5_ COMPILATION DES CONTRÔLES DE QUALITÉ	30
8.6_ COORDINATION DES CONTRÔLES ET DES MESURES DE PERFORMANCE	30
9_ ANNEXES	31
ANNEXE 1_ COUPE-TYPE D'UNE RUE RÉSIDENIELLE	32
ANNEXE 2_ COUPE-TYPE D'UNE RUE ARTÉRIELLE	33
ANNEXE 3_ COUPE-TYPE D'UNE CHAUSSÉE RIGIDE	34
ANNEXE 4_ CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES MATÉRIAUX	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1_ Exigences granulométriques des matériaux d'assise et d'enrobage	15
Tableau 2_ Granulats approuvés	15
Tableau 3_ Épaisseurs de pose recommandées	19
Tableau 4_ Types de liants d'accrochage	20
Tableau 5_ Caractéristiques du remblai sans retrait	25
Tableau 6_ Délai d'attente minimum suite à la mise en place du remblai sans retrait	25

LISTE DES FIGURES

Figure 1_ Descriptions et termes relatifs à une structure de chaussée avec tranchée	7
Figure 2_ Logigramme d'aide à la décision basé sur les bonnes pratiques pour la réalisation de tranchées	8

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

CERIU	Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines
ÉTS	École de technologie supérieure
MTMDET	Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports
RTU	Réseaux techniques urbains
CNESST	Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail
APSAM	Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail, secteur « affaires municipales »
BNQ	Bureau de normalisation du Québec

1.0 CONTEXTE

Ce guide s'inscrit dans un cadre général de discussions entre les entreprises de réseaux techniques urbains (*RTU*) et les municipalités concernant les coûts causaux résultant des diverses interventions des entreprises de *RTU* dans la *chaussée* municipale. À la suite de discussions, les membres ont décidé de rédiger un guide technique dont l'objectif est de définir conjointement la performance attendue et les bonnes pratiques pour la réalisation de *tranchées*.

Les performances attendues, lors de la réalisation des *tranchées* par les entreprises de *RTU* dans la *chaussée* municipale, ont été définies conjointement par des municipalités et des entreprises de *RTU* dans le document du CERIU intitulé « Guide d'évaluation de la performance des *chaussées* municipales suite à des travaux planifiés réalisés par *tranchée* ». Ce guide définit l'approche recommandée par le CERIU et différents partenaires pour mesurer la performance des interventions des travaux de *tranchées* et suggère des mesures correctives lorsque requis. Neuf critères de performance avec des seuils d'acceptabilité pour chacun y sont présentés. Il y est également proposé que les mesures de la performance soient réalisées aux frais des entreprises de *RTU* et que les résultats soient partagés avec les municipalités concernées.

En bref, le guide de performance propose un changement fondamental dans la relation d'affaires « municipalité-entreprises de *RTU* » pour ce qui concerne les *tranchées* réalisées par les entreprises de *RTU* dans la *chaussée* municipale.

Ce guide de bonnes pratiques, qui est un complément au guide du CERIU concernant la performance des *tranchées*, propose une démarche pour la réalisation de *tranchées* dans les *chaussées* municipales. Cette démarche fondée sur les conditions propres au site d'intervention ainsi qu'aux travaux à réaliser permettra de faciliter, à la satisfaction de toutes les parties, l'acceptation des travaux par les municipalités.

Les recommandations concernent les aspects strictement techniques des travaux de réalisation des *tranchées*. Les aspects normalement traités dans les devis ou les exigences municipales et qui n'ont pas de lien direct avec la qualité intrinsèque des travaux de réalisation de *tranchée*, par exemple, la signalisation durant les travaux ou l'accès des riverains, ont volontairement été omis.

Ce guide s'adresse principalement aux entreprises de *RTU* et à leurs représentants qui réalisent des *tranchées* dans la *chaussée* municipale et aux intervenants des municipalités qui consentent à ces travaux de *tranchées*. De plus, il peut également s'adresser aux diverses entités qui réalisent des *tranchées* dans la *chaussée*.

Ce document porte sur la réalisation des *tranchées* effectuées par les entreprises de *RTU* dans la *chaussée* municipale lors de travaux planifiés. Il traite des travaux réalisés dans la très grande majorité des cas, sur une étendue linéaire dans la *chaussée*. On entend par étendue linéaire, une étendue dont la plus grande dimension est plus grande que trois fois la plus petite dimension.

Ce guide propose une démarche visant à améliorer les travaux de réalisation de *tranchées* tout en considérant certaines conditions spécifiques d'un site donné afin d'en minimiser les impacts sur la *chaussée*. Ce guide vise au final une uniformisation des pratiques et s'appuie sur l'expertise conjointe des entreprises de services publics, de municipalités et du milieu universitaire. Il fait référence aux différentes normes disponibles au Québec. La démarche est présentée sous la forme d'un arbre de décision ou logigramme. Cet outil, présenté à la section 5, cible de manière rapide les principales actions à considérer pour la réalisation des *tranchées*.

Le logigramme est divisé en deux sections. La première section a trait aux aspects de la sécurité des travaux et aux conditions rencontrées dans la *tranchée*. La seconde section porte sur les aspects de remblayage et de réfection de la *chaussée*. Chaque étape du logigramme est brièvement expliquée par la suite.

Les détails de tous les aspects techniques mentionnés ou non dans le logigramme sont présentés sous forme de recommandations et justifications aux sections 6 et 7. Les recommandations du présent guide ne sont pas des normes. Toutefois, elles sont le fruit d'une analyse de spécialistes techniques issus de municipalités et d'entreprises de *RTU*, qui ont étudié ce dossier complexe et litigieux, pour proposer des recommandations appuyées sur de hauts standards d'ingénierie. Il est de la responsabilité des utilisateurs de vérifier si des lois ou des règlements rendent obligatoires certaines pratiques tout en s'assurant de respecter les règles de l'art du domaine.

3.0 CONSTATS

Lors des projets de nouveau développement ou de maintenance des réseaux *RTU* enfouis, des *tranchées* sont souvent nécessaires. Les travaux de réalisation des *tranchées* dépendent de plusieurs facteurs qui devront être considérés.

Dans son analyse de la situation, l'équipe de travail a réalisé certains constats. Les principaux se résument ainsi :

3.1_ INTERVENTIONS PEU PROFONDES

L'analyse des profondeurs d'enfouissement des différents réseaux d'électricité, de télécommunications et de gaz, démontre qu'il s'agit de travaux d'excavation généralement peu profonds. Toutefois, les profondeurs peuvent varier selon les éléments des réseaux enfouis, les conditions de terrain et les exigences de mise en place à proximité d'autres réseaux.

De plus, l'Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail, secteur « affaires municipales » (APSAM) fournit des informations supplémentaires qui peuvent être utiles autant pour les concepteurs que pour les intervenants en construction. Les différents documents de l'APSAM peuvent être consultés sur le site internet suivant : www.apsam.com.

Il est important de mentionner que la stabilisation des pentes des parois de la *tranchée* ou de l'excavation est de la responsabilité du maître d'œuvre des travaux.

3.2_ PRATIQUES ACTUELLES VARIÉES

L'expérience des entreprises de *RTU* au cours des dernières années montre que les exigences des municipalités envers les *RTU* concernant les réalisations de *tranchées* varient grandement d'une municipalité à l'autre. Ces différences sont existantes au-delà des variations induites par les disparités climatiques entre les régions du Québec. Ce guide propose des bonnes pratiques, définies conjointement, qui devraient harmoniser le plus possible le contenu technique de ces interventions, ce qui est fortement souhaité par les entreprises de *RTU*.

3.3_ CONTRÔLE DES MATÉRIAUX ET DE LA SURVEILLANCE EN CHANTIER À AMÉLIORER

À la suite d'échanges des membres du comité de travail, il est devenu évident que le contrôle des matériaux et la surveillance des chantiers sont des éléments essentiels pour assurer la performance attendue, telle que définie par le guide de performance du CERIU. Les exigences techniques peuvent être définies de façon très précise dans les devis, toutefois si le contrôle en chantier est déficient, la performance des ouvrages sera compromise. Il est essentiel que les contrôles des matériaux et de la réalisation en chantier soient sensiblement améliorés afin d'atteindre la performance des travaux telle que proposée par le guide du CERIU.

3.4_ INTERVENTIONS À DIVERSES PÉRIODES DU CYCLE DE VIE DE LA CHAUSSÉE

Les interventions dans la *chaussée* peuvent être réalisées à différentes périodes du cycle de vie de la *chaussée*. Les recommandations peuvent s'appliquer quel que soit l'âge de la *chaussée*. Cependant, des restrictions pourraient s'appliquer si la *chaussée* a fait l'objet d'une réfection majeure depuis moins de 5 ans. Si des travaux doivent être réalisés, ces interventions devront faire l'objet d'un accord entre les partenaires.

Une réfection majeure se définit comme une reconstruction de la *fondation* et du revêtement bitumineux. Un resurfaçage ne peut être considéré comme une réfection majeure.

4.0 OBJECTIFS

Ce guide vise les objectifs suivants :

- Identifier les bonnes pratiques pour la réalisation des *tranchées* des entreprises de *RTU* dans les *chaussées* municipales ;
- Atteindre les niveaux de performance décrits dans le document du CERIU « Guide d'évaluation de la performance des *chaussées* municipales suite à des travaux planifiés réalisés par *tranchée* » ;
- Uniformiser le plus possible les pratiques de réalisation de *tranchées* par les entreprises de *RTU*.

Afin de faciliter les échanges, certains termes communs sont présentés dans cette section. De plus, la coupe générique présentée à la figure 1 définit les principaux termes caractérisant une *tranchée*.

5.1_ GLOSSAIRE

Dans le texte du guide, les termes définis dans le glossaire sont en *italique*.

CANALISATION Terme d'usage courant utilisé par les entreprises d'électricité et de télécommunications pour désigner les structures dans lesquelles passent les câbles souterrains de ces entreprises.

CHAUSSÉE Partie d'une voie publique réservée à la circulation des véhicules.

CHAUSSÉE FLEXIBLE Structure de *chaussée* possédant un revêtement composé d'une ou de plusieurs couches d'enrobé sur une *fondation* stabilisée ou de granulat non lié (PADMG¹).

CHAUSSÉE MIXTE Structure de *chaussée* possédant un revêtement alliant des composantes bitumineuses et rigides (PADMG¹).

CHAUSSÉE RIGIDE Structure de *chaussée* possédant un revêtement composé d'une ou de plusieurs couches de béton ayant une rigidité et une résistance à la flexion élevées de sorte que les charges appliquées sont réparties sur une grande surface (PADMG¹).

CONDUITE Terme d'usage courant utilisé par les entreprises gazières pour désigner la *conduite* de gaz.

ÉPAULEMENT DE LA TRANCHÉE Surlargeur à la surface, de chaque côté de la *tranchée*, permettant un meilleur appui du revêtement de la *chaussée*.

FONDATION Habituellement, une couche granulaire d'un matériau spécifié ou sélectionné et d'une épaisseur prévue, construite sur une *sous-fondation* ou le sol d'infrastructure et ayant une ou plusieurs fonctions telles que la répartition de la charge, l'écoulement ou la réduction au minimum de l'action du gel.

RTU Terme qui identifie les entreprises des réseaux techniques urbains soient les entreprises de distribution de réseaux câblés d'électricité, de télécommunications et de gaz.

SOUS-FONDATION Partie de la structure de la *chaussée* construite entre la *fondation* et le sol d'infrastructure ayant une ou plusieurs fonctions telles l'écoulement de l'eau ou la réduction au minimum de l'action du gel.

TRANCHÉE Partie de terrain creusée dont la largeur de la base est égale ou inférieure à la profondeur.

5.2_ COUPE GÉNÉRIQUE

Les descriptions et les termes relatifs à une structure de *chaussée* avec *tranchée* sont décrits dans la figure 1 ci-dessous.

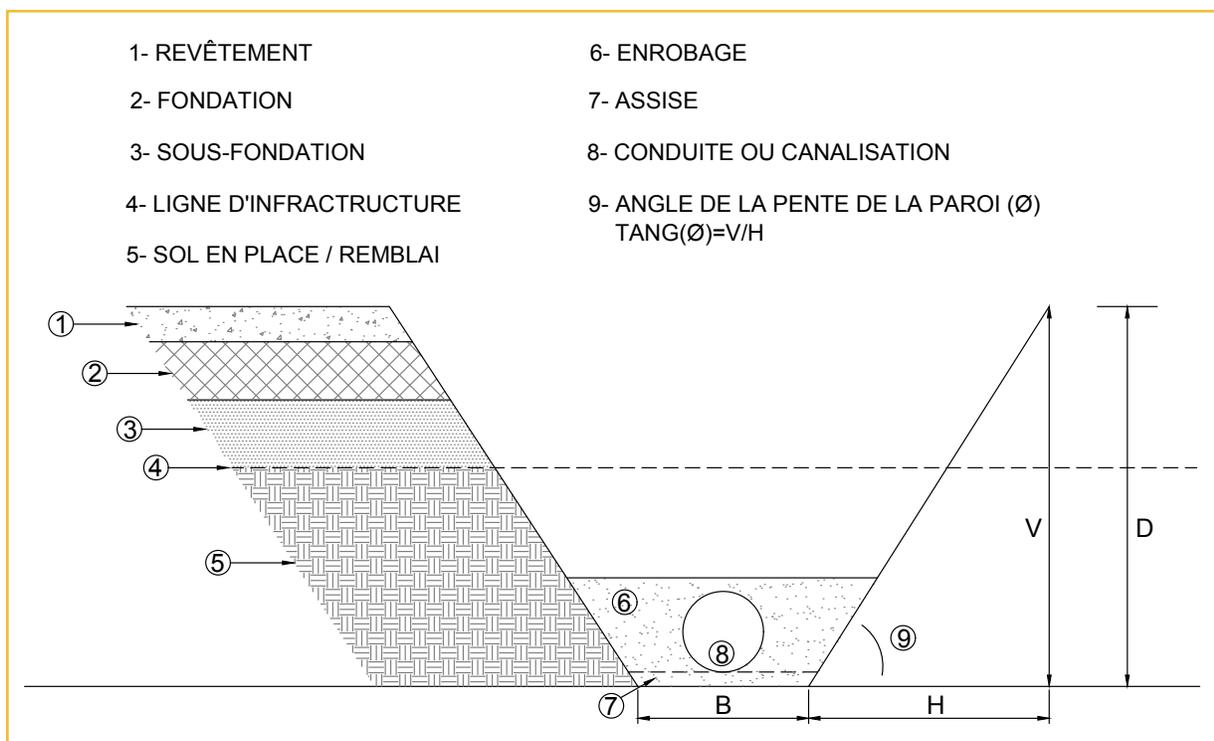


Figure 1: Descriptions et termes relatifs à une structure de *chaussée* avec *tranchée*

5.3_ LOGIGRAMME

Ce logigramme permet à son utilisateur d'établir les points à considérer lors de la réalisation d'une *tranchée* dans la structure d'une *chaussée* municipale. Chacune des étapes du logigramme est décrite sommairement plus bas.

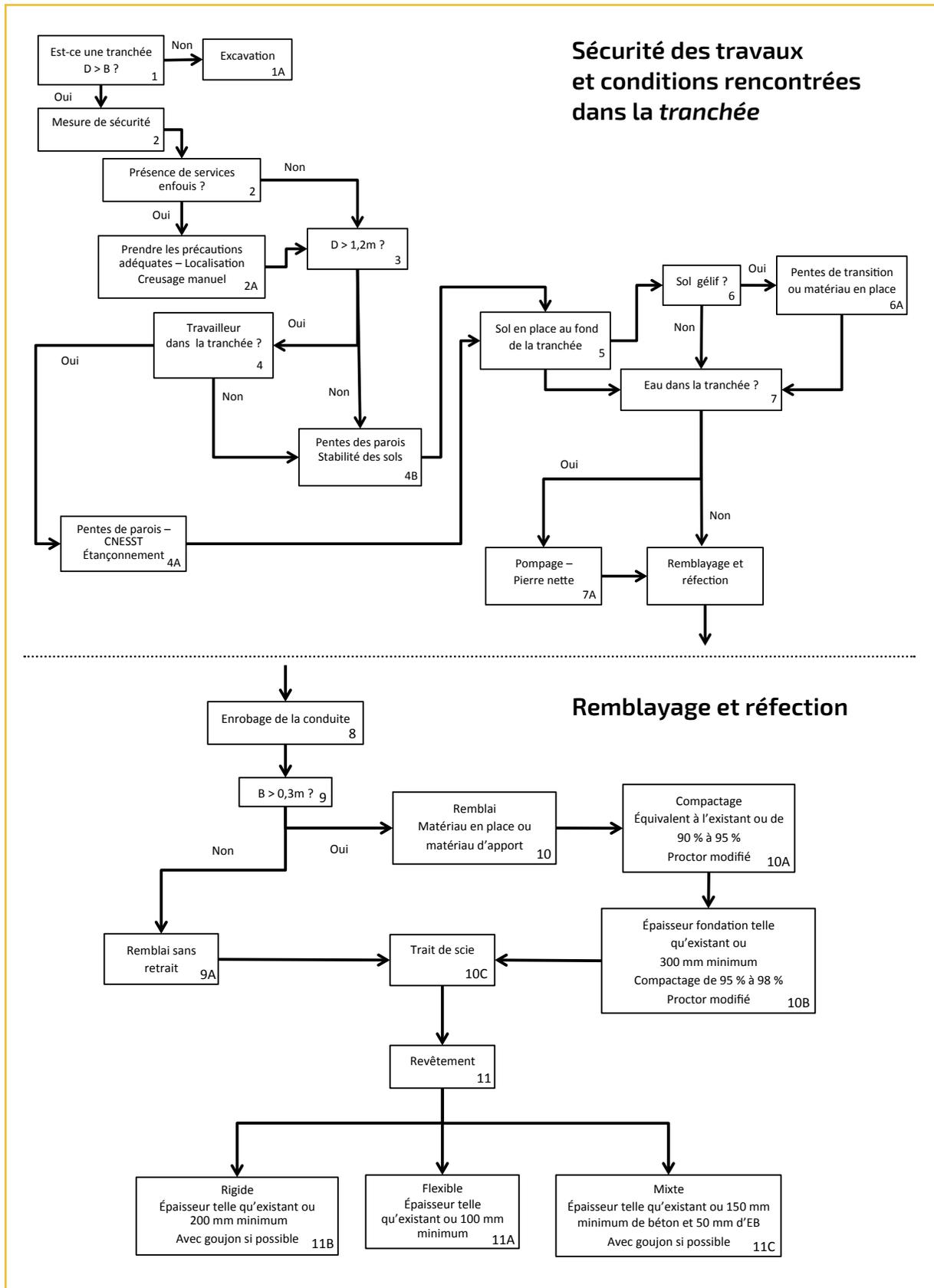


Figure 2: Logigramme d'aide à la décision basé sur les bonnes pratiques pour la réalisation de tranchées

1- 1A_

La loi sur la santé et la sécurité au travail fait une distinction entre une *tranchée* et une excavation. Si la profondeur D est plus grande que la largeur B (se référer à la figure 1), il s'agit d'une *tranchée*, sinon il s'agit d'une excavation (CNESST).

2- Section 6.1_

Avant le début des travaux de *tranchées*, le site doit être investigué afin de détecter la présence de *conduites* ou autres services enfouis. À cet égard, la municipalité doit fournir toutes les informations sur le réseau souterrain à proximité des travaux. Le recours à des services spécialisés tel qu'Info-Excavation est aussi nécessaire. Dans le doute, l'appel à une firme privée spécialisée en localisation de réseaux enfouis doit être envisagé.

2A- Section 6.1_

Si la présence de réseaux souterrains d'entreprises de *RTU* / ou de réseaux municipaux est confirmée, des mesures doivent être prises afin de protéger les réseaux enfouis et de garantir la sécurité des travailleurs. Si les travaux ne peuvent être relocalisés, des précautions accrues devront être prises. Le creusage devra être réalisé avec de l'équipement léger et des outils manuels. Il faudra peut-être prévoir du soutènement pour les services ainsi excavés.

3_

En terme de sécurité, la profondeur de la *tranchée* est importante. Les travaux nécessitant des profondeurs d'excavation supérieures à 1,2m, doivent, en plus des recommandations émises par le présent guide, prendre en considération les dispositions de la Loi sur la santé et la sécurité du travail, chapitre S-2.1, a. 223. Les articles 1.1.18 et 1.1.34 définissent les excavations et les *tranchées* donnant lieu à des mesures spéciales de sécurité selon des critères qui peuvent être consultés directement sur le site internet de la CNESST.

4-4A-4B - Section 6.1_

Les mesures de sécurité doivent être accrues si un travailleur descend dans la *tranchée* dont la profondeur est plus grande que 1,2m. Dans ces conditions, il faut se conformer à la loi sur la santé et la sécurité du travail portant sur les travaux en *tranchées* (CNESST). La mise en œuvre de pentes maximales des parois selon la nature et la stabilité des sols ou de l'étaçonnement des parois devient obligatoire. Si la *tranchée* est moins profonde que 1,2 m, il peut être nécessaire de prendre des mesures de stabilisation des parois s'il y a instabilité des parois.

5- Section 7.2_

En cours d'excavation, si le sol d'infrastructure est atteint, sol naturel ou remblai, certaines précautions devraient être prises. En effet, certains problèmes importants peuvent se produire si le sol naturel est remanié, gélif ou saturé d'eau.

6-6A- Section 7.3_

La gélivité du sol naturel doit être vérifiée. Les sols les plus gélifs sont les silts sableux et les silts argileux. La pénétration du gel hivernal qui atteint un sol gélif humide ou saturé d'eau peut entraîner un soulèvement important de la *tranchée*. Inversement, si un sol non gélif est mis en place comme remblai dans un milieu gélif, en condition de gel, la *tranchée* ne soulèvera pas alors que le reste de la *chaussée* se soulèvera produisant une dépression à l'endroit de la *tranchée*.

Afin de minimiser les impacts du gel de la *chaussée* au droit de la *tranchée*, les sols excavés et matériaux similaires devraient être remis en place à la profondeur et densité initiales. Si cela s'avère impossible, des pentes de transition entre les matériaux gélifs et non gélifs devraient être envisagées.

7-7A- Section 7.2_

La présence d'eau dans le fond de la *tranchée* peut nuire aux opérations de remblayage et de compactage et accroître l'instabilité des parois de la *tranchée*. Il faudra prévoir retirer l'eau par pompage ou au minimum prévoir un coussin drainant de pierre nette.

8- Sections 6.2.2 et 6.2.3_

Le *RTU* mis en place reposera soit directement sur le fond de la *tranchée* ou sur un coussin de pose. Par la suite, il sera enrobé d'un matériau granulaire répondant aux exigences de l'entreprise de *RTU*.

9-9A- Sections 6.2 et 7.4_

Le compactage des matériaux de remplissage de la *tranchée* est primordial afin de limiter les tassements résiduels. Dans une *tranchée* trop étroite, le compactage peut être difficile à réaliser mécaniquement. Si le remblai de la *tranchée* ne peut être compacté, un remblai sans retrait autoplaçant qui offre un haut degré de densité peut être utilisé.

10- Section 6.2.4_

Le remblayage de la *tranchée* bien réalisé permettra de minimiser les déformations futures. Chacune des couches doit être réalisée avec le matériau et le compactage approprié. Si les conditions le permettent, la réutilisation des matériaux excavés devrait être privilégiée et limiter ainsi l'hétérogénéité du sol et les comportements différentiels.

10A- Section 6.2.4_

Le compactage du remblai devra être effectué par couches successives d'épaisseur maximale de 300mm, avec une densité variant de 90% à 95% de l'essai Proctor modifié, du fond vers la surface de la couche. Si le matériau d'excavation est réutilisé, il devra être mis en place à une compacité équivalente à l'existant.

10B- Section 6.2.5_

La *fondation* granulaire mise en place sur le remblai ou sur la *sous-fondation* doit être équivalente à un MG-20 et suffisamment épaisse et compacte afin de bien reprendre les charges du trafic. Il faudra donc mettre la même épaisseur que l'existant ou au minimum 300 mm. La *fondation* devra être compactée d'une densité variant de 95 % à 98 % de la densité obtenue à l'essai Proctor modifié, de la base de la *fondation* vers la surface.

10C- Section 6.2_

Au moment de l'excavation et en cours de travaux, il est possible que le matériau constituant les parois de la *tranchée* se relâche ou s'éboule partiellement, créant ou non une cavité (sous cavage) sous le revêtement laissé en place. Il devient important d'élargir l'ouverture de la *tranchée* en enlevant une bande supplémentaire de revêtement. Cela permettra ainsi de compacter plus large que l'ouverture de la *tranchée* et de densifier le sol qui se serait relâché. De plus, cette procédure évite de laisser des vides sous le revêtement existant.

11-11A-11B-11C- Sections 6.2.6 à 6.2.9_

Il existe trois types de revêtements possibles, le revêtement *flexible* (enrobé bitumineux), le revêtement *rigide* (béton) et le revêtement *mixte* (enrobé bitumineux sur béton). Dans tous les cas, l'épaisseur des matériaux de revêtement devra être au moins égale au revêtement en place, sinon plus.

Le nouveau revêtement devra être fixé à l'ancien selon différents modes. Le liant d'accrochage ou la bande bitumineuse devra être utilisé.

Les sections 6 et 7 présentent des recommandations et directives particulières et générales issues des bonnes pratiques. Elles pourraient être utilisées en tout ou en partie comme exigences fournies sous la forme de devis à l'entrepreneur responsable des travaux ou à l'inspecteur chargé de la surveillance.

Cette section propose trois coupes types représentant la plupart des interventions réalisées par les entreprises de *RTU* dans la *chaussée* municipale. L'appellation de ces coupes types est principalement fonction du type de rue municipale dans laquelle l'intervention de l'entreprise de *RTU* est effectuée.

Les coupes types proposées sont :

- coupe type dans une rue résidentielle ;
- coupe type dans une rue artérielle ;
- coupe type dans une rue avec une *chaussée rigide* en béton.

Les dessins présentant ces coupes sont montrés aux annexes 1, 2 et 3.

Les recommandations concernant chacune de ces coupes types ont comme prémisses les constats du chapitre 3. Elles sont proposées dans le but de maintenir l'état de la *chaussée* et de respecter les exigences décrites dans le guide du CERIU « Guide d'évaluation de la performance des *chaussées* municipales suite à des travaux planifiés réalisés par *tranchée* ».

6.1_ MESURES PRÉALABLES

Certaines mesures préalables à la réalisation des tranchées doivent être considérées :

- Avant toute réalisation d'une *tranchée*, une vérification de ce qui se trouve dans le sol est essentielle. Contactez Info-Excavation en mode de planification (demande de plan) avant tout travail de creusage (demande de localisation) afin de connaître les infrastructures souterraines présentes dans la zone des travaux. Ce service est disponible 7 jours sur 7 et 24 heures par jour. Le code de sécurité pour les travaux de construction au Québec l'exige (article 3.15.1). Lorsque les travaux requièrent que l'entrepreneur excave à l'intérieur de la zone tampon de chaque côté de l'infrastructure souterraine, celui-ci doit prendre toutes les précautions nécessaires et utiliser des moyens d'excavation appropriés et sécuritaires afin de protéger les infrastructures et éviter tout risque pour la sécurité des travailleurs et des citoyens. Le site d'Info-Excavation (www.info-ex.com) propose plusieurs guides, outils et formations sans frais.

- Préalablement aux travaux d'excavation, le revêtement doit être scié, et dans la mesure du possible, le tracé de la *tranchée* devrait être rectiligne. Il est interdit d'utiliser le godet d'une excavatrice pour casser le revêtement et toutes mesures doivent être prises pour éviter d'endommager les surfaces adjacentes. De plus, l'excavation à proximité de services d'utilités publiques, tels que puisards, regards d'égouts, boîtes de vannes, etc., doit être faite à la main et faire l'objet de précautions spéciales de façon à ne pas endommager l'intégrité de la structure de l'utilité publique. Il y a également la possibilité d'utiliser des méthodes d'excavation douces comme l'hydro-excavation. Le guide des pratiques d'excellence d'Info-Excavation peut être consulté à cette fin.
- Les joints de construction de la *tranchée* ne devraient pas se situer à moins de 300 mm des pistes de roues des véhicules. Dans le cas où un de ces joints serait situé à 500 mm et moins de la limite du revêtement de la *chaussée*, la bande résiduelle du revêtement, et du béton le cas échéant, devra être enlevée et remplacée.
- L'excavation et le remblayage des *tranchées* doivent se faire progressivement de façon à limiter à 150 m l'ouverture de la *tranchée*. Cette longueur devrait être diminuée à 50 m aux endroits où il y a une forte densité d'habitations ou de circulation.
- Advenant que des travaux soient planifiés dans un secteur historique, patrimonial, ou dans l'emprise d'une *chaussée* dont la construction est récente (cinq ans et moins), il faut convenir d'une entente d'intervention particulière.
- Les travaux effectués pendant la période hivernale doivent être considérés comme temporaires et devront être repris le printemps suivant après la période de dégel. La période hivernale débute lorsque la température moyenne journalière est inférieure à 5°C et se termine à la fin du dégel complet à la date fixée par le MTMDET au printemps suivant. Les travaux de réfection temporaires consistent à reconstruire une structure de *chaussée* minimale répondant aux exigences précédentes en tenant compte de la mise en place d'un revêtement temporaire en enrobé d'une épaisseur minimum de 50 mm. Lors de la reprise des travaux pour la réfection permanente au printemps suivant, la *fondation* doit être rétablie en vue de la pose du type de revêtement et de la construction d'un *épaulement de la tranchée*.

6.2_ DIFFÉRENTES COUPES TYPES

Différentes coupes types sont fournies en annexe du présent document. Le choix de la coupe dépendra du type de rue dans laquelle la *tranchée* sera réalisée.

Les différents choix sont les suivants :

- Coupe de *chaussée flexible* dans une rue résidentielle (sans circulation d'autobus et ne faisant pas partie du réseau de camionnage de la municipalité) présentée à l'annexe 1 ;
- Coupe de *chaussée flexible* dans une rue artérielle (avec ou sans circulation d'autobus et de camions) présentée à l'annexe 2 ;
- Coupe de *chaussée rigide*, avec une dalle de béton recouverte ou non d'un enrobé présentée à l'annexe 3.

Dans le cas où la *tranchée* est réalisée dans une *chaussée* résidentielle avec circulation d'autobus ou faisant partie du réseau de camionnage de la municipalité, il est recommandé d'utiliser la coupe type spécifiée pour une rue artérielle.

Les différentes étapes de réalisation des coupes types sont décrites aux sections suivantes.

6.2.1_ DÉCOUPAGE DE LA CHAUSSÉE

Le découpage du revêtement doit être effectué en deux étapes. Au cours de la première étape, le revêtement est scié sur sa pleine épaisseur et enlevé. Les travaux d'excavation peuvent débuter par la suite. Il est important de mentionner que la largeur de la coupe doit être suffisante pour permettre aux travailleurs d'utiliser les équipements de compactage requis pour atteindre les degrés de densification recommandés pour tous les matériaux mis en place dans la *tranchée*.

Après le remblayage de la *tranchée* jusqu'au niveau de la *fondation* granulaire du revêtement, il faut effectuer le deuxième découpage (parallèle au premier) à 300 mm à l'extérieur des parois de l'excavation afin d'enlever le revêtement existant et permettre de densifier la surface de l'*épaule* de la *tranchée*. Le deuxième découpage n'est pas requis pour une réfection de coupe dans une *chaussée* comportant une dalle de béton. Il est alors recommandé de faire un seul découpage dont les limites sont situées à 200 mm à l'extérieur de la zone d'excavation de la *tranchée*.

6.2.2_ ASSISE DES CONDUITES ET DES CANALISATIONS DE RTU

a- Canalisations

Tout ouvrage ou remblai doit prendre appui sur un matériau non remanié, exempt de neige, de glace ou de sol gelé.

Lorsque le matériau au fond de l'excavation a été remanié sur une épaisseur de 50 mm ou plus ou lorsque l'excavation est plus profonde que celle prévue, l'entrepreneur doit remplacer le matériau remanié par un emprunt granulaire de type MG-112 ou de type MG-20 ou par du remblai sans retrait.

Lorsque le fond de l'excavation est facilement liquéfiable et remaniable, un géotextile doit être étendu dans le fond de l'excavation. Le géotextile doit être d'une seule pièce ou installé avec un chevauchement de 500 mm entre chaque section. Le remblayage subséquent doit être exécuté avec une pierre nette 10 – 20 pour assurer une consolidation sans surcharge. Étant donné l'existence de différents types de membranes géotextiles, il est de mise de se référer à un ingénieur pour choisir celle qui est la mieux adaptée au site.

b- Conduites de gaz

Les matériaux du fond de l'excavation doivent être stables et non remaniés. L'assise de la *conduite* doit être mise en place avec des matériaux granulaires neufs provenant d'une sablière ou d'une carrière satisfaisant aux exigences des tableaux 1 et 2.

Tableau 1: Exigences granulométriques des matériaux d'assise et d'enrobage

% PASSANT	TAMIS		
	20 mm	5 mm	80 µm
	100	90 – 100	0 – 10

Tableau 2: Granulats approuvés

TYPE DE GRANULAT	CLASSIFICATION	NOTE
Matériaux d'assise et d'enrobage	BC 80 µm – 5 mm	NQ 2560-114 ²
	Sable à béton 0 – 5 mm	
	Sable manufacturé 0 – 5 mm	
	Pierre concassée 0 – 5 mm	
	Sable granitique 0 – 5 mm	
	<i>Autres granulats approuvés par le laboratoire</i>	

L'assise de la conduite doit être mise en place uniformément sur une épaisseur minimum de 100 mm. Les matériaux doivent être humidifiés, mais non saturés, afin de permettre une meilleure densification lors du compactage ultérieur.

² Norme NQ 2560-114 du Bureau de normalisation du Québec - « Travaux de génie civil – Granulats ».



6.2.3_ ENROBAGES DES CONDUITES ET DES CANALISATIONS DE RTU

Le matériau d'enrobage comprend tout le matériau de remblayage autour des *canalisations* qui est utilisé dans la section de la *tranchée* sous la ligne d'infrastructure.

Si le remblai sans retrait (RSR) est utilisé, l'enrobage doit être augmenté à 300 mm au-dessus de la *conduite*. Pour les *conduites* de gaz, le RSR ne peut être utilisé comme matériau d'enrobage.

6.2.3.1_ Les matériaux

a- *Canalisations*

- Matériaux de déblai (*canalisations* bétonnées seulement) ;
Le sol en place peut être réutilisé si les matériaux sont de nature minérale et s'ils sont compactables. Les sols organiques (branches, souches, etc.) et les matériaux qui en sont contaminés sont exclus. Le matériau ne doit pas contenir de granulats de diamètre supérieur à 100 mm, de débris de roc aux arêtes vives et de mottes de terre gelées. Il doit être stable au moment du compactage et l'indice de plasticité doit être inférieur à 15 ;
- Sable CG-14 (*canalisations* bétonnées et *canalisations* non bétonnées) ;
- MG-112 (*canalisations* bétonnées) ;
- Remblai sans retrait (*canalisations* bétonnées et *canalisations* non bétonnées) ;
- Pierre nette 10 – 20 mm (comme coussin granulaire seulement sous la *canalisation* de conduits si nécessaire, *canalisations* bétonnées seulement).

b- *Conduites de gaz*

- Matériaux granulaires neufs (tableau 1).

6.2.3.2_ La mise en œuvre

a- *Canalisations bétonnées*

L'enrobage doit se faire par couches d'une épaisseur maximale de 300 mm et au même rythme sur les deux faces opposées de l'ouvrage de façon à ne pas le déstabiliser.

b- *Conduites de gaz*

L'enrobage doit recouvrir la *canalisation* sur une épaisseur minimale de 150 mm au-dessus de celle-ci après compactage des couches sus-jacentes. Les matériaux doivent être humidifiés, mais non saturés, afin de permettre une meilleure densification lors du compactage subséquent. Il est à noter que la densification de la couche d'enrobage doit être faite à l'aide d'équipements de compactage légers sur toute la largeur de la *tranchée* pour éviter l'endommagement de la *conduite*. Aucun équipement de compactage ne doit être utilisé avant que le remblai au-dessus de la *canalisation* n'atteigne 300 mm. Dans les zones où l'on retrouve des éléments de raccordement de tuyauterie, notamment aux « Tés » de branchements, l'enrobage doit aussi se poursuivre jusqu'à 150 mm au-dessus de ceux-ci.

6.2.3.3_ Exigences et contrôles

Les exigences et les contrôles sont appliqués :

- Matériaux de déblai : minimum 95 % d'une planche de référence ;
- Matériau granulaire neuf : minimum 90 % du Proctor modifié ;
- Le matériau d'enrobage doit combler toutes les cavités autour des *canalisations*.

6.2.4_ REMLAI DES TRANCHÉES

Le remblai de *tranchée* est mis en place à partir du dessus de l'enrobage de la *conduite* ou de la *canalisation* jusqu'à la ligne d'infrastructure de la coupe, c'est-à-dire jusqu'au niveau inférieur de la *fondation* granulaire du revêtement.

Les principaux matériaux recommandés sont les suivants :

- Matériaux de déblai ;
- Pierre concassée de type MG-20 ;
- Emprunt granulaire de type MG-112 ;
- Remblai sans retrait.

L'utilisation d'un remblai sans retrait est conditionnelle aux exigences des municipalités et doit être envisagée dans les *tranchées* où le compactage des matériaux s'avère difficile. Cet aspect particulier du remblai sans retrait est décrit plus en détail à la section 7.4 du présent guide. De plus, il est suggéré de consulter le bulletin technique Techno Béton n°18 de l'Association Béton Québec : « Remblai sans retrait ».

L'utilisation des matériaux d'excavation en remblai de *tranchée* limite les effets néfastes issus de la présence de discontinuité au niveau du sol-support de la *chaussée*, tels que les soulèvements différentiels dus au gel et la création d'un bassin de rétention d'eau affaiblissant la structure.

Le matériau d'excavation devrait être utilisé uniquement lorsqu'il est jugé compactable selon les exigences requises. À titre indicatif, la teneur en eau du matériau devrait se situer approximativement à $\pm 3\%$ de la teneur en eau optimale de compactage déterminée par l'essai de détermination de la masse volumique maximale (essai Proctor modifié).

Les argiles et les sols argileux (sols contenant plus de 20% de particules de diamètre inférieur à 0,02 mm) doivent faire l'objet d'une étude détaillée avant de considérer leur utilisation en remblai de *tranchée*. Cette étude devra au minimum déterminer les limites de consistance ainsi que les indices de plasticité et de liquidité.

Les sols contenant plus de 3 % de matières organiques, la tourbe et la marne ne doivent pas être utilisés en remblai de *tranchée*. Les blocs ayant un diamètre supérieur à 100 mm dans le matériau d'excavation utilisé en remblai doivent être retirés.

6.2.4.1_ Mise en place du remblai de tranchée

Le matériau doit être mis en place en couches successives de 300 mm maximum. Chacune des couches doit être densifiée à 90 % du Proctor modifié et plus de la masse volumique maximale sèche déterminée par l'essai Proctor modifié et la dernière couche doit être compactée à 95 %.

Si le matériau d'excavation est utilisé, la masse volumique maximale de référence peut être déterminée à l'aide d'une planche de référence. Dans ce cas, les exigences minimales de compacité sont alors de 95 % et de 98 % (pour la dernière couche) de la masse volumique maximale déterminée par une planche de référence.

6.2.5_ FONDATION GRANULAIRE

La *fondation* granulaire doit être constituée de pierre concassée de type MG-20, dont la granulométrie et les caractéristiques physiques et mécaniques respectent les exigences de la norme NQ 2560-114 du BNQ. En présence d'une *chaussée flexible*, la pierre concassée doit être mise en place en une couche minimale de 300 mm, ou en deux couches successives minimales de 225 mm d'épaisseur, selon le cas. Les degrés de densification à atteindre pour la première et la dernière couches sont respectivement d'au moins 95 et 98 % de la masse volumique maximale sèche déterminée par l'essai Proctor modifié.

En présence d'une *chaussée rigide* (avec dalle de béton), l'épaisseur de la *fondation* granulaire pourra être réduite à 300 mm et le degré de densification à atteindre est 95 %.

6.2.6_ ENROBÉS À CHAUD

Les enrobés à chaud recommandés sont ceux formulés selon la méthode du laboratoire des *chaussées* et doivent être conformes au tableau 4202-1 de la norme 4202³ du ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET).

Les granulats et le bitume entrant dans la fabrication des enrobés doivent être respectivement conformes à la norme NQ 2560-114 du BNQ et à celle 4101⁴ du MTMDET. Le choix des différents composants des enrobés dépend principalement du climat de la région où les enrobés sont mis en œuvre ainsi que du degré de sollicitation auquel l'enrobé sera soumis. Un guide de sélection de ces composants, en fonction de la zone climatique et du niveau de sollicitation, est présenté dans le bulletin d'information technique de la direction du laboratoire des *chaussées* du MTMDET (volume 17, n°3, septembre 2012). Ce guide est disponible sur le site internet du MTMDET, sous la rubrique « Info DLC ».

³ Norme 4202 du MTMDET « Enrobés à chauds formulés selon la méthode de formulation du laboratoire des *chaussées* ».

⁴ Norme 4101 du MTMDET « Bitumes ».

La pose d'enrobés à chaud doit être effectuée sur une surface sèche, non gelée, uniforme et libre de tous matériaux impropres. Dans le cas d'une surface à recouvrir étant constituée d'une dalle de béton (ou d'une couche d'enrobé), la pose de l'enrobé à chaud doit être effectuée sur une surface enduite d'un liant d'accrochage dont le murissement est complété. Cette surface doit aussi être sèche, propre et non gelée.

Les températures minimale et maximale de compactage des enrobés à chaud varient en fonction du type de bitume utilisé. À titre indicatif, lorsqu'un bitume de type PG 58-28 ou PG 52-34 est utilisé, les températures minimale et maximale de compactage varient généralement entre 120° et 150° C et pour les autres types de bitumes, celles-ci varient généralement entre 145° et 170° C.

L'épaisseur totale du revêtement devrait être la même que celle en place, sans être inférieure à 100 mm pour une coupe dans une rue résidentielle (sans circulation d'autobus et ne faisant pas partie du réseau de camionnage de la municipalité) et 130 mm⁵ dans une rue artérielle. Le revêtement doit être constitué d'un assemblage de couches d'enrobés de types ESG-14 (couches de base et intermédiaire), ESG-10 (couches de base, intermédiaire et de surface) et EC-10 (couche de surface d'une rue résidentielle sans circulation d'autobus et ne faisant pas partie du réseau de camionnage de la municipalité). Les épaisseurs de pose recommandées pour ces types d'enrobés sont présentées au tableau 3 :

Tableau 3: Épaisseurs de pose recommandées⁶

TYPE D'ENROBÉ	ÉPAISSEUR DE POSE (mm)		
	MINIMALE	OPTIMALE	MAXIMALE
ESG-14	60	70	80
ESG-10	40	60	70
EC-10	20	30	40

Des couches subséquentes du même enrobé peuvent être utilisées en respectant les usages mentionnés précédemment.

Chacune des couches d'enrobé à chaud doit être densifiée entre 93 et 98 % de la masse volumique maximale obtenue par l'essai de détermination de la densité maximale de l'enrobé.

⁵ Épaisseur obtenue à l'aide du logiciel de dimensionnement des *chaussées* « *Chaussée 2* » du MTMDET, pour une route locale avec un trafic de 250 camions par jour pendant 15 ans.

⁶ Informations extraites du bulletin d'information technique de la direction du laboratoire des *chaussées* du MTMDET (volume 17, n° 3, septembre 2012).

6.2.7_ LIANT D'ACCROCHAGE (ÉMULSION DE BITUME)

L'adhérence entre les différentes couches d'enrobé est primordiale pour assurer un comportement optimal du revêtement et par le fait même de la réfection de coupe.

Par conséquent, un liant d'accrochage doit être appliqué entre chacune des couches du revêtement, ainsi que sur toutes les surfaces verticales en contact avec le nouvel enrobé (revêtement existant, regard, puisard, trottoir, etc.).

Si un revêtement *mixte* (dalle de béton recouverte d'un enrobé) doit être construit, un liant d'accrochage doit être appliqué sur la dalle de béton avant d'appliquer l'enrobé.

Les liants d'accrochage doivent être constitués d'une émulsion de bitume et ceux-ci doivent être conformes à la norme 4105⁷ du MTMDET. L'utilisation de bitumes fluidifiés (*cut-back*) est interdite. Il existe différents types d'émulsions de bitume, celles-ci peuvent être anioniques ou cationiques et peuvent être à rupture rapide ou lente. Le tableau 4 présente les types de liants d'accrochage recommandés en fonction de la période de l'année où ils sont utilisés.

Tableau 4: Types de liants d'accrochage

TYPE DE LIANT D'ACCROCHAGE ⁸	PÉRIODE D'APPLICATION RECOMMANDÉE	REMARQUES
À rupture lente (SS-1, CSS-1)	Été	La vitesse de murissement des émulsions à rupture lente est fortement influencée par les conditions météorologiques. Ce type d'émulsion est stable dans le temps et plus facilement manipulable.
À rupture rapide (RS-1 OU CRS-1)	Printemps, été Et automne	---

La température de mise en place des liants d'accrochage doit se situer entre 20 et 70°C selon le type d'émulsion, néanmoins, il est recommandé de vérifier les recommandations du fabricant.

La surface sur laquelle est appliqué le liant d'accrochage doit être sèche, propre, non gelée et la température de l'air ambiant doit être supérieure à celle recommandée par le fabricant de l'émulsion. En règle générale, la température ambiante doit se situer au-dessus de 5°C.

Les taux de pose de bitume résiduel recommandés sont de 0,20l/m² lorsque la surface à recouvrir est constituée d'un enrobé et de 0,25l/m² lorsque le liant d'accrochage est appliqué sur du béton. Il est important que la surface à recouvrir soit entièrement recouverte et que la cure de l'émulsion soit complétée avant de procéder à la mise en place de l'enrobé.

⁷ Norme 4105 du MTMDET, « Émulsion de bitume ».

⁸ Des émulsions d'entreprise peuvent aussi être utilisées en autant que celles-ci respectent les exigences de la norme 4105 du MTMDET.

6.2.8_ BANDE BITUMINEUSE

Pour assurer une meilleure adhérence du nouvel enrobé à chaud avec celui existant et sceller les joints de la coupe, une bande bitumineuse peut être appliquée au niveau de l'enrobé existant avant de mettre en place la dernière couche d'enrobé de la coupe. Les bandes bitumineuses sont généralement composées d'un bitume modifié avec des polymères, pour améliorer le comportement élastique du matériau.

Si une coupe est réalisée dans une *chaussée* récente (cinq ans et moins) ou dans une *chaussée* dont le revêtement est en très bon état, la bande bitumineuse devrait être appliquée.

6.2.9_ BÉTON

En présence d'une *chaussée rigide* (avec dalle de béton recouverte ou non d'un enrobé), une réfection de coupe incluant une dalle doit être réalisée. Par contre, si la dalle existante est en trop mauvais état pour permettre l'installation de goujon, il est recommandé de faire une réfection de coupe avec une structure *flexible* (sans dalle), toutefois la performance pourrait être compromise.

L'épaisseur de la dalle doit être la même que celle en place, sans être inférieure à 200 mm. Celle-ci doit être constituée d'un béton ayant une résistance à la compression minimale à 28 jours, de 35 MPa, et être conforme au béton de type IV de la norme 3101⁹ du MTMDET.

Préalablement au bétonnage de la nouvelle dalle, des goujons (barres lisses) espacés de 300 mm c/c doivent être installés dans la dalle existante (joints de construction) pour permettre le transfert de charge entre la dalle de la coupe et l'existante. Si la dalle existante a une épaisseur inférieure ou égale à 260 mm, les goujons doivent avoir un diamètre nominal de 31,8 mm, et ceux-ci doivent avoir un diamètre nominal de 38,1 mm lorsque la dalle a une épaisseur supérieure à 260 mm.

⁹ Norme 3101 du MTMDET, « Bétons de masse volumique normale ».

Cette section décrit des situations spécifiques pouvant être rencontrées lors de travaux d'excavation et de remblayage de *tranchées* et pour lesquelles il est difficile d'établir des règles générales. Ces situations devront faire l'objet d'une attention particulière lors des travaux.

7.1_ STABILITÉ DES PAROIS

Le code de sécurité des travaux (chapitre S-2.1, r.4) de la Loi sur la santé et de la sécurité du travail émet des règles très strictes concernant les travaux de creusage de *tranchées*. Il faut retenir que si la *tranchée* fait moins de 1,2 m ou qu'aucun travailleur n'y descend, les exigences concernant la stabilité des parois sont gouvernées par la nature et la qualité des travaux réalisés. Dans tous les autres cas, les responsables des travaux sont tenus de respecter les directives de la Loi sur la santé et la sécurité du travail du gouvernement du Québec (R.R.Q., 1981, c. S-2.1, r. 6, a. 3.15.3; D. 807-92, a. 11).

Bien que le présent guide porte sur des *tranchées* de faible profondeur, la probabilité de rencontrer des parois d'excavation instables lors des travaux existe. Les risques d'instabilité des parois de *tranchée* augmentent avec :

- la présence d'arrivée d'eau ou de travaux réalisés sous la nappe d'eau ;
- un sol ayant déjà été remanié ou remblayé ;
- un sol fissuré ;
- une surcharge à proximité de la *tranchée* (matériaux excavés) ;
- la présence d'équipement lourd de chantier à proximité de la *tranchée* (camion, excavatrice, etc.) ;
- si la présence de paroi instable est détectée, un système d'étaïonnement devra être utilisé ou un ingénieur en géotechnique devra être consulté.

7.2_ EAU DANS LE FOND DE LA TRANCHÉE

Comme toutes constructions souterraines, les *conduites* et les *canalisations* de réseaux techniques urbains (*RTU*) doivent être mises en place sur un fond de fouille sec et non remanié. Le fond doit être libre de boue, glace et évidemment d'eau.

L'eau aura pour conséquence de nuire à la qualité des travaux ainsi qu'à la performance future de la *tranchée* remblayée. La présence ou l'infiltration d'eau dans la *tranchée* lors des travaux aura pour incidence de :

- favoriser le remaniement du fond de fouille ;
- provoquer ou accentuer l'instabilité des parois de la *tranchée* ;
- empêcher ou limiter l'efficacité du compactage des matériaux de remblai ;
- nuire à la stabilité globale de la *tranchée* remblayée.

Si la présence ou la venue d'eau est observée dans la *tranchée*, il faut :

- rabattre le niveau de l'eau à au moins 450 mm sous le fond d'excavation, au moyen d'un système de pompage adéquat ;
- dans le cas où il serait impossible de maintenir le niveau de la nappe d'eau sous le fond de l'excavation, il pourrait être envisagé de mettre en place un coussin de propreté de béton maigre d'environ 100mm d'épaisseur afin de protéger le fond d'excavation contre un remaniement excessif des sols de *fondation*. Un coussin de pierre nette peut aussi être envisagé, enrobé par une membrane géotextile.

L'entrepreneur doit prendre les mesures nécessaires afin que les excavations soient exemptes d'eau tout au long des travaux. Il faut évacuer l'eau sans mettre en danger les propriétés publiques ou privées, ou toute partie des travaux terminés ou en cours.

Si le sol du fond de fouille est organique, instable ou saturé d'eau, il faut l'excaver sur une épaisseur d'au moins 300 mm, le remplacer par un matériau granulaire MG-112 compacté uniformément jusqu'à un minimum de 90 % de la densité maximale obtenue par l'essai Proctor modifié. Il faut prendre soin de protéger les interfaces par une membrane géotextile anticontaminante conforme aux exigences de la norme GCTTG 3001 du BNQ, « Qualité des géotextiles utilisés en génie routier ».

7.3_ PROTECTION CONTRE LE GEL

Au Québec, durant la période hivernale, le gel peut descendre dans les structures de la *chaussée* jusqu'à 1,5 m dans les régions sud et beaucoup plus dans les régions nord. Dans le contexte des *tranchées* réalisées pour les RTU, il est clair que le gel descendra jusqu'au fond de la *tranchée* et plus. Il devient donc important de réaliser des *tranchées* qui supportent le gel aussi bien que la structure de la *chaussée* environnante.

De manière générale, pour le remblayage des *tranchées*, au-dessus de la ligne d'infrastructure, il faut utiliser des matériaux non gélifs dont le pourcentage de particules plus petites que 80 microns ne dépasse pas 10 %. Si le sol d'infrastructure excavé est réutilisable, il doit être privilégié par rapport à un matériau d'emprunt. Toutefois, il doit être remis en place dans le même état de densification que le sol non excavé. Ceci rend difficile la réutilisation des sols argileux qui se densifie mal dans le fond de la *tranchée*.

Une zone de transition devrait être prévue pour des *tranchées* profondes et des matériaux de remblai dont la gélivité est très différente de celle des sols en place. Cette transition n'empêche pas le soulèvement au gel, mais en atténue les impacts en allongeant la section de soulèvement différentiel. Dans le cas des *tranchées* de RTU, leur petite dimension et leur faible profondeur peuvent provoquer des soulèvements différentiels importants au droit de la *tranchée*. Cependant, pour ces mêmes raisons, l'aménagement de zones de transition augmenterait de manière importante l'emprise des travaux et par le fait même les coûts associés.

Il est préférable de limiter les risques de soulèvement différentiel par la réutilisation du matériau excavé ou l'utilisation d'un matériau d'emprunt semblable, mis en place à une densité équivalente. Le manuel canadien d'ingénierie des *fondations* (MCIF)¹⁰, ainsi que le système de classification unifiée des sols (USCS)¹¹ peuvent fournir des informations sur la gélivité des sols et leur potentiel de densification.

La plupart des devis consultés restreignent la période des travaux en *chaussée* entre le début avril et la fin novembre afin de limiter les problématiques liées à la période hivernale. Toutefois certaines circonstances peuvent forcer des interventions en période de gel et des mesures devront être prises pour limiter les inconvénients :

- excaver la *chaussée* gelée peut être difficile et causer des dégâts importants aux structures en place ;
- protéger la *tranchée* du gel – éviter que les parois de la *tranchée* ne gèlent ;
- disposer du matériau excavé et mettre en place un matériau de remblai non gelé ;
- reprendre les travaux de *chaussée* qui ont été réalisés de façon temporaire.

L'entrepreneur doit mettre en place tous dispositifs procurant une protection thermique suffisante pour éviter des dommages aux ouvrages existants par l'action du gel lors de travaux hivernaux.

7.4_ UTILISATION DU REMBLAI SANS RETRAIT

L'utilisation du remblai sans retrait est conditionnelle aux exigences des municipalités et organismes concernés. Ce matériau de remblayage autocompactant est utilisé principalement dans les *tranchées* de services publics où le compactage est difficile et inaccessible, autour des ouvrages lorsque les parois de la *tranchée* sont instables, ainsi que pour remblayer des *tranchées* où la circulation routière doit être rétablie rapidement. Le remblai sans retrait peut être utilisé dans des conditions hivernales sous certaines conditions. Ce matériau n'est pas recommandé pour des épaisseurs inférieures à 300 mm.

Le remblai sans retrait doit provenir d'un fournisseur possédant une certification BNQ selon le protocole NQ 2621 9001¹². Les granulats fins et grossiers doivent être conformes à la norme CAN/CSA-A23.1/A23.2¹³. Aucun agent entraîneur d'air ne doit être utilisé dans le remblai sans retrait. La granulométrie du mélange (pierre et sable) doit être optimisée avec l'approche de la masse volumique maximale. Les caractéristiques des matériaux utilisés dans le remblai sans retrait sont présentées au tableau 5.

¹⁰ Le manuel canadien d'ingénierie des *fondations*, publié par la Société canadienne de géotechnique.

¹¹ Système de classification des sols de la « *Unified Soil Classification System* ».

¹² Certification BNQ selon le protocole NQ 2621-900 « Bétons de masse volumique normale et constituants ».

¹³ Norme CSA23.1/23.2, « Constituants et exécution des travaux / Méthode d'essai et pratiques normalisées pour le béton ».

Tableau 5: Caractéristiques du remblai sans retrait

Résistance à 28 jours (MPa)	Quantité de ciment (kg/m ³)	Type de ciment	Diamètre max. gros granulat (mm)	Quantité de fines incluant le ciment (% passant 80 µm)
0,4 à 0,8	25	GU et/ou GUb	20	≤ 3,5

Les méthodes recommandées sont:

- Avant la mise en place, malaxer à la vitesse maximale de la bétonnière pendant un minimum de 4 minutes.
- Lors de la mise en place, déverser à grande vitesse et sans interruption afin de réduire les risques de ségrégation. Si le déversement est interrompu, malaxer le mélange à nouveau, à grande vitesse, avant de reprendre le déversement. Le remblai sans retrait ne doit pas être placé à l'aide d'une pompe ou de godet et ne doit pas être vibré.
- Éviter en tout temps de déplacer le remblai sans retrait, lorsque la phase initiale de consolidation est complétée (disparition de l'eau en surface). Le remblai sans retrait ne peut être mis en place par temps de fortes pluies ou dans des tranchées avec présence d'accumulation d'eau.
- Étendre une couche de pierre nette d'au moins 300 mm d'épaisseur au fond de l'excavation lorsqu'un remblai sans retrait est utilisé dans un sol environnant de faible perméabilité ou un sol gelé ou un roc ne permettant pas l'évacuation de l'eau. La pierre nette ne doit pas être mise en place autour des éléments existants (canalisation, conduite d'égout, etc.) à enrober avec le remblai sans retrait.

L'ouverture à la circulation routière et la pose du matériau de revêtement varient selon la vitesse d'évaporation de l'eau et la perméabilité du sol en place (voir le tableau 6).

Tableau 6: Délai d'attente minimum à la suite de la mise en place du remblai sans retrait

INTERVENTION	TEMPS D'ATTENTE *
Ouverture à la circulation routière	Minimum 2 heures
Pose du matériau de revêtement (compactage sans vibration)	Minimum 3 heures
Pose du matériau de revêtement (compactage avec vibration)	Minimum 16 heures

* Ces délais sont donnés à titre indicatif seulement.

8.1_ BONNES PRATIQUES CONCERNANT LA SURVEILLANCE DES TRAVAUX

Afin d'améliorer la qualité de la surveillance des travaux, le comité de travail propose quelques réflexions et suggestions concernant la surveillance des chantiers réalisés par les entreprises de *RTU*. Selon le comité, la surveillance en chantier est un élément critique afin d'atteindre la performance attendue. La situation de la surveillance des chantiers est variable d'une entreprise de *RTU* à l'autre, mais de façon générale une amélioration est souhaitable.

Tout d'abord, afin d'assurer une performance telle que définie dans le guide du CERIU : « Guide d'évaluation de la performance des *chaussées* municipales suite à des travaux planifiés réalisés par *tranchée* », quelques suggestions et éléments de réflexion sont proposés aux entreprises de *RTU*.

Une approche conjointe de l'atteinte de la performance

Avec l'utilisation du Guide de performance des *tranchées* du CERIU, l'entreprise de *RTU* s'engage envers la municipalité à atteindre une performance définie lors de ses travaux de *tranchées*. Ainsi, une approche de partenariat est proposée dans la gestion des entrepreneurs réalisant les travaux civils. La responsabilité d'atteindre les performances attendues peut être incluse dans les appels d'offres. De plus, il serait souhaitable de bien communiquer cette nouvelle approche aux entrepreneurs, de façon à partager conjointement cette responsabilité avec le donneur d'ouvrage et viser conjointement l'atteinte de ces cibles de performance.

Équilibre surveillance de chantier et mesure de la performance

En déployant l'approche proposée dans le Guide de performance des *tranchées* du CERIU, l'entreprise de *RTU* aura à mettre en place une activité supplémentaire de mesure de la performance. Une modulation de la surveillance actuelle de chantier pourra être définie en tenant compte des activités nouvelles de mesure de la performance. Les programmes d'assurance qualité devront intégrer les mesures de la performance et assurer un équilibre avec la surveillance conventionnelle des chantiers. Idéalement, les deux types de contrôles devront être complémentaires et non additionnels.

La gestion de la surveillance de chantier par les entreprises de RTU

Il est suggéré à chaque entreprise de *RTU* de s'assurer que leur programme de surveillance soit performant et maintenu à jour. La formation, l'expertise et le support des surveillants de chantier doivent être priorités pour assurer une qualité des contrôles lors de la réalisation des travaux. La catégorisation des projets, les points de contrôle critiques, les pourcentages de projets à inspecter par catégorie doivent être définis de façon à maximiser l'atteinte des critères de performance attendus. Un rapport annuel de la surveillance des chantiers visant l'amélioration continue peut être une bonne pratique pour assurer une surveillance performante des travaux civils des *tranchées*.

8.2_ TABLEAU DES CONTRÔLES DES MATÉRIAUX ET DES TRAVAUX

Le tableau de l'annexe 4 présente l'ensemble des contrôles suggérés afin d'assurer la qualité des matériaux et des travaux lors de la réalisation des *tranchées* par les RTU.

Contrôle des matériaux de remblayage des tranchées

Les contrôles sur les matériaux de remblayage des *tranchées* sont effectués avec l'objectif de :

- s'assurer que les matériaux sont bien sélectionnés et conformes à des standards spécifiques ;
- documenter la traçabilité de ces matériaux à partir de la commande initiale du prélèvement sur le site jusqu'à la mise en œuvre en chantier ;
- confirmer une mise en œuvre faite de façon à prévenir les tassements futurs des couches de remblais et garantir la pérennité de la *chaussée* après sa réfection.

Quatre types de contrôles sont proposés :

1_ Contrôle chez le fournisseur

Il s'agit de la certification ou des attestations de conformité des produits chez le fournisseur. Elle est produite au début de chaque année. Les documents de certification doivent contenir les informations décrites au tableau de contrôles de la qualité des matériaux à l'annexe 4.

2_ Contrôle à la réception au chantier

Contrôle des documents de livraison (bons de livraison avec les informations correspondant au produit). Ensuite, inspection visuelle des conditions de livraison, absence de contaminants à l'aspect ou à l'odeur, absence de matériaux inappropriés (granulométrie différente évidente). Le cas échéant, et si le temps ou l'ampleur du projet le permet, des prélèvements peuvent être effectués pour l'analyse et la vérification de la conformité. Une autorisation doit être émise avant l'utilisation de ces matériaux.

3_ Contrôles lors de la mise en œuvre au chantier

Ces contrôles ont pour but de prévenir les tassements des remblais et limiter les défaillances futures susceptibles d'être relevées sur les enrobés. L'essai Proctor modifié, réalisé en laboratoire sur des échantillons prélevés aux sites d'approvisionnement, détermine les caractéristiques de compactage (teneur en eau optimale et densité sèche maximale) des matériaux constituant la *fondation* de la *chaussée*. Le contrôle de densification est effectué pour toutes les couches de remblai.

Des tests au nucléodensimètre sont utilisés pour déterminer le pourcentage de densification des remblais granulaires et des enrobés, et le taux d'humidité pour les remblais granulaires. Les thermomètres à infrarouge sont utilisés pour déterminer la température des enrobés à l'arrivée et pendant la mise en œuvre. Ils permettent de déterminer s'il y a des hétérogénéités de température (plaques froides) et de la ségrégation dans l'enrobé.

Ces contrôles doivent être effectués pour toutes les couches de remblai. Un minimum doit cependant être assuré aux fins de validation et de suivi. Chaque entreprise de RTU doit définir un échantillonnage donnant une analyse globale de la qualité selon des distributions qu'elle déterminera avec son partenaire de contrôle de la qualité (ex. : par région, par arrondissement, par type de matériau, par période de référence, etc.).

4_ Prélèvements et essais de conformité sur les matériaux au laboratoire

Des contrôles réguliers sur la qualité des matériaux en laboratoire rentrent dans le cadre du plan qualité visé par le guide. Différentes situations peuvent amener le contrôleur à procéder pour ce type de contrôles en laboratoire :

- doute sur la qualité du matériau;
- récurrence des non-conformités dans la mise en œuvre.

Un échantillonnage doit être défini selon des paramètres influençant les variations de la qualité. La taille des travaux est l'élément le plus important. D'autres paramètres peuvent être considérés pour fixer des minimums à réaliser en matière de prélèvement, soit par exemple la période de référence ou la situation géographique (région du Québec).

La période de référence peut être fixée à 1 mois, étant donné que les variations de qualité dépendent en grande partie des variations des conditions climatiques des saisons et donc des mois de l'année.

Sur cette base, chaque entreprise de RTU doit définir un principe d'échantillonnage sur ses chantiers tout en veillant à réaliser un minimum de prélèvements (voir la section sur les prélèvements plus loin).

Pour les travaux de construction routière, Bitume Québec recommande, dans son guide¹⁴ les prélèvements suivants :

- Liant d'accrochage: 1 par projet;
- Bitume: 1 échantillonnage pour 3000 tonnes d'enrobés;
- Enrobé à chaud: 1 échantillonnage pour 300 tonnes.

¹⁴ « Guide de bonnes pratiques – La mise en œuvre des enrobés, ISBN 978-2-923714-00-4 (version imprimée), novembre 2008 » page 88 – paragraphe 7.1.3 - L'échantillonnage et les essais de laboratoire.

Au regard de la taille des projets dont il est question dans ce guide, voici les recommandations :

1 prélèvement tous les 1000 m de *tranchées*, ce qui équivaut à 1 prélèvement pour :

- 150 tonnes d'enrobé à chaud ;
- 480 m³ de remblai granulaire.

Cet échantillonnage est valable pour les *tranchées* peu profondes, soit celles dont les dimensions moyennes sont les suivantes :

- 0,60 m de largeur ;
- 0,10 m d'épaisseur d'enrobé à chaud ;
- 0,80 m de couche de remblai.

Par contre, les bétons doivent systématiquement faire l'objet de prélèvements et d'essais. Un minimum de 1 prélèvement doit être effectué par période de référence et par région.

Les interprétations se feront à l'occasion des rapports de synthèse produits par période de référence.

8.3_ FRÉQUENCE DES CONTRÔLES EN CHANTIER SELON L'ENVERGURE DES PROJETS

L'annexe 4 présente les différents contrôles de la qualité et propose certaines fréquences. Il est important de considérer une fréquence de contrôles selon l'envergure des projets réalisés. Pour tous les projets des *RTU* comportant des travaux importants ou des *tranchées* linéaires¹⁵, il est recommandé que les contrôles et l'inspection soient réalisés sur 100 % des projets. Pour les travaux mineurs ou de *tranchées* surfaciques¹⁶, étant donné le grand nombre de ce type d'interventions et de la faible envergure des travaux, un échantillonnage de 20 % des projets est proposé pour l'inspection et les contrôles. Également, dans le choix des projets couvrant 20 % des interventions, il est suggéré d'ajouter d'autres critères tels, si possibles, la couverture de toutes les villes, la couverture de tous les entrepreneurs utilisés par l'entreprise de *RTU*, de même que l'historique de qualité des travaux de chaque entrepreneur. Cette façon de faire assure une qualité des travaux la plus stable possible.

¹⁵ Une *chaussée* d'intervention *linéaire* comporte un resurfacement dont une dimension est significativement plus importante que l'autre. Le ratio de 3 pour 1 est utilisé comme règle de distinction ; c'est-à-dire qu'une *chaussée* d'intervention se classe comme linéaire si sa plus grande dimension est plus grande que trois fois sa plus petite dimension. « Guide d'évaluation de la performance des *chaussées* municipales »

¹⁶ Une *chaussée* d'intervention surfacique comporte un resurfacement dont les deux dimensions sont comparables. Le ratio de 3 pour 1 est utilisé comme règle de distinction ; c'est-à-dire qu'une *chaussée* d'intervention est surfacique si sa plus grande dimension est plus petite que trois fois sa plus petite dimension. « Guide d'évaluation de la performance des *chaussées* municipales ».

8.4_ ACCEPTATION DES TRAVAUX

Après le constat sur place, un rapport détaillé est dressé à la fin de chaque projet contrôlé, décrivant les opérations exécutées et les résultats obtenus. Les fiches techniques des produits peuvent être jointes au document.

En cas de non-conformité, le rapport doit expliquer les causes possibles et les actions de correction préconisées. Si la non-conformité n'est pas corrigée pour une raison ou une autre et qu'elle ne représente pas un enjeu important, elle doit être signalée et consignée au rapport.

8.5_ COMPILATION DES CONTRÔLES DE QUALITÉ

Pour chacun des types de contrôles précités, différentes actions, normes applicables et fréquences sont proposées dans le tableau présenté à l'annexe 4 : « Contrôles de la qualité des matériaux ». Ce tableau contient une compilation des principaux contrôles, normes et fréquences susceptibles de garantir une qualité minimale acceptable des réalisations de *tranchées* dans les *chaussées* municipales.

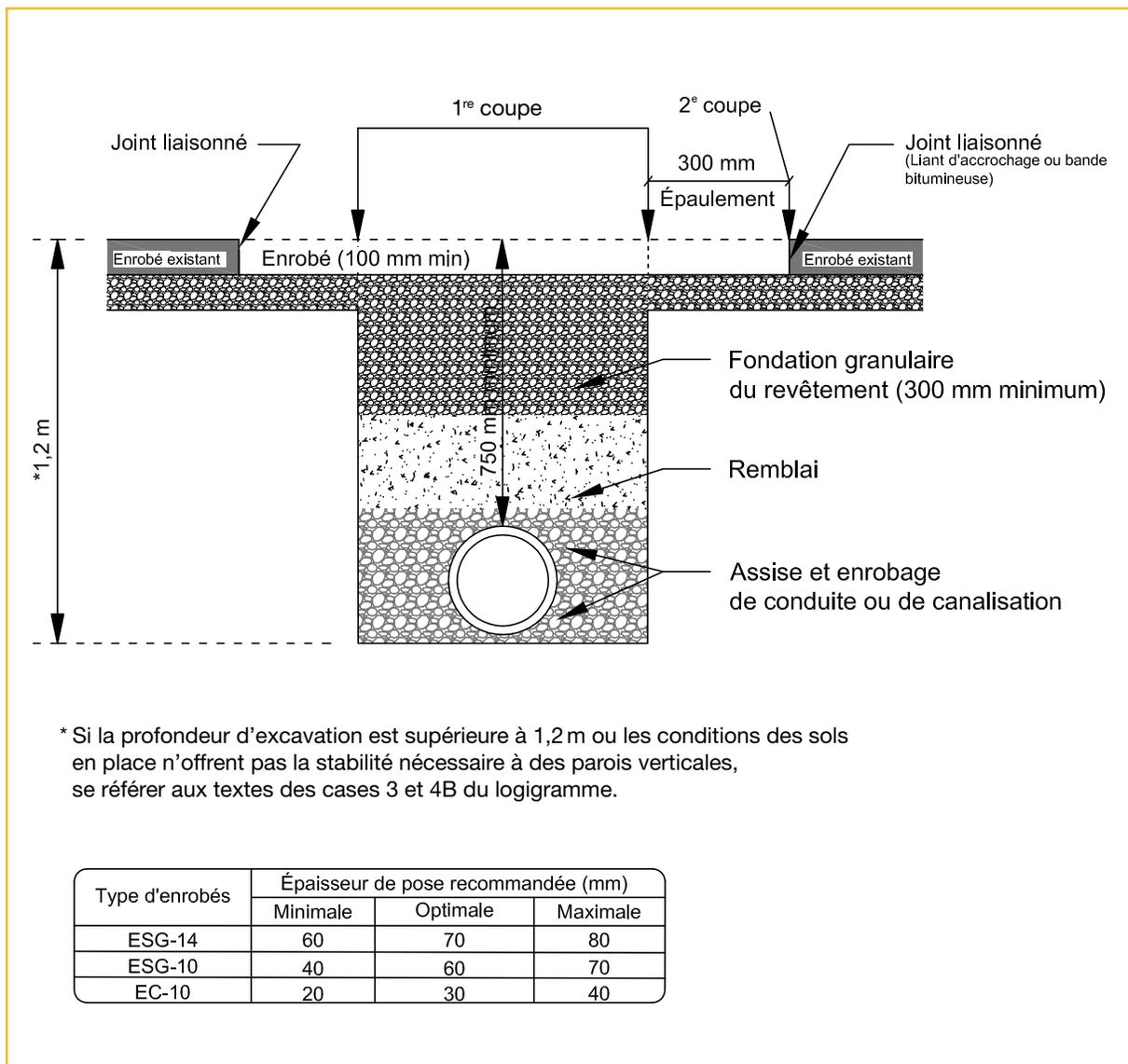
Le tableau n'est pas exhaustif, il peut être bonifié, mis à jour, voire modifié au besoin.

8.6_ COORDINATION DES CONTRÔLES ET DES MESURES DE PERFORMANCE

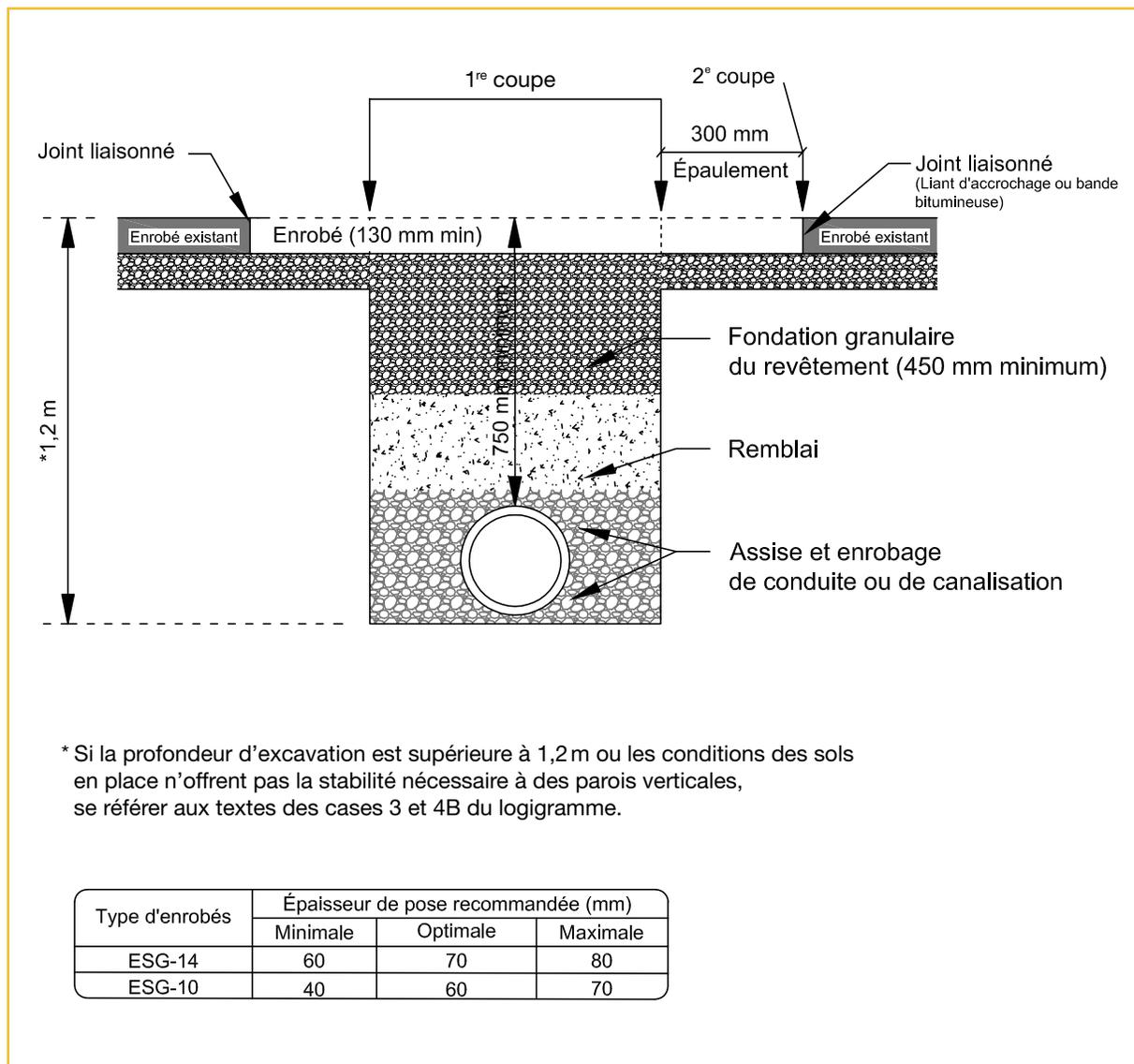
L'entreprise de *RTU* pourrait profiter de la fin de la période de contrôle des travaux pour procéder au relevé de performance de la campagne n°1, tel que proposé par le guide de performance du CERIU. Si l'entreprise de *RTU* utilise un contrat de services professionnels, elle peut intégrer les activités de la première campagne de performance aux activités de contrôles. Cette intégration ne représente pas d'enjeux importants, étant donné que les relevés s'effectuent sur une surface de pavage neuf, ce qui ne nécessite pas une grande expertise en auscultation des *chaussées*. Il est suggéré que ces relevés soient faits en présence de l'entrepreneur, de façon à permettre de corriger toute malfaçon détectée.

ANNEXES

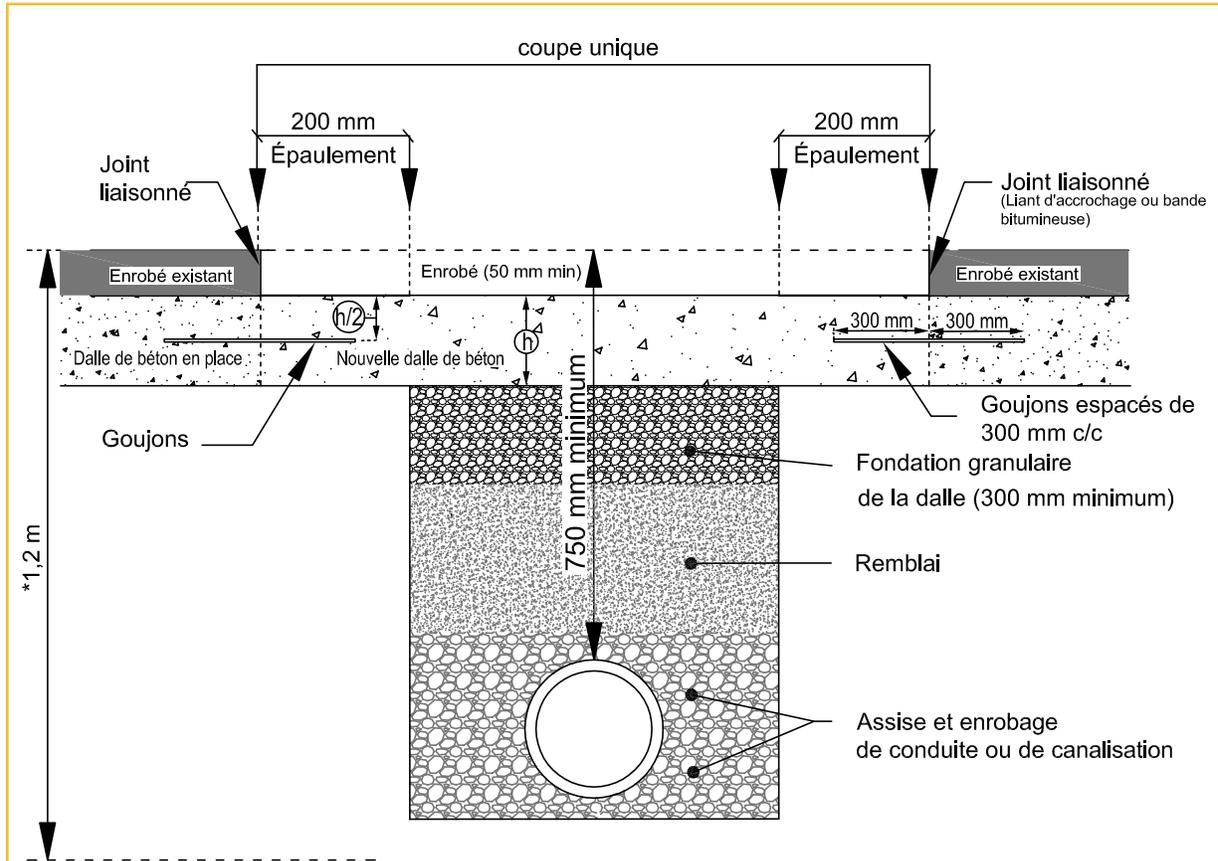
ANNEXE 1_ COUPE-TYPE D'UNE RUE RÉSIDENIELLE



ANNEXE 2_ COUPE-TYPE D'UNE RUE ARTÉRIELLE



ANNEXE 3_ COUPE-TYPE D'UNE CHAUSSÉE RIGIDE



* Si la profondeur d'excavation est supérieure à 1,2 m ou les conditions des sols en place n'offrent pas la stabilité nécessaire à des parois verticales, se référer aux textes des cases 3 et 4B du logigramme.

Type d'enrobés	Épaisseur de pose recommandée (mm)		
	Minimale	Optimale	Maximale
ESG-14	60	70	80
ESG-10	40	60	70

Note: Épaisseur (h) de la dalle doit être la même que celle en place sans être inférieure à 200 mm.

ANNEXE 4_ CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES MATÉRIAUX

	OBJETS DU CONTRÔLE	NORMES, LOIS ET RÈGLEMENTS	FRÉQUENCES ET COMMENTAIRES
SECTION 01_ CONTRÔLE DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION CHEZ LE FOURNISSEUR	1-1_ MATÉRIAUX GRANULAIRES		Une fois par an, au début de la saison des travaux
	1-1-1_ Nom du laboratoire certifié	ISO 9001	
	1-1-2_ Résultats complets des analyses granulométriques	Norme NQ 2560-114	
	1-1-3_ Résultats des essais de caractérisation intrinsèques et de fabrication selon la cadence spécifiée dans la norme	Norme NQ 2560-114	
	1-1-4_ Méthode d'amendement des matériaux si nécessaire		
	1-1-5_ Croquis de localisation de la réserve si nécessaire	Plan	
	1-2_ BÉTON		
	1-2-1_ Formule de mélange datée et signée	MTMDET 3101	
	1-2-2_ Identification et localisation de l'usine		
	1-2-3_ Certification BNQ de l'usine		
	1-2-4_ Résistance à la compression à 28 jours		
	1-2-5_ Pourcentage d'air		
	1-2-6_ Affaissement / étalement		
	1-2-7_ Calibre des granulats		
	1-2-8_ Rapport E/C		
	1-2-9_ Masse volumique		
	1-2-10_ Type de ciment		
	1-2-11_ Résultats complets de caractérisation des granulats fins		
	1-2-12_ Résultats complets de caractérisation des gros granulats		
	1-2-13_ Fiches techniques des adjuvants		
1-3_ ENROBÉS À CHAUD			
1-3-1_ Formule de mélange datée et signée	MTMDET 4202		
1-3-2_ Résultats de caractérisation de chaque classe granulaire			
1-3-3_ Classe de performance de bitume			

	OBJETS DU CONTRÔLE	NORMES, LOIS ET RÈGLEMENTS	FRÉQUENCES ET COMMENTAIRES
SECTION 02_ CONTRÔLE DES MATÉRIAUX À LA RÉCEPTION	2-1_ MATÉRIAUX GRANULAIRES		
	2-1-1_ Nom du fournisseur	Contrôle documentaire et visuel (attestation de conformité + bon de livraison)	À la réception - par chantier
	2-1-2_ Quantité du granulat		
	2-1-3_ Type de granulat		
	2-1-4_ N° de lot de production		
	2-1-5_ Tonnage net et cumulatif		
	2-2_ ENROBÉS À CHAUD		
	2-2-1_ Nom du fournisseur	Contrôle documentaire et visuel (Formule du mélange datée et signée + bon de livraison)	À la réception - par chantier
	2-2-2_ Emplacement de l'usine		
	2-2-3_ Type de mélange		
	2-2-4_ N° de formule		
	2-2-5_ Classe de performance du bitume (PG)		
	2-2-6_ Température de malaxage		
	2-2-7_ Tonnage net et cumulatif		
	2-2-8_ Date et heure de départ de l'usine		
	2-2-9_ N° de camion		
	2-2-10_ Copie attestation de conformité du bitume		
	2-3_ LIANTS D'ACCROCHAGE		
	2-3-1_ Nom du fournisseur	Art. 13.2 du CCDG	À la réception - par chantier
2-3-2_ Lieu de fabrication			
2-3-3_ Lieu d'entreposage et lieu d'expédition du liant à l'entrepreneur			
2-3-4_ Identité de l'entreprise qui entrepose et livre le liant à l'entrepreneur			
2-3-5_ Le type de liant d'accrochage (émulsion de bitume)			
2-3-6_ Le numéro de lot de production			
2-3-7_ Date de fabrication			
2-3-8_ Température min. / max. d'entreposage			
2-3-9_ Température min. / max. d'utilisation			

	OBJETS DU CONTRÔLE	NORMES, LOIS ET RÈGLEMENTS	FRÉQUENCES ET COMMENTAIRES
SECTION 02_ SUIITE CONTRÔLE DES MATÉRIAUX À LA RÉCEPTION	2-4_ BÉTON		
	2-4-1_ Fournisseur et identification de l'emplacement de la centrale	Contrôle documentaire et visuel (Formule de mélange datée et signée + bon de livraison)	À la réception - par chantier
	2-4-2_ N° du camion		
	2-4-3_ Volume dans le camion et volume cumulatif		
	2-4-4_ Heure de chargement du camion et heure d'arrivée au site		
	2-4-5_ Identification de la formule		
	2-4-6_ Résistance du mélange à 28 jours (MPa)		
	2-4-7_ Calibre des granulats		
	2-4-8_ Type de ciment		
	2-4-9_ % d'air entrainé		
	2-4-10_ Affaissement / étalement (mm)		
	2-4-11_ Noms et quantités des adjuvants ajoutés en chantier (facultatif)		
2-5_ REMBLAI SANS RETRAIT			
Idem que pour le béton	Contrôle documentaire et visuel (Formule de mélange datée et signée + bon de livraison)	À la réception - par chantier	
3-1_ COUCHES GRANULAIRES			
SECTION 03_ CONTRÔLES DE MISE EN ŒUVRE EN CHANTIER	3-1-1_ Enrobage et assise		La fréquence des contrôles doit être définie par l'entreprise de RTU selon ses interventions (envergure des projets, planification, quantités cumulées de matériaux, nature des matériaux, etc.) Elle doit cependant veiller à assurer un minimum par période de référence. Voir également la section 8.3
	Humidité	4 à 6 %	
	Compactage	90 %	
	3-1-2_ <i>Fondation</i> granulaire – Partie inférieure		
	Humidité	4 à 6 %	
	Compactage	95 %	
	3-1-3_ <i>Fondation</i> granulaire – 150 mm de la partie supérieure		
	Humidité	4 à 6 %	
	Compactage	98 %	
	3-1-4_ Prélèvement (Paragraphe 8.2. section 4)		

	OBJETS DU CONTRÔLE	NORMES, LOIS ET RÈGLEMENTS	FRÉQUENCES ET COMMENTAIRES	
SECTION 03_SUITE CONTRÔLES DE MISE EN ŒUVRE EN CHANTIER	3-2_ ENROBÉS À CHAUD			
	3-2-1_ Compactage	93 à 98 %	La fréquence des contrôles doit être définie par l'entreprise de RTU selon ses interventions (envergure des projets, planification, quantités cumulées de matériaux, nature des matériaux, etc.) Elle doit cependant veiller à assurer un minimum par période de référence. Voir également la section 8.3	
	3-2-2_ Prélèvement (Paragraphe 8.2. section 4)			
	3-2-3_ Température chantier (de mise en œuvre)	Limite de baisse 15°C		
	3-2-4_ Présence de ségrégation	Contrôle visuel		
	3-2-5_ Contrôle du camion (qualité du chargement, qualité de la toile)	Contrôle visuel		
	3-2-6_ Utilisation d'agent anticollant	Aucun carburant toléré		
	3-3_ BÉTON			
	3-3-1_ Température	Norme 3101 du MTMDET		
	3-3-2_ Affaissement			
	3-3-3_ Teneur en air			
	3-3-4_ Prélèvement (Paragraphe 8.2. section 4)			
	3-4_ LIANT D'ACCROCHAGE			
	3-4-1_ Conditions de surface (absence d'humidité, de poussière et de gel)	Contrôle visuel		
	3-4-2_ Uniformité de l'épandage			
	3-4-3_ Mûrissement du liant			
	3-5_ REMBLAI SANS RETRAIT			
	3-5-1_ Temps de drainage			
	Méthode visuelle			
	Boule Kelly	ASTM D6024		
	3-5-2_ Résistance à la compression	CSA A23.2- (1C, 3C et 9C) avec adaptation au RSR		

	OBJETS DU CONTRÔLE	NORMES, LOIS ET RÈGLEMENTS	FRÉQUENCES ET COMMENTAIRES
SECTION 04_ ESSAIS DE CONFORMITÉ DES MATÉRIAUX EN LABORATOIRE	4-1_ SOLS ET GRANULATS		Ces essais et tests sont produits mensuellement sur des prélèvements de matériaux à divers sites de travaux sur la base de l'envergure des travaux. (Voir guide section prélèvements)
	4-1-1_ Analyses granulométriques	Norme LC 21-040	
	4-1-2_ Masse volumique de référence (matériaux contenant moins de 10 % de particules < 80 µ)	Norme NQ 2501-255	
	4-1-3_ Détermination du pH (facultatif selon RTU)	Norme ASTM G51	
	4-1-4_ Détermination de la résistivité (facultatif selon RTU)	Norme ASTM G57	
	4-2_ BÉTON ET PRODUITS CONNEXES		
	4-2-1_ Essai de compression sur cylindre de béton de ciment	Norme CSA A23.2-14C	
	4-2-2_ Temps de prise d'un béton (si requis)	Norme ASTM C 403	
	4-2-3_ Vérification d'un mélange de béton	n/d	
	4-2-4_ Vérification d'un mélange de béton sans retrait	n/d	
	4-3_ ENROBÉS À CHAUD		
	4-3-1_ Analyse complète d'un mélange	MTMDET 4202	
	4-3-2_ Essai de densité brute, maximale et mesure d'épaisseur sur carotte		



La reproduction de ce document par quelque procédé que ce soit et sa traduction, même partielles, sont interdites sans l'autorisation du CERIU.

ISBN 978-2-9813046-5-0

Tous droits réservés.

© CERIU, novembre 2016



Centre d'expertise
et de recherche
en infrastructures
urbaines

1255, boul. Robert-Bourassa, bur. 800
Montréal (Québec) H3B 3W3
Canada

514 848-9885

info@ceriu.qc.ca
www.ceriu.qc.ca