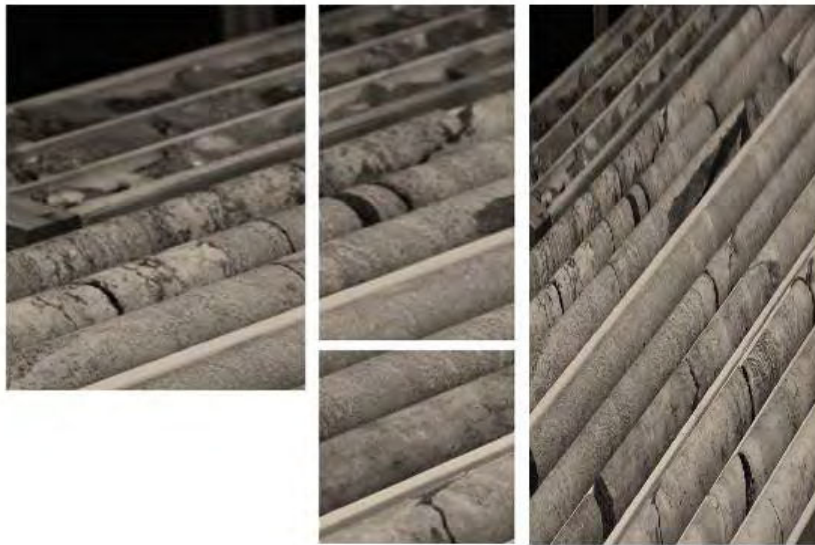


Guide pour la réalisation d'études de reconnaissance et de caractérisation des sols



**TITRE : Guide pour la réalisation d'études
de reconnaissance et de caractérisation des sols**

N° d'émission : 2

N° de révision : 1

Juillet 2024

VILLE DE LAVAL

Préparé par :

Maxime Paradis, ing.
Coordinateur en géotechnique
Conception de projets
Service de l'ingénierie

En collaboration avec :

Stéphanie Bougie, ing., M.Ing.
Daphnée Giroux, ing.

Juillet 2024

Table des matières

1. GÉNÉRALITÉS	5
1.1 DÉFINITION DES TERMES	5
1.2 OBJET	6
1.3 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	6
1.4 COLLABORATION	7
2. ÉVALUATION ET CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALES, ÉTUDE GÉOTECHNIQUE ET CONCEPTION DE CHAUSSÉE	8
2.1 ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DE SITE – PHASE I	8
2.1.1 Description générale et objectifs	8
2.1.2 Méthodologie et déroulement des études	9
2.1.3 Contenu du rapport	9
2.2.1 Description générale et objectifs	9
2.2.2 Méthodologie et déroulement des études	10
2.2.3 Contenu du rapport	10
2.3.1 Description générale et objectifs	11
2.3.2 Méthodologie et déroulement des études	11
2.3.3 Contenu du rapport	12
2.4 CONCEPTION DE CHAUSSÉE	13
2.4.1 Description générale et objectifs	13
2.4.2 Méthodologie	13
2.5 PERSONNEL AFFECTÉ	14
2.6 PORTÉE ET LIMITATION DES ÉTUDES	15
3. SONDAGES	16
3.1.1 Généralités	16
3.1.2 Nomenclature et rapport de sondage	16
3.1.3 Carottage de chaussée et forages	18
3.1.4 Tranchées de reconnaissance	19
3.1.5 Localisation des services souterrains et permis	19
3.1.6 Signalisation et occupation temporaire de la voie publique	20
3.1.7 Remise en état des lieux	20
3.1.8 Arpentage	20
3.1.9 Puits d'observation, piézomètres, tubes d'observation et échantillonnage de l'eau souterraine	21
3.1.10 Programme d'investigation – sondage et échantillonnage	21
3.1.11 Description et identification des échantillons	23
3.1.12 Carottage de la chaussée et du trottoir	23
3.1.13 Échantillonnage au carottier fendu	23
3.1.14 Échantillonnage au tube à paroi mince	24
3.1.15 Échantillonnage du roc	24

3.2	ESSAIS GÉOTECHNIQUES IN SITU ET EN LABORATOIRE	25
3.2.1	Essai à l'aide du scissomètre de chantier	25
3.2.2	Essai de pénétration dynamique au cône	25
3.2.3	Essai de perméabilité par la méthode Lefranc	25
3.2.4	Essai de perméabilité au bout d'un tubage	25
3.2.5	Essais d'eau sous pression dans le roc à paliers multiples	25
3.2.6	Essais au pressiomètre et au dilatomètre	25
3.2.7	Essais en laboratoire	25
3.3	ANALYSES CHIMIQUES	26
3.4	FRANÇAIS	26
4.	DOCUMENTS LIVRABLES	27
4.1	RAPPORTS ET DOCUMENTS PRODUITS	27
	ANNEXE A EXEMPLES DE FORMULAIRES DE SONDAGE ET CROQUIS (3 PAGES)	30

1. GÉNÉRALITÉS

1.1 DÉFINITION DES TERMES

À moins que le contexte n'indique un sens différent au présent guide, les définitions ci-après s'appliquent :

CONSULTANT :	L'individu, la compagnie, la corporation ou la société auquel les travaux décrits au présent document ont été confiés ou ses représentants dûment autorisés.
ÉQUIPEMENT :	Véhicule, machinerie, outillage et tous autres accessoires nécessaires à l'exécution des travaux.
SOUS-TRAITANT :	Toute personne, compagnie, société ou corporation à qui le Consultant confie directement une partie de l'exécution de travaux et/ou de la fourniture de matériaux.
VILLE :	La Ville de Laval ou ses représentants dûment autorisés.
LQE :	Loi sur la qualité de l'Environnement.
MELCCFP :	Le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec ou ses représentants dûment autorisés.
CEAEQ :	Centre d'expertise et analyse environnementale du Québec.
MTQ :	Le ministère des Transports du Québec ou ses représentants dûment autorisés.
INGÉNIEUR :	Désigne un membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ) qui possède son permis d'exercice de la profession.
GÉOLOGUE :	Désigne un membre de l'Ordre des géologues du Québec (OGQ) qui possède son permis d'exercice de la profession.
CHIMISTE :	Désigne un membre de l'Ordre des chimistes du Québec (OCQ) qui possède son permis d'exercice de la profession.
ÉESA :	Désigne un évaluateur environnemental de site agréé par l' <i>Association québécoise de vérification environnementale (AQVE)</i> .
ZONE À RISQUE :	Zone susceptible d'être contaminée (qui présente une ou des substances d'origine anthropique potentiellement contaminante), tel que défini dans le guide de caractérisation des terrains du MELCCFP.

1.2 OBJET

Le présent guide énonce les exigences et prescriptions de réalisation des études de reconnaissance et de caractérisation des sols d'ordre géotechnique et environnementale (phase I et phase II) à effectuer dans le cadre des divers projets d'aménagement d'infrastructures municipales, de bâtiments et d'espaces publics à la Ville de Laval.

Ces études et caractérisations ont pour principal but de recueillir et fournir les données et les informations ainsi que les recommandations nécessaires à la préparation de plans et devis pour la réalisation des divers projets d'aménagement d'infrastructures municipales, de bâtiments et d'espaces publics à la Ville de Laval.

1.3 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Les méthodes d'investigation, d'échantillonnage et de conservation, les méthodes de calcul ainsi que les corrélations géotechniques, les normes, les cahiers des charges, les directives, les règlements et autres documents sur lesquels se base le présent guide, sans s'y limiter, sont les suivants :

- Manuel canadien d'ingénierie des fondations (MCIF);
- Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés, MELCCFP;
- Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) (RLRQ c. Q-2), qui comprend entre autres les règlements;
 - Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement (REAFIE c. q-2, r. 17.1.);
 - Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (RPRT c. q-2, r.37);
 - Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés (q-2, r.46);
 - Règlement concernant la traçabilité des sols contaminés excavés (q-2, r.47.01);
 - Règlement concernant la valorisation de matières résiduelles (RVMR c. q-2, r.49);
- Cahier des charges spéciales pour la construction et/ou la réhabilitation des infrastructures routières, Ville de Laval, en vigueur;
- Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc, Ville de Laval, en vigueur;
- Tome I – Conception routière de la collection Normes – Ouvrages routiers du MTQ;
- Tome II – Conception routière de la collection Normes – Ouvrages routiers du MTQ;
- Tome III – Ouvrages d'art de la collection Normes – Ouvrages routiers du MTQ;
- Tome V – Signalisation routière de la collection Normes – Ouvrages routiers du MTQ;
- Code national du bâtiment – Canada 2020;
- Profil de compétences – Géotechnique, Ordre des Ingénieurs du Québec (O.I.Q.);
- Tout autre ouvrage de référence, guide, norme, loi, règlement ou autre document en vigueur et applicable au mandat.

Sauf avis contraire, il est entendu que toute mention de guide, norme, règlement, loi ou autre document, fait référence à la version en vigueur au moment de la réalisation du mandat.

1.4 COLLABORATION

Compte tenu de son expertise professionnelle, le Consultant doit collaborer étroitement avec la Ville et les autres personnes impliquées dans la réalisation du projet et leur offrir tout le support requis.

À cet effet, durant le processus d'élaboration des plans et devis et lors de la réalisation des travaux, le Consultant peut devoir participer à des rencontres de travail et/ou de démarrage ainsi qu'à des échanges avec la Ville et/ou la firme d'ingénieurs-conseils responsables du projet.

2. ÉVALUATION ET CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALES, ÉTUDE GÉOTECHNIQUE ET CONCEPTION DE CHAUSSÉE

Tout projet d'aménagement, de développement, de construction, de réhabilitation ou de reconstruction d'infrastructures municipales doit faire l'objet d'une étude géotechnique et de caractérisation environnementale des sols afin d'identifier les conditions de terrains et établir les recommandations d'ordre géotechnique et environnemental requises pour la conception et la réalisation du projet. Sauf indication contraire par le responsable de la Ville, une étude de caractérisation phase I doit toujours précéder une étude de caractérisation phase II.

À moins qu'il n'en soit jugé autrement par les professionnels responsables du projet, les études géotechniques et de caractérisation environnementale doivent être réalisées selon les exigences et les prescriptions normalisées du présent guide. Également, et plus spécifiquement, selon la nature et l'étendue du projet, les exigences de base prescrites dans la présente section doivent être prévues pour les diverses études à réaliser.

Les divers calculs et recommandations, même sommaires, doivent reposer sur trois (3) exigences de base, soit un nombre adéquat de sondages, une profondeur suffisante et un échantillonnage approprié. Le terme « sondage » est un terme général par opposition aux termes spécifiques tels que forage, tranchée de reconnaissance, profil scissométrique, essai de pénétration, dynamique et autres qui font référence à des techniques spécifiques.

En complément aux exigences énoncées ci-après et pour tous types de projets, le Consultant est entièrement responsable de l'établissement du programme d'investigation (nombre et type de sondages, emplacement et profondeurs sondées, la fréquence et le type d'échantillonnage, d'essais et d'analyses). Il doit s'assurer que le programme d'investigation soit adéquat, suffisant et approprié pour les conditions de terrain en place et le type de projet afin d'obtenir toutes les informations requises pour le projet.

2.1 ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DE SITE – PHASE I

2.1.1 Description générale et objectifs

L'évaluation environnementale de site - phase I (phase I) devra permettre de conclure s'il existe ou non un risque de contamination, et de déterminer s'il y a lieu de procéder à une caractérisation environnementale de site phase II. Elle permettra d'établir une stratégie d'échantillonnage en fonction des conclusions de l'étude. Cette phase I devra être réalisée selon le Guide de caractérisation des terrains du MELCCFP.

2.1.2 Méthodologie et déroulement des études

Les principales étapes à effectuer pour bien évaluer les risques de contamination d'un terrain devront comprendre l'établissement de l'historique du site (la recherche de l'information existante, la visite du terrain, etc.), la compilation des renseignements recueillis et l'interprétation des données, le modèle conceptuel, ainsi qu'un rapport complet faisant état des résultats obtenus et des recommandations.

2.1.3 Contenu du rapport

Le rapport devra faire état de tous les documents consultés et des résultats obtenus à l'occasion de cette étude. Le rapport devra comprendre les chapitres et les annexes spécifiés au Guide de caractérisation des terrains.

Le Consultant devra fournir un rapport détaillé concluant sur le risque de contamination du terrain, et statuant sur la nécessité ou non de réaliser une étude de caractérisation environnementale phase II.

Il devra, entre autres, identifier le(s) zone(s) à risque et qualifier le potentiel de contamination du site en fonction des résultats obtenus lors de ses recherches et des observations qu'il aura faites sur le terrain. Il devra préciser les aspects à vérifier dans la phase II de caractérisation, soit évaluer les activités susceptibles de contaminer les médiums, les secteurs susceptibles de présenter une contamination des sols et/ou de l'eau souterraine, la liste des contaminants potentiels ainsi que tout autres besoins de renseignements supplémentaires.

Le rapport devra également spécifier s'il s'est exercé ou non une activité industrielle ou commerciale appartenant à l'une des catégories désignées par le *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* (RPRT; RLRQ, c. Q-2, r.37), en précisant son code SCIAN s'il y a lieu.

2.2 CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE – PHASE II

2.2.1 Description générale et objectifs

La caractérisation environnementale (phase II) d'un terrain a pour but de déterminer la présence ou l'absence de contamination sur celui-ci en fonction de la phase I, le cas échéant. Elle sert à établir l'ampleur et la nature de la contamination des sols, des matières résiduelles et de l'eau souterraine en vue de formuler les recommandations appropriées à l'usage auquel il est destiné et d'estimer les coûts associés à la gestion des déblais et de l'eau contaminée, s'il y a lieu. La phase II permet également de vérifier la présence et la qualité des remblais, la présence de voies préférentielles de transport des substances ainsi que les récepteurs potentiels.

Lorsqu'un terrain comporte au moins une zone à risque, l'étude phase II doit être planifiée à partir du modèle conceptuel établi lors de l'étude phase I, en tenant compte des objectifs, du milieu et de la nature des futurs travaux. La procédure à suivre est présentée à la figure 3 du Guide de caractérisation des terrains. Le modèle conceptuel est évolutif et devra être mis à jour avec les résultats de l'étude phase II.

Il importe de préciser que l'ampleur d'une étude de caractérisation environnementale – phase II devra être adaptée en fonction du besoin exprimé par le requérant et le contexte dans lequel s'inscrit la demande. À titre d'exemple, dans le cadre d'une transaction immobilière, l'étude demandée pourrait servir à effectuer une vérification préliminaire ou sommaire de la présence et du niveau de contamination d'un terrain ou d'une partie de terrain, où l'ampleur de l'étude sera fonction du risque de contamination potentiel, du budget disponible pour faire l'étude ou d'autres considérations particulières.

2.2.2 Méthodologie et déroulement des études

L'étude de caractérisation environnementale phase II doit être effectuée au moyen de sondages, de prélèvements d'échantillons et d'analyses et d'essais in situ et en laboratoire. Les travaux réalisés doivent permettre l'évaluation des caractéristiques environnementales des remblais, des matières résiduelles, des formations naturelles et de l'eau souterraine, le cas échéant et ce, en vue de la conception préliminaire des ouvrages projetés.

La caractérisation doit respecter les exigences imposées par la LQE, le Guide d'intervention - Protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MELCCFP et être conforme aux différents guides et règlements applicables. L'étude comportera également les recommandations nécessaires aux travaux de gestions des déblais et/ou de réhabilitation, s'il y a lieu.

Le Consultant doit réaliser tous les essais et les analyses nécessaires pour appuyer les descriptions, évaluations et recommandations qu'il doit produire à l'intérieur du projet.

Le Consultant est entièrement responsable de l'emplacement des sondages, de leur profondeur et de la fréquence d'échantillonnage en relation avec les sources potentielles de contamination identifiées lors de la phase I et d'autre part, avec l'objectif du mandat. Lorsque applicable, des méthodes d'investigation qualitatives peuvent être utilisées, entre autres, pour aider à délimiter les zones à risques établies lors de l'étude phase I, détecter par exemple un ancien réservoir ou d'autres matériaux enfouis, et ainsi localiser les sondages. Ces méthodes restent complémentaires aux analyses chimiques, qui doivent être réalisées par un laboratoire analytique accrédité par le Ministère.

Lorsque des recommandations d'ordre géotechnique sont nécessaires à la conception et à la réalisation du projet, l'étude géotechnique doit être effectuée concurremment à celle environnementale. Dans tous les cas, celle-ci doit être conforme à toutes les exigences du présent guide. De plus, la méthodologie et le contenu du rapport en lien aux aspects géotechniques sont spécifiés dans la section 2.3.

2.2.3 Contenu du rapport

Le rapport doit faire état de tous les travaux réalisés et des résultats obtenus à l'occasion de cette étude. Il doit inclure tout tableau, figure, plan ou coupe nécessaires à la compréhension du texte. Précisément, le rapport doit être constitué des chapitres et des annexes spécifiées au Guide de caractérisation des terrains (art. 4.12). Tel que spécifié à ce même article, les études doivent être signées par un spécialiste travaillant dans le domaine de l'environnement (professionnel comme défini à l'article 31.42 de la LQE, évaluateur environnemental de site accrédité, etc.).

Les données et les rapports de sondages pertinents en provenance d'études existantes doivent être incorporés au rapport de caractérisation.

Le Consultant doit également donner un avis technique sur le potentiel de migration des contaminants hors site, le cas échéant.

Le rapport doit spécifier s'il s'est exercé ou non une activité industrielle ou commerciale appartenant à l'une des catégories désignées par le RPRT, en précisant son code SCIAN (1997), s'il y a lieu.

Les études de caractérisation environnementale réalisées en application des dispositions de la section IV du chapitre IV (titre I) de la LQE (article 31.67) doivent être signées par un professionnel au sens de l'article 31.42 de la LQE et doivent contenir les éléments inclus au tableau de contrôle e Étude de caractérisation de terrain de phase II disponible sur le site internet du MELCCFP. Le rapport devra être accompagné du tableau de contrôle rempli et signé par le professionnel.

Un tableau synthèse des niveaux et volumes de contamination des sols doit être inclus dans le rapport.

Les résultats des analyses chimiques doivent être présentés sous forme de tableaux dans lesquels les concentrations de contaminants sont comparées aux critères génériques du Guide d'intervention du MELCCFP, aux valeurs limites du Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RLRQ, c. Q 2, r.18) (RESC), aux normes tirées des articles 3 et 4 du Règlement sur les matières dangereuses (RMD) et à toutes autres réglementation applicable ainsi qu'aux normes maximales au regard des lois, règlements et politiques en vigueur du MELCCFP et des différents règlements de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) applicables.

Le mode approprié de gestion des sols, des matières résiduelles et des eaux souterraines manipulés doit également apparaître dans le rapport.

Les rapports de sondages et les certificats d'analyses chimiques doivent être annexés au rapport de caractérisation.

Lorsque demandé, le Consultant produira aussi, sous pli séparé, une évaluation détaillée des coûts de gestion des déblais ou de réhabilitation environnementale. Cette évaluation inclura, entre autres et sans s'y limiter, les coûts reliés aux travaux de démantèlement des matériaux, des infrastructures existantes, à la gestion des eaux, au remblayage du terrain et à la surveillance environnementale des travaux de réhabilitation, si requis.

Lorsque les données sur le développement du site ne sont pas connues, ces évaluations seront d'ordre général ou préliminaire. Autrement, ces évaluations tiendront compte de ces données et seront détaillées et finales.

2.3 ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

2.3.1 Description générale et objectifs

L'étude géotechnique consiste à déterminer la nature et les propriétés du sol, du roc et de l'eau souterraine au site désigné, à interpréter les données recueillies, établir les conditions géotechniques de site et les risques associés à celles-ci et à formuler les recommandations d'ordre géotechnique qui permettront de concevoir et de réaliser à un coût minimum, un projet qui rencontrera les exigences de performance établies par la pratique.

Toute étude géotechnique doit être menée selon les principes énoncés dans le profil de compétences – Géotechnique décrit par l'Ordre des Ingénieurs du Québec (O.I.Q.).

Au besoin, pour certaines de ces études, la mise en place d'instrumentation permettant de mesurer et suivre les mouvements des sols et matériaux et/ou d'établir par l'installation de piézomètres et l'interprétation des relevés piézométriques, les niveaux de l'eau souterraine et les pressions interstitielles s'exerçant sur les ouvrages à construire seront également requis.

2.3.2 Méthodologie et déroulement des études

Cette étude nécessite qu'une investigation géotechnique au moyen de sondages, de prélèvement d'échantillons et d'essais in situ et en laboratoire soit réalisée.

Le Consultant doit avoir une connaissance de la géologie locale et anticiper la réponse du terrain aux sollicitations induites par les structures existantes et projetées. La sélection des méthodes d'échantillonnage et des essais à réaliser nécessitera une compréhension des mécanismes de rupture et de la nature des formations géologiques rencontrées. Le programme de sondages, d'échantillonnage et d'essais réalisés doit également permettre de déceler les conditions qui pourraient être défavorables à la stabilité des ouvrages, telles une couche de moindre résistance ou une mince couche perméable qui serait critique lors des excavations. Il reflétera de plus la réalité de terrain et les données existantes disponibles, en plus d'être optimisé de manière à ne pas réaliser de sondages, d'essais ou d'analyses superflus.

Pour chaque projet à réaliser, le Consultant doit s'assurer d'obtenir une description du site, du projet à réaliser ainsi que des données existantes disponibles. Le Consultant doit analyser l'ensemble de ces données afin d'établir et de justifier le programme de sondages et d'essais requis. Le programme d'investigation et d'essais doit être inspiré des principes généraux énoncés dans le chapitre 4, Reconnaissance des sites, du MCIF, de l'expérience acquise dans des projets similaires et des prescriptions énoncées dans le présent guide.

Le Consultant doit s'assurer que les informations recueillies lors des investigations géotechniques répondent complètement aux besoins de l'étude. Lorsque la stratigraphie des sols rencontrés diffère des conditions anticipées, le Consultant doit aussitôt revoir et apporter les changements appropriés au programme de sondages et d'essais afin de recueillir toutes les données pertinentes pour répondre aux besoins du projet.

Les études géotechniques pour la construction ou la réhabilitation de services municipaux doivent contenir toutes les informations nécessaires à la conception de ces ouvrages conformément aux divers Cahiers des charges en vigueur de la Ville de Laval.

Les études géotechniques pour la construction ou la remise aux normes des structures qui sont considérées comme des ouvrages d'art selon les critères établis dans les normes du MTQ doivent contenir toutes les informations nécessaires à la conception de ces ouvrages conformément au Code canadien sur le calcul des ponts routiers (CAN/CSA-S6-19).

Pour les bâtiments, elle doit inclure les recommandations pertinentes pour une conception conforme au Code de construction du Québec (RLRQ, c. B-1.1, r-2).

Lorsque les exigences imposées par la LQE ou le Guide d'intervention - Protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MELCCFP le demandent et/ou lorsqu'une gestion des sols excavés est nécessaire, une caractérisation environnementale du terrain doit être effectuée. Celle-ci doit être réalisée concurremment à l'étude géotechnique. Lorsque celle-ci est requise, elle doit être menée conformément aux exigences du présent guide. De plus, la méthodologie et le contenu du rapport en lien aux aspects environnementaux sont spécifiés dans la section 2.2 précédente.

2.3.3 Contenu du rapport

Le rapport doit faire état de tous les documents consultés et des résultats obtenus à l'occasion de cette étude. Il doit inclure tout tableau, figure, coupe ou plan nécessaires à la compréhension du texte.

Le rapport doit traiter, sans s'y limiter, de tous les éléments suivants lorsqu'ils sont pertinents à l'étude :

- Objet de l'étude (mandat description du projet);
- Description et localisation du site;
- Description des ouvrages existants (projets de réfection);
- Méthode de reconnaissance en chantier et en laboratoire;
- Nature et propriétés physiques et mécaniques des sols (remblais et formations naturelles) et du roc;
- Niveaux de l'eau souterraine;
- Conclusions et recommandations géotechniques nécessaires à la conception et à la réalisation du projet de façon que les ouvrages projetés soient pleinement fonctionnels et que leur construction soit économique pour la Ville;
- Excavations : stabilité temporaire, soutènement, assèchement, protection des ouvrages existants;

- Fondations : recommandation du meilleur type de fondation, de la profondeur d'assise, des résistances géotechniques aux états limites, du tassement calculé, de la préparation du fond de l'excavation;
- Détermination de la catégorie d'emplacement sismique du site selon le CNB, édition en vigueur, lorsque requis;
- Conduites : recommandation sur la mise en place de conduites (assise et enrobage), de la préparation du fond de l'excavation, le remplissage de la tranchée, le potentiel de réutilisation des matériaux d'excavation, du type, de la nature et du degré de compaction de tous les matériaux utilisés;
- Chaussées : recommandation sur la structure de chaussée à mettre en place, soit le type, l'épaisseur et le degré de compaction des matériaux de la sous-fondation, de la fondation granulaire ainsi que des enrobés bitumineux, sur la préparation de l'infrastructure;
- Travaux : mesures particulières d'inspection de contrôle de la qualité ou de suivi requises en cours de travaux; instrumentation spéciale pour le suivi de la performance; mesures dictées par des conditions locales particulières (ex. : glissement de terrain ou séisme, sols sensibles au remaniement, au gel et aux vibrations, venues d'eau souterraine);
- Annexes (cartes, plans, photographies, rapports de sondages, d'analyses en laboratoire, et autres documents pertinents).

Les données et les rapports de sondages pertinents provenant des études existantes doivent être incorporés au rapport d'étude géotechnique. Celui-ci doit inclure une description de toutes les formations naturelles de sol, ainsi que des remblais rencontrés dans les sondages. Le chapitre recommandations doit inclure toutes les recommandations d'ordre nécessaires à la conception et à la réalisation du projet.

Le Consultant considérera qu'il pourra être appelé à préciser ses recommandations géotechniques ou encore à répondre aux questions des concepteurs relativement aux aspects géotechniques et environnementaux du projet lors de la préparation des plans et devis ou encore en cours de travaux de construction.

Lorsque toutes les données sur le développement du site ne sont pas connues, ces recommandations seront d'ordre général ou préliminaire, mais elles doivent être finales et détaillées dans le cas contraire.

2.4 CONCEPTION DE CHAUSSÉE

2.4.1 Description générale et objectifs

Dans le cadre des études géotechniques décrites précédemment, le Consultant pourrait avoir à effectuer la conception des chaussées. À cet effet, le Consultant devra déterminer la structure de chaussée adéquate pour répondre aux sollicitations auxquelles elle sera soumise pendant la durée de vie anticipée. Le Consultant devra prendre en compte que la mise en œuvre de ces matériaux se fera dans un contexte municipal, les recommandations du MTQ pourraient ne pas être optimales et devoir être adaptées. Les durées de vie anticipées pour les structures de chaussées flexible et rigide suggérées sont respectivement de 25 et 30 ans.

2.4.2 Méthodologie

En utilisant les données récoltées lors des campagnes de forages géotechniques, l'Adjudicataire émettra ses recommandations qui devront prendre en compte les éléments listés ci-après. Les matériaux constituant la chaussée doivent référer aux exigences du cahier des charges spéciales pour la construction et/ou la réhabilitation des infrastructures routières de la Ville de Laval, version en vigueur.

Le Consultant utilisera le logiciel de dimensionnement de chaussée CHAUSSÉE© (Version 2) du MTQ pour les chaussées flexibles et le logiciel WinPas de l'American Concrete Pavement Association (ACPA) pour les chaussées rigides. Autrement, il identifiera dans son rapport, quel outil de calcul il aura utilisé avec un justificatif et inclura en annexe les données et les résultats extraits de l'outil.

De plus, il devra sans s'y limiter, tenir compte des éléments suivants :

- La circulation de véhicules lourds (camion et/ou autobus);
- Le débit journalier moyen annuel (DJMA). Si cette information n'est pas disponible, l'Adjudicataire fera une hypothèse en fonction du trafic observé et anticipé et du type de secteur (commercial, industriel, résidentiel, etc.). Les hypothèses devront être présentées au rapport;
- Le respect des épaisseurs de pose des enrobés recommandées par le MTQ ou par le Centre d'Expertise et de Recherche en Infrastructures Urbaines (CÉRIU) ou celles prescrites par le manufacturier, le cas échéant;
- La nature des sols d'infrastructure;
- L'état de la chaussée à réhabiliter (type et sévérité des défauts).

Le rapport d'étude de conception de chaussée contiendra au minimum les éléments suivants (ils pourront être mesurés ou estimés par l'Adjudicataire) :

- La durée de vie anticipée de l'ouvrage;
- La nature des sols d'infrastructure considérée dans les calculs;
- L'état de la chaussée à réhabiliter (type et sévérité des défauts selon la nomenclature du MTQ et leurs causes probables);
- L'identification de la vocation de la rue (locale, collectrice ou artérielle), à partir du trafic observé dans le secteur (incluant la présence d'un corridor réservé aux autobus s'il y a lieu, leur type (articulé ou non) et les numéros de circuits);
- Le nombre d'équivalent de charge axiale simple (ÉCAS) de 8 160 kg utilisé pour le dimensionnement de la chaussée et tous les éléments et/ou hypothèses qui auront été utilisés pour le déterminer;
- Les précautions à prendre en présence de sols d'infrastructure sensibles au remaniement, de sols instables ou compressibles, etc.;
- L'épaisseur et la nature de chacune des couches constituant la structure de chaussée (enrobés et matériaux de la fondation granulaire), ainsi que le taux de compacité exigé pour chacune des couches;
- Le type et le taux résiduel (l/m²) de liant d'accrochage à mettre en place entre chacune des couches d'enrobé ou sur le support en béton ou plané;
- Tout autre élément ou matériau qui peut être requis pour la mise en œuvre de la chaussée, tels qu'une membrane géotextile, géogrille, adhésif pour joint froid, drain de rive, etc.

2.5 PERSONNEL AFFECTÉ

Le Consultant doit s'adjoindre les services de tous les professionnels et spécialistes requis pour remplir adéquatement ses mandats. Le personnel affecté aux études doit posséder les compétences, les qualifications professionnelles, les ressources et l'outillage nécessaires à la bonne exécution des travaux et au respect des normes de sécurité relatives au type de travail à réaliser.

Tous les rapports d'étude géotechnique doivent être obligatoirement signés par un ingénieur membre en règle de l'Ordre des Ingénieurs du Québec (O.I.Q.). Tous les rapports d'étude et/ou de caractérisation environnementale doivent être signés par un professionnel, membre en règle de son ordre professionnel ou un ÉESA avec une expérience reconnue en environnement.

2.6 PORTÉE ET LIMITATION DES ÉTUDES

Il est convenu que les rapports s'adressent uniquement au requérant ainsi qu'à la Ville de Laval, que les rapports sont pris comme un tout et incluent tous les plans et annexes correspondants. Il est cependant également convenu que la Ville pourra utiliser et interpréter les rapports de sondages et documents qui leur sont associés de façon indépendante du rapport d'étude et possiblement dans le cadre d'autres projets. Les rapports pourront également être transmis à de tierces parties.

Il est convenu que les études réalisées par le Consultant seront employées par les concepteurs des projets, qu'ils soient de la Ville ou d'une tierce partie, afin de les guider au niveau des aspects géotechniques et environnementaux à travers leur conception. Les études seront employées par les entrepreneurs mandatés pour leur réalisation. Les recommandations incluses aux rapports d'étude demeurent de la responsabilité de ceux qui les ont formulées.

Au besoin, il pourra être recommandé que les services d'un ingénieur spécialisé en géotechnique soient retenus lors de la réalisation des travaux de l'ouvrage pour lequel l'étude a été réalisée afin de s'assurer de la similarité des conditions effectives du sous-sol avec celles décrites au rapport. Cet ingénieur pourra provenir de la Ville ou de toute autre organisation désignée par celle-ci.

Il est entendu que les conditions, tant géotechniques qu'environnementales, de sol, de matériaux, de roc et d'eau peuvent varier en plan ou en profondeur entre les sondages. De plus, les conditions d'eau souterraine peuvent varier selon les saisons, les années et les conditions atmosphériques. Il est cependant convenu que le Consultant s'assurera de maximiser la représentativité des données qu'il recueillera.

3. SONDAGES

3.1.1 Généralités

Les travaux de sondages consistent à effectuer une reconnaissance des couches de sol et/ou de roc à différentes profondeurs au moyen d'échantillonnage et d'essais suivant les normes établies et à fournir les données obtenues sous forme de rapport. L'identification des matériaux géologiques sera complète et détaillée, afin de permettre d'évaluer leurs propriétés et leurs caractéristiques. La valeur des décisions prises par le concepteur dépend de la qualité des informations rapportées.

Les méthodes de sondage utilisées seront adaptées aux besoins de l'étude et permettront l'échantillonnage ainsi que la réalisation des analyses, des essais in situ et de laboratoire nécessaires à l'établissement des caractéristiques environnementales et géotechniques des remblais, des matériaux naturels et du roc sous-jacents de même que des eaux souterraines.

Les forages et les tranchées de reconnaissance constituent les deux (2) méthodes de sondage les plus couramment utilisées dans le cadre des études géotechniques et des caractérisations environnementales.

3.1.2 Nomenclature et rapport de sondage

Les sondages doivent être numérotés de façon consécutive, indépendamment du type de sondage réalisé. Chaque sondage doit être identifié comme suit :

Code du site - Numéro de projet de la Ville - Type de sondage - Numéro séquentiel de sondage (exemple : FA-37581-F-01).

En ce qui concerne le code de site, ce dernier correspond à l'abréviation de l'ex-ville où se situe le sondage. À ce propos, une carte délimitant les ex-villes en format .dwg (à ouvrir avec AutoCAD) est disponible sur le site de la Ville alors que la liste des codes de site correspondants à utiliser dans la nomenclature est présentée dans le **tableau no 1** ci-dessous.

Tableau no 1 : Code du site en fonction du nom de l'ex-ville

Code du site	Nom de l'ex-ville
AU	Auteuil
CH	Chomedey
DO	Sainte-Dorothée
DU	Duvernay
FA	Fabreville
FR	Saint-François
IL	Iles-Laval
LA	Laval
LL	Laval-sur-le-Lac
LO	Laval-Ouest
LR	Laval-des-Rapides
PV	Pont-Viau
RO	Sainte-Rose
VI	Vimont
VP	Saint-Vincent-de-Paul

En ce qui concerne le type de sondage, la nomenclature est la suivante :

F : Forage

TR : Tranchée de reconnaissance

PO : Puits d'observation

Les rapports de sondage indiqueront les noms du Consultant et de l'entrepreneur qui a réalisé le sondage, ces rapports indiqueront, sans s'y limiter, le numéro de projet de la Ville et le numéro du sondage, la profondeur et la description de chaque couche de terrain, un résumé stratigraphique, la profondeur du prélèvement de chaque échantillon, le type d'échantillonneur utilisé, le pourcentage de récupération de chaque échantillon, une description des opérations de sondage pour chaque course, la vérification de remontées de sable dans le forage ou les pertes d'eau dans le roc. Ce rapport sera signé par le technicien qui a supervisé le sondage et par le professionnel (ingénieur ou géologue) au service du Consultant.

La version finale et signée des rapports de sondage et des essais associés sera produite à partir du logiciel Geotec MC de la compagnie Sobek Technologies inc. Les données géotechniques (description des sondages et résultats d'essais géotechniques) seront fournies sous forme structurée compatible avec la base de données Geotec MC (514.285.5511, www.sobek-technologies.com) de la Ville (fichier .mdb) et respecteront la dernière version du guide Utilisation de Geotec MC - Exigences de saisie préparée par cette dernière (disponible sur demande). Des exemples de rapports de sondages recommandés sont présentés à l'annexe A. Les renseignements suivants apparaîtront aux rapports (sans s'y limiter) :

- Le numéro du sondage;
- Les coordonnées géodésiques du sondage;
- La description du projet;
- Le nom du requérant;
- La localisation précise du sondage par rapport aux repères physiques sur le terrain, en complément aux coordonnées géodésiques (p.ex. face à un numéro civique, distance par rapport à une rue transversale, à un trottoir ou une bordure, etc.);
- Le nom de la compagnie de forage et le type de foreuse utilisée;
- Le diamètre de la tarière et l'inclinaison du forage;
- Les types et dimensions des tubages et du carottier;
- Le nom du technicien surveillant;
- La date de début du sondage (les heures de début et de fin du sondage seront indiquées sur les rapports manuscrits);
- Le schéma du piézomètre ou du puits d'observation laissé en place;
- Les types d'essais et les résultats;
- La description de l'enrobé et de la dalle de béton (voir section 3.1.12);
- L'identification de base stabilisée;
- Le calibre apparent de la pierre concassée de la fondation granulaire et sa couleur;

- Les profondeurs, niveaux et descriptions de chaque couche stratigraphique;
- La profondeur, le niveau et l'identification de chaque échantillon et sous-échantillon (A, B, etc.) prélevés;
- Le calibre des cuillères utilisées autres que la cuillère de calibre B;
- L'indice de pénétration du carottier par 150 mm d'enfoncement ou moins et indiquer le type de refus selon le cas;
- Le pourcentage de récupération de chaque échantillon de sols ou du roc en fonction de la pénétration du carottier;
- La description de chaque échantillon (voir section 3.1.11);
- La stratigraphie des sols (il est également demandé de distinguer la fondation granulaire par rapport aux sols sous-jacents);
- Le degré d'humidité, la couleur des sols (incluant les observations des niveaux d'oxydoréduction) et leur état général (p. ex. gelés ou non);
- La compacité apparente ou mesurée des sols granulaires;
- La consistance mesurée en laboratoire des sols cohérents;
- La profondeur et le diamètre approximatif des cailloux et blocs traversés;
- La description du roc (type de roc d'après l'examen visuel, altération, présence de lits de sable ou d'argile, fréquence et inclinaison des joints, R.Q.D. (Rock Quality Designation), etc.);
- La profondeur à laquelle il y a eu venue ou perte d'eau lors du forage;
- Les remarques de l'opérateur sur toute condition spéciale de forage;
- La profondeur du trou et de la nappe phréatique après chaque cessation de travail;
- L'identification de contamination visuelle ou olfactive, le cas échéant.

3.1.3 Carottage de chaussée et forages

Un carottage de la structure de chaussée existante sera effectué lorsque les forages sont effectués dans la chaussée ou dans le trottoir. Le diamètre du carottier devra être de dimension égale ou supérieure à celui de la tarière à centre évidé.

La méthodologie de forage doit tenir compte de la nature des matériaux à forer. À moins d'indication contraire de la Ville, le forage à la tarière à centre évidé est d'usage pour les sols lorsqu'un échantillonnage environnemental est requis. Advenant la présence de sols denses, de blocs ou de cailloux, le forage devra être avancé par la rotation du tubage. La méthodologie devra permettre de prélever des échantillons représentatifs des matériaux constituant la chaussée, les sols, et le roc.

Les trous de forages, lorsqu'ils sont complétés, doivent être remplis à l'aide de matériaux inertes tels du sable, de la criblure de pierre et de la pierre concassée, le tout compacté adéquatement, afin d'éviter tout affaissement ultérieur de sol. Ce remplissage doit respecter le croquis fourni à l'annexe A. L'utilisation des résidus provenant des travaux de forages n'est pas permise pour le remplissage des trous de forage.

Lors du remplissage des forages exécutés dans la chaussée, les trottoirs existants ou les dalles de béton, un revêtement de surface de même nature que celui existant sera mis en place. Dans le cas de forages effectués dans une dalle de béton ou un trottoir, un béton ou un mortier à prise rapide sera utilisé.

L'obturation de forages par injection pourra être demandée par la Ville pour certains forages dans le rocher, ou proposée par le Consultant comme alternative au remplissage à l'aide d'un matériau granulaire. Pour les trous injectés, le Consultant soumettra la formule de mélange et la méthode de mise en place du coulis de ciment à l'approbation de la Ville.

Au besoin, des additifs permettant d'augmenter la fluidité, d'empêcher le retrait ou d'accélérer la prise seront utilisés. L'utilisation d'un mélangeur à haute vitesse sera exigée. Une pompe permettant un contrôle du débit sera nécessaire pour la mise en place du coulis à travers un tube trémie préalablement inséré au fond du trou.

Les contraintes du site peuvent requérir l'utilisation d'une foreuse montée sur roues ou sur chenilles, d'une foreuse à mât coupé (endroits à dégagement vertical limité) ou une mise à la terre.

3.1.4 Tranchées de reconnaissance

Les tranchées de reconnaissance ou tranchée d'exploration seront réalisées avec une rétro-excavatrice ou une pelle hydraulique, dépendamment de la profondeur d'excavation requise et/ou de l'accès au site. Elles permettront d'examiner les matériaux en place et de recueillir des échantillons représentatifs des couches traversées. Les parois d'excavation présenteront des pentes sécuritaires pour les travailleurs et satisferont aux exigences du Code de sécurité pour les travaux de construction du Québec (RLRQ, c. s-2.1, r.4).

Les matériaux excavés doivent être remis en place dans les tranchées de reconnaissance dans l'ordre inverse de leur excavation et par couches successives d'une épaisseur maximale de 300 mm densifiées adéquatement. Il pourrait être requis de compacter les sols des tranchées, dans certaines zones, à 90 % de la masse volumique sèche maximale (M.V.S.M) obtenue à l'essai avec énergie de compactage modifiée (CAN/BNQ 2501-255/2023), ou toute autre exigence de compactage spécifiée par la Ville selon l'emplacement de la tranchée.

3.1.5 Localisation des services souterrains et permis

Il est de la responsabilité du Consultant de s'assurer de la localisation précise des services d'utilité publique et des structures sous terre et hors terre présents sur le terrain (conduites d'aqueduc et d'égout, lignes électriques et téléphoniques, conduites de gaz, réservoirs, etc.). Les frais découlant de tout bris ou dommage aux services et structures résultant des travaux de sondage seront à la charge du Consultant. Le Consultant ou son sous-traitant devra signaler tout bris ou dommage à la Ville en composant le 311. Toute urgence devra être signalée au 911. Dans tous les cas, le représentant de la Ville responsable du projet doit être informé lorsqu'un tel évènement survient.

L'obtention des permis et autorisation requis pour l'exécution des sondages relève de la responsabilité du Consultant. Plus spécifiquement, lorsque les travaux impliqueront une obstruction de la voie publique, l'obtention de permis d'occupation est requise préalablement à ses travaux, alors le Consultant doit prendre les arrangements à cet effet, et ce, suffisamment à l'avance avec le représentant de la Ville et selon les modalités décrites à la section 3.1.6 du présent document.

Si l'utilisation d'un poteau incendie est requise, le règlement L-12632 et la demande de permis sera fait via [Mon dossier](#).

3.1.6 Signalisation et occupation temporaire de la voie publique

Pour les travaux de sondages situés dans des voies de circulation, le Consultant doit fournir à la Ville, pour chaque mandat, une demande de permis d'occupation temporaire de la voie publique ainsi que les plans signés et scellés ou la (les) planche(s) de signalisation tirée du Tome V – Signalisation routière de la collection Normes – Ouvrages routiers du MTQ qui sera utilisé(e)s pour sécuriser le chantier. Les plans signés et scellés ou les planches du MTQ approprié(e)s à la fermeture nécessaire aux travaux, accompagnés d'un croquis de localisation de l'obstruction, doivent d'ailleurs être soumis à la Ville au moins 5 jours ouvrables avant le début des travaux (le délai de 5 jours ouvrables débute lorsque le dossier soumis est complet).

Le formulaire intitulé « Demande d'occupation de la voie publique » dûment complété doit être transmis par courriel au chargé de projet de la Ville et lorsqu'indiqué par ce dernier, en copie conforme à l'adresse suivante : obstructions.ingenierie@laval.ca et ce, au moins cinq (5) jours ouvrables avant le début des travaux. Le formulaire à compléter en format *Excel* est disponible sur le site de la Ville.

3.1.7 Remise en état des lieux

À la suite de l'exécution des sondages, le Consultant doit remettre les lieux dans l'état où il les a trouvés au début de ses travaux. De plus, l'entreposage temporaire des matériaux et sols excédentaires et des eaux résultant des sondages, du développement, de la purge et de l'échantillonnage des puits d'observation doivent être mis dans des barils, si requis et leur élimination est de la responsabilité du Consultant, et ce, en conformité avec la réglementation.

Le Consultant est responsable de la récupération complète des produits pétroliers (huiles hydrauliques, carburants et autres) ou de tout autre produit issu d'une défaillance de la machinerie utilisée. À cet effet, il s'assurera qu'une trousse de récupération de produits pétroliers ou tous autres produits utilisés dans le cadre des travaux soit disponible en tout temps sur le lieu des travaux (boudins, produits absorbants ainsi que les contenants et accessoires connexes, etc.). Le Consultant et son sous-traitant mettront en œuvre tous les moyens nécessaires pour faire cesser le déversement et procéder à la récupération des matériaux souillés dans les plus brefs délais. Le Consultant ou son représentant est responsable de divulguer l'incident aux instances gouvernementales concernées (Urgence-Environnement ; 1.866.694.5454). Dans tous les cas, la Ville doit être informée lorsqu'un tel événement survient.

3.1.8 Arpentage

Tous les sondages et les points d'intérêt pertinents des projets doivent faire l'objet d'un relevé d'arpentage. Les localisations en plan et les élévations de ces points doivent être rattachées aux repères géodésiques existants. Ceux-ci doivent être fournis dans le rapport (no d'identification, coordonnées et élévation).

Le relevé doit être réalisé selon le système de coordonnées SCOPQ-NAD 83 basé sur la projection MTM (fuseau 8). L'utilisation du système NAD 83 SRS est proscrite. Pour les niveaux (Z), la référence altimétrique CGVD2013 sera utilisée. Sa précision doit être de 10 mm ou moins en X et Y et de 50 mm en Z. Pour chaque projet, le fichier électronique brut des coordonnées des points recueillies par l'appareil de mesure sera fourni à la Ville et ce dernier doit inclure également le relevé d'au moins un repère géodésique existant situé à proximité du site investigué.

Les coordonnées des bornes géodésiques sont disponibles auprès du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) et sur le site Internet de Géoboutique Québec (<http://geoboutique.mern.gouv.qc.ca>).

3.1.9 Puits d'observation, piézomètres, tubes d'observation et échantillonnage de l'eau souterraine

Lorsque requis, des puits d'observation et d'échantillonnage, des tubes d'observation et/ou des piézomètres seront mis en place afin de pouvoir mesurer les niveaux d'eau, de détecter la présence de phases libres d'hydrocarbures ou de permettre le prélèvement d'échantillons représentatifs d'eau souterraine, de produits pétroliers ou de gaz interstitiels.

Les puits d'observation ou les piézomètres seront installés selon les règles de l'art pour assurer leur pérennité et les mettre à l'abri du vandalisme. Ils devront être développés selon les méthodes préconisées dans le cahier 3 du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales du Centre d'expertise et analyse environnementale du Québec (CEAEQ).

L'échantillonnage de l'eau souterraine sera effectué conformément au Cahier 3 du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales du CEAEQ. Le choix de la méthode et de l'équipement pour l'échantillonnage de l'eau souterraine sera effectué en fonction des données recueillies lors du développement et de la purge de chaque puits, des objectifs de l'étude et des contraintes spécifiques au terrain étudié.

La purge du puits et l'échantillonnage de l'eau souterraine se feront après le développement du puits, lorsque l'équilibre de l'aquifère est rétabli. Les données recueillies lors du développement du puits et le délai entre le développement et la purge seront consignés dans le rapport d'étude. La mesure du niveau de l'eau sera prise avant le développement de chaque puits et avant la purge. S'il y a lieu, la détection d'une phase flottante sera documentée dans le rapport d'étude.

À moins d'indication contraire, l'échantillonnage avec une purge à faible débit et à faible rabattement sera la méthode exigée. L'équipement d'échantillonnage de l'eau souterraine (tubulure rigide, semi-rigide et/ou flexible, valve de pied, etc.) sera dédié à chacun des puits d'observation. L'approbation préalable de la Ville sera requise pour l'utilisation de toute autre méthode.

3.1.10 Programme d'investigation – sondage et échantillonnage

Le programme d'investigation, soit le nombre, la position et le type de sondage, la profondeur à atteindre ainsi que le type et la fréquence d'échantillonnage, d'essais et d'analyses doit être établi en fonction de la nature du projet et des recommandations à émettre ainsi que des conditions de terrain qui prévalent. Les éléments énumérés dans le Guide de caractérisation des terrains doivent être considérés dans l'élaboration du programme d'investigation (modèle conceptuel, objectifs de la caractérisation des sols ou des remblais, le maillage minimum recommandé, etc.), ainsi les cadences proposées ci-bas le sont à titre indicatif.

Plus spécifiquement, dans le cas d'installation de services souterrains municipaux, à titre indicatif et sans s'y limiter, les règles de base quant au nombre de sondages, à la profondeur et au prélèvement sont les suivantes :

- un (1) sondage à tous les 50 m dans le cas de projets linéaires;
- un (1) sondage par 625 m² de superficie dans le cas de projets non linéaires;
- dans un (1) forage sur deux (2), installations d'un (1) tube perforé, un (1) piézomètre ou un (1) puits d'observation, selon les besoins spécifiques du projet, pour mesure du niveau de l'eau souterraine;
- un minimum de trois (3) échantillons des eaux souterraines par site, prélevé à l'aide de puits d'observation, soit un (1) puit installé en aval et deux (2) puits installés en amont hydraulique du site. Une justification est requise s'il y a absence de risque de contamination et qu'aucun prélèvement n'est prévu;
- profondeur minimale de sondage est d'un mètre et demi (1,5 m) sous le niveau du radier de la conduite la plus profonde projetée;

- lorsqu'un refus est intercepté à une profondeur moindre que celle prévue pour le radier de la conduite la plus profonde, pour bien identifier le roc et ne pas le confondre avec des blocs, celui-ci doit être carotté sur une longueur minimale de 1,5 m, ou plus si requis pour atteindre la profondeur minimale prescrite;
- échantillonnage (géotechnique et environnemental) en continu jusqu'à une profondeur d'au moins (1) mètre dans le sol naturel;
- Chaque unité stratigraphique rencontrée doit être échantillonnée individuellement. Généralement, les échantillons ne doivent pas y être prélevés sur plus de 0,5 m d'épaisseur et ce, même dans une couche stratigraphique uniforme (ou au 0,6 m dans le cas d'utilisation de cuillère fendue);
- Lorsqu'une contamination est perceptible sur le site, l'unité stratigraphique en-dessous et au-dessus de la zone contaminée doit être échantillonnée.

Lorsqu'une zone à risque est identifiée à l'étude phase I, la fréquence d'échantillonnage doit être augmentée dans la zone à risque et devra être établie selon le Guide de caractérisation des terrains, en fonction du type de remblai (hétérogène ou homogène). Dans le cas des eaux souterraines, des puits d'observation supplémentaires devront être prévus, minimalement un (1) puit d'observation devra être prévu en aval et un (1) puit d'observation en amont de la zone à risque. Le patron d'échantillonnage devra être élaboré en plan et en coupe, afin de cibler la limite des zones à risque sur la superficie de la zone et en profondeur également.

À la demande de la Ville ou à la recommandation du Consultant, une caractérisation complémentaire peut s'avérer nécessaire, basée sur les résultats des analyses de caractérisation des échantillons analysés et selon les objectifs de l'étude.

Tel que mentionné précédemment, le choix de la méthode d'investigation doit tenir compte des conditions de terrain qui prévalent. Ainsi et plus particulièrement, dans les rues existantes où la surface actuelle est asphaltée et/ou bétonnée, les sondages à réaliser devront être faits avec une méthode par forage. Dans tous les cas, à la suite de l'exécution des sondages, le Consultant doit rendre les lieux dans l'état où il les a trouvés au début des travaux. Ainsi dans le cas où un revêtement asphaltique est présent à la surface, ce dernier doit être restauré au droit du forage.

Lors de ses travaux, le Consultant doit faire usage d'équipements et de méthodes de travail adaptés aux conditions en place qui prévalent. Le Consultant doit restaurer, réparer ou remplacer, à la satisfaction de la Ville, tout ouvrage existant abîmé par ses travaux.

Enfin, le Consultant demeure responsable de faire l'inventaire de l'ensemble des informations requises et d'identifier celles qu'il devra recueillir. Le Consultant est aussi responsable de s'assurer de la validité et de l'exactitude des informations transmises.

Aux fins de caractérisation environnementale, l'échantillonnage et la conservation des sols, des sédiments, des matières résiduelles, des eaux souterraines, des eaux de surface, des gaz et des phases libres d'hydrocarbures devront être effectués selon les règles de l'art, en conformité avec les directives émises dans les différents cahiers du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales du CEAEQ, et de manière à obtenir des échantillons représentatifs des conditions du terrain.

L'échantillonnage de sols dans le cadre des travaux de réhabilitation environnementale consiste à prélever des échantillons composés sur les fonds et les parois des excavations dans les zones réhabilitées. La stratégie d'échantillonnage doit être réalisée en conformité avec le cahier 5 du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales du CEAEQ.

Dans le cas des échantillons de sols prélevés en vue de l'analyse des composés organiques volatils (COV), les méthodes de prélèvement décrites à l'addenda du 10 août 2016 du Cahier 5 – Échantillonnage des sols (ci-après Cahier 5) du CEAEQ seront respectées. La méthode d'échantillonnage avec seringue sera privilégiée à la méthode avec capsule hermétique.

Tous les échantillons (remaniés, intacts, carottes) prélevés (géotechniques et environnementaux) seront récupérés et les portions non requises aux fins d'analyses seront conservées dans des contenants séparés pour usage et référence future. À moins d'avis contraire de la Ville, le Consultant doit conserver de façon conforme pour une période de six (6) mois à compter de la date d'émission du rapport final tous les échantillons prélevés (géotechniques et environnementaux). Les échantillons prélevés à des fins environnementales doivent être congelés avant d'avoir atteint les délais de conservation prescrits par le guide Modes de conservation pour l'échantillonnage des sols du CEAEQ.

3.1.11 Description et identification des échantillons

Des descriptions individuelles précises de tous les échantillons doivent être faites suivant les prescriptions de la norme ASTM D2488, intitulée Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure). Elles seront également conformes aux définitions des constituants décrites dans la Norme 1101 du chapitre 1 intitulé Classification des sols issu du Tome VII – Matériaux de la collection Normes – Ouvrages routiers du MTQ et à la terminologie usuelle pour la proportion des composants décrite dans la section 3.1.3 du Manuel canadien d'ingénierie des fondations (MCIF).

On doit indiquer clairement dans chaque cas la proportion volumétrique et la composition des matières résiduelles contenues dans les échantillons. De plus, les indices organoleptiques de contamination doivent être indiqués lorsqu'ils sont décelés. Si les sols ou les matériaux échantillonnés sont gelés, une mention à cet effet doit apparaître sur les rapports de forage.

L'identification des échantillons doit être essentiellement à caractère numérique, suivie d'une lettre si l'échantillon est scindé en deux (2) ou plusieurs parties. Le numéro de l'échantillon est précédé d'un préfixe identifiant le type d'échantillonneur (CF pour carottier fendue, TM pour tube à paroi mince, CR pour échantillon par forage au diamant, TA pour échantillon à la tarière et EM pour échantillon manuel).

3.1.12 Carottage de la chaussée et du trottoir

À l'endroit d'une chaussée ou d'un trottoir, le revêtement bitumineux, la base stabilisée et/ou la dalle de béton seront carottées. Une description des épaisseurs des matériaux rencontrés (incluant le décollement de l'un par rapport à l'autre ou de l'état monolithique ou non de la base stabilisée s'il y a lieu) et de l'état du béton apparaîtra au rapport de sondage. Les qualificatifs suivants seront utilisés pour décrire l'état de la dalle de béton : sain, désagrégé, délaminé ou fissuré, selon le cas. Advenant la présence de treillis ou d'armatures, le diamètre et la profondeur seront indiqués.

3.1.13 Échantillonnage au carottier fendu

Les échantillons de sol doivent être prélevés à l'aide du carottier fendu, selon la méthode décrite par la norme ASTM D1586, intitulée Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils. À moins d'indication contraire, les échantillons de sol doivent être prélevés en continu. Le rapport de forage doit indiquer le nombre de coups requis pour chaque 150 mm d'enfoncement du carottier fendu et l'indice N de l'essai de pénétration standard.

Lorsqu'il y aura des difficultés à récupérer un échantillon représentatif, tous les moyens doivent être utilisés afin que la récupération soit supérieure à 50 %. Ces moyens seront : l'utilisation d'une trappe, le maintien du niveau d'eau dans le forage par battage ou l'utilisation d'un carottier de plus grand diamètre. Dans ce dernier cas, une mention doit être faite en remarque au rapport de forage.

Également, un échantillonneur de chaussée de grand diamètre (carottier fendu de calibre « PW » ou « HW », peut être utilisé pour le prélèvement des différentes couches de matériaux composant la structure de chaussée sous-jacente au revêtement de surface, en vue de déterminer l'épaisseur et la nature de ces différentes couches.

Il y a obligation d'avancer la tarière creuse entre chaque échantillon. Il est proscrit de prélever successivement des carottiers de calibres « H », « N » et « B » de façon systématique.

Si le forage est interrompu dans des sols organiques, de la tourbe, de la marne ou des sols contenant des proportions significatives de matières résiduelles et ce, à la profondeur visée, ce dernier sera poursuivi jusqu'à ce que ces horizons soient traversés.

3.1.14 Échantillonnage au tube à paroi mince

Dans les matériaux argileux ou cohésifs, l'échantillonnage doit être effectué selon la méthode ASTM D1587, intitulée Standard Practice for Thin-Walled Tube Sampling of Fine-Grained Soils for Geotechnical Purposes, sauf s'il y a refus à la pénétration du tube à paroi mince, auquel cas l'utilisation du carottier fendu sera permise.

Les tubes utilisés doivent être en bon état et avoir un diamètre extérieur de 73 mm et une longueur minimale de 600 mm. Les échantillons prélevés avec le tube à paroi mince doivent être scellés aux extrémités et étiquetés pour le transport. Le scellement des tubes et le transport doivent être conformes à la norme ASTM D 4220, intitulée Standard Practices for Preserving and Transporting Soil Samples. Les échantillons doivent être extraits des tubes et le Consultant doit faire une description visuelle de ceux-ci, en plus des essais d'identification sur les portions jugées les plus représentatives du dépôt argileux. De plus, il doit conserver dans la paraffine toute la portion intacte de l'échantillon.

Le Consultant doit prendre les mesures qui s'imposent afin de protéger les échantillons de sols non remaniés contre le gel, le séchage ou le remaniement.

3.1.15 Échantillonnage du roc

Ces opérations doivent être conformes à la norme ASTM D2113, intitulée Standard Practice for Rock Core Drilling and Sampling of Rock for Site Exploration. La méthode de sondage à l'aide d'un carottier rotatif muni d'une couronne à diamants doit être utilisée pour prélever des échantillons dans le roc. Le carottier doit être à paroi double avec tube intérieur à rotation libre. Le diamètre du carottier utilisé (calibre « NQ » à moins d'indications contraires) doit être indiqué sur chaque rapport de forage.

Une bonne récupération est exigée en tout temps. La longueur maximale d'un prélèvement exécuté en une (1) seule opération est de 3,0 m elle doit être réduite si la roche est difficile à récupérer. Si le roc est rencontré avant la profondeur finale prévue pour le forage, celui-ci sera carotté sur une longueur de 1,5 m, même si la profondeur prévue est excédée, afin de confirmer qu'il s'agit du socle rocheux.

Les échantillons prélevés doivent être déposés, suivant l'ordre même de leur prélèvement, dans des boîtes neuves en carton, enduites de paraffine. Ces boîtes doivent être pourvues de cases et d'un couvercle fixé afin de conserver les échantillons dans l'état de leur prélèvement.

Le numéro de sondage, le numéro de projet attribué par la Ville, la date du prélèvement et le numéro d'ordre de la boîte doivent être indiqués sur le couvercle de la boîte. À l'intérieur, sur la paroi des cases, doivent être indiquées la profondeur du prélèvement et la longueur des carottes retirées. Ces renseignements doivent être aussi inscrits sur les séparateurs servant à espacer chaque échantillon prélevé. Une photographie orthogonale des carottes dans les boîtes avec un ruban à mesurer doit être réalisée en haute résolution et transmise avec les rapports de sondage.

Une attention particulière devra être faite pour la manipulation et l'entreposage des échantillons de roc de type shale. Dans le cas où des essais de compression uniaxiale seront requis, dû à son caractère très fissile et de la présence d'eau dans la matrice, les parties les plus compétentes de l'échantillon devront être enrobées et scellées avec une pellicule plastique pour garder l'intégrité de celui-ci.

3.2 ESSAIS GÉOTECHNIQUES IN SITU ET EN LABORATOIRE

Le Consultant doit réaliser tous les essais in situ et en laboratoire jugés requis et pertinents pour déterminer la nature et les propriétés des divers matériaux et sols en place. Les méthodes de sondages seront appropriées aux essais requis.

3.2.1 Essai à l'aide du scissomètre de chantier

Cet essai sera effectué conformément à la norme ASTM D2573 intitulée Standard Test Method for Field Vane Shear Test in Cohesive Soil et les résultats bruts seront fournis à la Ville.

3.2.2 Essai de pénétration dynamique au cône

Cet essai sera effectué conformément à la norme CAN/BNQ 2501-145 intitulée Sols – Essai de pénétration dynamique au cône.

3.2.3 Essai de perméabilité par la méthode Lefranc

Cet essai sera effectué conformément à la norme CAN/BNQ 2501-135 intitulée Sols – Détermination du coefficient de perméabilité par la méthode Lefranc.

3.2.4 Essai de perméabilité au bout d'un tubage

Cet essai sera effectué conformément à la norme CAN/BNQ 2501-130 intitulée Sols – Détermination du coefficient de perméabilité au bout d'un tubage de forage.

3.2.5 Essais d'eau sous pression dans le roc à paliers multiples

À moins d'une indication contraire, les essais d'eau sous pression dans le roc seront de type Lugeon. Cet essai sera effectué conformément aux spécifications du Fascicule 5 – Essais d'eau sous pression dans le rocher du Manuel de l'inspecteur en exploration géotechnique préparé par Hydro-Québec (décembre 2007). Des modifications à la procédure pourraient être demandées, notamment en ce qui a trait au calcul de la pression maximale (P_{max}) applicable au manomètre.

3.2.6 Essais au pressiomètre et au dilatomètre

Ces essais seront effectués conformément à la norme ASTM D4719, intitulée Standard Test Methods for Prebored Pressuremeter Testing in soils, et les résultats bruts seront fournis à la Ville.

3.2.7 Essais en laboratoire

À moins d'avis contraire, les essais de laboratoire sur les échantillons de sols et de roc seront exécutés conformément aux normes et aux méthodes d'essai spécifiées dans le Guide de rémunération de l'Association des firmes de génie-conseil (AFG).

Lorsque demandé, l'essai de détermination de la teneur en matières organiques sera réalisé par combustion, suivant la norme ASTM D2974 intitulée Standard Test Methods for Determining the Water (Moisture) Content, Ash Content, and Organic Material of Peat and Other Organic Soils Cet essai sera obligatoirement accompagné d'un essai de détermination de la teneur en eau.

Le **tableau 2** ci-dessous présente, à titre indicatif, la cadence minimale des essais géotechniques de laboratoire devant être réalisés dans le cadre d'un projet de développement d'infrastructures municipales.

Tableau 2 : Cadence* des essais géotechniques sur les sols et matériaux

Essais	Cadence
Analyse granulométrique par tamisage	2 analyses/sondage
Analyse granulométrique par sédimentométrie	1 analyse/2 sondages et minimum 2 analyses par tronçon de rue
Limites d'Atterberg	1 profil par tronçon de rue
Taux d'agressivité des sols (TAS)	1 analyse/3 sondages, et minimum 1 analyse par tronçon de rue
Teneur en eau	selon les autres essais
Résistances au cisaillement non remaniées	1 profil par tronçon de rue dans les sols argileux
Résistance à la compression uniaxiale	1 analyse par 1,5 m

* Sujette à être adaptée selon la nature et les besoins du projet et des conditions de terrain en place.

3.3 ANALYSES CHIMIQUES

Lorsque des analyses chimiques sont nécessaires afin de connaître le niveau de contamination par des polluants inorganiques et organiques dans les sols, les sédiments, les matières résiduelles, les eaux et l'air, celles-ci doivent être réalisées selon les prescriptions du document intitulé Liste des méthodes suggérées pour réaliser des analyses de laboratoire du CEAEQ.

De plus, le laboratoire d'analyses choisi devra être accrédité conformément aux normes et exigences du Programme d'accréditation des laboratoires d'analyse (PALA) du CEAEQ pour les analyses requises. Des duplicatas de chantier doivent être également analysés pour assurer un contrôle de la qualité à l'insu du laboratoire d'analyse.

Les limites de détection des analyses chimiques doivent être égales ou inférieures aux critères ou exigences les plus sévères apparaissant dans les normes, règlements ou guides de caractérisation. Les certificats d'analyse doivent être signés par un chimiste.

Suivant la réception des premiers résultats analytiques, le Consultant doit procéder, le cas échéant, à des analyses chimiques supplémentaires afin de mieux délimiter verticalement et horizontalement l'étendue de la contamination.

À la demande du Consultant ou de la Ville, des analyses supplémentaires (amiante, lixiviat, etc.) pourraient être requises selon les résultats de l'étude phase I et selon la nature des matériaux.

3.4 FRANÇAIS

Toutes les communications avec la Ville de Laval ainsi que tous les livrables remis à la Ville de Laval se font en français.

4. DOCUMENTS LIVRABLES

4.1 RAPPORTS ET DOCUMENTS PRODUITS

Les livrables que doit produire l'Adjudicataire sont soumis aux prescriptions suivantes :

- Les rapports complets sont remis en version préliminaire pour revue, commentaires et approbation par la Ville. Ces rapports doivent contenir le texte, les annexes, de même que tous les plans, les croquis, les tableaux et les résultats pertinents des logiciels spécialisés utilisés. Les documents incomplets seront retournés sans révision et considérés inacceptables. Une fois l'approbation reçue par la Ville, le Consultant peut procéder à l'étape de production des documents finaux. Pour être acceptés dans leur forme finale, tous les documents devront contenir l'ensemble des corrections rendues nécessaires à la suite des commentaires transmis par la Ville. Les documents ne contenant que des corrections partielles seront retournés sans révision et considérés inacceptables, à moins d'avoir fourni un justificatif acceptable pour la Ville pour cette révision partielle. Les délais découlant des retours de livrables jugés inacceptables ou incomplets seront comptabilisés et imputables à la responsabilité de l'Adjudicataire;
- Tous les rapports doivent être préparés en format Word;
- Tous les rapports (préliminaires et finaux) doivent être présentés en format lettre 8,5 x 11 pouces et rencontrer les exigences énoncées dans le présent guide. En ce qui concerne les tableaux et les plans joints en annexe au rapport, ceux-ci peuvent être présentés sur un format 11 x 17 pouces;
- Les rapports émis en version préliminaire pour revue, commentaires et approbation par la Ville doivent être clairement identifiés comme tels sur chacune des pages. De plus, le numéro de projet de la Ville (ex. : Projet no 17031) doit apparaître sur la page frontispice de chacun des rapports, ainsi que sur toutes les annexes, telles que les rapports de sondage, les plans de localisation des sondages, les tableaux de compilation de résultats d'essais, les rapports photographiques, etc.;
- Tous les rapports produits par l'Adjudicataire doivent être signés par le chargé de projet, qui se doit d'être membre en règle d'un ordre professionnel pertinent pour le mandat à réaliser. Lorsqu'il s'agit de projets multidisciplinaires, les documents qui ne sont pas de la compétence directe du chargé de projet doivent être signés par le professionnel les ayant préparés. La version électronique du rapport final complet en format PDF (.pdf) doit inclure leur signature numérique délivrée par Notarius. (514-281-1577 – www.notarius.com);
- Les travaux réalisés sur le terrain doivent être présentés sur un plan de localisation. Tous les plans de localisation produits doivent utiliser le système de coordonnées SCOPQ NAD-83 basé sur la projection MTM (fuseau 8);
- Le nom du requérant, le numéro de projet du requérant, le numéro de plan et le numéro de projet de la Ville doivent être inscrits dans la case identifiant le projet. La grille de coordonnées géodésiques de même qu'un tableau indiquant les coordonnées et les élévations de chaque sondage doivent également apparaître sur les plans. Les plans doivent également inclure un aperçu stratigraphique de tous les sondages réalisés;
- Les plans et croquis produits doivent se conformer aux exigences énoncées dans le présent guide et doivent être signés par le ou les professionnels responsables de leur élaboration et/ou par le représentant du Consultant. Dans les cas où ces plans présentent des travaux qui relèvent d'une compétence professionnelle exclusive reconnue par la loi, la signature et le sceau du ou des membres des ordres professionnels appropriés doivent apparaître sur ceux-ci;

- Selon les besoins du requérant et du type de mandat, le résumé de la qualité environnementale des sols, des types de matières résiduelles et des autres matériaux sera présenté sur une figure distincte, présentant l'étendue présumée, en plan et en profondeur, de la contamination et de la présence de matières résiduelles et autres matériaux en fonction des critères ou normes applicables (numéro d'identification de l'échantillon analysé, intervalles de profondeur et de niveau et superficies des zones considérées contaminées, plage de contamination et contaminants, type de matières ou matériaux. À la demande de la Ville, une figure unique, combinant à la fois la localisation des sondages et le résumé de la qualité environnementale (figure des polygones), sera présentée. Lorsque demandé, une figure résumant la qualité environnementale de l'eau souterraine sera jointe au rapport;
- Les fichiers de données et les résultats sous le format des logiciels spécialisés. Plus particulièrement :
 - toutes les données géotechniques (description des sondages et résultats d'essais géotechniques) doivent être fournies sous forme structurée compatible avec la base de données GEOTEC (514-285-4873, www.sobek-technologies.com) de la Ville (fichier .mdb) et respecter la dernière version du modèle de saisie préparée par cette dernière;
 - version finale du fichier .mdb contenant l'ensemble des sondages;
 - le fichier électronique brut au format Microsoft Excel (.xls) des coordonnées des points recueillies par l'appareil de mesure doit être fourni à la Ville;
 - le fichier électronique au format Autocad (.dwg) des plans joints au rapport (plan de localisation des sondages, plan des polygones, etc.).
- Tous les documents (préliminaires et finaux) sont remis en format électronique dans le format d'origine et en PDF.



Annexe

ANNEXE A

EXEMPLES DE FORMULAIRES DE SONDAGE ET CROQUIS (3 PAGES)

Formulaire N° : F01-23 - Rapport de forage

Formulaire N° : F02-23 - Rapport de tranchée de reconnaissance

Croquis N° : C01-23 - Remplissage des forages (rue et trottoir)



Nom du consultant:

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

Nom du projet:

Coordonnées géodésiques X:
() Y:
Z:

Numéro de projet (Ville):

Localisation (adresse/lot):

Entrepreneur en forage:

Type de forage:

Calibre des tubages:

Calibre du carottier:

Marteau

masse: kg

chute: mm

Exécuté par:

Compilé par:

Vérifié par:

Date du début du forage:

Date de fin du forage:

Profondeur du forage:

TYPE D'ÉCHANTILLON	TERMINOLOGIE	INDICE DE QUALITÉ DU ROC	COMPACITÉ	INDICE "N"	NIVEAU D'EAU
CF Cuillère fendue	"traces" 1-10%	% RQD <25	Très lâche	0-4	
CR Échantillon par forage au diamant	"un peu" 10-20%	25-50	Lâche	4-10	
EM Manuel	adjectif (...eux) 20-35%	50-75	Compact	10-30	Date: Date:
TA Tarière	"et" 35-50%	75-90	Dense	30-50	Prof.: Prof.:
TE Tube d'échantillonnage		90-100	Très dense	>50	
TM Tube à paroi mince					

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	SYMBOLES	CLASSIFICATION (SYSTÈME UNIFIÉ)	CONSISTANCE	RÉSISTANCE AU CISAILEMENT (Cu)
Remanié	N: Indice de pénétration standard	Argile < 0,002 mm	Très molle	<12 kPa
Intact (tube à paroi mince)	R: Refus (N > 100)	Silt 0,002 à 0,075 mm	Molle	12-25 kPa
Perdu	R.Q.D: Indice de qualité du roc (Rock Quality Designation)	Sable 0,075 à 4,75 mm	Ferme	25-50 kPa
Forage au diamant	% R.Q.D = $\sum \frac{\text{Carottes} > 4 \text{ po. (10 cm)}}{\text{longueur forée}}$	Gravier 4,75 à 75 mm	Raïde	50-100 kPa
		Cailloux 75 à 300 mm	Très raïde	100-200 kPa
		Blocs > 300mm	Dure	>200 kPa

PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE				ÉCHANTILLONS				COUPS/15cm	ODEURS			GRAPHIQUE	ESSAIS
	ÉLÉV. PROF.	DESCRIPTION	SYMBOLES	NIVEAUX D'EAU	PIEZOMÈTRES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT		RÉCUPÉRATION (%)	N ou RQD (%)	FAIBLE		
1														
2														
3														
4														
5														
6														

Remarque(s):

F01-23 - Rapport de forage



Nom du consultant :

RAPPORT DE TRANCHEE EXPLORATOIRE

Sondage N° :

Nom du projet :

Coordonnées géodésiques X :
() Y :
Z :

Numéro de projet :

Localisation (adresse/lot) :

Exécuté par :

Compilé par :

Vérifié par :

Date du début du sondage :

Profondeur du sondage :

PROFONDEUR - m	STRATIGRAPHIE			NIVEAU VENUE D'EAU	ÉCHANTILLONS		ODEURS			ESSAIS
	ÉLÉV. PROF.	DESCRIPTION	SYMBOLES		ECH. NUMERO	ÉTAT	FAIBLE	MOYEN	ÉLEVÉ	
0.0										AG : analyse granulométrique AC : analyse chimique WI : limite liquide Wp : limite plastique w : teneur en eau Dup : échantillon duplicata prélevé TAS : taux d'agressivité des sols Séd : sédimentométrie
0.5										
1.0										
1.5										
2.0										
2.5										
3.0										

Remarque(s) :

F02-23 - Rapport de tranchée de reconnaissance

SURFACE DE LA CHAUSSEE

ENROBE BITUMINEUX

ASPHALTE FROIDE
DENSIFIE PAR COUCHES
DE 40 mm (280 mm)

PIERRE CONCASSÉE

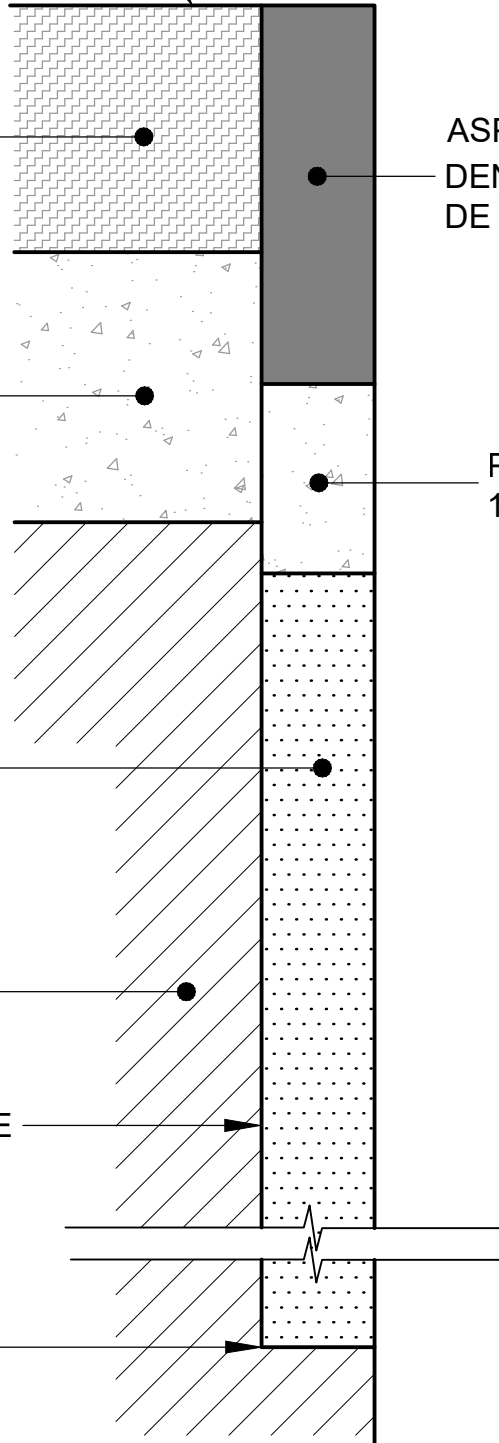
PIERRE CONCASSÉE
150mm

SABLE OU CRIBLURE

SOL D'INFRASTRUCTURE

PAROI DU TROU DE FORAGE

FOND DU FORAGE



SERVICE DE L'INGÉNIERIE
DIVISION ÉTUDE PRÉPARATOIRES
ET CONCEPTION DE PROJETS

Firme

District

--

Titre

DÉTAIL - OBTURATION D'UN FORAGE EN CHAUSSEE

Dessiné par

CHRISTIAN GAREAU, tech.

Projet / Dossier

Préparé par

Financement

Approuvé par

MAXIME PARADIS, ing.

Référence

Date

2023-04-14

Échelle

N.À.É.

C01-23 - Remplissage des forages (rue
et trottoir)