

DOCUMENTS D'APPEL D'OFFRES

SOUS-SECTION 6.88 FORAGE DIRIGÉ

TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
SOUS-SECTION 6.88 FORAGE DIRIGÉ	1
6.88.1 GÉNÉRALITÉS	1
6.88.2 UNITÉS DE MESURE.....	1
6.88.3 NORMES DE RÉFÉRENCE.....	1
6.88.4 DÉFINITIONS	2
6.88.5 MATÉRIAUX.....	2
6.88.6 ÉQUIPEMENTS ET OUTILLAGE	3
6.88.7 EXÉCUTION DES TRAVAUX.....	4

SOUS-SECTION 6.88 FORAGE DIRIGÉ

6.88.1 GÉNÉRALITÉS

- 6.88.1.1 La présente sous-section décrit les exigences relatives aux travaux d'installation de conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) par la technique de forage dirigé qui sont prévus au Contrat.
- 6.88.1.2 Les exigences particulières concernant les travaux d'installation de conduites en PEHD par la technique du forage dirigé prévus au présent Contrat sont indiquées aux dessins et à la Section 4 *Conditions techniques particulières*.
- 6.88.1.3 Les exigences relatives aux travaux d'excavation sont décrites à la sous-section 6.87 *Terrassement*.

6.88.2 UNITÉS DE MESURE

- 6.88.2.1 Les unités de mesure et leurs symboles respectifs utilisés à la présente sous-section se décrivent comme suit :

Unité de mesure	Désignation	Symbole
longueur	mètre	m
longueur	millimètre	mm
température	degré Celsius	°C

6.88.3 NORMES DE RÉFÉRENCE

- 6.88.3.1 L'**Entrepreneur** doit exécuter tous les travaux de forage dirigé conformément aux exigences des normes et documents suivants auxquels s'ajoutent les prescriptions du présent Contrat :

6.88.3.1.1 (ASTM) ASTM International :

- ASTM D2657 *Standard Practice for Heat Fusion Joining of Polyolefin Pipe and Fittings*;
- ASTM F1962 *Standard Guide for Use of Maxi-Horizontal Directional Drilling for Placement of Polyethylene Pipe or Conduit Under Obstacles, Including River Crossings*.

6.88.3.1.2 (BNQ) Bureau de normalisation du Québec :

- BNQ 1809-300 *Travaux de construction – Clauses techniques générales – Conduites d'eau potable et d'égout*.

6.88.3.1.3 (CERIU) Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines :

- CERIU *Installation d'une conduite par la technique de forage dirigé – Devis technique.*

6.88.4 DÉFINITIONS

6.88.4.1 Les définitions suivantes s'appliquent au présent contrat :

6.88.4.1.1 Alésage : opération qui consiste à élargir un trou du forage.

6.88.4.1.2 Boue de forage : mélange de déblais et de liquide de forage.

6.88.4.1.3 Joint retenu flexible : joint qui permet une résistance à de légers déplacements angulaires de la conduite et aux contraintes axiales à l'intérieur de la conduite.

6.88.4.1.4 Liquide de forage : mélange d'eau et d'additif, tel que de la bentonite ou des polymères conçus pour étanchéiser les parois, pour réduire la friction des équipements dans le sol, maintenir en suspension et permettre l'extraction des déblais. Dans le cas d'un forage à sec, le liquide de forage est essentiellement composé d'un grand volume d'air à basse pression dans lequel est ajouté un débit de quelques litres d'eau à la minute et des polymères.

6.88.4.1.5 Puits d'arrivée : excavation locale qui permet de recevoir et de récupérer les appareils utilisés par la technique de forage.

6.88.4.1.6 Puits de départ ou puits d'attaque : excavation locale à partir de laquelle s'effectue un forage.

6.88.4.1.7 Puits de localisation ou puits d'exploration : excavation qui permet de localiser d'autres conduites ou infrastructures souterraines.

6.88.4.1.8 Résurgence : phénomène qui se produit lorsque la pression dans un trou de forage surpasse la pression verticale du sol, ce qui provoque une séparation du sol et une remontée à la surface des liquides de forage.

6.88.4.1.9 Tirage : partie du processus de forage qui consiste à tirer la conduite vers le puits de départ ou puits d'attaque.

6.88.4.1.10 Forage pilote : première étape de tout forage qui consiste à forer un trou qui sera alésé par la suite.

6.88.5 MATÉRIAUX

6.88.5.1 CONDUITE

6.88.5.1.1 La conduite doit être en PEHD. Son diamètre et l'épaisseur de la paroi de sa conduite doivent être tel qu'indiqué aux dessins.

6.88.6 ÉQUIPEMENTS ET OUTILLAGE

6.88.6.1 FOREUSE

- 6.88.6.1.1 La foreuse utilisée par l'**Entrepreneur** doit avoir une capacité suffisante pour réaliser les opérations de forage et de tirage de la conduite.
- 6.88.6.1.2 La foreuse doit comprendre un système de mélange et de circulation des liquides de forage d'une capacité suffisante pour compléter l'installation de la conduite, sans excéder la capacité en tension de cette dernière.
- 6.88.6.1.3 La foreuse doit être munie d'un système de localisation et de guidage de la tête de forage.
- 6.88.6.1.4 La foreuse doit comprendre un système hydraulique permettant la rotation, la poussée et le tirage des tiges d'acier dans le sol, à un angle variable. Durant ces opérations, les liquides de forage pressurisés doivent être constamment injectés dans le sol par la tête de forage.
- 6.88.6.1.5 Tous les systèmes hydrauliques doivent être étanches et la foreuse doit posséder une mise à la terre durant toutes les opérations.
- 6.88.6.1.6 Si la foreuse possède un avertisseur de foudre, ce dernier doit être maintenu en opération en tout temps.

6.88.6.2 TÊTE DE FORAGE

- 6.88.6.2.1 La tête de forage utilisée par l'**Entrepreneur** doit être dirigeable et elle doit être choisie de façon à être adaptée aux conditions de sol rencontrées.

6.88.6.3 ALÉSOIR

- 6.88.6.3.1 L'alésoir utilisé par l'**Entrepreneur** doit avoir un diamètre équivalent à 1,5 fois le diamètre extérieur de la conduite ou 300 mm de plus que le diamètre de la conduite, selon la plus petite des deux (2) mesures. Advenant le cas où un gonflement du sol est appréhendé, le diamètre de l'alésoir doit être de 25% supérieure à la valeur obtenue.
- 6.88.6.3.2 Tous les équipements sélectionnés doivent être choisis de façon à être adaptés aux conditions de sol rencontrées.
- 6.88.6.3.3 Sauf indication contraire aux dessins, l'**Entrepreneur** est le seul responsable du choix de l'alésoir et du diamètre nécessaire de celui-ci pour effectuer les travaux, ainsi que du nombre de passes qu'il doit effectuer pour installer la conduite. Ces choix doivent être conséquents aux conditions de sol rencontrées.

6.88.6.4 SYSTÈME DE LOCALISATION

6.88.6.4.1 Le système de localisation utilisé par l'**Entrepreneur** doit être calibré, installé et opéré par un personnel compétent et expérimenté. Les opérateurs doivent connaître les sources magnétiques et électromagnétiques pouvant causer une défaillance du système de localisation et leurs conséquences sur les opérations.

6.88.6.4.2 La sonde placée dans la tête de forage doit être autonome. Elle doit transmettre les informations par ondes électromagnétiques, telles que la position, la profondeur par rapport au sol, l'inclinaison et la position horaire à un récepteur situé en surface. Un opérateur doit être affecté en permanence à cette tâche.

6.88.6.4.3 Le système de localisation doit avoir une marge d'erreur inférieure à 0,6% en ce qui concerne l'angle d'attaque et de 5% en regard à la profondeur.

6.88.6.5 MÉLANGEUR

6.88.6.5.1 Le système utilisé pour le mélange du liquide de forage doit permettre de mélanger ce dernier complètement et uniformément de façon qu'il soit homogène. De plus, il doit avoir une capacité qui permet un débit suffisant de liquide.

6.88.6.5.2 Le débit et la pression des boues de forage doivent être contrôlés de façon à ne pas excéder les capacités de la conduite installée, de limiter l'excavation et de limiter les possibilités de résurgence des boues de forage à la surface.

6.88.6.5.3 Le système de circulation doit être adapté au type de sol rencontré. Sa capacité doit permettre, au minimum, le transport d'un volume de boue de forage équivalent au volume de sol foré.

6.88.6.6 FICHES TECHNIQUES

6.88.6.6.1 Au moins quatorze (14) jours avant la date à laquelle les travaux de forage sont prévus, l'**Entrepreneur** doit soumettre à l'Ingénieur pour examen les fiches techniques des équipements et de l'outillage prévus.

6.88.7 EXÉCUTION DES TRAVAUX

6.88.7.1 GESTION DES DÉVERSEMENTS

6.88.7.1.1 Au moins quatorze (14) jours avant le début des travaux l'**Entrepreneur** doit soumettre à l'Ingénieur, pour examen, une copie de son plan de gestion des déversements. Ce plan doit être conforme à la sous-section 6.13 *Protection environnementale* et décrire les mesures employées pour contenir les déversements, le nettoyage des résurgences et le nettoyage des surfaces contaminées en incluant la disposition des sols contaminés.

6.88.7.1.2 Les informations particulières suivantes doivent être incluses dans le plan de gestion des déversements en ce qui a trait au liquide de forage :

6.88.7.1.2.1 la liste des additifs utilisés et leur fiche signalétique d'utilisation sécuritaire;

- 6.88.7.1.2.2 l'identification de la source d'eau utilisée pour le mélange du liquide de forage;
- 6.88.7.1.2.3 la méthode utilisée pour contenir les boues de forage;
- 6.88.7.1.2.4 la méthode utilisée pour recycler le liquide de forage et les déblais (si applicable);
- 6.88.7.1.2.5 la méthode utilisée pour évacuer les déblais hors du site;
- 6.88.7.1.2.6 le site de disposition des boues de forage.

6.88.7.2 MÉTHODE DE TRAVAIL

6.88.7.2.1 Au moins quatorze (14) jours avant le début des travaux l'**Entrepreneur** doit soumettre à l'Ingénieur, pour examen, un rapport décrivant clairement sa méthode de travail. Le rapport doit comprendre, sans toutefois s'y limiter, les éléments suivants :

- 6.88.7.2.1.1 un plan préparé à partir d'un relevé d'arpentage précis, indiquant le tracé de la conduite. La distance maximale entre chaque point de relevé doit être de 10 m. Le plan doit également indiquer les informations suivantes, sans toutefois s'y limiter :
 - 6.88.7.2.1.1.1 le profil de la conduite par rapport au terrain naturel;
 - 6.88.7.2.1.1.2 le couvert au-dessus de la conduite;
 - 6.88.7.2.1.1.3 la pente de la conduite;
 - 6.88.7.2.1.1.4 le rayon de courbure de la conduite;
 - 6.88.7.2.1.1.5 la localisation des puits de départ et d'arrivée.
- 6.88.7.2.1.2 un échancier des travaux;
- 6.88.7.2.1.3 une description détaillée de la méthode de travail utilisée;
- 6.88.7.2.1.4 une liste des matériaux et de l'équipement utilisés;
- 6.88.7.2.1.5 une description de la méthode de guidage de la tête de forage (magnétique ou autre);
- 6.88.7.2.1.6 une lettre du fabricant de la conduite attestant de la conformité de la classe de tuyau utilisée à ses exigences, particulièrement quant aux contraintes sur la conduite;
- 6.88.7.2.1.7 les dessins d'atelier et fiches techniques des matériaux utilisés;
- 6.88.7.2.1.8 la description des essais prévus;
- 6.88.7.2.1.9 la gestion des liquides de forage.

- 6.88.7.3 EXCAVATION DES PUIITS DE DÉPART ET D'ARRIVÉE
- 6.88.7.3.1 Après l'examen de la méthode de travail par l'Ingénieur et la localisation des services publics, l'**Entrepreneur** doit procéder à l'excavation des puits de départ et d'arrivée.
- 6.88.7.3.2 Les puits de départ et d'arrivée doivent être réalisés aux endroits indiqués au plan de travail.
- 6.88.7.3.3 La profondeur des puits de départ et d'arrivée doit permettre le forage de la conduite à l'élévation indiquée aux dessins.
- 6.88.7.3.4 Le puits de départ doit avoir une capacité suffisante pour contenir tous les volumes prévus de boue de forage et de déblais.
- 6.88.7.4 FORAGE
- 6.88.7.4.1 Le forage directionnel doit s'effectuer à la profondeur indiquée aux dessins.
- 6.88.7.4.2 Le forage directionnel doit être effectué à l'aide d'une tête de forage en rotation poussée mécaniquement par des tiges d'acier. La tête directionnelle doit émettre un signal qui est détecté en surface par un récepteur portatif. La rotation de la tête, déterminée par l'opérateur, doit infléchir les tiges d'acier et par conséquent, la direction prise par la tête directionnelle.
- 6.88.7.4.3 Une fois la tête directionnelle parvenue à sa cible, elle doit être remplacée par un mandrin rotatif, auquel l'**Entrepreneur** doit attacher la conduite indiquée au dessin. Le mandrin et la conduite doivent ensuite être tirés par les tiges d'acier en sens inverse de la trajectoire initiale.
- 6.88.7.4.4 Le forage directionnel doit être réalisé le plus horizontalement possible.
- 6.88.7.4.5 Durant la réalisation du forage pilote et durant toutes les étapes d'alésage du forage, l'**Entrepreneur** doit aviser l'Ingénieur lorsque les boues de forage ne retournent plus aux puits ou lorsqu'il y a retour de liquides parasites.
- 6.88.7.5 PROCÉDURE D'INSTALLATION ET CONTRÔLE DE LA MISE EN PLACE DE LA CONDUITE
- 6.88.7.5.1 L'**Entrepreneur** doit sélectionner le mode adéquat de fusion, de soudage ou d'assemblage de la conduite et suivre toutes les recommandations du fabricant en ce qui concerne ces activités.
- 6.88.7.5.2 L'**Entrepreneur** est également responsable d'effectuer les contrôles suivants, sans toutefois s'y limiter :
- 6.88.7.5.2.1 respecter le rayon de courbure minimal de la conduite conformément aux recommandations du fabricant;
- 6.88.7.5.2.2 s'assurer que la force de traction maximale sur la conduite n'est jamais dépassée pour éviter tout étirement plastique de la conduite;

- 6.88.7.5.2.3 s'assurer que la conduite ne subit pas d'ovalisation excédant les recommandations du fabricant suite à son installation;
- 6.88.7.5.2.4 lorsque spécifié par le fabricant, l'**Entrepreneur** doit enlever tous les dépôts de glace ou de neige à l'intérieur de l'extrémité des conduites et s'assurer que la surface à fusionner ou à assembler ne présente pas d'impuretés ou de défauts pouvant empêcher le jointage adéquat. Dans le cas de conduites en PEHD, la surface doit être nettoyée adéquatement avec le dégraisseur GENESOLV 200 ou équivalent autorisé par l'Ingénieur;
- 6.88.7.5.2.5 pour toute conduite en PEHD, l'**Entrepreneur** doit effectuer une vérification du critère de rejet de 10%. Après la mise en place de la conduite en PEHD à l'intérieur de l'ouverture pratiquée, l'Ingénieur vérifiera, sur une longueur minimale de 1,5 m, s'il y a endommagement de la conduite. De plus, lorsque possible, l'**Entrepreneur** doit faire une vérification visuelle au cours du tirage dans les excavations des puits de localisation et des tranchées de localisation de structures étrangères. Si la conduite en PEHD présente une rainure ou tout autre dommage dont la profondeur est supérieure à 10% de l'épaisseur minimale de sa paroi, cette section de conduite doit être éliminée du réseau et être remplacée par une autre section de conduite;
- 6.88.7.5.2.6 l'**Entrepreneur** doit soumettre à l'Ingénieur, au moins quatorze (14) jours avant le début des travaux de forage dirigé, la preuve que l'opérateur détient une formation avec l'équipement utilisé et qu'il est qualifié par le fabricant de la conduite.

6.88.7.6 FUSION DE LA CONDUITE

- 6.88.7.6.1 L'**Entrepreneur** doit aviser l'Ingénieur, au moins quarante-huit (48) heures avant l'exécution de tous les travaux de fusion entre les conduites en PEHD, afin qu'il soit présent lors de tels travaux. De plus, une copie des procédures de fusion doit être remise à l'Ingénieur pour examen au moins quatorze (14) jours avant le début desdits travaux.
- 6.88.7.6.2 Toute opération de fusionnement doit être réalisée par une équipe composée d'au moins deux (2) personnes.
- 6.88.7.6.3 La fusion des conduites en PEHD doit être effectuée par la méthode de fusion bout à bout ou par électrofusion.
- 6.88.7.6.4 Au besoin, l'**Entrepreneur** doit procéder à la fusion sous un abri, afin de ne pas contaminer la fusion par des poussières provenant d'un chemin ou de l'environnement.
- 6.88.7.6.5 Aucune fusion ne doit être réalisée à des températures ambiantes inférieures à -15°C, sauf si un abri est érigé. Celui-ci doit être chauffé pour maintenir la température ambiante au-delà de la température prescrite.

- 6.88.7.6.5.1 Fusion bout à bout
- 6.88.7.6.5.1.1 Cette technique consiste à chauffer deux (2) extrémités de conduites en PEHD qui doivent être retenues contre une plaque chauffante jusqu'à l'atteinte de la température nécessaire à la fusion. Par la suite, les deux (2) extrémités chauffées doivent être jointes l'une contre l'autre et maintenue en place conformément aux recommandations du fabricant, jusqu'au refroidissement des conduites.
- 6.88.7.6.5.1.2 Lorsque la méthode par fusion bout à bout est utilisée pour assembler les conduites en PEHD, l'**Entrepreneur** doit exécuter ces travaux conformément à la norme ASTM D2657.
- 6.88.7.6.5.1.3 Le joint témoin réalisé en début de journée doit servir d'indicateur de qualité pour l'ensemble des fusions bout à bout réalisées durant cette journée de travail.
- 6.88.7.6.5.1.4 Un joint témoin doit être mis à l'essai et accepté par l'Ingénieur au début de chaque journée de fusion.
- 6.88.7.6.5.1.5 Le joint témoin doit mesurer environ 150 mm en longueur de chaque côté du joint fusionné par 25 mm jusqu'à 1,5 fois l'épaisseur de la paroi de la conduite en largeur.
- 6.88.7.6.5.1.6 Une fusion dont une inspection visuelle n'indique pas la présence de défauts excédant les recommandations du fabricant peut être utilisée comme joint témoin. Le joint témoin peut être rejeté par l'Ingénieur si, suite à l'essai de fatigue, il y a présence de fissures ou de séparation au niveau de la fusion.
- 6.88.7.6.5.1.7 Pour les conduites de diamètre inférieur ou égal à 200 mm, un essai de qualité sur les joints bout à bout doit être effectué conformément aux recommandations du fabricant et en présence de l'Ingénieur.
- 6.88.7.6.5.1.8 Tous les joints bout à bout rejetés doivent être éliminés conformément à la sous-section 6.13 *Protection environnementale*.
- 6.88.7.6.5.2 Électrofusion
- 6.88.7.6.5.2.1 Cette technique consiste en une opération de raccordement de deux (2) pièces en PEHD dont l'une est un raccord électrosoudable à l'aide d'un séquenceur électronique.
- 6.88.7.6.5.2.2 Les procédures de fusion doivent être remises à l'Ingénieur, pour examen.
- 6.88.7.6.5.2.3 Pour cette technique, l'**Entrepreneur** doit notamment tenir compte des contraintes relatives à l'alignement et aux forces tangentielles appliquées sur les joints.
- 6.88.7.6.5.2.4 L'électrofusion n'est autorisée que pour les raccordements et ne doit jamais être utilisée lors du tirage de la conduite.

6.88.7.7 ABANDON DE MATÉRIAUX DANS LES FORAGES ET CONDAMNATION DE FORAGE

6.88.7.7.1 L'**Entrepreneur** est responsable de remplacer à ses frais, toute pièce d'équipement tel que les têtes directionnelles, tiges d'acier et autres coincées et abandonnées dans les trous de forages.

6.88.7.7.2 Lors de l'abandon des pièces d'équipement, l'**Entrepreneur** doit prendre les mesures qui s'imposent afin d'éviter tout affaissement du sol. Si nécessaire, l'**Entrepreneur** doit remplir l'espace avec du remblai sans retrait conformément à de la sous-section 6.33 *Béton coulé en place*. Si un second forage doit être exécuté à proximité d'un forage existant, une distance minimale, selon les conditions de sol, devra préalablement être convenue entre l'Ingénieur et l'**Entrepreneur**.

FIN DE LA SOUS-SECTION