

DOCUMENTS D'APPEL D'OFFRES

SOUS-SECTION 6.35 INJECTION

TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
SOUS-SECTION 6.35 INJECTION	1
6.35.1 GÉNÉRALITÉS.....	1
6.35.2 NORMES DE RÉFÉRENCE.....	1
6.35.3 MATÉRIAUX	1
6.35.4 INSPECTION ET ENTREPOSAGE	2
6.35.5 ÉQUIPEMENT ET OUTILLAGE	3
6.35.6 EXÉCUTION DES TRAVAUX.....	4
6.35.7 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ	7

SOUS-SECTION 6.35 INJECTION

6.35.1 GÉNÉRALITÉS

- 6.35.1.1 La présente sous-section précise les exigences relatives aux travaux d'injection de fissures prévus au présent Contrat.
- 6.35.1.2 Les exigences particulières, le cas échéant, concernant les travaux d'injection de fissures prévus au présent Contrat sont données à la Section 4 *Conditions techniques particulières*.

6.35.2 NORMES DE RÉFÉRENCE

- 6.35.2.1 L'**Entrepreneur** doit exécuter tous les travaux d'injection de fissures conformément aux exigences des normes et documents suivants, auxquels s'ajoutent les prescriptions du Contrat :

6.35.2.1.1 (ASTM) ASTM International :

- ASTM C881/C881M-02 *Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding Systems for Concrete.*

6.35.2.1.2 (ACNOR(CSA)) Association canadienne de normalisation :

- CAN/CSA-A23.1-F04/A23.2-F04 *Béton: Constituants et exécution des travaux/Méthodes d'essai et pratiques normalisées pour le béton;*
- CAN/CSA-A23.3-F04 *Calcul des ouvrages en béton*

6.35.2.1.3 (MTQ) Ministère des Transports du Québec :

- MTQ – *Cahier des charges et devis généraux (CCDG).*

6.35.3 MATÉRIAUX

6.35.3.1 PRODUIT D'INJECTION

- 6.35.3.1.1 Le produit d'injection doit être durable, ne requérir aucun entretien et aucune mesure de protection, offrir une résistance supérieure aux expositions atmosphériques et à l'ozone et démontrer une bonne résistance et une bonne stabilité aux cycles de basses et hautes températures.
- 6.35.3.1.2 Le produit d'injection doit être préparé et mis en place conformément aux instructions du fabricant et au programme d'injection vérifié et approuvé par l'Ingénieur.

6.35.3.1.3 Plusieurs types de produits d'injection peuvent être utilisés selon l'ouverture de la fissure, la présence d'eau et l'origine de la fissure. Le cas échéant, les matériaux que l'**Entrepreneur** doit utiliser dans le cadre du présent Contrat sont identifiés à la Section 4 *Conditions techniques particulières*.

6.35.3.1.4 Résine époxydique

6.35.3.1.4.1 À moins d'indication contraire aux *Conditions techniques particulières*, le produit d'injection pour la réparation des fissures de 3,5 mm et moins de largeur doit être une résine époxydique, de type 1 ou 4, conforme à la norme ASTM C881/C881M et doit convenir à l'obturation de fissures, selon les fiches techniques du produit.

6.35.3.1.5 Coulis de ciment

6.35.3.1.5.1 À moins d'indication contraire aux *Conditions techniques particulières*, le produit d'injection pour la réparation des fissures larges (supérieures à 3,5 mm de largeur) peut être un coulis à base de ciment Portland microfin. Un produit cimentaire acceptable est le Rheorem 900 de Master Builders Technologies.

6.35.3.2 NETTOYANT POUR FISSURE

6.35.3.2.1 Le nettoyant doit être un liquide à base d'acide phosphorique conçu pour dissoudre la laitance, les calcaires et autres contaminants du béton.

6.35.3.2.2 Le nettoyant doit être compatible avec le produit d'injection utilisé.

6.35.3.3 PRODUIT DE COLMATAGE

6.35.3.3.1 Si exigé à la Section 4 *Conditions techniques particulières*, le produit de colmatage pour l'injection de fissure doit être un adhésif en gelée à bas module d'élasticité constitué de résine époxydique à deux (2) composants, 100% de solides qui ne s'affaisse pas, ou une poudre cimentaire mélangée à de l'eau. Le produit de colmatage doit être compatible avec le produit d'injection, doit résister aux pressions d'injection utilisées et doit être parfaitement étanche.

6.35.4 INSPECTION ET ENTREPOSAGE

6.35.4.1 Tous les produits identifiés à l'article 6.35.3 *Matériaux* doivent être livrés au chantier dans des contenants d'origine, fermés hermétiquement, et portant les indications suivantes sur l'étiquette :

6.35.4.1.1 le nom du fabricant;

6.35.4.1.2 la marque;

6.35.4.1.3 le type;

6.35.4.1.4 les instructions de mélange et d'application.

6.35.4.2 Le produit d'injection doit être entreposé de la manière et dans les conditions recommandées par le fabricant.

6.35.5 ÉQUIPEMENT ET OUTILLAGE

6.35.5.1 GÉNÉRALITÉS

6.35.5.1.1 Les appareils d'injection, pompes volumétriques, réservoirs, manomètres, malaxeurs, tuyaux d'injection, obturateurs et autres équipements requis pour effectuer les travaux d'injection doivent être propres, en bonne condition et de capacité et de puissance appropriées pour le type de fissures à injecter et pour le type de matériaux d'injection sélectionnés. Les manomètres devront être installés à la décharge des pompes.

6.35.5.1.2 La conformité des appareils d'injection utilisés par l'**Entrepreneur** doit être validée par le fournisseur des produits d'injection et des produits de colmatage pour s'assurer que ceux-ci sont adéquats et recommandés pour les produits utilisés. L'**Entrepreneur** doit remettre une copie de cette attestation écrite à l'Ingénieur avant le début des travaux.

6.35.5.2 POMPE VOLUMÉTRIQUE

6.35.5.2.1 L'**Entrepreneur** doit utiliser des pompes volumétriques conçues pour les produits d'injection à plusieurs composants lorsque ce type de produit est utilisé. L'utilisation de pistolets manuels n'est pas permise.

6.35.5.2.2 Chaque pompe volumétrique doit être munie d'un interrupteur de pression pour contrôler la pression maximale à la sortie de la pompe. Au point d'injection, la pompe doit être munie d'une valve de contour pour relâcher la pression.

6.35.5.3 MALAXEURS

6.35.5.3.1 Des malaxeurs fixes en ligne doivent assurer la production d'un produit d'injection homogène et posséder une capacité suffisante pour convenir aux taux d'écoulement minimum et maximum anticipés. Le malaxeur de type agitateur doit être motorisé, et muni de pales de brassage permettant de produire un mélange homogène.

6.35.5.4 TUYAUX D'INJECTION

6.35.5.4.1 La capacité de pression de service des tuyaux d'injection doit au moins correspondre à la pression de service maximale de pompage. Un manomètre étalonné doit être monté à l'extrémité de la buse d'injection.

6.35.5.5 OBTURATEURS

6.35.5.5.1 Les obturateurs doivent être munis de soupapes d'arrêt étanches.

6.35.5.5.2 Les obturateurs doivent être composés de pièces rapportées, amovibles ou non métalliques. La capacité de pression de ces obturateurs doit au moins correspondre à la pression de service maximale de la pompe.

6.35.6 EXÉCUTION DES TRAVAUX

6.35.6.1 QUALIFICATIONS DE L'ENTREPRENEUR

6.35.6.1.1 L'**Entrepreneur** doit avoir un minimum de cinq (5) années continues d'expérience pertinente récente dans le domaine des travaux d'injection de fissures similaires aux travaux requis dans le cadre du présent Contrat.

6.35.6.1.2 L'**Entrepreneur** doit soumettre avec sa soumission le nombre d'années d'expérience qu'il détient dans le domaine des travaux d'injection de fissures et une liste d'au moins cinq (5) projets de même type qu'il a réalisés dans les cinq (5) dernières années. La liste doit inclure le lieu, la date, la méthode, les fabricants des produits utilisés, les clients et une preuve de réception de ces travaux.

6.35.6.1.3 Les travailleurs affectés aux travaux d'injection doivent posséder un minimum de cinq (5) années d'expérience pertinente dans le domaine des travaux d'injection de fissures dans le béton.

6.35.6.2 PLANIFICATION DES TRAVAUX

6.35.6.2.1 Conjointement avec l'**Entrepreneur**, l'Ingénieur déterminera les longueurs de fissures à réparer et les marquera à la peinture.

6.35.6.2.2 Au moins quatorze (14) jours avant le début des travaux, l'**Entrepreneur** doit soumettre à l'Ingénieur pour examen et commentaires les informations suivantes :

6.35.6.2.2.1 la fiche technique du nettoyant pour fissures, du produit d'injection et du produit de colmatage utilisés. Les produits doivent être acceptés par l'Ingénieur avant d'être livrés au chantier.

6.35.6.2.2.2 la méthode de réparation des fissures provenant du fabricant des produits d'injection;

6.35.6.2.2.3 un dessin montrant l'orientation des fissures pour les points d'injection et leur espacement.

- 6.35.6.2.3 L'**Entrepreneur** doit soumettre chaque configuration d'équipement à un essai de débit et de pression, en présence de l'Ingénieur, pour déterminer les éléments décrits ci-après, et fournir par écrit à l'Ingénieur les résultats y reliés;
- 6.35.6.2.3.1 la perte de charge et le calcul de la pression effective avant d'entreprendre les travaux d'injection;
- 6.35.6.2.3.2 la pression maximale à utiliser en fonction de la stabilité structurale ou de toute autre considération reliée aux équipements et méthodes d'injection utilisées;
- 6.35.6.2.3.3 la pression de refus et sa durée en fonction de la pénétration à obtenir (pression maximum préétablie maintenue pendant deux (2) minutes sur un même point d'injection);
- 6.35.6.2.3.4 la pression réelle d'injection en fonction des pertes de pression à travers les conduites d'injection et le distributeur. À cette fin, l'**Entrepreneur** doit installer un manomètre sur le distributeur, à proximité du trou à injecter, et surveiller l'ouvrage attentivement pour s'assurer que les travaux d'injection n'endommagent pas l'ouvrage.
- 6.35.6.2.4 L'**Entrepreneur** est responsable de s'assurer que les tolérances de mise en place et les limites d'application du produit sont respectées, plus particulièrement la température et la durée de malaxage.
- 6.35.6.3 FORAGE DES TROUS
- 6.35.6.3.1 L'**Entrepreneur** doit obtenir l'autorisation de l'Ingénieur pour le perçage des trous en vue de l'injection.
- 6.35.6.3.2 L'**Entrepreneur** doit forer des trous pour la mise en place des tubes d'injection, selon le dessin d'injection examiné par l'Ingénieur.
- 6.35.6.3.3 Les trous doivent être de 50 mm à 100 mm de profondeur et être orientés en fonction des dessins d'inclinaison des fissures.
- 6.35.6.3.4 Les espacements doivent être établis en fonction du type de produit d'injection, de la largeur des fissures et de la profondeur à injecter. La distance maximale entre les trous d'injection est spécifiée à la Section 4 *Conditions techniques particulières*.
- 6.35.6.3.5 Les trous d'injection doivent être forés de chaque côté de la fissure, à un angle inférieur ou égal à 45 degrés par rapport à la surface de l'élément en béton. Ces trous doivent être orientés de manière à recouper la fissure en son centre. La grosseur des trous est déterminée en fonction de la grosseur des obturateurs utilisés.

- 6.35.6.3.6 L'**Entrepreneur** doit forer les trous d'injection à l'aide d'une perceuse avec forêt diamanté, fonctionnant par rotation ou par rotation et percussion. L'**Entrepreneur** ne doit pas utiliser de foreuse à percussion pour forer des trous situés à moins de 150 mm du bord d'un ouvrage en béton.
- 6.35.6.3.7 L'**Entrepreneur** doit ensuite nettoyer chaque trou afin d'y enlever tous les débris de forage.
- 6.35.6.4 NETTOYAGE, PRÉPARATION DE LA SURFACE ET COLMATAGE
- 6.35.6.4.1 L'intérieur des fissures doit être nettoyé à la satisfaction de l'Ingénieur et selon les instructions du fabricant des produits d'injection de façon à enlever toutes les substances étrangères et non adhérentes, soit au moyen de jets d'air ou de jets d'eau sous pression ou en combinant les deux méthodes.
- 6.35.6.4.2 L'**Entrepreneur** doit vérifier lors du nettoyage que les trous d'injection interceptent bien les fissures. L'Ingénieur peut demander à l'**Entrepreneur** d'effectuer le rinçage à l'aide d'eau colorée. Cette étape doit être réalisée en présence de l'Ingénieur. Lors du nettoyage des fissures ou des essais d'eau, tous les trous qui n'interceptent pas la fissure devront être refaits selon un autre patron. De plus, des trous supplémentaires devront être percés si deux (2) injecteurs adjacents ne communiquent pas pendant l'essai en eau.
- 6.35.6.4.3 Les essais d'injection d'eau doivent être faits en présence de l'Ingénieur.
- 6.35.6.4.4 Si exigé à la Section 4 *Conditions techniques particulières*, l'**Entrepreneur** doit colmater l'ouverture de la fissure en surface avant de commencer l'injection. L'**Entrepreneur** doit nettoyer au jet d'abrasifs la surface du béton, sur une bande de 75 mm de largeur de chaque côté de la fissure, afin d'obtenir un bon accrochage du composé de colmatage en surface. Les dépôts de surface doivent être enlevés à l'aide d'un équipement mécanique. La préparation et la pose du produit de colmatage en surface doivent être conformes aux recommandations du fabricant du produit de colmatage.
- 6.35.6.4.5 Le produit de colmatage en surface doit confiner le produit d'injection à la fissure.
- 6.35.6.4.6 La préparation des fissures doit être acceptée par l'Ingénieur avant que le produit de colmatage ne soit appliqué.
- 6.35.6.5 INJECTION
- 6.35.6.5.1 L'injection des fissures doit être faite en présence de l'Ingénieur. Tous travaux d'injection effectués sans la présence de l'Ingénieur seront refusés aux fins de paiement.
- 6.35.6.5.2 Le matériau d'injection doit être mélangé et injecté conformément aux instructions du fabricant et aux exigences du présent devis.

- 6.35.6.5.3 L'**Entrepreneur** doit s'assurer que les tubes d'injection demeureront en place pendant les travaux.
- 6.35.6.5.4 L'injection doit commencer à partir du niveau le plus bas de la fissure et progresser d'un obturateur à l'autre, sans interruption, jusqu'à l'autre extrémité de la fissure. L'**Entrepreneur** ne doit déplacer la buse d'injection vers l'obturateur suivant que lorsque le produit d'injection apparaît à cet obturateur ou lorsque les critères de refus sont atteints.
- 6.35.6.5.5 En tout temps, l'Ingénieur peut exiger que la pression d'injection soit réduite si celle-ci apparaît excessive. À moins d'indication contraire aux *Conditions techniques particulières*, la pression d'injection ne doit cependant jamais dépasser 8 MPa (1160 psi) pour un produit ayant une viscosité de 150 ± 25 cps.
- 6.35.6.5.6 L'**Entrepreneur** doit enlever par meulage tous les tubes d'injection et le matériel de colmatage, et sceller les trous après injection, à la satisfaction de l'Ingénieur.
- 6.35.6.5.7 Par temps froid, l'**Entrepreneur** doit installer un système de chauffage afin de maintenir la température du produit d'injection et les surfaces adjacentes des fissures à l'intérieur des limites spécifiées par le fabricant.

6.35.7 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

6.35.7.1 GÉNÉRALITÉS

- 6.35.7.1.1 L'**Entrepreneur** est responsable d'effectuer tous les essais et de prendre toutes les lectures et mesures requises pour assurer le contrôle de la qualité de ses travaux d'injection et de scellement de fissures.
- 6.35.7.1.2 L'**Entrepreneur** doit effectuer les mesures et contrôles suivants au chantier, sans toutefois s'y limiter :
- 6.35.7.1.2.1 mesures de température des matériaux de colmatage et d'injection, de l'air ambiant et du substrat de béton à injecter, des mélanges à l'intérieur des réservoirs et malaxeurs;
- 6.35.7.1.2.2 calibrage des équipements d'injection, pour l'injection;
- 6.35.7.1.2.3 mesures des pressions et temps d'injection;
- 6.35.7.1.2.4 prélèvement des échantillons pour les essais de laboratoire et les mesures sur le chantier;
- 6.35.7.1.2.5 toute autre mesure ou essai requis pour assurer le contrôle de la qualité des travaux ou exigé par l'Ingénieur.

6.35.7.1.3 Le **Propriétaire** fera effectuer les essais suivants par un laboratoire indépendant et en assumera les coûts :

6.35.7.1.3.1 mesures de dureté « Shore D » et résistance à la compression sur les échantillons de coulis à base de ciment Portland microfin, prélevés pendant l'injection;

6.35.7.1.3.1.1 à cette fin, l'**Entrepreneur** doit prélever à ses frais un minimum de six (6) échantillons par séance d'injection. Les échantillons peuvent être prélevés dans des contenants du genre capsule pour films 35 mm ou autre format équivalent.

6.35.7.2 RAPPORT D'INJECTION

6.35.7.2.1 L'**Entrepreneur** doit consigner dans un rapport d'injection la quantité de produit d'injection utilisé par longueur de fissure de 1 mètres, de même que la pression de pompage indiquée au manomètre, à intervalles de 10 minutes, en inscrivant également l'emplacement des fissures correspondantes. Le document doit indiquer le nombre de fissures, l'emplacement de chaque fissure et l'intervalle entre les obturateurs, en plus de préciser s'il y a eu lors de l'injection, évacuation de produit d'injection.

6.35.7.3 TEST DE DOSAGE

6.35.7.3.1 L'**Entrepreneur** doit vérifier en présence de l'Ingénieur, si l'équipement d'injection à plusieurs composants fournit le dosage voulu. Pour ce faire, l'**Entrepreneur** doit mesurer la quantité de matériau sortant des tuyaux d'injection au moins une fois par deux (2) heures de marche. Tout écart supérieur à 5% par rapport au dosage prescrit par le fabricant doit être corrigé immédiatement au moyen d'un réglage approprié ou par le remplacement du matériel.

6.35.7.4 DURÉE PRATIQUE D'UTILISATION

6.35.7.4.1 Avant de commencer l'injection de produit d'injection, l'**Entrepreneur** doit prélever à partir des contenants sur le chantier et en présence de l'Ingénieur, un échantillon du coulis d'injection. L'**Entrepreneur** doit doser les composants manuellement, selon les proportions prescrites. Le volume total de l'échantillon doit être de 200 ml. Chaque échantillon doit être placé dans un contenant de même grosseur. L'**Entrepreneur** doit consigner la température du produit au moment du gâchage, ainsi que la durée pratique d'utilisation du produit mélangé.

6.35.7.4.2 L'**Entrepreneur** doit prélever un échantillon additionnel à l'extrémité du tuyau d'injection, pour valider la durée pratique d'utilisation.

- 6.35.7.4.3 Durant l'application du produit d'injection, l'**Entrepreneur** doit prélever des échantillons de produit au moins une fois par heure de marche et consigner la durée pratique d'utilisation du produit mélangé.
- 6.35.7.4.4 Tout écart par rapport aux proportions et aux durées d'utilisation prescrites entraînera le rejet immédiat du produit et de la pièce de béton.
- 6.35.7.4.5 À la fin de chaque journée de travail, l'**Entrepreneur** doit remettre à l'Ingénieur tous les renseignements consignés.
- 6.35.7.4.6 L'**Entrepreneur** doit informer l'Ingénieur de tous les résultats d'essais, de mesures et contrôles tout au long du déroulement des travaux, et les consigner au journal quotidien d'injection dont une copie doit être remise à l'Ingénieur à la fin de chaque journée de travail.

FIN DE LA SOUS-SECTION