

Avis Technique 3.3/18-966_V1

Annule et remplace l'Avis Technique 3/15-796

URETEK Deep Injection

*Procédé de renforcement
de sol*

Soil reinforcement process

Titulaire : URETEK France
15 boulevard Robert Thiboust
77 700 Serris
Tél. : 01 60 42 42 42
Maill : uretek@uretek.fr

Groupe Spécialisé n° 3.3

Structure tridimensionnelles, ouvrages de fondation et d'infrastructure

Publié le 13 novembre 2018



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques
d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé n° 3.3 « Structures tridimensionnelles, ouvrages de fondation et d'infrastructure » de la Commission Chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 10 juillet 2018, le procédé de renforcement de sol URETEK Deep Injections, présenté par la société URETEK. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis annule et remplace l'Avis 3/15-796. L'Avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Le procédé URETEK Deep Injections est une technique d'amélioration des sols consistant à injecter, dans le sol, en sous-œuvre des fondations ou des dallages et sans intervenir sur la structure de l'ouvrage, une résine bi-composant à fort pouvoir d'expansion contrôlée par niveau laser.

Ces injections permettent d'améliorer les propriétés géotechniques et hydrauliques des sols d'assise : amélioration de la portance des sols sous fondations et dallages, traitement des sols sensibles au retrait gonflement, remplissage et comblement des vides, réduction de la conductivité hydraulique et relevage éventuel des ouvrages affaiblis.

Au sens de la norme NF EN 12715, le mode de diffusion de la résine se classe dans la catégorie des injections avec déplacement des terrains et s'opère soit par imprégnation, soit par fracturation/claquage, soit encore par une combinaison de ces deux modes de diffusion.

Le procédé de traitement par injection est constitué d'une résine polyuréthane expansive bi-composant dénommée URETEK Geoplus appartenant à la famille des polymères réticulés thermodurcis et mise au point exclusivement pour l'application du procédé URETEK Deep Injections.

Le mélange et la température des deux composants de la résine sont gérés depuis un camion atelier à l'aide d'un système de pompage et de chauffage calibré. La mise en œuvre du procédé d'injection est réalisée à partir du camion atelier équipé du complexe de chauffage et de pompage des composants le tout relié par l'intermédiaire de tubes à un pistolet d'injection. La résine URETEK Geoplus est injectée par une série de forage de 12 à 26 mm de diamètre et régulièrement espacés.

Chaque injection est accompagnée d'un suivi de l'ouvrage par niveau laser afin de détecter tout mouvement vertical de l'ouvrage traité et d'arrêter les injections.

1.2 Identification

Les deux composants de la résine URETEK Geoplus sont dénommés Geoplus A et Geoplus B.

Les deux composants sont acheminés sur le site de mise en œuvre à l'aide du camion atelier dans lequel ils sont stockés dans deux cuves séparées et identifiées à l'aide d'une étiquette.

2. AVIS

L'Avis porte uniquement sur le procédé tel qu'il est décrit dans le Dossier Technique joint, dans les conditions fixées aux Prescriptions Techniques (§2.3).

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le domaine d'emploi accepté pour ce procédé est limité à la consolidation et au traitement du sol d'assise, et au relevage d'ouvrages affaiblis, sous des fondations superficielles (semelles filantes et isolées), des fondations semi-profondes (massifs), des radiers et des dallages armés ou non armés (au sens du DTU 13.3) d'ouvrages existants. Cet avis est formulé pour les utilisations en France européenne.

Lorsque la descente de charge de l'ouvrage génère une pression au niveau de la fondation supérieure aux capacités de la résine (pression de gonflement), l'utilisation du procédé pour le relevage de l'ouvrage n'est pas possible. Aucun relevage ne pourra être effectué s'il risque d'occasionner une aggravation des désordres existants du fait du tassement.

Lorsque la contrainte moyenne de confinement du sol est supérieure à la pression de gonflement maximale de la résine (10MPa), l'utilisation du procédé URETEK Deep Injections pour consolider et améliorer le sol n'est pas possible.

Le procédé est applicable dans tous les types de sols, en présence ou non d'une nappe (possibilité d'injection dans des sols saturés) à l'exclusion des types de sols suivants :

- Sols argileux dont les minéraux sont particulièrement sujets aux retraits gonflements inter-foliaires de forte amplitude (smectites, ...) : à défaut d'une analyse minéralogique, sol dont l'indice de plasticité I_p est supérieur à 40 ou la valeur de bleu VBS est supérieure à 8. L'utilisation du procédé dans ces types de sol ($I_p > 40$ ou $VBS > 8$) pourra être autorisée uniquement si les critères complémentaires (critères relatifs aux contraintes et aux amplitudes de gonflement du sol basés sur des essais de gonflement) fixées aux Prescriptions Techniques (§2.31) sont vérifiés ;

- Sols compressibles sensibles aux phénomènes de consolidation secondaire : sols à teneur en matière organique supérieure à 10% (tourbes, vases, ...) ;
- Sols rocheux ;
- Sols gelés.

En cas de présence d'une couche drainante et d'un réseau de drainage sous dallage ou sous fondation, l'utilisation du procédé de traitement de sol par injection de résine est exclue.

L'injection de la résine est limitée à une profondeur de 8,0m par rapport à la plate-forme de travail.

Possibilité d'emploi en zones de sismicité 1 à 4 (selon l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié) moyennant le respect des dispositions prévues au § 2.31 des Prescriptions Techniques Particulières.

La conception, la mise en œuvre et les auto-contrôles de mise en œuvre sont réalisés exclusivement par la société URETEK.

2.2 Appréciation du procédé

2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Stabilité

La consolidation et le traitement du sol d'assise des ouvrages existants par le procédé URETEK Deep Injections peuvent être considérés comme normalement assurés pour le domaine d'emploi accepté dans la mesure où la conception et la mise en œuvre respectent les Prescriptions Techniques du présent Avis (§2.3).

Dans le domaine d'emploi accepté, le relevage des ouvrages à l'aide du procédé URETEK Deep Injections peut être assuré sous réserve de vérifier la compatibilité des déformations engendrées avec la structure conformément aux Prescriptions Techniques (§2.3).

Pose en zones sismiques

Etant donné que l'amélioration des sols par injection de résine expansive selon le procédé URETEK Deep Injections a pour effet de consolider les sols par densification de la masse structurée du sol injecté (augmentation de la résistance au cisaillement du sol), l'utilisation du procédé de traitement par injection ne présente pas de risque d'amplification des sollicitations sismiques.

L'utilisation en zones sismiques 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié est donc possible moyennant le respect des dispositions prévues au § 2.31 des Prescriptions Techniques.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Les deux composants Geoplus A et Geoplus B de la résine URETEK Geoplus disposent d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce produit sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

Elle peut être normalement assurée moyennant l'application des mesures de protection habituelles pour les travaux de perforation et d'injection (gants, lunettes, masques, ...) et des conseils de prudence mentionnés dans les Fiches de Données de Sécurité (FDS) des composants Geoplus A et Geoplus B.

Données environnementales

Le procédé URETEK Deep Injection ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) vérifiée par tierce partie et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

2.2 Durabilité- entretien

Conformément au §2.3 de la NF EN 1997-1, la durabilité de la résine doit tenir compte des agents agressifs de l'eau et du terrain (acides, ...), des attaques chimiques (percolation de l'eau et de l'oxygène, ...) et des attaques biologiques (champignons et bactéries).

La résine URETEK Geoplus a fait l'objet d'essais de dégradation chimique, d'essais de dégradation biologique, d'essais mécaniques avec immersion dans l'eau ainsi que d'essais triaxiaux dynamiques cycliques.

Les résultats de ces essais montrent le bon comportement de la résine par rapport aux champignons et bactéries (aucun développement biologique et aucune dégradation des caractéristiques mécaniques), une forte résistance de la résine aux agents chimiques (hormis aux acides concentrés), l'absence d'influence de l'eau sur le comportement et les caractéristiques de la résine ainsi que l'absence d'influence des chargements cycliques sur les caractéristiques mécaniques de la résine.

Les essais réalisés permettent de conclure sur le bon comportement de la résine dans le sol.

2.2.3 Fabrication et contrôle

Les composants de base entrant dans la constitution de la résine sont fabriqués par un producteur exclusif qui dispose des certifications ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001, ISO 17020 et ISO 17025.

La fabrication des composants est réalisée sur la base d'un cahier des charges prédéfini par URETEK et fait l'objet d'un plan d'assurance qualité dans les usines.

La fabrication nécessite un contrôle permanent sur les caractéristiques des composants et notamment la réaction du mélange.

Le matériel du camion atelier (générateur, appareillage spécifique pour le mélange des produits, système d'injection, ...) doit faire l'objet de la mise en place d'un autocontrôle systématique du titulaire.

2.2.4 Mise en œuvre

Effectuée exclusivement par le titulaire du procédé, la mise en œuvre du procédé URETEK Deep Injections répondant à la description figurant dans le Dossier Technique établi par le Demandeur ne présente pas de difficultés particulières dans la mesure où le personnel a suivi une formation spécifique et les moyens de mise en œuvre utilisés permettent le respect des Prescriptions Techniques Particulières ci-après du présent Avis.

2.3 Prescriptions techniques

Ce procédé de traitement de sol par injection de résine doit être fabriqué, dimensionné, mis en œuvre et utilisé conformément au dossier technique établi par le Demandeur et aux prescriptions particulières complémentaires suivantes.

Un diagnostic géotechnique et un diagnostic structure devront être réalisés afin de définir les causes des désordres et/ou les conditions d'utilisation de ce procédé.

2.3.1 Prescriptions de conception et de calcul

Dans le cas de sols dont l'indice de plasticité I_p est supérieur à 40 ou la valeur de bleu VBS est supérieure à 8, l'utilisation du procédé est possible uniquement si :

La contrainte de gonflement pouvant être exercée par le sol en place est inférieure à la contrainte des fondations, plus celle des terres au repos, L'amplitude de gonflement du sol traité est suffisamment faible pour ne pas entraîner de désordres sur la structure.

La vérification de ces critères sera basée sur la réalisation d'essai de gonflement à l'oedomètre sur échantillon de sol intact, prélevé à l'appui d'un profil de teneurs en eau en période de déficit hydrique, selon la norme XP P94-091 :

- $\sigma'_g < \sigma'_{vo} + \Delta\sigma_z$,
- $R_g \leq 5\%$,
- Avec :
- σ'_g la contrainte de gonflement du sol,
- σ'_{vo} la contrainte effective des terres au repos,
- σ_z la contrainte apportée par la fondation dans sa zone d'influence,
- R_g le rapport de gonflement.

L'étude de sol doit être menée selon les prescriptions de la norme NF P 94 -500. L'étude de sol doit systématiquement être réalisée par un bureau géotechnique afin de déterminer les caractéristiques mécaniques nécessaires pour la conception et le dimensionnement du procédé URETEK Deep Injections (définition des objectifs d'amélioration à atteindre, faisabilité, maillage et profondeurs des points d'injection, estimation de l'amélioration de la capacité portante du sol, etc...).

L'étude de sol devra notamment renseigner : la nature et la capacité portante du sol d'assise (caractéristiques mécaniques), la teneur en matière organique du sol, le niveau des eaux et leur variation dans le temps, l'emplacement et la nature des cavités éventuelles, la caractérisation de la sensibilité du sol aux variations hydriques (perméabilité et porosité, teneur en eau, limites d'Atterberg ou valeur au bleu, analyse

minéralogique éventuelle) ainsi que la configuration du mode de fondation.

Les fondations devront faire l'objet d'une reconnaissance précise afin d'identifier leur nature, leurs caractéristiques géométriques (épaisseurs, débords, ...), leur implantation et leur profondeur d'assise.

Il conviendra également de repérer l'existence, l'emplacement et l'état de toutes les structures adjacentes, par exemple bâtiments, routes, réseaux, infrastructures et leurs fondations.

Le diagnostic de la structure de l'ouvrage devra préalablement être réalisé par un bureau d'étude structure afin d'identifier la nature et la cause des désordres observés, la description du système constructif et la nature des matériaux constructifs en tenant compte de la destination de l'ouvrage et des contraintes particulières liées à son fonctionnement. La descente de charge sur les fondations devra également être déterminée avec précision ainsi que l'état des contraintes en place dans le sol d'assise.

Il conviendra de justifier l'aptitude de la structure à supporter ponctuellement et sans dommages une réaction verticale liée aux travaux d'injection.

Le diagnostic de l'ouvrage devra fournir les déformations admissibles par la structure (en tenant compte de la présence éventuelle de revêtements fragiles) et par les ouvrages d'infrastructure situés à proximité de la zone de traitement (murs enterrés, ...).

Les possibilités de relevage d'un ouvrage devront être déterminées dès la phase de conception à partir d'une analyse qui tient compte de la nature et de l'état de la structure, de sa typologie, de ses capacités de résistance et de ductilité ainsi que de la nature du sol.

Cette analyse devra être réalisée par le titulaire de l'Avis Technique sur la base d'une étude de sol réalisée par un bureau d'étude géotechnique et d'un diagnostic de l'ouvrage supporté réalisé par un bureau d'étude structure tels que définis ci-dessus. Le diagnostic de l'ouvrage devra fournir les déformations admissibles par la structure (en fonction de sa rigidité et de la distribution des charges).

Les zones de traitement devront être définies en fonction de la configuration des désordres observés dans le cadre du diagnostic de l'ouvrage et des caractéristiques des sols identifiées dans l'étude géotechnique.

Les objectifs d'amélioration du sol à atteindre (capacité portante, module de déformation) devront être déterminés à partir des résultats de l'étude géotechnique et du diagnostic de l'ouvrage (descente de charge sur les fondations).

Avant toute intervention, il conviendra également de réaliser une détection préalable des réseaux enterrés (nature et emplacement) ainsi que des ouvrages en infrastructure (nature, caractéristiques géométriques, etc...) afin d'adapter en conséquence le positionnement des points d'injection.

A partir des résultats de l'étude de sol, du diagnostic de l'ouvrage et donc des objectifs d'amélioration à atteindre, le maillage des points d'injection (nombre de niveau d'injection, espacement entre les points, ...) doit être prédéterminé par le titulaire de l'Avis Technique suivant les prescriptions du §5.2 du Dossier Technique établi par le Demandeur.

Dans le cas des dallages, à défaut de justifications particulières (réalisation d'essais d'injection grandeur nature et vérification de l'influence du traitement de sol par injection sur le comportement mécanique et l'intégrité du dallage), le maillage des points d'injection ne devra pas être supérieur à 1mx1m.

En complément de l'étude de sol, avant les travaux d'injection, des essais mécaniques de contrôle in situ devront être réalisés sur la profondeur de sol à traiter. Il conviendra de prévoir un point de sondage tous les 30 ml de fondations ou tous les 100 m² de radiers ou de dallage avec au minimum deux points de sondage. La nature de l'essai mécanique in situ réalisé (pénétromètre statique ou pressiomètre) devra être adaptée aux objectifs d'amélioration à atteindre (capacité portante, module de déformation pour le calcul des tassements, ...). Dans le cas où le tassement doit être estimé, il conviendra de réaliser des essais pressiométriques.

Le principe de dimensionnement du procédé URETEK Deep Injections est le dimensionnement par expérimentation.

Le dimensionnement du procédé d'injection doit être réalisé par le titulaire conformément aux prescriptions du §4.4 du Dossier Technique établi par le Demandeur en tenant compte du maillage prédéfini, des caractéristiques du sol (étude géotechnique) et de la descente de charge (diagnostic de l'ouvrage) afin d'estimer le volume de résine nécessaire et de déterminer le taux d'amélioration de la capacité portante du sol. Ce prédimensionnement devra permettre de vérifier si les objectifs d'amélioration à atteindre sont faisables avec l'utilisation du procédé URETEK Deep Injections.

Dans tous les cas de figure, la détermination des caractéristiques mécaniques du sol après injection du procédé URETEK Deep Injections sera réalisée sur la base des essais décrits ci-dessus.

La vérification du taux d'amélioration des caractéristiques mécaniques du sol après les travaux d'injection doit systématiquement faire l'objet d'un contrôle par essais mécaniques in situ sur la profondeur des sols traités. Ces essais mécaniques de contrôle doivent être réalisés dans les

mêmes conditions (types et nombre d'essais identiques) que les essais réalisés avant injections.

Ces essais de contrôles devront être réalisés au droit des fondations.

Dans le cas des dallages ou des radiers, les essais de contrôle devront être situés au centre du maillage d'injection.

Les essais devront être réalisés au droit des zones de sondage géotechnique avant injections afin d'être en mesure de comparer les résultats.

Seuls ces essais de contrôle permettront de valider les travaux d'injection et l'atteinte des objectifs d'amélioration du sol.

Dans le cas où les objectifs d'amélioration du sol ne sont pas atteints, il conviendra de prévoir la réalisation d'injections complémentaires en introduisant des points d'injection intermédiaires par rapport au maillage initial (doublage du maillage). Des essais de contrôle devront être à nouveau réalisés dans les conditions définies ci-dessus.

Le calcul de la capacité portante du sol après injection (contraintes à l'ELU et à l'ELS, tassements) devra être réalisé à partir des résultats des essais mécaniques in situ de contrôle en fonction du type d'essai et de la nature des fondations.

Traitement des sols sensibles aux phénomènes de retrait-gonflement

Dans le cas des sols argileux, les travaux d'injection doivent être réalisés uniquement après retrait du sol ayant entraîné des désordres sur la structure supportée ;

Un diagnostic doit être réalisé par un bureau d'étude géotechnique afin d'identifier les travaux complémentaires associés aux travaux d'injection (ex : drainage, dessouchage, ...) ;

La distance entre les points d'injection ne devra pas excéder 45 cm sur le premier niveau d'injection afin de garantir une saturation à la résine du sol sur toute la zone traitée ;

Les ouvrages traités devront faire l'objet d'une période d'observation sur au moins un cycle saisonnier.

Traitement des sols pollués

En cas de sols pollués, un plot d'essai préalable d'injection devra être réalisé afin de vérifier les conditions de polymérisation de la résine.

Prescriptions en zone sismique

Pour le calcul des actions sismiques suivant les prescriptions du §3 de la NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale, la classe de sol devra être identifiée en considérant les caractéristiques du sol avant les travaux d'injection.

2.32 Conditions de conception

La fabrication des composants de la résine doit faire l'objet d'un contrôle permanent portant notamment sur les caractéristiques des composants et la réaction du mélange. Il conviendra de prévoir systématiquement la réalisation d'un contrôle de validation, réalisé par le fabricant, de la réaction parfaite du mélange pour chaque lot du produit livré. Celui-ci doit garantir la conformité de la résine aux performances définies au §2 du Dossier Technique établi par le Demandeur.

Le matériel du camion atelier (générateur, appareillage spécifique pour le mélange des produits, système d'injection, ...) doit faire l'objet de la mise en place d'un autocontrôle systématique du titulaire.

L'étalonnage des appareils de mesure doit être vérifié au moins une fois par mois. Une vérification complète du camion atelier (matériel électrique, pompes, systèmes de compression d'air, ...) doit être réalisée au moins une fois par an.

Les résultats des autocontrôles réalisés doivent être enregistrés dans des registres et des fiches d'autocontrôle prévus à cet effet.

2.33 Conditions de mise en œuvre

La mise en œuvre est effectuée exclusivement par le titulaire. Elle doit être effectuée dans les strictes conditions définies dans le dossier technique établi par le demandeur, notamment pour ce qui concerne le traçage des lignes et niveaux d'injection sur le secteur à traiter, la perforation (et le respect de leur inclinaison), la mise en place des tubes d'injection et le suivi de la phase d'injection par contrôle laser.

Afin de garantir le positionnement correct des points d'injection, des précautions particulières doivent être adoptées lors du repérage et du traçage des points d'injection ainsi que lors de la réalisation des perforations.

Le repérage et le traçage des points d'injection devront être réalisés à partir d'un plan d'exécution, établi pour chaque chantier, indiquant le positionnement précis de l'ensemble des points d'injection vis-à-vis de l'ouvrage (identification de la zone à traiter, nombre de niveaux d'injection, localisation et espacement des points d'injection par niveau, maillage, ...). Un plan de recollement précisant l'implantation des points d'injection après exécution doit être établi.

Lors des travaux de perforations dans le cas d'injections sous fondations superficielles ou semi-profondes, une attention particulière doit être apportée sur la détermination et le maintien de l'inclinaison des percements. Selon le positionnement des points d'injection, l'inclinaison des

percements doit être systématiquement déterminée en fonction de l'encastrement et de la géométrie des fondations (reconnaissance initiale des fondations) à partir d'un trait de niveau référence tracé sur les murs supportés par les fondations et de la localisation du point de percement au niveau de la plateforme de travail.

La tolérance sur le positionnement des points d'injection ne devra pas excéder +/- 10cm.

Avant toute intervention, il conviendra de vérifier que le repérage des réseaux (nature et emplacement) a correctement été matérialisé.

Les points d'injection devront être situés à une distance minimale de 50 cm (rayon d'influence du « bulbe » d'injection avec grandes déformations du sol) par rapport aux réseaux afin d'éviter toutes dégradations suite aux déplacements de terrain générés par le procédé.

Dans le cas des réseaux sensibles (gaz, fibres optiques, ...), les points d'injection devront être situés à une distance minimale de 2m.

Lors des travaux d'injection, les réseaux devront systématiquement faire l'objet d'un contrôle continu par caméra afin de détecter toutes déformations éventuelles. Après les travaux d'injection, des essais d'étanchéité devront être réalisés sur les réseaux.

Dans le cas de la présence d'ouvrage en infrastructure à proximité des zones de sol à traiter (dénivellation de fondation, murs enterrés, ouvrages avoisinants, ...), les points d'injection devront être situés à une distance minimale d'environ 1m vis-à-vis de ces ouvrages afin d'éviter toutes dégradation sous l'effet de la pression de gonflement générée par le procédé.

En cas de présence de murs enterrés, un contrôle continu des déformations du mur lors des travaux d'injection devra être systématiquement mis en place afin de s'assurer du non dépassement de la déformation admissible déterminée au préalable par le bureau d'étude structure dans le cadre du diagnostic initial de l'ouvrage.

Chaque injection doit obligatoirement être accompagnée d'un suivi de l'ouvrage par niveau laser afin de détecter tout mouvement vertical de l'ouvrage traité avec une précision de 0.5mm. La réaction de l'ouvrage doit être mesurée en temps réel et l'ensemble de ces mesures doivent être consignées dans des fiches d'autocontrôle.

Afin de garantir une bonne consolidation du sol d'assise, chaque injection doit être systématiquement poursuivie, indépendamment du volume de résine consommé, jusqu'à détection d'un mouvement ascendant de l'ouvrage.

En cas de relevage d'ouvrages affaiblis, le relevage doit être contrôlé au millimètre près avec un suivi en temps réel de l'état de dégradation de l'ouvrage sur toute la zone traitée. La séquence de relevage doit se faire par tranches de faible hauteur afin de limiter les sollicitations sur la structure de l'ouvrage.

Dans le cas du traitement du sol d'assise d'une fondation superficielle avec présence d'un dallage, le dallage devra également faire l'objet d'un suivi par niveau laser afin de détecter tout mouvement vertical lors des injections.

En complément des contrôles demandés dans la norme NF EN 12 715, les contrôles mentionnés aux § 6 et 7 du Dossier Technique établi par le Demandeur doivent faire l'objet d'un enregistrement dans des fiches d'autocontrôle datées, numérotées et signées par le responsable du contrôle, avec identification du chantier et de la nature du contrôle réalisé, du résultat de contrôle et du traitement décidé en cas de non-conformité.

Ces fiches d'autocontrôle doivent notamment comporter : les mesures du contrôle laser avant et après injection pour chaque point d'injection, la vérification de l'inclinaison avant percement de chaque point d'injection, le suivi de l'état de dégradation de l'ouvrage supporté, le suivi de la déformation des réseaux et des murs enterrés éventuels, le volume de résine consommé pour chaque injection, le résultat du contrôle visuel quotidien de la polymérisation à l'air libre de la résine (couleur, texture, vitesse de polymérisation, absence de résidus...), le résultat de la vérification de la conformité de la pression et de la température au niveau du camion atelier.

Suite aux travaux de traitement du sol par injection de résine, il est nécessaire de respecter une période d'observation et de stabilisation d'une année avant travaux de reprise des fissures et des enduits.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans son domaine d'emploi accepté (cf. article 2.1) est appréciée favorablement.

Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 31 juillet 2023.

*Pour le Groupe Spécialisé n°3.3
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n°3.3 tient à souligner que le traitement de sol par injection de résine est une technique pour laquelle il n'est pas possible de garantir l'absence d'apparition de fissures sur les ouvrages en béton ou en maçonnerie durant les travaux d'injection.

Il est souligné que le traitement de sol par injection sous un ouvrage existant quelle que soit la technique d'injection utilisée, doit faire suite à un diagnostic préalable de qualification de cet ouvrage (identification de la nature et la cause des désordres observés, description du système constructif et de la nature des matériaux constructifs, détermination de la descente de charge, ...). L'attention du Maître d'œuvre est donc attirée sur la nécessité qu'il y a à faire effectuer un diagnostic aussi précis que possible, permettant de dimensionner et de mettre en œuvre le traitement de sol de manière pertinente.

L'application du procédé de consolidation du sol sous les fondations (ou les dallages), ne confère pas une rigidité supplémentaire à la structure de l'ouvrage qui peut parfois nécessiter des travaux complémentaires.

En cas de déficiences structurelles pouvant entraîner des risques au niveau de la stabilité de l'ouvrage, un bureau d'études spécialisé doit se prononcer sur les travaux de rigidification nécessaires devant être entrepris en complément des injections.

Le Groupe attire l'attention sur les essais de vieillissement réalisés qui ne permettent pas d'appréhender le vieillissement naturel de la résine dans le sol et d'en déduire une méthodologie de prédiction de la durée de vie du procédé.

Le Groupe attire l'attention sur l'absence de retour d'expérience sur les conditions de polymérisation de la résine dans les sols particuliers (ex. : sols pollués, ...).

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé
n°3.3*