

## Evaluation du procédé géotechnique

### STARSOL.REF

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Nom du procédé</b> | <b>Pieu vissé moulé injecté au tube plongeur appelé STARSOL.REF</b>  |
| <b>Demandeur</b>      | <b>Soletanche Bachy Fondations Spéciales<br/>18, rue des Pyrénées<br/>Silic 582 – Wissous 94663 Rungis</b> |

L'évaluation du renouvellement du procédé géotechnique STARSOL.REF a été conduite par l'Université Gustave Eiffel et le Cerema et approuvée de manière consensuelle par une commission dont la composition est précisée dans le référentiel relatif à l'évaluation des procédés géotechniques.

Les conclusions sont détaillées en page 2

L'évaluation repose sur :

- la demande de l'entreprise Soletanche Bachy Fondations Spéciales sollicitant l'Université Gustave Eiffel et le Cerema pour un renouvellement du cahier des charges STARSOL.REF avec l'engagement que la mise en œuvre du procédé STARSOL.REF n'a pas été identifiée comme une source de potentiel de désordres ;
- la liste des chantiers réalisés par Soletanche Bachy Fondations Spéciales sur ces trois dernières années mettant en œuvre le procédé STARSOL.REF ;
- l'analyse des performances du procédé géotechnique STARSOL.REF dans le cadre d'une mission réalisée par l'Université Gustave Eiffel et le Cerema avec l'appui d'un expert. Les conclusions de cette mission sont consignées dans un rapport d'analyse qui est présenté en annexe 1 ;
- le référentiel pour l'évaluation des procédés géotechniques (version 11 provisoire en date du 27/02/2019) ;

Marne La Vallée, le 22/01/2021.

Fabien Szymkiewicz

UNIV. GUSTAVE EIFFEL/GERS/SRO



Cécile Maurel

Cerema Ile-de-France  
Département Géosciences Risques



## **1. Présentation du procédé**

Le procédé STARSOL.REF fait partie de la famille des pieux vissés moulés.

Il est développé par Soletanche-Bachy à partir d'un outil refoulant spécifique surmonté d'une colonne à âme creuse et améliore les performances du pieu vissé moulé grâce aux principes fondamentaux suivants : le bétonnage est réalisé au moyen d'un tube de bétonnage continu présent sur la totalité de la hauteur de l'outil refoulant et de la colonne et positionné dans l'âme creuse de ceux-ci.

Le tube plongeur est raccordé en tête au col de cygne de bétonnage lui-même raccordé aux flexibles 4" ou 5" et au dispositif de pompage du béton.

Ce tube de bétonnage, continu, est coulissant grâce aux vérins situés en tête au niveau de la table de rotation, et devient pendant le bétonnage un véritable tube plongeur télescopable sur une longueur de  $1,5 \text{ m} \pm 0,3 \text{ m}$ , dont la base reste constamment immergée dans le béton ouvrable qui vient d'être mis en place.

Son positionnement par rapport à la base de la tarière est vérifiable à tous les stades de l'exécution grâce à la visualisation de la course des vérins situés au niveau de la tête de rotation.

Un enregistrement continu des paramètres en temps réel sous la forme de courbe est aussi mis en œuvre, avec double affichage à la fois sur un écran devant l'opérateur et en impression papier.

## **2. Référentiel retenu pour l'évaluation du procédé géotechnique STARSOL.REF**

Le référentiel retenu pour l'évaluation du procédé géotechnique STARSOL.REF comprend :

- l'Eurocode 7 partie 1 avec son annexe nationale française ;
- l'Eurocode 7 partie 2 ;
- la norme NF P 94-262 et son amendement pour l'application nationale de l'Eurocode 7 à la justification des fondations profondes;
- la norme européenne d'exécution NF EN 12699.

## **3. Documents**

Les documents examinés dans le cadre de la mission confiée à l'Université Gustave Eiffel et au Cerema sont les suivants :

- le cahier des charges du procédé géotechnique STARSOL.REF Edition n° 3
- la synthèse des divers essais (essais de chargement de pieux, essais de résistance du béton, etc.).

## **4. Avis**

L'Université Gustave Eiffel et le Cerema sur la base des différents documents examinés, du rapport d'analyse présenté en annexe 1 et de la présentation du procédé géotechnique devant la commission dédiée réunie à l'Université Gustave Eiffel le 17 septembre 2020 estiment que le procédé géotechnique STARSOL.REF décrit par le cahier des charges Edition n°3 en date du 15/09/2020 est apte à satisfaire les exigences de fiabilité et de robustesse requis par le référentiel retenu.

Le domaine d'application concerne tous les ouvrages de construction (bâtiments, ouvrages d'art, tours, mâts, cheminées et silos) en zone sismique ou non.

## **5. Validité**

La présente évaluation est valable jusqu'au 22/01/2024. Soletanche Bachy Fondations Spéciales devra informer l'Université Gustave Eiffel ou le Cerema de tout incident ou désordre provoqué par la mise en œuvre du procédé géotechnique STARSOL.REF et de toute modification apportée au procédé durant cette période de validité.

## Annexe 1 – Rapport d'analyse du procédé géotechnique STARSOL.REF

### 1. Spécificités du procédé STARSOL.REF

Le procédé STARSOL.REF déroge aux normes de conception sur deux points essentiels :

- la résistance du béton,
- la résistance géotechnique.

### 2. Résistance du béton

Trois paramètres du calcul sont modifiés :  $C_{\max}=40$  MPa,  $k_1=1.05$  et  $k_2=1$ .

Ces valeurs sont justifiées par l'expérience propre de l'entreprise et par l'écrasement de 27 carottes prélevées in situ sur des pieux STARSOL.REF.

L'analyse des données d'essais montre que la valeur  $f_{ck}^*$  déduite de la relation habituellement utilisée  $f_{ck}^*=\inf(C_{\max}, f_{c28})/(k_1.k_2)$  est toujours dépassée.

Par ailleurs, au moins cinq essais de chargement ont été conduits jusqu'à atteindre des contraintes dans le béton supérieures à 20 MPa, ce qui démontre toute la fiabilité du procédé.

### 3. Résistance géotechnique

Les règles sont modifiées par rapport à la norme NF P 94-262. Elles reposent sur 63 essais de chargement en vraie grandeur réalisés sur des pieux STARSOL ainsi que sur 22 essais réalisés sur des pieux STARSOL.REF réalisés sur 5 sites. Certains essais ont été menés en traction.

Deux des sites ont permis d'établir des comparaisons entre le procédé STARSOL® et le procédé STARSOL.REF dans les sables et les argiles.

L'interprétation de ces essais est basée sur les principes décrits par Baguelin et al. (2012) et Burlon et al. (2014) et conduit à des règles permettant de garantir un niveau de fiabilité et de robustesse des pieux mis en œuvre au moins équivalent à celui garanti par la norme NF P 94-262.

Les frottements axiaux unitaires considérés pour la méthode pressiométrique ainsi que ceux considérés pour la méthode pénétrométrique sont supérieurs à ceux de la norme NF P 94-262 : ils dépassent également les limites des seuils définis dans celle-ci. De même, les facteurs de pointe relatifs aux méthodes pressiométriques et pénétrométriques sont supérieurs à ceux de la norme NF P 94-262.

Cependant, les valeurs retenues assurent que les résistances limites calculées restent inférieures ou égales aux résistances limites du procédé. En particulier, le pourcentage de mise en défaut est bien inférieur aux 15 % de la norme NF P 94-262.

Dossier Instruit par :  
Fabien Szymkiewicz et Gilles Valdeyron  
Univ. Gustave Eiffel Cerema