

Evaluation du procédé géotechnique

Pieu tarière creuse FRANKISTAR

| | |
|-----------------------|--|
| Nom du procédé | Pieu foré tarière creuse injecté au tube plongeur appelé FRANKISTAR |
| Demandeur | Franki Fondation 9/11, rue Gustave Eiffel 91350 Grigny |

L'évaluation du renouvellement du procédé géotechnique FRANKISTAR a été conduite par l'Université Gustave Eiffel (Univ. 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.

L'évaluation repose sur :

- la demande de l'entreprise Franki Fondation sollicitant l'Univ. EIFFEL et le Cerema pour un renouvellement du cahier des charges FRANKISTAR avec l'engagement que la mise en oeuvre du procédé FRANKISTAR n'a pas été identifiée comme une source de potentiel de désordres ;
- la liste des chantiers réalisés par Franki Fondation sur ces trois dernières années mettant en oeuvre le procédé FRANKISTAR ;
- l'analyse des performances du procédé géotechnique FRANKISTAR dans le cadre d'une mission réalisée par l'Univ. 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) ;
- l'avis d'un expert mandaté par Franki Fondation (en date du 26/11/2019, et concernant l'ancienne version, identique à la nouvelle).

Fontenay sous Bois, le 26 juillet 2023.

Fabien Szymkiewicz

Univ. Eiffel / GERS / SRO



Cécile Maurel

Cerema Ile-de-France
Département Géosciences Risques



1. Présentation du procédé

Le procédé FRANKISTAR fait partie de la famille des pieux forés à la tarière creuse et injectés au tube plongeur rétractable (anciennement type 3) comportant un dispositif de type actif du groupe 2 selon la définition EPG des pieux à la tarière équipés de tube bétonnage télescopique.

Il est développé par Franki Fondation à partir d'une tarière continue à axe creux modifiée et améliorée (selon des brevets FRANKI) tout ou en partie grâce aux principes fondamentaux suivants : le bétonnage est réalisé au moyen d'un tube de bétonnage continu sur la totalité de la hauteur de la tarière, positionné dans l'âme de celle-ci. Le tube plongeur est raccordé en tête au col de cygne de bétonnage lui-même raccordé au dispositif de pompage du béton. Ce tube de bétonnage comporte à sa base une partie coulissante, et devient pendant le bétonnage un véritable tube plongeur télescopique sur une longueur de 1 m, dont la base reste constamment immergée dans le béton ouvrable qui vient d'être mis en place.

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

2. Référentiel retenu pour l'évaluation du procédé géotechnique FRANKISTAR

Le référentiel retenu pour l'évaluation du procédé géotechnique FRANKISTAR 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 1536.

3. Documents

Les documents examinés dans le cadre de la mission confiée à l'UNIV. EIFFEL et au Cerema sont les suivants :

- le cahier des charges du procédé géotechnique FRANKISTAR dont la dernière version en date du 13/07/2023.
- la synthèse des divers essais (essais de chargement de pieux, essais de résistance du béton, etc.) ;
- l'avis d'un expert mandaté par Franki Fondation (en date du 26/11/2019 et concernant l'ancienne version, identique à la nouvelle).

4. Avis

L'Univ. Eiffel et le Cerema, sur la base des différents documents examinés et du rapport d'analyse présenté en annexe 1, estiment que le procédé géotechnique FRANKISTAR décrit par le cahier des charges du procédé géotechnique FRANKISTAR du 13/07/2023 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). Dans le cas où l'annexe Q de la norme NF P 94-262 concernant les ponts est rendue obligatoire par le marché, elle reste la référence pour l'ensemble de ses clauses avec une dérogation possible pour le taux de travail du béton (à valider par le Maître d'œuvre en fonction du projet).

5. Validité

La présente évaluation est valable jusqu'au 31/12/2024.

Franki Fondation devra informer l'Univ. Eiffel ou le Cerema de tout incident ou désordre provoqué par la mise en œuvre du procédé géotechnique FRANKISTAR et de toute modification apportée au procédé durant cette période de validité.

Annexe 1 – Rapport d'analyse du procédé géotechnique FRANKISTAR

1. Spécificités du procédé FRANKISTAR

Le procédé FRANKISTAR déroge aux normes de justification sur deux points essentiels :

- la résistance du béton,
- la résistance géotechnique.

2. Résistance du béton

Trois paramètres du calcul sont modifiés par rapport à la norme NF P 94-262: $C_{\max}=40$ MPa (y compris pour les ponts), $k_1=1.05$ et $k_2=1$.

Ces valeurs sont justifiées par l'expérience propre de l'entreprise et par l'écrasement de plus 30 carottes prélevées in situ sur des pieux FRANKISTAR.

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 15 MPa (dont deux à 20 MPa), ce qui démontre la fiabilité du procédé.

3. Résistance géotechnique

Les règles sont modifiées par rapport à la norme NF P94-262. Elles reposent sur 14 essais de chargement en vraie grandeur réalisés sur des pieux FRANKISTAR réalisés sur plus de sept sites.

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 facteurs de pointe relatifs aux méthodes pressiométriques et pénétrométriques sont supérieurs à ceux de la norme NF P94-262. Les augmentations restent toutefois généralement dans des proportions limitées.

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 P94-262 : ils dépassent également les limites des seuils définis dans celle-ci.

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 P94-262.

4. Utilisation pour les ponts d'ouvrage d'art

Le procédé FRANKISTAR répond aux exigences de la section 3.5.2.5 du fascicule 68 du CCTG relatif à l'emploi des tarières creuses pour les ponts d'ouvrage d'art.

Pour ces ouvrages à défaut de dispositions spécifiques indiquées au marché, l'annexe Q de la norme NF P 94-262 s'applique. Une valeur de C_{\max} supérieure à 25 MPa et limitée à 40

MPa, peut toutefois être retenue en cas d'utilisation de béton de caractéristiques appropriées.

Cette valeur doit être validée par le maître d'œuvre en charge de la conception après analyse des éventuels effets sur la souplesse des appuis.

Sauf prescriptions différentes, cette disposition ne permet pas de déroger au § Q.3.4.1.1 de la norme NF P94-262 relatif aux diamètres minimaux des pieux exécutés en place.

Dossier Instruit par :

Fabien Szymkiewicz

Université G. Eiffel