

Evaluation du procédé géotechnique

INSER-HDP®

Nom du procédé	Pieux INSER-HDP® (Helical Displacement Pile)
Demandeur	Keller Fondations Spéciales Siège Social 2 rue Denis Papin CS 69224 Duttlenheim 67129 Molsheim Cedex

L'évaluation du procédé géotechnique INSER-HDP® 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 Keller Fondations Spéciales sollicitant l'Université Gustave Eiffel et le Cerema pour l'évaluation du cahier des charges INSER-HDP® avec l'engagement que la mise en œuvre du procédé INSER-HDP® n'a pas été identifiée comme une source de potentiel de désordres ;
- la liste des chantiers réalisés par Keller Fondations Spéciales sur ces deux dernières années mettant en œuvre le procédé INSER-HDP® ;
- l'analyse des performances du procédé géotechnique INSER-HDP® 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 en date du 27/02/2019) ;

Fontenay-sous-Bois, le 19/03/2021.


Fabien Szymkiewicz

Université Eiffel /GERS/SRO



Cécile Maurel

Cerema Ile-de-France
Département Infrastructures Risques Matériaux



Le pieu INSER-HDP® (Helical Displacement Pile) entre dans la classe des pieux vissés moulés dans le sol réalisés par refoulement, sans extraction de sol et sans vibration. Un outil spécifique de conception et de fabrication propre à l'entreprise Keller est utilisé.

L'outil du pieu INSER-HDP® est fixé à l'extrémité du tube de rallonge. Il est hélicoïdal selon un sens inversé à partir d'une partie centrale tronconique. L'effet est double :

- lors de la descente de l'outil, le sol qui remonte par la pale hélicoïdale inférieure est refoulé par la partie centrale lisse et tronconique ;
- à l'inverse, lors de la remontée, le sens de rotation reste identique et le sol est refoulé cette fois-ci par l'intermédiaire des pales supérieures et de la partie centrale.

La base de l'outil INSER-HDP® est équipée d'une pale particulière d'un diamètre extérieur plus important que le diamètre nominal de l'outil. Le pas de vis est maîtrisé par l'asservissement de la vitesse de rotation à la vitesse de remontée.

2. Référentiel retenu pour l'évaluation du procédé géotechnique PIEU INSER-HDP®

Le référentiel retenu pour l'évaluation du procédé géotechnique pieu INSER-HDP® 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 PIEU INSER-HDP® Edition n°1 du 11/03/2021.
- 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 et du rapport d'analyse présenté en annexe estiment que le procédé géotechnique PIEU INSER-HDP® décrit par le cahier des charges Edition n°1 en date du 11 mars 2021 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. 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 19/03/2024.

Keller 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 PIEU INSER-HDP® et de toute modification apportée au procédé durant cette période de validité.

Annexe 1 – Rapport d'analyse du procédé géotechnique PIEU INSER-HDP®

1. Spécificités du procédé PIEU INSER-HDP®

Le procédé PIEU INSER-HDP® déroge aux normes de justification sur deux points essentiels:

- la résistance du béton,
- la résistance géotechnique.

2. Résistance du béton

Deux paramètres du calcul sont modifiés : $C_{max}=40$ MPa, $k_1=1.1$.

Ces valeurs sont justifiées par l'expérience propre de l'entreprise et par l'écrasement de 61 échantillons prélevés sur 13 sites dans 4 types de sols différents (l'analyse a été menée de manière simultanée pour INSER® et INSER HDP® car les différences entre ces deux procédés n'ont pas d'incidence sur le calcul de la résistance du béton et les essais effectués).

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

3. Résistance géotechnique

Les règles sont modifiées par rapport à la norme NF P 94-262. Elles reposent sur une base de données de 31 essais de chargement en vraie grandeur (25 pieux INSER® et 6 INSER HDP®).

Les essais réalisés et l'expérience acquise par l'entreprise aboutissent aux valeurs proposées dans le cahier des charges. L'analyse a été faite pour les pieux INSER HDP® par analogie avec les pieux INSER®, les résistances obtenues étant comparables ou supérieures.

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.

En particulier, le pourcentage de mise en défaut des pieux testés et réalisés avec le procédé INSER-HDP® est bien inférieur aux 15 % de la norme NF P 94-262.

Dossier Instruit par :

Fabien Szymkiewicz et Samuel Heumez

Université G. Eiffel

Cerema