

Avis Technique - EPG

Nom du procédé	Pieu foré injecté au tube plongeur Pieux INSER HDP®
Demandeur	Keller Fondations Spéciales Siège Social - 2 rue Denis Papin CS 69224 Duttlenheim 67129 Molsheim Cedex

L'avis technique du Procédé Géotechnique « Pieu INSER HDP® » a été approuvé de manière consensuelle par les membres de la commission technique EPG dont le rôle et la composition sont précisés dans le référentiel relatif à l'évaluation des procédés géotechniques. Les conclusions de cette évaluation sont détaillées aux pages 2 à 5.

L'avis repose sur :

- l'engagement que la mise en œuvre du procédé INSER HDP® n'a pas été identifiée comme une source potentielle de désordres ;
- l'analyse des performances du procédé géotechnique INSER HDP® dans le cadre d'une mission réalisée par les deux instructeurs missionnés de la commission EPG. Les conclusions de cette mission sont consignées dans un rapport d'analyse qui est présenté en annexe ;
- la(es) jurisprudence(s), au moment de l'évaluation, de la famille à laquelle le procédé géotechnique est rattaché ;
- l'approbation consensuelle par les membres de la commission CT-EPG en date du 20/07/2026, du cahier des charges et des conclusions du rapport.

Avis de la commission technique EPG

Sous réserve d'appliquer les recommandations ci-dessous, la commission technique EPG :

- estime que : le procédé géotechnique « Pieu INSER HDP » mis en œuvre par la société **Keller Fondations Spéciales** et décrit par le cahier des charges du procédé géotechnique Indice 3 du 16/03/2026 est apte à satisfaire les exigences de fiabilité et de robustesse requises par le référentiel retenu ;
- évalue favorablement le procédé géotechnique avec les conditions particulières évoquées au §7 ci-après.

Le présent avis technique est établi le 20 juillet 2026 et est valide **jusqu'au 20/07/2029**.

Le Président de la commission technique
EPG



Loïc LEURENT - CEREMA

Le Vice - Président de la commission
technique EPG



Fabien SZYMKIEWICZ - UGE

Avis Technique - EPG

1. Présentation du procédé

Le Pieu INSER-HDP® (Helical Displacement Pile) est un pieu constitué d'une nervure de béton de forme hélicoïdale. Il rentre 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.

Ce procédé a fait l'objet d'un développement sur la base de plusieurs planches expérimentales encadrées par l'Université Gustave Eiffel (anciennement IFSTTAR) et l'INSAVALOR et également sur la base de données issues de nombreux essais de chargement réalisés sur chantiers dans les différentes catégories de sols.

Le cahier des charges pieu INSER HDP®, Edition 3 du 16/03/2026 fixe les règles particulières du procédé vis-à-vis de la réalisation, du dimensionnement et des contrôles. Il est établi conformément à la clause 9 du chapitre 1 de la norme NF P 94-262.

2. Référentiel retenu pour l'instruction du procédé

2.1. Normes et recommandations

- Eurocodes,
- Norme NF P94-262 et son amendement pour l'application nationale de l'Eurocode 7 à la justification des fondations profondes,
- Norme NF EN 12699 Pieux avec refoulement du sol,
- Fascicule 68 : Cahier des Clauses Techniques Générales - Travaux de Génie Civil / Exécution des Travaux Géotechniques des ouvrages de Génie Civil,
- Norme NF DTU 13.2. Fondations Profondes,
- Norme NF EN 206/CN Béton - Spécification, performance, production et conformité,
- Cahier technique n° 38 de l'AFPS de mars 2017.

2.2. Référentiel spécifique aux EPG¹ :

- Fascicule 1 : Organisation des commissions et de la procédure EPG, version 2.1 du 13/03/25,
- Fascicule 2 : Contenu détaillé d'une EPG et base de données associées, version 1.4 du 23/09/25,
- Annexe 1 au Fascicule 2 - Fondation profondes coulées en place du 23/09/25,
- La jurisprudence 1 de la famille à laquelle le procédé géotechnique est rattaché, validée au moment de l'évaluation

3. Documents examinés

Les documents examinés dans le cadre de la mission sont les suivants :

3.1. Dossier administratif :

- - Liste des références de chantiers 2023 / 2024 / 2025,
- - Attestation d'assurance d'absence de sinistralité (en date du 10/02/2026),
- - Projet de CDC 2026 (Edition 3 du 16/03/2026 avec modification majeure).

3.2. Dossier technique :

- - Cahier des charges INSER-HDP® de Keller – édition n°2 du 03/06/2024,
- - les PV d'essais complémentaires réalisés sur 2 sites en 2024 et 2025,
- - Rapport d'analyse des essais dans la craie (NTE CC 223 260001 Ind A1 – 16/03/2026),

¹ <https://piles.cerema.fr/demarche-pour-une-evaluation-membres-de-la-a2047.html>

- - Rapport d'analyse des essais d'intégrité et de résistance intrinsèque du pieu – indice B1 du 16/04/2026.

4. Domaine d'emploi

Le domaine d'application concerne les pieux porteurs ou de soutènement, de tous types d'ouvrages (bâtiments, ouvrages d'art, tours, mâts, cheminées et silos) en situation de calcul sismique ou non, aussi bien public que privé.

Le procédé peut être employé dans tous types de terrains dans lesquels les conditions adaptées de forage et bétonnage avec les moyens dédiés ont été démontrées, si nécessaire par un essai de faisabilité en début de chantier.

5. Note à l'intention du maître d'œuvre et des contrôleurs

L'emploi de ce procédé est soumis à l'appréciation du Maître d'Ouvrage sur conseils de son Maître d'Œuvre et du titulaire de la mission G2. Cet avis est établi au plus tard lors de la phase Assistance pour la passation des Contrats de Travaux (ACT selon la loi MOP).

On attire l'attention sur la nécessité d'éléments suffisamment précis au stade G2 DCE/ACT pour le dimensionnement de ce type de procédé. Ces éléments sont précisés dans le cahier des charges.

6. Instructeurs du dossier

L'instruction de cette Procédé Géotechnique a été suivie par :

- Nathalie BORIE (Apave – Membre de la CT- EPG) : Rapporteur / Instructeur,
- Fabien Szymkiewicz (UGE – Membre de la CT- EPG) : Instructeur.

Ces instructeurs ont été désignés par la commission EPG.

7. Avis et conditions particulières

La Commission Technique EPG, sur la base des différents documents examinés, du rapport d'analyse présenté en annexe, et de la présentation du procédé géotechnique devant la commission dédiée réunie le 05/06/2026, estiment que le procédé géotechnique « Pieu INSER HDP° » mis en œuvre par la société Keller Fondations Spéciales et décrit par le cahier des charges Indice 3 du 16/03/2026 est **apte à satisfaire les exigences de fiabilité et de robustesse requises par le référentiel retenu.**

8. Validité et conditions particulières

Le présent Avis Technique EPG est établi **jusqu'au 20/07/2029.**

Keller Fondations Spéciales **devra informer la Commission Technique EPG 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 » de Keller Fondations Spéciales

1. Spécificités du procédé

Le Pieu INSER HDP® est un pieu constitué d'une nervure de béton de forme hélicoïdale. Il rentre 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 est fixé à l'extrémité du tube de rallonge. Il est hélicoïdal selon un sens inversé à partir d'une partie centrale tronconique.

La capacité de refoulement de ce type de pieu est optimale par rapport à d'autres procédés de pieux vissés car le refoulement du sol s'effectue aussi bien à la descente qu'à la remontée de l'outil :

- Lors de la descente de l'outil, le sol qui remonte par la pale hélicoïdale inférieure est refoulé par la partie centrale lisse et la partie tronconique inférieure après le passage de l'ergot.
- À l'inverse, lors de la remontée, le sens de rotation reste identique et le sol entraîné par les pales est refoulé cette fois-ci par l'intermédiaire de la partie tronconique supérieure et la partie centrale.

La base de l'outil INSER-HDP® est équipée également d'une pale particulière d'un diamètre extérieur plus important que le diamètre nominal de l'outil pour réaliser les nervures moulées dans le sol. Le pas de vis est maîtrisé par un système d'asservissement de la vitesse de rotation et de remontée de l'outil qui permet de garantir un pas de vis régulier.

L'épaisseur de la nervure et le pas de vis restent maîtrisés par le système d'asservissement, ce qui a été confirmé par les essais de dégarnissage récents.

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

- la résistance du béton,
- la résistance géotechnique.

Concernant les contrôles, le cahier des charges impose :

- des essais d'impédance lorsque le pieu comporte un diamètre continu en tête,
- des essais de dégarnissage pour le contrôle de la réalisation de la nervure.

2. Analyse du Cahier des Charges

2.1 Résistance du béton

Trois paramètres du calcul sont modifiés par rapport à la norme NF P 94-262: $C_{max}=40$ MPa, $k_1=1.1$ et $k_2=1$.

Ces valeurs sont justifiées par l'expérience propre de l'entreprise et par l'écrasement de 68 échantillons prélevés sur 7 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 $f_{ck}^* = \inf(C_{max}, f_{c28}) / (k_1.k_2)$ est toujours dépassée.

On note que, s'agissant du contrôle renforcé, dans le cas où $f_{ck} > 35$ MPa, la fréquence des essais est doublée.

Les justifications STR se font à partir du diamètre nominal du corps de la vis Bc (ou diamètre intérieur).

2.2 Résistance géotechnique

Les règles sont modifiées par rapport à la norme NF P 94-262. Elles reposent sur une base de données de 34 essais de chargement en vraie grandeur (27 pieux INSER® et 7 INSER HDP®) avec 96 mesures de frottement par des extensomètres.

Les modifications portent sur les valeurs de k_{pmax} , k_{cmax} , $\alpha_{pieu-sol}$, q_{smax} , γ_{Rd1} proposées dans la craie.

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.

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.

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.

Les justifications GEO se font sur la base du diamètre extérieur de calcul $B^* = B_f - 0,04$ avec B_f et B^* en mètre (B_f = diamètre extérieur).

3. Utilisation 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 35 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.

En cas de dérogation, il est conseillé d'effectuer un suivi de maintien de stabilité du béton lors de la mise en œuvre suivant les normes cf XP P 18-468 et XP P 18-475.

Sauf prescriptions différentes, ces dispositions ne permettent pas de déroger au § Q.3.4.1.1 de la norme NF P94-262 relatif au diamètre minimum des pieux exécutés en place.