



TECHNIQUES SOUS CAHIERS DES CHARGES

Présentation de la commission EPG

23/10/25

L. LEURENT- Président de la
commission technique EPG

EPG : une passerelle entre les techniques originales et les techniques traditionnellement utilisées par la profession

EPG : Mêler l'innovation et la normalisation

SOMMAIRE

- Qu'est ce que les EPG
- Fonctionnement de la commission EPG
- Comment se déroule une instruction ?
- Acteur de la construction – que faut il analyser dans un avis EPG ?
- Combien d'évaluations actuellement ?

LES EPG – C’EST QUOI ?

1. Objectif d’une Evaluation de Procédé Géotechnique


L’Evaluation de Procédé Géotechnique a pour objectif de favoriser et d’encadrer l’innovation dans le domaine géotechnique. Elle favorise la recherche dans le domaine des procédés géotechniques innovants et constitue un moyen permettant de contrôler que ces procédés répondent bien à un certain nombre d’exigences garantissant la robustesse et la fiabilité des ouvrages construits.

EPG = « outil » dont la vocation est de gérer l’innovation portée par les entreprises

- Relative à des **procédés géotechniques** :
 - Innovants : une procédure d’exécution ou une conception originaleOu plus simplement :
 - Présentant une procédure de contrôle qualité plus fiable que les référentiels existants
 - Utilisé dans des circonstances originales.
- Correspondant à une démarche volontaires et facultatives de la part des entreprises,
- Évaluation collégiale formulée par une commission d’experts de la profession,
- Sous la responsabilité de ces dernières,

- Commission complémentaire au CSTB (*pieux métalliques, procédés de renforcement par injection, fondations thermoactives*)

2024/2025 - NOUVELLE ORGANISATION DE LA COMMISSION EPG

- 
- Une commission existante depuis 2017
 - **Modifiée entre 2024/2025**
 - demandes croissantes d'évaluations,
 - pour tenir compte des demandes des entreprises
 - Les changements apportés :
 - 2 Commissions EPG constituées d'experts de la profession :
 - la Commission Technique,
 - la Commission Générale
 - Une instruction des procédés portée par la commission technique et non plus l'UGE et le CEREMA uniquement
 - Un référentiel de documents structuré
 - Le site PILES du Cerema : le référentiel EPG publics, les avis formulés

<https://piles.cerema.fr/demarche-pour-une-evaluation-membres-commissions-d-a2047.html>

REFERENTIEL DE DOCUMENTS EPG

[Fascicule 1 - Organisation des commissions et de la procédure EPG - Mars 2025 \(démarche permettant d'aboutir à l'EPG\)](#)

[Fascicule 2 - Contenu détaillé d'une EPG et base de données associées - Septembre 2025](#)

[- Fascicule 2 - Annexe 1 - Prescriptions spécifiques relatives à la famille 1-1 - Fondations profondes en béton coulé en place - Septembre 2025](#)

[- Fascicule 2 - Annexe 2 - Prescriptions spécifiques relatives à la famille 1-2 - Fondations profondes scellées de diamètre inférieur ou égal à 300mm - Septembre 2025](#)

[Guide pour la réalisation de cahiers des charges soumis à une EPG - Version 1 Février 2019 \(version en vigueur pour les solutions de renforcement de sol\)](#)

Documents publics disponibles sur le site PILES du CEREMA

FICHE	Sujet	Famille	Sous famille	Vérification
01	Contraintes Béton admissible - % d'amélioration par renouvellement	1 - élément de fondation	1-1 : Pieu en béton (FTC 3, pieu vissé moulé, etc.)	STR
02	Diamètre CB - utilisation vibreur externe	2 - renforcement de sol par inclusions	2-2 : Inclusions mixtes (CB + IR)	STR - Méthode exe
03	Conformité Béton EN206 /CN Annexe D - EC2	2 - renforcement de sol par inclusions	.../...	STR - Contrôles
04	Utilisation de béton de faible résistance caractéristique	2 - renforcement de sol par inclusions	.../...	STR
05	Contrainte admissible en flexion composée pour inclusion non armée	2 - renforcement de sol par inclusions	.../...	STR
06	Justification du ferrailage des semelles	2 - renforcement de sol par inclusions	2-1 : Inclusions rigides sans matelas	STR
07	Dispositions sismiques et double domaine	2 - renforcement de sol par inclusions	2-1 : Inclusions rigides sans matelas	Dispositions Sismiques
08	Définition Dispositif télescopable - Groupe	1 - élément de fondation	1-1 : Pieu en béton (FTC 3, pieu vissé moulé, etc.)	STR
09	Cas des sols soumis à retrait gonflement	2 - renforcement de sol par inclusions	2-1 : Inclusions rigides sans matelas	GEO
10	Déplaiement de la limite de 7 MPa à l'ELU	2 - renforcement de sol par inclusions	.../...	GEO
11	Inclusion sous grue	2 - renforcement de sol par inclusions	2-1 : Inclusions rigides sans matelas	STR
12	Modification du k3 pour les entreprises justifiant d'une expérience importante	2 - renforcement de sol par inclusions	2-1 : Inclusions rigides sans matelas	GEO et STR
13	Cas des IR armées : Disposition minimale d'armatures	2 - renforcement de sol par inclusions	2-1 : Inclusions rigides sans matelas	STR

LES MEMBRES DE LA CT-EPG

Pour assurer la **compétence**, la **représentativité** et la **collégialité**, la **Commission Technique** regroupe de façon équilibrée **une quinzaine d'experts** avec des représentants :

- de l'USG ;
- de SYNTEC ;
- des Contrôleurs Techniques Construction ;
- du CEREMA ;
- de l'UGE ;
- du CSTB (connexion avec le GS 3.3).

Président : Loïc LEURENT (CEREMA)

Vice-Président : Fabien SZYMKIEWICZ (UGE)

Cette commission a en charge l'instruction technique de chaque EPG et veille à la **fiabilité** et la **robustesse** des innovations proposées.

La **procédure d'instruction** d'une EPG est aussi **transcrite dans le fascicule 2 et ses annexes** permettant une **transparence optimale**.

LES MEMBRES DE LA CG-EPG

La **Commission Générale** regroupe **une trentaine d'experts** ; tous les membres de la Commission Technique ainsi que des représentants :

- du SOFFONS ;
- d'EGF-BTP ;
- de l'assurance ;
- de l'expertise d'assurance ;
- de l'expertise judiciaire.

Président : Nicolas NAYRAND (Bureau Veritas Construction)

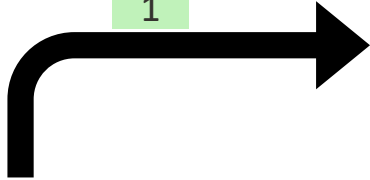
Vice-Président : Sébastien BURLON (CEREMA)

Cette commission garantit à la fois la **transparence** et la **confidentialité des échanges** permettant d'aboutir à une EPG.

Elle veille au respect des délais d'instruction des EPG et **fixe la stratégie garantissant l'équilibre entre normalisation et innovation.**

COMMENT SE DÉROULE UNE INSTRUCTION ?

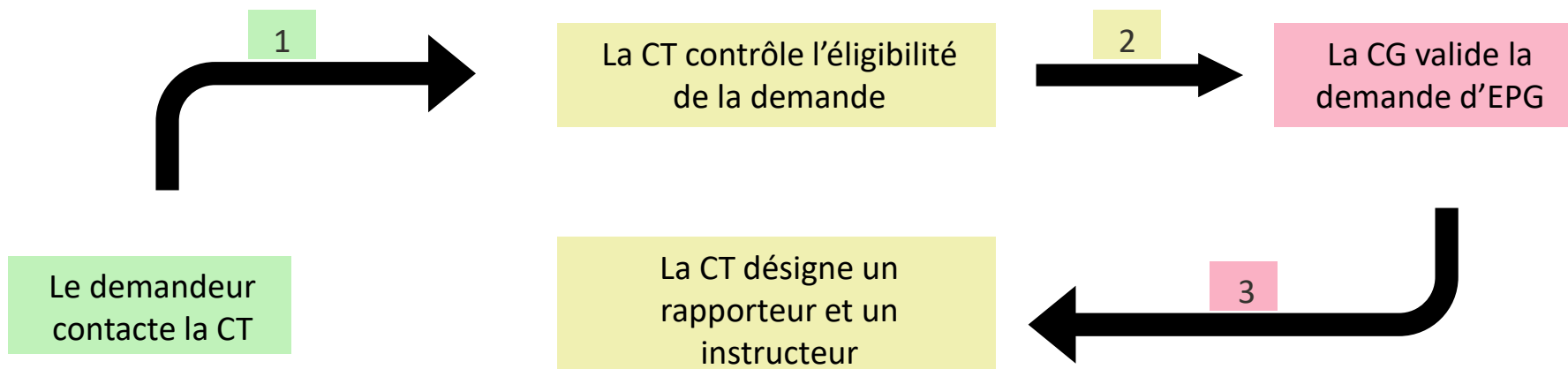
1



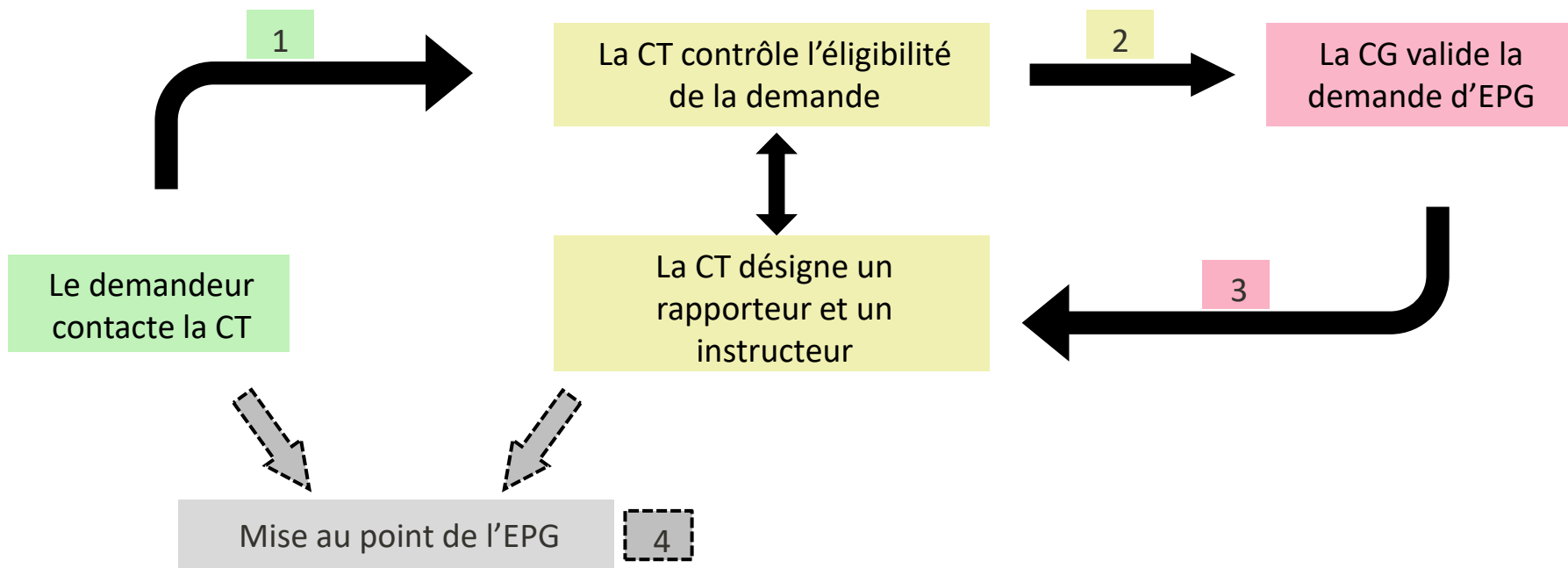
La CT contrôle l'éligibilité
de la demande

Le demandeur
contacte la CT

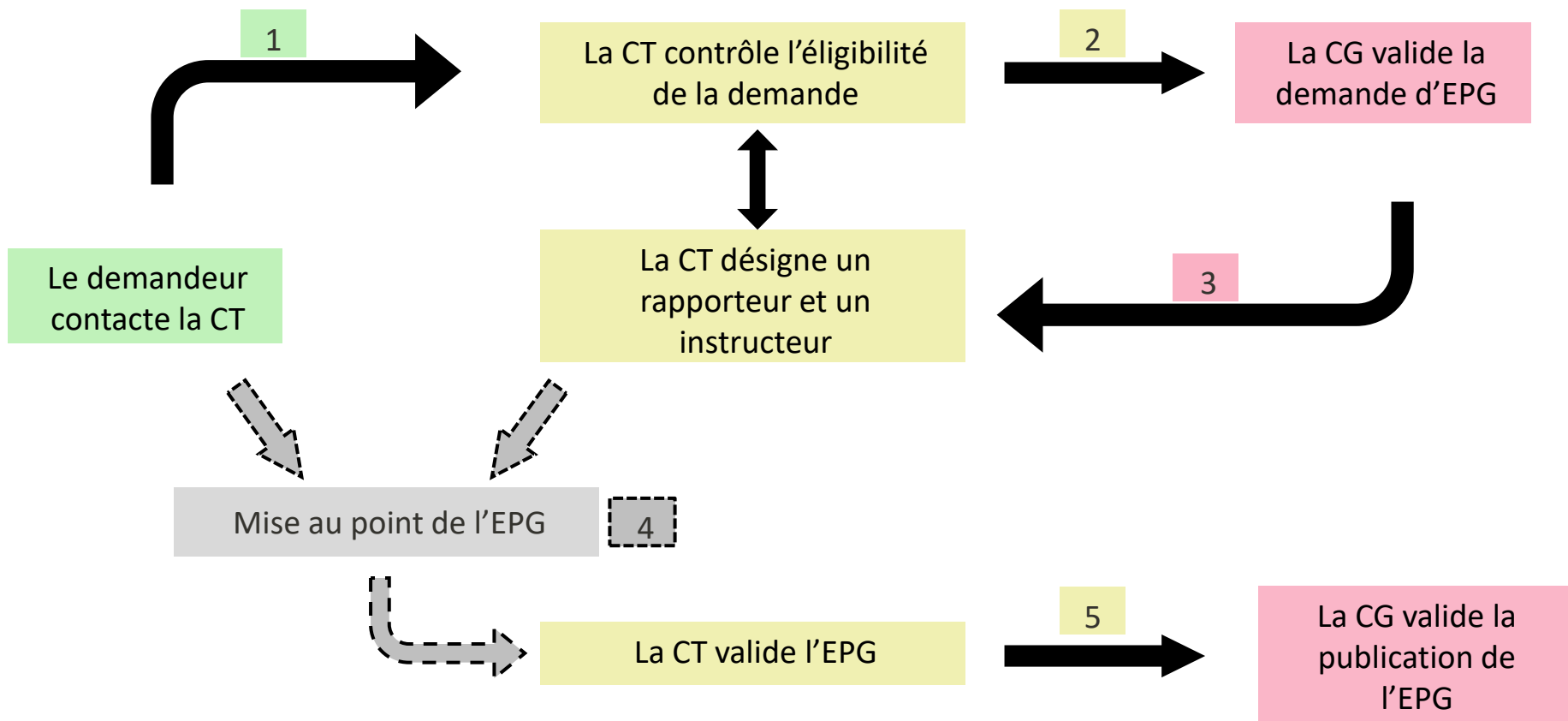
COMMENT SE DÉROULE UNE INSTRUCTION ?



COMMENT SE DÉROULE UNE INSTRUCTION ?

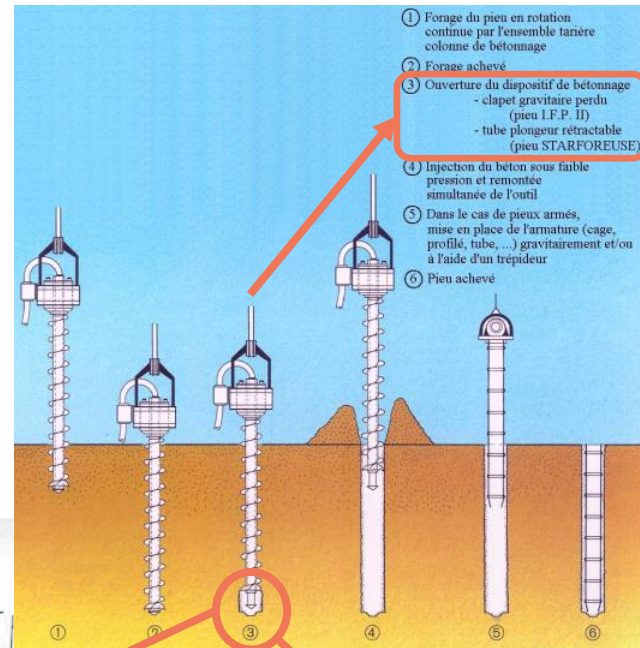


COMMENT SE DÉROULE UNE INSTRUCTION ?

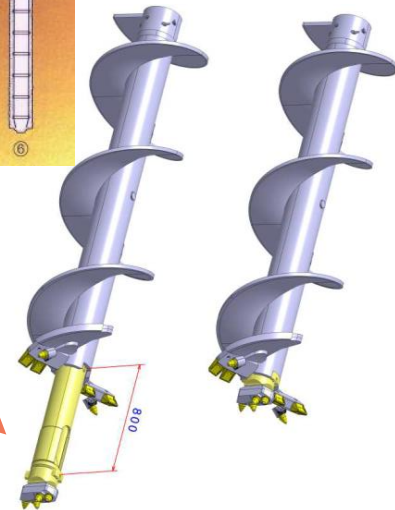


COMMENT SE DÉROULE UNE INSTRUCTION ?

Cas du procédé STARFOREUSE®¹
(SPIE BATIGNOLLES FONDATIONS)



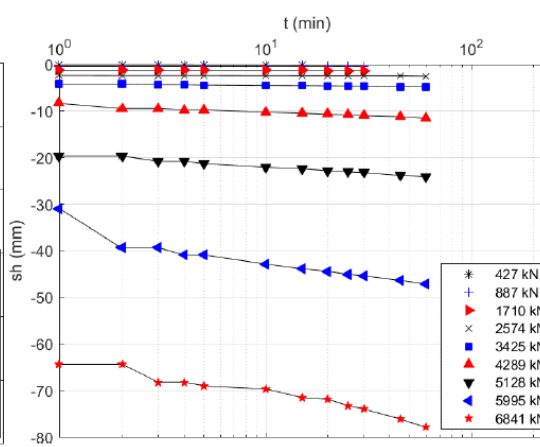
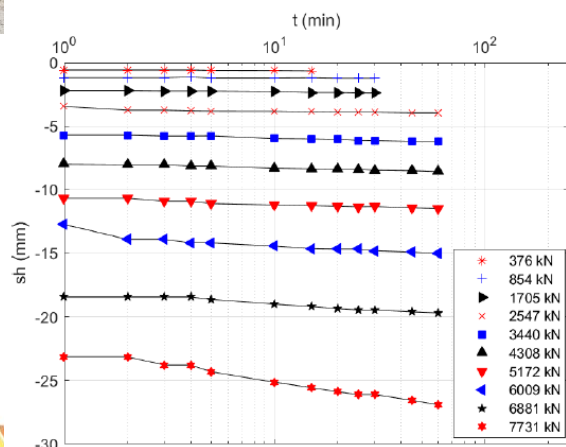
L = 0,80 m



¹ bétonnage réalisé au moyen d'un tube plongeur rétractable

COMMENT SE DÉROULE UNE INSTRUCTION ?

Illustration et résultats d'un essai de chargement (jusqu'à près de 800 t).



Le Tableau 1 ci-après fournit le nombre minimal de valeurs de frottement axial q_p et de facteur de portance k_p (ou k_c) qui permet de valider une méthode de dimensionnement.

	Modification des paramètres k_{pmax} , k_{cmax} , $\alpha_{pieu-sol}$, et q_{pmax} , $\gamma_{Rd,1}$				
	1 ^{ère} catégorie de terrain	2 ^{ème} catégorie de terrain	3 ^{ème} catégorie de terrain	4 ^{ème} catégorie de terrain	5 ^{ème} catégorie de terrain
Nombre de sites	3	3	2	2	2
Pointe : Valeur de k_p	4 mesures	4 mesures	2 mesures(*)	2 mesures(*)	2 mesures(*)
Frottement axial : Valeur de q_p	12 valeurs	12 valeurs	8 valeurs	8 valeurs	8 valeurs

(*) : valeur à majorer de + 2 mesures pour le cas des sols de type marne, craie ou roche

Note 1 – Une entreprise peut choisir d'élaborer un cahier des charges restreint à certains types de sols (argile ou limon, sable, craie, marne, roche). Pour chaque type de terrain, il est nécessaire de réaliser des essais statiques de chargement ou d'arrachement sur différents sites de manière à acquérir des données couvrant un éventail suffisant de natures et de résistances : par exemple, dans l'argile, des argiles normalement consolidées et surconsolidées sont à tester avec pressions limites nettes variant dans un rapport de l'ordre de 3 à 4.

Note 2 - Si l'entreprise envisage de créer des sous-catégories de terrain (exemple sables lâches, sables compacts, etc.), il convient d'obtenir le même nombre de mesures pour chaque sous-catégorie. (par exemple : pour 2 sous-catégories pour la première catégorie de terrain 2 x 4 mesures en pointe et 2 x 12 mesures de frottement axial)

Tableau 1. Informations à acquérir pour une modification du modèle de calcul de la résistance géotechnique d'un procédé ne se rattachant pas à une catégorie conventionnelle définie par la norme NF P94-262

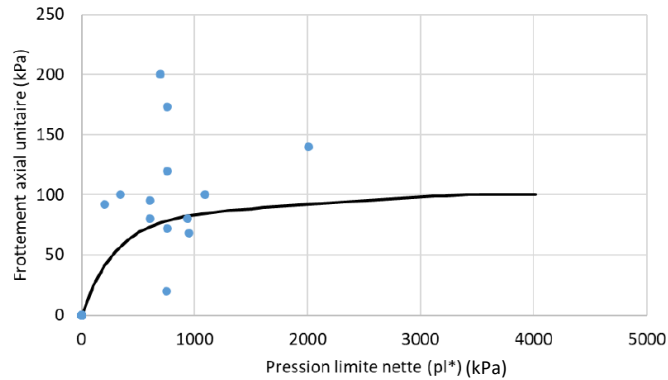
Extrait annexe 1 – fascicule 2 EPG

COMMENT SE DÉROULE UNE INSTRUCTION ?

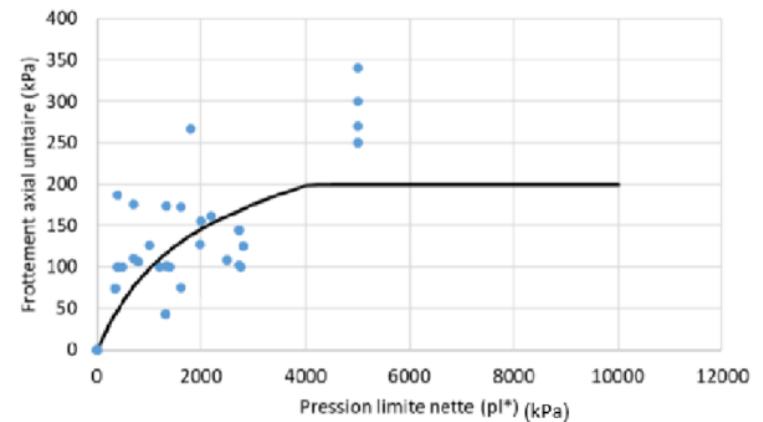
Des paramètres propres aux essais de l'entreprise



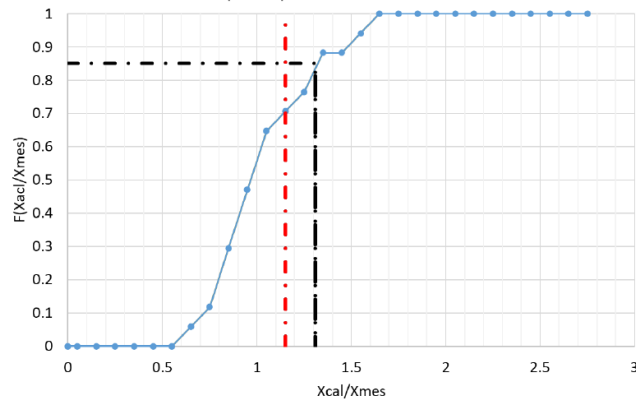
Argiles - Limons : 13 valeurs



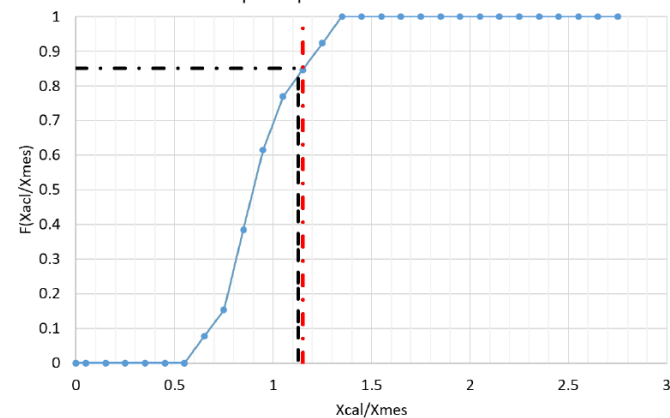
Sables - Graves : 33 valeurs



Capacité portante : 17 essais



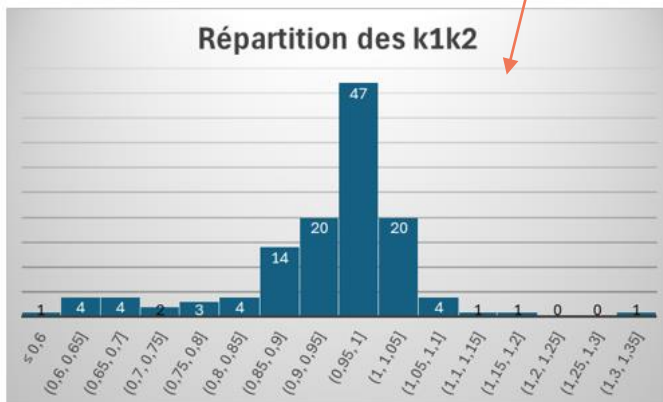
Capacité portante : 13 essais



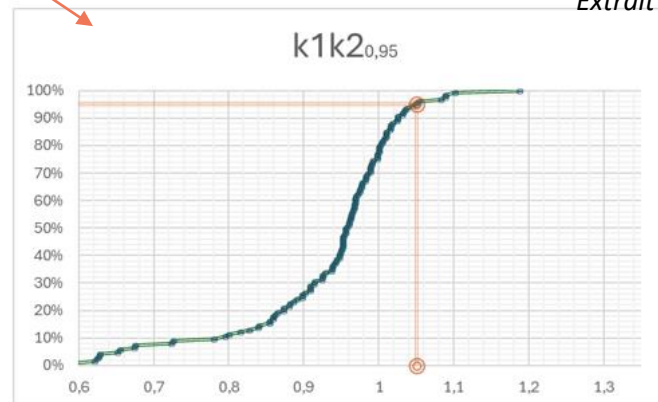
COMMENT SE DÉROULE UNE INSTRUCTION ?

Exemple d'analyse à partir d'essai pour les vérifications STR

124 écrasements de carotte comparés à des éprouvettes moulées



Nota = pas de valeur à 1,35 – valeur introduite pour l'échelle du graphique



Extrait annexe 1 – fascicule 2 EPG

- Les observations après l'extraction et la mise à nu de pieux courts d'au moins 3 m (au minimum 1 par site) : il s'agit de mesurer directement les dimensions de la fondation et de visualiser le matériau, l'interface entre la fondation et le terrain y compris en pointe et l'effet de la mise en œuvre, du mode de forage, etc.
- Les résultats de carottages toute hauteur sur 8 pieux. Les pieux investigués doivent traverser en tout 4 types de sols différents (au sens de la norme NF P94-262). Au total, au moins, 32 essais de compression simple sur éprouvettes carottées sont à réaliser : il s'agit d'avoir suffisamment de données pour justifier le cas échéant les valeurs des coefficients k_1 , k_2 , C_{max} . Ces résultats sont comparés aux résultats d'essais de compression sur éprouvettes moulées (conservées dans les conditions requises pour ce type d'essai), provenant de la même livraison. Ce type d'essai permet de déduire statistiquement, selon les recommandations de l'Eurocode 0, le coefficient de sécurité $k_1 k_2$ applicable au procédé.
 - L'influence du carottage est prise en compte sur la base des recommandations de la norme NF EN 13791/CN. Il est conseillé en parallèle une comparaison des résultats à des carottes prélevées sur un bloc de béton coulé dans le sol superficiellement toujours du même béton.
 - Pour l'exploitation de ces essais, les caractéristiques et propriétés du béton fluide doivent être suffisamment renseignées pour évaluer une éventuelle incidence (courbe granulométrie, type de granulat, dosage en liant équivalent et total, dosage en ciment, VSI, ressuage statique et forcé, durée du maintien rhéologique, consistance...).
- Les résultats d'essais de contrôle d'intégrité sur 20 pieux, dont au moins 10 essais auscultations soniques tout hauteur : il s'agit de caractériser l'absence de défauts récurrents (conformément aux normes d'auscultation en vigueur) mais aussi le caractère homogène vertical et transversal de la fondation.

Comment est formalisée l'EPG ?

Focus particuliers pas toujours dans le cdc

Avis de la commission CT-EPG et remarques générales à l'intention des utilisateurs

EPG :
Commission d'Évaluations
des Procédés Géotechniques



Évaluation du Procédé Géotechnique – EPG

Nom du procédé	Pieu foré tarière creuse injecté au tube plongeur télescopable STARFOREUSE® Pieux forés à la tarière creuse continue équipée d'un tube plongeur télescopique, à contrainte de béton améliorée
Demandeur	SPIE BATIGNOLLES FONDATIONS 30 avenue du Général Galliéni – CS 80199 92023 NANTERRE CEDEX

L'évaluation du procédé géotechnique STARFOREUSE a été approuvée de manière consensuelle par les membres de la commission technique EPG 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 :

- l'engagement que la mise en œuvre du procédé STARFOREUSE n'a pas été identifiée comme une source potentielle de désordres ;
- l'analyse des performances du procédé géotechnique STARFOREUSE 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 jurisprudence, 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 25/03/2025, 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 STARFOREUSE mis en œuvre par la société SPIE BATIGNOLLES FONDATIONS et décrit par le cahier des charges du procédé géotechnique révision 8 du 11/03/2025 est apte à satisfaire les exigences de fiabilité et de robustesse requis par le référentiel retenu ;
- donne un avis favorable à la prolongation de l'évaluation du procédé.
La présente évaluation est établie jusqu'au 15/05/2028.

Le 15/05/2025.

3 ans -
couram-
ment

Président de la commission technique EPG

Le Vice - Président de la commission technique EPG

Loïc LEURENT - CEREMA

Fabien SZYMKIEWICZ - U



EPG :
Commission d'Évaluations
des Procédés Géotechniques



Présentation du procédé

Le procédé STARFOREUSE fait partie de la famille des pieux forés injectés au tube plongeur. Il est développé par SPIE BATIGNOLLES FONDATIONS à partir d'une tarière continue à axe creux modifiée et améliorée. Les spécificités du procédé par rapport aux techniques de pieux à la tarière creuse tels que définis §A3.1 de la norme NF P94-262/A1 sont les suivants :

- Le bétonnage est réalisé au moyen d'un tube de télescopable d'une longueur minimale de 80 cm, assurant une injection du béton selon la méthode du tube plongeur. Ce tube télescopable est actionné à l'aide d'un vérin situé à la base de la tarière. Durant tout le bétonnage et la remontée de l'outil, l'ouverture complète du télescope est contrôlée au moyen d'un témoin lumineux dans la cabine ;
- Les paramètres de forage et bétonnage sont visualisés en continu par le foreur, permettant le cas échéant d'adapter la méthodologie de forage aux terrains rencontrés. Ces paramètres sont enregistrés pour chacun des pieux ;
- Des engins de forage à couple élevé avec le cas échéant un système de vérinage de la tarière lors du forage sont utilisés, assurant ainsi une pénétration de la tarière avec un nombre de rotations de la tarière minimal et adapté au sol traversé ;
- Lors de la remontée de l'outil, un système automatisé d'enlèvement des terres présent entre les pales de la tarière assure un bétonnage en continu des pieux et limite également les rotations de la tarière lors cette phase.

Référentiel retenu pour l'évaluation du procédé géotechnique STARFOREUSE

Le référentiel retenu pour l'évaluation du procédé comprend :

- [1]. Les Eurocodes
- [2]. La norme NF P94-262 Fondations profondes,
- [3]. La norme NF EN 1536,
- [4]. Le fascicule 65 : Cahier des Clauses Techniques Générales - Travaux de Génie Civil / Exécution des Travaux Géotechniques des ouvrages de Génie Civil,
- [5]. La norme NF DTU 13.2. Fondations Profondes,
- [6]. La norme NF EN 206/CN Béton - Spécification, performance, production et conformité,
- [7]. Le Cahier technique n° 38 de l'AFPS.

Les référentiels pour l'évaluation des procédés géotechniques¹ :

- [8]. Le CR de la réunion du 21 mars 2024 de la Commission Générale des EPG.
- [9]. Fascicule 1 : Organisation des commissions et de la procédure EPG version 13/06/24.
- [10]. Guide pour la réalisation des cahiers des charges soumis à une EPG, version 1 de février 2019.

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.

¹ <https://piles.cerema.fr/demarche-pour-une-evaluation-membres-de-la-c2047.html>

EPG :
Commission d'Évaluations
des Procédés Géotechniques



Recommandations spécifiques au procédé

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

Le recours à un procédé de type STARFOREUSE est généralement à considérer sur les projets de pieux comme une adaptation technique à la solution de pieux proposée dans le dossier de consultation.
Il convient alors de s'assurer que la synthèse géotechnique prévue en phase conception, mission G2 au sens de la NF P94-500 (ou similaire), est adaptée à ce procédé.

L'emploi de ce procédé est soumis à l'appréciation du maître d'ouvrage sur conseils de son maître d'œuvre, et généralement du géotechnicien qui ne dépend pas du maître d'œuvre et du contrôleur technique de la construction. Ce conseil intervient idéalement lors de la phase Assistance pour la passation des Contrats de Travaux (phase ACT).

2. Exécution

La réalisation des pieux STARFOREUSE suit les recommandations de la norme d'exécution de pieux forés NF EN 1536. Des compléments sont indiqués dans le cahier des charges.

3. Cas d'utilisation en conditions de sols sensibles :

Dans le cas de conditions de sols sensibles l'essai de faisabilité en début de chantier est obligatoire. Soit classés comme sensibles, les sols suivants :

- terrains très mous $C_u < 15$ kPa, ou
- sables très lâches (voir définition tableau B.2.1 de la norme NF P 94-262), ou
- limons et argiles, très mous, de résistance en pointe $q_c < 0.6$ MPa ou pression limite net < 0.25 MPa,
- conditions de site avec nappe artésienne.

4. Cas d'utilisation pour des ponts.

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).

Instructeurs du dossier :

L'instruction de cette EPG a été suivie par :
▪ Sébastien Burlon (Cerema - Membre de la CT-EPG) : Instructeur / Rapporteur
▪ Fabien Szymkiewicz (Université Gustave Eiffel - Membre de la CT-EPG) : Instructeur
Ces instructeurs ont été désignés par la commission EPG.

Conditions particulières

SPIE BATIGNOLLES FONDATIONS devra informer la commission EPG de tout incident ou désordre provoqué par la mise en œuvre du procédé géotechnique « STARFOREUSE » et de toute modification apportée au procédé durant cette période de validité.

Étudié par deux instructeurs de la CT-EPG et validé après consensus par les experts de la commission Technique

COMMENT EST FORMALISÉE L'EPG ?

Avis des instructeurs de la CT

EPG : Commission d'Évaluations des Procédés Géotechniques



Annexe 1 – Rapport d'analyse du procédé

1. Documents produits par le demandeur Entreprise SPIE BATIGNOLLES FONDATIONS :

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 STARFOREUSE version 8 du 11 mars 2025,
- les PV d'essais et la synthèse des essais réalisés sur 4 sites ;
- La synthèse des chantiers réalisés depuis 2023,
- Les attestations d'assurances et de travaux.

Les attestations d'assurance concluent sur l'absence de sinistre.

2. Présentation du procédé :

Le procédé STARFOREUSE fait partie de la famille des pieux forés (bétonnés) au tube plongeur. Il est développé par SPIE BATIGNOLLES FONDATIONS à partir d'une tarière continue à axe creux modifiée et améliorée. Les spécificités du procédé par rapport à la technique de pieux à la tarière creuse (classe 2) telle que définies §A3.1 de la norme NF P94-262/A1 sont les suivantes :

- Le bétonnage est réalisé au moyen d'un tube plongeur télescopable d'une longueur minimale de 80 cm, assurant une injection du béton sous faible pression, au tube plongeur. La base du tube plongeur reste constamment immergée dans le béton ouvrable qui vient d'être mis en place. Ce tube télescopable est actionné à l'aide d'un vérin situé à la base de la tarière.
- Durant tout le bétonnage et la remontée de l'outil, l'ouverture complète du télescope est contrôlée au moyen d'un témoin lumineux dans la cabine.
- Les paramètres de forage et bétonnage sont visualisés en continu par le foreur, permettant le cas échéant d'adapter la méthodologie de forage aux terrains rencontrés. Ces paramètres sont enregistrés pour chacun des pieux.
- Des engins de forage à couple élevé avec le cas échéant un système de vérinage de la tarière lors du forage sont utilisés, assurant ainsi une pénétration de la tarière avec un nombre de rotations de la tarière minimal et adapté au sol traversé ;
- Lors de la remontée de l'outil, un système automatisé d'enlèvement des terres présent entre les pales de la tarière assure un bétonnage en continu des pieux et limite également les rotations de la tarière lors cette phase.
- Des procédures internes et contrôles intérieurs complémentaires à la réglementation en vigueur sont également prévus au plan d'assurance qualité de l'entreprise détaillé en annexe du présent avis §4.

3. Référentiel retenu pour l'évaluation du procédé géotechnique STARFOREUSE

Le référentiel retenu pour l'évaluation du procédé comprend :

- Les Eurocodes,
- la norme NF P 94-262 Fondations profondes,
- la norme européenne d'exécution NF EN 1536 ;
- Cahier Technique 38- Avril 2017 - Guide pour la conception et le dimensionnement des fondations profondes sous actions sismiques des bâtiments à risque normal – AFPS ;
- Fascicule 68 : Cahier des Clauses Techniques Générales - Travaux de génie Civil / Exécution des travaux Géotechniques des ouvrages de Génie Civil,
- NF DTU 13.2. Fondations Profondes,
- NF EN 206/CN Béton - Spécification, performance, production et conformité,
- le Fascicule 1 : Organisation des commissions et de la procédure EPG, version du 13/06/24,
- le référentiel pour l'évaluation des procédés géotechniques (version 1 en date du 27/02/2019),
- le CR de la réunion du 21 mars 2024 de la Commission Générale des EPG.

Le détail des éléments de preuve fournis par le demandeur ; permettant in-fine de justifier les optimisations par rapport à la norme NF P94-262

Des plots d'essais expérimentaux
↓
vers une mise en pratique sur les projets courants

EPG : Commission d'Évaluations des Procédés Géotechniques



4. Spécificités du procédé STARFOREUSE :

Le procédé STARFOREUSE déroge à la norme de justification des fondations profondes NF P 94-262, pour le calcul de la résistance du béton (voir § 5 ci-après). Cette dérogation s'accompagne de l'adoption d'un certain nombre de règles internes et de contrôles complémentaires (voir notamment § 8 ci-après). Le procédé déroge également sur à la norme en ce qui concerne la résistance géotechnique (voir § 7 ci-après).

5. Résistance du béton :

Trois paramètres du calcul sont modifiés :

- $C_{max} = 40$ MPa,
- $k_1 = 1,05$, et
- $k_2 = 1,0$.

Ces valeurs sont justifiées par :

- le processus de bétonnage propre à l'entreprise,
- 5 essais de chargement ayant été menés jusqu'à des contraintes en têtes supérieures à 20 MPa (dont 3 avec des contraintes dépassant les 25 MPa)
- Des campagnes d'essais pour différentes conditions de sols et nappes comprenant des essais soniques toute hauteur (plus de 180 essais à ce jour), des carottages (suivis d'essais d'écrasement).

Les résultats des essais montrent :

- une absence de défaut de bétonnage ou singularité pour les différents pieux testés par les différentes méthodes d'essais d'intégrité et/ou par carottage,
- une interface pieu/sol relativement régulière, exempte de défauts manifestes et inclusions,
- des diamètres de pieux déterrés systématiquement quasi identiques aux diamètres théoriques des pieux,
- une augmentation graduelle de la résistance intrinsèque des pieux, avec l'augmentation du béton livré.

6. Système qualité interne spécifique au procédé STARFOREUSE

Pour garantir l'obtention de ces performances améliorées sur les différents chantiers réalisés sous procédé STARFOREUSE, SPIE BATIGNOLLES FONDATIONS a étoffé son système de qualité interne avec notamment :

- la désignation d'un référent béton au sein de son service,
- le recours à des bétons présentant des classes de consistance et de maintien rhéologique encadrés,
- la réalisation systématique et journalière d'essais de contrôle de rhéologie et d'essais visuels de ressuage sur béton frais complémentaires aux recommandations en vigueur,
- la réalisation systématique d'essais de compression simple sur éprouvettes à 7 jours et 28 jours
- la capitalisation de leurs résultats sur les essais de maintien de stabilité des bétons frais,
- dans le cas de pieux traversant des terrains sortant du domaine d'expérience de l'entreprise, la réalisation systématique d'un pieu de convenance au démarrage de ses projets, validant notamment la méthodologie de forage et de bétonnage qui sera employée sur le projet.

Dispositions spécifiques au forage :

L'adéquation de la méthodologie de forage des terrains est avantageusement obtenue par utilisation de matériel de forage disposant systématiquement d'un dispositif de vérinage de la tarière lors du forage (« pull down »). Ce dispositif offre ainsi la liberté au foreur d'adapter sa vitesse de rotation, son couple de rotation et sa force d'appui pour obtenir une pénétration suffisante des outils tout en minimisant la remontée de matériaux durant toute l'opération de forage.

Dispositions spécifiques au bétonnage :

Les cahiers des charges ne se substituent pas à un référentiel. Ils précisent les points divergents.

COMMENT EST FORMALISÉE L'EPG ?

Avis des instructeurs de la CT

Sur chantier, le respect des conditions de bétonnage au tube plongeur, pour chaque pieu, est contrôlé et enregistré par un matériel spécifique interne. Les points de contrôles minimaux sont :

- une ouverture du télescope concomitant au remplissage de l'axe de la tarière (sous 20kPa minimum) puis et un bétonnage du pieu sous faible pression, avec un niveau de base du tube plongeur situé systématiquement 80 cm sous le niveau du béton frais. Cette disposition assure ainsi la remontée du premier béton et des éventuelles impuretés jusqu'à la tête des pieux pour évacuation et arasement.

En cas de non-respect de ces enchainements et/ou valeurs, le contrôle et l'enregistrement de la course du télescope permet automatiquement de mettre en place des actions correctrices comme le reforage du pieu.

7. Résistance géotechnique :

Les règles sont modifiées par rapport à la norme NF P 94-262. Elles reposent sur 22 essais de chargement en vraie grandeur réalisés sur des pieux STARFOREUSE, ayant également permis de dériver 68 valeurs de frottement.

Ces essais ont été réalisés dans les catégories conventionnelles de terrains suivantes (telles que définies dans l'annexe B de la norme NF P94-262) :

- sol de type « sable et graves »,
- sol de type « argiles et limons »,
- sol de type « oraille »,
- sol de type « marne et calcaire ».

La capacité portante est estimée de manière prudente selon des niveaux de fiabilité comparables à ceux de la norme NF P 94-262. Les mêmes conclusions s'appliquent à l'estimation de la résistance de fluage et de la résistance de traction. En particulier, les résistances de fluage calculées restent estimées avec une confiance supérieure à celle de la norme NF P 94-262.

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 reste inférieur aux 15 % de la norme NF P 94-262.

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

Le procédé STARFOREUSE 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.

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 minimaux des pieux exécutés en place.

COMBIEN D'EPG ACTUELLEMENT ?

Il existe **actuellement 20 EPG**.

Pour le moment, ces EPG sont regroupées en 2 familles :

- la première concerne les fondations profondes ;
- la seconde concerne les renforcements de sols par inclusions.
- à l'étude : la création d'une famille d'ancrage

Toutes les EPG sont accessibles sur le site du CEREMA :

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

FAMILLE : FONDATIONS PROFONDES

Entreprise	Procédé	Famille de procédé	N/R/RS ¹	Date lettre	Date validité	Statut
Spie Fondations	Starforeuse	Tarière creuse	RS	15/05/2025	15/05/2028	OK
Krinner	Krinner	Vis de fondations	RS	20/12/2024	31/12/2027	OK
Solétanche-Bachy	Starsolref	Pieu vissé	R	19/09/2024	19/09/2027	OK

FAMILLE : INCLUSIONS

Entreprise	Procédé	Famille de procédé	N/R/RS ¹	Date lettre	Date validité	Statut
Ménard	CBM	Inclusions Mixtes	RS	07/05/2025	07/05/2028	OK
Keller Fondations spéciales	CMM	Inclusions Mixtes	RS	07/05/2024	07/05/2027	OK
NGE fondations	C2M	Inclusions Mixtes	N	07/05/2024	07/05/2027	OK
Ménard	CMC2	Inclusions Rigides	RS	19/10/2023	19/10/2026	OK
Inclusol	IR sans matelas	Inclusions Rigides	RS	16/06/2023	16/06/2026	OK
Keller Fondations Spéciales	Inclusions sans matelas	Inclusions Rigides	RS	15/02/2023	28/02/2026	OK

FAMILLE : AMÉLIORATION DES SOLS

Entreprise	Procédé	Famille de procédé	N/R/RS ¹	Date lettre	Date validité	Statut
Solétanche-Bachy	Trenchmix	Amélioration des sols	R	03/10/2025	30/03/2027	OK

QUELQUES UNE DE NOS ACTIONS VISIBLES SUR LES PROJETS COURANTS

Fondations de type pieux :

- Définition de catégories de procédés de pieux tarière creuse type III en fonction d'un système du contrôle et d'enregistrement.
- Augmentation du nombre de cahiers de charges de pieux type III
- Renforcement des contrôles sur béton frais

Inclusions rigides et renforcement :

- Encadrement des propriétés des bétons/mortiers des inclusions
- Des sujets de vérifications spécifiques (ferraillage des inclusions, vérifications du ferraillage des semelles...)
- Des dispositions minimales de ferraillage des inclusions au sismique
- Encadrement des contrôles d'exécutions/DOE
- 3 plots d'essais de chargement contribuant à ASIRI+

Des échanges nombreux avec la CNJOG.

Et surtout **entre chaque renouvellement**, une **poursuite** des essais et des analyses des retours d'expérience internes aux entreprises.



MERCI POUR VOTRE ATTENTION