

Évaluation du Procédé Géotechnique – EPG

Nom du procédé	PIEUX DACQUIN TARIERE CREUSE TYPE III
Demandeur	NGE Fondations 29 RUE DES TACHES CS 36006 69804 SAINT-PRIEST CEDEX

L'évaluation du procédé géotechnique Pieux Dacquin Type III 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 de l'entreprise NGE Fondations que la mise en œuvre du procédé Pieux Dacquin Type III n'a pas été identifiée comme une source potentielle de désordres ;
- l'analyse des performances du procédé géotechnique Pieux Dacquin Type III 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 25/09/2025, 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 Pieux Dacquin Type III mis en œuvre par la société NGE Fondations et décrit par le cahier des charges du procédé géotechnique version E du 15/10/2025 est apte à satisfaire les exigences de fiabilité et de robustesse requis par le référentiel retenu ;
- donne un avis favorable au renouvellement de l'évaluation du procédé.

La présente évaluation est établie jusqu'au 17/10/2027.

Le 17/10/2025.

Le Président de la commission technique
EPG



Loïc LEURENT - CEREMA

Le Vice - Président de la commission
technique EPG



Fabien SZYMKEWICZ - UGE

Présentation du procédé

Le procédé Pieux Dacquin type III fait partie de la famille des pieux forés à la tarière creuse et injectés au tube plongeur (anciennement type 3).

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 plongeur est muni d'une goupille fusible conçue pour maintenir fermé le dispositif durant toute la phase de forage. Cette goupille est dimensionnée pour rompre au début du bétonnage lorsque le tube plongeur s'ouvre sous l'effet de la gravité et de la pression du béton ;
- A l'issue du bétonnage, la sortie adaptée du tube plongeur durant toute l'opération de bétonnage est contrôlée par l'opérateur, permettant le cas échéant de prévoir des actions correctrices en cas de non-respect des conditions de bétonnage au tube plongeur ;
- 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 ;
- 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 §5 ;
- La présence d'un parc de matériel de foreuses conséquent, permettant d'adapter au mieux les engins aux conditions de terrain, et ainsi d'assurer une foration et un ancrage efficaces même dans des terrains compacts ou indurés.

Certains ateliers de forage sont pourvus **en complément** d'un dispositif assurant **le contrôle sur site et l'enregistrement du processus d'ouverture du tube plongeur durant toutes les étapes du bétonnage**. Ce dispositif complémentaire permet de vérifier l'adéquation de la descente du tube plongeur à chaque étape du bétonnage.

Point particulier : sur un même projet, en fonction des diamètres de pieux retenus, le recours à ce dispositif de contrôle complémentaire n'est pas systématique. Le coefficient de sécurité k_1 (cf. §6.1.1 du cahier des charges) tient compte de l'éventuel déploiement de ce système de contrôle et d'enregistrement.

Selon la nomenclature EPG – jurisprudence n°8 - le dispositif de tube plongeur employé pour ce procédé est classé :

- **groupe 1- déclenché**, lorsque le système de contrôle et d'enregistrement de la course du tube plongeur est employé ;
- **groupe 3- déclenché**, dans le cas contraire.

Référentiel retenu pour l'évaluation du procédé géotechnique Pieux Dacquin type III

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 68 : 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.

EPG : Commission d'Évaluations des Procédés Géotechniques

Les référentiels pour l'évaluation des procédés géotechniques¹ :

- [8]. Fascicule 1 : Organisation des commissions et de la procédure EPG version 13/06/24.
- [9]. Fascicule 2 : Contenu détaillé d'une EPG et base de données associées du 23/09/25
- [10]. L'annexe 1 au Fascicule 2 - Fondation profondes coulées en place du 23/09/25.
- [11]. Les jurisprudences, au moment de l'évaluation, de la famille à laquelle le procédé géotechnique est rattaché.

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.

Recommandations spécifiques au procédé

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

Le recours à un procédé de type PIEUX DACQUIN TYPE III est généralement à considérer sur les projets de pieux comme une adaptation technique à la solution de pieux retenue par le marché.

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 PIEUX DACQUIN TYPE III suit les recommandations de la norme d'exécution des 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. Sont 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 :

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

EPG : Commission d'Évaluations des Procédés Géotechniques



- Loïc LEURENT (Cerema – Membre de la CT- EPG) : Rapporteur /Instructeur
 - Luis CARPINTEIRO (Ginger CEBTP – Membre de la CT- EPG) : Instructeur
- Ces instructeurs ont été désignés par la commission EPG.

Conditions particulières

NGE Fondations devra informer la commission EPG de tout incident ou désordre provoqué par la mise en œuvre du procédé géotechnique « PIEUX DACQUIN TYPE III » et de toute modification apportée au procédé durant cette période de validité.

Annexe 1 – Rapport d'analyse du procédé

1. Documents produits par le demandeur Entreprise NGE Fondations :

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

- le cahier des charges du procédé géotechnique PIEUX DACQUIN TYPE III version E du 15/10/25 ;
- le dossier d'essais – Document confidentiel ind D du 18/07/25 avec PV d'essais et la synthèse des divers essais (essais de résistance du béton, extraction de pieux, essais d'intégrité par impédance et sonique) réalisés sur 18 sites ;
- Les analyses statistiques menés sur 176 carottes de béton de pieux Dacquin type III pour différents diamètres et profondeur de pieux ;
- La présentation des résultats à la CT-EPG du 23/09/25 ;
- Le memento des bonnes pratiques de réalisation du pieux type III v12/09/25 ;
- Une procédure d'exécution des pieux Pieux Dacquin type III standard ;
- Les références de chantier réalisés depuis 2018 ;
- Une attestation d'assurance de non sinistralité couvrant la période du 01/01/2020 au 15/09/2025 ;
- La feuille d'alerte interne relative à la stabilité des bétons de fondations, en vigueur à la date de l'instruction ;
- Les documents d'instruction du précédent renouvellement.

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

2. Présentation du procédé :

Le procédé Pieux Dacquin type III fait partie de la famille des pieux forés à la tarière creuse et injectés au tube plongeur (anciennement type 3).

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 plongeur est muni d'une goupille fusible conçue pour maintenir fermé le dispositif durant toute la phase de forage. Cette goupille est dimensionnée pour rompre au début du bétonnage lorsque le tube plongeur s'ouvre sous l'effet de la gravité et de la pression du béton ;
- A l'issue du bétonnage, la sortie adaptée du tube plongeur durant toute l'opération de bétonnage est contrôlée par l'opérateur, permettant le cas échéant de prévoir des actions correctrices en cas de non-respect des conditions de bétonnage au tube plongeur ;
- 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 ;
- 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 §5 ;
- La présence d'un parc de matériel de foreuses conséquent, permettant d'adapter au mieux les engins aux conditions de terrain, et ainsi d'assurer une foration et un ancrage efficaces même dans des terrains compacts ou indurés.

Certains ateliers de forage sont pourvus **en complément** d'un dispositif assurant **le contrôle sur site et l'enregistrement du processus d'ouverture du tube plongeur durant toutes les étapes du bétonnage**. Ce dispositif complémentaire permet de vérifier l'adéquation de la descente du tube plongeur à chaque étape du bétonnage.

Point particulier : sur un même projet, en fonction des diamètres de pieux retenus, le recours à ce dispositif de contrôle complémentaire n'est pas systématique. Le coefficient de sécurité k_1 (cf. §6.1.1

EPG : Commission d'Évaluations des Procédés Géotechniques

du cahier des charges) tient compte de l'éventuel déploiement de ce système de contrôle et d'enregistrement.

Selon la nomenclature EPG – jurisprudence n°8 - le dispositif de tube plongeur employé pour ce procédé est classé :

- **groupe 1- déclenché**, lorsque le système de contrôle et d'enregistrement de la course du tube plongeur est employé ;
- **groupe 3- déclenché**, dans le cas contraire.

3. Spécificités du procédé PIEUX DACQUIN TYPE III :

Le procédé PIEUX DACQUIN TYPE III déroge à la norme de justification des fondations profondes NF P 94-262, pour le calcul de la résistance du béton (voir § 4 ci-après).

Cette dérogation s'accompagne de l'adoption d'un certain nombre de règles internes et de contrôles complémentaires (voir notamment § 6 ci-après).

4. Résistance du béton :

Trois paramètres du calcul sont modifiés :

- $C_{max} = 40$ MPa,
- k_1 - coefficient associé au procédé de mise en œuvre du béton au tube plongeur dépendant du moyen de contrôle de sa course.
 - o 1,05 avec enregistrement de la course du tube plongeur – dispositif groupe 1
 - o 1,15 sans enregistrement de la course du tube plongeur* - dispositif groupe 3
- $k_2 = 1,05$ pour les pieux de longueur supérieure à 20 fois leur diamètre et $k_2 = 1,00$ dans le cas contraire

Ces valeurs sont justifiées par :

- le système qualité interne mis en place par l'entreprise (cf. §5 du présent document),
- l'application systématique sur chacun des projets de pieux Dacquin type III des règles de contrôle renforcé et ainsi la garantie de réalisation d'un nombre minimal systématique d'essai d'auscultation des pieux,
- 13 campagnes d'essais sur des pieux sous procédé **PIEUX DACQUIN TYPE III** pour différentes conditions de sols et nappes regroupant :
 - o plus d'une cinquantaine d'essais d'intégrité de type impédance ;
 - o plus d'une cinquantaine d'essais d'intégrité de type sonique ;
 - o la mise à nu de 4 pieux ;
 - o le carottage de 26 pieux de diamètre 420 à 920 cm, réalisés dans diverses natures de sol, sous nappe et hors nappe.
 - o des essais sur béton durci sur plus de 150 carottes prélevées in situ sur des pieux **DACQUIN TYPE III** à différentes profondeurs (toute hauteur, pied, ou tête), comparés à des essais sur éprouvettes témoins,

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 latérale pieu/sol relativement régulière, exempte de défauts manifestes et inclusions,
- des diamètres de pieux déterrés systématiquement identiques ou légèrement supérieurs aux diamètres théoriques des pieux,
- une comparaison statistique (effectuée sur les 133 résultats de carottages effectués depuis 2020) selon la norme NF EN 13791/CN entre les valeurs de résistance à la compression R_c sur carottes de béton et les valeurs de résistance R_c des bétons livrés, démontrant l'obtention d'un facteur de réduction de la résistance intrinsèque $k_1.k_2$ de 1,05.

EPG : Commission d'Évaluations des Procédés Géotechniques

- une augmentation graduelle de la résistance intrinsèque des pieux, avec l'augmentation du béton livré,
- une absence d'effets notables sur le coefficient de réduction $k_1.k_2$, avec l'augmentation des classes de résistance de bétons testés comprises entre C30/37 à C40/50.

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.

**Nota : Lorsque le dispositif de contrôle et enregistrement de la course du tube plongeur (cas des procédés du groupe 3) n'est pas employé, la valeur de $k_1 = 1.15$ utilisée historiquement depuis 2018 pour ce procédé, a été conservée. La jurisprudence EPG n°8 du 23/09/2025, limite tout récemment cette valeur à 1.2. La CT-EPG accepte de maintenir la valeur historique compte tenu de l'ancienneté du procédé, des résultats des essais réalisés, du respect du taux progressif d'évolution de la contrainte admissible correspondant à la jurisprudence EPG n°1, à la valeur de k_2 non unitaire. En l'absence de dispositions complémentaires, cette valeur devra être modifiée lors du prochain renouvellement du cahier des charges.*

5. Système qualité interne spécifique au procédé PIEUX DACQUIN TYPE III

Pour garantir l'obtention de ces performances améliorées sur les différents chantiers réalisés sous procédé PIEUX DACQUIN TYPE III, NGE 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 valeurs cibles de consistance et de maintien rhéologique encadrés ;
- un memento sur les bonnes pratiques du bétonnage des pieux Dacquin type III à l'intention des équipes chantiers,
- la réalisation systématique et journalière d'essais de contrôle de consistance ;
- le recours à des essais visuels de ressuage sur béton frais - complémentaires aux recommandations en vigueur - dans le cas des bétons à classe de consistance élevés (S5) ;
- le recours à une feuille de calcul interne de vérification de la formule des bétons vis-à-vis de leur stabilité à l'état fluide ;
- la capitalisation de leurs résultats sur les essais de maintien de stabilité des bétons frais,
- 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 l'utilisation de matériel de forage disposant d'un dispositif de vélinage de la tarière lors du forage (« pull down »). NGE possède dans son parc matériel, un certain nombre de foreuse disposant de ce type de renfort au forage.

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. Ce type de foreuse est conseillé dans le cas de forage dans des sols compacts et indurés (l'adéquation du forage est vérifiée notamment lors du pieu de convenance).

Dispositions spécifiques au bétonnage :

Sur chantier, les étapes propres au bétonnage et à l'ouverture du tube plongeur sont précisées (cf. §2.4 du cahier des charges) et contrôlées. Les points de contrôles minimaux sont :

- une ouverture du tube plongeur et un bétonnage du pieu sous faible pression au plus tard après une remontée maximale de 25 cm de la tarière. Cette condition réduit le risque d'instabilités des parois et favorise l'effet de chasse assurant ainsi la remontée des éventuelles impuretés présentes en fond de forage,
- Le contrôle visuel de la bonne sortie du tube plongeur est effectué pour chaque pieu par le chef de chantier. Ce point de contrôle est reporté sur le compte rendu de suivi journalier,

- La poursuite de l'injection de béton par l'âme creuse du tube plongeur jusqu'à l'arase supérieure du pieu.

Cette disposition assure ainsi la remontée du premier béton et des éventuelles impuretés jusqu'à la tête des pieux pour évacuation et arasement.

Dans le cas de l'emploi du dispositif de contrôle et d'enregistrement de la course du tube plongeur, on vérifie, le déploiement progressif de ce dernier au début du bétonnage, de façon à obtenir, après une remontée de la tarière de 80 cm et ensuite durant tout le reste de l'opération de bétonnage, un niveau de base du tube plongeur situé systématiquement 80 cm sous le niveau du béton frais.

En cas de non-respect de l'une de ces conditions, il convient de mettre en place des actions correctrices comme le reforage du pieu ou la justification du pieu pour une condition de bétonnage classique à la tarière creuse de classe 2.

Dispositions d'aide à la commande des bétons de fondations :

NGE a développé un fichier interne de vérifications à l'intention de ses conducteurs de travaux en charge de l'acceptation de la formulation des bétons. Ce contrôle interne vise notamment l'obtention d'une stabilité suffisante des bétons fluides vis-à-vis des phénomènes de ressuage, ségrégation, filtration. Des critères d'alertes internes y sont définis, plus strictes que les normes en vigueur. En cas d'atteinte d'un de ces critères, les systèmes qualité interne impose que le référent béton soit consulté pour valider l'emploi du béton.

En parallèle, NGE Fondations a adopté le principe de retenir **une valeur cible** de consistance plutôt qu'une **classe de consistance** pour ces projets courants (voir définition NF EN 206/CN), ce qui a pour effet de retenir des exigences plus strictes sur cette problématique.

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

Le procédé PIEUX DACQUIN TYPE III 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 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 dérogação, 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.