

Guide pour la réalisation d'un cahier des charges soumis à une Évaluation de Procédé Géotechnique (EPG)

FASCICULE 2 : Annexe 2 Prescriptions spécifiques relatives à la famille 1-2 Fondations profondes scellées de diamètre inférieur ou égal à 300mm

Version septembre 2025

Version	Date	Nature de la mise à jour
1.1	Mars 2025	Création du document
1.2	15/05/2025	Prise en compte remarques de la CT-EPG
1.3	23/09/2025	Validation en CG-EPG

SOMMAIRE

1. Données générales	3
1.1 Présentation du procédé.....	3
1.2 Rappel du cadre normatif.....	3
1.3 Domaine d'application.....	3
1.4 Procédure d'exécution	3
1.5 Matériaux et produits	3
1.6 Règles de justification	3
1.6.1 Résistance Structurale STR	4
1.6.2 Résistance géotechnique (GEO).....	4
1.7 Les dispositions constructives spécifiques	6
1.8 Le suivi et le contrôle d'exécution	6
1.9 La démarche générale de maîtrise des risques.....	7
1.10 Le contenu des éléments attendus dans le DOE.....	7

1. Données générales

1.1 Présentation du procédé

Voir fascicule 2 - § 1.1

Sont exclus du domaine d'emploi de cette annexe : les pieux non scellés au mortier, coulis ou béton.

1.2 Rappel du cadre normatif

Voir fascicule 2 - § 1.2

Le référentiel est constitué notamment par les Eurocodes, les normes NF P94-262, NF EN 206/CN, le DTU 13.2, le CT38, les normes d'exécution NF EN 14199 et NF EN 12699, les normes d'essais NF EN ISO 22477-1 et NF EN ISO 22477-2 et les guides et recommandations.

Il peut s'agir de micropieux forés (NF EN 14199) ou de pieux refoulés de petit diamètre (NF EN 12699).

1.3 Domaine d'application

Voir fascicule 2 - § 1.3

1.4 Procédure d'exécution

Voir fascicule 2 - § 1.4

Le cahier des charges précisera notamment :

- les dispositions permettant de garantir le respect de l'enrobage minimal des armatures, ou du centrage du profilé,
- Les éventuels critères d'exécution du scellement (volume, pression, débit...),
- La mise en place de dispositif particulier de protection contre la corrosion.

Si un effort de pointe est considéré dans les calculs, les dispositions permettant de mobiliser cet effort (curage, taillant perdu...) sont précisées.

1.5 Matériaux et produits

Voir fascicule 2 - § 1.5

Les produits en acier doivent faire l'objet d'un marquage CE, en référence à la norme NF EN1090 (relative aux structures en acier).

Des protections particulières contre la corrosion peuvent faire l'objet d'une EPG.

Dans le cadre d'utilisation de composants et de matériaux des barrières de protection contre la corrosion, on pourra se référer au TA2020.

1.6 Règles de justification

Voir fascicule 2 - § 1.6

En cas de disposition particulière contre la corrosion, le cahier des charges précise les règles et référentiels de justifications.

1.6.1 Résistance Structurale STR

Pour les matériaux constitutifs de la fondation relevant de l'EC3, il n'y a pas de modification possible pour la justification STR.

Pour les matériaux constitutifs de la fondation relevant de l'EC2, on se reporte à l'annexe EPG « Fondations profondes en béton coulé en place ». Des dispositions spécifiques complémentaires relatives au diamètre inférieur ou égal à 300mm sont à préciser lors de l'instruction.

1.6.2 Résistance géotechnique (GEO)

Pour les pieux, les paramètres de dimensionnement modifiables sont :

- les coefficients $\alpha_{\text{pieu-sol}}$;
- les valeurs limites $q_{s\text{max}}$;
- la création de sous-catégorie de terrain (en référence à l'annexe B de la NF P94-262) ;
- le coefficient de modèle $\gamma_{R;d1}$;
- la valeur du facteur de portance k_p et k_c si un terme de pointe est pris en compte dans la justification.

Ces paramètres sont déduits d'essais de chargement de pieux.

Cette méthode d'évaluation est basée sur des essais statiques en compression ou en traction en vraie grandeur réalisés selon les normes d'essais en vigueur. On rappelle que les seuls essais acceptables sont de type statique et qu'ils doivent être menés jusqu'à la rupture. Il est donc essentiel que le dispositif de chargement permette, à la fois en capacité et en déplacement, de mener l'ouvrage géotechnique jusqu'à sa rupture géotechnique. Ces essais doivent être instrumentés de manière à pouvoir acquérir suffisamment de valeurs de frottement axial q_s et de facteur de portance pressiométrique k_p (ou k_c pour la méthode pénétrométrique) même dans le cas où le terme de pointe ne serait pas pris en compte.

Des essais non instrumentés peuvent aussi être considérés dans l'analyse en complément, en particulier pour le choix de la valeur de $\gamma_{R;d1}$.

Éléments à fournir dans le dossier confidentiel :

1) Campagne d'essais de chargement :

Le nombre d'essais instrumentés présentés dans le Tableau 1 ci-dessous comprend le nombre minimal de valeurs à acquérir. Il faut bien souligner que ce nombre peut être dépassé de manière à optimiser complètement le procédé géotechnique.

A proximité de chaque pieu d'essai ou d'ouvrage géotechnique testé, à une distance de moins de 5 m, doivent avoir été réalisés, sur une profondeur égale à $D+5B$:

- au moins un sondage carotté avec des essais d'identification en laboratoire (granulométrie, mesure d'argilosité, mesure de la teneur en CaCO_3 ..., se reporter aux recommandations GTR par exemple), indispensable lors de la création d'une sous-classe ;
- au moins un profil d'essais pressiométriques (avec un essai au maximum tous les 1.0 m) ;

- un sondage pénétrométrique statique (dans la mesure des possibilités de pénétration, ou si la méthode de calcul présente des règles basées sur les propriétés pénétrométriques).

Les procédures de réalisation des sondages sont conformes aux normes en vigueur. Dans le cas d'essais pressiométriques, le matériel utilisé est à adapter à la nature et à l'état des sols testés, afin de ne pas estimer par défaut la pression limite p_{LM} .

Les essais doivent être réalisés sur des fondations de diamètre inférieur ou égal à 300mm, en couvrant la gamme des diamètres visés par le cahier des charges.

Commentaire : Des extrapolations à des diamètres dont le rapport est supérieur à 2 n'est pas possible.

Le Tableau 1 ci-après fournit le nombre minimal de valeurs de frottement axial q_s 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_{smax} , $\gamma_{Rd;1}$				
	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
Frottement axial : Valeur de q_s	18 valeurs	18 valeurs	12 valeurs	12 valeurs	12 valeurs
Pointe : Valeur de k_p	4 mesures	4 mesures	2 mesures (#)	2 mesures (#)	2 mesures (#)
(#) La valeur est 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

Une dérogation au tableau 1 ci-dessus est possible, avec accord de la CT en respectant les limites suivantes :

- dérogation limitée à une durée de 2 ans, non renouvelée,
- le nombre de mesures peut être diminué de 50% sous réserve de :
 - dimensionner systématiquement par la méthode des « essais de pieux » (au sens de la NF P94-262, avec application des coefficients ξ) ; ces essais sont des essais de chargement à la rupture réalisés sur chantier,

ET

- réaliser des essais de contrôle de portance systématique sur chantier (dont le nombre est fixé dans l'EPG).

2) Interprétation des essais de chargement :

L'interprétation des essais de chargement doit être menée conformément à la procédure suivie lors de l'élaboration de la norme NF P94-262 et détaillée dans les articles suivants :

- Baguelin, F., Burlon, S., Bustamante, M., Frank, R. et Gianceselli, L., Habert, J. et Legrand, S. (2012). Justification de la portance des pieux avec la norme « fondations profondes » NF P 94-262 et le pressiomètre. Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur, Bordeaux ;
- Burlon, S., Frank, R., Baguelin, F., Habert, J. and Legrand, S. (2014) Model factor for the bearing capacity of piles from pressuremeter test results A Eurocode 7 approach. Géotechnique, 64(7), 513-525.

Les méthodes de calcul doivent être de "type direct", c'est-à-dire qu'elles doivent directement corrélérer les valeurs de pression limite ou de résistance de cône aux valeurs des frottement axiaux limites $q_{s,max}$ ou des facteurs de portance $k_{p,max}$ ou $k_{c,max}$. Les corrélations entre les valeurs de pression limite et de résistance de cône ne sont pas admises (voir clause 2 de la section 8.5.2 de la norme NF P94-262).

1.7 Les dispositions constructives spécifiques

Voir fascicule 2 - § 1.7

1.8 Le suivi et le contrôle d'exécution

Voir fascicule 2 - § 1.8

Le cahier de charge précise le recours le cas échéant à des enregistrements lors de la phase de forage et des phases d'exécution du scellement.

1.9 La démarche générale de maîtrise des risques

Voir fascicule 2 - § 1.9

Selon le type de procédé, il peut être exigé dans le CDC que soit fourni pour chaque chantier une procédure d'exécution spécifique.

1.10 Le contenu des éléments attendus dans le DOE

Voir fascicule 2 - § 1.10