

Avis Technique EPG

Nom du procédé	Pieu foré tarière creuse à double rotation appelé CCFA Airlift
Demandeur	Keller Fondations Spéciales 2 rue Denis Papin CS 69224 Duttlenheim 67129 Molsheim Cedex
Type de demande	Première demande EPG
Cahier des charges	Edition 1 du 28/05/2026

L'Avis Technique EPG du Procédé Géotechnique « Pieu CCFA Airlift » de Keller Fondations Spéciales a été approuvé 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.

L'avis repose sur :

- la demande de l'entreprise Keller Fondations Spéciales sollicitant la Commission EPG pour une création du cahier des charges CCFA Airlift avec l'engagement que la mise en oeuvre du procédé CCFA Airlift n'a pas été identifiée comme une source de potentiels désordres ;
- l'analyse des performances du procédé géotechnique CCFA Airlift dans le cadre d'une mission réalisée par les deux instructeurs missionnés par 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 09/03/2026, 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 CCFA Airlift » décrit par le cahier des charges du procédé géotechnique Edition 1 du 28/05/2026 est apte à satisfaire les exigences de fiabilité et de robustesse requises par le référentiel retenu ;
- évalue favorablement le procédé géotechnique.

Le présent avis est établi **jusqu'au 31/05/2029**.

Le 28/05/2026

Le Président de la
Commission Technique EPG



Loïc LEURENT - CEREMA

Le Vice-Président de la
Commission Technique EPG



Fabien SZYMKEWICZ - UGE

Avis Technique EPG

1. Présentation du procédé

Le pieu CCFA Airlift (Cased Continuous Flight Auger Airlift) est un **pieu foré à la tarière creuse à double rotation** innovant développé et conçu par Keller Fondations Spéciales.

Le pieu CCFA Airlift se classe dans la famille des pieux **Forés à la Tarière Creuse à double rotation FTCD (Classe 2 Catégorie 6)** de la norme d'application nationale NF P 94-262 de l'Eurocode 7.

Les pieux CCFA Airlift sont équipés d'un système de forage comprenant **deux tables de forage superposées**, une pour la rotation de la tarière, l'autre pour celle du tube en sens inverse. La réalisation consiste à visser une tarière à axe creux et à descendre simultanément un tubage avec une rotation inverse, puis à remonter la tarière et le tube simultanément tout en bétonnant depuis le fond du pieu.

Les modifications techniques apportées par le procédé CCFA Airlift sont :

- l'utilisation d'un lançage à l'air pour faciliter la remontée des déblais et assécher le forage ;
- un système de permutation instantanée air/béton au niveau du col de cygne ;
- une conception des outils performants pour le forage et le bétonnage ;
- une procédure de mise en œuvre spécifique dans les différents sols.

Les diamètres des pieux CCFA Airlift varient de **520 à 1020 mm**. La profondeur maximale atteint **30 m**. L'écart de verticalité est **inférieur ou égal à 1 %**, nettement meilleur que celui observé avec une tarière creuse à simple rotation.

Le cahier des charges pieu CCFA Airlift 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'évaluation du procédé géotechnique Pieu CCFA Airlift

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 Pieux forés,
- [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.

Le référentiel spécifique aux EPG¹ :

- [8]. Fascicule 1 : Organisation des commissions et de la procédure EPG version du 13/03/25.
- [9]. Fascicule 2 : Contenu détaillé d'une EPG et base de données associées, version 1.4 du 23/09/25
- [10] L'annexe 1 au Fascicule 2 - Fondation profondes coulées en place du 23/09/25.
- [11] Les jurisprudences de la famille à laquelle le procédé géotechnique est rattaché, validées au moment de l'évaluation.

3. Documents examinés

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

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

EPG : Commission d'Évaluations des Procédés Géotechniques

- Rapport d'essais – Pieux CCFA – Centre de tri, Le Muy (83) Indice A – 19 août 2025
- Rapport d'essais – Pieux CCFA – Résidence l'Ombrière, Marseille (13) Indice A – 29 août 2025
- Rapport d'essais – Pieux CCFA – 48 logements rue Dembourg, Metz (57) Indice A – 21 octobre 2025
- Rapport d'essais – Pieux CCFA – Planche d'essais STR, Saint-Brice-Courcelles (51) Indice A – 24 octobre 2025
- Rapport d'essais – Pieux CCFA – Résidence Tivolles, Saint-Tropez (83) Indice C – 21 août 2025
- Rapport de pieu et fond de pieu – Marcheprime (33) Affaire n° IN-25-06449 – 27 mars 2026
- Analyse des résultats des planches d'essais CCFA Airlift – Résistances structurelles
- Première demande EPG – Indice E – 09 mars 2026

4. Domaine d'emploi

L'utilisation des pieux CCFA Airlift concerne les **parois de type Lutécienne et les parois de pieux** (tangents, disjoints et sécants), provisoires ou définitives, avec ou sans fonction porteuse.

Cette technique est utilisable dans tout type de sol. Dans le cas particulier **des sables homométriques sous nappe** caractérisés par un coefficient d'uniformité inférieur à 1,7, la résistance en **pointe sera considérée par sécurité comme nulle**.

Les ouvrages classés en **Catégorie Géotechnique 2** relèvent intégralement du périmètre de l'évaluation EPG.

5. Recommandations spécifiques au procédé

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

Le recours à un procédé de type Pieu CCFA Airlift 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 du titulaire de la mission G2.

2. Exécution

La réalisation des pieux CCFA Airlift 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 :

- 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).

6. Instructeurs du dossier

L'instruction de cette EPG a été suivie par :

EPG : Commission d'Évaluations des Procédés Géotechniques

- Gaël GOURRIN (SOCOTEC - Membre de la CT- EPG) : Rapporteur /Instructeur
- Fabien SZYMKIEWICZ (UGE – Vice-président de la CT-EPG) : Instructeur

Ces instructeurs ont été désignés par la commission EPG.

7. Avis de la commission EPG

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 09/03/2026, estime que le procédé géotechnique « Pieu CCFA Airlift » mis en œuvre par la société Keller Fondations Spéciales et décrit par le cahier des charges Edition 1 du 28/05/2026 est **apte à satisfaire les exigences de fiabilité et de robustesse requises par le référentiel retenu.**

8. Validité et conditions particulières

Keller Fondations Spéciales **devra informer la Commission Technique EPG de tout incident ou désordre** provoqué par la mise en œuvre du procédé géotechnique CCFA Airlift et de toute modification apportée au procédé durant cette période de validité.

Annexe 1 - Rapport d'analyse du procédé géotechnique

1. Présentation du procédé

Le pieu CCFA Airlift (Cased Continuous Flight Auger Airlift) est un **pieu foré à la tarière creuse à double rotation** innovant développé et conçu par Keller Fondations Spéciales.

Le pieu CCFA Airlift se classe dans la famille des pieux **Forés à la Tarière Creuse à double rotation FTCD (Classe 2 Catégorie 6)** de la norme d'application nationale NF P 94-262 de l'Eurocode 7.

Les pieux CCFA Airlift sont équipés d'un système de forage comprenant **deux tables de forage superposées**, une pour la rotation de la tarière, l'autre pour celle du tube en sens inverse. La réalisation consiste à visser une tarière à axe creux et à descendre simultanément un tubage avec une rotation inverse, puis à remonter la tarière et le tube simultanément tout en bétonnant depuis le fond du pieu.

Les modifications techniques apportées par le procédé CCFA Airlift sont :

- l'utilisation d'un lançage à l'air pour faciliter la remontée des déblais et assécher le forage ;
- la réalisation d'un forage à l'abri du tubage et de l'air ;
- un système de permutation instantanée air/béton au niveau du col de cygne garantissant à tout moment que le sol reste sous faible pression ;
- une conception des outils performants pour le forage et le bétonnage ;
- une procédure de mise en œuvre spécifique dans les différents sols.

Les diamètres des pieux CCFA Airlift varient de **520 à 1020 mm**. La profondeur maximale atteint **30 m**. L'écart de verticalité est **inférieur ou égal à 1 %**, nettement meilleur que celui observé avec une tarière creuse à simple rotation.

Le cahier des charges pieu CCFA Airlift 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. Spécificités du procédé CCFA Airlift

Le procédé PIEU **CCFA Airlift** déroge aux normes de justification sur un point essentiel :

- la résistance du béton,

Concernant les contrôles, le cahier des charges impose :

- Des essais de convenance (pieu de convenance) conformes à la NF DTU 13.2 ;
- L'enregistrement continu des paramètres de forage et de bétonnage **dont la pression d'air** ;
- Des essais d'écrasement sur éprouvettes de béton conformes à la NF EN 206 ;
- Des essais d'impédance réflexion conformes à la NF P 94-160-2 si nécessaire ;
- Des essais soniques conformes à la NF P 94-160-1 si nécessaire.

3. Résistance du béton

Deux paramètres du calcul sont modifiés :

- $C_{max}=35$ MPa (au lieu de 30 MPa),
- $k_1=1.17$ (au lieu de 1,35).

La résistance structurale du pieu CCFA Airlift est calculée conformément à la norme NF P 94-262, avec les paramètres spécifiques suivants :

- $k_1 = 1,17$: coefficient empirique tenant compte du mode de mise en place dans le sol;
- k_2 est identique à celui de la norme ;
- $C_{max} = 35$ MPa ;

EPG : Commission d'Évaluations des Procédés Géotechniques

- k_3 conforme à la norme NF P 94-262 paragraphe 4.2.3.

Une augmentation supplémentaire de 10 % de f_{ck}^* est possible mais elle est assujettie d'une part d'un béton de classe C40/50 ainsi qu'à la réalisation d'essais d'impédance réflexion complémentaires sur 50 % des pieux concernés par ces contraintes améliorées.

Les vérifications vis-à-vis de la compression, de la traction et du cisaillement se font conformément à la norme NF EN 1992-1-1 et la NF P 94-262

Ces valeurs sont justifiées par l'expérience de l'entreprise et par l'écrasement de 67 éprouvettes prélevées sur 6 sites et 4 types de sols différents.

Le rapport $k_1 \times k_2$ est déterminé selon la NF EN 13791/CN, comme le quotient de la résistance caractéristique du béton de la toupie (R_{ck}) par la résistance d'écrasement d'une carotte « in situ » ($f_{c, is}$). La valeur statistique du rapport $k_1 \times k_2$ mesurée lors des essais est comprise entre **1.01** et **1.05** selon les méthodes.

Les essais d'impédance réflexion (22 essais) et les essais soniques (10 essais) réalisés sur les 5 planches d'essais ont tous montré une **homogénéité du béton** et **l'absence de défauts récurrents**, validant la qualité d'exécution des pieux CCFA Airlift.

4. Résistance géotechnique

La résistance géotechnique du pieu CCFA Airlift est conforme aux paramètres des pieux FTCD définis dans la norme NF P 94-262. Dans le cas particulier des sables homométriques sous nappe caractérisés par un coefficient d'uniformité inférieur à 1,7, la résistance en pointe sera considérée par sécurité comme nulle.

Des essais les essais de chargement confirment que le procédé de forage à l'air comprimé assure un bon contact béton-sol, sans altération ni remaniement du terrain en place ;

5. Application aux parois de soutènement d'ouvrages 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.