

NORME INTERNATIONALE

CEI 61773

Première édition
1996-11

Lignes aériennes – Essais de fondations des supports

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[IEC 61773:1996](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/ebd83f7f-d655-4cbb-a33b-cbc34c8a4562/iec-61773-1996>

*Cette version **française** découle de la publication d'origine **bilingue** dont les pages anglaises ont été supprimées. Les numéros de page manquants sont ceux des pages supprimées.*



Numéro de référence
CEI 61773:1996(F)

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)

- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch

Tél: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

NORME INTERNATIONALE

CEI 61773

Première édition
1996-11

Lignes aériennes – Essais de fondations des supports

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[IEC 61773:1996](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/ebd83f7f-d655-4cbb-a33b-cbc34c8a4562/iec-61773-1996>

© IEC 1996 Droits de reproduction réservés

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Articles	
1 Domaine d'application et objet	8
2 Références normatives	8
3 Définitions	10
4 Catégories d'essais	10
4.1 Essais de conception	10
4.2 Essais de routine	12
5 Données géotechniques	14
5.1 Généralités	14
5.2 Résultats des sondages de sol	14
5.3 Paramètres d'études géotechniques	14
5.4 Conditions de sol pendant la mise en oeuvre de la fondation	14
6 Mise en oeuvre des fondations	16
6.1 Généralités	16
6.2 Modifications des fondations pour les essais de conception	16
6.3 Techniques de mise en oeuvre des fondations soumises aux essais de conception	16
6.4 Fiches de mise en place	18
6.5 Délai requis entre la mise en oeuvre de la fondation et l'essai	18
7 Equipements nécessaires aux essais	20
7.1 Application des charges	20
7.2 Dispositif de chargement pour les essais	22
7.3 Poutre de référence – Essais de conception	24
7.4 Moyens de mesure des déplacements – Essais de conception	24
7.5 Moyens de mesure des déplacements – Essais de routine	26
7.6 Etalonnage des instruments de mesure	26
8 Procédure d'essai	40
8.1 Nombre d'essais	40
8.2 Essais de groupes de pieux	40
8.3 Procédure de chargement	42
8.4 Enregistrement des essais	44
9 Evaluation de l'essai	46
9.1 Généralités	46
9.2 Essais de conception	46
9.3 Essais de routine	48

Articles	Pages
10 Critères d'acceptation.....	48
10.1 Généralités	48
10.2 Essais de conception.....	48
10.3 Essais de routine.....	50
11 Rapport d'essais.....	50
Annexes	
A Bibliographie	52
B Essais de sol.....	54
C Commentaires sur la distance libre entre appuis et fondation d'essai.....	60
D Formulaires d'enregistrement pour la mise en oeuvre et l'essai de la fondation.....	66
E Guide pour la détermination graphique de la résistance de la fondation à l'arrachement et à la compression.....	76
F Glossaire et explications.....	86

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[IEC 61773:1996](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/ebd83f7f-d655-4cbb-a33b-cbc34c8a4562/iec-61773-1996>

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

LIGNES AÉRIENNES –

ESSAIS DE FONDATIONS DES SUPPORTS

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 1773 a été établie par le comité d'études 11 de la CEI: Lignes aériennes.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
11/111/FDIS	11/117/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les annexes A, B, C, D, E et F sont données uniquement à titre d'information.

Le contenu du corrigendum du mois de Mars 1997 a été pris en considération dans cet exemplaire.

LIGNES AÉRIENNES – ESSAIS DE FONDATIONS DES SUPPORTS

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale est applicable aux procédures d'essais pour les fondations des supports de lignes aériennes. La norme distingue:

- a) les fondations principalement sollicitées par des forces axiales, soit à l'arrachement soit en compression, agissant dans la direction de l'axe central de la fondation. Ceci s'applique aux pylônes-treillis rigides à pieds séparés, c'est-à-dire fondations en béton à dalles et cheminées, grilles métalliques, puits en béton, pieux et ancrages scellés au mortier. Les fondations de haubans sont incluses si la charge d'essai est appliquée dans la direction réelle du hauban;
- b) les fondations principalement sollicitées par des forces latérales, des couples de renversement ou une combinaison de ces deux charges. Ceci s'applique aux poteaux uniques à fondations classiques, c'est-à-dire fondations monoblocs, dalles de béton, puits en béton, pieux et poteaux directement scellés dans le sol. Cela peut également s'appliquer aux fondations de portique en H pour lesquelles les charges prédominantes sont les forces latérales, les couples de renversement ou une combinaison de ces deux charges;
- c) les fondations sollicitées par la combinaison des charges mentionnées ci-dessus en a) et en b).

Les essais à échelle réduite ou sur un modèle de fondations ne sont pas inclus. Toutefois, ceux-ci peuvent être utiles pour des besoins de conception.

Les essais dynamiques sont exclus du domaine d'application de ce document.

L'objet de la présente norme est de fournir des procédures s'appliquant à la recherche de la charge admissible et/ou de la réponse sous charge (flèche ou rotation) du massif complet en tenant compte de l'interaction entre la fondation et le sol et/ou le rocher environnant. La résistance mécanique des éléments structurels de la fondation ne fait pas l'objet de cette norme. Toutefois, dans le cas d'ancrages injectés, la rupture de composants de la structure, comme le mortier entre la barre d'ancrage et l'injection, peut être prépondérante.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales actuellement en vigueur.

CEI 50(466): 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 466: Lignes électriques*

CEI 826: 1991, *Charge et résistance des lignes aériennes de transport*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent et complètent celles données dans la CEI 50(466).

3.1 résistance caractéristique: Valeur garantie dans les normes applicables. Cette valeur est également désignée sous le terme de résistance garantie, résistance minimale, charge de rupture minimale ou résistance nominale et correspond généralement à une limite d'exclusion de 2 % à 5 %, 10 % étant en pratique, la limite supérieure (CEI 826, 1.2.1).

3.2 charge d'endommagement ou charge limite de service: Charge correspondant à la résistance ultime de la fondation et qui, en cas de dépassement, conduit à un endommagement et à une déformation notable ou qui provoque une réduction de la résistance de la structure supportée. La charge d'endommagement est normalement liée à des critères de déplacement et peut également être appelée la charge limite de service.

NOTE – Il peut être nécessaire de faire référence à ce terme pour appliquer cette norme à des essais de fondations conçues sur des critères de charge déterministes.

3.3 charge de calcul: Charge limite, ou charge de service pondérée, ou charge déduite d'une période de retour particulière associée à un événement climatique, pour laquelle la fondation a été calculée.

3.4 charge de rupture: Charge maximale qui peut être appliquée pendant l'essai. Cette charge est également appelée charge de rupture aux états limites et est généralement associée à des déplacements provoquant la rupture de la structure.

3.5 charge maximale d'épreuve: Charge maximale appliquée à la fondation essayée lors d'un essai de routine.

3.6 rapport d'essai: Document final résumant les résultats des investigations et des essais de fondation.

3.7 charge de travail: Charge maximale qu'il est probable que la fondation subisse en service normal, durant la vie de la ligne, sans facteurs de surcharge inclus.

NOTE – Le terme charge de travail ne s'applique pas aux méthodes de calculs aux états limites et n'est pas compatible avec la CEI 826. Cependant, lorsque la présente norme est utilisée pour essayer des fondations conçues sur des critères de charges déterministes, il peut être nécessaire d'utiliser ce terme.

4 Catégories d'essais

En ce qui concerne le but de l'essai, le niveau d'investigation et la méthode de réalisation, cette norme se réfère à deux catégories d'essais:

- a) les essais de conception;
- b) les essais de routine.

4.1 Essais de conception

Les essais de conception sont généralement menés sur des fondations spécialement réalisées dans un ou plusieurs des buts suivants:

- a) vérifier les paramètres de calcul ou les méthodologies;
- b) vérifier les procédures de construction;

- c) établir les paramètres d'études géotechniques et/ou une méthodologie conceptuelle pour une application particulière;
- d) vérifier que la conception de la fondation est conforme aux spécifications;
- e) déterminer la charge de rupture moyenne et le coefficient de variation des méthodes de conception pour les conditions de sols spécifiées.

Les essais se référant aux points c) et/ou d) sont également appelés essais de type.

4.1.1 *Essais en vraie grandeur*

Il est préférable que les essais de conception soient réalisés en vraie grandeur. Lorsque les essais sont réalisés pour vérifier les paramètres de calcul, la fondation essayée doit être autant que possible identique aux fondations utilisées en service (voir 6.1).

Les essais de conception sont réalisés au moins jusqu'à la charge de calcul ou jusqu'à la charge de rupture, particulièrement lorsqu'il s'agit des essais relatifs au 4.1 c), et/ou 4.1 d), utilisant la méthode de calcul aux états limites. Les limitations sur la réaction d'appui, les déplacements, l'inclinaison ou la rotation doivent être prises en compte le cas échéant. Il convient que le niveau de l'instrumentation et l'importance des investigations soient adaptés au but recherché dans l'essai.

4.1.2 *Essais à échelle réduite*

Dans le cas de fondations de grandes dimensions, il peut être impossible d'entreprendre des essais de conception sur une fondation en vraie grandeur. Des essais de conception sur des fondations de dimensions réduites peuvent être pris en compte, dans les conditions suivantes:

- a) la fondation essayée est installée en utilisant les mêmes techniques et matériaux que la fondation des pylônes de la ligne à réaliser;
- b) quand cela est nécessaire, la fondation essayée est instrumentée de telle façon que les résistances de la base et du fût puissent être mesurées séparément;
- c) pour les fondations dont la tenue est déterminée par le frottement latéral, il convient que le rapport des largeurs de la fondation testée aux largeurs de la fondation normale ne soit pas inférieur à 0,5. Il convient que les profondeurs soient identiques.

Si la charge admissible n'est pas basée entièrement sur le frottement latéral (fondations autres que pieux, caissons ou ancrages injectés), l'évaluation des essais à échelle réduite doit être faite avec une grande précaution. Une attention particulière doit être portée au rapport de la surface à la profondeur et à leur valeur absolue.

4.2 *Essais de routine*

Ils sont utilisés durant la réalisation des fondations des pylônes pour vérifier la qualité de la mise en oeuvre, les matériaux utilisés, et contrôler qu'il n'y a pas de variation importante des paramètres géotechniques présumés. Des essais de routine peuvent également être réalisés dans le cas de sols hétérogènes où une variation importante des capacités portantes peut être rencontrée. La cohérence, la rapidité, l'économie et l'efficacité sont des facteurs clefs.

Les essais de routine sont réalisés à un pourcentage particulier de la charge de calcul (habituellement 60 % à 75 %), suivant les spécifications contractuelles, mais ne peuvent pas excéder la charge limite de service. Les limitations des déplacements doivent être prises en compte. Le niveau d'instrumentation et d'investigation peut être faible mais la fiabilité de l'équipement et de la procédure doit être élevée.

Des essais dynamiques de pieux peuvent également être utilisés comme essais de routine, après avoir étalonné le système d'essai avec les essais de conception.

Les essais de routine sont réalisés généralement sur les fondations des pylônes de la ligne en cours de construction. Ces fondations doivent continuer à jouer pleinement leur rôle après les essais.

5 Données géotechniques

5.1 Généralités

Il est conseillé qu'un sondage de sol initial soit effectué avant le choix de l'emplacement d'un essai de conception. Les essais de sol avant travaux peuvent être supprimés dans le cas où les paramètres géotechniques sont fondés sur des données obtenues pendant l'installation (par exemple ancrages en rochers) ou dans le cas où les essais de routine sont utilisés pour vérifier les critères de réalisation. Cependant, dans ce cas, il convient de conserver les enregistrements concernant les essais de sols précédents et les hypothèses faites avant ou durant la construction de la fondation.

Les procédés à suivre pour les sondages de sol détaillés sont hors du domaine d'application de la présente norme. Cependant, certains critères généraux, exigences et méthodes fondamentales sont répertoriés en annexe B. Cette norme fournit seulement des critères généraux pour les sondages de sols des sites d'essais. Pour les détails, se référer aux normes internationales ou nationales appropriées et/ou aux règles techniques reconnues (par exemple [1]^{*}).

5.2 Résultats des sondages de sol

Les résultats des sondages de sol et de tous les essais ultérieurs en laboratoire doivent être notés avec précision, complétés d'un croquis du site donnant toutes les caractéristiques physiques et géologiques intéressantes.

5.3 Paramètres d'étude géotechniques

Les paramètres géotechniques utilisés dans la conception des fondations essayées, ainsi que la méthode utilisée pour calculer ces valeurs, provenant soit d'essais en laboratoire, soit de considérations empiriques, doivent être notés.

5.4 Conditions de sol pendant la mise en oeuvre de la fondation

Durant la mise en oeuvre de toute fondation à essayer, les informations suivantes doivent être enregistrées:

- a) description visuelle, incluant les altérations, les discontinuités, etc. de chaque couche de sol/roche et la classification de sol/roche correspondante;
- b) le niveau phréatique;
- c) tout événement local lié au sol/roche se produisant pendant la construction, par exemple instabilité latérale, soulèvement du fond, infiltrations d'eau, etc.;
- d) le rapport de données météo.

Si les fondations sont remblayées, il est recommandé que les propriétés physiques et géotechniques du remblai soient établies en utilisant des essais *in situ* et/ou des essais de laboratoire. Il convient de noter la méthodologie utilisée pour combler et compacter les fouilles.

* Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie, en annexe A.

6 Mise en oeuvre des fondations

6.1 Généralités

Les essais de routine sont effectués sur des fondations mises en oeuvre pour la ligne en construction. C'est pourquoi il convient qu'il n'y ait pas de différence entre les fondations essayées et les fondations non essayées. Les essais de conception sont généralement effectués sur des fondations installées spécialement, qui doivent être construites en utilisant les matériaux spécifiés, aux dimensions aussi proches que possible de celles exigées par la conception.

6.2 Modifications des fondations pour les essais de conception

Pour les essais de conception, les modifications suivantes peuvent être envisagées.

a) La liaison entre la fondation et le matériel d'essais (par exemple les embases ou les armatures) peut nécessiter des modifications pour assurer la résistance adéquate quand, et si, la fondation est chargée sous des efforts approchant ou excédant ses charges de conception. Dans ce cas, il est recommandé que la liaison ait une résistance minimale de 1,5 fois la charge d'essai maximale pendant les essais de conception. Une telle modification ne doit pas intrinsèquement altérer le comportement de la fondation dans le sol, par exemple la rigidité latérale des colonnes élancées.

b) Les fondations en service peuvent ne pas être chargées verticalement, du fait de la pente du montant. Cependant, l'effet de l'inclinaison de la charge est faible quand la pente est limitée. Par conséquent, pour faciliter l'essai, la fondation peut être modifiée de façon que l'axe d'essai soit vertical, et que des charges puissent être appliquées verticalement quand la pente vraie maximale du montant (diagonale) est inférieure à 20 % (une dimension horizontale pour cinq verticales, voir figure 1).

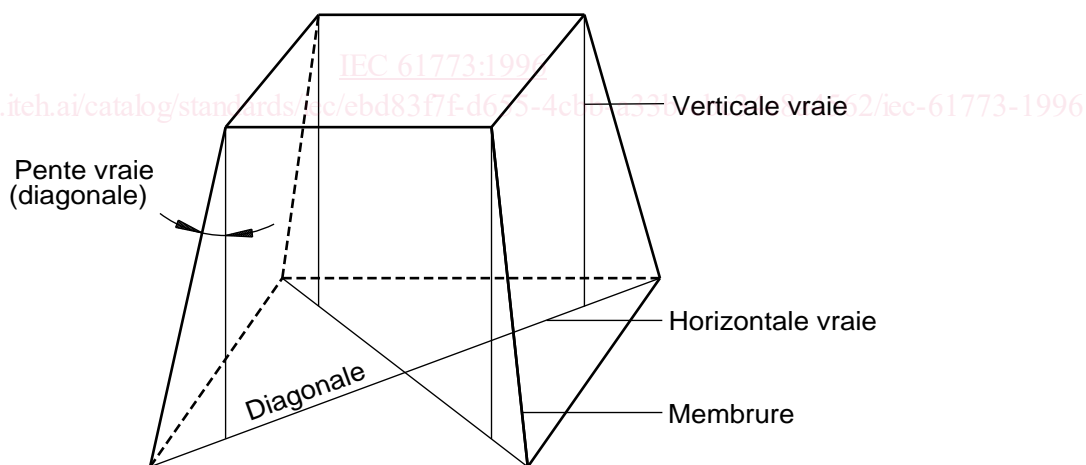


Figure 1 – Pente du montant pour les pylônes à fût de section rectangulaire

6.3 Techniques de mise en oeuvre des fondations soumises aux essais de conception

Il est essentiel que tous les points affectant la résistance de la fondation essayée, par exemple la méthode de construction et le compactage du remblai, soient identiques à ceux des fondations en service.

Il convient que les techniques utilisées pour la mise en oeuvre des fondations d'essais soient aussi proches que possible de celles utilisées pour les fondations en service.

Si le sommet de la fondation en service est enfoui sous le niveau du terrain naturel, par exemple un pieu ou un ancrage scellés dans un massif enterré, et que la fondation essayée est prolongée jusqu'à la surface pour faciliter l'essai, alors la partie rallongée doit être gainée, ou d'autres précautions prises, pour réduire l'interaction entre le sol et la fondation sur la partie ajoutée.

6.4 *Fiches de mise en place*

Dans le cas des essais de conception, tous les détails relatifs à la dimension de la fondation, sa construction et sa mise en place, doivent être notés. Ces fiches doivent reproduire les éléments conceptuels de la fondation en service et les valeurs réalisées sur la fondation d'essai (une fiche type est fournie en annexe D).

Le détail complet des conditions de sols, la description des parois de fouilles, la qualité, la quantité et la méthode de remblaiement et de compactage, etc., doivent être rapportés comme indiqué en 5.4.

Tous les détails doivent également apparaître précisément sur un croquis approprié.

Pour les essais de routine sur les fondations de série, il est recommandé d'utiliser les formulaires d'enregistrement donnés en annexe D. Ces formulaires peuvent être simplifiés selon le type de fondation et d'essai.

6.5 *Délai requis entre la mise en oeuvre de la fondation et l'essai*

Un délai suffisant doit s'écouler entre la réalisation de la fondation et le début des essais, pour assurer la résistance requise pour le béton ou le mortier et permettre un relâchement raisonnable des caractéristiques du sol liées aux contraintes appliquées, telle que la dissipation des pressions interstitielles.

Les délais minimaux entre la mise en oeuvre et l'essai de la fondation sont:

	Jours
– Grilles métalliques (après l'achèvement du remblai)	1
– Composants en béton de la fondation (voir note)	
– armé	14
– non armé	28
– Ancrage par scellement (voir note) (après coulage du mortier, suivant sa résistance)	7 à 14
– Pieux battus en terrain pulvérulent ou drainé (après battage)	7
– Pieux battus en terrain cohérent (après battage)	21
– Pieux en béton forés ou excavés et coulés sur place	14

NOTE – Une durée plus courte peut être autorisée si les essais sur échantillon de béton ou mortier ont atteint une résistance supérieure à deux fois la pression maximale imposée pendant l'essai. Les essais d'ancrage pré-contraints peuvent être effectués immédiatement après la mise en tension de l'ancrage.

7 Equipements nécessaires aux essais

7.1 Application des charges

Le système d'application des charges doit être capable de mobiliser la résistance de la fondation ou permettre d'appliquer des déplacements supérieurs aux critères de conception, ou les deux. Dans la mesure du possible, il est recommandé que le système de charge applique les efforts axiaux et les efforts tranchants simultanément dans les cas où la charge latérale peut avoir une influence significative sur la tenue de la fondation.

Les efforts peuvent être appliqués par vérin hydraulique, à l'aide d'un treuil, ou d'un autre système de chargement si nécessaire. Il est conseillé de n'utiliser des pompes hydrauliques motorisées que si un système d'enregistrement automatique des déplacements de la fondation est disponible. La possibilité de maintenir la charge peut conduire à une rupture soudaine et rapide, avec peu d'avertissement. Si des pompes hydrauliques motorisées (ou d'autres systèmes de chargement motorisés) sont utilisées, un système de contrôle adapté doit être utilisé pour éviter un dépassement de la charge envisagée.

Si les charges sont appliquées par vérin hydraulique, le vérin doit avoir une capacité permettant de mobiliser la résistance de la fondation ou d'appliquer des déplacements supérieurs aux critères de conception, ou les deux. Si le vérin n'admet pas un tel mouvement, la procédure d'essai doit permettre les reprises du système de chargement. Le vérin hydraulique doit avoir une sécurité raisonnable, 25 % ou de préférence 50 % au-dessus de la charge maximale prévue pour les essais de conception, et 10 % à 25 % respectivement pour les essais de routine.

Le manomètre et le vérin doivent être calibrés ensemble avec un enregistrement de la pression appliquée au vérin et une mesure indépendante de la charge.

Tout treuil ou autre mécanisme utilisé pour appliquer la charge doit avoir une sécurité raisonnable suivant les mêmes critères que pour le vérin hydraulique. La résistance ultime en traction des élingues doit être supérieure ou égale à trois fois la charge maximale qui leur est appliquée.

Les charges appliquées à la fondation essayée peuvent être mesurées au moyen de cellules de charge, d'un manomètre installé sur un vérin hydraulique calibré, de dynamomètres installés sur la ligne de traction, ou par tout autre dispositif acceptable. Pour les essais de conception, un système de secours est conseillé, par exemple des jauges de charge et un manomètre. La précision des mesures doit être inférieure à 5 % (1 % étant préférable) de la charge maximale d'essais. Il est recommandé que le système de mesure du chargement soit installé aussi près que possible du point d'application de la charge.

Tout le matériel fonctionnant sous pression hydraulique, y compris le vérin hydraulique, doivent être capables de supporter, sans aucune fuite, une pression minimale de 1,5 fois, 2 fois étant préférable, la charge maximale équivalente prévue pour l'essai.

Le système de chargement (plaques, étais ou palans, etc.) doit avoir une rigidité structurelle adéquate et une charge ultime de conception d'au moins 1,5 fois la charge maximale d'essais.

Tous les équipements d'essais doivent être disposés de façon qu'une rupture d'élément ou de l'ensemble ne puisse pas provoquer de blessure au personnel travaillant sur le site. Tous les travaux doivent être réalisés suivant les règles de sécurité et les normes nationales appropriées.

7.2 Dispositif de chargement pour les essais

7.2.1 Fondations chargées suivant leur axe

Les charges d'essai peuvent être appliquées par les moyens suivants:

- poutre de chargement et appuis (voir figure 3);
- système de poutre à cantilever (voir figure 4);
- portique (voir figure 5);
- grue hydraulique (essais d'arrachement).

Dans le cas d'essais de compression, la réaction peut être transmise au sol par des pieux travaillant à l'arrachement ou des ancrages.

Il convient que la distance libre minimale (L) entre les points d'appuis (voir figure 3) soit choisie avec prudence pour éviter toute influence sur le comportement de la fondation. Il est recommandé d'augmenter cette distance, si cela est préférable compte tenu du mode de rupture prévu et, si les équipements nécessaires sont disponibles. Les distances minimales proposées pour les essais de routine (voir figure 2 pour la signification des symboles utilisés) sont:

- a) fondations à dalles et cheminée, grilles métalliques, fondations massives en béton ou ancrages enterrés:

$$L = e + 0,7 \times a \text{ (m)}$$

où

e est la largeur de la fondation exprimée en mètres;

a est la profondeur exprimée en mètres;

L est la distance entre les points d'appuis les plus proches.

- b) pour les puits en béton, les pieux battus, les pieux forés ou injectés, ou les ancrages vissés:

$$L = 3 \times e \text{ (m)} \quad \text{ou} \quad 2 \text{ (m)}, \text{ la plus grande valeur étant retenue.}$$

Dans le cas des essais de conception, il est recommandé d'augmenter ces distances. Voir l'annexe C pour les principes de base permettant d'établir les distances libres minimales entre points d'appuis.

7.2.2 Fondations chargées latéralement, fondations soumises à des couples de renversement

Les charges d'essai latérales peuvent être appliquées directement aux fondations par les moyens suivants:

- vérin hydraulique et fondation d'appui (voir figures 6a et 6b);
- vérin hydraulique et corps mort (poids mort) (voir figure 6c);
- vérin hydraulique et plate-forme chargée (voir figure 6d).

Les charges d'essai de renversement peuvent être appliquées par les moyens suivants:

- ligne de traction unique et source d'énergie (voir figure 7a);
- lignes de traction démultipliées et source d'énergie (voir figure 7b);
- ligne de charge tendue entre le sommet d'un poteau et la source d'énergie (voir figure 7c).