
**Reconnaissance et essais
géotechniques — Essais de structures
géotechniques —**

**Partie 4:
Essais de pieux: essai de chargement
dynamique**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Geotechnical investigation and testing — Testing of geotechnical
structures —*

Part 4: Testing of piles: dynamic load testing

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/90750df7-c988-4dcf-8632-c5c720b206cf/iso-22477-4-2018>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 22477-4:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/90750df7-c988-4dcf-8632-c5c720b206cf/iso-22477-4-2018>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes, définitions et symboles	2
3.1 Termes et définitions.....	2
3.2 Symboles.....	4
4 Équipement d'essai	5
4.1 Généralités.....	5
4.2 Chargement.....	5
4.2.1 Généralités.....	5
4.2.2 Chargement par un système de fonçage par impact.....	6
4.2.3 Chargement par une masse tombante à coup unique ou multiple.....	6
4.3 Mesures.....	6
4.3.1 Généralités.....	6
4.3.2 Mesures pour les essais d'impact dynamique.....	7
4.3.3 Mesures et enregistrements exigés pour la formule de fonçage de pieux ou l'analyse de l'équation d'onde.....	8
5 Mode opératoire d'essai	9
5.1 Préparation d'un essai.....	9
5.2 Exigences relatives à la sécurité.....	10
5.2.1 Personnes et équipement dans la zone environnante.....	10
5.2.2 Pieu d'essai.....	10
5.3 Préparation du pieu.....	10
5.4 Timing des essais.....	11
5.4.1 Généralités.....	11
5.4.2 Fonçage – suivi en continu et fin de l'essai de fonçage initial.....	11
5.4.3 Re-fonçage.....	11
5.4.4 Pieux forés ou coulés en place.....	11
6 Résultats des essais	12
6.1 Résultats des essais de chargement dynamique avec la formule de fonçage.....	12
6.2 Résultats des essais de chargement dynamique avec analyse de l'équation d'onde.....	12
6.3 Résultats des essais de chargement dynamique avec mesures au niveau de la tête du pieu.....	12
7 Rapports d'essais	13
Annexe A (informative) Formule de fonçage	15
Annexe B (informative) Analyse de l'équation d'onde	18
Annexe C (informative) Exemples de fixation de transducteurs et informations sur les extensions de pieux	28
Annexe D (informative) Évaluation par résolution sous forme fermée à l'aide de valeurs d'amortissement empiriques	30
Annexe E (informative) Évaluation des mesures par correspondance de signal	38
Annexe F (informative) Technique d'essais dynamiques basée sur une série de coups	47
Bibliographie	54

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/CEI, Partie 1. Il convient en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction définies dans les Directives ISO/CEI, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/patents).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

(standards.iteh.ai)

Pour une explication de la nature volontaire des normes, de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/foreword.html.

Ce document a été élaboré par le comité technique du Comité européen de normalisation CEN/TC 341, *Reconnaissance et essais géotechniques*, en collaboration avec le comité technique ISO TC 182, *Géotechniques*, conformément à l'accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (accord de Vienne).

Une liste de toutes les parties de la série ISO 22477 est disponible sur le site web de l'ISO.

Introduction

Le présent document établit les spécifications relatives à l'exécution des essais de chargement dynamique au cours desquels un pieu unique est soumis à une charge de compression axiale afin d'en mesurer la déformation, l'accélération et le déplacement sous un chargement dynamique et d'évaluer sa résistance à la compression. Le présent document précise la manière dont est défini un essai de chargement dynamique et spécifie l'équipement et les procédures d'essai exigés. Des consignes informatives, non prescriptrices, sont incluses. Elles portent sur l'analyse des résultats des essais de chargement dynamique exigés, pour déterminer la résistance à la compression mobilisée ou ultime mesurée d'un pieu.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 22477-4:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/90750df7-c988-4dcf-8632-c5c720b206cf/iso-22477-4-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/90750df7-c988-4dcf-8632-c5c720b206cf/iso-22477-4-2018>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 22477-4:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/90750df7-c988-4dcf-8632-c5c720b206cf/iso-22477-4-2018>

Reconnaissance et essais géotechniques — Essais de structures géotechniques —

Partie 4: Essais de pieux: essai de chargement dynamique

1 Domaine d'application

Le présent document établit les spécifications relatives à l'exécution des essais de chargement dynamique au cours desquels un pieu unique est soumis à une charge de compression axiale dynamique.

Il précise les méthodes d'essai nécessaires pour permettre une évaluation de la résistance d'un pieu, déterminée à partir des méthodes et des procédures décrites dans la norme EN1997-1:2004+A1:2013:

- a) Essai d'impact dynamique: détermination de la résistance à la compression d'un pieu par évaluation des mesures de déformation et d'accélération et/ou de déplacement, prises au niveau de la tête du pieu, en fonction du temps.
- b) Formules de fonçage de pieux: évaluation de la résistance à la compression d'un pieu à partir du nombre de coups de battage et de l'énergie du mouton pendant le fonçage du pieu.
- c) Analyse de l'équation d'onde: évaluation de la résistance à la compression d'un pieu à partir du nombre de coups de battage par modélisation du pieu, du sol et de l'équipement de fonçage.
- d) Essais dynamiques basés sur une série de coups – évaluation de la résistance à la compression d'un pieu à partir d'une série de coups conçue pour créer des niveaux différents de déplacements et de vitesses de tête de pieu.

Ce document s'applique aux pieux sous chargement axial en compression.

Il s'applique à tous les types de pieux mentionnés par l'EN 1536, l'EN 12699 et l'EN 14199.

Les essais envisagés dans le présent document sont limités aux essais de chargement dynamique des pieux uniquement.

NOTE 1 L'ISO 22477-4 peut être utilisée conjointement à l'EN1997-1:2004+A1:2013. Les valeurs numériques des facteurs partiels des états limites, obtenues à partir des essais de chargement des pieux et devant être prises en compte dans la conception, sont données dans l'EN 1997-1. Dans le cas d'une conception selon l'EN 1997-1, les résultats des essais de chargement dynamique seront considérés comme équivalents à la résistance à la compression mesurée $R_{c,m}$ après l'analyse appropriée.

NOTE 2 Des consignes relatives aux procédures d'analyse des résultats des essais de chargement dynamique sont données dans les [Annexes A, B, D, E et F](#).

Le présent document fournit des spécifications pour:

- i) les essais préalables, au cours desquels un pieu sacrificiel est chargé jusqu'à l'état limite ultime;
- ii) les essais de contrôle, au cours desquels le pieu est chargé jusqu'à une charge spécifiée au-delà de l'état limite de service.

NOTE 3 En général, un essai préalable se focalise sur la connaissance générale d'un type de pieu; un essai de contrôle se focalise sur une application particulière d'un pieu.

2 Références normatives

Les documents suivants sont mentionnés dans le texte d'une manière telle que tout ou partie de leur contenu constitue des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

EN 1997-1:2004+A1:2013, *Eurocode 7: calcul géotechnique — Partie 1: règles générales*

3 Termes, définitions et symboles

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions des normes EN1997-1:2004+A1:2013 et suivantes s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

3.1.1

pieu d'étude

pieu installé avant le début des travaux de fonçage principaux ou d'une partie donnée des travaux, dans le but d'étudier l'adéquation du type de pieu choisi et d'en confirmer la conception, les dimensions et la résistance à la compression

Note 1 à l'article: le pieu d'étude peut être sacrifié pour atteindre l'état limite ultime.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/90750df7-c988-4dcf-8632-c5c720b206cf/iso-22477-4-2018>

3.1.2

pieu de travail

pieu qui sera intégré à la fondation de la structure

3.1.3

pieu d'essai

pieu auquel des charges sont appliquées pour déterminer les caractéristiques de résistance à la compression / de déformation du pieu et du terrain environnant

Note 1 à l'article: un pieu d'essai peut être un pieu d'étude ou un pieu de travail.

3.1.4

charge du pieu

charge (ou force) de compression axiale exercée sur la tête du pieu pendant l'essai

3.1.5

charge dynamique

charge (ou force) de compression axiale d'impact exercée sur la tête d'un pieu par un mouton de battage ou une masse tombante

3.1.6

charge maximale du pieu

force de compression axiale maximale appliquée au pieu durant l'essai

Note 1 à l'article: cette charge est généralement définie avant l'essai.

3.1.7

essai de chargement dynamique

essai au cours duquel la tête d'un pieu est soumise à une charge axiale dynamique dans le but d'en déterminer la résistance à la compression

3.1.8**essai d'impact dynamique**

essai de pieu prévoyant la mesure de la déformation, de l'accélération et du déplacement en fonction du temps pendant l'événement d'impact

Note 1 à l'article: l'événement d'impact est normalement un coup de mouton.

Note 2 à l'article: cet essai permet d'évaluer la résistance à la compression de pieux individuels.

3.1.9**formule de fonçage**

formule reliant l'énergie de l'impact du mouton et le nombre de coups pour une distance unitaire ou un tassement permanent associé à un unique coup, à la résistance à la compression du pieu

3.1.10**analyse de l'équation d'onde**

analyse d'un pieu chargé de manière dynamique à l'aide d'un modèle mathématique représentant le comportement dynamique du pieu à travers la progression des ondes de contrainte dans le pieu et la réponse correspondante du sol

3.1.11**correspondance de signal**

opération consistant à évaluer la résistance du fût et la résistance de la base des pieux en modélisant le pieu et le sol avec une variation des paramètres permettant de faire correspondre les signaux mesurés de déformation ou de déplacement de la tête de pieu et les mesures d'accélération

3.1.12**impédance**

rigidité dynamique d'un pieu déterminée par la superficie de la section transversale, la rigidité du matériau et la masse volumique

Note 1 à l'article: pour un pieu non uniforme, l'impédance peut varier sur la longueur du pieu.

3.1.13**résistance à la compression mobilisée**

résistance mobilisée avec l'énergie disponible du dispositif d'impact

3.1.14**résistance ultime à la compression mesurée**

état correspondant dans lequel la fondation du pieu se déplace de manière significative avec une augmentation négligeable de la résistance

Note 1 à l'article: lorsqu'il est difficile de définir un état limite ultime à partir d'un tracé de tassement sous charge faisant apparaître une augmentation légère et continue, il est recommandé d'utiliser un tassement du sommet du pieu égal à 10 % du diamètre de la base du pieu comme critère de « défaillance ».

Note 2 à l'article: la résistance ultime à la compression n'est pas mesurée directement lors d'un essai de chargement dynamique. Avant de pouvoir être considérée comme équivalente à la résistance ultime à la compression mesurée, la résistance à la compression mesurée ou mobilisée obtenue lors d'un essai de chargement dynamique doit être analysée afin d'éliminer les effets du comportement dynamique du sol, conformément à l'Annexe correspondante.

3.1.15**résistance statique à la compression calculée**

résistance ultime à la compression d'un pieu

Note 1 à l'article: elle doit être déterminée avant l'essai de chargement afin de permettre de spécifier l'ordre de grandeur approprié de l'essai de chargement dynamique.

3.1.16

diamètre équivalent

diamètre du cercle dont l'aire est égale à la section correspondante du pieu

Note 1 à l'article: le diamètre équivalent d'un pieu circulaire est son diamètre extérieur. Pour un pieu de section carrée, il s'agit du diamètre du cercle dont l'aire est égale à celle de la section du pieu carré (tant que le côté le plus long mesure moins de 1,5 fois la longueur du côté le plus court).

3.1.17

distance de séparation minimale de référence

distance séparant un point de référence fixe d'un point qui sera déplacé de manière significative par la méthode d'essai

Note 1 à l'article: les points utilisés comme référence des dispositifs de mesure du déplacement doivent être des points fixes. Les systèmes de mesure du déplacement peuvent être placés sur le sol au-delà de la distance de référence, sans élément d'isolement (compensation du déplacement).

3.1.18

déplacement

mouvement axial de la tête du pieu mesuré pendant l'essai

3.2 Symboles

a	accélération
A	aire de la section transversale du pieu au niveau considéré
A_r	aire de la section transversale du renfort du pieu au niveau considéré
c	vitesse de l'onde de contrainte dans le pieu d'essai
E_{dyn}	module d'Young du matériau du pieu au niveau de mesure considéré
E_k	énergie cinétique
E_p	énergie potentielle
F	force au niveau de la tête du pieu dérivée des mesures de déformation
f_{yk}	limite d'élasticité caractéristique du renfort de pieu
g	accélération de la pesanteur ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)
h	hauteur (ou course) de laquelle a chuté la masse ou le mouton.
L	longueur du pieu
m	masse
$R_{c,m}$	résistance ultime à la compression mesurée du terrain lors de l'essai, ou résistance géotechnique mesurée du pieu
t	temps
v	vitesse
Z	impédance du pieu
w	déplacement ou tassement du pieu
ε	déformation

4 Équipement d'essai

4.1 Généralités

L'équipement de chargement doit être capable de générer une force et une énergie suffisantes pour pouvoir mobiliser la résistance à la compression destinée à être vérifiée.

Si l'un des objectifs de l'essai est d'obtenir des informations sur la résistance ultime à la compression mesurée du pieu, l'équipement doit avoir une capacité suffisante pour atteindre la résistance ultime à la compression mesurée et mobiliser le tassement adéquat sous chargement dynamique en un seul coup ou en plusieurs cycles de coups.

La charge maximale du pieu lors d'un essai de chargement dynamique nécessaire pour déterminer la résistance ultime à la compression mesurée peut être supérieure à la résistance statique à la compression calculée. La nécessité d'appliquer des charges aussi élevées doit être prise en compte lors de la spécification de l'équipement et des matériaux du pieu.

Si, pour un essai de chargement dynamique, une ou plusieurs des exigences de la présente norme ne sont pas respectées, avant de pouvoir interpréter les résultats comme ceux d'un essai de chargement dynamique, il convient de prouver que ce défaut est sans effet sur l'atteinte des objectifs de l'essai.

Les systèmes d'essai de chargement dynamique utilisent une masse permettant d'exercer une charge sur la tête du pieu. Celle-ci fait soit partie du mouton, auquel cas on parle de système de fonçage par impact, soit d'une masse que l'on fait chuter, on parle alors de système à masse tombante. Les essais de chargement dynamique peuvent être conduits pendant l'installation de pieux en béton préfabriqué, ou de pieux en acier (pieux avec refoulement du sol) lorsqu'ils sont foncés à l'aide d'un mouton. Les systèmes à masse tombante sont utilisés pour les essais sur des pieux coulés en place (pieux forés, tarière à vis ou autres pieux coulés en place) ou les essais associés à un re-fonçage. Le type d'application de charge utilisé lors de l'essai peut dépendre de plusieurs facteurs, dont la disponibilité de l'équipement d'installation ou de chargement de pieu et de la phase du projet de construction.

La norme EN1997-1:2004+A1:2013 donne trois types d'essais dynamiques de pieux. Ceux-ci se rapportent au type de mesure et à l'analyse réalisée et sont désignés sous le vocable: essais d'impact dynamique, formule de fonçage de pieux et analyse d'équation d'onde. Ces éléments, ainsi que la technique d'essais dynamiques basés sur une série de coups, sont présentés en détail dans les annexes. Les mesures réalisées, l'équipement et les informations nécessaires pour un essai de chargement dynamique dépendront de chaque essai de chargement dynamique réalisé.

4.2 Chargement

4.2.1 Généralités

Le choix de l'équipement de chargement doit prendre en compte:

- l'objectif de l'essai;
- le type d'essai dynamique et l'analyse à réaliser;
- le type de pieu;
- les conditions du terrain;
- la charge maximale du pieu;
- la résistance du pieu (matériau) et les contraintes qu'il peut supporter;
- l'exécution de l'essai;
- les aspects liés à la sécurité.

L'équipement de chargement doit produire une force et une énergie conformes aux exigences énoncées au paragraphe 4.1 et être capable d'appliquer la force de compression maximale requise pour mobiliser une résistance à la compression spécifique ou la résistance ultime à la compression mesurée d'un pieu. L'équipement doit charger le pieu avec précision et être doté de dispositifs appropriés permettant de guider la masse tombante le long de la direction axiale du pieu. L'excentricité de la charge doit être inférieure à 10 % du diamètre équivalent. L'écart d'alignement entre la force exercée et l'axe du pieu doit être inférieur à 20 mm/m.

La contrainte générée dans le pieu sous la charge maximale appliquée ne doit pas excéder la contrainte autorisée pour le matériau du pieu. Dans le cas de pieux de béton en compression, la contrainte maximale dans le pieu, compte tenu des éventuelles précontraintes au sein du pieu, ne doit pas dépasser 0,8 fois la résistance caractéristique du béton en compression au moment du fonçage (ainsi que cela est souligné dans l'EN 12699). Dans le cas de pieux en béton en tension, il convient que la force de tension induite ne dépasse pas $0,9 \times f_{yk} \times A_r$ moins les éventuelles forces de précontrainte en compression. Dans le cas des pieux en acier il est recommandé que la contrainte maximale dans les pieux ne dépasse pas 0,9 fois la limite d'élasticité caractéristique de l'acier.

NOTE Lorsque les contraintes sont surveillées pendant le fonçage par impact, celles-ci peuvent être jusqu'à 20 % supérieures aux valeurs données ci-dessus. La limite d'élasticité des matériaux peut augmenter sous l'effet du chargement dynamique de l'impact.

Pour éviter tout risque d'endommager les pieux en béton, une simulation du processus de chargement prévu peut être réalisée au moyen d'une analyse de l'équation d'onde. Sur la base de cette analyse, le schéma de chargement peut être ajusté et faire l'objet d'une nouvelle simulation, par exemple pour éviter les contraintes de tension élevées dans un pieu en béton.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

4.2.2 Chargement par un système de fonçage par impact

Les moutons sont constitués d'une masse (piston) et de systèmes de levage et de libération. Ils sont définis par leur masse et la course maximale (hauteur de chute) ou l'énergie potentielle correspondante (masse \times accélération \times course) ou l'énergie cinétique immédiatement avant l'impact.

Lorsqu'on envisage une évaluation à l'aide de la formule de fonçage, il convient que la fréquence des coups du mouton ne dépasse pas 120 coups par minute.

4.2.3 Chargement par une masse tombante à coup unique ou multiple

Il convient que la masse de la masse tombante soit choisie de sorte à être supérieure à 2 % de la résistance statique à la compression calculée du pieu (lorsque la masse de la masse tombante est exprimée en poids).

Dans les sols très durs, pour les pieux reposant sur un substratum rocheux dur ou lorsque le pieu est placé dans un trou d'ancrage au roc, des masses tombantes pesant 1 % de la résistance statique à la compression calculée peuvent suffire pour mobiliser la résistance du pieu.

Il est recommandé que l'énergie appliquée ou la course de la masse tombante soit ajustée pour obtenir une mobilisation totale du frottement à la surface latérale du pieu et de la résistance de l'extrémité du pieu.

4.3 Mesures

4.3.1 Généralités

Les mesures réalisées, l'équipement et les informations nécessaires pour un essai de chargement dynamique dépendront de chaque essai de chargement dynamique réalisé.

Lors d'un essai d'impact dynamique, au minimum trois variables doivent être mesurées directement en fonction du temps (t):

- la déformation au niveau de la tête du pieu (ε);

- l'accélération de la tête du pieu (a);
- le déplacement permanent du pieu en fonction de l'application de la charge dynamique (tassement par coup(s)).

Lorsqu'un essai d'impact dynamique est analysé au moyen de la technique d'essai de chargement dynamique basée sur une série de coups ([Annexe F](#)), la variable supplémentaire suivante sera intégrée:

- le déplacement de la tête du pieu (w).

S'il est prévu, lors d'un essai, d'utiliser la formule de fonçage de pieux ou une analyse de l'équation d'onde, au moins deux variables doivent être enregistrées directement:

- le déplacement permanent du pieu à chaque impact du mouton, désigné par l'expression « tassement par coup(s) »;
- la masse du mouton de battage (ou masse tombante) et la hauteur de chute (et/ou l'énergie correspondante).

Lorsque les pieux sont soumis à un unique coup de mouton ou à des cycles de chargement d'une masse tombante et qu'ils sont accessibles, le niveau de la tête du pieu doit être déterminé par rapport à un point situé au-delà de la distance de séparation minimale de référence en déterminant le niveau à l'aide d'un dispositif optique. Les mesures de détermination du niveau à l'aide d'un dispositif optique doivent être contrôlées en se référant à un ou plusieurs points de référence fixes et il convient qu'elles soient conduites avec une exactitude de ± 1 mm.

4.3.2 Mesures pour les essais d'impact dynamique

Les transducteurs et le traitement du signal doivent satisfaire aux exigences énoncées, du [Tableau 1](#) au [Tableau 3](#). L'échantillonnage doit débuter au minimum 10 ms avant le début du chargement et se poursuivre pendant une durée minimale telle qu'elle laisse au pieu le temps de revenir au repos. Les transducteurs doivent avoir une plage de mesure suffisante pour qu'il ne soit pas nécessaire de procéder à un réajustement ou à un changement de position en cours d'essai. Toute l'instrumentation doit pouvoir résister aux procédures d'installation et d'essai des pieux. Pour les moutons-Diesel, il convient d'étendre la durée de l'échantillonnage préalable à l'événement à 35 ms au moins, et l'extension de la durée de mesure correspondante à > 125 ms. Pour les pieux plus longs, il convient de tenir compte de la longueur du pieu lors de la détermination de la durée de mesure. Il convient que le taux d'échantillonnage minimum particulier adopté tienne compte du type de pieu et d'essai réalisé.

Tableau 1 — Essai d'impact dynamique: exigences générales relatives au traitement du signal

Paramètre	Exigence
Taux d'échantillonnage	$\geq 5\ 000$ échantillons par seconde
Durée de l'échantillonnage avant l'événement	≥ 10 ms
Durée de la mesure	≥ 100 ms

Tableau 2 — Essai d'impact dynamique: exigences relatives au transducteur de déformation

Paramètre	Exigence
Déformation maximale	$\geq 0,015$
Fréquence de résonance	$\geq 2\ 000$ Hz

Tableau 3 — Essai d'impact dynamique: exigences relatives au transducteur d'accélération

Paramètre	Exigence
-----------	----------

Tableau 3 (suite)

Linéarité	jusqu'à 2 000 g et 2 000 Hz
-----------	--------------------------------

Tableau 4 — Essai d'impact dynamique: mesure du déplacement au moyen d'un théodolite contrôlable à distance durant l'application de la charge

Paramètre	Exigence
Taux d'échantillonnage	≥ 10 000 échantillons par seconde
Exactitude	< 1 mm

L'ensemble de l'équipement utilisé pour mesurer la déformation, le déplacement et l'accélération lors d'un essai doit être étalonné. L'équipement doit être contrôlé régulièrement. Les résultats de ces contrôles doivent être consignés et conservés avec l'étalonnage le plus récent. Ces données doivent être accessibles sur demande avant le début de l'essai.

Le temps entre les contrôles et les étalonnages n'est pas spécifié, car la durée de validité d'un étalonnage peut dépendre du type de dispositif de mesure et des recommandations des fabricants. Toutefois, les contrôles doivent être suffisamment détaillés pour permettre de s'assurer que tous les dispositifs de mesure fonctionnent correctement pendant l'essai. Afin de s'affranchir des effets du transport et du passage du temps, il est préférable que les contrôles soient réalisés juste avant les essais. Parfois, par exemple en cas d'utilisation fréquente, ou de changement d'un ou plusieurs composants, ou encore de suspicion de détérioration, un étalonnage et un contrôle supplémentaires peuvent être nécessaires.

La déformation (ϵ) en fonction du temps (t) induite dans la tête du pieu par la charge dynamique doit être mesurée par au minimum deux transducteurs de déformation, montés dans la direction axiale et en paires diamétralement opposées (voir l'Annexe C). L'accélération a en fonction du temps (t) de la tête du pieu, doit être mesurée par au minimum un transducteur d'accélération, monté dans une direction axiale (voir l'Annexe C).

4.3.3 Mesures et enregistrements exigés pour la formule de fonçage de pieux ou l'analyse de l'équation d'onde

Le déplacement permanent du pieu à chaque impact du mouton, appelé tassement par coup(s), est enregistré en comptant manuellement le nombre de coups pour une distance unitaire de pénétration, sur au moins le dernier mètre de pénétration du pieu.

Préalablement à l'essai, il convient que des repères de distance soient clairement marqués sur le pieu soumis à l'essai. Dans le cas d'un fonçage continu, les coups sont comptés pour une pénétration unitaire. En variante, il est possible de déterminer la pénétration pour un nombre de coups défini.

Le tassement par coup est déterminé soit par une mesure optique du niveau par rapport à un point de référence qui n'est pas affecté par les opérations de fonçage des pieux, soit en observant visuellement les repères sur le pieu à leur passage au niveau d'une poutre de référence stable qui n'est pas affectée par le processus d'essai du pieu. Le Tableau 5 présente les exigences de mesure optique du niveau.

Tableau 5 — Exigences relatives au déplacement de l'essai de chargement dynamique pour le tassement par coup, dans le cas d'une détermination à l'aide d'un instrument de niveau optique

Paramètre	Exigence
Exactitude	≤ 1 mm

Pour déterminer l'énergie transférée au pieu par le chargement dynamique, il est nécessaire de connaître la masse du piston ou mouton et sa hauteur de chute.

Énergie potentielle du système de fonçage:

$$E_p = m \times g \times h \quad (1)$$

où

E_p est l'énergie potentielle ;

m est la masse du piston ou du mouton ;

g est l'accélération de la pesanteur ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$);

h est la hauteur de chute (ou course) de laquelle a chuté la masse ou le mouton.

La hauteur de chute ou course est mesurée par une estimation visuelle, uniquement si le piston est visible.

L'énergie cinétique de la masse ou du piston juste avant l'impact est donnée par:

$$E_k = m \times v^2 / 2 \quad (2)$$

où

E_k est l'énergie cinétique ;

v est la vitesse de la masse ou du piston avant l'impact.

La vitesse du piston avant l'impact peut être mesurée par des contacteurs de proximité placés dans l'enveloppe du mouton.

[ISO 22477-4:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/90750df7-c988-4dcf-8632-c5c720b206cf/iso-22477-4-2018)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/90750df7-c988-4dcf-8632-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/90750df7-c988-4dcf-8632-c5c720b206cf/iso-22477-4-2018)

5 Mode opératoire d'essai [c5c720b206cf/iso-22477-4-2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/90750df7-c988-4dcf-8632-c5c720b206cf/iso-22477-4-2018)

5.1 Préparation d'un essai

Avant l'essai, il est recommandé d'établir un plan d'exécution cohérent avec le rapport final prévu, présenté à l'[Article 7](#). Il convient que ce plan comprenne les éléments suivants, le cas échéant:

- a) objectifs de l'essai;
- b) conditions du terrain et d'eau souterraine avec référence aux rapports d'étude du site correspondants;
- c) emplacements topographiques, types et spécifications des pieux d'essai;
- d) valeurs maximales permises de charge et de contraintes sur le pieu et de déplacement du pieu;
- e) déplacement du pieu exigé et charge appliquée;
- f) spécification du dispositif de chargement;
- g) spécifications des dispositifs de mesure et certificats d'étalonnage le cas échéant;
- h) spécifications des dispositifs de mesure supplémentaires;
- i) plan du site d'essai;
- j) programme d'essai;
- k) liste du personnel clé, faisant apparaître les personnes responsables de la supervision, de la sécurité, de l'exécution des essais, de l'enregistrement des données et des autres tâches;