
**Reconnaissance et essais
géotechniques — Essais en place —
Partie 2:
Essai de pénétration dynamique**

*Geotechnical investigation and testing — Field testing —
Part 2: Dynamic probing*
**iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)**

ISO 22476-2:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0b4345b9-7671-4835-906b-7da41eb3fd90/iso-22476-2-2005>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 22476-2:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0b4345b9-7671-4835-906b-7da41eb3fd90/iso-22476-2-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0b4345b9-7671-4835-906b-7da41eb3fd90/iso-22476-2-2005>

© ISO 2005

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée 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.

L'ISO 22476-2 a été élaborée par le Comité européen de normalisation (CEN) en collaboration avec le comité technique ISO/TC 182, *Géotechnique*, sous-comité SC 1, *Recherches et essais géotechniques*, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

L'ISO 22476 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Reconnaissance et essais géotechniques — Essais en place*:

- *Partie 1: Essais électriques de pénétration au cône et au piézocône*
- *Partie 2: Essais de pénétration dynamique*
- *Partie 3: Essai de pénétration au carottier*
- *Partie 4: Essai pressiométrique Ménard*
- *Partie 5: Essai avec dilatomètre flexible*
- *Partie 6: Essai pressiométrique autoforcé*
- *Partie 7: Essai de pression latérale dans les forages*
- *Partie 8: Essai pressiométrique à refoulement*
- *Partie 9: Essai au scissomètre de chantier*
- *Partie 10: Sondage par poids*
- *Partie 11: Essai au dilatomètre plat*
- *Partie 12: Essai de perméabilité Lefranc*
- *Partie 13: Essai de pression d'eau en roche*
- *Partie 14: Essais de pompage*

Sommaire

Page

Avant-propos.....v

1 **Domaine d'application**.....1

2 **Références normatives**1

3 **Termes et définitions**.....2

4 **Appareillage**3

5 **Procédure d'essai**8

6 **Résultats d'essais**.....9

7 **Rapport**10

Annexe A (informative) **Feuille d'essai récapitulative pour les essais de pénétration dynamique**.....13

Annexe B (informative) **Procès - verbal des valeurs mesurées et des résultats d'essai de pénétration dynamique**14

Annexe C (informative) **Méthode recommandée pour mesurer l'énergie réelle**15

Annexe D (informative) **Influences de l'appareillage et des conditions géotechniques sur les résultats d'essai de pénétration dynamique**.....18

Annexe E (informative) **Exploitation des résultats d'essai avec utilisation de la résistance dynamique en pointe**29

Bibliographie33

ISO 22476-2:2005
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0b4345b9-7671-4835-906b-7da41eb3fd90/iso-22476-2-2005>

Avant-propos

Le présent document (EN ISO 22476-2:2005) a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 341 "Reconnaissance et essais géotechniques", dont le secrétariat est tenu par DIN, en collaboration avec le Comité Technique ISO/TC 182 "Géotechnique".

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en Juillet 2005, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en Juillet 2005.

EN ISO 22476, *Reconnaissance et essais géotechniques – Essais en place* comprend les parties suivantes :

- *Partie 1 : Essais de pénétration statique à pointe électrique et essai au piezocône (ISO/WD 22476-1)*
- *Partie 2 : Essais de pénétration dynamique (ISO 22476-2 : 2004)*
- *Partie 3 : Essai de pénétration au carottier (ISO 22476-3 : 2004)*
- *Partie 4 : Essai pressiométrique Ménard (ISO/WD 22476-4)*
- *Partie 5 : Essai au dilatomètre flexible (ISO/WD 22476-5)*
- *Partie 6 : Essai au pressiomètre autoforeur (ISO/PDTS 22476-6)*
- *Partie 7 : Essai au vérin dans un forage (ISO/WD 22476-7 : 2003)*
- *Partie 8 : Essai de déplacement pressiométrique dans un forage (ISO/PDTS 22476-8)*
- *Partie 9 : Essai au scissomètre de chantier (ISO/WD 22476-9)*
- *Partie 10 : Essai de sondage par poids (ISO/DTS 22476-10 : 2004)*
- *Partie 11 : Essai au dilatomètre plat (ISO/DTS 22476-11 : 2004)*
- *Partie 12 : Essai de pénétration statique à pointe mécanique (ISO/WD 22476-12)*
- *Partie 13 : Essai de chargement à la plaque (ISO/WD 22476-13)*

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 22476-2:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0b4345b9-7671-4835-906b-7da41eb3fd90/iso-22476-2-2005>

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences pour les reconnaissances indirectes du terrain par essais de pénétration dynamique dans le domaine des reconnaissances géotechniques conformes à EN 1997-1 et EN 1997-2.

Le présent document concerne la détermination in situ de la résistance des sols et des roches tendres à la pénétration dynamique d'une pointe conique. La pointe est battue au moyen d'un mouton de masse donnée tombant d'une hauteur donnée. La résistance à la pénétration est caractérisée par le nombre de coups nécessaires pour enfoncer la pointe conique à une profondeur fixée. Le nombre de coups, lors d'un battage de manière continue, est noté en fonction de la profondeur atteinte par la pointe, mais aucun échantillon n'est prélevé.

Quatre procédures couvrent un large éventail d'énergie spécifique de battage par coup :

- essai au pénétromètre dynamique léger (DPL) : Essai effectué avec la masse la plus faible de la gamme des pénétromètres dynamiques ;
- essai au pénétromètre dynamique moyen (DPM) : Essai effectué avec la masse moyenne de la gamme des pénétromètres dynamiques ;
- essai au pénétromètre dynamique lourd (DPH) : Essai effectué avec la masse moyenne à très lourde de la gamme des pénétromètres dynamiques ;
- essai au pénétromètre dynamique ultra lourd (DPSH) : Essai effectué avec la masse la plus élevée de la gamme des pénétromètres dynamiques.

Les résultats des essais du présent document conviennent particulièrement à la détermination qualitative d'un profil de terrain, couplée à des investigations directes (par exemple au prélèvement d'échantillons selon prEN ISO 22475-1) ou comme comparaison relative à d'autres essais in situ. Ils peuvent également être utilisés pour déterminer des propriétés de résistance et de déformation des sols généralement sans cohésion, mais aussi des sols fins, et ce par des corrélations appropriées. Les résultats peuvent être également utilisés pour déterminer la profondeur des couches de terrain très denses, par exemple pour déterminer la longueur des pieux portant en pointe et pour détecter des terrains très lâches, remblayés présentant des cavités, ou des vides comblés.

2 Références normatives

Les documents suivants sont nécessaires pour l'application de ce document. Pour les références datées, seule l'édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

EN 10204, *Produits métalliques – Types de documents d'inspection*.

prEN ISO 22475-1, *Reconnaissance et essais géotechniques – Méthodes de prélèvement par forage ou excavation et mesurages piézométriques. Partie 1 : Principes techniques d'exécution (ISO/DIS 22475-1 : 2004)*.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

sonde pénétrométrique

pointe conique et tiges de battage

3.2

pénétrromètre

sonde pénétrométrique et tout l'appareillage nécessaire pour enfoncer la sonde

3.3

enclume ou tête de battage

partie du dispositif de battage frappée par le mouton et grâce à laquelle l'énergie provenant de la frappe du mouton est transmise aux tiges de battage

3.4

martyre ; amortisseur

pièce placée au-dessus de l'enclume destinée à minimiser l'endommagement de l'appareillage

3.5

mouton

partie du dispositif de battage qui est successivement soulevée et relâchée pour produire l'énergie nécessaire à la pénétration de la pointe

3.6

hauteur de chute

chute libre du mouton après avoir été libéré

[ISO 22476-2:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0b4345b9-7671-4835-906b-7da41eb3fd90/iso-22476-2-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0b4345b9-7671-4835-906b-7da41eb3fd90/iso-22476-2-2005>

3.7

dispositif de battage

ensemble constitué du mouton, de la tige-guide du mouton, de l'enclume et du système de relevage

3.8

tiges de battage

tiges qui relient le dispositif de battage à la pointe conique

3.9

pointe

sonde conique de dimensions normalisées utilisée pour mesurer la résistance à la pénétration (voir Figure 1)

3.10

énergie réelle ; énergie de battage

E_{meas}

énergie résultant d'une mesure, transmise par le dispositif de battage à la tige de battage située sous l'enclume

3.11

énergie théorique

E_{theor}

énergie du dispositif de battage obtenue par calcul :

$$E_{theor} = m \times g \times h$$

où

m est la masse du mouton ;

g est l'accélération due à la pesanteur ;

h est la hauteur de chute du mouton.

3.12

rapport d'énergie

E_r

rapport entre l'énergie réelle E_{meas} et l'énergie théorique E_{theor} du mouton, exprimée en pourcentage

3.13

valeurs N_{xy}

nombre de coups nécessaires pour enfoncer la pointe pénétrométrique sur une longueur fixée x , (exprimée en centimètres) par le pénétromètre dynamique de type y

3.14

énergie nominale spécifique par coup

E_n

valeur calculée par la formule :

$$E_n = m \times g \times h/A = E_{\text{theor}}/A$$

où

m est la masse du mouton ;

g est l'accélération due à la pesanteur ;

h est la hauteur de chute du mouton ;

A est l'aire nominale de la base de la partie conique (calculée en utilisant le diamètre D de la base du cône) ;

E_{theor} est l'énergie théorique.

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

ISO 22476-2:2005
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0b4345b9-7671-4835-41eb3fd90/iso-22476-2-2005>

4 Appareillage

4.1 Dispositif de battage

Les dimensions et les masses des composants du dispositif de battage sont données dans le Tableau 1. Les exigences suivantes doivent être satisfaites :

- le mouton doit être convenablement guidé pour mobiliser une résistance minimale pendant sa chute ;
- le mécanisme de déclenchement automatique de la chute du mouton doit garantir une hauteur de chute libre constante, après que le mouton ait été libéré avec une vitesse initiale nulle, et il ne doit pas induire des mouvements parasites dans les tiges de battage ;
- il est recommandé que la tête de battage en acier ou l'enclume soit fixée de manière rigide au sommet des tiges de battage. Une connexion lâche peut être adoptée ;
- il est recommandé qu'un guide destiné à fournir un soutien vertical et latéral à la partie du train de tiges hors du sol fasse partie du dispositif de battage.

Si un système pneumatique pour remonter le mouton est utilisé il doit être accompagné des documents d'inspection comme indiqué dans la norme EN 10204 car l'énergie de battage n'est pas toujours garantie.

4.2 Enclume

L'enclume doit être en acier à haute résistance. Un amortisseur ou un martyre peut être placé entre le mouton et l'enclume.

4.3 Pointe

La pointe en acier doit avoir une partie terminale conique d'angle au sommet de 90°, prolongée par une partie cylindrique se raccordant aux tiges de battage comme représenté sur la Figure 1, avec les dimensions et tolérances précisées dans le Tableau 1. La pointe peut être perdue ou récupérée (fixe). Lorsqu'une pointe perdue est utilisée, l'extrémité de la tige de battage doit être ajustée sans jeu dans la pointe. Des spécifications alternatives pour la pointe sont données Figure 1.

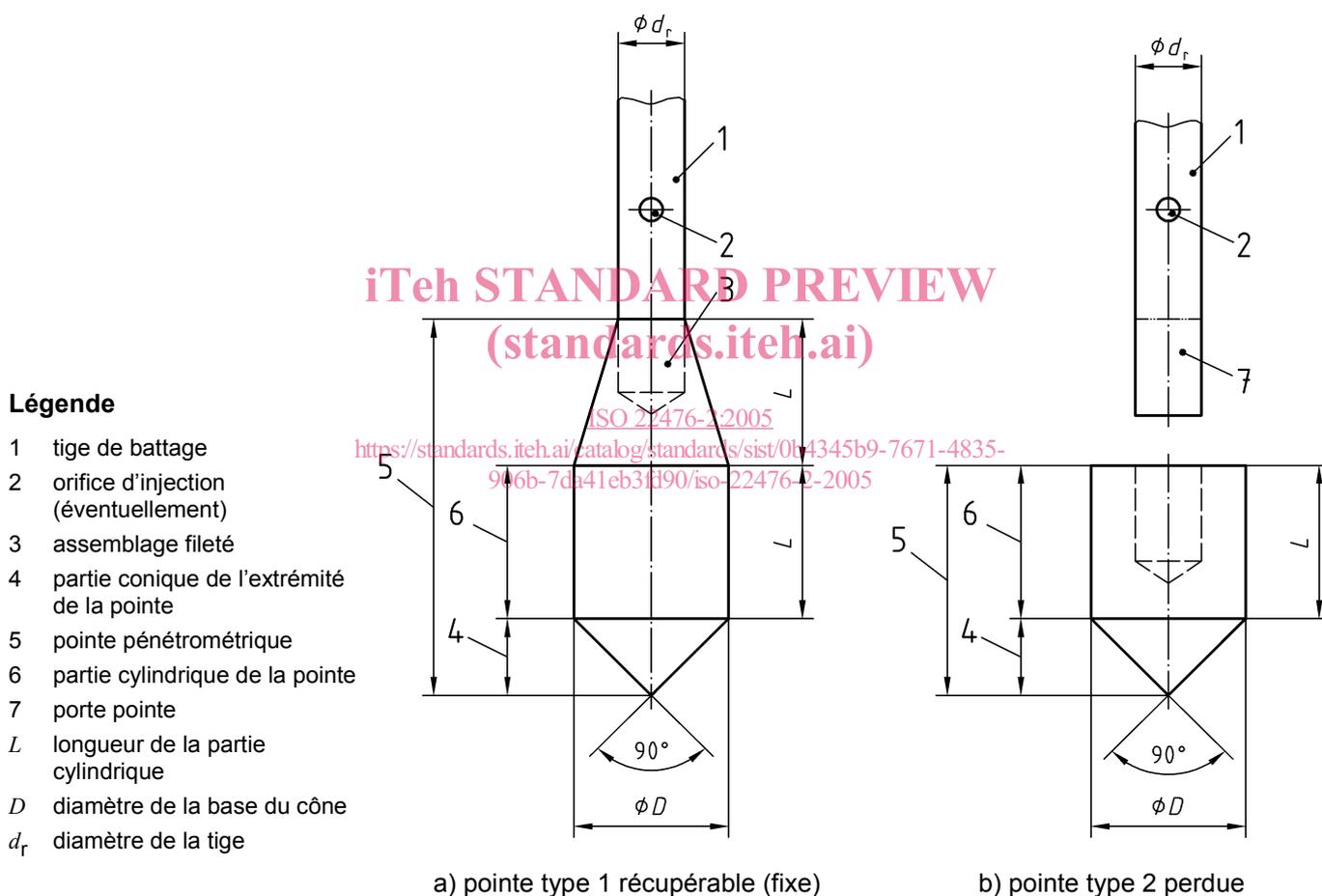


Figure 1 — Formes alternatives de pointe pour essais de pénétration dynamique (pour L, D et d_r voir Tableau 1)

4.4 Tiges de battage

Les tiges doivent être en acier à haute résistance avec des caractéristiques appropriées de telle sorte qu'elles ne présentent ni déformation ni usure excessive à l'usage. Les tiges qui doivent être raccordées entre elles sans affleurement et qui doivent être rectilignes, peuvent présenter des méplats. Les déformations doivent pouvoir être corrigées. La flèche au milieu de chaque tige mesurée par rapport à une ligne droite passant par les extrémités de la tige ne doit pas dépasser 1 sur 1 000, soit 1 mm par mètre. Les dimensions et la masse des tiges de battage sont données dans le Tableau 1.

Des tiges creuses sont recommandées.

4.5 Dispositif de mesure du couple

Le couple nécessaire pour tourner les tiges de battage est mesuré au moyen d'une clé dynamométrique ou d'un dispositif équivalent. L'appareil doit être capable de mesurer un couple d'au moins 200 Nm et être gradué avec des intervalles de 5 Nm au plus.

Un capteur pour enregistrer le couple peut être utilisé.

Les tiges de battage peuvent présenter des méplats destinés à la clé dynamométrique ou au dispositif de mesure.

4.6 Appareillage optionnel

4.6.1 Compteur du nombre de coups

Un dispositif destiné à compter le nombre de coups du mouton en mesurant les impulsions mécaniques ou électriques peut être ajouté à l'ensemble de l'appareillage.

4.6.2 Dispositif de mesure de la profondeur de pénétration

La profondeur de pénétration est mesurée soit en comptant des graduations sur les tiges, soit par des capteurs enregistreurs. Dans ce cas, la résolution doit être inférieure à 1/100 de la longueur mesurée.

4.6.3 Système d'injection

Le système d'injection comprend :

- des tiges creuses ;
- une extrémité pleine sur la tige inférieure lorsqu'une pointe perdue est utilisée ;
- une pompe à boue reliée à un dispositif fixé sous l'enclume et destinée à assurer le remplissage de l'espace annulaire situé entre le terrain et les tiges de battage et créé par la pointe de diamètre supérieur à celui des tiges de battage.

Le débit de la pompe doit être tel que l'espace annulaire entre le terrain et les tiges de battage soit toujours rempli.

NOTE 1 Par exemple, la boue peut être un mélange de bentonite et d'eau dans un rapport massique entre les particules sèches et l'eau de 5 % à 10 %.

NOTE 2 L'écoulement de la boue vers la surface n'est pas obligatoire. La pression d'injection correspond à la pression hydrostatique due à la boue au niveau de la pointe après déduction des pertes de charge.

Une pompe manuelle peut être utilisée.

4.6.4 Appareil pour mesurer les dimensions de la pointe

La mesure du diamètre et de la longueur de la pointe est effectuée au moyen d'un pied à coulisse au 1/10 de mm ou par un système équivalent.

4.6.5 Dispositif de contrôle de la déviation du train de tiges par rapport à la verticale

Un système ou un guide de la partie des tiges hors sol est recommandé pour s'assurer et contrôler que les tiges de battage s'alignent verticalement.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 22476-2:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0b4345b9-7671-4835-906b-7da41eb3fd90/iso-22476-2-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0b4345b9-7671-4835-906b-7da41eb3fd90/iso-22476-2-2005>

Tableau 1 — Dimensions et masses pour les quatre types d'appareillage d'essai de pénétration dynamique

| Appareillage de pénétration dynamique | Symbole | Unité | DPL (léger) | DPM (moyen) | DPH (lourd) | DPSH (très lourd) | |
|---|------------------|-------------------|------------------|------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| | | | | | | DPSH-A | DPSH-B |
| Dispositif de battage | | | | | | | |
| masse du mouton neuf | m | kg | $10 \pm 0,1$ | $30 \pm 0,3$ | $50 \pm 0,5$ | $63,5 \pm 0,5$ | $63,5 \pm 0,5$ |
| hauteur de chute | h | mm | 500 ± 10 | 500 ± 10 | 500 ± 10 | 500 ± 10 | 750 ± 20 |
| Enclume | | | | | | | |
| diamètre | d | mm | $50 < d < D_h^a$ | $50 < d < D_h^a$ | $50 < d < 0,5 D_h^a$ | $50 < d < 0,5 D_h$ | $50 < d < 0,5 D_h^a$ |
| masse (max.) (tige de guidage incluse) | m | kg | 6 | 18 | 18 | 18 | 30 |
| Angle au sommet du cône 90° | | | | | | | |
| aire nominale de la base du cône | A | cm ² | 10 | 15 | 15 | 16 | 20 |
| diamètre de la base du cône neuf | D | mm | $35,7 \pm 0,3$ | $43,7 \pm 0,3$ | $43,7 \pm 0,3$ | $45,0 \pm 0,3$ | $50,5 \pm 0,5$ |
| diamètre de la base du cône usagé (mini.) | | mm | 34 | 42 | 42 | 43 | 49 |
| longueur de la partie cylindrique | L | mm | $35,7 \pm 1$ | $43,7 \pm 1$ | $43,7 \pm 1$ | $90,0 \pm 2^b$ | 51 ± 2 |
| longueur de la partie conique | | mm | $17,9 \pm 0,1$ | $21,9 \pm 0,1$ | $21,9 \pm 0,1$ | $22,5 \pm 0,1$ | $25,3 \pm 0,4$ |
| usure max. admise de la partie conique | | mm | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| Tiges de battage ^c | | | | | | | |
| masse (max.) | m | kg/m | 3 | 6 | 6 | 6 | 8 |
| diamètre OD (maxi.) | d_r | mm | 22 | 32 | 32 | 32 | 35 |
| déviations des tiges ^d | | | | | | | |
| sur les 5 derniers mètres | | % | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| pour les autres tiges | | % | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Énergie nominale spécifique par coup | mgh/A E_h | kJ/m ² | 50 | 100 | 167 | 194 | 238 |

^a D_h diamètre du mouton : S'il est de forme rectangulaire, la plus petite dimension est considérée équivalente au diamètre.

^b Pointe perdue exclusivement.

^c La longueur maximale de chaque tige ne doit pas excéder 2 m.

^d Inclinaison des tiges par rapport à la verticale.

NOTE Les tolérances données sont des tolérances de fabrication.