

Remplace SN EN 196-1:2005

Prüfverfahren für Zement - Teil 1: Bestimmung der Festigkeit

Methods of testing cement - Part 1: Determination of strength

Méthodes d'essais des ciments - Partie 1: Détermination des résistances

En Suisse la présente EN est de la compétence de la commission d'accompagnement CEN/TC 51 «Ciments et chaux de construction».

Numéro de référence
SN EN 196-1:2016 fr

Valable dès: 2016-10-01

Éditeur
Société suisse des ingénieurs
et des architectes
Case postale, CH-8027 Zurich

Nombre de pages: 2 (national) + 35 (EN)

Copyright © 2016 by SIA Zurich

Groupe de prix: E 10

Avant-propos national

Dans le cadre d'un accord entre les pays de l'Union Européenne (UE) et de l'Association Européenne de Libre Échange (AELE), la Suisse s'est engagée à réduire les entraves techniques commerciales par l'adoption des Normes Européennes (EN).

La Suisse n'a émis aucune réserve à cette EN et l'a incluse dans la collection des normes suisses comme SN EN 196-1:2016, sous la désignation SIA 215.011. Elle remplace la norme SN EN 196-1:2005.

La norme SIA 215.011 comprend les 35 pages du texte EN 196-1 le présent avant-propos national et l'annexe nationale NA.

Annexe nationale NA

Variante de procédure d'étanchéité

Sur la base de la détermination du chapitre 11 de la norme EN 196-1, l'institut de recherche en science des matériaux et en technologie (EMPA) a procédé à une table vibrante (selon annexe A.2), avec des essais à 6 moules visant l'aptitude comme variante d'équipement.

La table de vibration à six moules remplit les critères d'adoption et, de ce fait, est appropriée pour l'application de la procédure de serrage décrite sous 7.2 comme variante d'équipement.

Conc. 4.5 Moules

Des moules à 6 compartiments sont utilisés à la place de moules à 3 compartiments, ce qui fait que 6 éprouvettes peuvent être fabriquées en une seule phase de fabrication. Hausses et spatules de mortier sont supprimées.

Conc. 6.1 Composition du mortier

Une gâchée pour 6 éprouvettes doit être constituée de 900 g \pm 5 g de ciment, 2700 g \pm 10 g de sable et 450 g \pm 2 g d'eau.

Conc. 7.2 Moulages des éprouvettes

Mouler les éprouvettes immédiatement après la préparation du mortier.

Mouler le mortier uniformément à l'aide de la table de vibration, selon Annexe A, A 2.

Fixer solidement le moule. Après avoir enclencher le vibreur, remplir les compartiments du moule avec le mortier, comme décrit ci-dessous. L'opération doit être terminée en 120 secondes au maximum:

A l'aide d'une cuillère, introduire dans les compartiments du moule les portions de mortier d'env. 100 g en deux couches. Pour ce faire, le mortier doit être rempli en trois étapes dans les compartiments, en commençant par la gauche pour chaque couche, de manière à ce qu'il soit rempli 1...2 mm de trop. Le vibreur doit s'arrêter automatiquement après un temps total de 180 \pm 1 secondes.

Enlever immédiatement l'excès de mortier à l'aide de la règle métallique (voir figure 3, chapitre 4.5) en la tenant presque verticalement et en la déplaçant lentement dans un mouvement de scie transversal, (voir figure 2, chapitre 4.5) une fois dans chaque sens. Finalement la surface des éprouvettes est arasée avec la règle métallique en tenant cette dernière presque plate.

Le marquage des éprouvettes doit être placé sur le moule.

Les corrections et commentaires éventuels concernant la présente publication sont disponibles sous www.sia.ch/correctif/cen.

La SIA décline toute responsabilité en cas de dommages qui pourraient survenir du fait de l'utilisation ou de l'application de la présente publication.

Version Française

Méthodes d'essais des ciments - Partie 1: Détermination des résistances

Prüfverfahren für Zement - Teil 1: Bestimmung der
Festigkeit

Methods of testing cement - Part 1: Determination of
strength

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 20 décembre 2015.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne. Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion du CEN-CENELEC ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion du CEN-CENELEC, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants: Allemagne, Ancienne République yougoslave de Macédoine, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.



COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Bruxelles

Sommaire

Page

Avant-propos européen	4
1 Domaine d'application	4
2 Références normatives	6
3 Principe.....	6
4 Laboratoire et équipement.....	7
4.1 Laboratoire.....	7
4.2 Exigences générales pour l'équipement.....	7
4.3 Tamis de contrôle	8
4.4 Malaxeur.....	8
4.5 Moules	9
4.6 Appareil à chocs.....	12
4.7 Appareil d'essai de résistance à la flexion	14
4.8 Machine d'essai de résistance à la compression.....	15
4.9 Dispositif de compression.....	16
4.10 Balance.....	16
4.11 Minuteur	16
5 Constituants du mortier	18
5.1 Sable.....	18
5.2 Ciment	19
5.3 Eau	19
6 Préparation du mortier	19
6.1 Composition du mortier	19
6.2 Malaxage du mortier.....	19
7 Préparation des éprouvettes.....	20
7.1 Dimensions des éprouvettes.....	20
7.2 Moulage des éprouvettes.....	20
8 Conditionnement des éprouvettes.....	20
8.1 Manutention et conservation avant démoulage	20
8.2 Démoulage des éprouvettes.....	20
8.3 Conservation des éprouvettes dans l'eau.....	21
8.4 Age des éprouvettes pour les essais de résistance mécanique	21
9 Modes opératoires d'essai	22
9.1 Résistance à la flexion	22
9.2 Résistance à la compression	22
10 Résultats.....	23
10.1 Résistance à la flexion	23
10.2 Résistance à la compression	23
11 Essais de validation du sable normalisé CEN et des variantes de l'équipement de serrage	25
11.1 Généralités.....	25
11.2 Essai de validation du sable normalisé CEN.....	25
11.3 Essais de validation des variantes de l'équipement de serrage.....	29

Annexe A (normative) Appareils et procédures de serrage par vibrations validés comme variantes équivalentes de l'appareil et de la procédure de serrage de référence par chocs..... 31

A. 1 Généralités 25

A.2 Table vibrante, A 25

A.3 Table vibrante, B 29

Avant-propos européen

Le présent document (EN 196-1:2016) a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 51 “Ciments et chaux de construction”, dont le secrétariat est tenu par NBN.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en octobre 2016 et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en octobre 2016.

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. Le CEN et/ou le CENELEC ne saurait [sauraient] être tenu[s] pour responsable[s] de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence

Le présent document remplace l'EN 196-1:2005.

Par rapport à la norme EN 196-1:2005, les modifications suivantes ont été effectuées :

- A l'article 2, les références normatives ont été mises à jour
- En 10.2.3 les estimations des fidélités pour les essais de résistance à la compression ont été révisés avec une indication de la répétabilité et de la reproductibilité à 2 jours et à 7 jours.
- En 6.2 la procédure de malaxage a été révisée avec l'indication d'une durée maximale pour l'introduction dans le bol
- La norme a été révisée éditorialement

L'EN 196 se compose des parties suivantes, sous le titre général de Méthodes d'Essais des Ciments :

- EN 196-1, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 1 : Détermination des résistances mécaniques*
- EN 196-2, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 2 : Analyse chimique des ciments*
- EN 196-3, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 3 : Détermination du temps de prise et de la stabilité*
- CEN/TR 196-4, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 4 : Détermination quantitative des constituants*
- EN 196-5, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 5 : Essai de pouzzolanité des ciments pouzzolaniques*
- EN 196-6, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 6 : Détermination de la finesse*
- EN 196-7, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 7 : Méthodes de prélèvement et d'échantillonnage du ciment*
- EN 196-8, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 8 : Chaleur d'hydratation — Méthode par dissolution*
- EN 196-9, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 9 : Chaleur d'hydratation - Méthode semi-adiabatique.*

—EN 196-10, *Méthodes d'essais des ciments* — Détermination de la teneur du ciment en chrome (VI) soluble dans l'eau.

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, Ancienne République Yougoslave de Macédoine, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.

1 Domaine d'application

Cette partie de l'EN 196 décrit la méthode permettant de déterminer la résistance à la compression et, facultativement, la résistance à la flexion d'un mortier de ciment. La méthode s'applique aux ciments courants et à d'autres ciments et matériaux pour lesquels les normes prescrivent la présente méthode. Elle ne doit pas s'appliquer aux autres types de ciments, qui ont, par exemple, un temps de début de prise très court.

Cette méthode est utilisée pour déterminer si la résistance à la compression d'un ciment est en conformité avec sa spécification. Elle est également utilisée pour l'essai de validation d'un sable 'normalisé CEN, EN 196-1, et pour l'essai de validation des variantes de l'équipement de serrage.

Cette partie de l'EN 196 décrit l'équipement et le mode opératoire de référence et autorise l'utilisation de variantes de l'équipement de serrage et du mode opératoire, à condition que ces variantes aient reçu une validation en conformité avec les dispositions pertinentes du présent document. En cas de litige, on doit utiliser seulement l'équipement et le mode opératoire de référence.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 196-7, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 7 : Méthodes de prélèvement et d'échantillonnage du ciment*

EN 197-1, *Ciment – Partie 1 : Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants.*

EN ISO 1101, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement géométrique – Tolérance de forme, orientation, position et battement (ISO 1101).*

EN ISO 1302, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Indication des états de surface dans la documentation technique de produits (ISO 1302).*

EN ISO 7500-1, *Matériaux métalliques – Vérification des machines pour essais statiques uniaxiaux – Partie 1 : Machines d'essai de traction/compression – Vérification et étalonnage du système de mesure de force (ISO 7500-1).*

ISO 565, *Tamis de contrôle – Tissus métalliques, tôles métalliques perforées et feuilles électroformées – Dimensions nominales des ouvertures.*

ISO 3310-1, *Tamis de contrôle – Exigences techniques et vérifications – Partie 1 : Tamis de contrôle en tissus métalliques.*

ISO 4200, *Tubes lisses en acier, soudés et sans soudure – Tableaux généraux des dimensions et des masses linéiques.*

3 Principe

La méthode consiste à déterminer la résistance à la compression et, facultativement, la résistance à la flexion d'éprouvettes de forme prismatique et de dimensions 40 mm x 40 mm x 160 mm.

Ces éprouvettes sont moulées à partir d'une gâchée de mortier plastique contenant une partie en masse de ciment, trois parties en masse de sable normalisé CEN et une demi-partie d'eau (rapport eau/ciment de 0,50). Des sables normalisés CEN provenant de différentes sources et pays peuvent être utilisés, à condition qu'ils aient démontré que les résultats obtenus pour la résistance du ciment ne diffèrent pas de façon significative de ceux obtenus avec le sable de référence CEN (voir Article 11).

Dans la procédure de référence, le mortier est préparé par malaxage mécanique et serré dans un moule au moyen d'un appareil à chocs. D'autres équipements et procédures de serrage peuvent être utilisés comme variantes, à condition qu'ils aient démontré que les résultats obtenus pour la résistance du ciment ne diffèrent pas de façon significative de ceux obtenus avec l'appareil à chocs et la procédure de référence (voir Article 11 et Annexe A).

Les éprouvettes sont conservées dans leur moule en atmosphère humide pendant 24 h et, après démoulage, elles sont conservées sous l'eau jusqu'au moment des essais de résistance.

À l'âge requis, les éprouvettes sont retirées de leur milieu de conservation humide, elles sont cassées en flexion, avec détermination de la résistance en flexion lorsqu'elle est exigée ou simplement cassée par d'autres moyens convenables qui ne soumettent pas les demi-prismes à des contraintes préjudiciables, puis chaque demi-prisme est soumis à l'essai de résistance à la compression.

4 Laboratoire et équipement

4.1 Laboratoire

Le laboratoire dans lequel a lieu la préparation des éprouvettes doit être maintenu à une température de (20 ± 2) °C et à une humidité relative supérieure ou égale à 50 %.

La chambre ou la grande armoire humide pour la conservation des éprouvettes, dans leur moule, doit être maintenue à une température de $(20,0 \pm 1,0)$ °C et une humidité relative supérieure ou égale à 90 %.

Les bacs pour la conservation des éprouvettes dans l'eau et les grilles qui les équipent doivent être constitués d'un matériau qui ne réagit pas avec le ciment. La température de l'eau doit être maintenue à $(20,0 \pm 1,0)$ °C.

La température et l'humidité relative de l'air dans le laboratoire, ainsi que la température de l'eau dans les bacs de conservation, doivent être enregistrées au moins une fois par jour pendant les heures de travail. La température et l'humidité relative dans la chambre ou l'armoire humide doivent être enregistrées au moins toutes les 4 h.

Le ciment, le sable normalisé CEN (voir 5.1.3), l'eau et l'appareillage utilisés pour confectionner et essayer les éprouvettes doivent être à une température de (20 ± 2) °C.

Lorsque des plages de températures sont données, la température de réglage de l'équipement doit être la valeur médiane de la plage indiquée.

4.2 Exigences générales pour l'équipement

Les tolérances indiquées dans les Figures 1 à 5 sont importantes pour obtenir un fonctionnement correct de l'équipement au cours de la procédure d'essai. Lorsque des mesurages de vérification effectués régulièrement montrent que les tolérances ne sont plus respectées, l'équipement doit être rejeté, réglé ou réparé. Les valeurs des mesurages de vérification doivent être consignés et conservés.

Les mesurages effectués pour la réception d'un équipement neuf doivent concerner la masse, le volume et les dimensions indiqués dans le présent document, en accordant une attention particulière aux dimensions critiques pour lesquelles des tolérances sont spécifiées.

Lorsque la nature du matériau de l'appareillage peut influencer sur les résultats, le matériau est spécifié et il doit être obligatoirement utilisé.

Les dimensions approximatives indiquées dans les figures sont données aux fabricants de l'équipement et aux opérateurs à titre d'indication. Les dimensions qui incluent des tolérances doivent être obligatoirement respectées.

4.3 Tamis de contrôle

Les tamis de contrôle en toile métallique conformes à l'ISO 3310-1, doivent avoir les dimensions indiquées dans l'ISO 565 données au Tableau 1 (série R 20).

Tableau 1 — Ouvertures des tamis de contrôle

Dimension des mailles carrées (mm)					
2,00	1,60	1,00	0,50	0,16	0,08

4.4 Malaxeur

Le malaxeur doit comporter essentiellement :

- a) un bol en acier inoxydable d'une capacité d'environ 5 l, présentant la forme typique et les dimensions indiquées à la Figure 1, équipé d'un dispositif permettant de le fixer solidement sur le bâti du malaxeur pendant le malaxage et permettant de régler avec précision et de maintenir la hauteur du bol par rapport au batteur et, dans une certaine mesure, le jeu entre le batteur et le bol ;
- b) un batteur en acier inoxydable présentant la forme typique, les dimensions et les tolérances indiquées à la Figure 1, tournant autour de son propre axe et entraîné, en même temps, en un mouvement planétaire autour de l'axe du bol, à des vitesses contrôlées par un moteur électrique. Les deux sens de rotation doivent être opposés et le rapport des deux vitesses ne doit pas être un nombre entier.

Batteurs et bols doivent toujours être appariés.

Le jeu de (3 ± 1) mm correspond à la position dans laquelle le batteur dans le bol vide, montrés en figure 1 est amené le plus près possible de la paroi. Ce jeu doit être vérifié régulièrement en appliquant une pression minimale au batteur tout en s'assurant qu'il n'y a pas d'espace perceptible entre le joint du batteur et l'axe du moteur.

NOTE 1 De simples jauges de tolérances ("jauge d'épaisseur") sont utiles lorsque le mesurage direct est difficile.

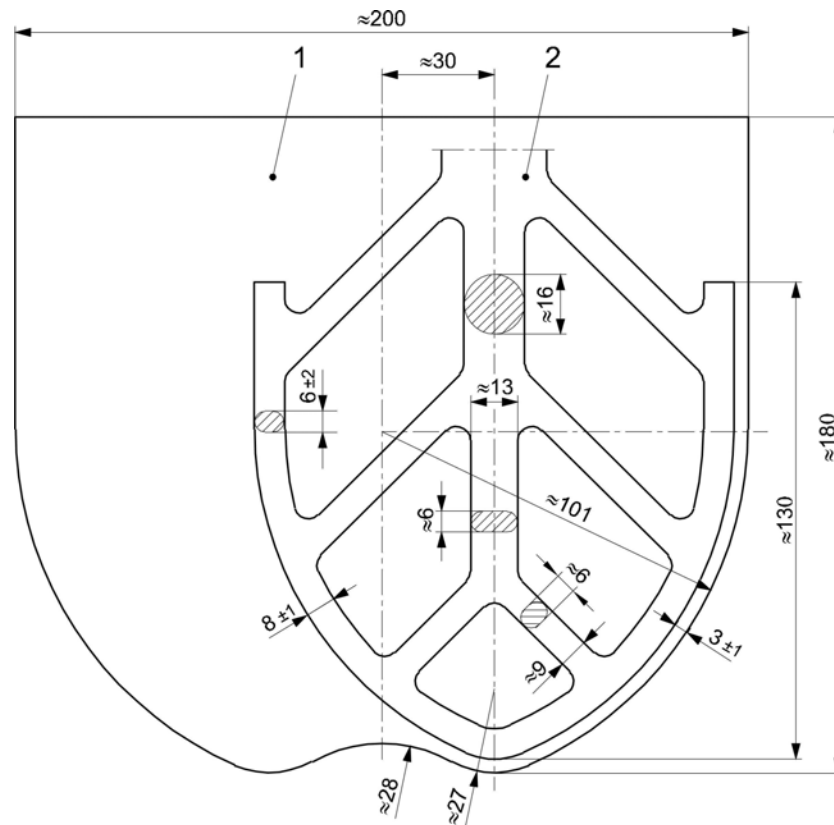
NOTE 2 Les dimensions approximatives de la Figure 1 sont des indications pour les fabricants.

Pendant le malaxage du mortier, le malaxeur doit fonctionner aux vitesses données dans le Tableau 2.

Tableau 2 — Vitesses du batteur

	Rotation min ⁻¹	Mouvement planétaire min ⁻¹
Petite vitesse	140 ± 5	62 ± 5
Grande vitesse	285 ± 10	125 ± 10

Dimensions en millimètres



Légende

- 1 Bol
- 2 Batteur

Figure 1 — Exemple de bol et batteur

4.5 Moules

Le moule doit comporter trois compartiments horizontaux pour permettre de préparer simultanément trois éprouvettes prismatiques mesurant 40 mm x 40 mm de section transversale et 160 mm de longueur.

Un exemple de moule est donné à la Figure 2.

Le moule doit être en acier, avec des parois d'environ 10 mm d'épaisseur. Chaque face latérale interne du moule tel que livrée doit être cémentée à une dureté Vickers de 200 HV au moins.

Une valeur minimale de dureté Vickers de 400 HV est recommandée.

Le moule doit être construit de façon à faciliter le démoulage des éprouvettes sans risque de détérioration. Chaque moule doit être pourvu d'une plaque de base en acier ou en fonte usinée. Les différentes parties du moule assemblé doivent être maintenues ensemble positivement et rigidement et fixées à la plaque de base.

L'assemblage doit être réalisé de manière à éviter toute déformation et tout défaut d'étanchéité visible pendant le fonctionnement. La plaque de base doit assurer un contact adéquat avec la table de l'appareil de serrage et être assez rigide pour ne pas induire des vibrations secondaires.

NOTE 1 Les moules et les appareils de serrage par chocs provenant de fabricants différents peuvent avoir des dimensions externes et des masses qui ne concordent pas. Il appartient donc à l'acheteur de s'assurer de leur compatibilité.

Toutes les pièces composant le moule doivent porter des marques d'identification pour faciliter l'assemblage et assurer la conformité aux tolérances prescrites. Les pièces similaires de différents moules ne doivent pas être interchangeables.

Le moule assemblé doit être conforme aux prescriptions suivantes :

a) les dimensions intérieures et les tolérances de chaque compartiment du moule doivent être les suivantes :

longueur : (160 ± 1) mm ;

largeur : $(40,0 \pm 0,2)$ mm ;

profondeur : $(40,1 \pm 0,1)$ mm ;

b) la tolérance de planéité (voir EN ISO 1101) de chaque face latérale interne, sur l'ensemble de sa surface, doit être inférieure ou égale à 0,03 mm ;

c) la tolérance de perpendicularité (voir EN ISO 1101) de chaque face latérale interne par rapport à la plaque de base du moule, d'une part, et aux faces internes adjacentes, d'autre part, prises comme plans de référence, doit être inférieure ou égale à 0,2 mm ;

d) la rugosité (voir EN ISO 1302) de chaque face latérale interne ne doit pas être supérieure à N 8, telle que livrée.

Les moules doivent être remplacés lorsque l'une des tolérances spécifiées est dépassée. La masse du moule doit s'accorder à la prescription de 4.6 concernant masse combinée.

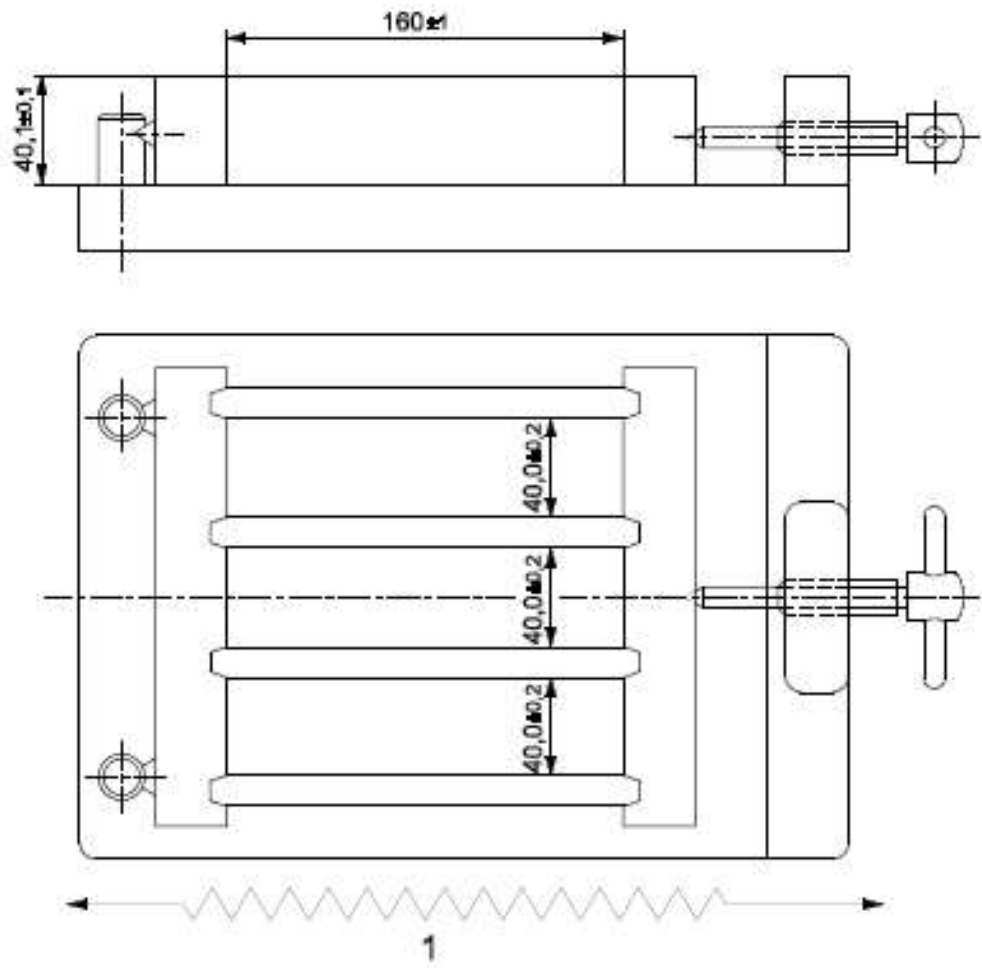
Lors de l'assemblage du moule propre, prêt à l'usage, on doit utiliser un produit d'étanchéité approprié pour enduire les joints externes du moule. Une très mince couche d'huile de démoulage doit être appliquée sur faces internes du moule.

NOTE 2 Il a été constaté que certaines huiles de démoulage affectent la prise du ciment ; les huiles à base minérale se sont avérées appropriées.

Pour faciliter le remplissage du moule, on doit utiliser une hausse en métal, parfaitement ajustée, dont les parois verticales doivent mesurer de 20 mm à 40 mm de hauteur. Vues en plan, les parois de la hausse ne doivent pas recouvrir les parois internes du moule sur plus de 1 mm. Les parois extérieures de la hausse doivent être pourvues d'un dispositif de positionnement pour permettre l'installation correcte de la hausse sur le moule.

Deux spatules et une règle métallique plate, du type montré à la Figure 3, doivent être prévues pour étaler et araser le mortier.

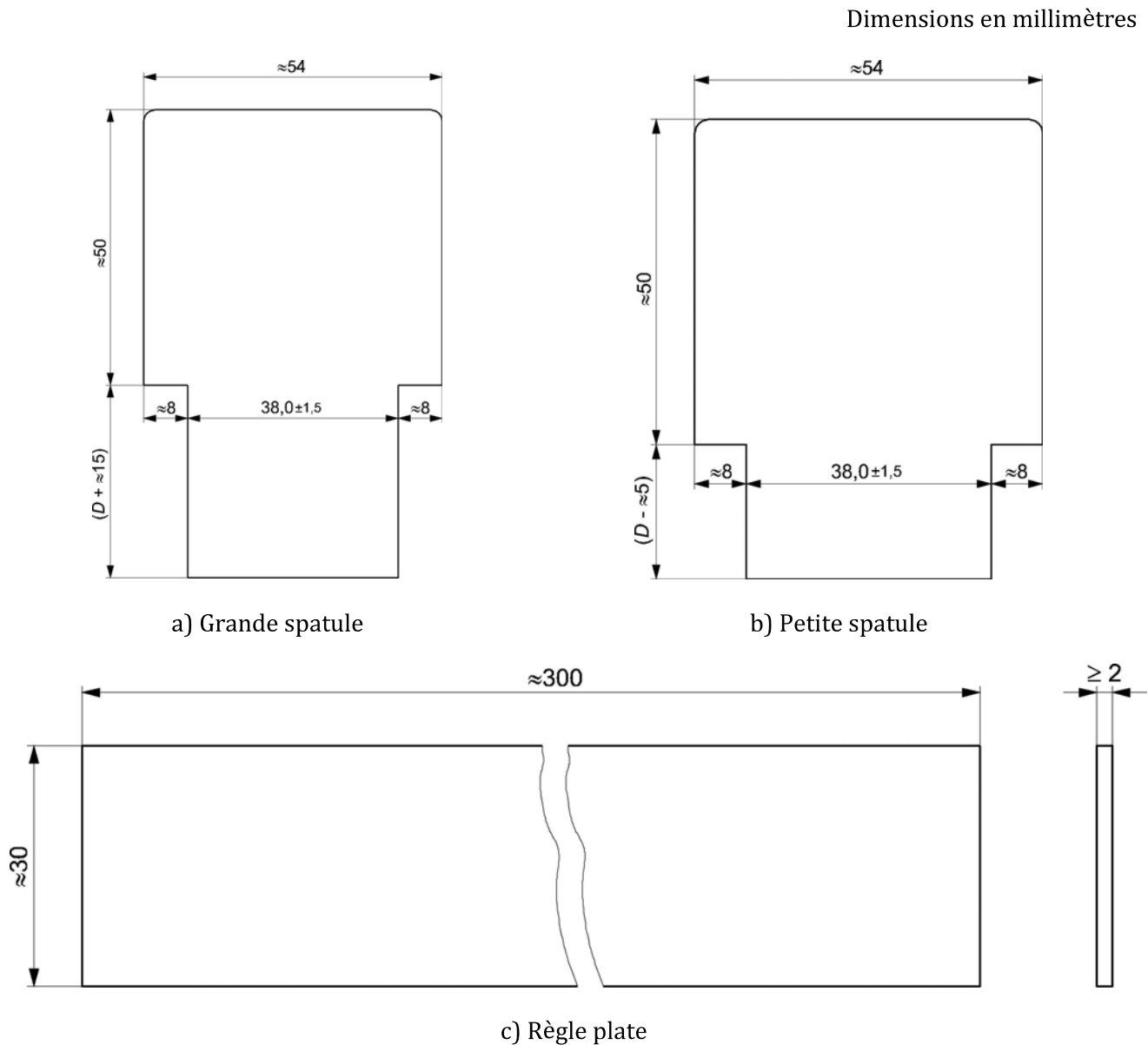
Dimensions en millimètres



Légende

- 1 Sens d'arasement avec un mouvement de scie

Figure 2 — Exemple de moule



Légende

D : Hauteur de la hausse

Figure 3 — Exemple de spatules et règle métallique plate

4.6 Appareil à chocs

L'appareil à chocs doit être conforme aux prescriptions ci-après (un exemple est représenté à la Figure 4).

L'appareil doit se composer d'une table rectangulaire reliée rigidement par deux bras légers à un axe de rotation placé à une distance nominale de 800 mm du centre de la table. La table doit être équipée d'un marteau à face arrondie, placé au centre de sa face inférieure. Le marteau doit reposer sur une petite enclume dont la face supérieure est plane. En position de repos, la perpendiculaire commune passant par le point de contact du marteau et de l'enclume doit être verticale. Lorsque le marteau repose sur l'enclume, la face supérieure de la table doit être horizontale, de telle manière que le niveau de chacun des quatre coins de la table ne s'écarte pas de plus de 1,0 mm du niveau moyen. La table doit avoir des dimensions égales ou supérieures à celles de la plaque de base du moule et sa surface supérieure doit être usinée et plane. Des attaches doivent être prévues pour fixer les moules solidement sur la table.

La masse combinée de la table, incluant les bras, le moule vide, la hausse et les moyens de fixation, doit être de $(20,0 \pm 0,5)$ kg.

Les bras reliant la table à l'axe de rotation doivent être rigides et constitués de tubes ronds, d'un diamètre extérieur compris entre 17 mm et 22 mm, choisis parmi les tailles de tube données dans l'ISO 4200. La masse totale des deux bras, y compris les entretoises éventuelles, doit être de $(2,25 \pm 0,25)$ kg. Les roulements de l'axe de rotation doivent être du type à billes ou à galets et protégés contre la pénétration de particules ou de poussières. Le déplacement horizontal du centre de la table, dû au jeu de l'axe, ne doit pas être supérieur à 1,0 mm.

Le marteau et l'enclume doivent être en acier trempé dans la masse d'une dureté Vickers de 500 HV au minimum. La courbure du marteau doit être approximativement de $0,01 \text{ mm}^{-1}$.

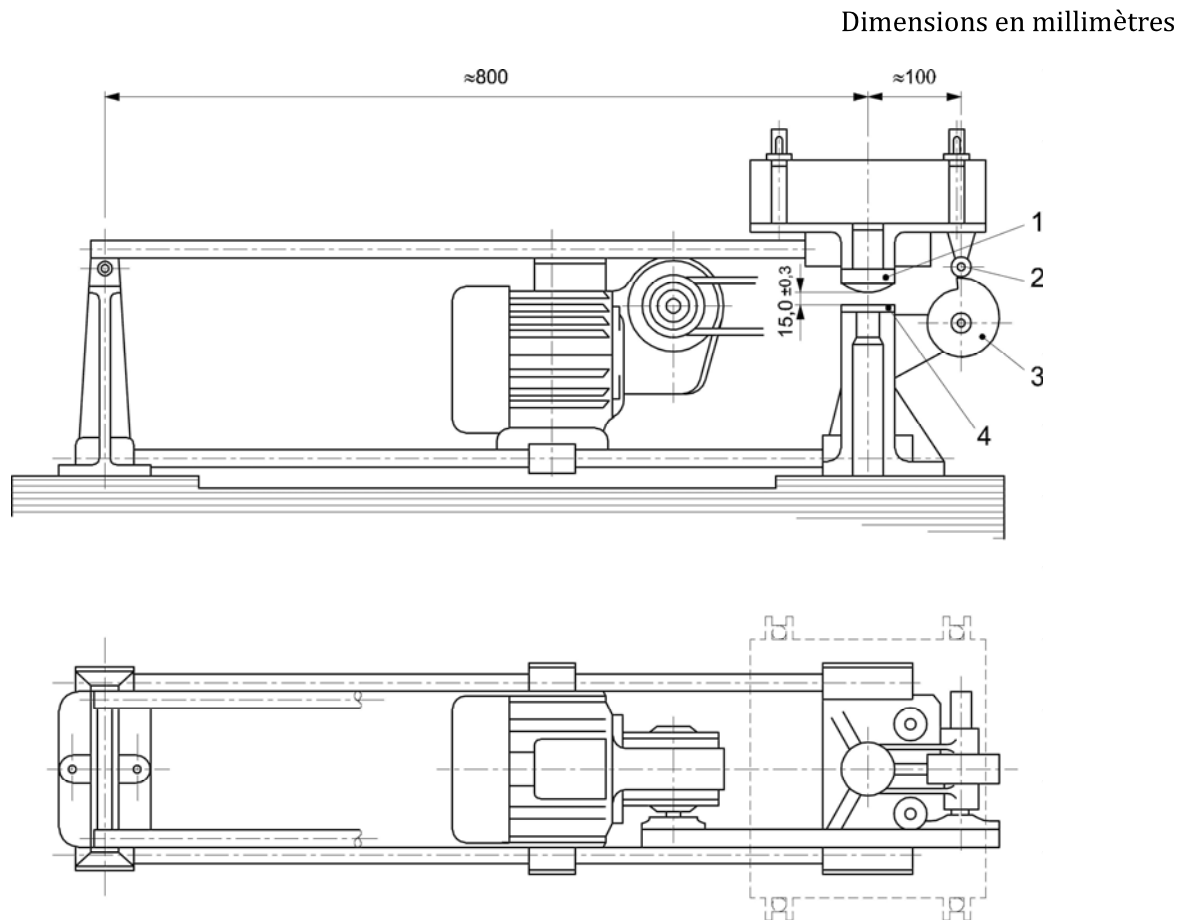
Lorsqu'elle fonctionne, la table est soulevée par une came et retombe ensuite librement d'une hauteur de $(15,0 \pm 0,3)$ mm avant que le marteau ne frappe l'enclume.

La came doit être en acier trempé dans la masse d'une dureté Vickers de 400 HV au minimum et son axe doit être monté sur des roulements à billes conçus de telle manière que la chute libre soit toujours de $(15,0 \pm 0,3)$ mm. Le suiveur de came doit être conçu pour assurer une usure minimale de la came. Un moteur électrique de 250 W environ doit entraîner la came, par l'intermédiaire d'un réducteur, à la vitesse constante d'un tour par seconde. Un mécanisme de contrôle et un compteur doivent être prévus pour vérifier qu'une période de serrage de (60 ± 3) s comporte exactement 60 chocs.

Le moule doit être placé sur la table de manière que la longueur des compartiments soit parallèle à la direction des bras et donc perpendiculaire à l'axe de rotation de la came. Des repères adéquats doivent être prévus pour faciliter le positionnement du moule de telle façon que le centre du compartiment central se trouve directement au-dessus du point d'impact.

L'appareil doit être monté de manière fixe sur un socle de béton d'une masse de 600 kg environ, d'un volume de $0,25 \text{ m}^3$ environ, et de dimensions donnant une hauteur convenable pour le maniement du moule. Toute la base du bloc de béton doit reposer sur un support élastique, par exemple en caoutchouc naturel, offrant une efficacité d'isolation adéquate pour empêcher des vibrations extérieures d'agir sur le serrage.

Les plaques d'appui de l'appareil doivent être fixées à niveau sur le socle en béton au moyen de boulons d'ancrage, et une mince couche de mortier doit être placée entre les plaques d'appui de l'appareil et le socle en béton pour assurer un contact total et exempt de vibrations.



Légende

- 1 Marteau
- 2 Suiveur de came
- 3 Came
- 4 Enclume

Figure 4 — Exemple d'appareil à chocs

4.7 Appareil d'essai de résistance à la flexion

Cet appareil est facultatif. Si on doit mesurer uniquement la résistance à la compression, les prismes peuvent être cassés par d'autres moyens appropriés qui ne soumettent pas les demi-prismes à des contraintes néfastes.

La résistance à la flexion peut être mesurée au moyen d'une machine d'essai de résistance à la flexion ou en utilisant un dispositif approprié dans une machine d'essai de résistance à la compression. Dans les deux cas, l'appareil doit être conforme aux prescriptions suivantes.

L'appareil d'essai pour la détermination de la résistance à la flexion doit permettre d'appliquer des charges jusqu'à 10 kN avec une précision égale à $\pm 1,0\%$ de la charge enregistrée, dans les 4/5 supérieurs de l'échelle de mesure utilisée, à une vitesse de mise en charge de (50 ± 10) N/s.

L'appareil doit être pourvu d'un dispositif de flexion constitué de deux rouleaux d'appui en acier, de $(10,0 \pm 0,5)$ mm de diamètre, distants l'un de l'autre de $(100,0 \pm 0,5)$ mm, et d'un rouleau de mise en charge, en acier, de même diamètre, équidistant des deux premiers. La longueur de ces rouleaux doit être comprise entre 45 mm et 50 mm. La disposition de la charge est montrée à la Figure 5.

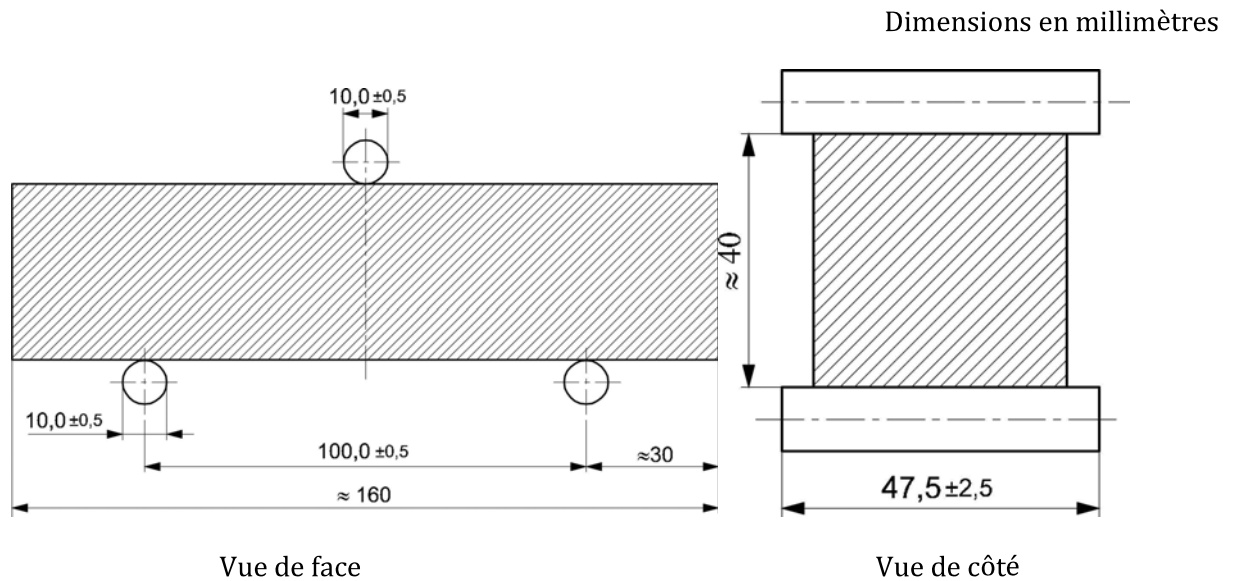


Figure 5 — Disposition de la charge pour la détermination de la résistance à la flexion

Les trois plans verticaux passant par les axes des trois rouleaux doivent être parallèles et rester parallèles, équidistants et perpendiculaires à la direction de l'éprouvette en cours d'essai. Un des rouleaux d'appui et le rouleau de mise en charge doivent pouvoir basculer légèrement pour permettre une répartition uniforme de la charge sur toute la largeur de l'éprouvette, sans soumettre cette dernière à des contraintes de torsion.

4.8 Machine d'essai de résistance à la compression

La machine d'essai pour la détermination de la résistance à la compression doit avoir une capacité adaptée à l'essai: elle doit avoir une précision de $\pm 1,0\%$ de la charge enregistrée, dans les 4/5 supérieurs de l'échelle de mesure utilisée lorsque vérifié selon l'EN ISO 7500-1. Elle doit permettre un taux de montée en charge de $(2\,400 \pm 200)$ N/s. Elle doit être équipée d'un dispositif indicateur conçu de telle façon que la valeur enregistrée à la rupture de l'éprouvette reste indiquée après le retour à zéro de la charge. Ceci peut être obtenu par l'utilisation d'un indicateur de maximum sur une jauge de pression ou d'une mémoire sur un afficheur numérique. Les machines d'essai à fonctionnement manuel doivent être pourvues d'un dispositif de gradation pour faciliter le contrôle de la montée en charge.

L'axe vertical du piston doit coïncider avec l'axe vertical de la machine et, pendant la mise en charge, le déplacement du piston doit se faire suivant l'axe vertical de la machine. De plus, la résultante des forces doit passer par le centre de l'éprouvette. La surface du plateau inférieur de la machine doit être perpendiculaire à l'axe de la machine et doit rester perpendiculaire pendant la mise en charge.

Le centre de la rotule sphérique du plateau supérieur doit se trouver au point d'intersection de l'axe vertical de la machine, avec le plan de la surface inférieure du plateau supérieur de la machine, avec une tolérance de ± 1 mm. Le plateau supérieur doit pouvoir s'aligner librement au moment du contact avec l'éprouvette, mais, pendant la mise en charge, la position relative des plateaux supérieur et inférieur doit rester fixe.

La machine d'essai doit être pourvue de plateaux en carbure de tungstène ou, éventuellement, en acier trempé dans la masse d'une dureté Vickers de 600 HV au minimum. Ces plateaux doivent avoir au moins 10 mm d'épaisseur, $(40,0 \pm 0,1)$ mm de largeur et $(40,0 \pm 0,1)$ mm de longueur. La tolérance de planéité, conformément à l'EN ISO 1101, doit être inférieure ou égale à 0,01 mm sur toute la surface de contact des plateaux avec l'éprouvette. La rugosité, conformément à l'EN ISO 1302, ne doit pas être plus douce que N3 ni plus que N6.

Comme variante, on peut utiliser deux plaques auxiliaires en carbure de tungstène ou en acier trempé dans la masse d'une dureté Vickers de 600 HV au minimum, d'une épaisseur de 10 mm au moins et conformes aux prescriptions définies pour les plateaux. Il convient de prendre des précautions pour centrer les plateaux auxiliaires par rapport à l'axe du système de chargement avec une précision de $\pm 0,5$ mm. Il convient également de prendre des précautions pour aligner les plateaux auxiliaires avec une tolérance inférieure ou égale à $\pm 0,5$ mm à partir de leurs centres réciproques.

S'il n'y a pas de rotule sphérique dans la machine d'essai ou lorsque celle-ci est bloquée, ou si le diamètre de la rotule est supérieur à 120 mm, un dispositif de compression conforme à 4.9 doit être utilisé.

La machine d'essai peut être munie de deux échelles de charge ou plus. La plus grande valeur de l'échelle inférieure doit être approximativement égale à 1/5 de la plus grande valeur de l'échelle immédiatement supérieure.

Il convient d'équiper la machine d'un dispositif automatique de réglage du taux de mise en charge et d'un dispositif d'enregistrement des résultats.

La rotule sphérique de la machine peut être lubrifiée pour faciliter l'ajustement au moment du contact avec l'éprouvette, mais de façon limitée pour éviter tout mouvement des plateaux sous charge pendant l'essai. Les lubrifiants qui sont efficaces aux pressions élevées ne conviennent pas.

Les termes "vertical", "inférieur" et "supérieur" se réfèrent aux machines d'essai conventionnelles qui sont normalement alignées dans l'axe vertical. Cependant, les machines dont l'axe n'est pas vertical sont également autorisées.

4.9 Dispositif de compression

Lorsque, conformément à 4.8, un dispositif de compression (voir Figure 6) est nécessaire, il doit être placé entre les plateaux de la machine pour transmettre la charge de la machine aux surfaces de compression de l'éprouvette de mortier.

Une plaque inférieure doit être utilisée avec ce dispositif et celle-ci peut être incorporée dans le plateau inférieur de la machine. Le plateau supérieur reçoit l'effort du plateau supérieur de la machine, par l'intermédiaire d'une rotule sphérique. Cette rotule fait partie d'un ensemble qui doit pouvoir glisser verticalement, sans frottement appréciable, dans le dispositif guidant son déplacement. Le dispositif de compression doit être maintenu parfaitement propre et la rotule sphérique doit être libre de se mouvoir de manière à permettre au plateau de s'adapter d'abord à la forme de l'éprouvette et de rester ensuite fixe pendant l'essai. Toutes les prescriptions de 4.8 s'appliquent également lorsqu'on utilise un dispositif de compression.

La rotule sphérique du dispositif de compression peut être lubrifiée, mais de façon limitée pour éviter tout mouvement des plateaux sous charge pendant l'essai. Les lubrifiants qui sont efficaces aux pressions élevées ne conviennent pas.

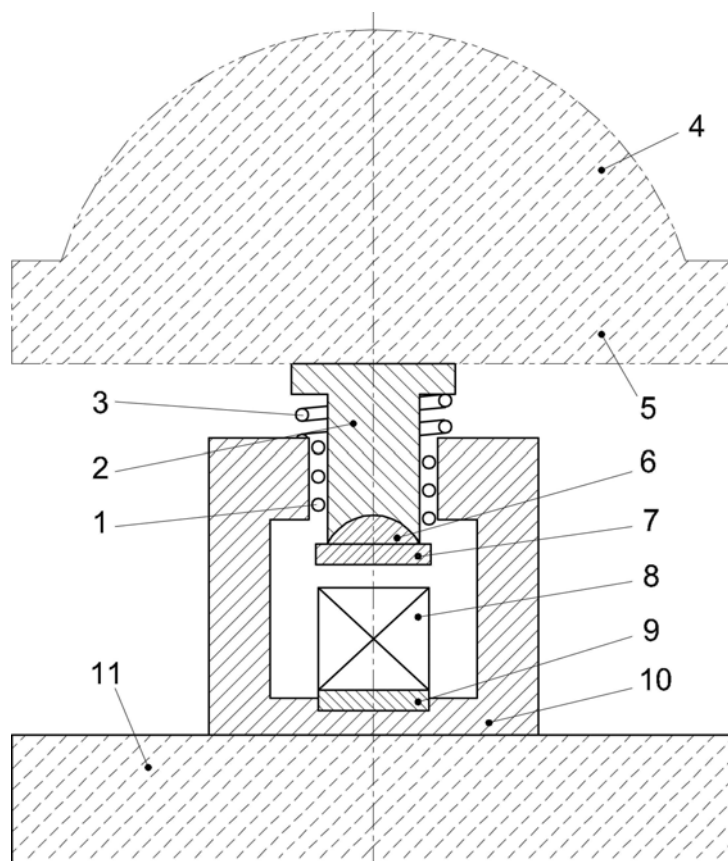
Il est souhaitable que l'ensemble retourne automatiquement à sa position initiale après rupture de l'éprouvette.

4.10 Balance

Balance, permettant de peser à ± 1 g.

4.11 Minuteur

Minuteur permettant de mesurer à ± 1 s.



Légende

- 1 Roulements à billes
- 2 Assemblage coulissant
- 3 Ressort de rappel
- 4 Rotule sphérique de la machine
- 5 Plateau supérieur de la machine
- 6 Rotule sphérique du dispositif
- 7 Plateau supérieur du dispositif
- 8 Éprouvette
- 9 Plateau inférieur du dispositif
- 10 Dispositif de compression
- 11 Plateau inférieur de la machine

Figure 6 — Exemple de dispositif de compression

5 Constituants du mortier

5.1 Sable

5.1.1 Généralités

Pour déterminer la résistance du ciment conformément au présent document, on doit employer des sables normalisés CEN, produits dans différents pays. Le "sable normalisé CEN, EN 196-1" doit être conforme aux exigences définies en 5.1.3. Les producteurs de sable normalisé CEN doivent effectuer des essais de vérification dont les résultats doivent être contrôlés sous l'autorité d'un organisme de certification.

Compte tenu de la difficulté de caractériser les sables normalisés CEN de manière complète, ceux-ci doivent être validés par rapport au sable de référence CEN décrit en 5.1.2, au cours des essais de certification et de vérification décrits dans l'Article 11.

5.1.2 Sable de référence CEN

Le sable de référence CEN, dont un stock limité est conservé comme matériau de référence, est un sable naturel siliceux, à grains arrondis, d'une teneur en silice au moins égale à 98 %.

Sa composition granulométrique se situe dans les limites indiquées au Tableau 3.

Tableau 3 — Composition granulométrique du sable de référence CEN

Dimensions des mailles carrées (mm)	2,00	1,60	1,00	0,50	0,16	0,08
Refus cumulés sur les tamis (%)	0	7 ± 5	33 ± 5	67 ± 5	87 ± 5	99 ± 1

NOTE Des informations concernant le sable de référence CEN peuvent être obtenues auprès de Normensand GmbH, D-59269 Beckum, Germany.

5.1.3 Sable normalisé CEN

Le sable normalisé CEN doit être conforme à la composition granulométrique spécifiée en 5.1.2. Elle est déterminée par une analyse granulométrique réalisée sur un échantillon représentatif de sable, d'une masse totale au moins égale à 1 345 g. Le tamisage doit être poursuivi jusqu'à ce que la quantité de sable passant à travers chaque tamis soit inférieure à 0,5 g/min.

La teneur en eau doit être inférieure à 0,2 %. Elle est déterminée comme la perte de masse d'un échantillon représentatif de sable après séchage à masse constante à une température comprise entre 105 °C et 110 °C, et exprimée en pourcentage en masse de l'échantillon sec.

En cours de production, la composition granulométrique et la teneur en eau doivent être déterminées au moins une fois par jour. Ces exigences ne suffisent pas pour garantir que le sable normalisé CEN a des performances équivalentes à celles du sable de référence CEN. Cette équivalence doit être initialement établie et confirmée par les essais de validation décrits dans l'Article 11.

Le sable normalisé CEN doit être conditionné dans des sacs d'une contenance de $(1\,350 \pm 5)$ g ; la nature du matériau utilisé pour les sacs ne doit avoir aucune influence sur les résultats des essais de résistance et le contenu de chaque sac doit être conforme à la composition granulométrique spécifiée dans 5.1.2.

Il convient de stocker soigneusement le sable normalisé CEN pour éviter toute détérioration ou contamination, en particulier due à l'humidité, avant utilisation.

5.2 Ciment

Le ciment essayé doit être exposé à l'air ambiant le moins longtemps possible. Lorsqu'il doit être conservé pendant plus de 24 h entre le moment de l'échantillonnage et celui des essais, il doit être stocké dans des conteneurs complètement remplis et hermétiquement fermés, faits d'un matériau qui ne réagit pas avec le ciment.

L'échantillon de laboratoire doit être homogénéisé, mécaniquement ou par d'autres moyens, comme décrit dans l'EN 196-7, avant de prélever un sous-échantillon pour l'essai.

5.3 Eau

De l'eau distillée, ou désionisée, doit être utilisée pour les essais de validation. Pour les autres essais, on peut utiliser de l'eau potable. En cas de litige, on doit utiliser de l'eau distillée ou désionisée.

6 Préparation du mortier

6.1 Composition du mortier

Les proportions en masse doivent être les suivantes : une partie de ciment (5.2), trois parties de sable normalisé CEN (5.1) et une demi-partie d'eau (5.3) (rapport eau/ciment = 0,50).

Chaque gâchée pour trois éprouvettes doit être constituée de (450 ± 2) g de ciment, $(1\ 350 \pm 5)$ g de sable et (225 ± 1) g d'eau.

6.2 Malaxage du mortier

Peser le ciment et l'eau au moyen de la balance (voir 4.10). Lorsque l'eau est mesurée en volume, elle doit être introduite avec une précision de ± 1 ml. Malaxer chaque gâchée de mortier mécaniquement au moyen du malaxeur (4.4). Le chronométrage des différentes étapes du malaxage s'inscrit entre les moments de la mise en marche et de l'arrêt du malaxeur et il doit être respecté à ± 2 s.

Le mode opératoire de malaxage doit être le suivant :

- a) introduire l'eau et le ciment dans le bol, en prenant soin d'éviter toute perte d'eau ou de ciment ; L'opération doit être achevée dans les 10 secondes.
- b) dès que l'eau et le ciment entre en contact, mettre immédiatement le malaxeur en marche à petite vitesse (voir Tableau 2) tout en lançant le chronométrage des étapes du malaxage. De plus, enregistrer le temps de démarrage à la minute près, comme étant le 'temps zéro'. Après 30 s de malaxage, introduire régulièrement tout le sable pendant les 30 s suivantes. Passer le malaxeur sur grande vitesse (voir Tableau 2) et continuer le malaxage pendant 30 s supplémentaires ;

NOTE Le 'temps zéro' est le point de départ pour calculer les temps de démoulage des éprouvettes (voir 8.2) et pour déterminer la résistance (voir 8.4).

- c) arrêter le malaxeur pendant 90 s. Pendant les premières 30 s, enlever au moyen d'une raclette en caoutchouc ou en plastique tout le mortier adhérent aux parois et au fond du bol et le placer au milieu du bol ;
- d) reprendre le malaxage à grande vitesse pendant 60 s.

Normalement, ces opérations de malaxage sont effectuées automatiquement. On peut effectuer ces opérations et le chronométrage manuellement.

7 Préparation des éprouvettes

7.1 Dimensions des éprouvettes

Les éprouvettes doivent être de forme prismatique et mesurer 40 mm x 40 mm x 160 mm.

7.2 Moulage des éprouvettes

Mouler les éprouvettes immédiatement après la préparation du mortier. Le moule et la hausse étant solidement fixés sur la table à chocs, introduire, à l'aide d'une cuiller appropriée, en une ou plusieurs fois, la première des deux couches de mortier (chacune d'environ 300 g) dans chacun des compartiments du moule, directement à partir du bol de malaxage.

Étaler la couche uniformément à l'aide de la grande spatule (voir Figure 3), tenu presque verticalement, avec ses épaulements en contact avec la partie supérieure de la hausse, et mue en avant et en arrière, une fois, sur toute la longueur de chaque compartiment du moule. Ensuite, serrer la première couche de mortier par 60 chocs de l'appareil à chocs (4.6). Introduire la seconde couche de mortier, en veillant à assurer un surplus, niveler à l'aide de la petite spatule (Figure 3) et serrer à nouveau par 60 chocs.

Retirer doucement le moule de la table à chocs et ôter la hausse. Enlever immédiatement l'excès de mortier à l'aide de la règle métallique (voir Figure 3), en la tenant presque verticalement mais inclinée dans le sens de l'arasement. Déplacer la règle lentement, en la tirant dans un mouvement de scie transversal, une fois dans chaque sens. Refaire l'opération d'arasement en tenant la règle selon un angle plus aigu pour lisser la surface.

NOTE Le nombre de mouvements de scie et l'angle de la règle plate dépendent de la consistance du mortier. Les mortiers durs nécessitent un plus grand nombre de mouvements de scie et un angle plus aigu. Le nombre de mouvements de scie transversaux nécessaires est plus petit pour le lissage que pour l'arasement (voir Figure 2).

Enlever le résidu de mortier laissé sur le périmètre du moule par suite de l'arasement.

Étiqueter ou marquer les moules pour permettre leur identification.

8 Conditionnement des éprouvettes

8.1 Manutention et conservation avant démoulage

Poser sur le moule une plaque en verre, en acier ou en tout autre matériau imperméable qui ne réagit pas avec le ciment, et mesurant approximativement 210 mm x 185 mm x 6 mm.

Par mesure de sécurité, s'assurer que les plaques de verre utilisées ont des bords rodés.

Placer, sans délai, chaque moule couvert sur un support horizontal dans la chambre ou l'armoire humide (voir 4.1). L'air humide doit pouvoir atteindre tous les côtés du moule. Les moules ne doivent pas être empilés les uns sur les autres. Chaque moule doit être retiré du milieu de conservation à l'heure prévue pour son démoulage.

8.2 Démoulage des éprouvettes

Effectuer le démoulage en prenant soin de ne pas détériorer les éprouvettes. Des marteaux en caoutchouc ou en plastique, ou d'autres instruments conçus dans ce but, peuvent être utilisés pour le démoulage. Pour les essais à 24 h, effectuer le démoulage pas plus de 20 min avant l'essai. Pour les essais à plus de 24 h, effectuer le démoulage entre 20 h et 24 h après le moulage.

Le démoulage peut être retardé de 24 h si le mortier n'a pas acquis une résistance suffisante, après 24 h, pour être manipulé sans risque de détérioration. Il convient de consigner tout retard de démoulage dans le rapport d'essai.

Après démoulage, couvrir d'un linge humide les éprouvettes choisies pour l'essai à 24 h (ou à 48 h quand un démoulage retardé est nécessaire) et les conserver ainsi jusqu'au moment des essais. Marquer convenablement les éprouvettes choisies pour une maturation dans l'eau, dans un but d'identification ultérieure, par exemple, avec une encre ou un crayon résistant à l'eau.

Comme moyen de vérification des opérations de malaxage et de serrage et de la teneur en air du mortier, il est recommandé de peser les éprouvettes produites par chaque moule.

8.3 Conservation des éprouvettes dans l'eau

Immerger, sans délai, les éprouvettes marquées de manière convenable, soit horizontalement, soit verticalement dans les bacs contenant de l'eau à $(20,0 \pm 1,0)$ °C. Lorsque les éprouvettes sont stockées horizontalement, maintenir verticalement les faces verticales de moulage.

Placer les éprouvettes sur les grilles (voir 4.1) et séparer les éprouvettes les unes des autres de telle manière que l'eau puisse atteindre librement les six faces des éprouvettes. A aucun moment au cours du stockage, la lame d'eau entre les éprouvettes ou la hauteur d'eau recouvrant les faces supérieures des éprouvettes ne doit être inférieure à 5 mm.

Sauf s'il a été établi que la composition du ciment essayé n'a aucune influence sur le développement de la résistance des autres ciments soumis à l'essai, un stockage séparé doit être prévu ; les ciments connus pour contenir plus de 0,10 % d'ions chlorure doivent être stockés séparément.

Utiliser l'eau du robinet pour le remplissage initial des bacs et pour des ajouts occasionnels destinés à maintenir un niveau d'eau raisonnablement constant. Pendant la conservation des éprouvettes, on ne doit pas renouveler plus de 50 % de l'eau en une seule fois.

L'installation doit permettre d'assurer une température de stockage uniforme. Si un système de circulation d'eau est utilisé dans le bac de stockage, le débit d'eau doit être aussi faible que possible et ne causer aucune turbulence visible.

Retirer de l'eau les éprouvettes destinées à être essayées à un âge particulier (autre que 24 h, ou 48 h en cas de démoulage retardé) pas plus de 15 min avant la réalisation de l'essai. Enlever tout dépôt éventuel sur les faces d'essai. Recouvrir les éprouvettes d'un linge humide jusqu'au moment de l'essai.

8.4 Age des éprouvettes pour les essais de résistance mécanique

Calculer l'âge des éprouvettes à partir du 'temps zéro' (voir 6.2). Effectuer les essais de résistance aux différents âges indiqués, avec les tolérances suivantes :

- 24 h \pm 15 min ;
- 48 h \pm 30 min ;
- 72 h \pm 45 min ;
- 7 jours \pm 2h;
- \geq 28 jours \pm 8 h.

9 Modes opératoires d'essai

9.1 Résistance à la flexion

Utiliser la méthode de la mise en charge en trois points, au moyen d'un des types d'appareil décrits en 4.7.

Installer le prisme dans l'appareil (4.7), en plaçant une face latérale sur les rouleaux d'appui et son axe longitudinal perpendiculairement aux appuis. Au moyen du rouleau de mise en charge, appliquer la charge verticalement sur la face latérale opposée du prisme et augmenter régulièrement la charge à la vitesse de (50 ± 10) N/s, jusqu'à la rupture.

Couvrir les demi-prismes d'un chiffon humide, jusqu'au moment des essais de résistance à la compression.

Calculer la résistance à la flexion, R_f en mégapascals, par la formule suivante :

$$R_f = \frac{1,5 \times F_f \times l}{b^3} \quad (1)$$

où

R_f est la résistance à la flexion, en mégapascals ;

b est le côté de la section carrée du prisme, en millimètres ;

F_f est la charge appliquée au milieu du prisme à la rupture, en newtons ;

l est la distance entre les appuis, en millimètres.

9.2 Résistance à la compression

Effectuer l'essai sur les deux moitiés du prisme rompu comme décrit en 9.1 ou par d'autres moyens qui ne soumettent pas les demi-prismes à des contraintes néfastes.

Essayer chaque demi-prisme en appliquant la charge sur les faces latérales, au moyen de l'équipement décrit en 4.8 et 4.9.

Centrer les demi-prismes latéralement par rapport aux plateaux de la machine, à $\pm 0,5$ mm, et longitudinalement de façon que l'extrémité du prisme dépasse de 10 mm environ, par rapport aux plateaux ou aux plaques auxiliaires.

Augmenter la charge régulièrement à la vitesse de $(2\,400 \pm 200)$ N/s pendant toute la durée d'application de la charge, jusqu'à la rupture.

Lorsque l'accroissement de la charge est régulé manuellement, il convient de procéder avec soin au réglage de la baisse de la vitesse de mise en charge à l'approche de la charge de rupture, car ceci peut influencer de manière significative sur les résultats.

Calculer la résistance à la compression, R_c , en mégapascals, par la formule suivante :

$$R_c = \frac{F_c}{1\,600} \quad (2)$$

où

R_c est la résistance à la compression, en mégapascals ;

F_c est la charge maximale à la rupture, en newtons ;

1 600 est l'aire des plateaux ou des plaques auxiliaires (40 mm x 40 mm), en millimètres carrés.

10 Résultats

10.1 Résistance à la flexion

10.1.1 Calcul et expression des résultats

Calculer le résultat de l'essai de résistance à la flexion comme la moyenne arithmétique de trois résultats individuels, chacun exprimé à 0,1 MPa près, obtenus à partir d'un essai effectué sur un ensemble de trois prismes.

Exprimer la moyenne arithmétique à 0,1 MPa près.

10.1.2 Rapport des résultats

Consigner tous les résultats individuels. Rapporter la moyenne calculée.

10.2 Résistance à la compression

10.2.1 Calcul et expression des résultats

Calculer le résultat de l'essai de résistance à la compression comme la moyenne arithmétique de six résultats individuels, chacun exprimé à 0,1 MPa près, obtenus à partir de six déterminations effectuées sur un ensemble de trois prismes.

Si un résultat parmi les six résultats individuels varie de plus de $\pm 10\%$ par rapport à la moyenne, éliminer ce résultat et calculer la moyenne arithmétique des cinq résultats restants. Si un résultat parmi ces cinq résultats restant varie de plus de $\pm 10\%$ par rapport à leur moyenne, rejeter l'ensemble des résultats et procéder à un nouvel essai.

Exprimer la moyenne arithmétique à 0,1 MPa près.

10.2.2 Rapport des résultats

Consigner tous les résultats individuels. Rapporter la moyenne calculée et indiquer si un résultat a été éliminé conformément à 10.2.1.

10.2.3 Estimations de la fidélité de la méthode d'essai de résistance à la compression

10.2.3.1 Répétabilité à court terme

La répétabilité à court terme de la méthode d'essai de résistance à la compression donne le plus petit écart de concordance entre des résultats d'essais obtenus avec des échantillons de ciment

nominalement identiques, préparés avec le même sable normalisé CEN, essayés dans le même laboratoire, par le même opérateur, avec même le équipement, à de courts intervalles de temps.

Dans le cas de la résistance à la compression à 28 jours, il convient que la répétabilité à court terme, correspondant à des “performances normales” pouvant être obtenus dans les conditions ci-dessus, soit inférieure à 2,0 %, lorsqu'elle est exprimée comme un coefficient de variation.

NOTE 1 L'expérience a montré que des performances supérieures sont possibles et qu'elles peuvent être couramment obtenues dans certains laboratoires. Elles correspondent à une valeur de 1 % pour la répétabilité à court terme, exprimée comme un coefficient de variation.

NOTE 2 L'expérience a montré que la répétabilité est de 3,0 % pour la résistance à la compression à 2 jours et de 2,5 % pour la résistance à la compression à 7 jours, exprimée comme un coefficient de variation.

La répétabilité à court terme est une mesure de la fidélité de la méthode d'essai, lorsqu'elle est utilisée pour les essais de validation du sable normalisé CEN et des variantes de l'équipement de serrage.

10.2.3.2 Répétabilité à long terme

La répétabilité à long terme de la méthode d'essai de résistance à la compression donne le plus petit écart de concordance entre des résultats d'essais obtenus à partir de fréquents essais d'échantillons différents, prélevés dans le même échantillon homogénéisé de ciment, essayés dans le même laboratoire, dans les conditions suivantes : des opérateurs éventuellement différents, un équipement éventuellement différent, le même sable normalisé CEN et des essais sur de longues périodes de temps (jusqu'à un an).

Dans le cas de la résistance à la compression à 28 jours, il convient que la répétabilité à long terme, correspondant à des “performances normales” pouvant être obtenues dans les conditions ci-dessus, soit inférieure à 3,5 %, lorsqu'elle est exprimée comme un coefficient de variation.

NOTE L'expérience a montré que des performances supérieures sont possibles et qu'elles peuvent être couramment obtenues dans certains laboratoires. Elles correspondent à une valeur de 2,5 % pour la répétabilité à long terme, lorsqu'elle est exprimée comme un coefficient de variation.

La répétabilité à long terme est une mesure de la précision de la méthode d'essai, lorsqu'elle est utilisée pour les essais d'autocontrôle du ciment ou les essais de vérification mensuels du sable normalisé CEN et pour évaluer le maintien de la précision du laboratoire dans le temps.

10.2.3.3 Reproductibilité

La reproductibilité de la méthode d'essai de résistance à la compression donne le plus petit écart de concordance entre des résultats d'essais obtenus avec des échantillons de ciment nominalement identiques, testés dans des laboratoires différents, dans les conditions suivantes : des opérateurs différents, un équipement différent, des sables normalisés CEN éventuellement différents et des essais à des moments éventuellement différents.

Dans le cas de la résistance à la compression à 28 jours, il convient que la reproductibilité entre laboratoires obtenant des “performances normales” dans les conditions ci-dessus, soit inférieure à 4,0 %, lorsqu'elle est exprimée comme un coefficient de variation.

NOTE 1 L'expérience a montré que des performances supérieures sont possibles et qu'elles peuvent être couramment obtenues dans certains laboratoires. Elles correspondent à une valeur de 3 % pour la reproductibilité, lorsqu'elle est exprimée comme un coefficient de variation.

NOTE 2 Des résultats d'essais de compétence internationaux ont montré que la reproductibilité est de 5,5 % pour la résistance à la compression à 2 jours et de 4,5 % pour la résistance à la compression à 7 jours, lorsqu'elles sont exprimées comme un coefficient de variation.

La reproductibilité est une mesure de la fidélité de la méthode d'essai, lorsqu'elle est utilisée pour l'évaluation de la conformité du ciment ou du sable normalisé CEN.

11 Essais de validation du sable normalisé CEN et des variantes de l'équipement de serrage

11.1 Généralités

Conformément à l'Article 3, on peut utiliser un sable normalisé CEN, conforme à 5.1.3, ou des variantes de l'équipement de serrage, à condition qu'il soit démontré que les résultats obtenus pour la résistance du ciment ne diffèrent pas de façon significative de ceux obtenus, soit avec le sable de référence CEN (5.1.2) soit avec l'appareil de serrage par chocs (4.6) et la méthode de référence.

Le présent article décrit les conditions dans lesquelles les sables normalisés CEN et les variantes de l'équipement de serrage peuvent être validés. La validation doit être assurée par un organisme de certification et doit se fonder sur les résultats des essais effectués par un laboratoire d'essai désigné par l'organisme de certification.

Il convient que les laboratoires d'essai désignés participent à des programmes d'essais de compétence, pour garantir que l'essai de validation est réalisé par rapport à des niveaux d'essai comparables.

Les méthodes d'essai qui sont décrites et qui doivent être appliquées se fondent sur des comparaisons de résultats obtenus lors d'essais de la résistance à la compression à 28 jours.

11.2 Essai de validation du sable normalisé CEN

11.2.1 Principe

L'essai de validation du sable normalisé CEN comprend :

- a) l'essai de certification effectué sous l'autorité d'un organisme de certification ;
- b) des essais de vérification effectués par le producteur du sable.

L'essai de certification du sable normalisé CEN est décrit en 11.2.2. Il comprend un essai de certification initiale (11.2.2.1) et un essai de confirmation annuel (11.2.2.2). Lorsque les exigences de 11.2.3.3 sont satisfaites, l'organisme de certification doit délivrer un certificat de conformité au présent document, après l'essai de certification initiale, et renouveler le certificat, après l'essai de confirmation annuel.

L'essai de vérification du sable normalisé CEN est décrit en 11.2.4. Il consiste en un essai d'autocontrôle effectué par le producteur de sable et, lorsque les exigences de 11.2.5.3 sont satisfaites, il garantit qu'un sable normalisé CEN certifié reste conforme au présent document. Les résultats de l'essai d'autocontrôle sont vérifiés par l'organisme de certification dans le cadre de l'essai de confirmation annuel.

Un sable validé doit être désigné par l'appellation : "sable normalisé CEN, EN 196-1".

11.2.2 Essai de certification du sable normalisé CEN

11.2.2.1 Essai de certification initiale

Un producteur de sable doit démontrer que l'usine de production fonctionne, avant de pouvoir déposer une demande d'essai de certification initiale pour le sable, auprès de l'organisme de certification.

Trois échantillons indépendants de sable doivent être prélevés au point de sortie, sous l'autorité de l'organisme de certification, au cours d'une période de production de trois mois au moins. Le nombre de sacs à prélever pour chacun des trois échantillons doit être calculé de manière à fournir la quantité de

sable requise par la méthode d'essai de certification, définie en 11.2.3.1. En outre, un des trois échantillons doit avoir une taille suffisante pour fournir la quantité de sable requise par la méthode d'essai de vérification, définie en 11.2.5.1, pendant une période d'un an au moins. Cet échantillon doit être divisé sous l'autorité de l'organisme de certification et le sous-échantillon qui sera utilisé pour l'essai de vérification doit être conservé par le producteur du sable.

Chacun des trois échantillons doit être essayé par rapport au sable de référence CEN, en suivant la méthode décrite en 11.2.3, et en utilisant chaque fois un ciment différent parmi trois ciments appartenant à des classes de résistance normalisées différentes, choisis sous l'autorité de l'organisme de certification. Les essais doivent être effectués dans un laboratoire d'essai désigné (voir 11.1).

Lorsque chacun des résultats obtenus à partir des trois échantillons, exprimé conformément à 11.2.3.2, satisfait aux exigences de 11.2.3.3, le sable doit être validé et l'organisme de certification doit délivrer un certificat de conformité (voir 11.2.1).

11.2.2.2 Essai de confirmation annuel

Le renouvellement du certificat de conformité accordé à un producteur de sable doit résulter des contrôles suivants réalisés par l'organisme de certification :

- a) le contrôle des résultats de l'essai de vérification effectué par le producteur de sable suivant 11.2.4 et, sous réserve que les exigences de 5.1.3 et 11.2.5.3 soient satisfaites ;
- b) un essai effectué par le laboratoire d'essai désigné (voir 11.1), sur un échantillon aléatoire de sable par comparaison avec le sable de référence CEN, en appliquant la méthode décrite en 11.2.3, et en utilisant un CEM I 42,5N, 42,5R ou 52,5N conforme à l'EN 197-1, choisi sous l'autorité de l'organisme de certification.

L'échantillon aléatoire de sable doit être prélevé au point de sortie sous l'autorité de l'organisme de certification. Le nombre de sacs à prélever doit être calculé de manière à fournir la quantité de sable requise par la méthode d'essai de certification, définie en 11.2.3.1, et par la méthode d'essai de vérification, définie en 11.2.5.1, pendant une période d'un an au moins. Cet échantillon doit être divisé sous l'autorité de l'organisme de certification et le sous-échantillon qui sera utilisé pour l'essai de vérification doit être conservé par le producteur de sable.

Lorsque les résultats de l'essai de vérification : a) satisfont aux exigences de 5.1.3 et 11.2.5.3 et à celles de l'essai de certification, et b) satisfont aux exigences de 11.2.3.3, le sable doit être validé et l'organisme de certification doit délivrer un renouvellement de certificat de conformité (voir 11.2.1).

11.2.3 Méthode d'essai de certification

11.2.3.1 Mode opératoire

Préparer 20 paires de gâchées de mortier en utilisant un échantillon du ciment choisi (voir 11.2.2.1 et 11.2.2.2). Utiliser le sable à valider pour préparer une des gâchées et le sable de référence CEN pour l'autre. Préparer les deux gâchées de chaque paire dans un ordre aléatoire, l'une immédiatement après l'autre, suivant le présent document.

Essayer les éprouvettes prismatiques pour déterminer la résistance à la compression à 28 jours et consigner les résultats individuels.

11.2.3.2 Calcul et expression des résultats

Pour chaque paire de gâchées de mortier, calculer et exprimer les résultats de l'essai de résistance à la compression conformément à 10.2.1 et rapporter ces résultats conformément à 10.2.2, en désignant par

x le résultat obtenu avec le sable qui est à valider et par y le résultat obtenu avec le sable de référence CEN.

Calculer le coefficient de variation pour chacun des deux ensembles de résultats et vérifier qu'ils satisfont à la prescription de répétabilité à court terme, définie en 10.2.3.1.

Si les deux ensembles de résultats ne satisfont pas à cette prescription, rejeter tous les résultats et recommencer toute la procédure d'essai.

Si un seul ensemble de résultats ne satisfait pas à cette prescription, procéder comme suit :

- a) calculer la valeur moyenne des 20 résultats, \bar{x} ou \bar{y} ;
- b) calculer l'écart-type des 20 résultats, s ;
- c) calculer la différence arithmétique entre chaque résultat et la valeur moyenne, en négligeant le signe ;
- d) lorsqu'une de ces différences est supérieure à $3s$, éliminer le résultat correspondant et calculer la valeur moyenne des 19 résultats restants. Lorsque deux différences ou plus sont supérieures à $3s$, rejeter tous les résultats et recommencer toute la procédure d'essai. Si aucune différence n'est supérieure à $3s$, garder les 20 résultats.

Calculer le critère de validation (D) par la formule :

$$D = 100 \frac{(\bar{x} - \bar{y})}{y} \quad (3)$$

où

D est le critère de validation, en pourcentage ;

\bar{x} est la valeur moyenne des résultats obtenus avec le sable qui est à valider, en mégapascals ;

\bar{y} est la valeur moyenne des résultats obtenus avec le sable de référence CEN, en mégapascals.

Consigner (D) arrondi à 0,1 % près, en négligeant le signe.

11.2.3.3 Exigences

Pour qu'un sable soit validé suivant la procédure d'essai de certification initiale (voir 11.2.2.1), chacune des trois valeurs du critère de validation, D , calculée et exprimée conformément à 11.2.3.2, doit être inférieure à 5,0 %. Lorsqu'une ou plusieurs des valeurs calculées de D sont égales ou supérieures à 5,0 %, le sable ne doit pas être validé.

Pour qu'un sable normalisé CEN soit validé suivant la procédure d'essai de confirmation annuel (11.2.2.2), la valeur du critère de validation, D , calculée et exprimée conformément à 11.2.3.2, doit être inférieure à 5,0 %. Lorsque la valeur calculée de D est égale ou supérieure à 5,0 %, le sable normalisé CEN ne doit pas être validé, la cause doit être identifiée et la procédure d'essai de certification initiale (11.2.2.1) doit être effectuée pour procéder à une nouvelle validation.

11.2.4 Essai de vérification du sable normalisé CEN

Pour démontrer qu'un sable normalisé CEN reste en conformité avec le présent document, le producteur de sable doit effectuer des essais d'auto-contrôle continus, qui doivent comprendre :

- a) un essai quotidien pour déterminer la composition granulométrique et la teneur en eau, effectué suivant 5.1.3 ;
- b) un essai mensuel, effectué suivant 11.2.5, pour comparer un échantillon du sable normalisé CEN produit, avec un échantillon du même sable normalisé CEN prélevé sous l'autorité de l'organisme de certification (voir 11.2.2.1 et 11.2.2.2).

Dans ce but, le producteur de sable doit prélever des échantillons au point de sortie, une fois par jour pour l'essai quotidien et une fois par mois pour l'essai mensuel.

Le producteur de sable doit vérifier que les exigences de 5.1.3 et 11.2.5.3 sont satisfaites et il doit informer l'organisme de certification de tout résultat non-conforme.

Tous les résultats doivent être consignés, mis à la disposition de l'organisme de certification pour vérification et conservés pendant au moins trois ans.

11.2.5 Méthode d'essai de vérification du sable normalisé CEN

11.2.5.1 Mode opératoire

Préparer 10 paires de gâchées de mortier en utilisant un échantillon du ciment choisi sous l'autorité de l'organisme de certification pour l'essai réalisé par le laboratoire d'essai désigné (11.2.2.2 b)). Utiliser l'échantillon prélevé une fois par mois par le producteur (11.2.4), pour une des gâchées, et l'échantillon prélevé une fois par an sous l'autorité de l'organisme de certification (11.2.2.1 et 11.2.2.2), pour l'autre gâchée. Préparer les deux gâchées de chaque paire dans un ordre aléatoire, l'une immédiatement après l'autre, suivant le présent document.

Essayer les éprouvettes prismatiques pour déterminer la résistance à la compression à 28 jours et consigner tous les résultats individuels.

11.2.5.2 Calcul et expression des résultats

Pour chaque paire de gâchées de mortier, calculer et exprimer les résultats de l'essai de résistance à la compression conformément à 10.2.1 et rapporter ces résultats conformément à 10.2.2, en désignant par x le résultat obtenu avec l'échantillon de sable prélevé par le producteur et par y le résultat obtenu avec l'échantillon de sable prélevé sous l'autorité de l'organisme de certification.

Calculer le coefficient de variation pour chacun des deux ensembles de résultats et appliquer la procédure définie en 11.2.3.2, adaptée aux 10 paires de gâchées.

NOTE Lorsqu'une série de résultats ne satisfait pas aux exigences de répétabilité à court terme, la procédure définie en 11.2.3.2 pour des séries de 10 résultats est appliquée en réduisant le nombre de résultats à un minimum de 9, pour les besoins de l'évaluation fondée sur 11.2.3.2 d).

Calculer et rapporter le critère de validation, D , comme décrit en 11.2.3.2.

11.2.5.3 Exigences

Dans une série de 12 essais mensuels successifs, le critère de validation, D , calculé et exprimé conformément à 11.2.5.2, ne doit pas être supérieur à 2,5 % plus de deux fois. Si plus de deux valeurs de D sont supérieures à 2,5 %, l'organisme de certification doit être informé, la cause doit en être identifiée

et la procédure d'essai de certification initiale (11.2.2.1) doit être effectuée pour procéder à une nouvelle validation.

11.3 Essais de validation des variantes de l'équipement de serrage

11.3.1 Exigences générales

Lorsque l'essai de validation des variantes de l'équipement de serrage est demandé, on doit fournir à l'organisme de certification les documents suivants :

- a) la description complète de la procédure de serrage ;
- b) la description complète de l'équipement de serrage (conception et construction) ;
- c) les instructions d'entretien, y compris les vérifications nécessaires pour un fonctionnement correct.

L'organisme de certification doit choisir trois exemplaires disponibles dans le commerce, de l'équipement à valider. Les trois exemplaires de l'équipement doivent être essayés par rapport à un appareil de serrage par chocs de référence, conforme aux exigences de 4.6. Dans ce but, ils doivent être installés dans un laboratoire d'essai désigné par l'organisme de certification.

Sous l'autorité de l'organisme de certification, le laboratoire d'essai doit comparer les caractéristiques techniques de l'équipement à valider avec la description fournie. Lorsque la correspondance entre les deux est vérifiée, le laboratoire d'essai désigné doit effectuer trois essais comparatifs, suivant 11.3.2, en utilisant pour chaque exemplaire de l'équipement à valider un ciment différent. Pour ce faire, trois ciments appartenant à des classes de résistance différentes doivent être choisis sous l'autorité de l'organisme de certification.

Lorsque les résultats de chacun des trois essais comparatifs satisfont aux exigences de 11.3.2.3, l'organisme de certification doit valider la variante de l'équipement de serrage.

Suite à cette validation, la description technique de l'équipement et la description de la procédure de serrage doivent être considérées comme une variante validée de 4.6 et 7.2, respectivement.

Les appareils et les procédures de serrage qui ont été validés comme variantes sont décrits dans l'Annexe A (normative) du présent document.

11.3.2 Méthode d'essai des variantes de l'équipement de serrage

11.3.2.1 Mode opératoire

Préparer 20 paires de gâchées de mortier en utilisant un des ciments choisis (voir 11.3.1) et le sable de référence CEN. Préparer les deux gâchées de chaque paire dans un ordre aléatoire, l'une immédiatement après l'autre, suivant le présent document.

Serrer les éprouvettes en utilisant un exemplaire de la variante de l'équipement, pour une gâchée, et l'appareil de serrage par chocs (4.6), pour l'autre.

Après serrage, procéder conformément au présent document.

Essayer les éprouvettes prismatiques pour déterminer la résistance à la compression à 28 jours et consigner les résultats individuels.

11.3.2.2 Calcul et expression des résultats

Pour chaque paire de gâchées, calculer et exprimer les résultats de l'essai de résistance à la compression conformément à 10.2.1 et rapporter ces résultats conformément à 10.2.2, en désignant par

x le résultat obtenu avec la variante de l'équipement de serrage à valider et par y le résultat obtenu avec l'appareil de serrage par chocs de référence.

Calculer le coefficient de variation pour chacun des deux ensembles de résultats et vérifier qu'ils satisfont à l'exigence de répétabilité à court terme, définie en 10.2.3.1.

Si les deux ensembles de résultats ne satisfont pas à cette exigence, rejeter tous les résultats et recommencer toute la procédure d'essai.

Si un seul ensemble de résultats ne satisfait pas à cette exigence, procéder comme suit :

- a) calculer la valeur moyenne des 20 résultats, \bar{x} ou \bar{y} ;
- b) calculer l'écart-type des 20 résultats, s ;
- c) calculer la différence arithmétique entre chaque résultat et la valeur moyenne, en négligeant le signe ;

Lorsqu'une de ces différences est supérieure à $3s$, éliminer le résultat correspondant et calculer la valeur moyenne des 19 résultats restants. Lorsque deux différences ou plus sont supérieures à $3s$, rejeter tous les résultats et recommencer toute la procédure d'essai. Si aucune différence n'est supérieure $3s$, garder les 20 résultats.

Calculer le critère de validation (D) par la formule suivante :

$$D = 100 \frac{(\bar{x} - \bar{y})}{y} \quad (4)$$

où

D est le critère de validation, en pourcentage ;

\bar{x} est la valeur moyenne des résultats obtenus avec la variante de l'équipement de serrage à valider, en mégapascals ;

\bar{y} est la valeur moyenne des résultats obtenus avec l'appareil de serrage par chocs de référence, en mégapascals.

Consigner (D) arrondi à 0,1 près, en négligeant le signe.

11.3.2.3 Exigences

Les trois valeurs du critère de validation, D , calculées et exprimées conformément à 11.3.2.2, correspondant chacune à un des trois ciments choisis et à un des trois exemplaires choisis de l'équipement à valider, doivent être inférieures à 5,0 %. Lorsqu'une ou plusieurs des valeurs calculées de D sont égales ou supérieures à 5,0 %, la variante de l'équipement de serrage ne doit pas être validé.

Annexe A (normative)

Appareils et procédures de serrage par vibrations validés comme variantes équivalentes de l'appareil et de la procédure de serrage de référence par chocs

A.1 Généralités

L'appareil de serrage par chocs de référence est décrit en 4.6. L'Article 1, toutefois, autorise l'utilisation de variantes d'équipement et de procédures. "... à condition que ceux-ci aient été validés conformément aux dispositions applicables au présent document".

A cette fin, une procédure pour valider des variantes de la procédure de référence est décrite dans l'Article 11. Des programmes d'essai de validation ont été réalisés sur les tables vibrantes et les procédures de serrage désignés par A et B dans A.2 et A.3. Ils constituent, par conséquent, des exemples de variantes validées de l'appareil de serrage.

Conformément à 11.3.1, chaque description technique (voir A.2.1 et A.3.1) doit être considérée comme une variante validée de 4.6 et chaque description de la procédure de serrage (voir A.2.2 et A.3.2) doit être considérée comme une variante validée de 7.2.

A.2 Table vibrante, A

A.2.1 Description technique

La table vibrante A, qui peut être utilisée comme variante de l'appareil de serrage, présente les caractéristiques suivantes :

- a) mode de fonctionnement : vibreur électromagnétique à vibrations nominale-
sinusoïdales ;
- b) alimentation électrique :
 - 1) tension : 230/240 V ;
 - 2) phase : monophasé ;
 - 3) courant : 6,3 A au maximum ;
 - 4) fréquence : nominale 50 Hz ;
- c) masse vibrante (incluant le moule vide, la hausse et l'attache, mais excluant le vibreur) :
: (35,0 ± 1,5) kg ;
- d) amplitude verticale de fonctionnement, crête à crête : (0,75 ± 0,05) mm, mesurée
au niveau des parois de séparation centrales et des angles extérieurs du moule vide ;

NOTE 1 La table vibrante est conçue pour produire des vibrations verticales uniaxiales uniquement. L'amplitude verticale des vibrations est affichée en permanence.

NOTE 2 L'accélération, mesurée au niveau des parois de séparation centrales et des angles extérieurs du moule vide, peut être une autre caractéristique utilisable pour décrire la vibration opérationnelle de la table. Une valeur de $(26,0 \pm 3,0) \text{ m/s}^2$ correspond à la valeur donnée en A.2.1 d).

- e) fréquence naturelle de la masse vibrante : $(53,00 \pm 0,25) \text{ Hz}$;
- f) plaque vibrante : plaque, avec une finition meulée de la surface de travail ; de dimensions nominales 400 mm x 300 mm au minimum ; constituée :
- 1) d'une couche unique rigide en acier inoxydable, avec des renforts ;
- ou
- 2) d'une couche rigide double en métal (épaisseur minimale 20 mm) ; la couche supérieure en acier inoxydable, d'une épaisseur minimale de 2 mm, étant fixée de manière permanente sur la couche inférieure, au moyen d'un assemblage par frottement et verrouillage ;

Il est recommandé que le centre de gravité de la masse vibrante (incluant les attaches, mais excluant le moule vide et la hausse) soit marqué sur la surface de travail de la plaque vibrante à l'intersection de deux axes verticaux orthogonaux.

- g) pattes de fixation réglables : trois pattes de fixation réglables permettant de positionner le moule rempli sur la plaque vibrante de telle manière que son centre de gravité coïncide avec le centre de gravité de la masse vibrante, marqué sur la surface de travail de la plaque vibrante ;
- h) attache pour les moules : dispositif de fixation adapté aux moules de 40 mm x 40 mm x 160 mm, hausse installée comprise ;
- i) masse de la table vibrante : supérieure à 100 kg ;

Dans le cas où la table vibrante est intégrée dans le mobilier du laboratoire, il est recommandé de fixer le vibreur électromagnétique de façon permanente sur une masse de béton, de 200 kg au moins, placée sur un matériau d'isolement anti-vibratoire, pour limiter au maximum la transmission des vibrations aux autres équipements.

- j) supports anti-vibrations : ressorts en caoutchouc placés entre la plaque vibrante et le bâti, avec :
- 1) dureté Shore : 45 ;
 - 2) flexibilité : 145 MPa ;
 - 3) dimensions, diamètre : 50 mm ;
hauteur : 45 mm ;
- k) mise à niveau de la table vibrante : à l'aide des vis de réglage (voir Figure A.1), situées sur la surface inférieure, régler la table vibrante de telle manière que la surface de travail de la plaque vibrante ne s'écarte pas de

plus de 1 mm/m de l'horizontale ;

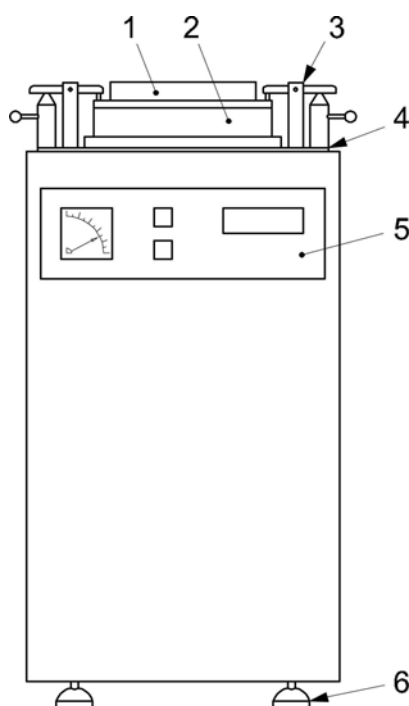
- l) minuteur automatique : minuteur, réglable à 120 s et capable de minuter les opérations avec une précision de ± 1 s.

A.2.2 Procédure de serrage pour la table vibrante, A

Mouler les éprouvettes immédiatement après la fin de la préparation du mortier.

Fixer solidement le moule, équipé de la hausse, au centre de la table vibrante. Régler le minuteur automatique pour un arrêt après un temps total de (120 ± 1) s. Mettre le vibreur en marche. Remplir les compartiments du moule avec le mortier, en deux couches, comme décrit ci-dessous. L'opération doit être terminée en 45 s au maximum.

A l'aide d'une cuiller appropriée et en procédant d'une extrémité vers l'autre, introduire la première couche de mortier dans les compartiments du moule, en 15 s au maximum, de manière à remplir les compartiments jusqu'à mi-hauteur approximativement.



Légende

- 1 Hausse
- 2 Moule
- 3 Attache
- 4 Plaque vibrante
- 5 Panneau de commande avec affichage de l'amplitude, réglage de l'amplitude, minuteur et commutateur principal
- 6 Vis de réglage

Figure A.1 — Schéma d'un exemple de table vibrante, de type A

Après un temps de 15 s, introduire la deuxième couche de mortier dans le moule, en 15 s au maximum, en procédant d'une extrémité vers l'autre, dans le même sens que pour la première couche. Utiliser la quantité totale de mortier.

Lorsque le vibreur s'est arrêté après un temps total de (120 ± 1) s, retirer doucement le moule de la table vibrante et ôter la hausse.

Procéder comme décrit en 7.2 pour araser l'excès de mortier, essuyer et étiqueter les moules.

A.3 Table vibrante, B

A.3.1 Description technique

La table vibrante B, qui peut être utilisée comme variante de l'appareil de serrage, présente les caractéristiques suivantes :

- a) mode de fonctionnement : vibreur électromagnétique à vibrations nominale-ment sinusoïdales
- b) alimentation électrique :
- 1) tension : 230/240 V
 - 2) phase : monophasé
 - 3) courant : 6,3 A approximativement
 - 4) fréquence : nominale 50 Hz
- c) masse vibrante (incluant le moule vide, la hausse et l'attache, mais excluant le vibreur) :
: $(43,0 \pm 2,0)$ kg
- d) accélération verticale de fonctionnement : $(4,50 \pm 0,25)$ g efficaces, mesurée à la base du moule au centre du compartiment médian.
- NOTE L'accélération maximale dans le sens horizontal est de 0,5 g efficace.
- e) fréquence naturelle de la masse vibrante : $(55,50 \pm 0,25)$ Hz
- f) Plaque vibrante : plaque, avec une finition meulée de la surface de travail ; de dimensions nominales 630 mm x 250 mm au minimum ; constituée :
- 1) d'une couche unique rigide en acier doux, d'une épaisseur finale de (13 ± 2) mm ;
 - 2) de renforts et d'une plaque d'entraînement.
- g) attache pour les moules : Attaches pivotantes adaptées aux moules de 40 mm x 40 mm x 160 mm, hausse installée comprise.
- h) mise à niveau de la table vibrante : la table vibrante est fixée au sol de façon permanente et mise à niveau de telle manière que la surface de travail de la plaque vibrante ne s'écarte pas de plus de 1 mm/m de l'horizontale.
- i) minuteur automatique : minuteur, réglable à 120 s et capable de minuter les opérations avec une précision de ± 1 s.

A.3.2 Procédure de serrage pour la table vibrante, B

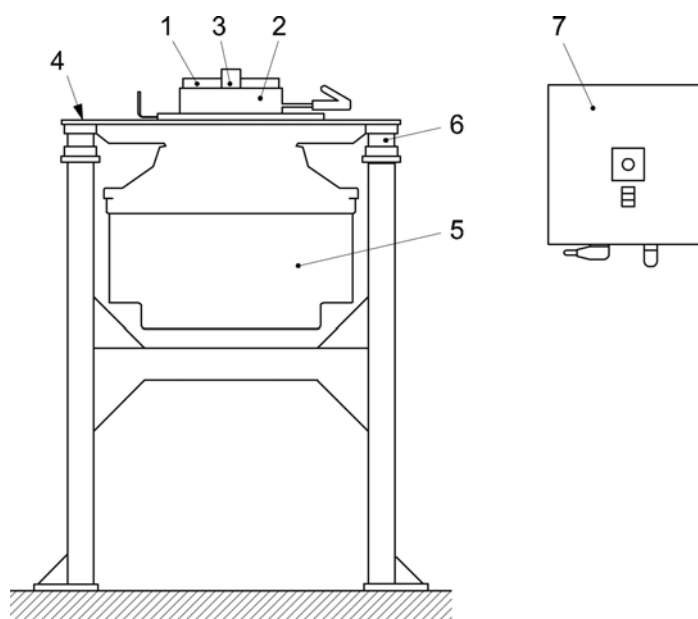
Mettre la face supérieure de la table vibrante à niveau et nettoyer la surface. Préparer et assembler le moule conformément à 4.5. Vérifier que la surface inférieure de la plaque de base du moule est plane et propre. Fixer solidement le moule et la hausse de remplissage sur la table vibrante et régler l'accélération de la table vibrante à $(4,50 \pm 0,25)$ g efficaces.

Mouler les éprouvettes immédiatement après la fin de la préparation du mortier. Si on utilise un minuteur automatique, régler celui-ci pour un arrêt après un temps total de (120 ± 1) s. Mettre le vibreur en marche. Remplir immédiatement les compartiments du moule avec le mortier, comme décrit ci-dessous. L'opération doit être terminée en 45 s au maximum,

A l'aide d'une cuiller appropriée, remplir les compartiments du moule jusqu'à mi-hauteur environ, en 15 s au maximum. Sans arrêter le vibreur et après un temps de 15 s, ajouter la deuxième couche de mortier, en 15 s au maximum, en procédant dans le même sens que pour la première. Le moule doit être légèrement trop rempli. Laisser le minuteur s'arrêter automatiquement ou arrêter le minuteur manuellement après un temps total de (120 ± 1) s,

Retirer doucement le moule de la table vibrante et ôter la hausse.

Procéder comme décrit en 7.2 pour araser l'excès de mortier, essuyer et étiqueter les moules.



Légende

- 1 Hausse
- 2 Moule
- 3 Attache pivotante
- 4 Plaque vibrante
- 5 Vibreur électromagnétique
- 6 Supports anti-vibrations
- 7 Panneau de commande

Figure A.2 — Schéma d'un exemple de table vibrante, de type B