ICS: 73.020 ; 91.100.15

norme belge enregistrée

NBN EN 1936

2e éd., avril 2007

Indice de classement: B 17

Méthodes d'essai des pierres naturelles - Détermination des masses volumiques réelle et apparente et des porosités ouvertes et totale

Beproevingsmethoden voor natuursteen - Bepaling van de werkelijke dichtheid en de schijnbare dichtheid en van de totale poreusheid en open poreusheid

Natural stone test methods - Determination of real density and apparent density, and of total and open porosity

Autorisation de publication: 31 janvier 2007

Remplace NBN EN 1936 (1999).

La présente norme européenne EN 1936:2007 a le statut d'une norme belge.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français).

Bureau de Normalisation - Avenue de la Brabançonne 29 - 1000 Bruxelles - Belgique
Tél: +32 2 738 01 12 - Fax: +32 2 733 42 64 - E-mail: info@nbn.be - NBN Online: www.nbn.be
Banque 000-3255621-10 IBAN BE41 0003 2556 2110 BIC BPOT BEB1 TVA: BE 0880.857.592

© NBN 2007

Prix: groupe 11

ICS: 73.020 ; 91.100.15

Geregistreerde Belgische norm

NBN EN 1936

2e uitg., april 2007

Normklasse: B 17

Beproevingsmethoden voor natuursteen - Bepaling van de werkelijke dichtheid en de schijnbare dichtheid en van de totale poreusheid en open poreusheid

Méthodes d'essai des pierres naturelles - Détermination des masses volumiques réelle et apparente et des porosités ouvertes et totale

Natural stone test methods - Determination of real density and apparent density, and of total and open porosity

Toelating tot publicatie: 31 januari 2007

Vervangt NBN EN 1936 (1999).

Deze Europese norm EN 1936:2007 heeft de status van een Belgische norm.

Deze Europese norm bestaat in drie officiële versies (Duits, Engels, Frans).

Bureau voor Normalisatie Brabançonnelaan 29 B-1000 Brussel België
Tel: +32 2 738 01 12 - Fax: +32 2 733 42 64 - E-mail: info@nbn.be - NBN Online: www.nbn.be
Bank 000-3255621-10 IBAN BE41 0003 2556 2110 BIC BPOT BEB1 BTW: BE 0880.857.592

© NBN 2007

Prijsgroep: 11

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

EN 1936

Décembre 2006

ICS 73.020; 91.100.15

Remplace EN 1936:1999

Version Française

Méthodes d'essai des pierres naturelles - Détermination des masses volumiques réelle et apparente et des porosités ouverte et totale

Prüfverfahren für Naturstein - Bestimmung der Reindichte, der Rohdichte, der offenen Porosität und der Gesamtporosität

Natural stone test methods - Determination of real density and apparent density, and of total and open porosity

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 25 octobre 2006.

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 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, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, 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 et Suisse.

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

Centre de Gestion: rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

© 2006 CEN Tous droits d'exploitation sous quelque forme et de quelque manière que ce soit réservés dans le monde entier aux membres nationaux du CEN.

Réf. n° EN 1936:2006 F

Sommaire

Page

Avant-propos 3
1 Domaine d'application 4
2 Références normatives 4
3 Principe 4
4 Termes et définitions 4
5 Symboles 5
6 Appareillage 5
7 Préparation des éprouvettes 6
7.1 Echantillonnage 6
7.2 Eprouvettes 6
7.3 Séchage des éprouvettes 6
8 Mode opératoire d'essai 6
8.1 Porosité ouverte et masse volumique apparente 6
8.2 Masse volumique réelle 7
8.2.1 Généralités 7
8.2.2 Méthode A (pycnomètre) 7
8.2.3 Méthode B (voluménomètr Le Chatelier) 7
9 Expression des résultats 8
9.1 Généralités 8
9.2 Masse volumique apparente 8
9.3 Porosité ouverte 8
9.4 Masse volumique réelle 8
9.5 Porosité totale 9
10 Rapport d'essai 9
Bibliographie 11

Avant-propos

Le présent document (EN 1936:2006) a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 246 “Pierres naturelles”, dont le secrétariat est tenu par UNI.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en juin 2007, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en juin 2007.

Le présent document remplace l’EN 1936:1999.

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, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

1 Domaine d'application

La présente Norme européenne spécifie des méthodes de détermination des masses volumiques réelle et apparente ainsi que des porosités ouverte et totale de la pierre naturelle.

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 12670 :2001, *Pierre naturelle — Terminologie*.

ISO 3507, *Verrerie de laboratoire — Pycnomètres*.

3 Principe

Après séchage des éprouvettes jusqu'à masse constante, la masse volumique apparente et la porosité ouverte sont déterminées par absorption d'eau sous vide et pesée hydrostatique. La détermination de la masse volumique réelle et de la porosité totale nécessite la réduction en poudre des éprouvettes.

4 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'EN 12670 :2001 ainsi que les termes et définitions suivants s'appliquent.

4.1
masse volumique apparente (ρ_b)
rapport entre la masse de l'éprouvette sèche et son volume apparent

4.2
volume apparent
volume limité par la surface extérieure de l'éprouvette, y compris les vides

4.3
volume de la partie solide
différence entre le volume apparent de l'éprouvette et le volume des vides (pores ouverts et fermés)

4.4
masse volumique réelle (ρ_r)
rapport entre la masse de l'éprouvette sèche et le volume de sa partie solide

4.5
porosité ouverte
rapport (en pourcentage) entre le volume des pores ouverts et le volume apparent de l'éprouvette

4.6
porosité totale
rapport (en pourcentage) entre le volume des pores (ouverts et fermés) et le volume apparent de l'éprouvette

5 Symboles

m_d masse de l'éprouvette sèche, en grammes ;

m_h masse de l'éprouvette immergée dans l'eau, en grammes ;

m_s masse de l'éprouvette saturée, en grammes ;

m_e masse de l'éprouvette broyée et sèche (pour l'essai au pycnomètre ou au voluménomètre), en grammes ;

m_1 masse du pycnomètre rempli d'eau et d'éprouvette broyée, en grammes ;

m_2 masse du pycnomètre rempli d'eau, en grammes ;

V_b volume apparent de l'éprouvette, en millilitres ;

V_o volume des pores ouverts de l'éprouvette, en millilitres ;

V_s volume de liquide déplacé par la masse m_e (essai au voluménomètre) ;

ρ_b masse volumique apparente de l'éprouvette, en kilogrammes par mètre cube ;

ρr masse volumique réelle de l'éprouvette, en kilogrammes par mètre cube ;

ρ_{rh} masse volumique de l'eau, en kilogrammes par mètre cube ;

p_o porosité ouverte de l'éprouvette, en pourcentage ;

p porosité totale de l'éprouvette, en pourcentage ;

6 Appareillage

6.1 Une étuve ventilée capable de maintenir une température de (70 ± 5) °C.

6.2 Une enceinte à vide qui peut maintenir une pression de (2,0 ± 0,7) kPa = (15 ± 5) mm Hg et permet une immersion graduelle des éprouvettes dans l'eau.

6.3 Une balance dont la précision est d'au moins 0,01 % de la masse à peser, également capable de peser l'éprouvette sous l'eau.

6.4 Un appareil de mesure linéaire d'une précision d'au moins 0,01 %.

6.5 Un pycnomètre ISO 3507 de type 3, ayant une capacité nominale de 50 ml.

6.6 Un voluménomètre type Le Chatelier, constitué d'un ballon à fond plat surmonté d'un tube gradué de 0 ml à 24 ml et comportant des graduations de 0,1 ml.

6.7 Un tamis à mailles de 0,063 mm.

6.8 Un dessiccateur contenant un agent desséchant.

7 Préparation des éprouvettes

7.1 Echantillonnage

Sauf mission spéciale, l'échantillonnage ne relève pas de la responsabilité du laboratoire d'essai. Six éprouvettes au moins, représentant un lot homogène à soumettre à essai, doivent être sélectionnées.

7.2 Eprouvettes

Les éprouvettes peuvent avoir la forme d'un cylindre, d'un cube ou d'un prisme et doivent être obtenues par carottage ou par sciage au disque diamanté. Leur volume apparent, calculé à partir des dimensions géométriques mesurées, doit être au moins de 60 ml.

De plus, le rapport entre la surface et le volume apparent doit être compris entre 0,08 mm^{-1} et 0,20 mm^{-1}.

NOTE Les éprouvettes préparées pour la détermination de la résistance à la compression ou à la flexion peuvent être utilisées si elles satisfont au rapport surface/volume mentionné plus haut.

7.3 Séchage des éprouvettes

Les éprouvettes doivent être séchées à (70 ± 5) °C jusqu'à masse constante. Cette masse constante est supposée atteinte lorsque l'écart entre deux pesées effectuées à (24 ± 2) h d'intervalle n'est pas supérieur à 0,1 % de la masse de l'éprouvette.

Les éprouvettes doivent être conservées dans un dessiccateur jusqu'à ce que la température du local d'essai soit atteinte.

8 Mode opératoire d'essai

8.1 Porosité ouverte et masse volumique apparente

Peser chacune des éprouvettes (m_a), les placer dans une cuve ou cloche à vide et y abaisser progressivement la pression à (2,0 ± 0,7) kPa = (15 ± 5) mm Hg.

Maintenir cette pression constante pendant (2 ± 0,2) h afin d'éliminer l'air contenu dans les pores ouverts des éprouvettes.

Introduire lentement de l'eau déminéralisée à (20 ± 5) °C dans la cuve (la vitesse de montée de l'eau doit permettre d'immerger complètement les éprouvettes en 15 min au moins).

Maintenir la pression de (2,0 ± 0,7) kPa durant l'introduction de l'eau.

A l'issue de l'immersion de toutes les éprouvettes, rétablir la pression atmosphérique dans la cuve et laisser les éprouvettes sous l'eau pendant encore (24 ± 2) h à la pression atmosphérique.

Ensuite, pour chaque éprouvette :

— peser l'éprouvette sous l'eau et noter cette masse : m_h ;

— essuyer rapidement l'éprouvette saturée d'eau avec une peau de chamois humide et déterminer sa masse m_s.

Dans le cas de pierres naturelles présentant des cavités visibles (par exemple, le travertin), le volume apparent est déterminé en mesurant les dimensions de l'éprouvette au millimètre près.

8.2 Masse volumique réelle

8.2.1 Généralités

Dans le cas de pierres denses, légèrement poreuses, les différences entre les masses volumiques réelle et apparente ainsi qu'entre les porosités ouverte et totale sont très petites. Pour ces pierres, il suffit de déterminer la masse volumique apparente et la porosité ouverte. En cas de contrôle de fournitures, la décision de ne pas déterminer la masse volumique réelle doit faire l'objet d'un accord entre les parties.

La présente norme décrit deux méthodes de détermination de la masse volumique réelle : celle au pycnomètre (Méthode A) et celle au voluménomètre Le Chatelier (Méthode B).

La première méthode est plus précise mais nécessite plus de temps. On suggère de l'utiliser comme méthode de référence en cas de contestation. La méthode du voluménomètre Le Chatelier est moins précise mais facile et rapide à appliquer et peut servir au contrôle de production.

8.2.2 Méthode A (pycnomètre)

Après avoir déterminé la masse volumique apparente et la porosité ouverte de chaque éprouvette, broyer chacune de celles-ci séparément jusqu'à ce que les particules de broyage passent à travers un tamis à mailles de 0,063 mm.

Sécher les éprouvettes broyées jusqu'à masse constante et prélever ensuite une masse m_e d'environ 10 g, pesée avec une précision de ± 0,01 g.

Introduire de l'eau déminéralisée dans le pycnomètre et le remplir à peu près à moitié. Ajouter ensuite la masse pesée m_e de l'éprouvette broyée dans le pycnomètre et agiter le liquide afin de disperser la matière solide.

NOTE Si nécessaire, de l'éthanol ou d'autres liquides peuvent remplacer l'eau déminéralisée. Dans ce cas, la masse volumique de ce liquide doit être utilisée à la place de la masse volumique de l'eau dans l'équation (5a).

Soumettre le pycnomètre à un vide de (2 ± 0,7) kPa jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de remontées de bulles d'air, le remplir ensuite d'eau déminéralisée presque jusqu'au sommet et laisser la matière solide retomber jusqu'à ce que l'eau au-dessus soit claire.

Ensuite, remplir avec précaution le pycnomètre à ras bords d'eau déminéralisée, le fermer à l'aide de son bouchon à l'émeri et essuyer doucement tout débordement. Enfin, peser le pycnomètre avec une précision de ± 0,01 g (m_1).

Vider et laver le pycnomètre, le remplir uniquement d'eau déminéralisée et le peser avec une précision de ± 0,01 g (m_2).

Avant chaque pesée, s'assurer que la température de l'air ambiant est de (20 ± 5) °C.

8.2.3 Méthode B (voluménomètr Le Chatelier)

Après avoir déterminé la masse volumique apparente et la porosité ouverte de chaque éprouvette, broyer chacune de celles-ci séparément jusqu'à ce que les particules de broyage passent à travers un tamis à mailles de 0,063 mm.

Sécher les éprouvettes broyées jusqu'à masse constante et prélever ensuite une masse m_e d'environ 50 g, pesée avec une précision de ± 0,1 g.

Introduire de l'eau déminéralisée dans le voluménomètre Le Chatelier jusqu'à ce que le niveau soit à la graduation 0. Ajouter ensuite la masse pesée m_e de l'éprouvette broyée dans le voluménomètre en cinq fractions d'environ 10 g chacune, en s'assurant que la totalité de chaque fraction tombe dans le liquide. Après l'introduction de chaque fraction, agiter le liquide afin de disperser l'éprouvette broyée. Lire les graduations pour déterminer V_s, en millilitres, à 0,1 ml près de liquide déplacé par la masse m_e de l'éprouvette broyée.

Avant de relever les mesures du volume initial au niveau 0 et du volume final, s'assurer que la température de l'air ambiant est de (20 ± 5) °C.

9 Expression des résultats

9.1 Généralités

Le volume des pores ouverts (en millilitres) est exprimé par la formule :

$$V_0 = \frac{m_s - m_d}{\rho_{rh}} \times 1000 \qquad (1)$$

Le volume apparent (en millilitres) est exprimé par la formule :

$$V_b = \frac{m_s - m_h}{\rho_{rh}} \times 1000 \qquad (2)$$

Celui-ci peut aussi être calculé sur la base des dimensions de l'éprouvette.

NOTE La valeur de la masse volumique de l'eau ρ_{rh} à 20 °C est de 998 kg/m^3.

9.2 Masse volumique apparente

La masse volumique apparente (en kilogrammes par mètre cube) est exprimée par le rapport de la masse de l'éprouvette sèche à son volume apparent, par la formule :

$$\rho_b = \frac{m_d}{m_s - m_h} \times \rho_{rh} \qquad (3)$$

9.3 Porosité ouverte

La porosité ouverte est exprimée par le rapport (en pourcentage) entre le volume des pores ouverts et le volume apparent de l'éprouvette, par la formule :

$$p_o = \frac{m_s - m_d}{m_s - m_h} \times 100 \qquad (4)$$

9.4 Masse volumique réelle

La masse volumique réelle (en kilogrammes par mètre cube) est exprimée par le rapport de la masse de l'éprouvette broyée et séchée, m_e, au volume de liquide déplacé par la masse m_e, par les formules :

Méthode A (pycnomètre)

$$\rho_r = \frac{m_e}{m_2 + m_e - m_1} \times \rho_{rh} \tag{5a}$$

Méthode B (voluménomètre Le Chatelier)

$$\rho_r = \frac{m_e}{V_s} \times \rho_{rh} \tag{5b}$$

9.5 Porosité totale

La porosité totale est exprimée par le rapport (en pourcentage) du volume des pores (ouverts et fermés) au volume apparent de l'éprouvette, par la formule :

$$p = \frac{\frac{1}{\rho_b} - \frac{1}{\rho_r}}{\frac{1}{\rho_b}} \times 100 = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_r}\right) \times 100 \tag{6}$$

10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les informations suivantes :

a) le numéro unique d'identification du rapport ;

b) le numéro, le titre et la date de publication de la présente Norme européenne ;

c) le nom et l'adresse du laboratoire d'essai ainsi que l'adresse du lieu où l'essai a été réalisé, si elle est différente de celle du laboratoire d'essai ;

d) le nom et l'adresse du demandeur ;

e) les renseignements ci-après, fournis sous la responsabilité du demandeur :

— la nature pétrographique de la pierre ;

— le nom commercial de la pierre ;

— le pays et la région d'extraction ;

— le nom du fournisseur ;

— la direction de tout plan existant d'anisotropie (si cet élément est pertinent pour l'essai), à indiquer clairement sur l'échantillon ou sur chaque éprouvette par deux traits parallèles ;

— le nom de la personne ou de l'organisme qui a effectué l'échantillonnage ;

— la finition de surface des éprouvettes (si cet élément est pertinent pour l'essai) ;

f) la date de livraison de l'échantillon ou des éprouvettes ;

g) la date de préparation des éprouvettes (le cas échéant) et la date de l'essai ;

h) le nombre d'éprouvettes par échantillon ;

i) les dimensions des éprouvettes ;

j) pour chaque éprouvette : la masse volumique réelle (si elle a été déterminée) et la masse volumique apparente, à 10 kg/m^3 près, la porosité ouverte et la porosité totale (si elle a été déterminée), à 0,1 % près ;

k) la moyenne arithmétique des valeurs individuelles de masse volumique réelle (si elle a été déterminée) et de masse volumique apparente (à 10 kg/m^3 près), de porosité ouverte et de porosité totale (si elle a été déterminée (à 0,1 % près) ;

l) la méthode utilisée pour la détermination de la masse volumique réelle (le cas échéant) ;

m) tous les écarts par rapport à la présente norme et les raisons de ces écarts ;

n) des remarques.

Le rapport d'essai doit être daté et signé par le ou les responsables de l'essai et la fonction de ces responsables doit y être mentionnée. Il doit également être indiqué que le rapport d'essai ne peut être partiellement reproduit sans l'accord écrit du laboratoire d'essai.

Bibliographie

[1] EN 1925, *Méthodes d'essai pour pierre naturelle — Détermination du coefficient d'absorption d'eau par capillaire*.

[2] EN 1926, *Méthodes d'essai pour pierres naturelle — Détermination de la résistance en compression*.

[3] EN 12370, *Méthodes d'essai pour pierre naturelle — Détermination de la résistance par un essai de cristallisation des sels*.

[4] EN 12371, *Méthodes d'essai pour pierre naturelles — Détermination de la résistance au gel*.

[5] EN 12372, *Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Détermination de la résistance à la flexion sous charge centrée*.

[6] EN 12407, *Méthode d'essai pour les pierres naturelle — Examen pétrographique*.

[7] EN 12440, *Pierres naturelles — Critères de dénomination*.

[8] EN 13161, *Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Détermination de la résistance en flexion sous moment constant*.

[9] EN 13364, *Méthodes d'essai pour pierre naturelle — Détermination de l'effort de rupture au niveau du goujon de l'agrafe*.

[10] EN 13373, *Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Détermination des dimensions et autres caractéristiques géométriques*.

[11] EN 13755, *Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Détermination de l'absorption d'eau à la pression atmosphérique*.

[12] EN 13919, *Méthodes d'essai pour éléments en pierre naturelle — Détermination de la résistance au vieillissement accéléré au SO_2 en présence d'humidité*.

[13] EN 14066, *Méthodes d'essai pour pierres naturelle — Détermination de la résistance au vieillissement accéléré par chocs thermiques*.

[14] EN 14146, *Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Détermination du module d'élasticité dynamique (par la mesure de la fréquence de résonance fondamentale)*.

[15] EN 14147, *Méthodes d'essai pour éléments en pierre naturelle — Détermination de la résistance au vieillissement accéléré au brouillard salin*.

[16] EN 14157, *Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Détermination de la résistance à l'usure*.

[17] EN 14158, *Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Détermination de l'énergie de rupture*.

[18] EN 14205, *Méthodes d'essai pour les pierres naturelles — Détermination de la dureté Knoop*.

[19] EN 14231, *Méthodes d'essai pour les pierres naturelles — Détermination de la résistance à la glissance au moyen du pendule de frottement*.

[20] EN 14579, *Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Détermination de la vitesse de propagation du son*.

[21] EN 14580, *Méthodes d'essai des pierres naturelles — Détermination du module d'élasticité statique*.

[22] EN 14581, *Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Détermination du coefficient linéaire de dilatation thermique*.