ICS: 73.020 ; 91.100.15

*norme belge enregistrée*

# NBN EN 12372

2e éd., avril 2007

**Indice de classement: B 17**

## Méthodes d'essai pour pierres naturelles - Détermination de la résistance à la flexion sous charge centrée

Beproevingsmethoden voor natuursteen - Bepaling van de buigsterkte bij geconcentreerde belasting

Natural stone test methods - Determination of flexural strength under concentrated load

**Autorisation de publication: 31 janvier 2007**

Remplace NBN EN 12372 (1999) et NBN EN 12372:1999/AC:2002.

La présente norme européenne EN 12372:2006 a le statut d'une norme belge.

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

standards for .be

**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 13

ICS: 73.020 ; 91.100.15

# Geregistreerde Belgische norm

# NBN EN 12372

2e uitg., april 2007

**Normklasse: B 17**

## Beproevingsmethoden voor natuursteen - Bepaling van de buigsterkte bij geconcentreerde belasting

Méthodes d'essai pour pierres naturelles - Détermination de la résistance à la flexion sous charge centrée

Natural stone test methods - Determination of flexural strength under concentrated load

**Toelating tot publicatie: 31 januari 2007**

Vervangt NBN EN 12372 (1999) en NBN EN 12372:1999/AC:2002.

Deze Europese norm EN 12372:2006 heeft de status van een Belgische norm.

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

standards for .be

**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: 13

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

# EN 12372

Décembre 2006

ICS 73.020; 91.100.15

Remplace EN 12372:1999

Version Française

# Méthodes d'essai pour pierres naturelles - Détermination de la résistance à la flexion sous charge centrée

Prüfverfahren für Naturstein - Bestimmung der Biegefestigkeit unter Mittellinienlast

Natural stone test methods - Determination of flexural strength under concentrated load

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 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, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants: 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.

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 12372:2006 F

# Sommaire

Page

**Avant-propos** ..... 3
**1 Domaine d'application** ..... 4
**2 Références normatives** ..... 4
**3 Principe** ..... 4
**4 Symboles** ..... 4
**5 Appareillage** ..... 4
**6 Préparation des éprouvettes** ..... 5
**6.1 Échantillonnage** ..... 5
**6.2 Éprouvettes** ..... 5
**6.2.1 État de surface** ..... 5
**6.2.2 Dimensions** ..... 5
**6.2.3 Tolérance** ..... 5
**6.2.4 Plans d'anisotropie** ..... 5
**6.2.5 Conditionnement avant l'essai** ..... 6
**7 Mode opératoire d'essai** ..... 6
**8 Expression des résultats** ..... 6
**9 Rapport d'essai** ..... 7
**Annexe A** (normative) **Évaluation statistique des résultats d'essai** ..... 12
**A.1 Domaine d'application** ..... 12
**A.2 Symboles et définitions** ..... 12
**A.3 Évaluation statistique des résultats d'essai** ..... 13
**Bibliographie** ..... 15

## Avant-propos

Le présent document (EN 12372:2006) 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 12372:1999.

La modification des dimensions des éprouvettes a nécessité une révision de la présente Norme européenne.

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 une méthode de détermination de la résistance à la flexion sous charge centrée des pierres naturelles. Elle présente un mode opératoire d'essai d'identification ainsi qu'un mode opératoire d'essai technologique du produit.

## 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 (y compris les éventuels amendements) s'applique.

EN 12390 (toutes les parties), *Essai pour béton durci.*

## 3 Principe

Le principe de cette méthode consiste à placer l'éprouvette sur deux rouleaux et à la soumettre en son milieu à une charge progressive. On mesure la force de rupture appliquée et on calcule la résistance à la flexion.

## 4 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles suivants s'appliquent :

$R_{tf}$ résistance à la flexion, en mégapascals

$F$ force de rupture, en newtons

a vitesse de la contrainte, en mégapascals/seconde

V vitesse de chargement, en newtons/seconde

$l$ distance entre les rouleaux d'appui, en millimètres

$b$ largeur de l'éprouvette au droit du plan de rupture, en millimètres

$h$ épaisseur de l'éprouvette au droit du plan de rupture, en millimètres

$L$ longueur totale de l'éprouvette, en millimètres

## 5 Appareillage

**5.1** Une balance capable de peser l'éprouvette avec une précision de 0,01 % de la masse de cette dernière.

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

**5.3** Un dispositif de mesure linéaire d'une précision d'au moins 0,05 mm.

**5.4** Une machine d'essai pouvant appliquer un effort suffisant, conformément à l'EN 12390, et étalonnée conformément à la présente Norme européenne.

**5.5** Un dispositif destiné à appliquer les charges sur l'éprouvette à l'aide d'une charge centrée. Il se compose de deux rouleaux inférieurs (rouleaux d'appui) et d'un rouleau supérieur (rouleau de chargement) qui doit être centré exactement au milieu de la distance entre les deux rouleaux d'appui (voir Figure 1). La distance entre les deux rouleaux d'appui doit être consignée dans le rapport, conformément à 6.2.2.

**5.6** Un local conditionné à (20 ± 10) °C.

# 6 Préparation des éprouvettes

## 6.1 Échantillonnage

Sauf mission spéciale, l'échantillonnage ne relève pas de la responsabilité du laboratoire d'essai. Au moins dix éprouvettes doivent être prélevées sur un lot homogène (voir également 6.2.4).

## 6.2 Éprouvettes

### 6.2.1 État de surface

En tant que standard de référence, la surface des faces des éprouvettes doit être sciée, adoucie ou polie (essai d'identification). S'il est nécessaire d'essayer des éprouvettes présentant d'autres états de surface (par exemple flammé, sablé, etc.) en fonction des exigences de l'application, les éprouvettes peuvent présenter ces états de surface (essai technologique). Pour l'essai technologique, les éprouvettes peuvent être des produits finis ou obtenus par sciage, à partir des produits finis. La surface destinée à l'emploi doit être en contact avec les deux rouleaux d'appui (face dirigée vers le bas). Dans tous les cas, le type d'état de surface doit être mentionné dans le rapport d'essai.

### 6.2.2 Dimensions

Pour les pierres dont la plus grande taille de cristaux est inférieure à 25 mm, les dimensions recommandées sont de 50 mm x 50 mm × 300 mm.

D'autres dimensions sont possibles, mais elles doivent satisfaire aux exigences suivantes :

— l'épaisseur $h$ doit être comprise entre 25 mm et 100 mm et doit être supérieure à deux fois la plus grande taille des cristaux constitutifs de la pierre ;

— la longueur totale $L$ doit être égale à six fois l'épaisseur ;

— la largeur $b$ doit être comprise entre 50 mm et trois fois l'épaisseur (50 mm $\leq b \leq 3\,h$) et, en aucun cas, elle ne doit être inférieure à l'épaisseur.

L'écartement des rouleaux d'appui $l$ doit être égal à cinq fois l'épaisseur.

### 6.2.3 Tolérance

La tolérance sur l'écartement des rouleaux d'appui $l$ doit être de ± 1 mm.

### 6.2.4 Plans d'anisotropie

Si la pierre présente des plans d'anisotropie (par exemple lits de carrières, schistosité), les éprouvettes doivent être préparées conformément à au moins une des Figures 2 à 4 et la position des plans d'anisotropie doit être indiquée sur chacune des éprouvettes par au moins deux traits parallèles.

Si l'utilisation de la pierre par rapport à la position des plans d'anisotropie est connue, l'essai doit être effectué en appliquant la force sur la face qui sera soumise à l'effort lors de son utilisation.

Si le mode d'utilisation de la pierre n'est pas connu et si la position des plans d'anisotropie est indiquée sur les éprouvettes (par au moins deux traits parallèles), l'essai doit être effectué selon chacune des trois dispositions des Figures 2 à 4 ; le nombre total d'éprouvettes sera donc de trois fois dix.

### 6.2.5 Conditionnement avant l'essai

Les éprouvettes doivent être séchées à (70 ± 5) °C jusqu'à masse constante.

La masse constante est atteinte lorsque la différence de masse entre deux pesées, effectuées à (24 ± 2) h d'intervalle, est inférieure ou égale à 0,1 % de la première de ces deux masses.

Après séchage et avant l'essai, les éprouvettes doivent être conservées à (20 ± 5) °C jusqu'à l'équilibre thermique. Après obtention de cet équilibre thermique, l'essai doit être effectué sous 24 h.

## 7 Mode opératoire d'essai

Essuyer soigneusement la surface des rouleaux et enlever toute particule prête à se détacher des faces de l'éprouvette qui seront en contact avec les rouleaux.

L'éprouvette est positionnée d'une manière symétrique par rapport aux rouleaux d'appui (voir Figures 1 à 4). Le rouleau de chargement est placé au milieu de l'éprouvette.

La contrainte est augmentée uniformément à une vitesse de (0,25 ± 0,05) MPa/s jusqu'à rupture de l'éprouvette.

NOTE 1 La force de rupture est arrondie à 10 N près et on note également l'emplacement de la rupture. La largeur et l'épaisseur de l'éprouvette sont mesurées au droit du plan de rupture, ces dimensions étant exprimées en millimètres, à 0,1 mm près.

NOTE 2 Lorsqu'il est nécessaire de connaître la vitesse de chargement ($V$) en N/s, l'équation suivante peut permettre de déterminer la vitesse requise en N/s :

$$V = \frac{2abh^2}{3l} \text{ (N/s)} \tag{1}$$

## 8 Expression des résultats

La résistance à la flexion $R_{\mathrm{tf}}$, de chaque éprouvette est calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$R_{\mathrm{tf}} = \frac{3Fl}{2bh^2} \tag{2}$$

Le résultat doit être exprimé en mégapascals, à 0,1 MPa près.

Si, par rapport au milieu de l'éprouvette, le plan de rupture se situe à plus de 15 % de la distance entre les rouleaux d'appui et/ou est dû à la présence de défauts (veines, fissures, etc.), il doit en être fait mention dans le rapport d'essai.

## 9 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'est-à-dire EN 12372 ;

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 ;

— l'état 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) l'état de surface des éprouvettes ;

k) la vitesse de contrainte, en mégapascals par seconde, à 0,05 MPa/s près ;

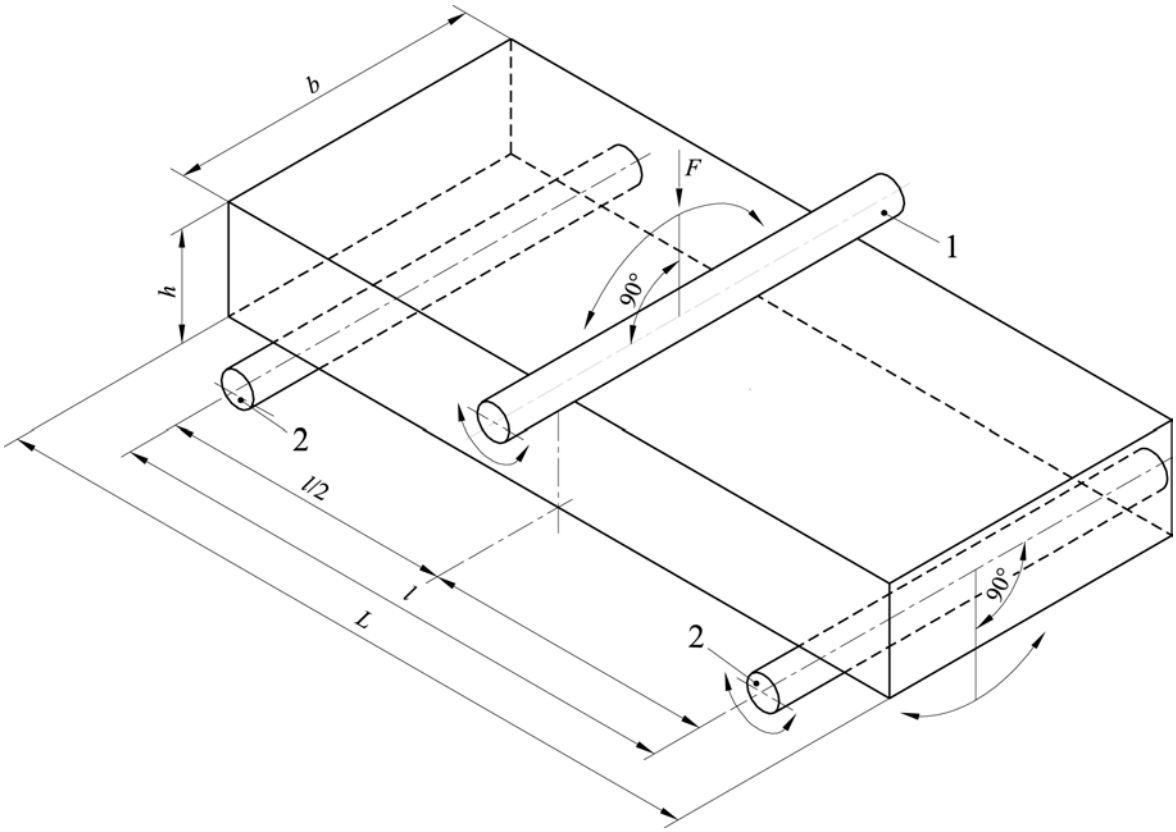
l) pour chaque éprouvette : la largeur et l'épaisseur au droit du plan de rupture ainsi que la distance entre appuis, en millimètres, à 0,1 mm près, l'orientation de la force par rapport à tout plan d'anisotropie conformément aux Figures 2 à 4, la force de rupture, en newtons, à 10 N près, la résistance à la flexion, en mégapascals, à 0,1 MPa près, l'emplacement de la rupture et toute anomalie observée ;

m) pour chaque direction de chargement, la valeur moyenne $\overline{R}_{tf}$ de la résistance à la flexion et les écarts-types, en mégapascals, à 0,1 MPa près ;

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

o) 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.

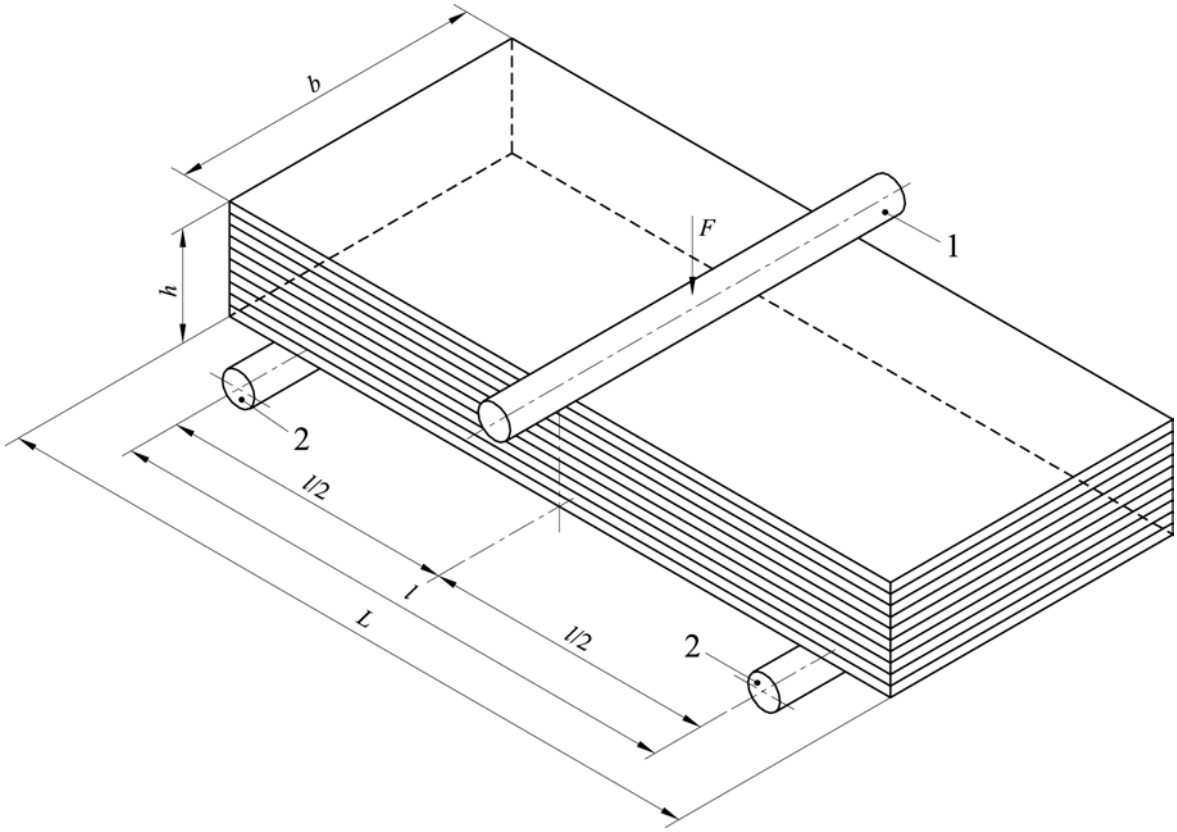



**Légende**

1 Rouleau de chargement

2 Rouleau d'appui

**Figure 1 — Disposition de mise en charge de l'éprouvette (charge centrée)**

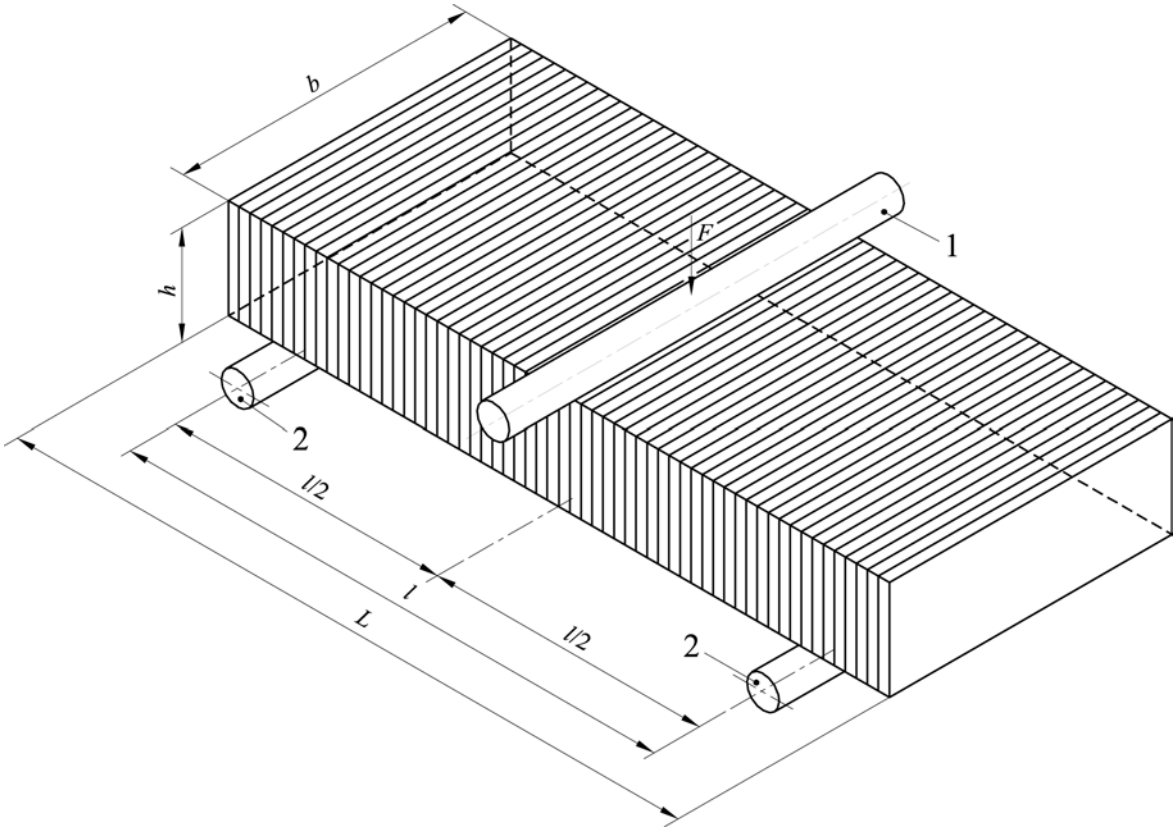



**Légende**

1 Rouleau de chargement

2 Rouleau d'appui

**Figure 2 — Disposition d'essai d'une éprouvette sur laquelle la force est exercée perpendiculairement aux plans d'anisotropie**

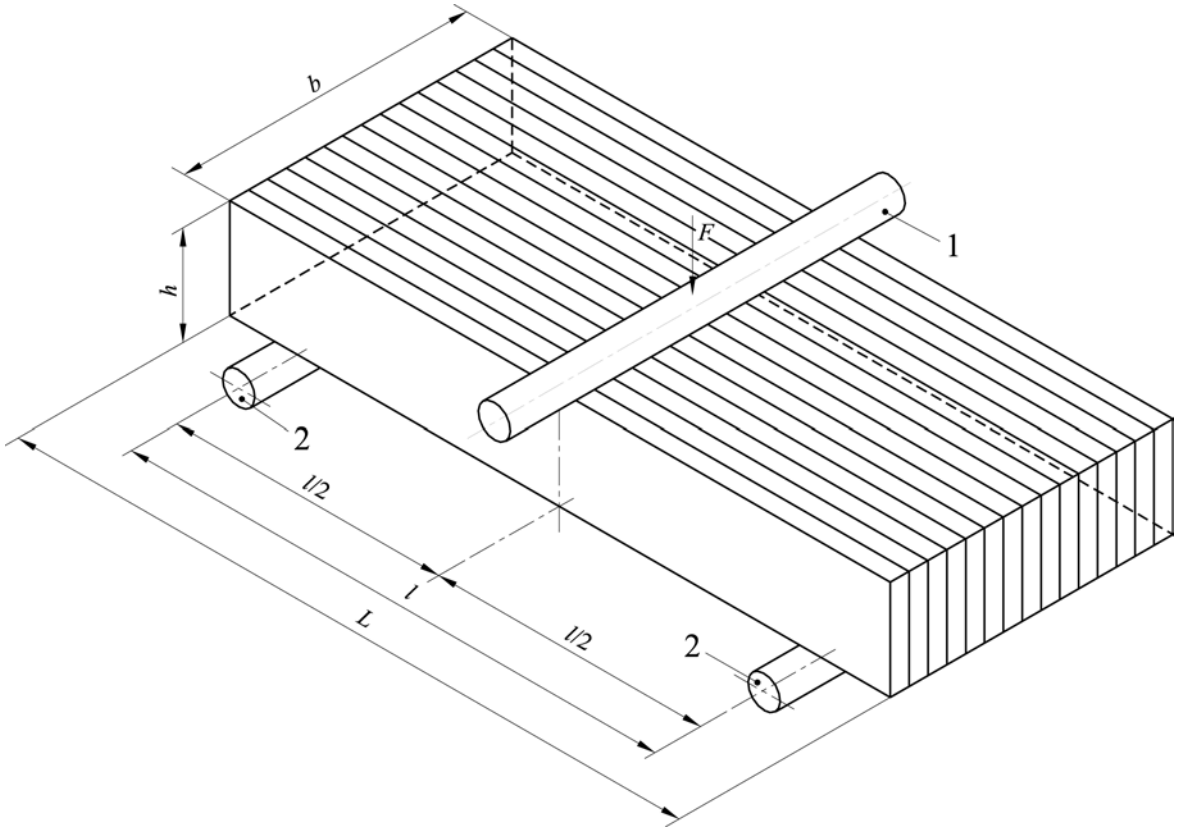



**Légende**

1 Rouleau de chargement

2 Rouleau d'appui

**Figure 3 — Disposition d'essai d'une éprouvette sur laquelle la force est exercée parallèlement aux plans d'anisotropie**




**Légende**

1 Rouleau de chargement

2 Rouleau d'appui

**Figure 4 — Disposition d'essai d'une éprouvette sur laquelle la force est exercée perpendiculairement au chant des plans d'anisotropie**

# Annexe A
(normative)

# Évaluation statistique des résultats d'essai

## A.1 Domaine d'application

La présente annexe établit une méthode d'évaluation statistique des résultats d'essai obtenus conformément aux méthodes d'essai des pierres naturelles décrites dans la présente Norme européenne.

## A.2 Symboles et définitions

| | |
|---|---|
| Valeurs mesurées | $x_1, x_2, .. x_i .., x_n$ |
| Nombre de valeurs mesurées | $n$ |
| Valeur moyenne | $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_i x_i$ |
| Écart-type | $s = \pm\sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}}$ |
| Coefficient de variation | $v = \frac{s}{\bar{x}}$ (pour les valeurs individuelles) |
| Moyenne logarithmique | $\bar{x}_{\ln} = \frac{1}{n}\sum_i \ln x_i$ |
| Écart-type logarithmique | $s_{\ln} = \pm\sqrt{\frac{\sum (\ln xi - \bar{x}_{\ln})^2}{n-1}}$ |
| Valeur maximale | Max |
| Valeur minimale | Min |
| Valeur minimale attendue | $\mathrm{E} = e^{(\bar{\mathrm{x}}_{\ln} - (k_s \cdot s_{\ln}))}$ où $k_s$ (facteur quantile) est donné dans le Tableau A.1 |
| Facteur quantile | $k_s$ voir Tableau A.1 |

## A.3 Évaluation statistique des résultats d'essai

Pour calculer la valeur moyenne $\left(\bar{x}\right)$, l'écart-type ($s$) et le coefficient de variation ($v$) on suppose une distribution normale.

Pour calculer la valeur minimale attendue ($E$), on suppose une distribution logarithmique normale. La valeur minimale attendue ($E$) correspond au quantile de 5 % pour un niveau de confiance à 75 %.

**Tableau A.1 — Facteur quantile ($k_S$) en fonction du nombre de valeurs mesurées ($n$) correspondant au quantile de 5 % pour un niveau de confiance à 75 %**

| $n$ | $k_S$ |
|---|---|
| 3 | 3,15 |
| 4 | 2,68 |
| 5 | 2,46 |
| 6 | 2,34 |
| 7 | 2,25 |
| 8 | 2,19 |
| 9 | 2,14 |
| 10 | 2,10 |
| 15 | 1,99 |
| 20 | 1,93 |
| 30 | 1,87 |
| 40 | 1,83 |
| 50 | 1,81 |
| | |
| $\infty$ | 1,64 |

Il convient que les exemples suivants contribuent à clarifier la méthode :

EXEMPLE 1 Calcul de la valeur moyenne, de l'écart-type, des valeurs maximale et minimale de six mesures :

| **Mesurage n°** | **Mesure $x$** |
|---|---|
| 1 | 2 000 |
| 2 | 2 150 |
| 3 | 2 200 |
| 4 | 2 300 |
| 5 | 2 350 |
| 6 | 2 400 |
| | -------- |
| Valeur moyenne | 2 333 |
| Écart-type | 147 |
| Valeur maximale | 2 400 |
| Valeur minimale | 2 000 |

EXEMPLE 2 Calcul de la valeur moyenne, de l'écart-type, du coefficient de variation et de la valeur minimale attendue de dix mesures :

| **Mesurage n°** | **Mesure $x$** | **(ln $x$)** |
|---|---|---|
| 1 | 2 000 | (7,60) |
| 2 | 2 150 | (7,67) |
| 3 | 2 200 | (7,70) |
| 4 | 2 300 | (7,74) |
| 5 | 2 350 | (7,76) |
| 6 | 2 400 | (7,78) |
| 7 | 2 600 | (7,86) |
| 8 | 2 750 | (7,92) |
| 9 | 2 900 | (7,97) |
| 10 | 3 150 | (8,06) |
| | --------- | --------- |
| Valeur moyenne | 2 480 | (7,807) |
| Écart-type | 363 | (0,143) |
| Coefficient de variation | 0,15 | |

Du Tableau A.1 pour : $n$ = 10 $k_s$=2,1

Valeur minimale attendue 1819

# Bibliographie


[1] EN 1925, *Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Détermination du coefficient d'absorption d'eau par capillarité.*

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

[3] EN 1936, *Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Détermination des masses volumiques réelle et apparente et des porosités ouverte et totale.*

[4] EN 12370, *Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Détermination de la résistance par un essai de cristallisation des sels.*

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

[6] EN 12407, *Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Examen pétrographique.*

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

[8] EN 12670, *Pierre naturelle — Terminologie.*

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

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

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

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

[13] EN 13919, *Méthodes d'essai pour éléments en pierre naturelle — Détermination de la résistance au vieillissement accéléré au SO2 en présence d'humidité.*

[14] EN 14066, *Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Détermination de la résistance au vieillissement accéléré par choc thermique.*

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

[16] EN 14147, *Méthodes d'essai pour pierres naturelles — Détermination de la résistance au vieillissement accéléré au brouillard salin.*

[17] EN 14157, *Pierres naturelles — Détermination de la résistance à l'usure.*

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

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

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

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

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

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