

ICS : 91.100.30

Détermination de la résistance à la flexion du béton de granulats légers à structure ouverte

Norme Marocaine homologuée

Par décision du Directeur de l'Institut Marocain de Normalisation N°.....du 2021, publiée au B.O N°.....du

La présente norme annule et remplace les NM 10.1.554 homologuées en 2009.

Correspondance

La présente norme est identique à EN 1521:1996.

Droits d'auteur

Droit de reproduction réservés sauf prescription différente aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé électronique ou mécanique y compris la photocopie et les microfilms sans accord formel. Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients de l'IMANOR, Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

Avant-Propos National

L'Institut Marocain de Normalisation (IMANOR) est l'Organisme National de Normalisation. Il a été créé par la Loi N° 12-06 relative à la normalisation, à la certification et à l'accréditation sous forme d'un Etablissement Public sous tutelle du Ministère chargé de l'Industrie et du Commerce.

Les normes marocaines sont élaborées et homologuées conformément aux dispositions de la Loi N° 12-06 susmentionnée.

La présente norme marocaine NM EN 1521 a été examinée et adoptée par la commission de normalisation Béton, mortiers et produits dérivés (060).

Elle a été reprise de la norme européenne EN avec la permission du CEN (Comité Européen de Normalisation)/CENELEC (Comité Européen de Normalisation en Electronique et en Electrotechnique) conformément à l'accord régissant l'affiliation de l'IMANOR au CEN/CENELEC.

Tous droits d'exploitation des normes européennes sous quelque forme que ce soit et par tous moyens sont réservés dans le monde entier au CEN/CENELEC et à ses membres nationaux, et aucune reproduction ne peut être engagée sans permission explicite et par écrit du CEN/CENELEC par l'IMANOR.

Tout au long du texte du présent document, lire « ... la présente norme européenne ... » avec le sens de «... la présente norme marocaine... ».

Toutes les dispositions citées dans la présente norme, relevant du dispositif réglementaire européen (textes réglementaires européens, directives européennes, étiquetage et marquage CE, ...) sont remplacés par les dispositions réglementaires ou normatives correspondantes en vigueur au niveau national, le cas échéant.

ICS 91.100.30

Descripteurs : élément préfabriqué, armature, composant, béton, granulat, essai mécanique, essai de flexion, détermination, résistance à la traction.

Version française**Détermination de la résistance à la flexion
du béton de granulats légers à structure ouverte**

Bestimmung der Biegezugfestigkeit
von haufwerksporigem Leichtbeton

Determination of flexural strength of lightweight
aggregate concrete with open structure

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 1996-10-19.

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 Secrétariat Central ou auprès des membres du CEN.

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

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Secrétariat Central : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

Sommaire

	Page
Avant-propos	3
1 Domaine d'application	4
2 Références normatives	4
3 Principe	4
4 Appareillage	4
5 Éprouvettes	5
5.1 Échantillonnage	5
5.2 Forme et dimensions des éprouvettes	5
5.3 Nombre d'éprouvettes	6
5.4 Préparation des éprouvettes	6
5.5 Examen des éprouvettes et détermination de leurs dimensions et volume	6
5.6 Conditionnement des éprouvettes	6
6 Procédure d'essais	7
6.1 Essai de flexion	7
6.2 Examen et mesure des éprouvettes après l'essai	8
7 Résultats d'essais	8
8 Rapport d'essais	9

Avant-propos

La présente norme européenne a été élaborée par le Comité Technique CEN/TC 177 «Composants préfabriqués en béton cellulaire autoclavé armé ou en béton d'agrégats légers à structure ouverte», dont le secrétariat est assuré par le DIN.

Cette norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en mai 1997, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en mai 1997.

Afin de répondre aux exigences de performances spécifiées dans la norme produit, pour les composants préfabriqués en béton de granulats légers à structure ouverte, un certain nombre d'essais normalisés est nécessaire.

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, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

1 Domaine d'application

La présente norme européenne indique le mode opératoire pour déterminer la résistance à la (traction) par flexion du béton de granulats légers à structure ouverte (LAC) conformément au prEN 1520 à l'aide d'éprouvettes prismatiques prélevées dans des composants préfabriqués.

2 Références normatives

Cette norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à la présente norme européenne uniquement que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

EN 992 Détermination de la masse volumique sèche du béton de granulats légers à structure ouverte.

prEN 1520 Composants préfabriqués en béton de granulats légers à structure ouverte.

3 Principe

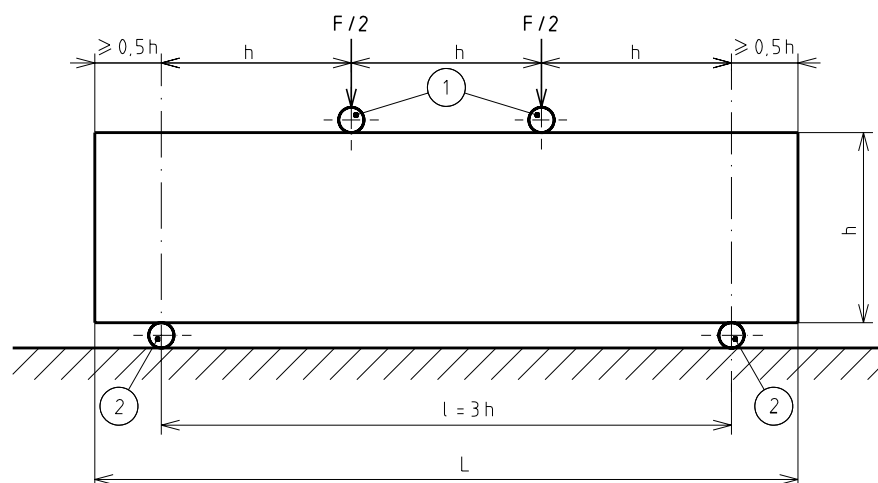
La résistance à la flexion est déterminée en appliquant un moment fléchissant uniforme, dans le tiers central de la portée d'une éprouvette prismatique reposant sur appuis simples, par des charges appliquées en deux points. La charge maximale supportée est enregistrée, et la résistance à la flexion est calculée.

4 Appareillage

- a) Toute scie permettant un découpage humide des éléments LAC armés ;
- b) un pied à coulisse, permettant de lire les dimensions des éprouvettes avec une précision de 0,1 mm ;
- c) une règle de précision d'une longueur d'environ 450 mm, des palpeurs (0,2 mm, 0,5 mm, 1,0 mm et 3 mm) et une équerre, pour vérifier la planéité et l'équerrage des éprouvettes ;
- d) une balance capable de déterminer la masse des éprouvettes avec une précision de 0,1 % ;
- e) une machine d'essai capable d'appliquer une charge de compression verticale à la vitesse uniforme exigée sans chocs ou interruption. La précision de la machine et l'indication de la charge doivent être telles que la charge ultime puisse être déterminée avec une précision de ± 2 %. Les paliers de mesure doivent être tels que la charge ultime soit supérieure au dixième du palier utilisé ;
- f) un dispositif de chargement conforme à la figure 1, pour transmettre la charge de la machine d'essai à l'éprouvette.

Le dispositif d'application de la charge doit consister en deux rouleaux d'appuis et deux rouleaux d'application de la charge. Les rouleaux doivent être fabriqués en acier et avoir une section transversale circulaire de diamètre compris entre 15 mm et 40 mm ; leur longueur doit être supérieure de 10 mm au moins à la largeur des éprouvettes. Les axes de tous les rouleaux doivent être parallèles les uns aux autres. Tous les rouleaux, à l'exception d'un des rouleaux d'appui, doivent pouvoir subir des rotations autour de leur axe longitudinal et être inclinés dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'éprouvette. Une fois l'éprouvette correctement centrée, les axes des charnières des trois rouleaux inclinables doivent se situer dans le plan vertical qui ne doit pas s'écarter de ± 1 mm de l'axe de la force de compression de la machine d'essai.

L'axe médian situé entre les rouleaux de chargement ou les rouleaux d'appui respectivement, ne doit pas s'écarter de l'axe de la machine d'essai (axe de la force de compression verticale) de ± 1 mm.



- ① Rouleaux de chargement (libres en rotation et inclinables).
② Rouleaux d'appui (l'un fixe, l'autre libre en rotation et inclinable).

Figure 1 : Dispositif de chargement

La distance l entre les centres des rouleaux d'appuis (par exemple la longueur de la portée) doit être égale à $3h$, h étant la hauteur nominale de l'éprouvette (normalement 100 mm).

Les rouleaux de chargement doivent être à distance égale entre les rouleaux d'appui comme indiqué à la figure 1.

Tous les rouleaux doivent être réglés dans leur position correcte, la précision de toutes les distances étant de ± 1 mm ;

g) une pièce ou enceinte, capable de maintenir une température de (20 ± 5) °C, pour le conditionnement des éprouvettes ;

h) une étuve ventilée, capable de maintenir une température de (45 ± 5) °C et de (105 ± 5) °C ;

i) un réservoir à eau, pour le conditionnement des éprouvettes. Un contrôle automatique de la température à (20 ± 5) °C doit être mis en place lorsque le réservoir est situé dans une pièce dont la température n'est pas contrôlée dans les limites ci-dessus.

5 Éprouvettes

5.1 Échantillonnage

L'échantillon pour la préparation des éprouvettes (généralement un élément armé préfabriqué) doit être prélevé de manière à ce qu'il soit représentatif du produit soumis à l'essai.

5.2 Forme et dimensions des éprouvettes

Les éprouvettes de référence doivent être des prismes découpés dans les éléments préfabriqués, ayant une hauteur $h = 100$ mm, une largeur $b = 100$ mm et une longueur $L = 400$ mm.

Des éprouvettes ayant d'autres dimensions peuvent être utilisées, à condition que la résistance à la flexion déterminée sur de telles éprouvettes puisse être rapportée directement à la résistance à la flexion déterminée sur des prismes de $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$.

5.3 Nombre d'éprouvettes

Un échantillon pour essais doit comporter trois éprouvettes.

5.4 Préparation des éprouvettes

Les éprouvettes doivent être prélevées dans la partie centrale, près de l'axe longitudinal de l'élément, de telle manière que leur axe longitudinal soit parallèle à celui de l'élément et que l'une des faces longitudinales coïncide avec la face du composant où les contraintes de flexion maximale vont se produire dans les conditions de service.

Si cela est possible, les éprouvettes doivent être prélevées dans un composant de 2 jours d'âge. Elles ne doivent pas contenir d'armature. Les faces des éprouvettes doivent être planes et perpendiculaires les unes par rapport aux autres.

La planéité des faces doit être vérifiée suivant leurs deux diagonales et suivant les lignes d'application des charges et des réactions d'appuis, au moyen d'une règle de précision et, si nécessaire, au moyen de palpeurs. Des écarts de plus de 3,0 mm suivant les diagonales et de plus de 0,2 mm suivant les lignes d'application des charges et des réactions d'appuis doivent être rectifiés par meulage ou par sciage.

L'angle formé pour les faces longitudinales adjacentes des éprouvettes doit également être vérifié au moyen d'une équerre et, si nécessaire, d'un palpeur à 1 mm. Des écarts d'équerrage de plus de 1 mm pour 100 mm ($\approx 0,6^\circ$) doivent être rectifiés par meulage ou par sciage.

En variante, lorsque les surfaces en contact avec les rouleaux de chargement ou les rouleaux d'appui s'écartent de pas plus de 0,5 mm d'un plan, des bandes de caoutchouc ou de cuir peuvent être utilisées pour répartir et transmettre les charges entre les rouleaux et les surfaces d'application à la place du meulage. Les bandes de caoutchouc ou de cuir doivent avoir une épaisseur constante (5 mm environ), une largeur de 25 mm, et doivent s'étendre sur toute la largeur de l'éprouvette.

5.5 Examen des éprouvettes et détermination de leurs dimensions et volume

Les éprouvettes doivent être examinées visuellement et toute anomalie constatée doit être notée.

Les dimensions des éprouvettes pour essai doivent être mesurées avec une précision de 0,1 mm à l'aide d'un pied à coulisse. Les mesurages peuvent être effectués avant ou après l'étape de conditionnement décrite en 5.6.

La largeur b et la hauteur h doivent être mesurées aux deux extrémités (respectivement b_1 et b_3 ou h_1 et h_3) et à mi-portée (respectivement b_2 ou h_2), chacune des valeurs étant égale à la moyenne de deux mesures individuelles effectuées sur deux faces longitudinales opposées.

La longueur totale L doit être mesurée suivant les axes centraux de deux faces longitudinales opposées.

Le volume V des éprouvettes individuelles doit être calculé en multipliant la moyenne arithmétique des mesures de longueur par la moyenne géométrique des mesures de largeur ($b_1 + 2b_2 + b_3$) et la moyenne géométrique des mesures de hauteur ($h_1 + 2h_2 + h_3$) / 4.

5.6 Conditionnement des éprouvettes

Après coupage, les éprouvettes doivent être laissées à sécher pendant $(1 \pm 0,5)$ h dans un air à la température de (20 ± 5) °C. Immédiatement après, elles doivent être placées dans une enveloppe étanche à la vapeur et conservées pendant 14 jours à la température spécifiée plus haut. Après cette période de conservation, l'enveloppe étanche doit être enlevée et les éprouvettes doivent être placées dans une étuve ventilée à une température de (45 ± 5) °C jusqu'à obtention d'une masse constante. La masse des éprouvettes est considérée constante si elle n'a pas varié de plus de 0,2 % dans un intervalle de séchage de 24 h.

Immédiatement après sortie de l'étuve, les éprouvettes doivent être immergées dans de l'eau potable, à (20 ± 5) °C, pendant 7 jours.

Ensuite, les éprouvettes doivent être mises à égoutter pendant $(1 \pm 0,5)$ h avant détermination de la résistance en flexion.

Juste avant l'essai, la masse humide m_{hum} des éprouvettes doit être déterminée avec une précision de 0,1 %.

NOTE : Les procédures de séchage et d'humidification spécifiées dans cet article ont pour but de simuler des conditions défavorables à la résistance en flexion dues à une fissuration par retrait et à une réduction de la résistance provoquée par saturation d'eau.

6 Procédure d'essais

6.1 Essai de flexion

Toutes les surfaces d'appui de la machine d'essai doivent être nettoyées et toute particule étrangère doit être éliminée des surfaces des éprouvettes qui doivent être en contact avec les rouleaux.

Le dispositif de chargement doit être correctement centré dans la machine d'essai de compression (voir 4 f)).

L'éprouvette doit être placée sur les rouleaux d'appui du dispositif de chargement de la machine d'essai, correctement centrée et alignée perpendiculairement aux rouleaux, et supportée sur sa face correspondant à la face du composant subissant les contraintes de traction maximales dans les conditions de service.

L'axe longitudinal de l'éprouvette ne doit pas s'écarter de ± 1 mm du plan (théorique) des charnières des rouleaux inclinables (voir 4 f)).

La charge ne doit pas être appliquée avant que tous les rouleaux chargeurs et d'appui ne soient placés régulièrement contre l'éprouvette.

Ensuite la charge peut être appliquée rapidement, mais sans choc, jusqu'à environ 50 % de la charge de rupture prévue. Ensuite et sans temps d'arrêt, la charge doit être augmentée de façon continue jusqu'à ce que la rupture se produise. L'augmentation de la charge doit être uniforme et assurer une augmentation constante de la contrainte de la fibre extrême d'environ $0,02 \text{ N/mm}^2$ par seconde, lorsque cette dernière est calculée conformément à l'article 7 (voir note).

Pour les machines d'essai à commande manuelle, toute tendance manifestée par la vitesse de mise en charge à diminuer plus on approche du point de rupture de l'éprouvette, doit être ajustée d'une manière appropriée.

Pour les machines d'essai à commande automatique, la vitesse de mise en charge doit être vérifiée régulièrement pour garantir sa constance et son maintien au niveau requis.

La charge maximale indiquée doit être enregistrée.

NOTE : La vitesse de mise en charge de la machine d'essai exigée pour les éprouvettes d'une section carrée est donnée par l'équation (1) :

$$R = s h^2/3 \quad \dots (1)$$

où :

R est la vitesse de la mise en charge, en newtons par seconde ;

s est la contrainte spécifiée ($s = 0,02$), en newtons par millimètre carré par seconde ;

h est la hauteur nominale de l'éprouvette, en millimètres.

Pour les éprouvettes de référence d'une section carrée de $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ et d'une portée de 300 mm , l'augmentation de la contrainte spécifiée est atteinte en augmentant la charge F à une vitesse de 70 N/s environ.

6.2 Examen et mesure des éprouvettes après l'essai

L'éprouvette rompue doit être examinée, et tout aspect du LAC et type de fracture inhabituels doivent être notés.

La hauteur h_{fr} et la largeur b_{fr} de la section transversale au droit de l'emplacement de la rupture doivent être mesurées à 0,1 mm près, chaque valeur correspondant à la valeur moyenne de deux mesurages, effectués sur deux faces longitudinales opposées.

Ultérieurement, les éprouvettes doivent être séchées à $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$, afin de déterminer la masse volumique sèche du LAC sur la base de l'EN 992 et de vérifier son taux d'humidité. On doit prendre soin de ne pas perdre de LAC avant que les pesages finaux soient effectués.

7 Résultats d'essais

La résistance à la flexion des éprouvettes doit être calculée à l'aide de l'équation (2) :

$$f_{cf} = \frac{Fl}{b_{fr}h_{fr}^2} \quad \dots (2)$$

où :

f_{cf} est la résistance à la flexion, en newtons par millimètre carré ;

F est la charge maximale de rupture, en newtons (voir note) ;

l est la portée, en millimètres ;

b_{fr} et h_{fr} sont les dimensions de la section transversale de l'éprouvette au droit de la rupture, en millimètres (voir figure 1).

La résistance à la flexion de chaque éprouvette ainsi que la valeur moyenne doivent être exprimées à 0,01 N/mm² près.

La masse volumique sèche du LAC doit être calculée à l'aide de l'équation (3) :

$$\rho = \frac{m_d}{V} \quad \dots (3)$$

où :

ρ est la masse volumique sèche, en kilogrammes par mètre cube ;

m_d est la masse sèche de l'éprouvette rompue suivant 6.2, en kilogrammes ;

V est le volume de l'éprouvette suivant 5.5, en mètres cubes.

La masse volumique sèche de chacune des éprouvettes et la valeur moyenne doivent être indiquées à 10 kg/m³ près.

Le taux d'humidité du LAC doit être calculé à l'aide de l'équation (4) :

$$\mu_m = 100 \cdot \frac{m_{hum} - m_d}{m_d} \quad \dots (4)$$

où :

μ_m est le taux d'humidité rapporté à la masse, en pourcentage ;

m_{hum} est la masse de l'éprouvette à l'état humide suivant 5.6, en kilogrammes ;

m_d est la masse sèche de l'éprouvette rompue selon 6.2, en kilogrammes.

Le taux d'humidité en pourcentage de la masse de chacune des éprouvettes et la valeur moyenne doivent être indiqués à 0,1 % près.

NOTE : Le poids de l'éprouvette n'est pas inclus. En fonction de la machine d'essai et du dispositif de chargement, le poids de ce dernier, ou d'une partie, n'est pas toujours inclus dans la charge maximale de rupture indiquée. C'est pourquoi il peut être nécessaire de la prendre en compte en calculant la résistance à la flexion.

8 Rapport d'essais

Le rapport d'essais doit contenir les éléments suivants :

- a) l'identification du produit ;
- b) la date de fabrication ou un autre code ;
- c) l'âge de l'échantillon au moment de la préparation des éprouvettes ;
- d) l'endroit et la date de l'essai, le laboratoire où a été effectué l'essai, et la personne responsable ;
- e) l'indice et la date de parution de la présente norme européenne ;
- f) les dimensions et la position relative des éprouvettes dans l'élément ;
- g) la résistance à la flexion de chacune des éprouvettes ainsi que la valeur moyenne ;
- h) la masse volumique sèche de chaque éprouvette ainsi que la valeur moyenne ;
- i) le taux d'humidité de chacune des éprouvettes et la valeur moyenne ;
- j) les observations sur l'aspect des éprouvettes s'il est inhabituel, avant et après l'essai de résistance à la flexion, l'aspect de la rupture, et l'emplacement de cette dernière à distance des rouleaux de chargement ;
- k) le cas échéant, toute divergence par rapport à la présente méthode d'essai normalisée ;
- l) une déclaration de la conformité de l'essai effectué à la présente norme européenne, sauf pour ce qui concerne les détails donnés en 8 l).