



# Mode opératoire pour la réalisation d'essais de résistance sur blocs de terre comprimée

(Test method for strength tests on blocks of compressed earth)

préparé par M. Olivier, A. Mesbah, Z. El Gharbi, J.C. Morel

Laboratoire Géomatériaux de l'ENTPE, D.G.C.B, U.R.A. du CNRS, n°1652

**Membres du TC:** Président : A. Hakimi, Maroc ; **Secrétariat :** M. El Kortbi, Maroc ; N. Yamani, Maroc ; **Membres :** A. Acharhabi, Maroc ; M. Ayeb, Maroc ; N. P. Barbosa, Brésil ; E. H. Bartali, Maroc ; R. Bouqartacha, Maroc ; A. Cherrabi, Maroc ; P. Dencause, Maroc ; S. El Amine, Maroc ; A. Gilbert, Italie ; S. Jalali, Portugal ; A. Labib, Maroc ; A. Lahbabi, Maroc ; M. Martin, Burkina Fasso ; R. Mattone, Italie ; A. Mesbah, France ; M. Olivier, France ; H. Ouissi, Maroc ; B. Pignal, France ; S. Sanfo, Burkina Fasso ; Z. Sekkat, Maroc ; A. Thiombiano, Burkina Fasso.

## FOREWORD

This test method was examined and approved by the members of TC 164-EBM during their Spring 1996 meeting in Casablanca. Its publication will allow wider distribution. It can be tested in other laboratories, permitting discus-

sions which will lead to the finalization of a test method for strength tests on blocks of compressed earth. Suggestions or comments on this test method should be sent to the Chairman of TC 164-EBM, Mr. Ahmed Hakimi, LPEE, 25 rue d'Azilal, Casablanca, Morocco.

## AVANT PROPOS

Le présent mode opératoire a été examiné et approuvé par les membres du TC EBM, à l'occasion de leur réunion d'avril 1996 à Casablanca. Cette publication permettra d'assurer sa plus large diffusion. D'autres laboratoires pourront le tester et ainsi permettre une discussion qui pourra déboucher sur la mise au point d'une méthode d'essais de résistance sur blocs de terre crue comprimée. Toute suggestion ou observation sur l'utilisation faite de ce mode opératoire devra être transmise au président du TC EBM, Monsieur Ahmed Hakimi, LPEE, 25 rue d'Azilal, 20000 Casablanca, Maroc.

Pour valider les procédures d'essais, de nombreux essais de comparaison ont été réalisés avec différents matériaux, pour lesquels les identifications et les paramètres de mise en œuvre ont été très précisément enregistrés afin de vérifier la reproductibilité des résultats. D'autre part, des essais ont été faits dans d'autres laboratoires, notamment au LPEE [1], avec notre procédure, permettant ainsi de vérifier la faisabilité de notre proposition.

Cet article a pour objectif de proposer deux modes opératoires pour réaliser les essais mécaniques de compression et de traction sur blocs parallélépipédiques de terre crue compressée destinés à être utilisés dans les murs ou les structures en maçonnerie de terre. Ces essais ont été mis au point à partir d'essais sur éprouvettes cylindriques [2, 3, 6].

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Contexte général de l'étude

Les blocs de terre crue compressée constituent depuis une ou deux décennies une nouvelle alternative aux matériaux de construction classiques tels que le béton ou l'acier. Bien que la méthodologie de fabrication des blocs ait été maîtrisée et que les matériels aient été conçus pour permettre l'obtention d'un produit fiable et performant, il n'existe pas encore de norme d'essai reconnue de manière universelle pour évaluer la résistance en compression et en traction de ces blocs.

Ces essais peuvent également être appliqués à des éprouvettes de mortier de terre coulées dans des moules adéquats.

### 1.2 Définition des produits

Les blocs de terre crue ou de terre éventuellement additionnée de liants sont des produits obtenus par compactage statique ou dynamique, à l'aide de presses spécialement conçues [5].

La terre utilisée pour leur fabrication doit être tamisée de manière à ce que le diamètre du plus gros grain ne dépasse pas le cinquième de la hauteur du bloc. Les blocs sont de structure homogène et ne doivent pas comporter de fissures visibles à l'œil nu. Ils ont la forme d'un parallélépipède rectangulaire, dont les dimensions courantes sont :  $29 \times 14 \times 10$  ou  $22 \times 11 \times 7$  cm<sup>3</sup>.

## 2. TECHNIQUE DES ESSAIS ET MESURES

Les essais mécaniques s'appliquent indifféremment sur les blocs secs ou ayant subi un essai de remontés capillaires ou d'immersion.

On remarque que les résultats sont étroitement liés aux chemins de sollicitations pendant la fabrication et la cure des matériaux [4]. Pour cela, il est indispensable d'enregistrer tout les renseignements relatifs aux chemins de compactage et de séchage des blocs pour pouvoir interpréter et analyser les résultats trouvés dans les essais mécaniques. Les résultats d'essais doivent donc mentionner les dimensions, l'âge, la teneur en eau résiduelle et la densité sèche des échantillons.

Les blocs doivent être pesés (à 5 g près) et mesurés précisément (à 0,5 mm près) avant essai, et la teneur en eau résiduelle doit être évaluée après essai. Les échantillons prélevés sur l'ensemble des blocs doivent avoir une densité sèche identique, seule une variation de 1% maximum est tolérée entre blocs d'un même échantillonnage.

### 2.1 Essai de compression simple

#### 2.1.1 Principe

L'objet de cet essai est de déterminer la résistance nominale en compression simple des blocs de terre crue compressée. Il s'agit de soumettre un échantillon constitué de deux demi-blocs superposés et collés par un joint de mortier de terre à une compression simple jusqu'à la rupture.

#### 2.1.2 Mode opératoire

- Couper les blocs en deux. Pour cela, un essai de traction (§ 2.2) pourra être réalisé au préalable.
- Les superposer et les coller par un fin joint de mortier (1 cm max.) en les humidifiant légèrement.
- Laisser sécher l'éprouvette 2 à 3 jours à température ambiante.
- Placer une membrane de Néoprène graissée sur une plaque en Téflon et disposer le tout sur le plateau inférieur de la presse (cet ensemble constitue un système anti-fretage qui autorise les déplacements transversaux libres de l'échantillon).

- Poser sur cet ensemble l'échantillon constitué des deux demi-blocs, et placer un deuxième ensemble constitué d'une membrane de Néoprène graissée et d'une plaque de Téflon.

- Centrer l'ensemble (les deux demi-blocs et le système anti-fretage) entre les plateaux rotulés de la presse.

- Appliquer la charge d'une manière continue et sans à coup, à une vitesse régulière de 0,02 mm/s jusqu'à rupture complète de l'échantillon.

- Relever la charge maximale supportée par l'échantillon au cours de l'essai.

#### 2.1.3 Expression des résultats

La résistance à la compression des blocs est donnée par la formule  $R_c = 10 \times F/S$  dans laquelle :

$R_c$  : résistance à la compression des blocs en mégapascal (MPa)

F : charge maximale supportée par les deux demi-blocs en kilonewtons (kN)

S : surface moyenne des faces d'essai en centimètres carrés (cm<sup>2</sup>) (les surfaces n'étant pas toujours régulières, on prendra la surface commune en contact).

La résistance à la compression moyenne des blocs est la moyenne arithmétique des résistances à la compression d'au moins trois essais réalisés sur des échantillons d'un même lot.

### 2.2 Essai de traction

#### 2.2.1 Principe

Cet essai est dérivé de l'essai de traction par fendage (essai Brésilien [6, 7]). Il s'agit de soumettre le bloc à une compression le long de deux baguettes situées de part et d'autre d'un bloc, ce qui se traduit par une contrainte de traction suivant une facette verticale passant entre ces deux baguettes.

#### 2.2.2 Mode opératoire

- Fabriquer deux baguettes de section carrée de 1 cm de côté, en plastique rigide et de longueur un peu supérieure à la largeur du bloc à tester.

- Poser une baguette au milieu du plateau de la presse, dont le diamètre est supérieur à la largeur du bloc.

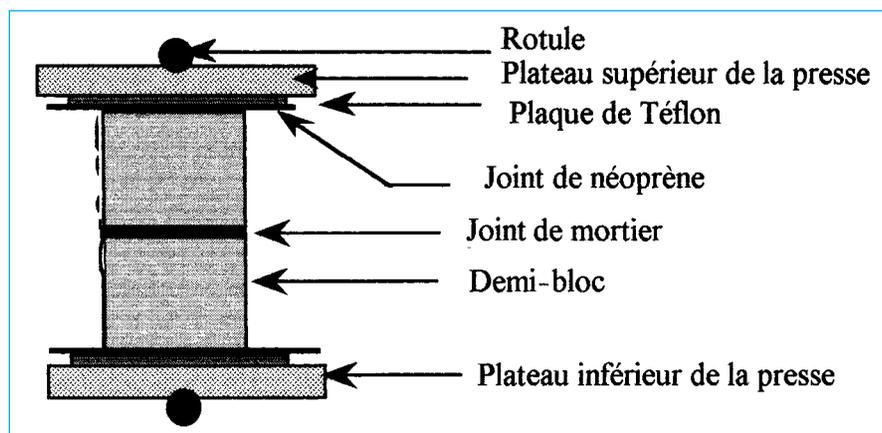


Fig. 1 – Schéma du principe de l'essai de compression.

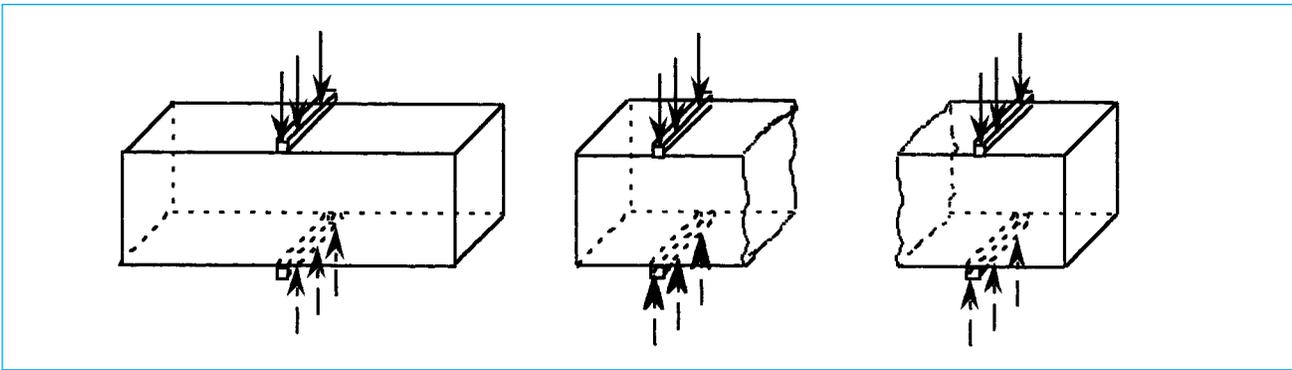


Fig. 2 – Schéma de principe de l'essai de traction.

- Poser le bloc au milieu de sa grande face inférieure sur la baguette ; celui-ci doit se maintenir en équilibre.
- Poser la deuxième baguette parallèlement à la première sur la face supérieure du bloc ; de même, le plateau d'appui doit être de diamètre supérieur à la largeur du bloc.
- Appliquer la charge d'une manière continue et sans à coup, à une vitesse régulière de 0,002 mm/s jusqu'à la rupture de l'échantillon en deux parties.
- Refaire les mêmes opérations sur les deux demi-blocs obtenus précédemment. Un seul bloc permet donc de réaliser trois valeurs de traction.

### 2.2.3 Expression des résultats

La résistance à la traction par fendage des blocs est donnée par la formule :

$$R_t = 0,9 \times 10 \times 2 F / \pi l e \quad \text{ou} \quad R_t = 18 F / \pi l e$$

dans laquelle :

$R_t$ : résistance à la traction des blocs en mégapascal (MPa)

$F$ : charge maximale supportée par les deux demi-blocs en kilonewtons (kN)

$l$ : largeur du bloc en centimètres (cm)

$e$ : épaisseur du bloc en centimètres (cm).

La résistance à la traction moyenne des blocs est la moyenne arithmétique des résistances à la compression d'au moins trois essais réalisés sur des échantillons d'un même lot.

## 3. CONCLUSION

Nous avons présenté des essais simples à réaliser, ne demandant pas de matériels importants, donc facilement

utilisables par des laboratoires de mécanique. Ces essais nécessitent simplement une presse d'essai ayant une vitesse minimale de déplacement de l'ordre de 0,002 mm/s.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Hakimi, A., Yamani, N. et Ouissi, H., 'Résultats d'essais de résistance mécanique sur échantillon de terre comprimée', *Mater. Struct.* **29** (1996) 600-608.
- [2] Olivier, M., 'Le matériau terre : compactage, comportement, application aux structures en blocs de terre', Thèse de Doctorat, INSA Lyon, N° d'ordre 94 ISAL 0004, janvier 1994.
- [3] Olivier, M. et Mesbah, A., 'Le matériau terre - L'essai de compactage statique pour la fabrication de briques de terre crue compressée', *Bulletin de Liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées*, **146** (nov-déc 1986) 34-37.
- [4] Olivier, M., Mesbah, A. et Adam, W., 'The influence of the mixing and the type of press on the making of the compacted earth bricks', Third CIB RILEM Symposium (INFONAVIT, Nov. 1989), Mexico, Mexique, 578-588, ISBN 968-6433-01-05.
- [5] ALTECH, 'Guide d'utilisation de la presse Géo 50', LGM École Nationale des Travaux Publics de l'État, Vaulx-en-Velin, France, 1988.
- [6] Guimera, S., 'Les essais de traction adaptés au matériau terre', Travail de fin d'études, LGM-École Nationale des TPE, Vaulx-en-Velin, France, 1992.
- [7] Lavoc, 'Essai de compression diamétrale appliquée aux enrobés hydrocarbonés', Mandat de recherche OFR 27/81, Rapport n° 17.84, EPFL, Lausanne, Suisse, Déc. 1984.