

Comportement mécanique des joints interfaciaux des armatures végétales à structure périodique dans le béton : cas du rônier dans les poutres fléchies

Sohounhloué A.Y.J.¹, Gbaguidi Aïssè. G. L.¹, Foudjet A. E.² et Galimard P.³

- (1) **Etablissement** : Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, Bénin / e-mail : s.agbecin@yahoo.fr
(2) **Encadreur académique** : Professeur Titulaire des Universités, CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun
(3) **Encadreur Professionnel** : I2M-GCE Université de Bordeaux

1. Objectif général

Etudier les joints interfaciaux des armatures de rônier à structure périodique dans le béton.

2. Objectifs spécifiques (OS)

OS1 : Identifier les meilleurs assemblages entre deux armatures de rônier

OS2 : Etudier ces différents assemblages

OS3 : Examiner leur comportement dans le béton

3. Hypothèses

La meilleure connaissance du comportement de la zone de recouvrement des armatures de rônier à structure périodique facilitera l'utilisation efficiente de cette ressource comme armatures végétales dans le béton pour l'habitat économique en zone rurale.

4. Méthodologie

- Zone de prélèvement du rônier (*Borassus aethiopicum mart*)

Les palmiers rônier qui ont servi à réaliser ces travaux proviennent de la forêt de Pahou-Ahazon située à environ 6 km à l'Est de Ouidah et 40 km à l'Ouest de Cotonou (Bénin). Le genre de borassus abattu est le mâle. Après abattage, le stipe a été tronçonné, fendu en lattes et conditionnés à un taux d'humidité d'environ 12 %. Ensuite ces lattes ont été sciées en armature de section 20x20mm².

- Nature des composantes du béton

Pour la fabrication du béton, le ciment utilisé est du type CPJ 35 et provient de la société Lafarge. Les granulats sont constitués de gravier roulé provenant de la région du Mono et du sable alluvionnaire provenant des côtes du sud du Bénin. L'eau utilisée provient de la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB) ; C'est une eau pure inodore et débarrassée

de toutes substances chimiques susceptibles de nuire à la résistance du béton. Pour la composition du mélange, nous avons réalisé une formulation par la méthode de Dreux-Gorisse.

- Essais de flexion quatre points

Le but de l'essai est de déterminer la rigidité moyenne de toutes les poutres. Le dispositif expérimental utilisé est constitué d'une presse hydraulique d'une capacité de 20 tonnes à charge et d'un comparateur de 10mm de course et de précision 0,01 mm. Les éprouvettes réalisées sont des poutres en béton armé de rônier de dimension 910x150x150 mm³. Elles se subdivisent en 6 types de poutres à savoir :

- 1) Poutres témoins : Ce sont des poutres ordinaires constituées de deux armatures de rônier continues de section 20x20 mm² dans la zone tendue du béton et de deux files d'acier de construction HA 6 dans la zone comprimée. Le tout relié par des armatures transversales HA 6 ;
- 2) Poutres en béton armé de rônier interrompu : ces poutres diffèrent des précédentes par le fait que les armatures de rônier ne sont pas continues mais sont plutôt interrompues à mi-portée ;
- 3) Poutres en béton armé de rônier recouvert à l'aide de fil de fer : ici, les armatures de rônier sont attachées avec du fil de fer recuit sur une longueur de 30 cm ;
- 4) Poutres en béton armé de rônier assemblé par pointes : dans ce cas, l'assemblage est réalisé à l'aide des pointes d'acier de 6 mm sur une longueur de 30 cm ;
- 5) Poutres en béton armé de rônier assemblé à l'aide de profilés métalliques plats : pour ces types de poutres, l'organe de liaison est une plaque

métallique et l'assemblage a été réalisé avec la colle sikadure 330 ;

- 6) Poutres en béton armé de rônier assemblé à l'aide de profilés métalliques en U : ici l'organe de liaison est une plaque métallique en forme de U et le liant est la colle sikadure 330.

- Essais pull out

Le but de l'essai est d'étudier l'adhérence entre l'armature de rônier et le béton. La machine d'essai utilisée est une presse hydraulique de marque MTS Critérium de capacité 5 tonnes en charge. Elle est constituée d'un bâti de chargement, d'un contrôleur de bâti électronique et du logiciel Test Works. Lors de l'essai, les mors supérieurs de la presse retiennent l'éprouvette à travers un trou de 30 mm de diamètre réalisé sur le plateau supérieur du bâti. Un serre-joint permet de maintenir intimement le contact entre l'éprouvette et le plateau.

Deux capteurs LVDT de 10mm de course et de précision 0,25% sont placés de part et d'autre de l'éprouvette et mesurent le déplacement du rônier par rapport au béton. Ils sont reliés à des supports qui sont collés au béton. Leur extrémité est posée sur une plaque métallique reliée à l'armature de rônier. Un autre capteur LVDT de 7 mm de course est posé sur le rônier et mesure le déplacement de ce dernier en fond d'ancrage. La vitesse de chargement vaut 0,5 mm/mn. Les 24 éprouvettes confectionnées sont constituées d'armatures de rônier de sections 20x20 mm² noyées respectivement dans un prisme de béton de dimension 200x200x200 mm³ et 100x100x100 mm³.

Ces armatures sont recouvertes sur une longueur bien précise de gaine en plastique afin de limiter l'effet de la non-répartition uniforme de la contrainte de cisaillement tout au long de l'interface.

- Essais de traction directe sur les éprouvettes de rônier assemblé

Le but de l'essai est d'observer le comportement de la zone de recouvrement. Le dispositif expérimental utilisé à cet effet est constitué d'une presse électromécanique de marque MTS et de capacité 20 kN ; de caméra de marque Pike et de précision 4500 Pixels ; de lampe d'éclairage ; de 2 trépieds ; d'une acquisition presse mécanique et d'une acquisition caméra.

Les 12 éprouvettes réalisées sont constituées de deux armatures de rônier de longueur 210 mm et de section 20x20 mm² assemblées soit à l'aide de deux profilés métalliques, soit à l'aide de deux plaques de rônier dont le liant est la colle Sikadure 330. Les

plaques de rônier ont pour dimension 80x20x10 mm³ et les plaques métalliques 80x20x2 mm³.

5. Résultats

R1.1 : Le module de Young des poutres armées de rônier assemblé par collage avec le tuyau de fer galvanisé en forme de U ou de lames est supérieur à celui des autres poutres armées d'armatures de rônier (par clous, continues, par fil de fer, et interrompues).

R1.2 : La présence du tuyau de fer galvanisé par collage sur la surface de contact du rônier dans la zone de recouvrement augmente le module.

R2.1 : L'interface rônier-béton présente une première phase d'adhérence parfaite entre le rônier et le béton ; suivi d'une deuxième phase de perte progressive d'adhérence et une troisième phase de frottement qui se poursuit jusqu'à la sortie de l'armature du béton.

R2.2 : Le taux d'adhérence rônier-béton est de l'ordre de 1 MPa et est voisin de celui de l'acier rond lisse-béton.

R2.3 : Ce taux décroît avec la longueur d'ancrage mais croît faiblement avec la résistance du béton.

R3.1 : La contrainte de rupture des éprouvettes assemblées à l'aide des profilés métalliques est supérieure à celles assemblées à l'aide des plaques de rônier.

R3.2 : Une longueur de recouvrement de 500 mm permet d'assurer une liaison maximale entre les substrats.

R3.3 : Les plaques de rônier s'endommagent après la rupture des éprouvettes alors que les plaques métalliques restent encore intactes

6. Discussion

Les résultats issus de ces travaux indiquent que les meilleurs assemblages entre deux armatures de rônier sont les assemblages réalisés avec des plaques métalliques dont le liant est la colle époxy. Toutefois ces armatures restent confrontées à un réel problème qui est l'adhérence avec le béton. D'après les travaux de Gbaguidi Aissè et al. (Gbaguidi Aissè et al., 2011), ce problème d'adhérence pourrait être résorbé en réalisant des crénelures sur la surface des armatures. Tout ceci augure donc d'un bel avenir quant à l'utilisation de cette matière ligneuse comme armature dans les ouvrages en béton armé en lieu et place de l'acier, pour l'habitat économique en zone rurale.

7. Recommandations

La réalisation des poutres en béton armé de rônier de grande portée (supérieure à 3 m) est désormais possible.

La mise en œuvre d'un prototype permettra d'étudier l'effet du vieillissement du joint de colle et d'observer sa tenue dans le temps.

Mots clés : *Béton, Armature végétale, rônier, joints, profilé métallique*

Cette thèse de Doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi dans la spécialité «matériaux et structures» a été soutenue à l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), le 7 Décembre 2017 en République du Bénin.