



HAL
open science

Caractérisation et qualification du renforcement en TFC de dalles béton armé endommagées

Duc-Tam Nguyen, Ali Limam, Jean-François Georgin, Jean-Marie Reynouard,
Gérard Michel, Daniel Dauffer

► To cite this version:

Duc-Tam Nguyen, Ali Limam, Jean-François Georgin, Jean-Marie Reynouard, Gérard Michel, et al..
Caractérisation et qualification du renforcement en TFC de dalles béton armé endommagées. 7e
colloque national en calcul des structures, CSMA, May 2005, Giens, France. hal-01814811

HAL Id: hal-01814811

<https://hal.science/hal-01814811>

Submitted on 13 Jun 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

Caractérisation et qualification du renforcement en TFC de dalles béton armé endommagées

D.T Nguyen, A. Limam, J.F Georgin, J.M Reynouard, G. Michel, D. Dauffer

*URGC-Structures, INSA de Lyon,
34, Avenue des Arts
69621 Villeurbanne
nguyenductam40xf@yahoo.fr*

RÉSUMÉ. Ce papier présente une étude expérimentale sur le comportement des dalles en béton armé (BA) renforcées par des bandes de tissus de fibres de carbone (TFC). Ces dalles BA sont préalablement endommagées par des sollicitations de membrane et de flexion dans les deux directions. Cette étude constituera une base de données qui a pour but de valider le procédé de renforcement des dalles BA visant une application pour des coques des aéroréfrigérants. Cette étude donne des idées sur des gains au terme de rigidité et de capacité portante apportés aux structures par le renforcement en TFC.

ABSTRACT. This paper presents an experimental investigation into the behaviour of the repaired reinforced concrete (RC) slabs by the fibre reinforced polymer (FRP) composite strips. These slabs are pre-damaged by the membrane and bending loads in two directions. This study supplies one data base to valid the procedure of reinforcement focusing an application for the shell of the cooling towers. This research estimates also the profit of the reinforcement in term of global rigidity and bearing capacity of the slabs on the collapse behaviour.

MOTS-CLÉS: Renforcement, Réparation, TFC, Aéroréfrigérant, Dalle BA.

KEYWORDS: Reinforcement, Repair, Retrofit, FRP composite, Cooling tower, RC slab.

1. Introduction

Dans des années récentes, l'utilisation de la technologie de polymère composite pour la réparation et renforcements des structuraux systèmes est de venue une mode. Une des applications avec succès est l'utilisation des externes composites renforcement pour la réparation et la réhabilitation des colonnes en béton armé dans les deux sismique et corrosif environnements [Mosallam, 2000]. Ce champ d'application s'élargit de plus en plus aux autres types de structures comme des poutres [Chafika, 1998] et des dalles [Ayman et al., 2003] où les bandes composites sont collées sur leur surface tendue dans l'espoir de réparer et d'améliorer leur capacité portante en flexion.

Afin de mieux cerner le comportement des structures de type dalles ou coques en béton armé, fissurées puis renforcées par des bandes de tissus à base de fibres de carbone (TFC), sous différentes combinaisons de sollicitations de membranes et de flexion, un programme d'expérimentation financé par EDF SEPTEN GC est lancé sur le banc d'essais de l'INSA de Lyon conçu dans le cadre de la thèse de Ion Pascu étudiant des dalles en béton armé saines [Pascu et al., 1995]. Ce dispositif d'essais permet de tester des dalles en béton armé de grandes dimensions soumises à des combinaisons d'efforts de membrane et de flexion dans les deux directions.

Cet investissement scientifique vise une élaboration de procédures de renforcement des ouvrages de type coque et fournisse une base de donnée pour la qualification de méthodologies de calcul du comportement d'ouvrages en béton armé, renforcés suivant ces procédés.

2. Programme d'expérimentation

2.1 Dispositif d'essais

Le dispositif d'essais est un system auto-équilibré dont le principe de fonctionnement est similaire à celui du system de précontraint extérieur. Ce banc d'essais comprend deux principales parties: le spécimen BA et le système mécanique de chargement contenant 12 vérins hydrauliques fixés sur les deux faces du spécimen dans les deux directions orthogonales (figure 1.a).

Les barres de chargement travaillent uniquement en traction et en compression grâce aux deux rotules à leurs extrémités. Le moment appliqué résulte des forces dans les barres chargement et de leur excentricité par rapport au plan moyen du spécimen (figure 1.b).

Dans ce dispositif d'essais, la dalle BA est maintenue en position verticale et supportée par deux appuis dans l'axe vertical de symétrie de la dalle. Les bords du spécimen sont libres.

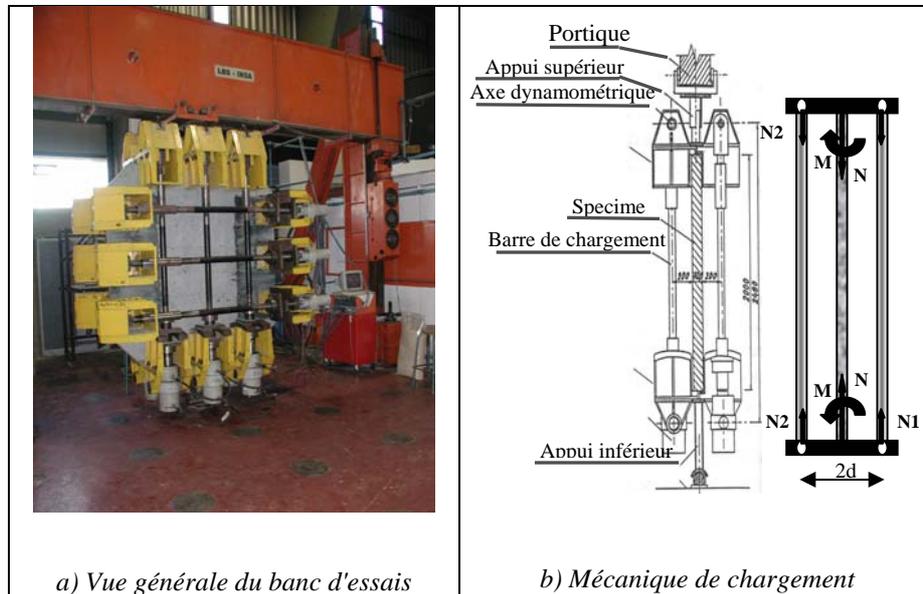


Figure 1. Dispositif d'expérimentation

2.2 Spécimens et caractéristiques des matériaux

Les spécimens sont des dalles en béton armé de dimensions de 2m x 2m et de 0.1m d'épaisseur. Cette dalle représente une facette élémentaire d'un élément coque de l'aéroréfrigérant.

Le ferrailage du spécimen est composé de deux nappes de barres d'acier HA espacées de 10cm dans les deux directions. Dans la zone périphérique du spécimen, le double taux de ferrailage est prévu pour éviter des concentrations excessives des efforts qui peuvent engendrer la ruine prématurée lors de la transmission des forces des vérins. Le diamètre des barres est de 8mm pour la dalle N°1 et de 6mm pour la dalle N°2.

Les caractéristiques du béton sont obtenues des essais de compression et de fendage des éprouvettes cylindriques de 11x22cm. Sa résistance en compression est de l'ordre de 43MPa et sa résistance en traction est de l'ordre de 5,5MPa. Les caractéristiques du TFC sont données dans le tableau suivant:

Composite	E (GPa)	σ_L (MPa)	σ_T (MPa)	e (mm)
TFC	105	1400	580	0,43

Tableau 1. Caractéristiques du TFC

2.3 Procédés d'expérimentation et renforcements en TFC

La dalle en béton armé sain est d'abord chargée par une compression verticale. Cette compression est maintenue constante pendant que l'application du moment de flexion horizontal jusqu'au voisinage de sa capacité portante. Puis la dalle est déchargée pour le collage des lamelles de TFC sur sa face tendue due à l'effet de moment de flexion. Ensuite, le test de la dalle réparée est réalisé pendant lequel la compression verticale est toujours constante mais le moment de flexion est appliqué jusqu'à la ruine de la dalle.

La dalle N°1 est renforcée seulement par deux bandes TFC de largeur de 300mm et de longueur de 1400mm. Le renforcement de la dalle N°2 comprend deux parties, le renforcement local est pour renforcer les bords verticaux et le renforcement principal contenant deux bandes TFC de 300mm de largeur.

3. Résultats expérimentaux

Le comportement de deux dalles béton armé est similaire, il s'agit d'un comportement élasto-plastique classique. Les fissures verticales sont observées seulement lorsque le moment de flexion atteint la valeur de 4kNm/m celui-ci correspond à une flèche de 1/1500 de la largeur. Le nombre des fissures est augmenté avec la croissance du moment. Ces fissures sont espacées régulièrement de 10cm qui est égale à la distance entre les barres d'acier.

Pour la dalle BA N°1, elle est d'abord chargée jusqu'à un moment de 16kNm/m correspondant à 75% de la capacité portante de dalle béton armé puis elle est déchargée pour la réparation. Le test de la dalle N°1 réparée avec TFC enregistre une capacité ultime de 22kNm/m (figure 2). Il est nécessaire de noter qu'il y a deux fissures majeures apparues aux extrémités des bandes composites. Cette limite coïncide avec la frontière entre les deux zones de rigidités différentes La ruine de cette dalle est provoquée par l'ouverture excessive de ces deux fissures majeures.

La configuration de renforcement de la dalle N°1 a fait augmenter la rigidité globale de 60% et également la capacité portante de 30%. Toutefois ce procédé de renforcement n'a pas encore mobilisé toute la capacité des matériaux car la déformation de l'acier reste encore faible (4700 μ D) et la contrainte de compression dans le béton comprimé est encore loin de sa résistance.

Pour la dalle N°2, cette dalle BA est premièrement chargée jusqu'à 20kNm/m atteignant 92% de sa capacité portante. Son comportement global présente un grand palier de plastification avec une flèche de 28mm (figure 3). Après la réparation, la capacité portante maximale est de 30kNm/m correspondant à un gain de 50% par rapport à celle-là non renforcée. La rigidité globale de la dalle a augmenté aussi de 120%.

La ruine de la deuxième dalle n'est pas due directement des fissures majeures comme le cas de la première dalle mais elle est provoquée par l'arrachement du TFC du béton aux bords du renforcement local. Le béton comprimé a aussi mobilisé, dans ce cas, de 90% de sa résistance en compression. La contrainte de traction dans le composite atteint également 75% de sa contrainte de rupture.

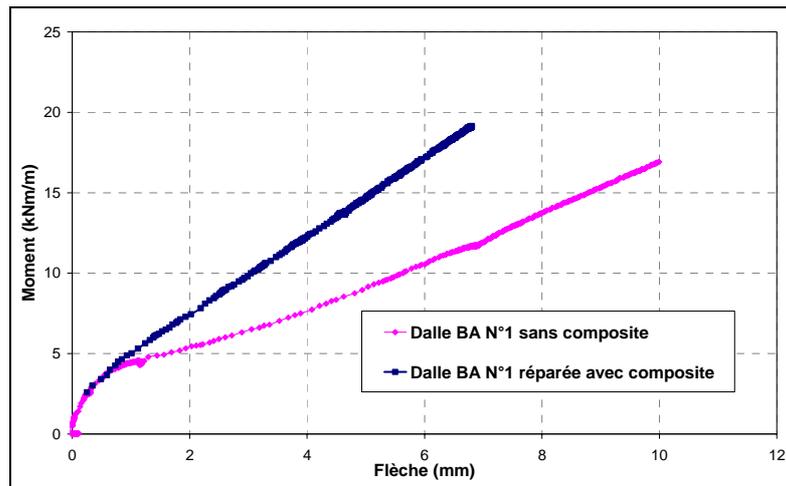


Figure 2. Résultats expérimentaux de la dalle N°1

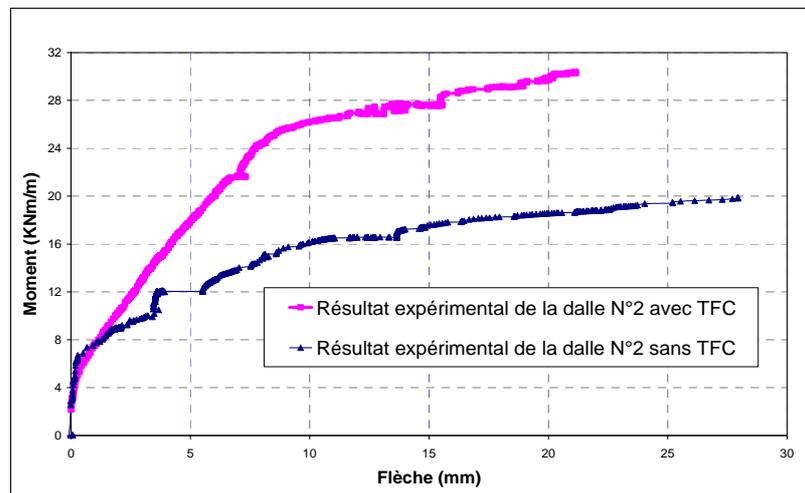


Figure 3. Résultats expérimentaux de la dalle N°2

4. Conclusions

Le renforcement en composite peut apporter des gains significatifs aux structures endommagées lors de la réparation. Le composite peut compenser la perte de rigidité de la dalle due à la fissuration du béton en traction et augmenter la capacité portante de la dalle jusqu'à 50% de la capacité portante de la dalle BA en mieux exploitant la bonne résistance en compression du béton.

Le composite peut également limiter l'ouverture excessive des fissures et donc la déformation des armatures. Il rend la structure plus fragile et alors, le mode de ruine de la structure est éventuellement changé si le taux de composite est trop élevé.

La configuration de renforcement de la dalle N°2 souhaite un bon procédé pour la réparation et renforcement des structures de type dalles ou coques.

5. Bibliographie

Ayman S. Mosallam & Khalid M. Mosalam. Strengthening of two-way concrete slabs with FRP composite laminates. *Construction and Building Material.*, 2003, Vol 17, p 43-54.

Chafika DJELAL et al. Renforcement des poutres en béton armé à l'aide de lamelles composites : étude expérimentale - prédimensionnement. *Analyses du bâtiment et des travaux publics*, fév 1998.

Mosallam AS, editor. *Innovative systems for seismic repair and rehabilitation of structures*. Lancaster, PA, USA: Technomic Publishing Co, 2000. ISBN 1-56676-964-7.

Pascu I. Jullien J.F. Contribution à l'analyse d'éléments en béton armé sollicités en membrane et flexion biaxiale. Thèse de doctorat, INSA Lyon, France, 1995. 218p.