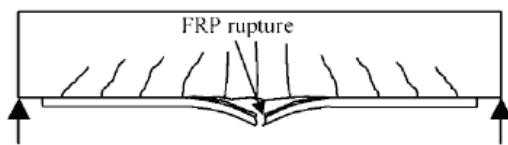


Modélisation de la ruine fragile et ductile des poutres renforcées soumises à un chargement en flexion

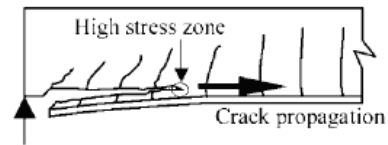
Directeur de thèse ENPC : Karam Sab, Co-encadrant ESIB : Fadi GEARA

Le renforcement de structures ou d'éléments de structure par collage de plats en matériaux composites ou en acier est actuellement une technique reconnue et utilisée dans le monde entier. Cette technique donne lieu à de nombreuses règles et recommandations dont celles rédigées par l'Association Française du Génie Civil qui portent sur le renforcement du béton armé par collage de matériaux composites. Il est maintenant de l'avis général que le renforcement permet d'augmenter la durée de vie des ouvrages renforcés. Il augmente la charge de service et dans des proportions plus importantes la charge ultime de l'ouvrage lorsque l'on est en présence de modes de ruine de type « conventionnel » (rupture du béton en compression, rupture des aciers, rupture du matériau de renforcement).

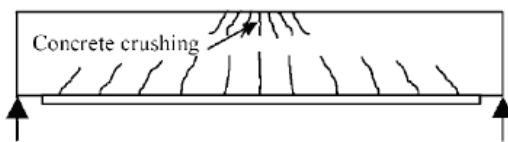
Rappelons à cet égard les différents modes de rupture des poutres en béton armé renforcées avec une plaque collée sur la face en traction sous un chargement de flexion (schéma issu de Smith and Teng (2002)).



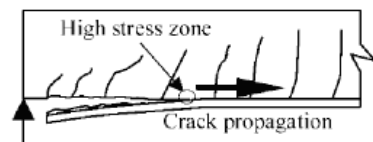
(a) FRP rupture



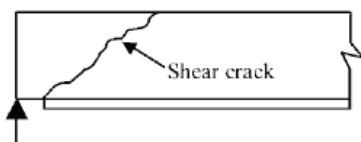
(d) Concrete cover separation



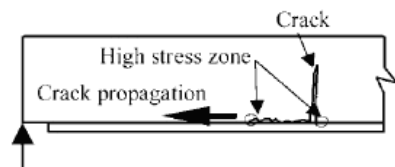
(b) Crushing of compressive concrete



(e) Plate end interfacial debonding



(c) Shear failure



(f) Intermediate crack induced interfacial debonding

- (a) Rupture de la plaque (d'acier ou de composite) qui a bien repris les efforts de traction mais qui n'est pas assez résistante.
- (b) Le béton ne tient pas en compression dans sa partie supérieure (la plaque de renfort a bien repris les efforts de traction). Les capacités du béton ont été utilisées au maximum.

- (c) Une fissure oblique part du bord de la plaque et remonte jusqu'en haut de la poutre. Ce sont des efforts tranchants importants qui provoquent cette fissure. Les cadres transversaux ont pour rôle d'éviter son apparition.
- (d) La couche de béton collée au composite ou à l'acier se fissure et se décolle des armatures. C'est le premier cas de "peeling off".
- (e) Le décollement se fait plutôt à l'interface entre la plaque et le béton. C'est le deuxième cas de "peeling off".
- (f) Une fissure est initiée dans le corps de la poutre rejoint l'interface plaque - poutre et décolle la plaque de la poutre.

La modélisation de ces modes de ruine fait généralement appel à deux types d'approche différents: une approche de type « analyse limite ou calcul à la rupture » destinée à rendre compte des ruptures ductiles et une approche de type « élastique – fragile » destinée à rendre compte des ruptures fragiles. En réalité, certains modes de ruine, comme le peeling off ou la rupture par effort tranchant, ont été modélisés dans la littérature selon les deux types précédemment cités sans qu'on sache lequel est le plus pertinent.

L'objet de la thèse est de proposer une modélisation qui rende compte « simultanément » des différents modes de ruine, ductiles et fragiles. La première partie du travail consiste à rassembler de manière systématique le maximum de données expérimentales disponibles dans la littérature. Puis, s'appuyant sur cette base de données, on analysera les modes de ruine et on effectuera une analyse critique comparée des différents modèles existants. Cette analyse devrait conduire à sélectionner et/ou proposer la modélisation recherchée.

S.T. Smith, J.G. Teng. FRP-strengthened RC beams. I : review of debonding strength models, *Engineering Structures*, 2002 ; 24 : 385-395