

## Résumé

La vérification de la résistance de structures existantes en béton armé est devenue une tâche importante pour les ingénieurs de la pratique. Un nombre relativement important de structures ont été soumis à des charges plus importantes en raison de leur actualisation ou pour satisfaire aux exigences des normes ou encore en raison de modifications de la structure initiale tels que des élargissements. Certaines normes de construction se basent sur des analyses consistantes comme la méthode des champs de contraintes ou la méthode des bielles-et-tirants pour l'étude de ces structures. Ces approches sont suffisamment simples pour pouvoir être utilisées dans le cadre d'un dimensionnement, mais peuvent également contenir des hypothèses conservatrices pour couvrir un large nombre d'ouvrages. La résistance actuelle d'une structure peut donc être sous-estimée en utilisant ces méthodes de dimensionnement simplifiées. Toutefois, des théories consistantes étant à la base de ces différentes approches, la méthode des champs de contraintes peut être raffinée et adaptée pour un cas particulier afin d'obtenir une estimation plus proche de la réalité de sa résistance et d'empêcher une réhabilitation.

Ce projet de recherche met en avant des méthodes de dimensionnement et de vérification avancées pour des éléments en béton armé soumis à de l'effort tranchant en se basant sur les champs de contraintes. Un accent particulier est mis sur l'analyse de structures existantes étudiées selon des champs de contraintes élastiques-plastiques.

Le comportement actuel à l'effort tranchant de poutres existantes ainsi que les limites d'application de la méthode des champs de contraintes ont été étudiés au travers d'un programme expérimental composé de 12 poutres en béton armé précontraint. Ces spécimens visent à représenter la situation la plus courante dans le cas de structures existantes, à savoir des poutres précontraintes avec un faible taux d'armature d'effort tranchant. Tous les spécimens ont été modélisés et analysés avec des champs de contraintes élastiques-plastiques. La série d'essais a permis de décrire et quantifier les différents modes de transmission d'effort tranchant, l'influence des ailes ainsi que l'augmentation de la force de précontrainte dans les torons inclinés. Les résultats de ces essais ont permis de valider plusieurs normes de construction actuellement utilisées dans la pratique quant à leur applicabilité aux en béton armé précontraint avec un faible taux d'armature d'effort tranchant.

La méthode des champs de contrainte utilisée actuellement pour le dimensionnement est en générale considérablement simplifiée (champs de contraintes rigides-plastiques) ou nécessite un travail conséquent de modélisation et de calcul (champs de contraintes élastiques-plastiques résolus par éléments finis). Dans ce travail de recherche, une nouvelle approche pour le dimensionnement à l'effort tranchant est présentée. Le comportement des matériaux y est admis élastique-plastique et peu de simplifications sont apportées comparé à la méthode des champs de contrainte rigides-plastiques. Contrairement à la méthode des champs de contraintes élastiques-plastiques basée sur des éléments finis, la méthode développée permet de réduire considérablement le temps de calcul. De plus, la méthode permet de considérer également l'augmentation de

la force de précontrainte dans les torons inclinés et l'influence des ailes avec des formulations analytiques spécifiques. La méthode proposée a été validée sur 57 spécimens provenant de différentes séries expérimentales. Une comparaison des résultats d'analyse est présentée et met en avant l'efficacité de l'approche développée.

**Mots-clés:** béton armé, béton précontraint, dimensionnement, effort tranchant, poutre, champ de contraintes, précontrainte, armature d'effort tranchant, aile de poutre, essai d'effort tranchant, structure existante.