

---

# Résumé

Les structures en béton armé peuvent être concernées par des zones de géométrie particulière dues à des changements de la direction de leur ligne moyenne. Ces changements peuvent être abrupts, comme par exemple dans le cas des angles de cadre, ou progressifs, comme par exemple dans les éléments courbes. Dans ces zones particulières, les efforts tranchants et les efforts normaux agissant nécessitent d'être déviés. De plus, la géométrie de ces zones soumises aux efforts de flexion peut générer des forces de déviation qui doivent être prises en compte dans leur dimensionnement. Pour ces raisons, ces zones sont fréquemment caractérisées par le développement de ruptures prématurées, qui peuvent influencer de manière sensible le comportement global des structures. Dans le cas des éléments courbes, des ruptures d'effort tranchant ou par éclatement du béton d'enrobage peuvent être observées. Dans le cas des angles de cadre, la nécessité de dévier les forces internes peut également conduire à des ruptures prématurées. Des détails d'armature adaptés permettent toutefois des comportements satisfaisants en termes de résistance et de capacité de déformation.

Ce travail de recherche a permis d'investiguer le comportement d'éléments courbes soumis à des sollicitations d'effort tranchant ainsi que celui d'angles de cadre soumis à des sollicitations d'ouverture. Les paramètres principaux influençant la réponse de ces éléments ont été identifiés, permettant le développement de méthodes pour leur vérification ainsi que pour leur dimensionnement.

Le travail de recherche a donc débuté par l'étude des modes de rupture qui s'observent dans les éléments droits (éléments sans changement de direction de la ligne moyenne) en fonction de leur élancement, défini par leur géométrie, mais qui peut également être influencé par la présence d'efforts normaux (introduits par exemple par la présence d'une précontrainte). Cette étude initiale a été complétée par une première campagne expérimentale qui a permis d'analyser, sur la base de la cinématique des fissures mesurée de façon raffinée, l'importance relative des différents modes de transmission qui peuvent contribuer au transfert de l'effort tranchant aux appuis.

Une deuxième campagne expérimentale a permis de saisir l'effet de la courbure des éléments (introduisant des forces de déviation réparties) sur leur résistance à l'effort tranchant. Il a été mis en avant que les forces de déviation ont un effet positif ou négatif selon le type de courbure des éléments (convexe ou concave). Leur effet a par la suite été considéré pour l'établissement d'un modèle de calcul basé sur les principes de la théorie de la fissure critique, qui s'est montrée pertinente pour l'étude de ces éléments.

Une troisième campagne expérimentale a enfin permis d'identifier des détails d'armature performants pour les angles de cadre obtus soumis à des sollicitations d'ouverture, pour lesquels une sensibilité conséquente aux ruptures prématurées a été mise en évidence par les recherches existantes dans la littérature. Ceci passe par la mise en place d'une

---

armature transversale dans la zone nodale, pour laquelle il a été démontré que le dimensionnement peut se faire en se basant sur des modèles bielles-et-tirants ou sur la méthode des champs de contraintes continus. Des indications pour le dimensionnement de cette armature transversale ont également été établies.

**Mots-clefs :** béton armé, éléments courbes, angles de cadre, efforts tranchants, efforts normaux, forces de déviation, modes de transmission de l'effort tranchant, armature transversale, théorie de la fissure critique, champs de contraintes, modèles bielles-et-tirants.