

# Résumé

Dans les structures en béton, les actions dues à des charges soutenues sont présentes de façon permanente. C'est notamment le cas des charges du poids propre et de revêtement d'un pont, ou celui de la pression des sols exercée sur un tunnel en tranchée couverte. Ces actions peuvent augmenter au cours de la vie d'une structure, notamment lorsque cette dernière connaît une rénovation, ou lorsque de nouveaux éléments sont ajoutés. La réponse du béton sous des charges soutenues est significativement différente de celle observée pour une application rapide de la charge. Traditionnellement, les actions soutenues sont traitées différemment à l'État Limite de Service (cas des déformations différées) et à l'État Limite Ultime (cas d'une rupture potentielle sous une charge soutenue). La distinction se fait en séparant la déformation différée due au fluage linéaire, de la réduction de la résistance due au fluage non linéaire. Bien que possédant un intérêt pratique, cette approche n'est pas suffisante pour comprendre le phénomène de réduction de la résistance sous des charges soutenues ni pour approcher les potentiels effets bénéfiques liés à la réponse différée du béton.

Cette thèse introduit une approche globale pour l'analyse du comportement à long terme des structures en béton. Cette approche permet d'explorer systématiquement la réponse du béton à l'ELS et à l'ELU. La première partie de la thèse vise à établir un cadre théorique pour l'évaluation de la résistance uniaxiale à la compression du béton sous charges soutenues. La validité de cette approche est vérifiée pour tout niveau de chargement ainsi que pour des histoires de chargement complexes. Elle est également confirmée par des essais spécifiquement conçus pour cette thèse. Deux séries d'essais ont été menées sur des cylindres en béton soumis à de la compression uniaxiale sous différentes vitesses d'augmentation de la charge (certaines configurations sont tirées d'essais sous charge soutenue extraits de la littérature scientifique). Elles ont permis d'établir un critère de rupture, basé sur la capacité de déformation inélastique du béton. Pour la prédiction de la déformation non linéaire due au fluage, l'approche mécanique selon Fernández Ruiz et al. (2007) a été améliorée et étendue pour couvrir les cas de chargement généraux. À partir de ce travail, il a été démontré que la réduction de la résistance est plus importante dans le cas d'une charge constante soutenue que dans celui d'une charge progressivement augmentée. Par ailleurs, l'approche mécanique, comme les différents essais conduits, ont montré que ces effets préjudiciables sont potentiellement associés à une augmentation bénéfique de la capacité de déformation à la rupture. Pour une vérification détaillée des structures avec un historique de chargement complexe, l'approche par estimation du cumul des dommages de Palmgren-Miner est adaptée afin de tenir compte des effets liés au temps. Enfin, des situations de conception typiques de l'ingénierie sont abordées. Le cas d'une application rapide des contraintes après une période de charges soutenues est notamment traité. Le temps nécessaire à l'hydratation continue du ciment, pour surmonter les effets préjudiciables dus aux charges soutenues, est également étudié.

La seconde partie de la thèse vise à vérifier si la résistance à l'effort tranchant des éléments sans armature transversale est influencée par l'action due aux charges soutenues. Ce sujet a fait l'objet de peu de recherches dans le passé et les codes de pratique actuels montrent des approches divergentes. Pour contribuer à cette thématique, deux séries d'essais sont menées sur des éléments élancés et trapus, critiques à l'effort tranchant. Les résultats des deux séries, ainsi qu'une comparaison avec d'autres essais tirés de la littérature scientifique, montrent qu'il n'y a pas de diminution de résistance à l'effort tranchant

ni pour des durées d'application de la charge augmentées ni pour des vitesses de chargement très faibles comparés aux essais de cisaillement traditionnels. Ce comportement est par ailleurs renforcé par des observations détaillées s'appuyant sur la corrélation d'images numériques. Ces dernières permettent de quantifier la contribution attachée aux différents modes de transmission de l'effort tranchant.

Ce travail se concentre sur le comportement structurel à long terme du béton soumis à des charges soutenues importantes. Sur la base des différentes approches mécaniques mobilisées et des conclusions tirées, plusieurs propositions visant l'amélioration des normes en matière de conception sont présentées.

**Mots-clés :** Chargement soutenu, taux de chargement, résistance à long terme, fluage non linéaire, déformation inélastique, capacité de déformation, redistribution d'effort, résistance à l'effort tranchant, théorie de la fissure critique (CSCT), corrélation d'images numériques