

Titre : Étude de la variabilité expérimentale et modélisation discrète du comportement des matériaux cimentaires : effet combiné du séchage et d'un chargement mécanique

Mots clés : Séchage, Retrait, Éléments discrets, Variabilité

Résumé : La prédiction de la durabilité des structures est fortement liée à la qualité de la prédiction des dégradations dues à la fissuration des matériaux cimentaires. Or, la fissuration apparaît dès la formation du squelette solide et se poursuit à travers le retrait de dessiccation, en influençant le comportement mécanique et les transferts hydriques. A l'échelle microscopique, la perméabilité est directement liée aux caractéristiques des fissures comme leur espacement, leur longueur, leur ouverture ou leur tortuosité. A l'échelle macroscopique, la dégradation du matériau impacte la raideur, la distribution des efforts et la capacité portante. Il est donc important d'utiliser des modèles adaptés à l'échelle d'observation pour représenter correctement la fissuration. Les mécanismes non-linéaires liés à la dégradation du béton comme la fissuration et le contact frottant, ont été introduits dans des travaux précédents avec le modèle particulaire-lattice DEAP, développé au LMT. Ainsi, ce modèle permet de simuler le comportement des matériaux quasi-fragiles sous chargements multi-axiaux et cycliques. Il s'avère aujourd'hui nécessaire d'enrichir ces approches par la prise en compte des effets hydro-mécaniques liés au séchage du béton induisant un état de contrainte et de fissuration préalable à la surve-

nue de tout chargement mécanique.

Ce travail consiste à prendre en compte la fissuration issue du retrait de dessiccation pour analyser la variabilité générée par le modèle, en s'appuyant sur les données de la campagne expérimentale réalisée.

Dans un premier temps, des essais expérimentaux, répartis en quatre campagnes, permettent de quantifier la variabilité issue des transferts hydriques et des propriétés mécaniques, principalement à travers des essais de séchage et de flexion trois points. La variabilité induite par l'hétérogénéité du matériau cimentaire, a conduit à la réalisation d'une étude statistique, permettant d'estimer le nombre d'essais à réaliser pour être représentatif du comportement moyen du matériau.

Dans un second temps, la modélisation du retrait de dessiccation est implémentée dans le modèle particulaire-lattice, permettant de représenter explicitement les discontinuités cinématiques. Ces résultats montrent que la microfissuration issue des transferts hydriques, à elle seule, ne permet pas de prédire l'influence du retrait de dessiccation sur le comportement mécanique du matériau. Par conséquent, la prise en compte de la pression capillaire, conduit à une relaxation des contraintes, en limitant la fissuration de retrait.



Title : Analysis of the experimental variability and discrete modeling of the behavior of cementitious materials : combined effect of drying and mechanical loading.

Keywords : Drying, Shrinkage, Discrete element, Variability

Abstract : The prediction of the durability of structures is strongly linked to the quality of the prediction of degradation due to cracking of cementitious materials. However, cracking appears from the formation of the solid skeleton and continues through the desiccation shrinkage, influencing the mechanical behavior and the water transfers. At the microscopic scale, the permeability is directly related to the characteristics of the cracks such as their spacing, their length, their opening or their tortuosity. At the macroscopic scale, the degradation of the material impacts the stiffness, the stress distribution and the bearing capacity. It is therefore important to use models adapted to the scale of observation to correctly represent cracking. Non-linear mechanisms related to concrete degradation such as cracking and frictional contact have been introduced in previous works with the particle-lattice model DEAP, developed at LMT. Thus, this model allows to simulate the behavior of quasi-brittle materials under multi-axial and cyclic loading. It is now necessary to enrich these approaches by taking into account the hydro-mechanical effects related to the drying of concrete inducing a state of stress and cracking prior to the occurrence of any me-

chanical loading.

This work consists in taking into account the cracking resulting from the desiccation shrinkage to analyze the variability generated by the model, based on the data of the experimental campaign carried out.

First, experimental tests, divided into four campaigns, allow to quantify the variability resulting from the hydric transfers and the mechanical properties, mainly through drying and three points bending tests. The variability induced by the heterogeneity of the cementitious material, led to the realization of a statistical study, allowing to estimate the number of tests to be realized to be representative of the average behavior of the material.

In a second step, the modeling of the drying shrinkage is implemented in the particle-lattice model, allowing to represent explicitly the kinematic discontinuities. These results show that the micro-cracking resulting from the water transfers, alone, does not allow to predict the influence of the desiccation shrinkage on the mechanical behavior of the material. Therefore, taking into account the capillary pressure, leads to a relaxation of the stresses, by limiting the shrinkage cracking.