
Titre : Modélisation du couplage carbonatation – chlorures et étude multi-échelle de l'influence des granulats sur la diffusivité dans les bétons

Mots clés : Durabilité, Transfert des chlorures, Carbonatation, Homogénéisation, Modélisation multi-échelle

Résumé : La corrosion des aciers est l'une des principales causes de dégradation des ouvrages en béton armé, notamment en façade maritime. Cette dégradation est due à la diffusion d'ions chlorures qui peut se produire dans les ouvrages immergés dans l'eau de mer, ceux subissant des cycles de marnage et également ceux soumis aux embruns marins. La corrosion peut être également due au processus de carbonatation du béton, responsable de la baisse du pH et par conséquent de la dépassement des aciers. Cette thèse propose un modèle physico-chimique pour décrire la pénétration des agents agressifs dans la première phase de la corrosion des aciers. Cette phase dite « incubation » correspond à la phase pendant laquelle le transfert des espèces agressives se produit dans le béton. Afin d'identifier clairement les paramètres de transport de ce modèle

macroscopique une démarche multi-échelle est mise en œuvre pour rendre compte de la diffusion dans les bétons. Cette démarche repose sur une description détaillée de la microstructure du béton (constituants et morphologie) par des méthodes de changement d'échelles. Cette approche se veut la plus exhaustive possible avec la prise en compte explicite de l'influence du rapport eau sur liant de la pâte de ciment, des propriétés des granulats et de la zone de transition entre la pâte et les granulats. Après identification de tous les paramètres d'entrée, le modèle physico-chimique macroscopique est utilisé pour évaluer la durée de vie d'un béton soumis au couplage carbonatation - chlorures en milieu insaturé. Suite à une validation du modèle par comparaison à des résultats expérimentaux, plusieurs applications de ce modèle sont présentées.

Title : Modeling the coupled transport of carbonation and chlorides and multi-scale study of the effect of aggregates on the diffusivity in concretes

Keywords : Durability, Transport of chlorides, Carbonation, Homogenization, Multi-scale modeling

Abstract : The corrosion of steels is one of the principal causes of degradation of reinforced concrete structures, especially in front of the sea. This degradation is due to the diffusion of chloride ions that can occur in the structures immersed in the seawater, those undergoing tidal cycles and also those subjected to the sea spray. The corrosion can also be due to the carbonation process of the concrete, which is responsible for decreasing of the pH and consequently the depassivation of the steels. This thesis proposes a physicochemical model to describe the penetration of aggressive agents in the first period of steel corrosion. This so-called « incubation » period corresponds to the period during which the transfer of aggressive species occurs in the concrete. In order to clearly identify the transport parameters of this macroscopic model, a multi-scale approach is imple-

mented to consider the diffusion in concretes. This approach is based on taking into account the detailed description of the microstructure of the concrete (constituents and morphology) by upscaling methods. This multi-scale approach is intended to be the most comprehensive with the consideration of the influence of the water-to-binder ratio of the cement paste, the properties of the aggregates and the transition zone between the cement paste and the aggregates. After identifying all the input parameters, the macroscopic physico-chemical model is used to evaluate the service life of a concrete subjected to coupling carbonation - chlorides in unsaturated medium. Following a validation of the model compared to experimental results, several applications of this model are presented.