

**Titre : Développement de capteurs capacitifs noyés pour déterminer les gradients de teneur en eau dans des structures en béton armé**

**Mots clés :** Durabilité du béton, Capteurs noyés, Permittivité diélectrique, méthode capacitive, teneur en eau.

**Résumé** Les structures en béton armé sont soumises à diverses pathologies affectant leur durabilité, nécessitant des méthodes destructives (D) et non destructives (ND) pour évaluer les dégradations, ainsi que des techniques de surveillance (SHM). Le projet ANR SCaNING intègre des capteurs dans des structures en béton armé pour fournir des données continues sur quatre indicateurs clés : résistance à la compression, module de Young, porosité et degré de saturation. L'objectif principal de cette thèse est de concevoir un capteur capacitif multi-électrodes pour mesurer les profils de teneur en eau (ou degré de saturation) dans le béton. Après une conception numérique de géométries d'électrode et l'étalonnage dans des liquides, le capteur a été testé sur des blocs de béton de différentes formulations.

Dans un premier temps, les mesures obtenues par le capteur développé ont été comparées à des mesures de référence de permittivité réalisées sur les mêmes blocs de béton, les valeurs obtenues étant proches, à 7 % d'écart relatif de permittivité. L'influence de la température a été étudiée dans un deuxième temps, permettant de développer des fonctions de correction en température. Enfin, après calibration sur des carottes, le capteur capacitif a été noyé dans un démonstrateur constitué d'une dalle en béton armé pour suivre le séchage du béton à 20 °C et 45 °C. Les résultats des profils de saturation obtenus ont été comparés à ceux obtenus par d'autres méthodes de référence, comme la résistivité électrique et les capteurs thermohygrométriques et montrent des écarts relatifs inférieurs à 10 % entre les trois méthodes.

**Title:** Development of Embedded Capacitive Sensors for Determining Water Content Gradients in Reinforced Concrete Structures

**Keywords:** Concrete Durability, Embedded Sensors, Dielectric Permittivity, Capacitive Method, Water Content.

**Abstract:** Reinforced concrete structures experience various forms of deterioration that impact their lifespan. To assess these degradations, destructive (D), non-destructive (ND), and Structural Health Monitoring (SHM) methods are used, as demonstrated in the ANR-SCaNING project. This project embeds sensors in structures to continuously monitor key indicators like compressive strength, Young's modulus, porosity, and saturation degree. The main objective of the thesis is to design a capacitive multi-electrode sensor for measuring water content or saturation profiles in concrete.

Measurements, based on oscillation frequency, are calibrated first for dielectric permittivity and then for water content (or degree of saturation). The sensor's geometry was optimized for sensitivity, featuring 8 electrode pairs to measure 8 different depths. After calibration and testing in concrete blocks, the sensor showed consistent measurements with a 7% deviation in permittivity. Temperature corrections were developed, and final tests in a concrete slab confirmed that the sensor's results aligned with other saturation measurement reference methods, resistivity and thermohygrometric method, showing less than 10% variation in saturation profiles.