

---

# Comparaison fréquentielle d'une sonde et d'une cellule électromagnétiques à différents états hydriques et salins de deux bétons à base de CEM I et de CEM III

Myriam Bouichou<sup>\*1,2</sup>, Géraldine Villain<sup>†3</sup>, Elisabeth Marie-Victoire<sup>1,2</sup>, Khodor El-Achrafi<sup>3</sup>, Xavier Derobert<sup>4</sup>, and Véronique Bouteiller<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de recherche des monuments historiques (LRMH) – Centre de Recherche sur la Conservation – 29 Rue de Paris, 77420 Champs-sur-Marne, France

<sup>2</sup>Centre de Recherche sur la Conservation (CRC) – Museum National d'Histoire Naturelle, Ministère de la Culture et de la Communication, Centre National de la Recherche Scientifique – Muséum national d'Histoire naturelle - 36 rue Geoffroy-Saint-Hilaire - 75005 Paris - CP21, France

<sup>3</sup>Laboratoire Auscultation, Modélisation, Expérimentation des infrastructures de transport (MAST-LAMES) – Université Gustave Eiffel – Allée des Ponts et Chaussées Route de Bouaye 44344 Bouguenais Cedex, France

<sup>4</sup>Laboratoire Géophysique et évaluation non destructive (GERS-GeoEND) – Université Gustave Eiffel – Allée des Ponts et Chaussées Route de Bouaye 44344 Bouguenais Cedex, France

<sup>5</sup>Expérimentation et modélisation pour le génie civil et urbain (MAST-EMGCU) – Université Gustave Eiffel – 14-20 Boulevard Newton Cité Descartes, Champs sur Marne F-77454 Marne la Vallée, France

## Résumé

La corrosion des armatures est la principale pathologie rencontrée dans les structures en béton armé, qu'elles soient Ouvrage d'Art (pont, viaduc) ou Monument Historique. Outre le coût considérable des réparations, dans le domaine du patrimoine, la corrosion des armatures dans le béton induit des pertes irrémédiables de matière originale. La détection précoce de la corrosion, mais aussi le diagnostic *in situ* constituent donc des enjeux à la fois économiques et culturels.

Le taux de saturation du béton, ou sa teneur en eau, mais également sa teneur en ions chlorure sont des paramètres clés dans le processus de corrosion. Pouvoir quantifier ces deux paramètres par des techniques non destructives *in situ*, afin de proposer des indicateurs indirects de la corrosion, présente donc un intérêt majeur en complément des résultats directs du diagnostic usuel de la corrosion des armatures en acier.

Les techniques électromagnétiques étant très sensibles à ces paramètres, elles sont intéressantes pour réaliser des évaluations *in situ* et peuvent être calibrées en laboratoire pour améliorer leurs précisions.

Dans le cadre d'une étude prospective, les informations issues de mesures réalisées avec

---

\*Intervenant

†Auteur correspondant: geraldine.villain@univ-eiffel.fr

deux de ces techniques sur des corps d'épreuves composés de différents bétons (à base de ciment CEM I et CEM III), en faisant varier le taux de saturation et la solution d'imbibition (eau douce et eau chlorurée à 35g/L), ont été comparées sur une gamme de fréquence entre 0.5 et 1.6 GHz.

La première technique SUSI-R, est fondée sur la diélectrométrie à champ évanescent. Elle permet d'évaluer *in situ*, sur une zone investiguée de 2cm de profondeur au contact de la sonde SUSI-R, une teneur en eau et un indice de salinité dans le béton. Ces deux grandeurs sont calculées directement à partir des propriétés de résonance (fréquence de résonance et facteur de qualité) de la sonde qui fonctionne dans la gamme des micro-ondes, entre 1 et 1.5 GHz.

La seconde technique intègre une cellule électromagnétique coaxiale cylindrique, qui est utilisée en laboratoire pour calibrer certaines techniques électromagnétiques utilisées *in situ*, en reliant un taux de saturation à une permittivité complexe (constante diélectrique et pertes diélectriques). La courbe de dispersion complète de 50 MHz à 1.6GHz est calculée par inversion de l'admittance issue des coefficients de réflexion.

**Mots-Clés:** teneur en eau, indice de salinité, microondes, cellule électromagnétique