

## Opération de recherche APOS (Auscultation Pour des Ouvrages Sûrs)

### Sujet 3 :

#### Relations entre indicateurs et observables en vue d'obtenir des gradients

#### *Prototype SyMECC – Conception, programme de validation et premiers résultats*

*Aurélié LELANDAIS\**, *Jean-Luc SAUSSOL\*\**, *Xavier DÉROBERT\*\*\**, *Odile COFFEC\*\*\**

\* Cerema Dter Normandie-Centre, \*\* Cerema Dter Centre-Est

\*\*\* IFSTAR - GERS - GeoEND

#### Problématique et objectifs de l'action R&D

La technique capacitive, développée au sein du réseau des LPC depuis plus d'une vingtaine d'années, permet de donner une information sur l'état d'humidité d'une structure plane en béton (sur les premiers centimètres de profondeur), à travers la mesure d'une fréquence de résonance d'un circuit oscillant de type RLC dont le condensateur est constitué d'électrodes posées sur la structure à ausculter.

Le matériel utilisé par le Réseau étant en fin de vie (plus de vingt-cinq ans), une fiche Prototype a été lancée en 2010 pour concevoir un nouveau système. Ce matériel doit disposer de plusieurs configurations d'électrodes (profondeurs d'auscultation variables), et doit pouvoir enregistrer les données sur matériel informatique par liaison hertzienne.

Il est prévu de concevoir deux systèmes identiques (un pour l'IFSTAR – GERS et l'autre pour le Cerema – Dter Centre-Est) pour pouvoir rapidement recalibrer les anciens résultats – issus des projets RGC&U, SENSO, ACDC, EVADEOS ... – et poursuivre les recherches en cours [Fares, thèse 2015] en parallèle des prestations sur ouvrages réels par le groupe Ouvrages d'Art d'Autun.

#### Démarche

Le cahier des charges a été élaboré courant 2011. Il est prévu un système de mesure portable, pouvant recevoir différents patins d'électrodes, et pouvant transmettre par voie hertzienne les données à une tablette numérique.

La partie mécanique a porté principalement sur l'ergonomie (changement aisé des électrodes, le bon contact des électrodes contre le matériau, la prise en main du capteur...), l'énergie électrique requise, les différentes protections à l'environnement, l'identification des conditions de maintenance, le transport du matériel,

Pour la partie informatique, un logiciel d'acquisition et de visualisation a été développé pour répondre aux besoins expérimentaux de terrain. Il comprend notamment l'acquisition en mode « maillage » et en mode « point », la possibilité de refaire des mesures, de visualiser des mesures brutes (fréquence de résonance) ou traitées (permittivités relatives)

La première campagne de mesure, prévue début 2016, doit se faire sur trois dalles de béton pendant un essai d'imbibition, pour comparer les systèmes capacitifs (SyMECC et système actuel). L'objectif final, quant à lui, étant de remonter, grâce à l'emploi de plusieurs électrodes, au gradient d'humidité dans le béton.

**Mots clés :** *prototype, capteur capacitif, permittivité diélectrique*

## Principaux résultats

Le matériel a été conçu courant 2013-2014. La conception de la carte "oscillateur" a été plus longue que prévu. En effet, une première version a été testée à l'IFSTAR de Nantes mais après quelques essais sur des surfaces humides le système renvoyait des valeurs erronées. L'élément principal de la carte "oscillateur", le transistor a été remplacé. Après plusieurs tests, cette version a été validée par l'IFSTAR. Ce contretemps a retardé la livraison du matériel.

Le logiciel (Fig. 1) installé sur la tablette, permet d'acquérir des données, de paramétrer les constantes des courbes d'étalonnage des différentes électrodes utilisées et de visualiser les résultats. Ces résultats peuvent être présentés en mode "point" ou en mode "quadrillage". La mesure dans l'air peut être faite à tout moment (au moins une fois au début des mesures) et est prise en compte pour le calcul de la permittivité du matériau ausculté. Après quelques tests de la part de l'IFSTAR et du Cerema - DTer Centre-Est, le logiciel a été validé. Mais ces tests ont montré une faiblesse des nouveaux patins d'électrodes qui a été corrigée.

Les premiers tests ont montré une bonne adéquation entre l'ancien et le nouveau matériel. Le tableau de qualification, listant les actions à mener pour valider les fonctions que doit remplir le prototype, a été préparé et validé par M. André, métrologue au sein du Cerema. La qualification devrait avoir lieu début 2016.

Première campagne de mesure, essais d'imbibition (début 2016) : 3 dalles béton (28x28x12cm), dont une instrumentée (température et humidité), ont été réalisées dans le courant de l'année 2014, ainsi que des essais de résistance à la compression à 28 jours. Cette campagne sera lancée une fois le prototype qualifié.

## Illustrations



Fig. 1. Maquette (version intermédiaire) du logiciel d'acquisition et de visualisation des données capacitives



Fig. 2. Prototype SyMECC et électrodes associées

## Livrables

Type	Titre	Date
R	Dérobot X., Lelandais A., Coffec O., Noël T., Villain G., Système de mesure de permittivité par capteur capacitif (SyMECC) – Cahier des charges 28 p.	Août 2011
R	Lelandais A., Devis programme pour le développement du matériel SyMECC, août 2011.	Août 2011
R	Lelandais A., Tableau de qualification du matériel SyMECC, août 2011.	Nov 2013
Proto	Symecc avec ses trois électrodes associées	Nov 2015
R	Dérobot X., Coffec O., Qualification du Symeccc, 12 p.	Jan 2016
R	Mesures d'imbibition avec le SyMECC (prévision fin 2016)	