

Préambule

La technique de la résistivité électrique est très populaire dans le domaine de l'étude des sols où elle est notamment utilisée pour la détection des vides, du roc, de la nappe phréatique, etc. [Réf. 1]. Cette technique est toutefois très peu exploitée en génie civil car elle est mal connue. Ce bulletin explique sommairement son principe, et présente deux des services offerts par Auscultech concernant l'évaluation de l'état du béton au moyen de cette technique peu coûteuse.

Principe de la technique de résistivité électrique

L'eau dans les pores du béton contient des ions positifs et des ions négatifs qui proviennent du ciment (Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , OH^- , Cl^- , SO_4^-). Lorsqu'une tension électrique est appliquée au béton, les ions positifs se déplacent vers la borne négative de la source de tension, et les ions négatifs se déplacent vers la borne positive. Ce déplacement des charges électriques portées par les ions crée un courant électrique dans le béton. La résistivité électrique est une propriété intrinsèque qui traduit l'aptitude du béton à conduire ce courant électrique. Cette résistivité dépend de plusieurs facteurs, notamment la composition chimique de la solution contenue dans les pores, la structure des pores (composition du béton : *E/C, type et quantité de ciment, type et quantité des granulats, compaction, maturation*), la teneur en eau, l'âge et la température du béton.

La procédure habituellement utilisée pour mesurer cette résistivité s'appuie sur un dispositif à quatre électrodes en contact avec la surface du béton et espacées d'une distance a (Figure 1) : les 2 électrodes externes induisent dans le béton un courant (I) connu, et les deux électrodes internes mesurent le potentiel (V). La résistivité ρ du béton (en $\Omega \text{ m}$) est déterminée par la relation [Réf. 2]:

$$\rho = 2\pi a V/I$$

Figure 1 :

Dispositif de mesure de la résistivité électrique à 4 électrodes



Rem. Il existe aussi un dispositif de mesure à 2 électrodes [Réf. 3]

Exemples d'application en génie civil

Évaluation de l'efficacité des membranes d'étanchéité

Cette application est la seule qui fait l'objet d'une norme ASTM [Réf. 4]. Elle concerne les dalles des tabliers de ponts avec revêtement bitumineux et s'inspire des essais d'étanchéité sur les géomembranes [Réf. 5] Elle se base sur le fait qu'une liaison électrique entre la surface du revêtement bitumineux et l'acier d'armature dans le béton ne peut pas être réalisée à travers une membrane imperméable et formant barrière à l'eau. Les essais consistent à faire des mesures de la résistivité électrique sur la dalle selon un maillage d'environ 1 m par 1 m. Les endroits où la résistivité est faible sont les endroits où la membrane est probablement endommagée.



Figure 2 :

Pose d'une membrane d'étanchéité sur une dalle de tablier de pont

Évaluation de l'activité de corrosion des armatures dans le béton

La corrosion des armatures dans le béton est une réaction chimique qui s'accompagne par la circulation d'un courant électrique entre les zones anodiques et les zones cathodiques. La probabilité de corrosion des armatures peut donc être estimée à partir de la résistivité électrique du béton. Cette probabilité est élevée si la résistivité est faible. Le tableau suivant propose une corrélation empirique entre la résistivité du béton et le risque de corrosion des armatures

TABLEAU 1 : CORRÉLATION ENTRE LA RÉSISTIVITÉ ET LE RISQUE DE CORROSION [6]

Résistivité (Ohm.m)	Risque de corrosion
≥ 1000	Négligeable
500 - 1000	Faible
100 - 500	Modéré
≤ 100	Élevé

Références

- [1] Samouëlian, A., Cousin, I; Tabbagh, A; Bruand A; Richard, G. (2005), Electrical resistivity survey in soil science: a review. Soil and Tillage Research, Volume 83, Issue 2, Pages 173–193
- [2] ASTM G57 - Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity Using the Wenner Four-Electrode Method
- [3] ASTM G187 - Standard Test Method for Measurement of Soil Resistivity Using the Two-Electrode Soil Box Method
- [4] ASTM D3633 / D3633M - Standard Test Method for Electrical Resistivity of Membrane Pavement System
- [5] ASTM D 7007- Standard Practices for Electrical Methods for Locating Leaks in Geomembranes Covered with Water or Earth Materials
- [6] Test methods for on-site corrosion rate measurement of steel reinforcement in concrete by means of the polarization resistance method; Materials and Structures / Matériaux et Constructions, Vol. 37, November 2004, pp 623-643