

## Introduction

La protection cathodique (PC) est une technique de plus en plus utilisée pour réparer les constructions en béton armé. Afin de démontrer que les mortiers (de réparation du béton) de Grouttech peuvent être utilisés en combinaison avec la PC, la résistivité des produits ci-dessous a été mesurée.

- ConCrete 40 Et 80 FL
- FastGrout
- FloorMix D40
- LevelFloor OS 20
- LG 20
- LG 20 Rapid
- NSM MultiRep
- NSM MultiRep R4
- RM ProRep
- GUN 172
- SuperGrout 70
- TricoNomic
- TricoNomic Special

Un prisme de dimensions 40x40x160 mm a été fait de chaque produit. Après durcissement, les prismes ont été sciés en deux, afin d'obtenir des éprouvettes de 40x40x80 mm. Les éprouvettes dont les dimensions ont été prises, doivent être âgées d'au moins 28 jours.

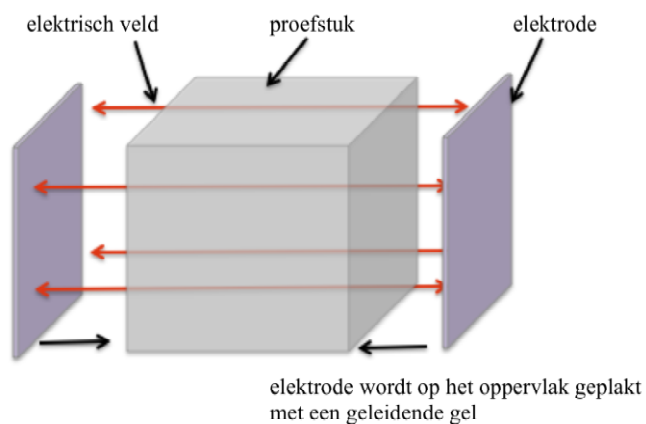
## Procédure

La résistance spécifique ( $\rho$ ) ou résistivité est la propriété d'un conducteur électrique de s'opposer à la circulation d'un courant électrique. La valeur de la résistivité d'un matériau est exprimée en ohms-mètres ( $\Omega\text{m}$ ).

La procédure suivie dans cette méthode de mesure est exécutée comme suit :

Sur les deux surfaces opposées des éprouvettes (prismes) préparées, des électrodes sont collées, qui ont les mêmes dimensions que la surface même (= 40x40 mm). Voir la figure à la page suivante. Ceci permet d'éviter une éventuelle déformation des lignes de champ électriques. Les lignes de champ électriques doivent être perpendiculaires aux surfaces mesurées, car sinon il est nécessaire de déterminer la constante de la cellule électrolytique de l'éprouvette. Voir à ce propos la description donnée dans la Recommandation CUR 45 (*CUR-Aanbeveling 45*).

La résistance est mesurée à l'aide d'un RLC-mètre (type Voltcraft LCR 4080). L'utilisation d'un RLC-mètre s'explique du fait que cet appareil transforme le signal mesuré en tension alternative. De la sorte, les phénomènes de polarisation à hauteur des électrodes sont éliminés. La fréquence du signal de mesure est de 120 Hz.



Étant donné que la résistivité des matériaux à base de ciment dépend très fortement de la teneur en humidité du matériau considéré, la valeur est déterminée pour chaque éprouvette à « l'état sec », après avoir été placée pendant au moins 2 semaines dans un espace conditionné à  $\pm 35\%$  HR en  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Les éprouvettes de même matériau (les autres moitiés des prismes) sont en outre conservées à une HR de  $\pm 95\%$  et à  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (= « état humide »).

## Résultats

Les résultats des résistances mesurées et des résistances spécifiques calculées sont présentés ci-dessous en Ohm-mètre ( $\Omega\text{m}$ ).

Table I : Résistances mesurées après durcissement de divers mortiers (de réparation du béton) en présence d'une humidité relative de  $\pm 35\%$

Nom du produit	Résistance mesurée ( $\text{k}\Omega$ )	Résistance spécifique ( $\Omega\text{m}$ )
ConCrete 80 FL	195	3.900
FastGrout	360	7 200
FloorMix D40	240	4 800
LevelFloor OS 20	2 000 – 10 000	40 000 – 200 000
LG 20	128	2 560
LG 20 Rapid	675	13 500
NSM MultiRep	1 400	28 000
NSM MultiRep R4	175	3 500
RM ProRep	190	3 800
GUN 172	340	6 800
SuperGrout 70	88	1 760
TricoNomic	109	2 180
TricoNomic Special	190	3.800
<b>Norme CUR 45</b>		<b>&gt; 1 500 (CEM I)</b> <b>&gt; 2 000 (CEM III/B)</b>

Table II : Résistances mesurées de divers mortiers (de réparation du béton) en présence d'une humidité relative de  $\pm 95 \%$

Nom du produit	Résistance mesurée (k $\Omega$ )	Résistance spécifique ( $\Omega$ m)
ConCrete 80 FL	12,79	255,8
FastGrout	13,87	277,4
FloorMix D40	8,658	173,7
LevelFloor OS 20	7,724	154,5
LG 20	8,363	167,3
LG 20 Rapid	18,25	365
NSM MultiRep	2,560	51,2
NSM MultiRep R4	8,105	162,1
RM ProRep	5,475	109,5
GUN 172	17,30	346
SuperGrout 70	3,895	77,9
TricoNomic	7,503	150,1
TricoNomic Special	20,70	414
<b>Norme CUR 45</b>		<b>25 – 800 (CEM I)</b> <b>150 – 4 000 (CEM III/B)</b>

## Discussion

La résistivité d'une substance peut être calculée à partir de la résistance mesurée d'une éprouvette de dimensions connues, à l'aide de la formule suivante :

$$R = \frac{\rho l}{A}$$

où :

$R$  = résistance mesurée de l'éprouvette en Ohm ;

$\rho$  = résistance spécifique ou résistivité du matériau en Ohms-mètres ;

$l$  = distance entre les deux électrodes en mètres ;

$A$  = surface des électrodes de mesure en mètres carrés.

La valeur  $l/A$  est également appelée constante de cellule électrolytique  $\kappa_c$ , qui est en fait déterminée par la géométrie des électrodes de mesure.

Autrement écrit, cela donne :

$$\rho = R / \kappa_c$$

La géométrie des électrodes joue un rôle important dans la détermination de la résistivité, étant donné qu'elle détermine la forme du champ électrique dans l'éprouvette.

L'examen des critères d'approbation révèle qu'il est important d'établir si les matériaux utilisés pour effectuer les réparations ont la résistivité adéquate en relation avec le substrat (béton) sur lequel ils vont finalement être appliqués en tant que mortiers (de réparation).

La Recommandation CUR 45 indique à la page 16 : « La résistivité du mortier doit se trouver entre 0,5 et 2 fois la résistivité du béton de la construction ». Ce critère d'approbation est également indiqué dans la norme européenne EN 12696.

La même Recommandation CUR donne en référence un aperçu des résistivités de différentes sortes de béton dans différentes circonstances. Voir la table III ci-dessous.

Table III : Résistances électriques spécifiques de 2 sortes de béton dans différents milieux (selon Recommandation CUR 45)

Milieu	Résistance électrique spécifique ( $\Omega m$ )	
	Ciment Portland (CEM I)	Ciment de haut-fourneau (CEM III/B)
Très humide, immersion, zone d'éclaboussure [chambre humide]	50 – 200	300 – 1 000
Exposition à tous les temps en extérieur	100 – 400	500 – 2000
En extérieur abrité [20 °C/80 % HR] non carbonaté	200 – 500	1000 – 4000
Idem, carbonaté	1 000 et plus	2 000 – 6 000 et plus
Climat intérieur (carbonaté), [20 °C/50 % HR]	3 000 et plus	4 000 – 10 000 et plus

La table ci-dessus indique clairement que la résistivité de produits à base de ciment peut très fortement varier en raison de la teneur en humidité de l'environnement direct et de la porosité du matériau considéré, laquelle est également déterminée par la proportion eau/ciment.

En pratique, l'estimation de la résistivité du béton reste ardue, car il est difficile de déterminer le type de béton utilisé et les conditions moyennes dans lequel le béton se trouve. Il est en outre pratiquement impossible de simuler de telles conditions en laboratoire.

Une autre possibilité est de mesurer sur place la résistivité du béton à l'aide d'un appareil de mesure, à l'aide de la méthode de la sonde Wenner à 4 points. Il faut tenir compte du fait que si les tiges d'armature se trouvent à proximité du point de mesure, les résultats de mesure sont influencés négativement par les courants vagabonds qui sont générés par cette méthode de mesure. De la sorte, les résistances obtenues sont inférieures aux résistances effectives.

En résumé, nous pouvons affirmer qu'il est difficile de vérifier qu'un mortier répond aux exigences fixées dans la Recommandation CUR 45 et aux critères de la norme EN 12696 pour une construction définie.

## Conclusions

Sans appareillage de mesure adéquat, il est difficile de déterminer la résistivité du béton utilisé dans une construction. Les valeurs mentionnées dans la Recommandation CUR 45 constituent un point de départ théorique.

La résistivité du SuperGrout 70 est insuffisante lorsque le béton sous-jacent ou environnant est à base de ciment de haut-fourneau. On peut, à juste titre, se demander si dans la pratique une construction en béton peut être aussi sèche que les éprouvettes utilisées dans les mesures.

Dans des conditions humides ou très humides, tous les mortiers répondent aux exigences fixées pour le béton à base de ciment Portland. Lorsqu'il est question de béton à base de ciment CEM III/B, les produits NSM MultiRep, RM ProRep et SuperGrout 70 ont une résistivité insuffisante. Les mesures de la résistance dans la construction en béton devront confirmer la conclusion théorique ci-dessus.