

DETECTION DE ZONES HUMIDES DANS LE BETON PAR GPR EN PRESENCE D'UN GRADIENT D'HUMIDITE

LOUIS¹ A., COURARD¹ L., NGUYEN¹ F., VAN DER WIELEN¹ A.

¹ Université de Liège – GeMMe

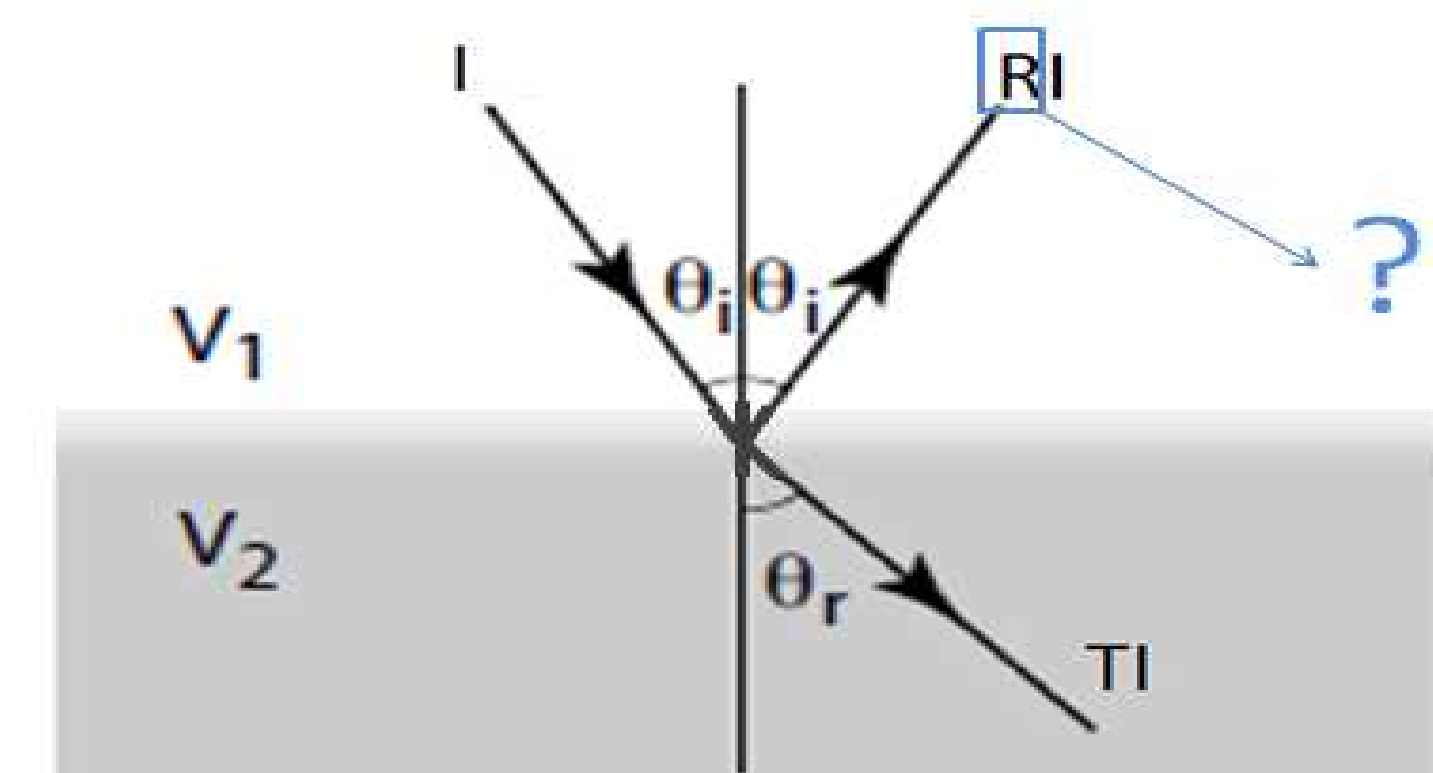
Introduction

Le béton n'est pas invulnérable, il peut être soumis à un ensemble de réactions chimiques nécessitant de l'eau pour se développer. Les zones humides, dans un ouvrage d'art, sont donc potentiellement indicatrices de zones dégradées ou de zones qui risquent, à court terme, de se détériorer. L'utilisation du radar pour la détection de ces zones humides est rendue possible grâce à la variation des propriétés diélectriques du béton en fonction de sa teneur en eau. Dans cette perspective, le radar peut être utilisé préventivement comme méthode non destructive d'investigation des ouvrages en béton.

Théoriquement, une interface nette entre deux matériaux présentant des propriétés diélectriques différentes peut être facilement visualisée par la technique radar. Les zones humides ont une particularité: elles sont délimitées par des interfaces qui sont loin d'être nettes. Nous aurons bien souvent la formation d'un gradient d'humidité entourant cette zone, gradient susceptible de modifier les signaux radar mesurés. Dans ce cas, que devient le coefficient de réflexion R ?



Exemple de dégradation sur une dalle de tablier de pont
(modifié d'après Demars, 2001)



Coefficient de réflexion (R) sur une interface floue entre deux milieux
(modifié d'après Giroux, 2005)

Programme expérimental et simulations numériques

Diverses modélisations ont été menées à l'aide d'un programme de simulation numérique de propagation d'onde électromagnétique (GprMax). Ainsi, les influences de la taille du gradient, mais aussi de sa position et de sa forme, ont été étudiées.

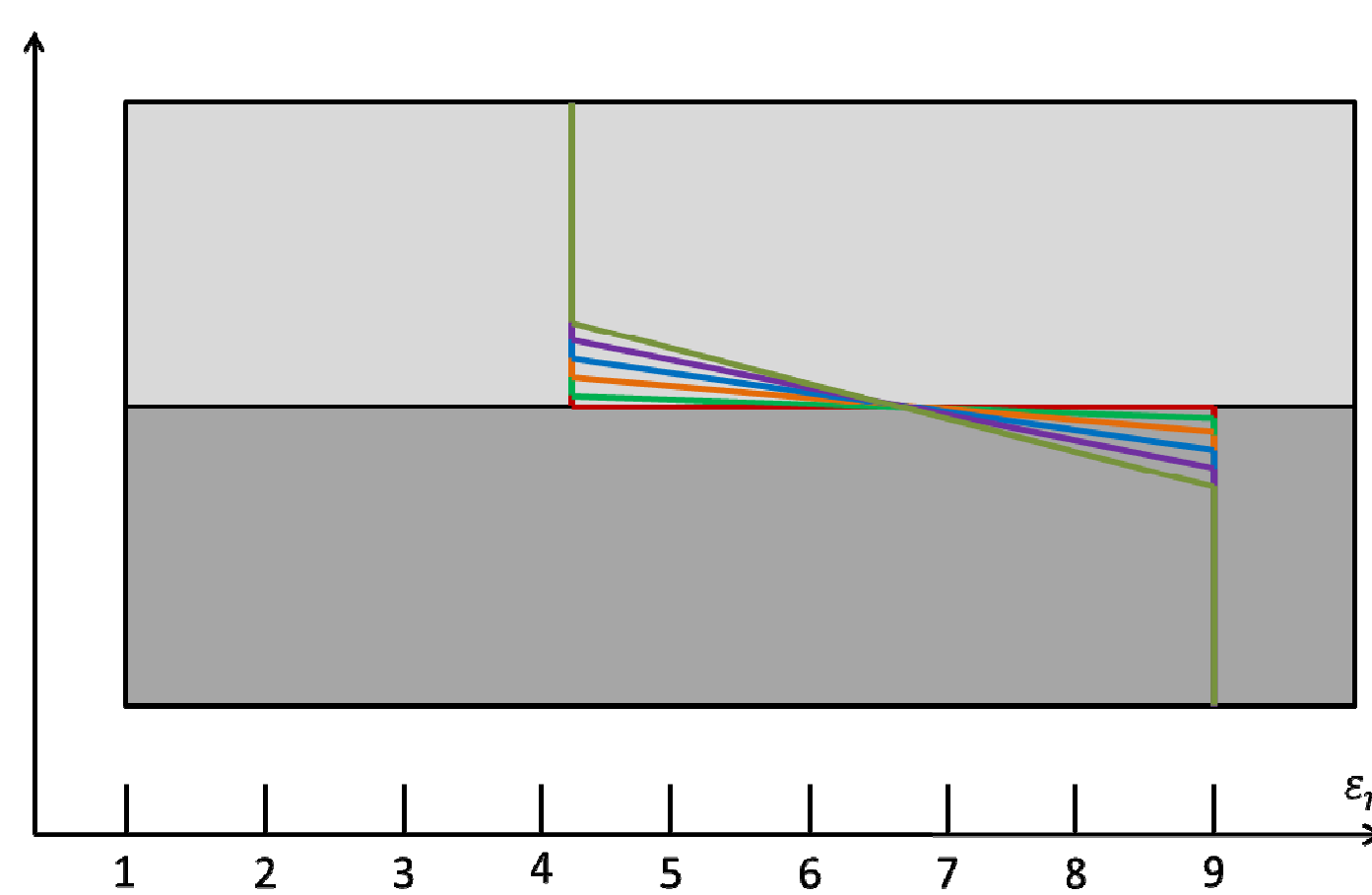
Un programme expérimental, basé sur la remontée capillaire, a été mis en place. A l'aide de capteurs hygrométriques placés dans les dalles, l'évolution de la zone de transition se trouvant au-dessus de la zone humide a été contrôlée. Une corrélation entre cette évolution du gradient et les résultats fournis par une antenne Ground Penetrating Radar de 2,3 GHz a été étudiée. Nous avons ainsi mis en évidence l'influence du gradient sur l'évolution temporelle du champ électromagnétique reçu.



Dispositif expérimental



Capteur hygrométrique modifié pour être utilisé dans le béton

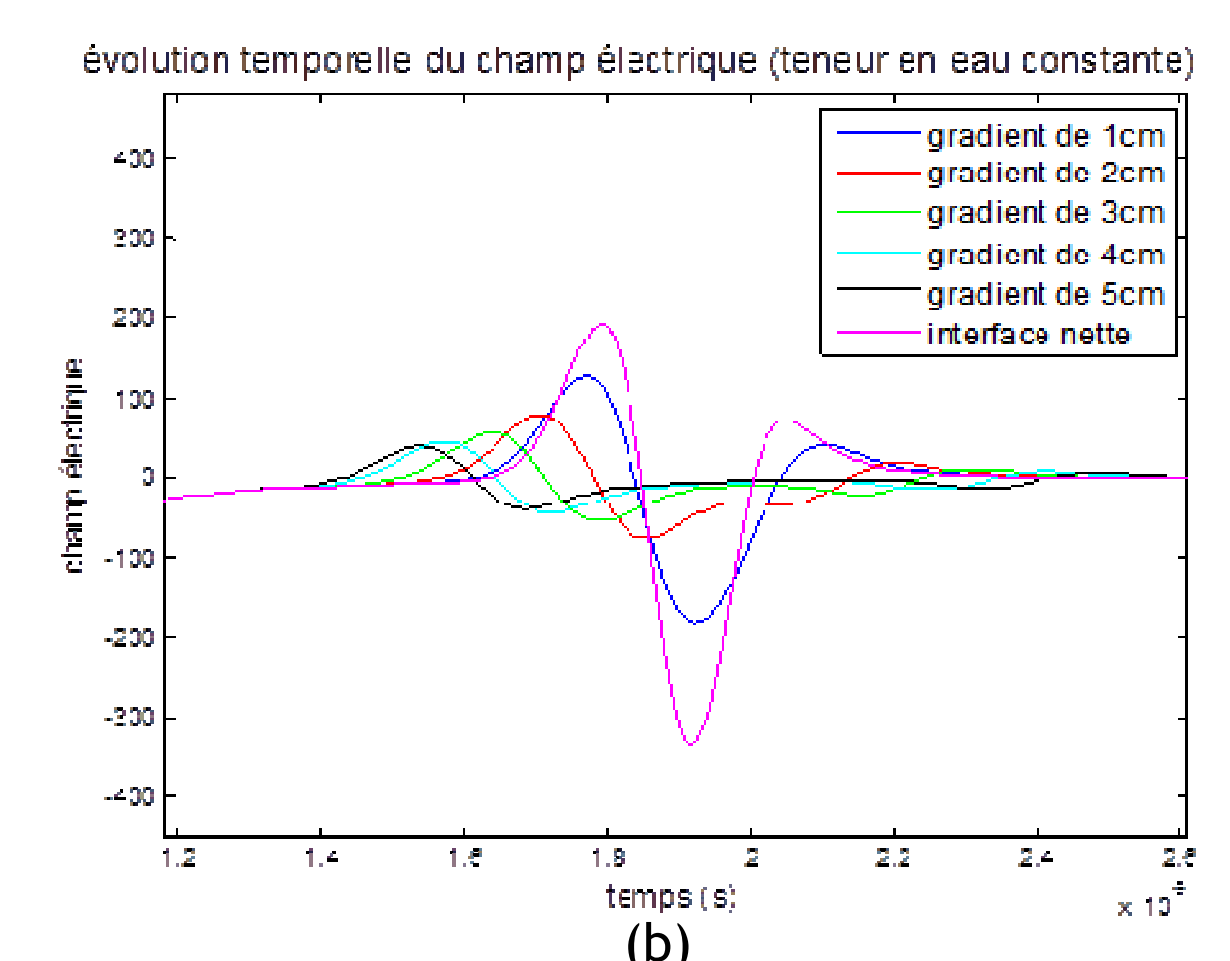
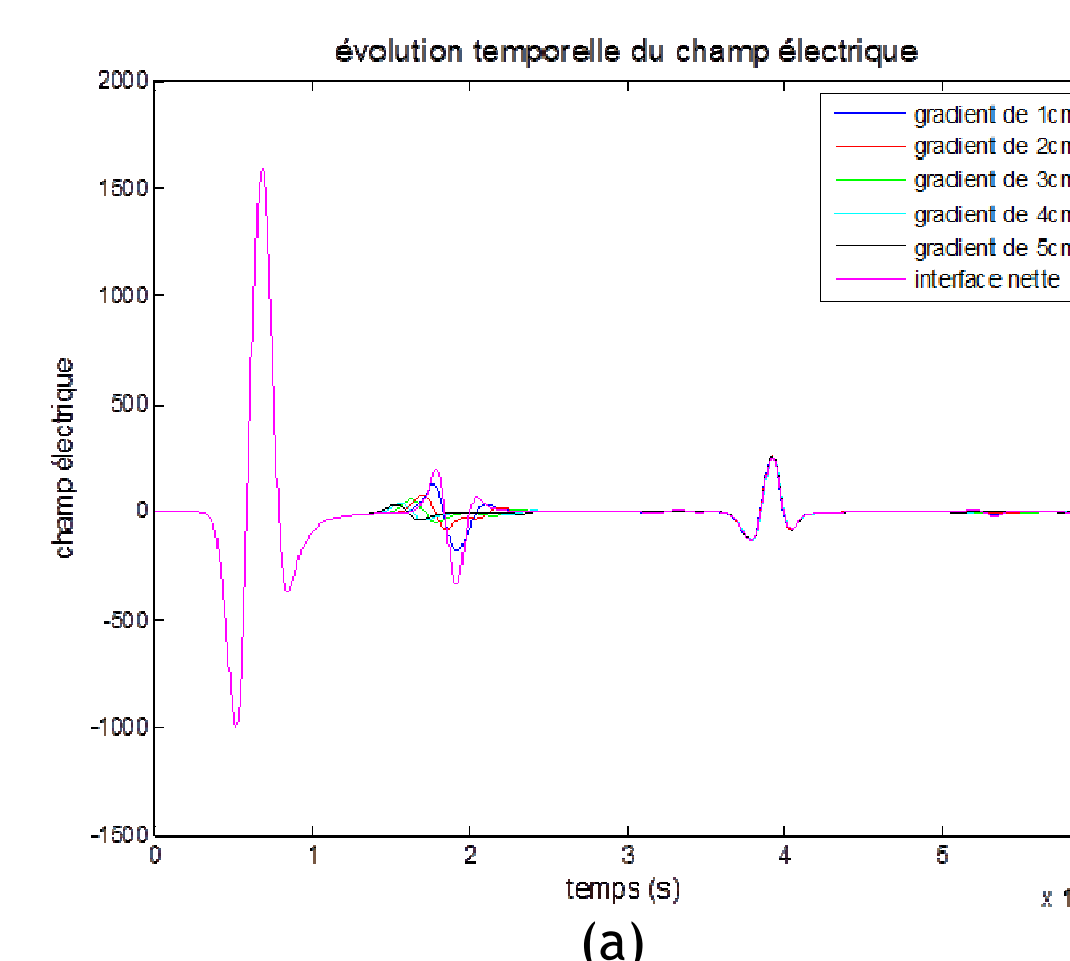


Variation de la permittivité diélectrique du béton en fonction de la hauteur (modélisation)

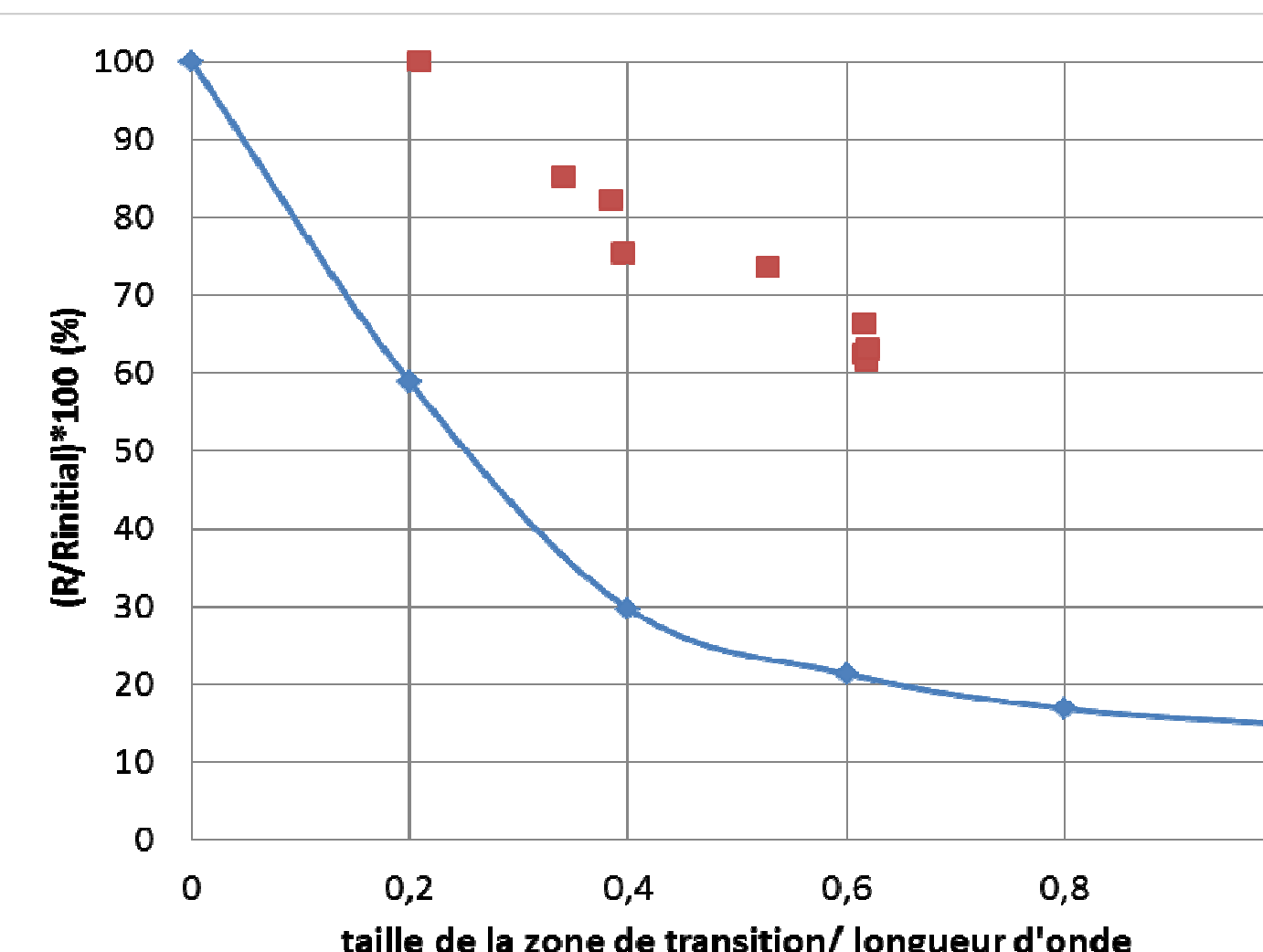
Résultats & Conclusions

Lorsque l'onde directe se dissocie assez clairement de l'onde réfléchie, il est possible de détecter la zone humide si la zone de transition qui la précède est suffisamment étroite. En effet, dans le cas où les propriétés diélectriques (à savoir la permittivité diélectrique et la conductivité électrique) évoluent de manière linéaire sur l'épaisseur de la dalle, si l'épaisseur de la zone de transition devient supérieure aux 2/5 de la longueur d'onde du signal, nous avons prouvé par voie numérique que l'amplitude de la réflexion se réduit de plus de 70% par rapport à la réflexion sur une interface nette.

En ce qui concerne l'étude expérimentale, une corrélation entre l'évolution du gradient fourni par les capteurs et les résultats fournis par le Ground Penetrating Radar de 2,3 GHz a été possible. L'analyse des résultats montre, en accord avec la modélisation, une diminution de la visibilité de la zone humide avec l'augmentation de l'épaisseur de la zone de transition.



Evolution du champ électrique en fonction du temps (a) et agrandissement de la zone de réflexion (b) (simulation de la superposition d'une dalle sèche sur une dalle humide avec l'introduction progressive d'une zone de transition des propriétés)



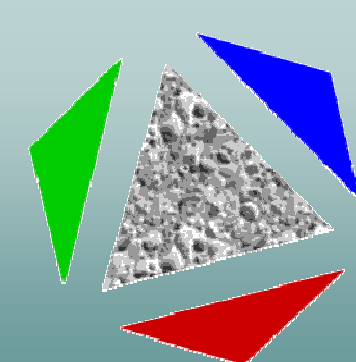
Diminution du coefficient de réflexion avec l'épaississement de la zone de transition

Références

- Demars Ph., Gilles P., Dondonné E., et al. 2001. Dégradation de dalles de tablier de ponts en Belgique: étude d'une pathologie complexe. Bulletin des laboratoires des ponts et chaussées 232,73-83. <http://www.gramme.be/Revue%20SILF/Revue18/Degrada.pdf>. Consulté le 12 août 2010.
- Giroux B. 2005. Radar géologique. In : Techniques géophysiques de haute résolution [slides]. Montréal, école polytechnique de Montréal, Canada, 48p, inédit.



Université de Liège



GeMMe

Génie Minéral, Matériaux & Environnement

