

432563


 Gouvernement du Québec
 Ministère des Transports

 Etudes et recherches
 Direction Générale :

MINISTÈRE DES TRANSPORTS

 CENTRE DE DOCUMENTATION
 200, RUE DORCHESTER SUD, 7e

QUÉBEC (QUÉBEC)

GIK 521

MINISTÈRE DES TRANSPORTS

 CENTRE DE DOCUMENTATION
 PLACE HAUTE-VILLE, 24e ÉTAGE

700 EST BOUL. ST-CYRILLE

QUÉBEC, QUÉBEC, G1R 5H1

Rapport No	Code de classement RTQ-82-03	Date du rapport
Titre du rapport: Evaluation du comportement des membranes d'imperméabilisation		Rapport d'étape <input type="checkbox"/> Rapport final <input type="checkbox"/>
Auteur(s) du rapport: Daniel Vézina, ing., Nicole Raymond, chim., Athanas Claveau, T.Sc.A.		No du projet d'étude ou de recherche:
Objet de l'étude ou de la recherche: Détermination de l'efficacité des types de membranes d'étanchéité spécifiés au Cahier des Charges et Devis Généraux		No du contrat
Etude ou recherche financée par: (Nom et adresse de l'organisme) Ministère des Transports		
Etude ou recherche réalisée par: (Nom et adresse de l'organisme) Laboratoire central		
Renseignements complémentaires:		
Résumé du rapport <p>Pour faire suite à l'évaluation en laboratoire des caractéristiques physiques de certaines membranes d'étanchéité, une évaluation du comportement des types de membranes spécifiés au Cahier des Charges et Devis Généraux du Ministère des Transports s'imposait.</p> <p>Cette étude décrit la méthode employée pour le prélèvement des échantillons de béton en minimisant la détérioration des membranes en place, le dosage des chlorures de sodium dans le béton et les relevés visuels effectués.</p> <p>Les résultats obtenus démontrent que les types de membranes actuellement spécifiés au C.C.D.G. ne sont pas complètement efficaces, mais que la teneur en NaCl, au niveau de l'armature dans les dalles de béton, est inférieure au seuil critique de corrosion active qui se situe à $0,89 \text{ kg/m}^3$. Un modèle mathématique est proposé pour déterminer la teneur en NaCl en fonction de la profondeur.</p>		
Mots-clés QTRD	Diffusion autorisée <input checked="" type="checkbox"/> Diffusion restreinte <input type="checkbox"/> Diffusion interdite <input type="checkbox"/> Révision par le Comité de direction <input type="checkbox"/>	Directeur général Date:


 CANQ
 TR
 GE
 RC
 143

LABORATOIRE CENTRAL - MINISTERE DES TRANSPORTS

EVALUATION DU COMPORTEMENT DES
MEMBRANES D'IMPERMEABILISATION

Daniel Vézina, ing.

Athanas Claveau, tech.

Nicole Raymond, chim.

SAINTE-FOY, le 3 mars 1982

/fg

INTRODUCTION

L'analyse du comportement et de l'efficacité des membranes d'étanchéité, en service depuis 1964, fait suite à la vérification de leurs caractéristiques en laboratoire. Cette deuxième phase de l'étude, contrairement à la première, a porté principalement sur l'évaluation des deux (2) types de membranes stipulés au Cahier des Charges et Devis Généraux du Ministère des Transports:

Type I - Enduit posé à chaud

L'enduit doit être composé d'un mélange de bitume, de caoutchouc naturel ou synthétique, de farine de pierre, de particules dures, de sable ou de pierre, et d'huile non-volatile dans les proportions suivantes:

	Pourcentage	
	Min.	Max.
Bitume 85-100	13	20
Caoutchouc pulvérisé	2	4
Farine de pierre	65	75
Sable ou pierre	5	10
Huile non-volatile	5	10

Le bitume doit être chauffé et maintenu à une température comprise entre 175 et 230°C.

Type II - Enduit posé à froid

Ce type de membrane posée à froid doit rencontrer les exigences de l'une des normes suivantes:

- CGSB-37-GP-2 "Emulsified asphalts mineral colloid type, unfilled for damproofing and waterproofing, and for roof coatings".

- CGSB-56-GP-13 "Cloth woven glass, coated for membrane waterproofing systems and built up roofing".
- ONGC 37-GP-27 "Bitumes émulsionnés de type à émulsifiant chimique pour revêtements de planchers en mastic d'asphalt".

CHOIX DES STRUCTURES

L'étude a porté sur quarante-et-une (41) structures sélectionnées en fonction du volume de circulation, du taux d'épandage des sels déglacants, de l'année de réalisation et du type de la membrane d'imperméabilisation.

Les données recueillies sur les dix (10) structures, dont les dalles n'ont jamais été imperméabilisées, serviront de point de comparaison pour évaluer l'efficacité des membranes. La répartition du type de protection des structures évaluées est donnée au tableau I.

TABLEAU I

TYPE DE PROTECTION DES STRUCTURES EVALUEES

Imperméabilisation	Aucune	Type I	Type II	Autres *
Nombre de structures	10	17	8	6

Autres *: De ce groupe, cinq (5) structures ont reçu une imperméabilisation équivalente à celle appliquée sur les culées et une (1) structure a été imperméabilisée à l'aide d'un bitume d'amorçage spécial.

DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN NaCl

L'efficacité de la membrane d'imperméabilisation est évaluée d'après la

quantité de NaCl retrouvée à différentes profondeurs dans la dalle de béton. La présence d'une quantité élevée de sel dans le béton signifie que la membrane laisse filtrer l'eau et les solutions alcalines.

Prélèvement des échantillons

Le prélèvement des échantillons a été réalisé de façon à minimiser le dommage de la structure à l'aide d'une foreuse électrique munie d'un récupérateur de poussière raccordé à un système à vide. Ce système permet de récupérer la poussière de béton produite par la mèche pour chaque intervalle de profondeur désiré dans la dalle. Les trous de 19 mm de diamètre ont une profondeur maximum de 125 mm. Un minimum de quatre (4) forages par structure a été effectué à environ 30 cm des chasse-roues.

Analyse des échantillons

La teneur en NaCl des échantillons est déterminée par un titrage potentiométrique des ions chlore (Cl) effectué à l'aide d'une électrode sélective au chlore. La concentration en ions chlore est convertie en kilogramme de chlorure de sodium par mètre cube de béton (kg/m^3).

Présentation des résultats

Les concentrations moyennes de chlorure de sodium en fonction de la profondeur ont été calculées et regroupées selon le type d'imperméabilisation utilisé sur les dalles des structures étudiées. Ces valeurs sont données au tableau 2.

TABEAU 2

Imperméabilisation	Aucune	Type I	Type II	Autres types
Nombre de structures	10	17	8	6
Age moyen de l'imperméabilisation	> 20	14,13	7,75	14,67
Profondeur en mm	Teneur en NaCl (kg/m ³)			
0 - 25	7,34	1,08	0,67	3,45
25 - 50	4,78	0,70	0,28	2,56
50 - 75	4,40	0,57	0,20	1,99
75 - 100	3,05	0,51	0,19	1,79
100 - 125	2,68	0,30	0,21	1,71

L'examen de ces résultats indique clairement que les membranes d'imperméabilisation sont plus ou moins efficaces en n'assurant pas une étanchéité parfaite aux dalles de béton, donc, les possibilités de corrosion des aciers d'armature existent toujours. Il est généralement admis qu'une concentration de sels de 0,89 kg/m³ au niveau des aciers est de nature à provoquer une corrosion active lorsque toutes les conditions favorables sont rencontrées.

A partir des concentrations moyennes de NaCl obtenues pour chacune des structures, le modèle mathématique le plus représentatif de l'évolution de la teneur en NaCl en fonction de la profondeur pour une dalle de pont est le suivant:

$$S = a_0 a_1^P$$

où:

- S = teneur en NaCl en kg/m³
- a₀ = constante, point à l'origine où P = 0
concentration moyenne de sels directement sous la membrane
- a₁ = constante, caractéristiques de la pente de la courbe
- P = profondeur dans la dalle en millimètre.

Les données du tableau 2 permettent de dériver les équations mathématiques ci-après, qui représentent la teneur en NaCl moyenne pour chaque type d'imperméabilisation et leur coefficient de corrélation "R".

- 1) Membrane type I: S: $(1,265)(0,990)^P$ R = 0,958
- 2) Membrane type II: S: $(0,813)(0,984)^P$ R = 0,912
- 3) Membrane "Autres": S: $(4,125)(0,991)^P$ R = 0,980

Ces courbes sont représentées à la figure No 1.

RELEVÉ VISUEL DES DÉFAUTS

Un relevé visuel des défauts de chacune des structures a été également effectué dans le but de permettre une meilleure évaluation de l'efficacité des membranes d'imperméabilisation.

DISCUSSION DES RESULTATS

Le résumé des résultats donné au tableau 2 confirme que l'utilisation des membranes d'imperméabilisation spécifiées au C.C.D.G. du Ministère des Transports n'empêche pas la pénétration des sels dans la dalle, mais ne fait que la retarder. Il faut cependant admettre que ce mode de protection des dalles (types I et II) est de beaucoup supérieur aux autres types de protection en place, tels qu'un bitume d'armoçage spécial ou bien un mélange du même type que celui utilisé sur les culées, qui se sont avérés inefficaces. Il y a une légère différence entre la concentration de NaCl au niveau des armatures selon que la membrane utilisée soit du type I ou II. Cette différence peut s'expliquer par le fait que l'âge moyen de ce

type de protection est de 7,75 ans, comparativement à 14,13 ans pour les membranes du type I. Un deuxième facteur également à considérer est la localisation des structures évaluées. Toutes les structures protégées à l'aide de la membrane du type I sont situées sur des routes à grande circulation et très près des grandes régions urbaines de Québec et Montréal, alors que les structures protégées par des membranes du type II sont surtout localisées sur des routes secondaires.

Le relevé visuel des défauts indique principalement que la surface de roulement en béton bitumineux présente une fissuration beaucoup plus sérieuse dans le cas des structures imperméabilisées à l'aide de la membrane du type II que celles du type I.

CONCLUSION

Les principales conclusions que l'on peut tirer de cette étude sont:

- Le fait de n'appliquer aucune protection aux dalles de ponts est très néfaste. Une détérioration prononcée du béton de la dalle ainsi qu'une concentration très élevée en NaCl sont notées dans toute l'épaisseur de la dalle.
- L'utilisation du matériel servant à l'imperméabilisation des culées n'est pas efficace pour la protection de la dalle. On observe une concentration de NaCl supérieure au seuil de $0,89 \text{ kg/m}^3$ au niveau des aciers d'armature, soit entre 50 et 75 mm.
- Les deux types de membranes, I et II, spécifiés au C.C.D.G. du Ministère

et utilisés sur nos structures ne peuvent pas être considérés comme complètement efficaces pour empêcher la pénétration d'eau et de sel dans les dalles de ponts. Ces membranes ne font que ralentir la pénétration de l'eau et des sels.

- Les résultats démontrent qu'il n'y a pas de corrosion active des aciers d'armature avec l'utilisation d'une membrane d'imperméabilisation du type I ou II, et ceci après 14,13 ans et 7,75 ans respectivement.
- L'utilisation de la membrane de type II semble occasionner une fissuration plus considérable et sévère de la couche d'usure de béton bitumineux, même en bas âge. Ce phénomène peut occasionner une détérioration plus rapide de la dalle de béton de ciment si la couche de roulement n'est pas réparée.
- Les résultats des performances en laboratoire et l'évaluation en chantier nous incitent à recommander de maintenir l'utilisation de la membrane de type I, et d'abandonner celle de la membrane de type II. laboratoire
- Les modèles mathématiques qui représentent l'évolution de la concentration de NaCl dans les dalles de ponts en fonction de la profondeur et selon le type de protection de la dalle sont les suivants:

$$S = a_0 a_1^P$$

Type I S: (1,265)0,990)^P R = 0,958

Type II S: $(0,813)(0,984)^P$ R = 0,912

Type "Autres" S: $(4,125)(0,991)^P$ R = 0,980

où:

S = concentration de NaCl en kg/m^3

P = profondeur dans la dalle en millimètres

R = coefficient de corrélation

FIGURE I

TENEUR EN NaCl EN FONCTION
DE LA PROFONDEUR



