

CANQ
TR
1481
8
Broch.

Recherches Transport

RECU
CENTRE DE DOCUMENTATION

DEC 3 1982

TRANSPORTS QUÉBEC

8

Évaluation du comportement des membranes d'imperméabilisation

Ministère des Transports
Centre de documentation
930, Chemin Ste-Foy
6e étage
Québec (Québec)
G1S 4X9

CANQ
TR
GE
LC
120
8



Transports
Québec

No de codification: RTQ-82-03
Auteurs du rapport: Daniel Vézina,
Nicole Raymond et Athanas
Claveau
Étude produite par le ministère
des Transports du Québec

Comité de la recherche, président:
Jean-Réal LaHaye
Directeur des communications:
Jacques De Rome

Secrétaire de la rédaction:
Michel Bélisle, 643-7052
700, boul. Saint-Cyrille est
18^e étage, Place Hauteville
Québec (Québec) G1R 5H1

Centre de documentation, responsable:
Donald Blais, 643-3578
700, boul. Saint-Cyrille est
24^e étage, Place Hauteville
Québec (Québec) G1R 5H1

Avec la prolifération des études et des recherches effectuées par le ministère des Transports du Québec ou pour son bénéfice, il devenait urgent de trouver un outil de consultation simple et rapide. *Recherches Transport* s'inscrit donc dans une politique d'accessibilité à l'information scientifique telle que préconisée dans le livre blanc **Un projet collectif: énoncé d'orientations et plan d'action pour la mise en œuvre d'une politique québécoise de la recherche scientifique.**

Ce document technique s'adresse à toute personne, entreprise ou institution dont les champs d'intérêt concernent les disciplines reliées au transport. L'auteur de l'étude ou de la recherche présente lui-même un résumé clair de son travail.

Dans tous les cas, un exemplaire du rapport peut être consulté au Centre de documentation du Ministère.

Recherches Transport est publié par la Direction des communications du ministère des Transports du Québec, pour le compte du Comité de la recherche.

Dépôt légal: 3^e trimestre 1982
Bibliothèque nationale du Québec
ISSN 0228-5541
Composition: Composition Orléans inc.

19190

Évaluation du comportement des membranes d'imperméabilisation

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 types de membranes stipulés dans le **Cahier des charges et devis généraux** du ministère des Transports du Québec.

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 de pierre	5	10
Huile non volatile	5	10

Le bitume doit être chauffé et maintenu à une température comprise entre 175°C 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 41 structures sélectionnées en fonction du volume de circulation, du taux d'épandage des sels de déglacage, de l'année de réalisation, de la membrane d'imperméabilisation et de son type.

Les données recueillies sur les 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 1.

Tableau 1
Type de protection des structures évaluées

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

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

QTRD

CANQ

TR

1481

8

Brach.

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 causé à la structure. Il s'est effectué 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 pro-

fondeur maximum de 125 mm. Un minimum de quatre forages par structure a été effectué à environ 30 cm des chasses-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.

Tableau 2

Imperméabilisation	Aucune	Type I	Type II	Autres types
Nombre de structures	10	17	8	6
Âge 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 des dalles de béton. Donc, les possibilités de corrosion des aciers d'armature exis-

tent toujours. Il est généralement admis qu'une concentration de sels de $0,89 \text{ kg/m}^3$ au niveau des aciers est de nature à provoquer une corrosion active lorsque toutes les conditions favorables sont réunies.

À 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:

$$S = a_0 a_1^P$$

S = teneur en NaCl en kg/m^3 ;

a_0 = constante, point à l'origine où $P = 0$,

concentration moyenne de sels directement sous la membrane;

a_1 = constante, caractéristique de la pente de la courbe;

P = profondeur dans la dalle en millimètres.

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»:

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

Ces courbes sont représentées à la figure 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 résultats

Le résumé des résultats donné au tableau 2 confirme que l'utilisation des membranes d'imperméabilisation spécifiées dans le **Cahier des charges et devis généraux** 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'amorçage spécial ou un mélange du même type que celui qui est utilisé sur les culées, lesquels se sont révélés 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 du type 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 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.

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

- 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 kg/m³ au niveau des aciers d'armature, soit entre 50 mm et 75 mm de profondeur.
- Les deux types de membranes, I et II, spécifiés dans le **Cahier des charges et devis généraux** 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 cela 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 obtenues en laboratoire et l'évaluation sur le terrain même nous incitent à recommander de maintenir l'utilisation de la membrane de type I, et d'abandonner celle de la membrane de type II.
- 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»

$$S: (4,125) (0,991)^P, R = 0,980;$$

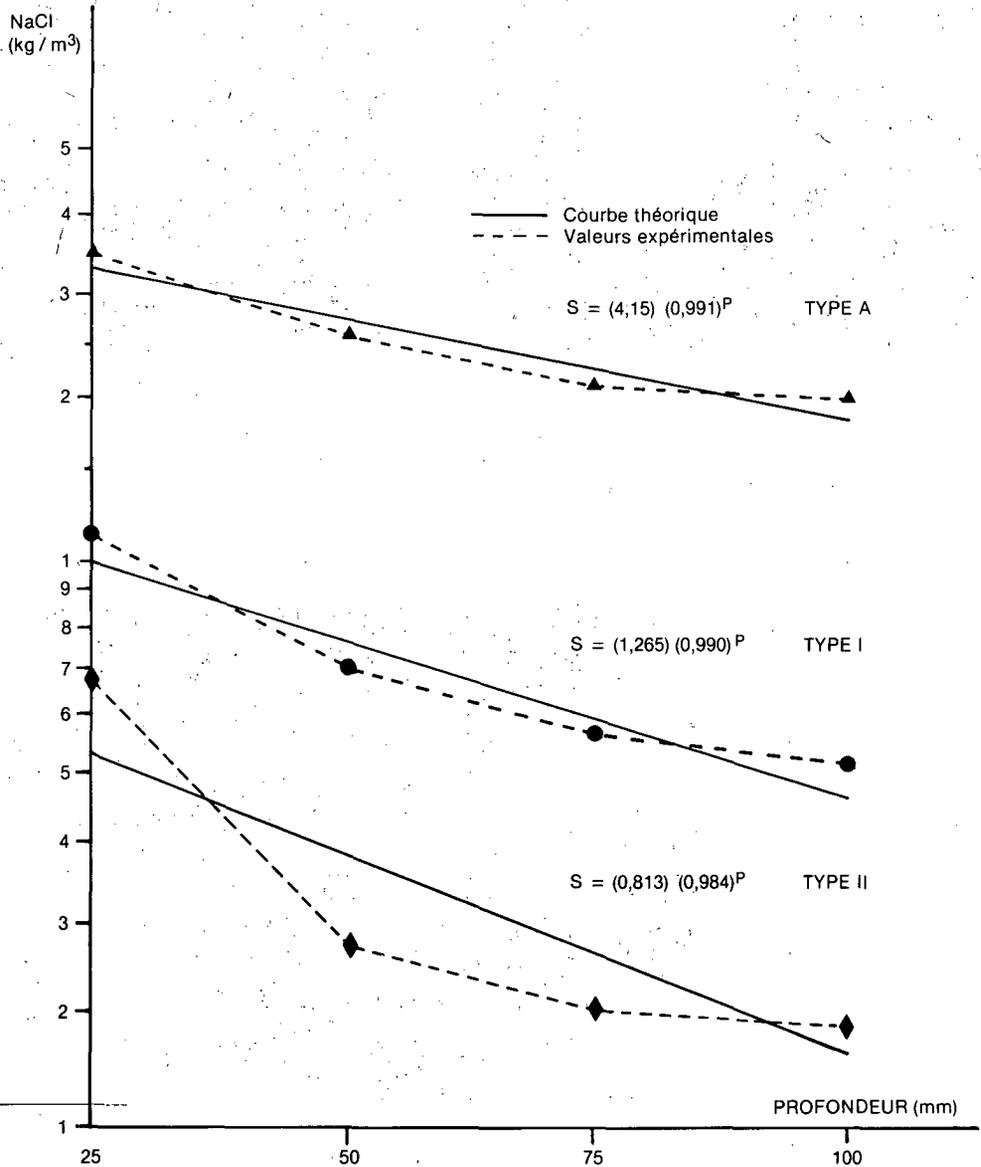
S = concentration de NaCl en kg/m³,

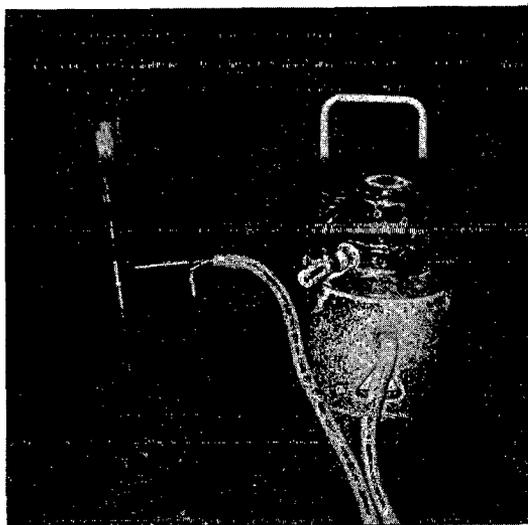
P = profondeur dans la dalle en millimètres,

R = coefficient de corrélation.

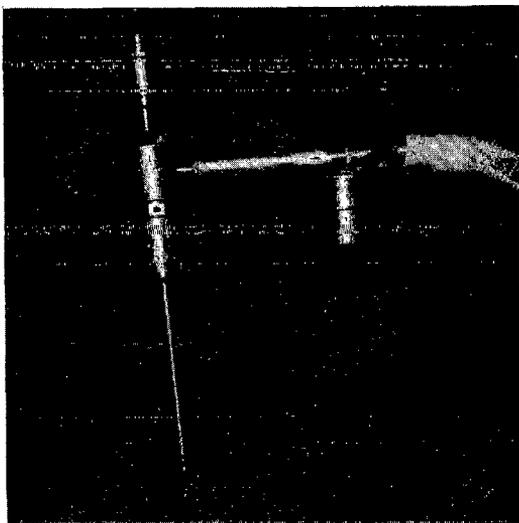
Figure 1

Teneur en NaCl en fonction de la profondeur

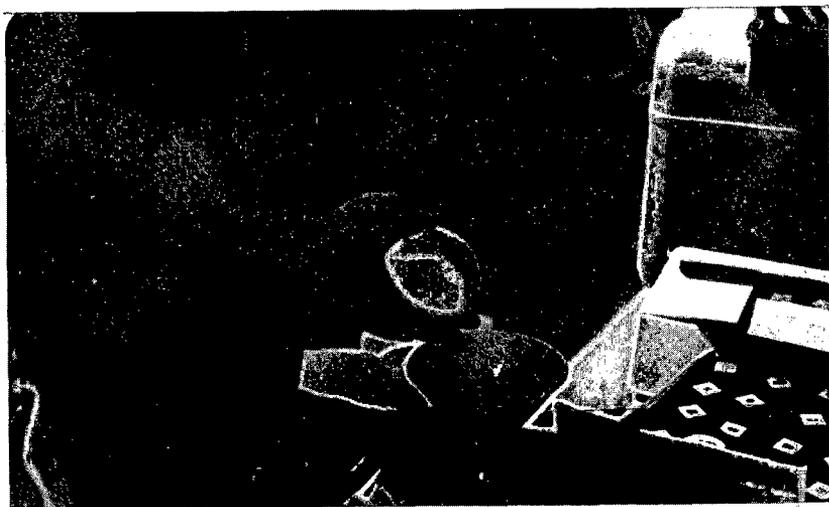




Appareil utilisé



Mèche et récupérateur de poussière



Poussière obtenue

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 153 570