

PERFORMANCE DES MEMBRANES D'ETANCHEITE  
UTILISEES AU QUEBEC ET EVALUATION EN  
LABORATOIRE DE LA QUALITE DES MEMBRANES  
D'IMPERMEABILISATION

CANQ  
TR  
GE  
RC  
168



Ministère des Transports  
Direction recherche et contrôle  
Service du laboratoire central

PERFORMANCE DES MEMBRANES D'ETANCHEITE  
UTILISEES AU QUEBEC ET EVALUATION EN  
LABORATOIRE DE LA QUALITE DES MEMBRANES  
D'IMPERMEABILISATION

919877

1983

PERFORMANCE DES MEMBRANES D'ETANCHEITE

139

PERFORMANCE DES MEMBRANES D'ÉTANCHEITÉ UTILISÉES  
AU QUÉBEC ET ÉVALUATION EN LABORATOIRE  
DE LA QUALITÉ DES MEMBRANES D'IMPERMÉABILISATION

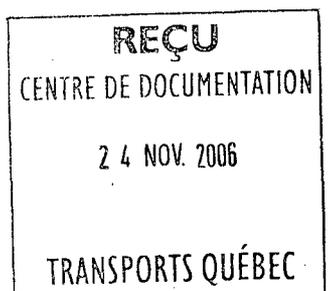
D. Vézina, ing.  
Section béton de ciment  
Laboratoire central  
du  
Ministère des Transports  
du  
Québec



Daniel Vézina, ing.

Conférence présentée au congrès annuel de la C.T.A.A. à  
Québec le 15 novembre 1983.

**MINISTÈRE DES TRANSPORTS**  
CENTRE DE DOCUMENTATION  
700, boul. RENÉ-LÉVESQUE EST, 21<sup>e</sup> étage  
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA  
G1R 5H1



CANIQ  
TR  
GE  
RC  
168

TABLE DES MATIERES

PAGE

1.0	INTRODUCTION	_____
2.0	Etat de la question	_____
2.1	Situation dans les états et provinces voisins	_____
2.2	Situation au Québec	_____
3.0	<u>PERFORMANCE DES DEUX MEMBRANES BITUMINEUSES UTILISEES</u> <u>AU QUEBEC</u>	_____
3.1	Teneur en chlorure dans les dalles de pont	_____
3.2	Essai de résistivité	_____
4.0	<u>ESSAIS DE LABORATOIRE DESTINES A EVALUER LES MEM-</u> <u>BRANES</u>	_____
5.0	<u>RESULTATS OBTENUS PAR DIFFERENTES MEMBRANES LORS</u> <u>DES ESSAIS</u>	_____
6.0	<u>DISCUSSION DES RESULTATS D'ESSAIS SUR LES MEMBRANES</u>	_____
7.0	<u>CONCLUSION</u>	_____

RÉSUMÉ

La protection des dalles de ponts est depuis toujours un problème important pour les concepteurs. Au Québec, un comité, formé à l'intérieur du Ministère des Transports, a étudié les différents modes de protection disponibles et recommande que la protection des dalles de ponts soit réalisée à l'aide de membranes d'étanchéité.

Cette étude évalue l'efficacité des membranes conventionnelles utilisées au Québec et présente une série d'essais de laboratoire pour l'évaluation de la qualité des produits d'imperméabilisation des dalles de ponts. L'évaluation de l'efficacité des membranes utilisées au Québec a été réalisée à l'aide d'un examen visuel; de la détermination de la teneur en NaCl au niveau des aciers; de l'essai de résistivité (ASTM D 3633). Les essais de laboratoire, effectués sur treize (13) types de membranes, nous indiquent que parmi les deux membranes conventionnelles utilisées au Québec, l'utilisation de l'émulsion bitumineuse avec fibre de verre doit être abandonnée. La membrane de mastic bitumineux peut être utilisée seulement sur des structures de simple portée. Les membranes qui ont donné un bon comportement et qui peuvent faire l'objet d'essais en chantier sont: Uniroyal 6125, Bituthène 5000 et Tex-El.

## 1.0 INTRODUCTION

Au cours des dernières années, des ingénieurs oeuvrant dans le domaine routier sont au prise avec un problème majeur: la détérioration prématurée des dalles de ponts. En Amérique du Nord ce problème a été étudié et a fait l'objet de nombreuses publications; cependant aucune solution universellement acceptable n'a été trouvée et les recherches continuent afin d'obtenir une solution définitive au problème.

Au Québec, un comité formé à l'intérieur du Ministère des Transports a étudié les différents modes de protection disponibles. Ce comité avait pour mandat d'évaluer, à la lumière des dernières études, l'efficacité des divers modes de protection des dalles de ponts et de recommander une méthode efficace tout en tenant compte des besoins réels du Ministère. Les recommandations de ce comité furent de poursuivre l'imperméabilisation des dalles de ponts avec des membranes d'étanchéité.

À partir de cette donnée, le Laboratoire Central a entrepris des études afin de déterminer l'efficacité des membranes d'étanchéité utilisées sur les structures et aussi d'évaluer par des essais en laboratoire les propriétés des différentes membranes disponibles au Québec. Ces études permettront par la suite de sélectionner des membranes plus efficaces afin d'assurer un meilleur comportement des dalles de structures.

## 2.0 ÉTAT DE LA QUESTION

### 2.1 Situation dans les États et provinces voisins

Depuis le début des années 70, on retrouve cette préoccupation d'évaluer l'efficacité des différents systèmes d'imperméabilisation des dalles de ponts. L'Ontario et les états américains du Maine, Vermont, New-Hampshire et Massachusetts ont tous procédé au cours des dernières années à différentes études destinées à améliorer la protection des dalles de ponts.

Depuis 1950, différentes méthodes ont été expérimentées afin d'améliorer la durée de vie des dalles; on retrouve parmi ces méthodes:

- L'utilisation du silicone
- Surface de roulement en béton exposé
- Les membranes de mastic caoutchouté ou de bitume caoutchouté.

Après une série d'inspection effectuée au cours des années 1960 et 1970, il fut décidé que le système le plus satisfaisant était l'utilisation d'une membrane de bitume caoutchouté ou de mastic caoutchouté.

Même si ces systèmes ne peuvent être considérés comme des solutions permanentes au problème de détérioration des dalles, ils procurent une protection suffisante à moyen terme.

Depuis 1974, le Département des Transports de l'Ontario a entrepris une étude en laboratoire des propriétés des différentes membranes susceptibles d'apporter de meilleures performances en chantier. Ces études ont permis de sélectionner quatre (4) matériaux pour procéder à une évaluation du comportement en chantier.

L'état du Vermont a procédé, en 1971, à l'évaluation en laboratoire et en chantier de 16 types de membranes d'étanchéité due à une détérioration prématurée des dalles de ponts.

Leur étude a porté sur deux grandes catégories de membranes:

- Les membranes préfabriquées en feuille;
- Les membranes liquides, coulées sur place.

La principale conclusion de l'étude est que seulement les systèmes composés de feuilles préfabriquées semblent fournir une protection efficace contre la pénétration de l'humidité et des eaux contenant des sels déglaçants, malgré l'inconvénient majeur de mettre en place ces membranes le long des drains, parapets et joints.

En 1974, l'état du Maine a procédé à une évaluation en laboratoire de dix-neuf (19) sortes de membranes. Cette étude comprenait également les membranes standards utilisées par le Département des Transports du Maine qui étaient composées principalement de bitume et de fibre de verre. Cette étude a permis de sélectionner trois (3) membranes qui sont susceptibles d'apporter une excellente protection aux dalles de ponts. Ces trois membranes sont du type "préfabriqué" et seront installées sur des structures pour une évaluation en chantier.

Le NCHRP (National Cooperative Highway Research Program), dans son rapport No 165, publié en 1976, a évalué, à partir d'essais de laboratoire, 147 membranes de marques différentes. Il est ressorti de tous les essais effectués que seules les membranes préfabriquées pouvaient apporter une protection vraiment efficace contre l'infiltration d'eau. Les cinq (5) membranes les plus prometteuses sont:

- Membrane préfabriquée composée d'une feuille de goudron et de chlorure de polyvinyl modifié
- Membrane de chloroprène vulcanisé
- Membrane de butyle vulcanisé
- Membrane de butyle, laminée à un tissu de fibres d'amiante saturé de bitume
- Membrane de caoutchouc d'éthylène-propylène.

## 2.2 Situation au Québec

Depuis 1964, des membranes d'étanchéité sont appliquées pour l'imperméabilisation des tabliers de structures. Le "Cahier des Charges et Devis Généraux" du Ministère des Transports décrit à l'article 16.04.1, les deux types de produits destinés à cet usage.

### A) 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:

Matériel	Pourcentage	
	Minimum	Maximum
Bitume 85-100	13	20
Caoutchouc pulvérisé	2	4
Farine de pierre	65	75
Sable ou pierre	5	10
Huile non-volatile	5	10

### B) Type II - Enduit posé à froid.

Cette membrane est composée d'émulsion et d'un tissu de fibre de verre. Ces matériaux doivent satisfaire les exigences suivantes:

- CGSB - 37-GP-2 "Emulsified asphalts mineral colloid type, unfilled for damproofing and waterproofing, and for roof coatings".
- CGSB - 56-GP-13 "Clothwoven glass, coated for membrane waterproofing systems and built up roofing".
- ONGC - 37-GP-27 "Bitumes émulsionnés de type à émulsifiant chimique, pour revêtements de plancher en mastic d'asphalte".

## 3.0 PERFORMANCE DES DEUX TYPES DE MEMBRANES BITUMINEUSES AU QUÉBEC

Depuis 1976, le Ministère des Transports du Québec est beaucoup plus sensibilisé à l'importance d'une bonne imperméabilisation des tabliers de ponts. A cette fin un programme d'étude a été élaboré afin de fournir des données concernant l'efficacité des deux types de membranes utilisées. Le programme d'étude est réalisé de la façon suivante:

- Examen visuel de la structure.
- Détermination de la teneur en NaCl dans le béton.
- Essai de résistivité de la membrane (ASTM D 3633).

### 3.1 Teneur en chlorure dans le béton

L'étude a porté sur 41 structures réparties à travers le Québec. La procédure suivie pour déterminer la teneur en  $\text{Cl}^-$  est la suivante:

L'échantillon destiné à l'analyse provient de la poussière de béton récupérée lors du forage. L'appareil utilisé est semblable à celui montré dans le rapport No FHWA-KS-RD. 75.2 du Département des Transports du Kansas (photos 15-16). Essentiellement, l'appareil est composé d'une foreuse électrique reliée à un vacuum et un système de récupération de poussière. La poussière est recueillie pour chaque 25 mm de profondeur dans la dalle et l'analyse est effectuée en laboratoire selon la méthode AASHTO T 260-78 "Sampling and Testing for total Chloride Ion in Concrete". Un minimum de six échantillons par dalle de pont sont prélevés.

La quantité de chlorure dans le béton, qui est associée à une corrosion active des aciers d'armature, est de  $0,6 \text{ kg/m}^3$  ( $1,00 \text{ lb/v}^3$ ) de béton.

Les concentrations moyennes de  $\text{Cl}^-$  en fonction de la profondeur selon les différents types d'imperméabilisation sont données au tableau 1.

TABLEAU 1

Imperméabilisation		Aucune	Bitume d'amorçage	Type I	Type II
Nombre de structure		10	6	17	8
Âge moyen (année)		20	14,7	14,1	7,75
Teneur en chlorure en $\text{kg/m}^3$	0-25 mm	4,45	2,09	0,66	0,41
	25-50 mm	2,90	1,55	0,42	0,17
	50-75 mm	2,67	1,21	0,35	0,12
	75-100 mm	1,85	1,09	0,31	0,12

L'application d'une membrane d'étanchéité diminue de façon considérable la pénétration des sels dans les dalles de ponts. Le premier lit d'acier d'armature est recouvert d'environ 37 mm de béton pour les structures évaluées. Si on considère que la teneur critique en sel au niveau des aciers est de  $1,00 \text{ kg/m}^3$ , on constate qu'il n'y a pas de corrosion active des aciers pour les structures recouvertes d'une membrane. La différence de chlorure entre les structures d'une membrane de type I ou de type II provient principalement du fait que les membranes de type II sont appliquées sur des structures situées sur des routes secondaires qui reçoivent très peu de sel.

L'inspection visuelle des structures, particulièrement de la surface de roulement en béton bitumineux nous révèle que la fissuration du pavage est très prononcée dans le cas où la membrane de type II est utilisée.

### 3.2 Essai de résistivité (illustration 17)

A l'heure actuelle, l'essai de l'ASTM D 3633 "Electrical resistivity of membrane-pavement systems" n'est pas utilisé d'une façon systématique sur les ponts. Depuis 1982, des essais ont été effectués sur des cas spécifiques mais cet essai est utilisé de plus en plus couramment afin d'évaluer l'état de la membrane avant d'entreprendre des travaux de réfection de la surface de roulement. Les résultats obtenus avec cet essai ainsi que la détermination de la teneur en sel dans la dalle fournissent une bonne indication de l'efficacité de la membrane.

Un essai de résistivité, effectué sur une structure située à Leclerville en juillet 1983, a donné les résultats suivants:

Résistivité ohms/pi <sup>2</sup>	Nombre de point	%
10 <sup>6</sup> et plus	77	42.3
10 <sup>6</sup> à 10 <sup>4</sup>	39	21.4
10 <sup>4</sup> à 10 <sup>2</sup>	66	36.3

L'imperméabilisation de la structure est faite à l'aide de la membrane type II et date de 1971. Les résultats obtenus nous indiquent qu'environ 42% de la surface de la membrane est en bonne condition. La détermination de la teneur en sel selon l'état de la membrane est en accord avec l'essai de résistivité. Les résultats obtenus sont montrés au tableau 2.

TABLEAU 2

Lecture no	Résistivité	Teneur en NaCl (kg/m <sup>3</sup> ) au niveau de l'acier
5	Infini	0.78
6	Infini	0.55
3	10 <sup>6</sup> à 10 <sup>4</sup>	0.31
4	10 <sup>4</sup>	4.89
7	10 <sup>4</sup>	2.58
8	10 <sup>4</sup>	3.05
9	10 <sup>4</sup>	1.29

Suite aux résultats obtenus à partir de ces essais ainsi qu'aux constatations visuelles effectuées lors de la réparation des dalles de ponts, il a été convenu d'utiliser d'autres types de membranes qui pourraient apporter une protection plus efficace contre l'infiltration d'eau et de sels. Au Québec l'expérience a démontré que le

principal problème des dalles de ponts était l'effritement de la surface de béton sous l'action du gel et du dégel en présence d'eau et de sels. L'éclatement du béton causé par la corrosion des aciers d'armature est un phénomène que l'on retrouve sur les ponts dont la surface de roulement est en béton; cette façon de procéder est inhabituelle au Québec.

#### 4.0 ESSAI EN LABORATOIRE DESTINÉ À ÉVALUER LES MEMBRANES D'ÉTANCHEITE

Les paragraphes qui suivent ont pour but de présenter des informations sur les essais qui servent à l'évaluation des différents types de membranes d'étanchéité en incluant les deux types qui sont utilisés sur les structures du Québec.

Ces essais, lorsqu'ils sont effectués sur des nouvelles membranes, permettent de sélectionner celles qui pourront être utilisées en chantier en vue d'une évaluation dans des conditions réelles de service.

Les méthodes et les appareils utilisés ne sont pas toujours standardisés; ils ont pour but de simuler, de la meilleure façon possible, les conditions de service.

Un total de dix-sept (17) essais sont énumérés ci-dessous suivi d'une brève description de quelques-uns d'entre eux. Une illustration est donnée à la fin. (Photos 1 à 14).

Ces essais servent à l'évaluation en laboratoire de différents types de membranes tels que:

- Les mastics bitumineux.
- Les membranes de bitume caoutchouté appliquées à chaud.
- Les membranes de caoutchouc liquide appliquées à froid.
- Les membranes préfabriquées.

Comme il n'existe pas de norme précise concernant les membranes d'étanchéité destinées à l'imperméabilisation des dalles de ponts, la plupart des essais s'inspirent des normes utilisées dans le domaine de l'imperméabilisation des toitures. Les produits utilisés dans ce domaine sont presque identiques à ceux utilisés dans le domaine routier. Les principales normes de référence pour les membranes de toitures sont les suivantes:

- ONGC 37-GP-50 "Bitume caoutchouté, appliqué à chaud, pour le revêtement des toitures et pour l'imperméabilisation à l'eau".
- ONGC 37-GP-56 "Membrane bitumineuse modifiée, préfabriquée et renforcée pour le revêtement des toitures".

LISTE DES ESSAIS

ESSAIS	NORME	EXIGENCES
1) Point d'éclair	ONGC 37-GP-50 art. 41	260°C min.
2) Pénétration au cône à 25°C à 50°C	37-GP-50 art. 4.2	110 max. 200 max.
3) Fluidité à 60°C	37-GP-50 art. 4.3	3 mm max.
4) Tenacité (dureté)	37-GP-50 art. 4.4	5.5 j min.
5) Viscosité	37-GP-50 art. 4.12	Entre 2 et 15 s.
6) Souplesse (flexibilité) et adhérence à -25°C	37-GP-50 art. 4.9	Aucun fendillement ou décollement
7) Colmatage des fissures à -25°C	37-GP-50 art. 4.10	Pas de craquelage ni perte d'adhérence après 10 cycles de dilatation et compression.
8) Absorption d'eau	37-GP-50 art. 4.7	Perte de 0,18 g max. Gain de 0,35 g max.
9) Transmission de la vapeur d'eau	ASTM E 96 procédure E	1,0 g/m <sup>2</sup> en 24 h max. (Membrane préfabriquée) 1,7 ng/Pa m <sup>2</sup> s membrane coulée
10) Adhérence au béton avant et après trempage	ASTM C 836	175 N/m min.
11) Compatibilité avec le béton bitumineux	ASTM D 3405	Pas d'effet néfaste sur le béton bitumineux, pas de perte d'adhésion, ni d'exsudation

ESSAIS	NORME	EXIGENCES
12) Résistance à la fissuration à 23°C et - 25°C	NCHRP No 165	Elongation de 2,5 mm ou fissure unique de 12 mm ou fissures multiples totales 20 mm
13) Résistance à la rupture	ASTM D 412	785 N min.
14) Allongement ultime	ASTM D 412	8% min.
15) Résistance à l'eau	37-GP-56 art. 5.4	Absorption de 1,0 g d'eau max. Pas de changement de dimension supérieure à ±1% dans le sens machine ou transversal.
16) Impact dynamique	37-GO-56 art. 5.8	4,9 j min.
17) Etanchéité à l'eau	37-GO-56 art. 7.2.7.1	Aucune infiltration.

Parmi les 17 essais cités précédemment, 11 proviennent de ces normes. Les six (6) autres essais proviennent soit de normes ASTM ou sont tirés de rapport comme le NCHRP No 165 qui évalue les membranes en laboratoire. Tous ces essais sont destinés à fournir le plus d'informations possibles sur les propriétés des membranes afin de s'assurer un comportement adéquat en chantier. Ces essais sont aussi destinés à représenter le mieux possible les conditions de service que les membranes subissent au cours de leur vie.

Tous ces essais ne sont pas effectués de façon systématique sur toutes les membranes. Le tableau 3 indique quels sont les essais qui s'appliquent selon le type de membrane à évaluer.

TABLEAU 3  
 ESSAIS À EFFECTUER SELON LE TYPE DE MEMBRANE

ESSAIS	Mastic bitumineux ou membrane appli- quée à chaud	Membrane ap- pliqué à froid	Membrane préfabri- quée
Point d'éclair	X		
Pénétration au cône	X		
Fluidité à 60°C	X		
Tenacité (dureté)	X		
Viscosité	X		
Souplesse (flexibilité) et adhérence à - 25°C	X	X	X
Colmatage des fissures à - 25°C	X	X	X
Absorption d'eau	X	X	
Transmission de la vapeur d'eau	X	X	X
Adhérence au béton avant et après trempage	X	X	X
Compatibilité avec le béton bitumineux	X	X	X
Résistance à la flexibilité à 23°C et - 25°C	X	X	X
Résistance à la rupture			X
Allongement ultime			X
Résistance à l'eau			X
Impact dynamique			X
Etanchéité à l'eau	X	X	X

### 5.0 RÉSULTATS OBTENUS PAR DIFFÉRENTES MEMBRANES LORS DES ESSAIS

Les essais de laboratoire ont été effectués sur onze (11) types de membranes, incluant les deux types prévus au Cahier des Charges du Ministère.

Ces membranes peuvent se classer en deux grandes catégories:

#### 1) Renforcées

- Type II (Émulsion asphaltique avec fibre de verre)
- Tex-El (fibre de polyester imprégné d'un monomère)
- Bituthène 5000 (Bitume caoutchouté avec fibre de polypropylène)
- Bituthène 3000 (Bitume caoutchouté avec toile de polyéthylène)
- Melnor (membrane préfabriquée auto-adhésive)

#### 2) Non-renforcées

- Type I (Mastic bitumineux)
- Rubtyl (caoutchouc liquide)
- Flint guard 770-06 (caoutchouc liquide)
- Uniroyal 6125
- L-73-R Sealtigh
- Butylmat (caoutchouc liquide)

La première série d'essais a porté sur les membranes appliquées à chaud comme: Type I, Uniroyal 6125 et Sealtigh L-73-R. Les résultats des essais particuliers à ce type de membranes sont donnés au tableau 4.

TABLEAU 4  
ESSAIS SUR MEMBRANES APPLIQUÉES À CHAUD

Essais	Uniroyal 6125	Sealtigh L-73-R	Mastic bitumi- neux	Exigences
Point d'éclair (°C)	265	232	180	260°C min.
Pénétration au cône à 25°C (1/10 mm) à 50°C	84 216	85 230	26 109	110 max. 200 max.
Fluidité à 60°C (mm)	0,8	1,0	0	3 mm max.
Élasticité (joules)	6,6	15,3	0,26	5,5 j min.

Cette première série d'essais nous indique clairement que la membrane de mastic bitumineux, utilisée couramment au Québec, est nettement déficiente au point de vue élasticité et laisse présager un comportement douteux sur la route.

Au tableau 5, on retrouve un résumé des résultats obtenus par les différentes membranes.

#### 6.0 DISCUSSION DES RÉSULTATS D'ESSAIS SUR LES MEMBRANES

Si on considère, en premier lieu, le comportement des deux types de membranes prévus au Cahier des Charges et Devis Généraux du Québec, on se rend compte que ces produits sont très fragiles à  $-25^{\circ}\text{C}$ ; de plus, l'élasticité est très faible. Les membranes Uniroyal 6125 et Sealtigh L-73-R sont des produits à base de bitume caoutchouté posés à chaud; ces deux produits ont sensiblement les mêmes propriétés, sauf que le L-73-R s'est décollé et rupturé de la base d'aluminium lors de l'essai de flexibilité à  $-25^{\circ}\text{C}$ , et de plus lors de l'essai de "simulation de l'ouverture d'une fissure", ce matériel décolle du béton à la température de  $-25^{\circ}\text{C}$ . Donc, d'après ces résultats, le produit de Uniroyal possède des qualités supérieures à basse température. Ce type de membrane pourrait être utilisé avantageusement comme substitut à la membrane Type I.

Parmi les autres systèmes étudiés, on retrouve les caoutchoucs liquides comme "Rubtyl, Butylmat, Flint guard 770-06". Aucun de ces systèmes n'est recommandable. Les deux premiers subissent une dégradation lorsqu'ils sont plongés dans l'eau et le troisième est peu pratique, car son temps de séchage est d'au moins 48 heures, même passé cette période, il y a encore un dégagement de solvant qui est incompatible avec le béton bitumineux.

Ces matériaux ont comme avantage d'être facile d'application, de bien adhérer au béton et de demeurer flexible à  $-25^{\circ}\text{C}$ . Lors de l'essai de l'ouverture d'une fissure à  $-25^{\circ}\text{C}$ , on constate que ni le Rubtyl et le Flint guard 770-06 ne réussissent à supporter les contraintes engendrées par cet essai. Ces systèmes sont tous à base de solvants qui sont incompatibles avec le bitume du mélange bitumineux; les propriétés mécaniques ne sont pas acceptables pour permettre leur utilisation sur chantier.

Les systèmes d'imperméabilisation les plus prometteurs sont les membranes préfabriquées: nous en avons étudié quatre (4) différentes: Bituthène 3000 et 5000 de la compagnie Grace, Melnar de la compagnie W.R. Meadows et Tex-El. Des deux membranes fournies par la Cie Grace, seul le Bituthène 5000 est à retenir, car son comportement à tous les essais est excellent. Le Bituthène 3000 est non acceptable, car la couche de polyéthylène qui supporte le bitume caoutchouté ne supporte pas une température de  $50^{\circ}\text{C}$ , ce qui le rend inutilisable sur les structures qui doivent recevoir une couche de béton bitumineux. L'application d'une telle membrane est indiquée lorsqu'elle est recouverte d'une dalle de béton. La membrane fournie par W.R. Meadows est non recommandée pour utilisation sur les tabliers de ponts. Cette membrane est constituée d'une feuille de vinyle confinée entre deux ou trois feuilles goudronnées. Les propriétés physiques sont excellentes, mais à basse

TABLEAU 5

Type	Nom	% absorption	Flexibilité à - 25°C	Extension compression à - 25°C	Perméance à la vapeur d'eau Ng/Pa m <sup>2</sup> s.	Adhésivité au béton (N/m)	Pontage d'une fissure de 2.5 mm à - 25°C	Résistance (MPa)	% élongation à la rupture	Compatibilité avec le b.b.
APPLI- QUEE A FROID	Rubtyl	- 1,94	passee	passee	0,33	3300	fissures	0,3	42	non
	Butylmat	- 1,45	passee	passee	0,33	3500	----	---	---	non
	Flint guard 770-06	- 6,85	passee	passee	----	1800	rupture	0,5	1180	non
APPLI- QUEE A CHAUD	Uniroyal 6125	0,40	passee	passee	0,62	1200	passee	0,1	585	oui
	Sealtigh L-73-R	0,43	décolle et rupture	passee	0,15	1600	décolle	0,4	1130	oui
PREFA- BRIQUEE	Melnar	11,92	rupture	rupture	0,18	----	décolle	1,5	23,5	oui
	Bituthène 3000	0,78	passee	passee	0,001	500	passee	3,0	27,5	oui
	Bituthène 5000	1,4	passee	passee	0,05	500	passee	9,7	26,5	oui
	Tex-El	0,40	passee	passee	0,04	1100	passee	4,9	15,2	oui
QUEBEC	Type I (Mastic bitumineux)	0,43	rupture	rupture	----	1000	rupture	---	----	oui
	Type II (Emulsion asphaltique - fibre de verre)	28,0	rupture	rupture	0,52	700	rupture	---	----	oui

température,  $-25^{\circ}$ , il y a délamination de la membrane lors des essais d'extension et de résistance à la fissure, en plus de ne pas rencontrer les exigences de ce dernier essai.

#### 7.0 CONCLUSION

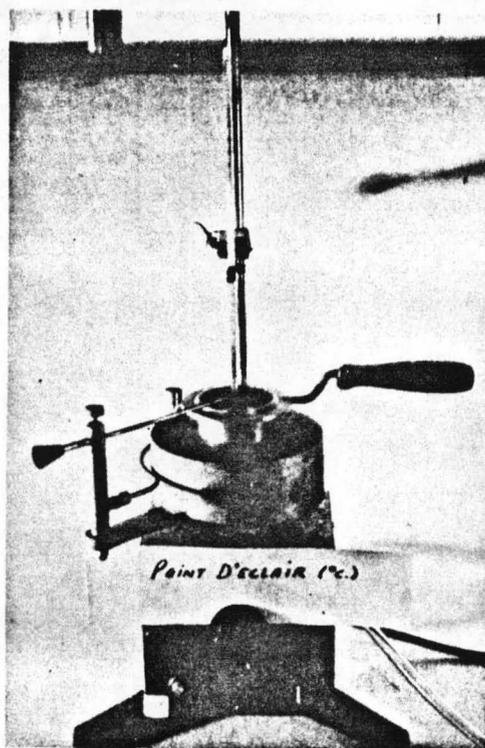
Les deux types de membranes utilisées par le Ministère des Transports du Québec, soit le mastic bitumineux et l'émulsion bitumineuse avec fibre de verre, ne peuvent être considérés comme des moyens vraiment efficaces pour empêcher la pénétration de l'eau et des sels dans les dalles de ponts; elles ne font que ralentir la pénétration des eaux salines.

Les résultats des essais de laboratoire nous incitent à recommander que l'utilisation de la membrane type I soit maintenue, alors que l'utilisation de la membrane type II soit discontinuée. Parmi les autres types de membranes évaluées, les essais de laboratoire nous permettent d'en sélectionner trois (3) pour une application en chantier; ces membranes sont:

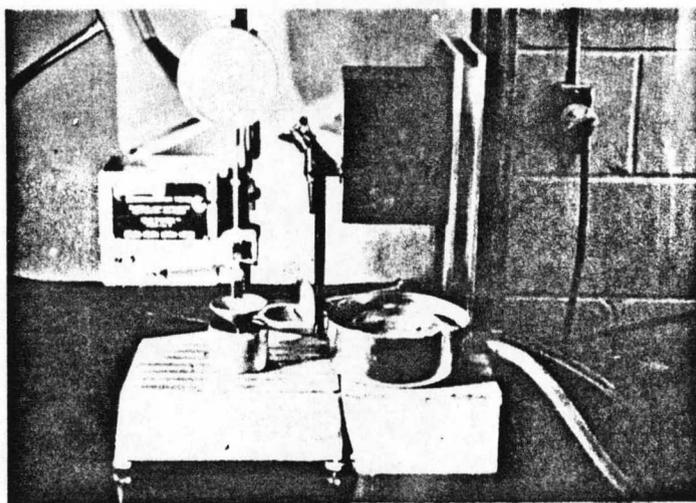
- Uniroyal 6125 (bitume caoutchouté);
- Bituthène 5000 (préfabriquée, autocollante);
- Tex-El (polyester imprégné).

REFERENCES

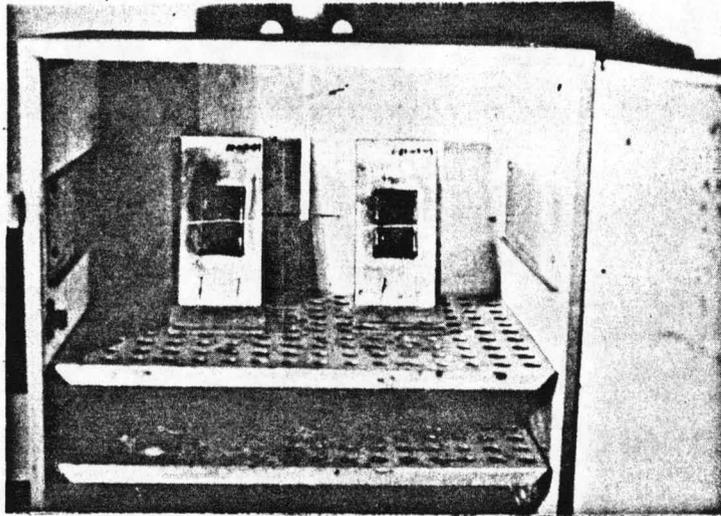
- 1) Spellman, D.L. and Stratfull, R.F. "Chlorides and bridge deck deteriorate" Highway Research Number 328, p. 38.
- 2) Garrett, L.M. Virmani, Y.P. Ramamurti, K, Gilliland, W.J. "Rapid In Situ Determination of Chloride Ion in Portland Cement Concrete Bridge Decks", Kansas Department of Transportation, Report No FHWA-Ks-RD 75-2.
- 3) Clemena G. Reynolds, J.W. and Mc Cornick, R. "Gran Method of End point Determination in Chloride Analysis by potentiometries Titration. Transportation Research Record 651 p.1.
- 4) Buman, H.A. "Determination of Chloride in Hardened Portland Cement Paste, Mortor, and Concrete, Report No FHWA-RD-7212 September 1972.
- 5) "Concrete Bridge Deck Durability "NCHRP Synthesis 4 (1970) 25 pp.
- 6) Smith, E.V. Gopan, J.L., Bremner, S., "Evaluation of Membrane Waterproofing", Material and Technical paper 73-1, June 74, Maine Department of Transportation.
- 7) Van Til, C.B., Carr, B.J., Vallega, B.A., "Waterproof Membranes for protection of concrete bridges decks Laboratory phase", National Cooperative Highway Research Program Report No 165.
- 8) National Cooperative Highway Research Program, Synthesis of Highway Praticice No 4, "Concrete Bridge Deck Durability".
- 9) Beijers, G.M.H., "Research to the formation of blisters which occur by application of waterproofing layers on concrete bridges", Delft University of Technology, Department of Civil Engineering.
- 10) Frascoia, R.J., "Vermont's Experience with Bridge Deck Protective Systems".
- 11) Meader, A.L., Schmitz, C.G., Henry, J.E., "Development of a Cold poured Bridge Deck membrane system".
- 12) Carkill, J.T., "A field study of the performance of bridge deck waterproofing system in Ontario", Ministry of Transportation and Communications, Ontario.



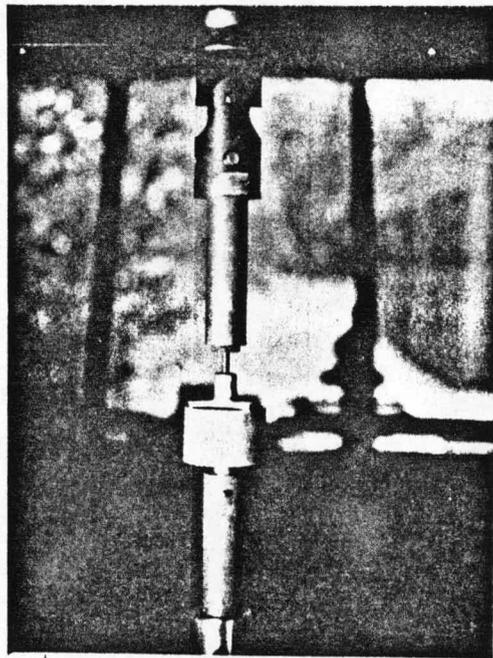
1) Point d'éclair



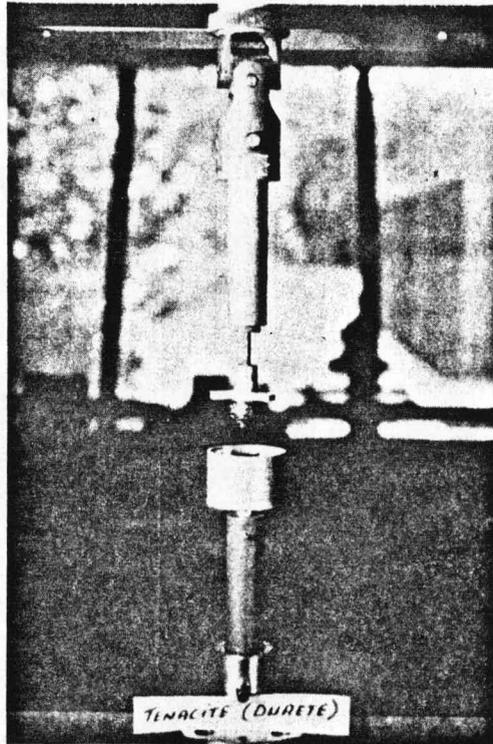
2) Pénétration au cône



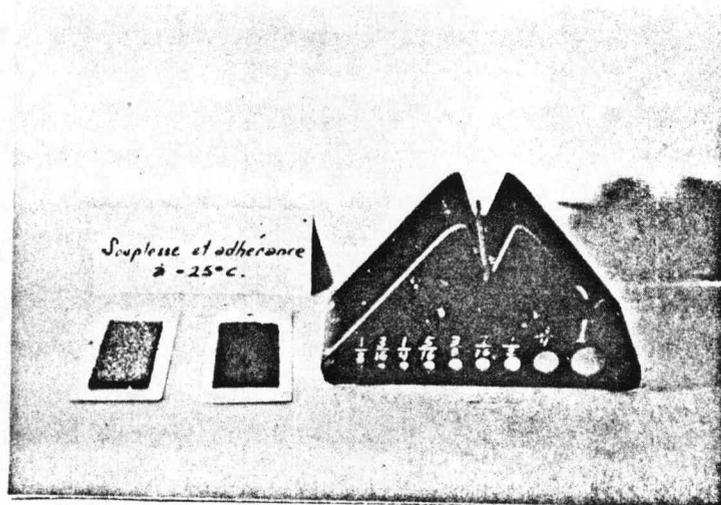
3) Fluidité à 60°C



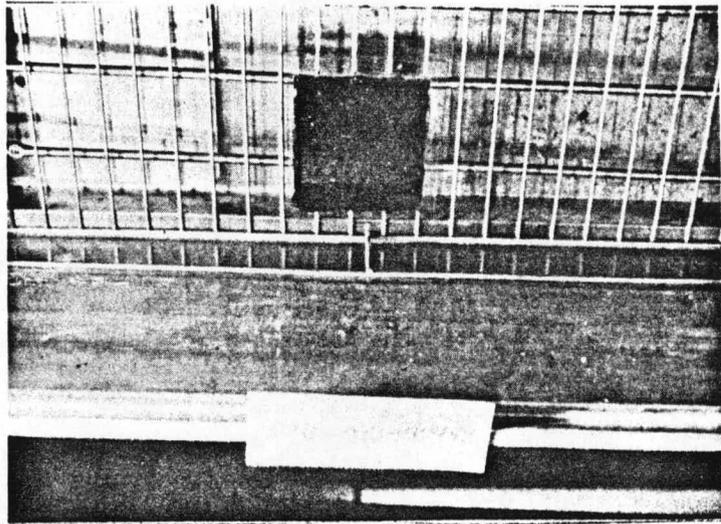
4) Tenacité (dureté)



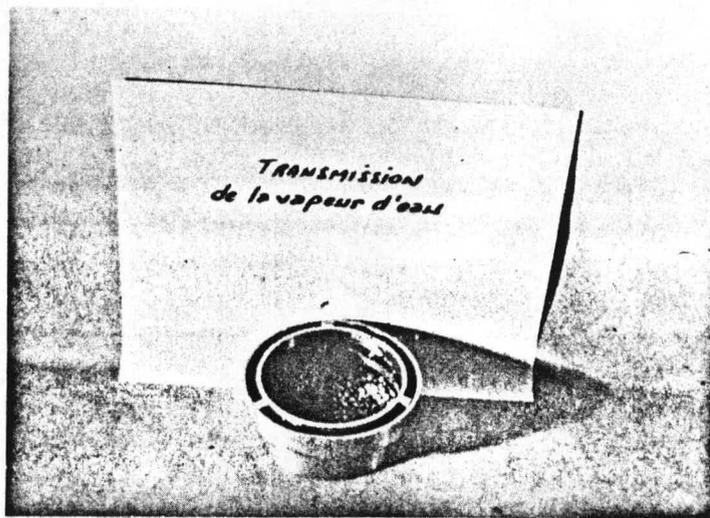
5) Tenacité (dureté)



6) Souplesse et adhérence  
à - 25°C



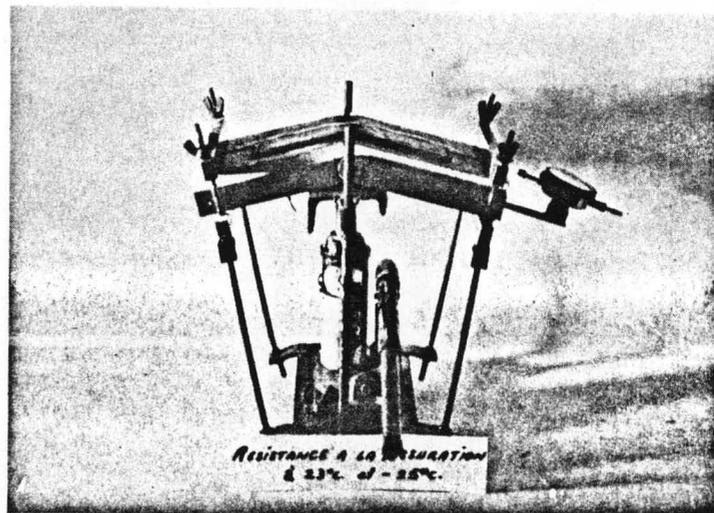
7) Absorption d'eau.



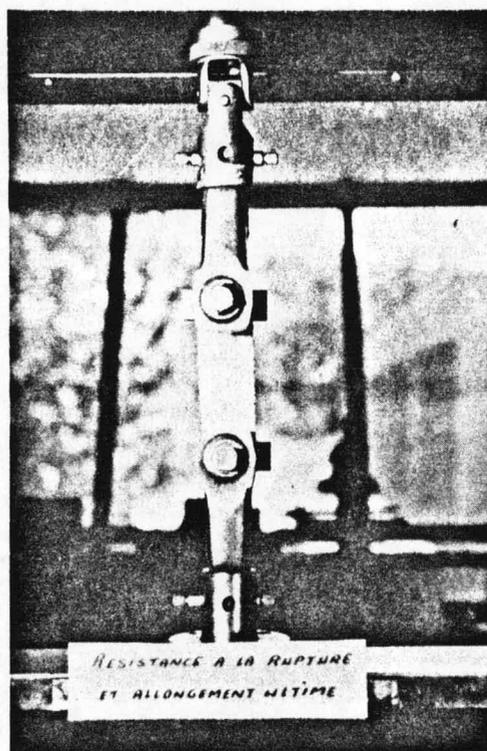
8) Transmission de la vapeur d'eau.



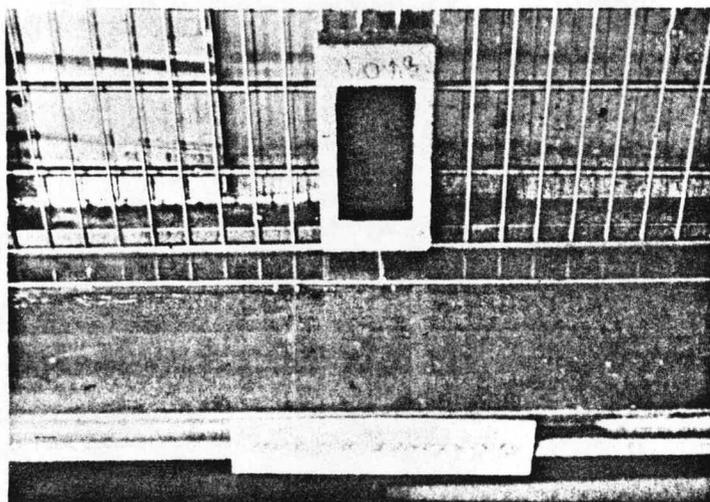
- 9) Compatibilité avec le  
béton bitumineux.



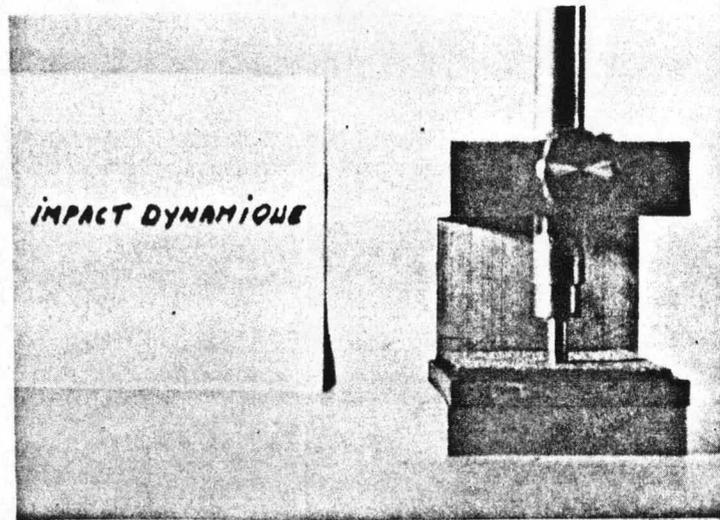
- 10) Résistance à la fissura-  
tion à 23°C et -25°C



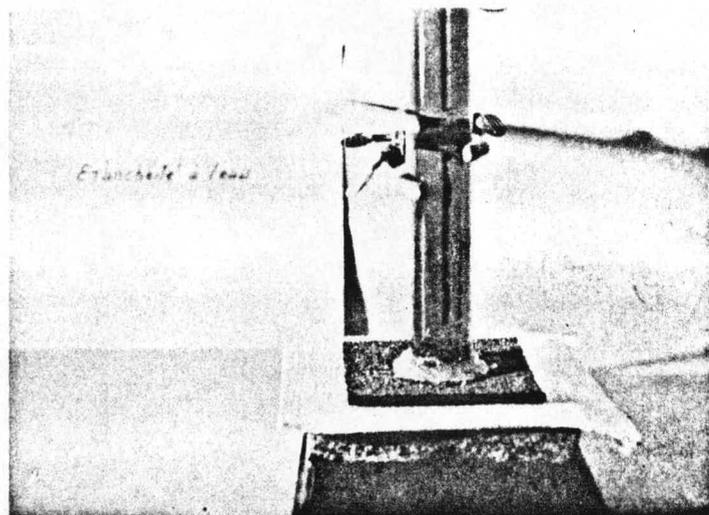
11) Résistance à la rupture et allongement ultime



12) Résistance à l'eau.



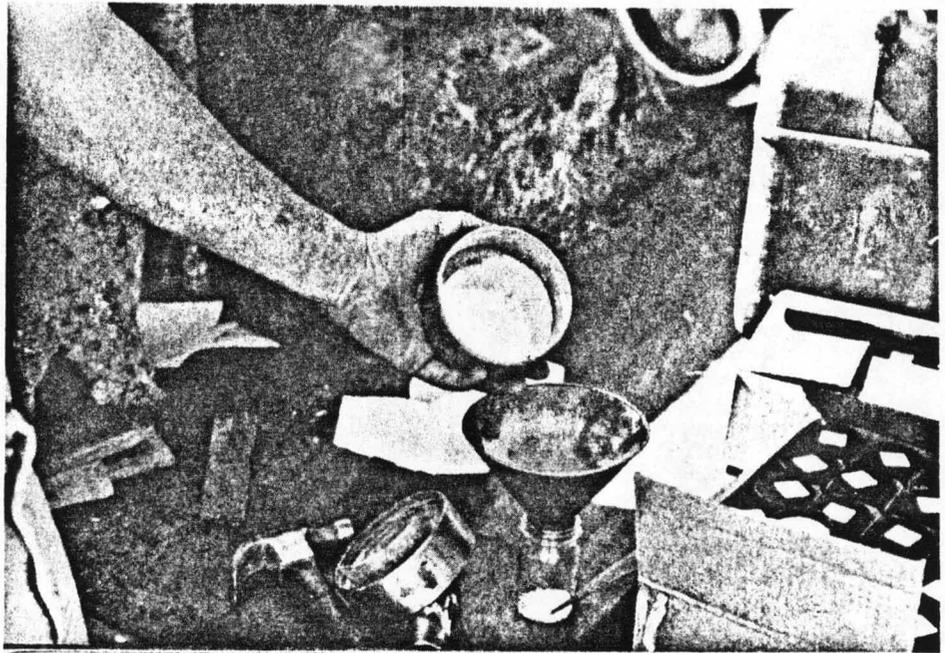
13) Impact dynamique

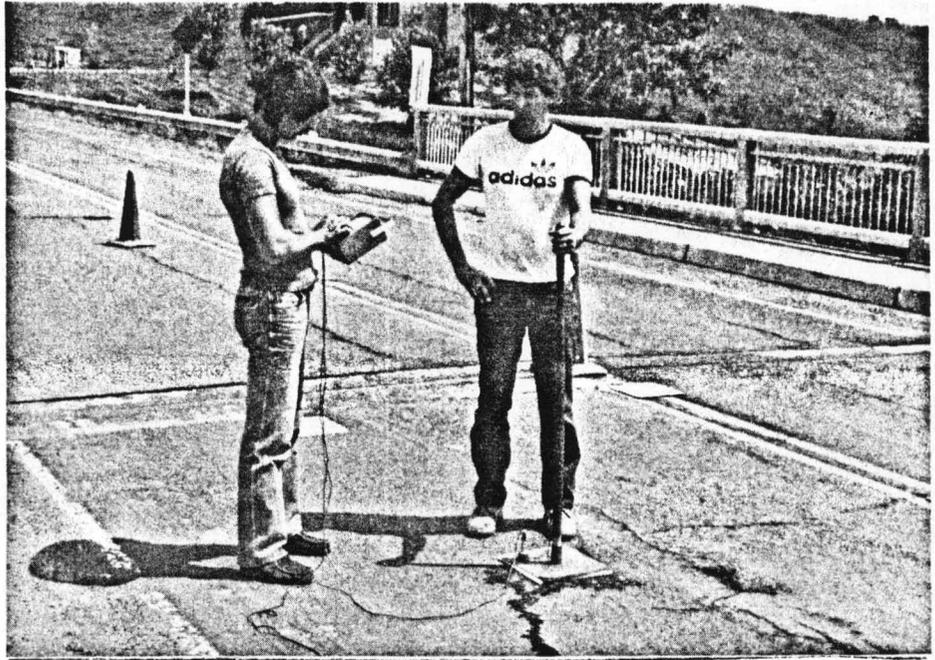


14) Etanchéité à l'eau



15) Récupération de la  
poussière de béton





16) Essai de résistivité

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 231 292