

## CHAPITRE 2

### PROGRAMME EXPÉRIMENTAL

#### 2.1 Introduction

Ce projet de recherche vise à évaluer en laboratoire différents systèmes anti-remontée de fissures.

Pour une évaluation correcte de la performance d'un système de resurfaçage dans sa globalité, nous avons fait des essais qui se veulent le plus représentatif possible des conditions réelles sur la route (charges et écarts thermiques) : les différentes composantes d'un système anti-fissure ne sont pas testées de manière isolée, mais tout le système dans sa globalité.

Cette approche nous permettra de choisir plus efficacement un type d'enrobé et/ou un système anti-remontée de fissures utiliser dans un système de resurfaçage suivant une épaisseur optimale.

#### 2.2 Programme expérimental

La revue de la littérature nous a permis d'identifier les principaux paramètres qui jouent un rôle prédominant quant à la remontée des fissures dans le cas de resurfaçage de chaussées souples, et ce, suivant le climat québécois :

- La température (mode I);
- Le passage des véhicules lourds (mode I et II);
- Les mouvements de la fondation et/ou du sol d'infrastructure.

Quelles sont les conditions d'essais à mettre en œuvre en laboratoire pour simuler de façon le plus réaliste possible la remontée des fissures pour un système de resurfaçage soumis aux conditions spécifiques du Québec? Le présent chapitre synthétise les réflexions menées à ce sujet avant de présenter le programme expérimental mis en œuvre dans le cadre de cette étude.

La Figure 15 montre un organigramme illustrant la synthèse d'ensemble retenue pour l'étude de la performance vis-à-vis la remontée des fissures de différents systèmes anti-remontée des fissures.

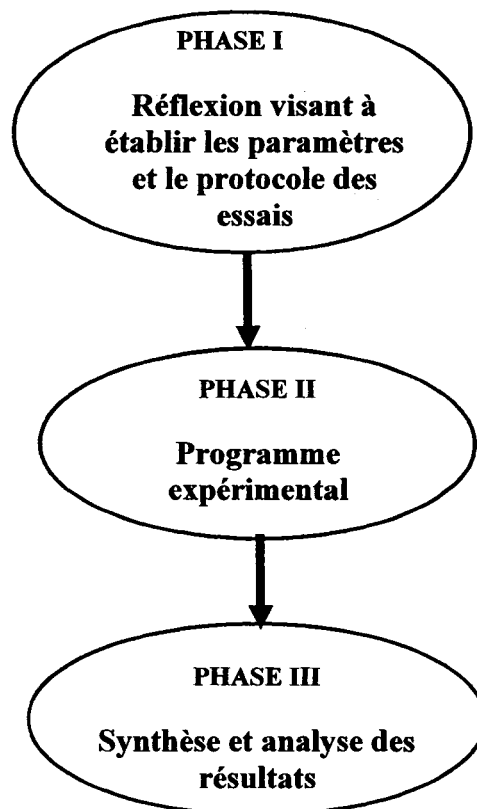


Figure 15 Principales phases du programme expérimental

### **2.2.1 Présentation du montage expérimental utilisé pour étudier la remontée des fissures**

La Figure 16 présente une vue d'ensemble de l'appareil proposé pour étudier la remontée des fissures dans les systèmes de resurfaçage. Le montage complet est installé dans une chambre thermique (Système MTS) permettant de varier la température.

Un système de régulation thermique permet de garder une température constante pendant le déroulement des essais. La Figures 17 présente une vue d'ensemble de l'installation de l'appareil dans l'enceinte thermique.

Un système de mesure assure le suivi en continu des différents paramètres en cours d'essai et vise à quantifier le niveau et le processus d'endommagement. Un système informatique assure l'acquisition des données et le pilotage du dispositif expérimental.

L'ensemble des composantes liées à l'instrumentation des corps d'épreuve et permettant le suivi de son endommagement en cours d'essai, est présenté en détail à l'Annexe 2. Le détail quant au mode de fonctionnement de l'appareillage est donné à la section suivante.

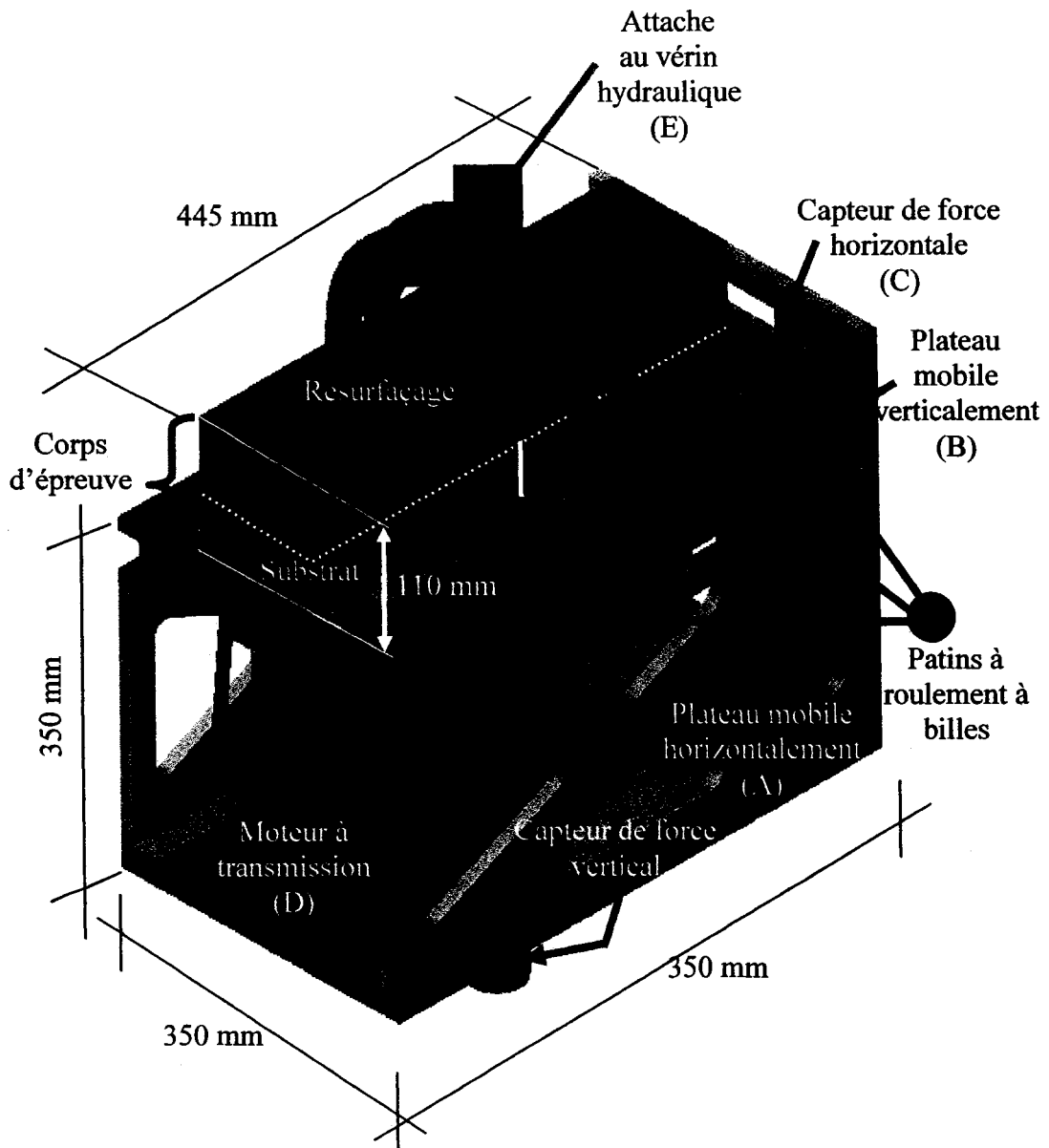


Figure 16 Vue d'ensemble de l'appareil proposé pour étudier la remontée des fissures dans les systèmes de resurfaçage



Figures 17            Vue d'ensemble de l'installation de l'appareil dans l'enceinte thermique et sur la presse hydraulique

#### **2.2.1.1 Système mécanique**

Deux plateaux horizontaux supportent le corps d'épreuve, l'un mobile dans le plan horizontal (Figure 18, plateau A) et l'autre, mobile dans le plan vertical (Figure 18 plateau B).

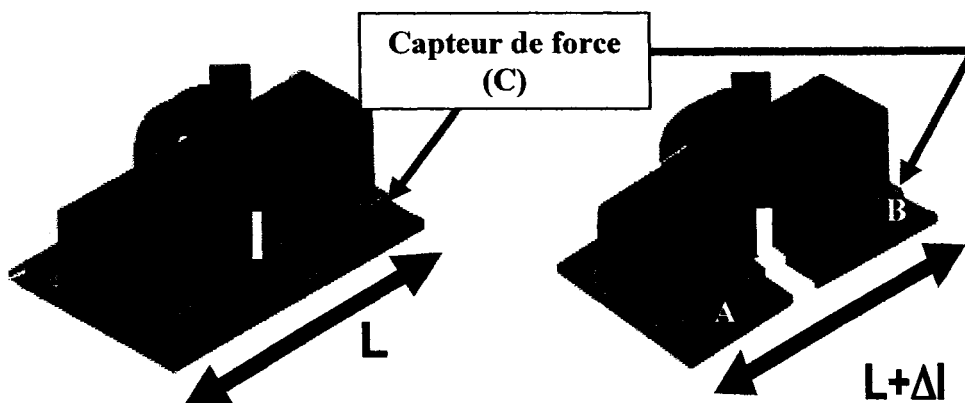


Figure 18 Croquis illustrant le mouvement associé au plateau A dans le montage proposé

Le plateau mobile verticalement, le plateau B, est monté sur deux rails munis de patins à billes et dont le mouvement à l'horizontale est empêché par l'entremise de deux capteurs de force (C) placés à l'arrière du corps d'épreuve (Figure 16). Ces capteurs de force horizontal disposés de chaque côté du corps d'épreuve, l'un sur la gauche et l'autre sur la droite, permettent de connaître directement l'effort transmis horizontalement dans l'enrobé de resurfaçage, tout juste au droit du plan de l'entaille. Cet effort est certes associé au mouvement horizontal imposé par la mobilité contrôlée du plateau A, mais le mouvement vertical imposé par la mobilité contrôlée du plateau B va également engendrer un effort à l'horizontal.

Le mouvement horizontal est commandé par une bielle activée mécaniquement par l'entremise d'une transmission motorisée (D), (Figure 16) alors que le mouvement vertical est généré par l'entremise d'un vérin hydraulique (E) (Figure 16).

Les capteurs de la force horizontale (C), (Figure 18) sont fixés symétriquement de part et d'autre du plateau B. Ils mesurent la force appliquée sur la section moyenne (au droit de la fissure) du béton bitumineux et sur l'interface selon les éprouvettes testées. La force mesurée nous renseigne sur l'état de dégradation (fissuration) du système de resurfaçage. Ultiment, lorsque la fissure du substrat a remonté la totalité de la section

du matériau de resurfaçage, la force des capteurs horizontaux chute radicalement au niveau zéro.

Le mouvement vertical du plateau B est assuré par un vérin hydraulique servo-contrôlé par le contrôleur TESTAR de MTS. Ce mouvement vise à simuler l'action du passage des véhicules au droit de la fissure (Figure 19).

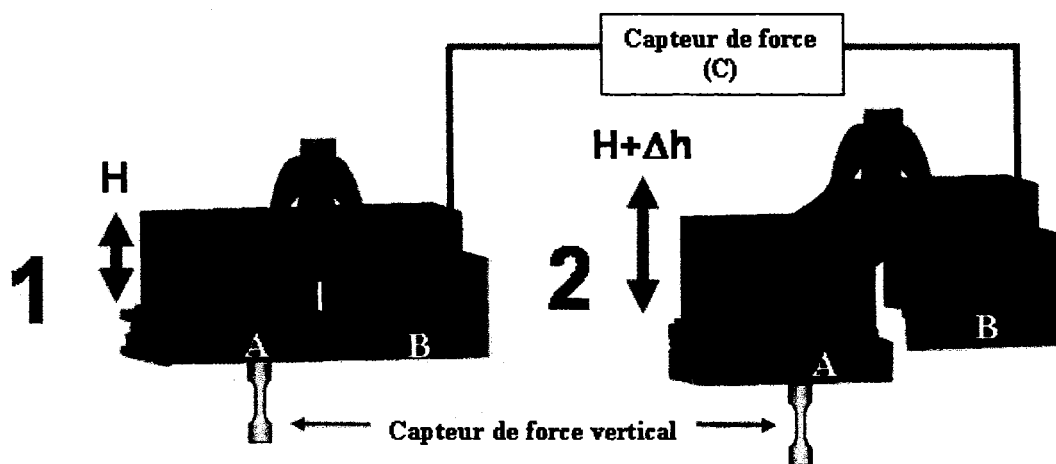


Figure 19 Croquis illustrant le mouvement associé au plateau B dans le montage proposé

### 2.2.1.2 Système de mesure

Le montage a été développé pour mesurer la performance des systèmes de resurfaçage anti-remontée de fissures suivant les deux principaux modes de sollicitation : mode I (ouverture/fermeture : simulant les variations thermiques saisonnières) et mode II (cisaillement : simulant le battement relatif au droit d'une fissure dû au passage des véhicules lourds).

Le système de mesure se présente suivant deux directions principales quant au plan de la fissure : la direction normale; la direction parallèle.

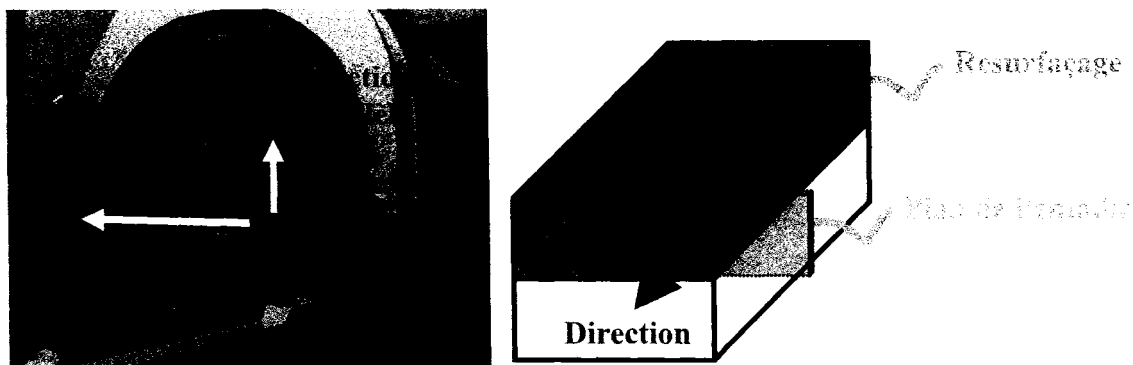


Figure 20 Directions principales au plan de la fissure

Pour chacune des directions (Figure 20), on mesure la force et le mouvement relatif de part et d'autre de l'entaille. L'appareil est instrumenté de manière à suivre l'évolution de la performance du corps d'épreuve en cours d'essai. Le système de mesure comprend : capteurs de forces et capteurs de déplacement disposés suivant les 2 directions.

Le croquis présenté à la Figure 21 permet de visualiser globalement l'ensemble du système de mesure utilisé pour juger de la performance de chacun des systèmes testés.



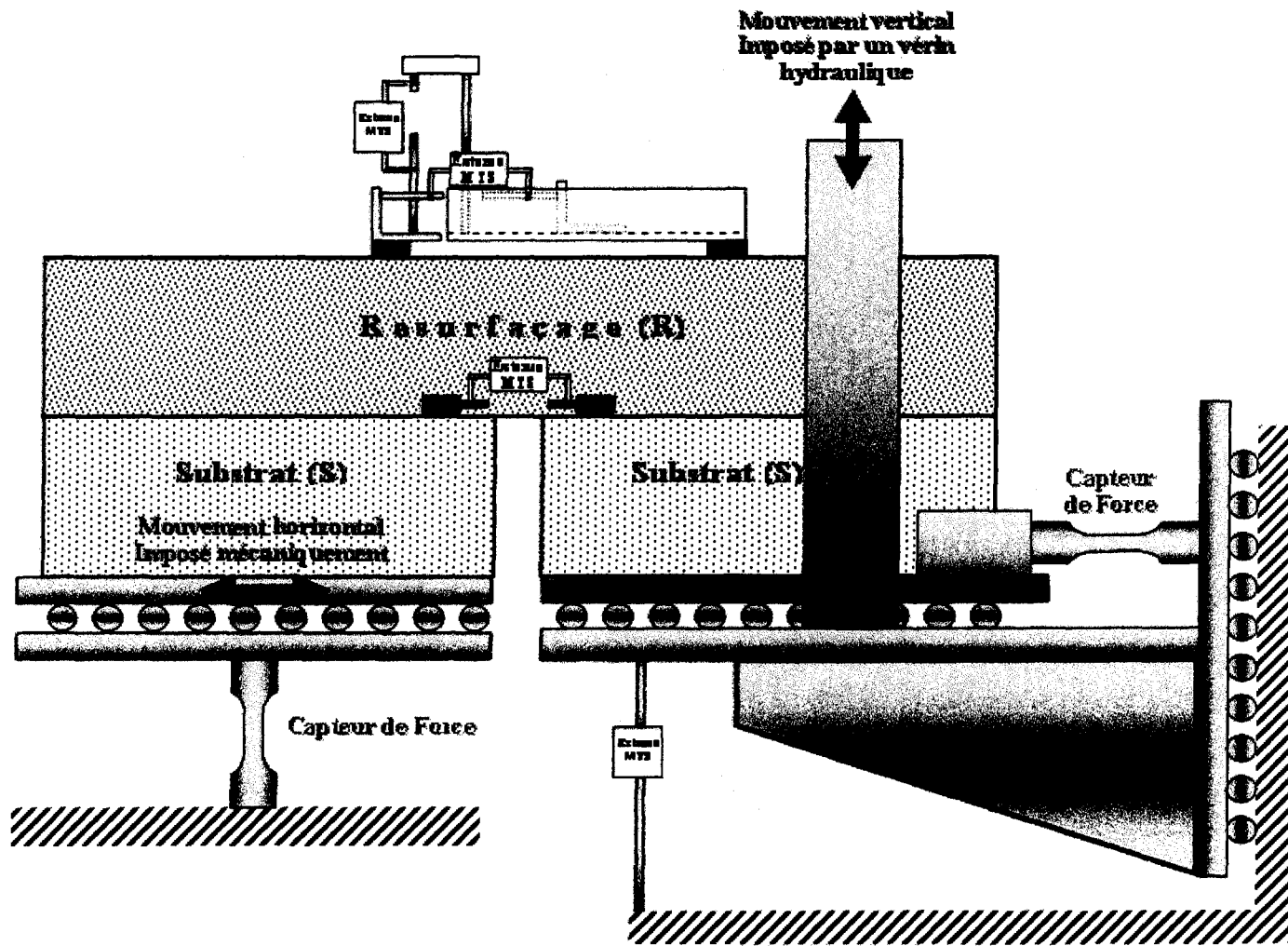


Figure 21 Schéma illustrant la disposition de l'instrumentation sur le corps d'épreuve

Les capteurs de déplacement sont situés près de la fissure et permettent de mesurer les mouvements directement sur l'éprouvette. Un quatrième capteur de déplacement, placé sous le plateau mobile B (Figures 18 et 19), assure un contrôle précis du déplacement vertical (B) à partir d'un référentiel stable (Figure 21). Cet extensomètre est en fait placé entre la base du plateau mobile verticalement, qui supporte le système de rail et de patins à roulement à billes, et le boulon d'attache de l'appareil à la cellule de charge à la base de la presse MTS, lequel peut être considéré comme un repère invariable.

La Figure 22 montre les deux capteurs de déplacement placés directement sur la surface de la couche de resurfaçage et celui placé latéralement au niveau de l'interface substrat (S) –resurfaçage (R).

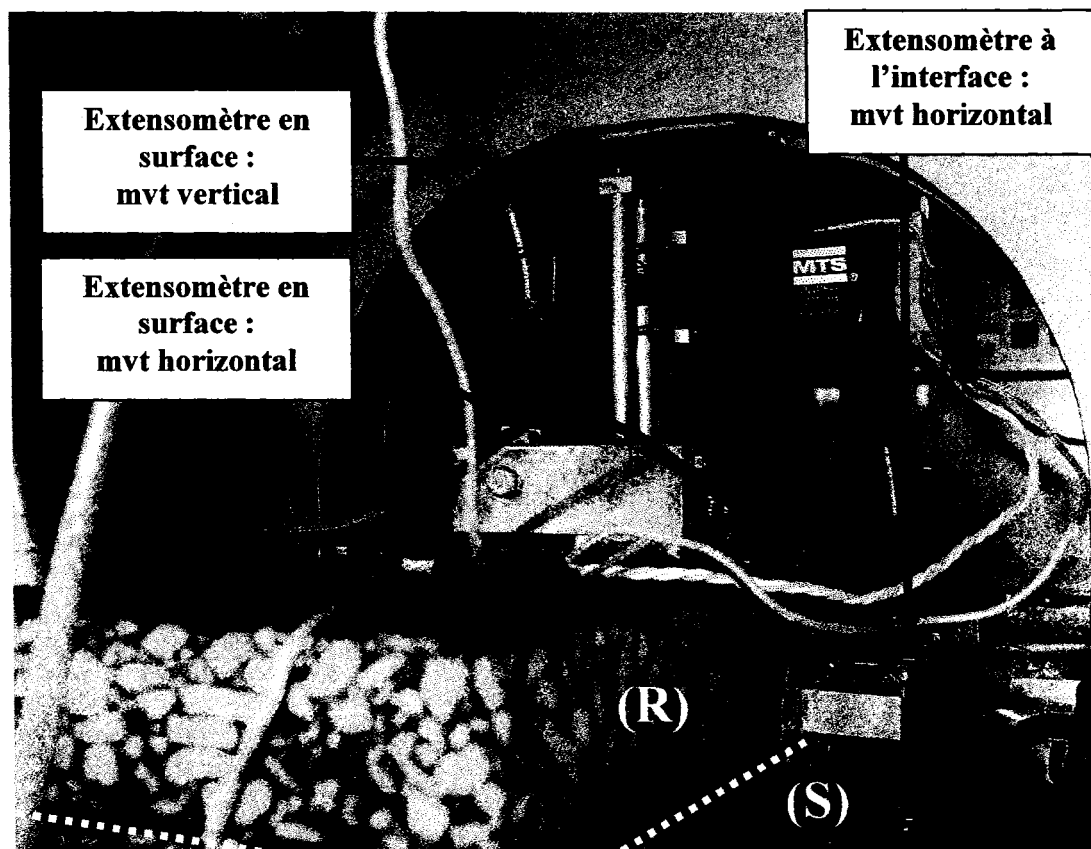


Figure 22 Position des capteurs de déplacement

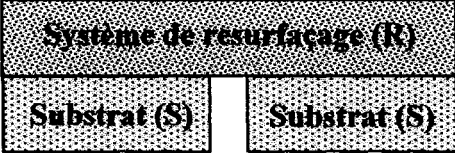

### 2.2.1.3 Bilan du calcul des paramètres de performance

Le calcul de  $K_s$  (facteur de rigidité) n'est rigoureux que dans la mesure où, d'une part, le champ de contrainte est homogène et, d'autre part, si l'on est en mesure de bien connaître les déformations et les contraintes réelles dans le matériau. Or, le montage élaboré sollicite en mode bi-axial le corps d'épreuve de sorte que le champ de contraintes et de déformations est loin d'être homogène. De surcroît, l'interprétation des résultats est très complexe. D'une part, les conditions de retenue réalisées sur l'éprouvette par le collage du substrat de sa mi-hauteur à sa base pour imposer le mouvement horizontal donnent lieu à des efforts complexes dans le resurfaçage dus au mouvement imposé. D'autre part, le corps d'épreuve est constitué d'un système de resurfaçage c'est-à-dire de la superposition de différentes couches de matériau dont les propriétés rhéologiques sont très différentes les unes des autres.

En définitive, l'interprétation des résultats des essais réalisés à l'aide du montage mis en œuvre doit impérativement se faire sur une base relative, en référence à un corps d'épreuve représentatif d'un système de resurfaçage témoin. Dans le cadre du présent programme expérimental, deux corps d'épreuve constitués d'un système de resurfaçage simple vont servir de référentiel à l'analyse et à l'interprétation des résultats (Tableau IV).

Tableau IV

Détail des corps d'épreuve de référence

Nom	Détail	
REF-Labo		
REF-InSitu		

En dépit du fait que l'analyse des résultats ne puisse se fonder sur une approche analytique rigoureuse, l'instrumentation attachée au corps d'épreuve permet de suivre l'évolution de la performance du système dans sa globalité. Les sections suivantes présentant les paramètres de calcul qui ont été retenus pour faciliter l'analyse et l'interprétation des résultats.

Paramètres de calcul dans la direction parallèle au plan de fissure : direction verticale, y

À partir des mesures de déplacement et de force, dans la direction parallèle au plan de l'entaille, on propose de suivre l'évolution de la performance du système de resurfaçage par le calcul d'un *facteur de rigidité* ( $K_s$ ) du système dans sa globalité.

**Le module de rigidité,  $K_s$**

Pour certaines conditions telles que l'étude de la remontée des fissures, les conditions d'essai font en sorte qu'il est difficile, voire impensable, de bien cerner le niveau de déformation associé à la contrainte appliquée. En effet, d'une part certains essais sont conduits en conditions non-homogènes et, d'autre part, la progression de l'endommagement s'étend sur une zone difficilement quantifiable.

On peut facilement imaginer que, sous l'action d'une force de cisaillement de par et d'autre à deux entailles (voir Figure 23), les contraintes ne sont pas seulement localisées uniquement en pointe d'entaille, mais qu'elles affectent une section de faible épaisseur reliant les deux entailles (Laveissiere, 2003).

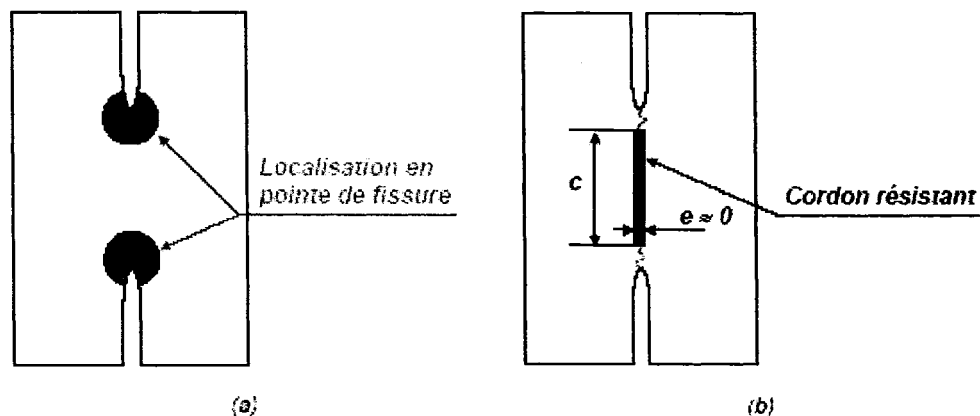


Figure 23 a) Approche par la mécanique de la rupture et b) approche par un endommagement localisé du cordon résistant.

En considérant la localisation de l'endommagement sur une bande de faible épaisseur, on peut alors associer le comportement du cordon à celui d'un joint sollicité en cisaillement. Étant donné qu'il est à toute fin pratique impensable de connaître la largeur de la bande sollicitée, nous pouvons nous référer au comportement d'un joint d'épaisseur nulle pour quantifier le comportement de la bande cisillée par le calcul de module de rigidité,  $K_s$ . On a :

$$K_s = \frac{\Delta\tau}{\Delta u} \quad (2.1)$$

Avec  $\Delta\tau$  et  $\Delta u$  correspondant aux amplitudes de la contrainte de cisaillement et de déplacement.

En définitive, la réponse locale de la zone sollicitée entre deux entailles peut être décrite en considérant un comportement de joint d'épaisseur nulle. En éléments finis, on a développé des éléments représentatifs du comportement d'un tel joint : les éléments de joint. Suivant des coordonnées locales, dont l'origine des axes se trouve au centre de l'élément, la représentation d'un élément joint peut se décrire telle que présentée à la Figure 24. Il est caractérisé par une longueur,  $l_j$ , et une épaisseur nulle.

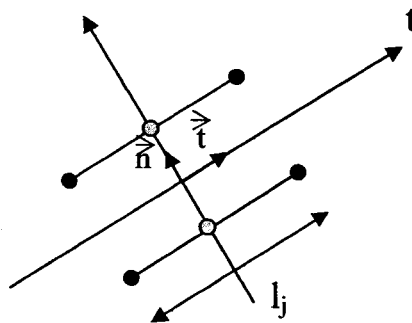


Figure 24 Élément de joint à 6 nœuds

Le champ de déplacement  $w$  est alors défini par les deux composantes  $u$  et  $v$  telles que :

$$w = \begin{Bmatrix} u \\ v \end{Bmatrix} \quad (2.2)$$

ou  $u$  et  $v$  sont les déplacements relatifs respectivement suivant le vecteur  $\vec{t}$  et le vecteur  $\vec{n}$ .

En considérant un comportement élastique linéaire isotrope, la relation entre les tenseurs contraintes / déplacements ne représente pas de couplage entre le cisaillement et les efforts normaux, ainsi :

$$\begin{Bmatrix} \tau \\ \sigma \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} k_s & 0 \\ 0 & k_n \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u \\ v \end{Bmatrix} \quad (2.3)$$

où  $k_s$  et  $k_n$  sont les raideurs tangente et normale.

Le mode de chargement cyclique sous l'action d'une sollicitation sinusoïdale permet une telle exploitation des résultats sur la base des caractéristiques viscoélastiques du système. Les calculs visent à mettre en relief les deux composantes : visqueuses et élastiques du système, en traitant directement le signal sinusoïdal du déplacement vertical en surface et celui de la force requise pour imposer ce mouvement. Pour ce faire, on prend en considération les déplacements suivant la direction verticale uniquement, en négligeant dans le calcul les déformations du système de resurfaçage dans la direction normale au plan de fissure.

Les résultats expérimentaux nous permettent de calculer le facteur de rigidité :

$$\text{Avec :} \quad K_s = \frac{\Delta \tau}{\Delta u} \quad (2.4)$$

$\Delta \tau$  et  $\Delta u$  sont les amplitudes de la contrainte de cisaillement et de déplacement.

Où :

$$K_s = \frac{\Delta F_v * 1000}{e_r * l_r * \Delta(CD - V)} \quad [\text{MPa/mm}] \quad (2.5)$$

$F_v$  = force verticale

La Figure 25 montre la relation entre les mesures effectuées et le calcul du paramètre,  $K_s$  :

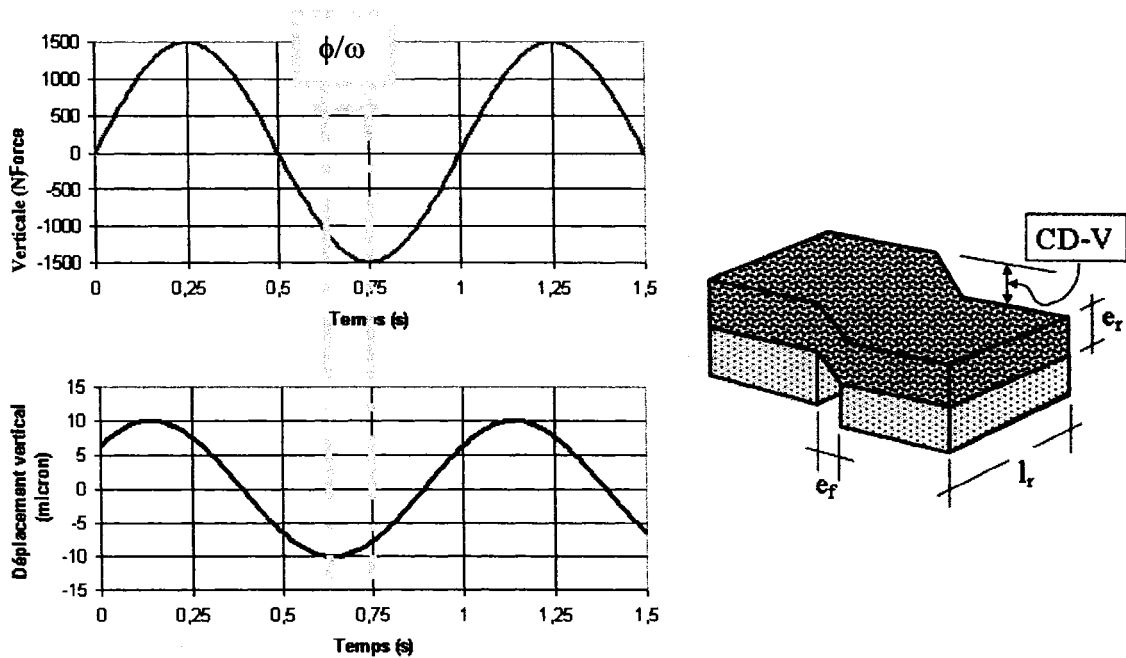


Figure 25 Relation entre les mesures effectuées et le calcul du paramètre  $K_s$

Paramètres de calcul dans la direction normale au plan de l'entaille : direction horizontale, x

En ce qui à trait aux paramètres associés à la direction normale au plan de l'entaille, seul un suivi de la force horizontale mesurée à l'aide de deux capteurs de force placés en position arrière du corps d'épreuve ( Figures 18, 19 et 21) sera pris en compte.



### 2.2.2 Synthèse des réflexions menées en vue d'établir les conditions d'essais pour les essais de remontée de fissures

Le mouvement au droit d'une fissure peut se résumer à un déplacement relatif suivant l'axe longitudinal de la chaussée, désigné mouvement en " $\Delta x$ ", et un déplacement relatif vertical, désigné mouvement en " $\Delta y$ ". Ce dernier est particulièrement associé au phénomène de battement (solicitation en mode II) qui apparaît lors du passage d'un véhicule alors que le mouvement en " $x$ " est plutôt relié aux effets dus aux variations thermiques environnementales. Deux états distincts associés au mouvement relatif au droit d'une fissure sont alors définis :

- 1) les mouvements avant resurfaçage (*before*) et
- 2) les mouvements après resurfaçage (*after*).

C'est essentiellement les mouvements après resurfaçage que nous cherchons à préciser puisqu'ils représentent les valeurs à imposer en cours d'essai sur le corps d'épreuve.

#### 2.2.2.1 Mouvement horizontal imposé en conditions d'essai

Pour évaluer la performance d'un système de resurfaçage vis-à-vis la remontée des fissures suivant les conditions qui prévalent au Québec, il faut dans un premier temps prendre en compte aussi bien les effets thermiques (mode I) que ceux liés au passage des véhicules lourds (mode II).

Comme nous l'avons évoqué au chapitre précédant, la sollicitation la plus significative en mode I (ouverture-fermeture des fissures) est associée aux différentiels de variations thermiques imputables aux périodes hivernales et estivales. Pour simplifier les essais en laboratoire, nous avons choisi de travailler en conditions **isothermes** et de simuler mécaniquement les effets liés à cette variation thermique par un mouvement imposé à l'horizontale sur le système de resurfaçage testé.

Pour fixer les paramètres d'essai, il est nécessaire, dans un premier temps, de cibler la température moyenne de l'essai et, dans un deuxième temps, de cerner l'amplitude des mouvements horizontaux, potentiel qui se manifeste aux lèvres d'une fissure sous l'effet des variations de température saisonnière (hiver versus été).

La température moyenne d'essai a été établie en tenant compte des conditions climatiques spécifiques à l'environnement québécois. À partir des dernières données statistiques météorologiques pour les mois où les températures ambiantes sont négatives au Québec (novembre, décembre, janvier, février, mars et avril) nous avons établi un écart moyen entre les saisons hivernales et estivales et la moyenne annuelle pour l'ensemble du territoire. Les Figures 26 et 27 illustrent les températures moyennes hivernales et annuelles au Québec. Prenant en considération une de principales causes de fissuration, les températures de conditionnement et d'essai seront fixées à  $+5^{\circ}\text{C}$  et  $-5^{\circ}\text{C}$ .

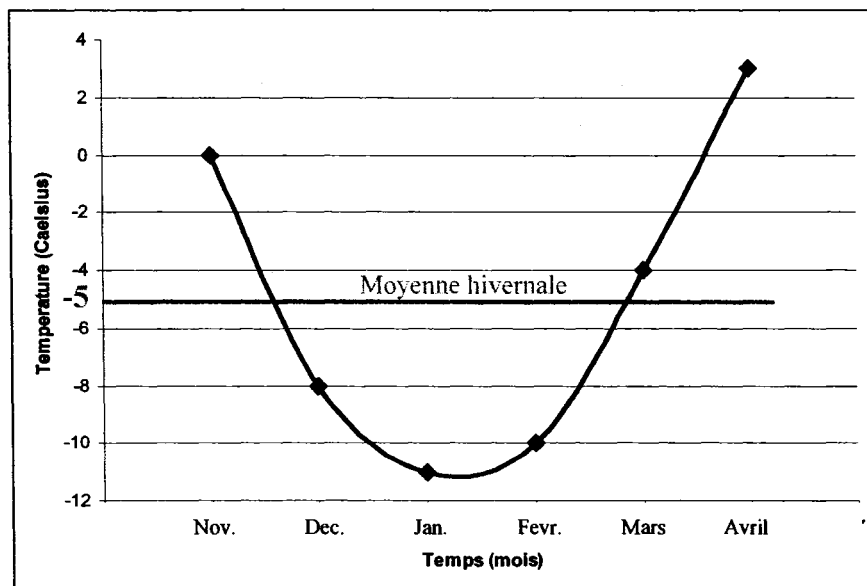


Figure 26 Températures moyennes de mois novembre, décembre, janvier, février, mars et avril : au Québec

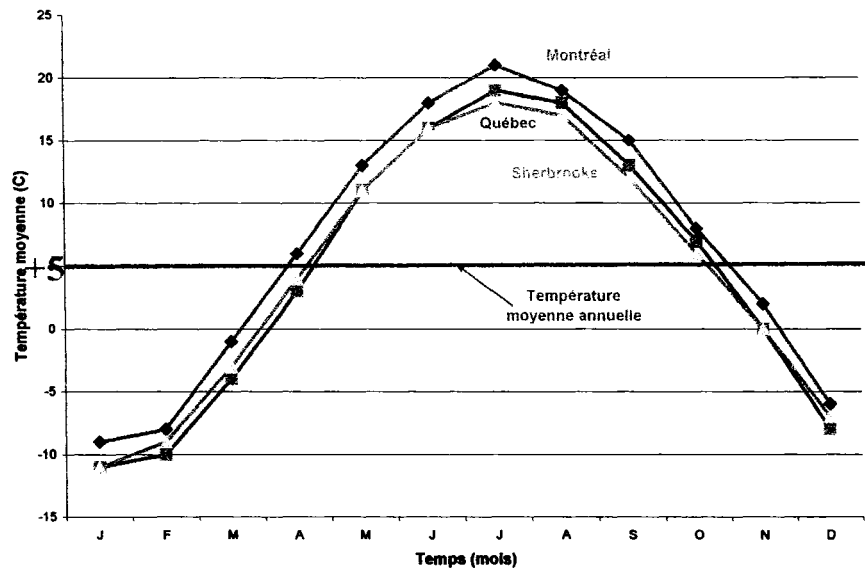


Figure 27 Températures annuelles au Québec

À partir des écarts de températures entre les saisons hivernales et estivales et en connaissant les coefficients de dilatation thermiques des enrobés, on peut estimer l'amplitude de l'ouverture-fermeture d'une fissure. En supposant que l'espacement des fissures transversales est de l'ordre de 3-4 m, on estime que l'ouverture de la fissure serait de l'ordre de 2 mm pour une variation de température de -5 à -30°C (Annexe 4).

En définitive, on peut admettre que la variation de l'ouverture de la fissure est donc de l'ordre du millimètre. Les observations sur route, effectuées par le ministère des Transports du Québec, révèlent que 80% des fissures transversales (387 fissures instrumentées) montrent des différences d'ouverture comprises entre 0 et 3 mm entre les mois de mars et juillet (hiver-été) (Bergeron, 2002).

Bien que nous ayons ciblé jusqu'à maintenant la température moyenne d'essai et l'amplitude de déplacement horizontal à imposer au substrat, il devient important de fixer une fréquence de sollicitation réaliste. En effet, les matériaux bitumineux ont un comportement visco-élastique et la fréquence de sollicitation modifie substantiellement

sa réponse sous sollicitation : une fréquence rapide engendre des contraintes importantes tout en réduisant sa capacité de relaxation.

Dans l'essai développé au LUCREB, le mouvement horizontal imposé pour simuler la remontée des fissures est sinusoïdal. Le mouvement horizontal qui force l'ouverture de l'entaille et qui induit une tension dans l'enrobé de resurfaçage, est imposé mécaniquement par une extension appliquée à la base du substrat, et ce, jusqu'à l'amplitude visée (de l'ordre du mm). Le mouvement de retour à la position de départ qui induit alors un effet de compression cherchant à refermer l'entaille s'effectue suivant le même temps. La Figure 28 montre schématiquement la sollicitation imposée.

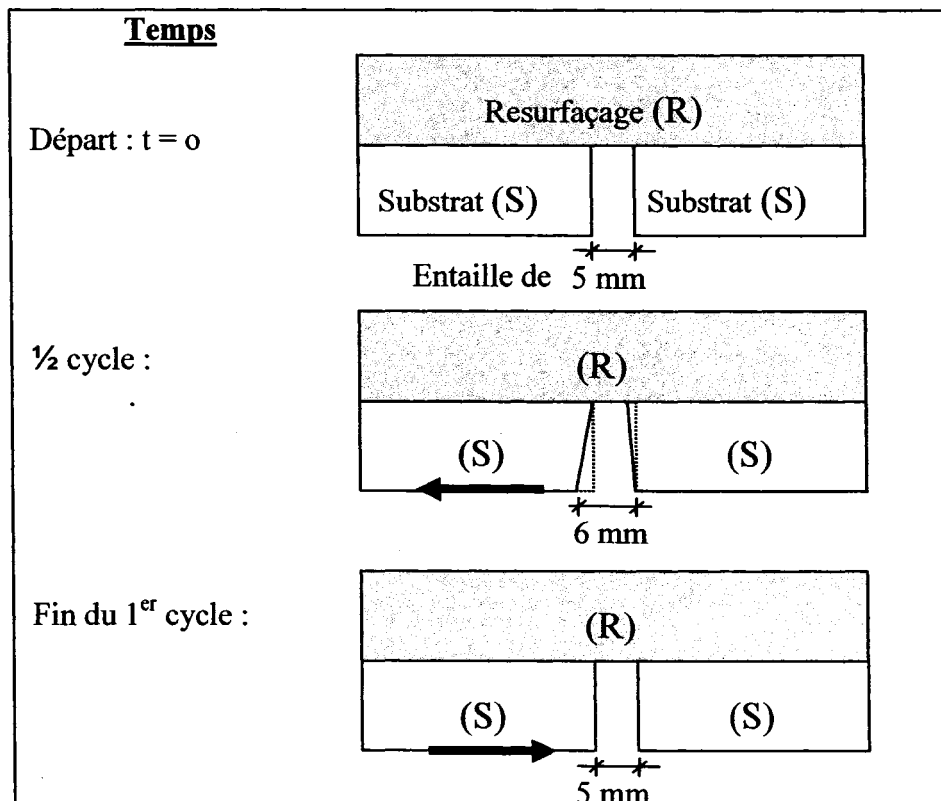


Figure 28 Cycle de chargement du mouvement horizontal imposé de 1 mm

En tenant compte des limites associées à l'appareillage dont nous disposons au niveau de l'engrenage de notre système mécanique, le cycle total imposé doit être compris dans un temps de 52 minutes, soit une période (T) de 3120s.

La Figure 29 montre schématiquement le mouvement horizontal imposé mécaniquement et retenu pour ce programme d'essai.

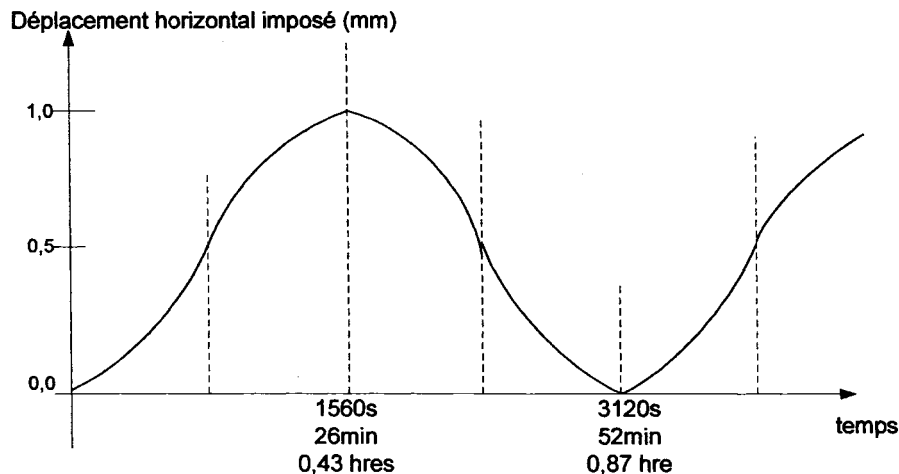


Figure 29 Représentation schématique du mouvement horizontal imposé

### 2.2.2.2 Mouvement vertical imposé en cours d'essai

Le passage des véhicules lourds qui forcent également la remontée des fissures se manifeste de façon plus critique par un effort de cisaillement (mode II).

Le montage permet d'appliquer un différentiel de déplacement vertical de part et d'autre de l'entaille, permettant aussi d'induire un effort de cisaillement dans le resurfaçage, autour de l'entaille.

Sur route, l'amplitude du mouvement vertical au droit d'une fissure est fonction principalement de 4 paramètres :

- 1) la capacité résiduelle de la structure de la chaussée resurfaçée
- 2) l'épaisseur du resurfaçage
- 3) les caractéristiques de l'enrobé de resurfaçage et
- 4) la charge appliquée.

Pour établir l'ordre de grandeur de l'amplitude de mouvement à la verticale, c'est-à-dire le mouvement dans la direction «y» à imposer dans le cadre de ce programme d'essai, nous avons, dans un premier temps, pris les résultats d'une simulation du comportement en éléments finis d'une chaussée resurfaçée, en élasticité linéaire prenant en considération des caractéristiques représentatives des matériaux de chaussée au Québec (Annexe 1).

Les résultats de cette simulation ont été comparés aux modèles empiriques de Pais et Pereira (2000), lesquelles permettent d'estimer l'amplitude des mouvements en «x» et en «y» d'une structure de chaussée après resurfaçage (Annexe 3).

Les résultats de la simulation numérique présentés à l'Annexe 3 et ceux obtenus en appliquant le modèle de Pais et Pareira (2000) montrent que le mouvement vertical mesuré en surface de part et d'autre d'une fissure après resurfaçage est nettement inférieur au centième de millimètre ( $\sim 10 \mu\text{m}$ ).

Les mesures, effectuées sur les routes au Québec par le MTQ (Saint Laurent, 2004), soulignaient que des battements au droit d'une fissure avant resurfaçage, sont d'amplitude moyenne de  $63 \mu\text{m}$ . Nous avons imposé un déplacement vertical de l'ordre de grandeur de la valeur moyenne observée sur les routes au Québec. Des corps d'épreuve ont donc été mis à l'essai en imposant un mouvement vertical, « $\Delta y$ », de  $60 \mu\text{m}$ .

En tenant compte des résultats obtenus pour cet essai, nous avons choisi d'imposer un déplacement sinusoïdale d'amplitude de  $10 \mu\text{m}$  a été fait, correspondant aussi à un

déplacement total de  $20\mu\text{m}$ . Ce déplacement est imposé en surface de l'éprouvette, de part et d'autre de l'entaille, suivant une distance minimale d'écartement des repères collés à la surface du système de resurfaçage (Figure 30).

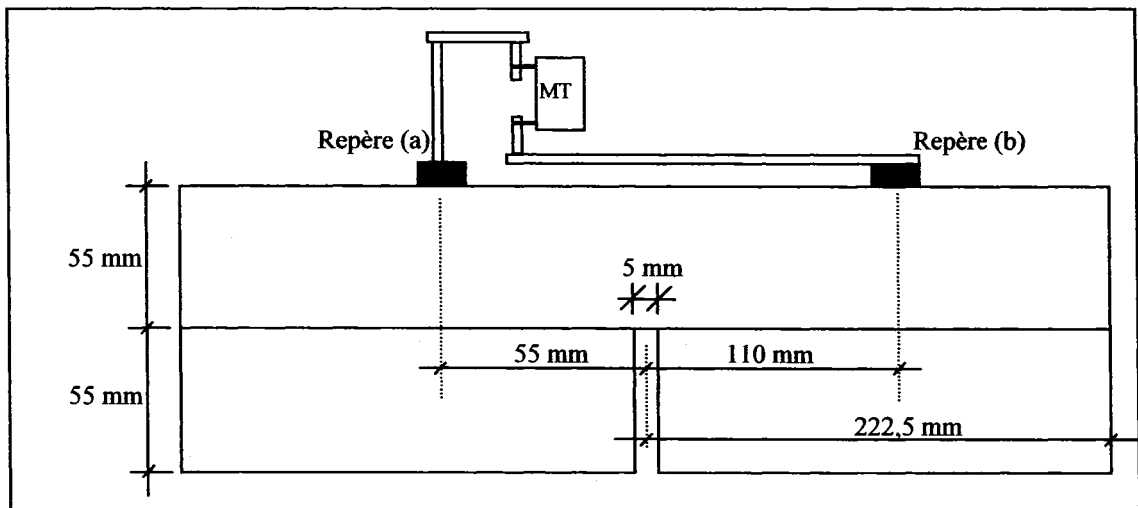
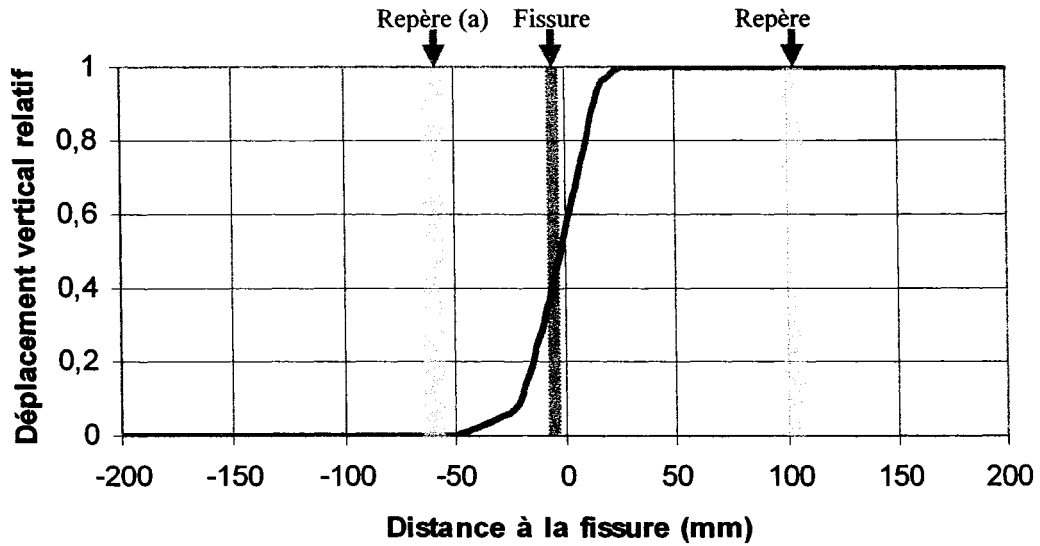
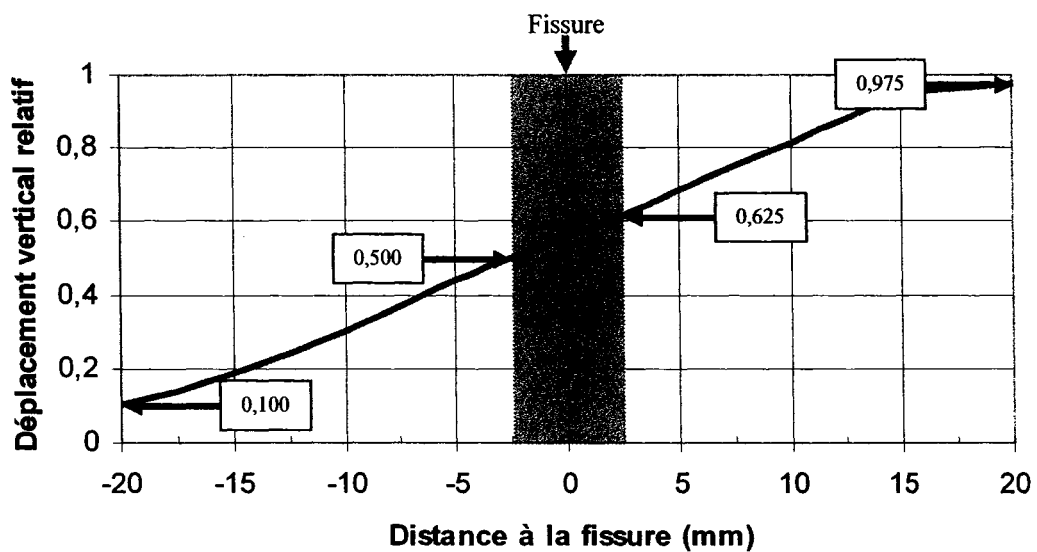


Figure 30 Distances fixées pour la position des repères de déplacements verticaux

Nous avons également établi par calcul, le mouvement relatif juste au droit de l'entaille. Suivant la position des repères présentés à la Figure 30, la variation du déplacement vertical, exprimé en référence à la différentielle imposée entre les repères (a) et (b) par rapport à la fissure est présentée à la Figure 31 sous l'effet d'un déplacement imposé de  $20\mu\text{m}$  entre ces repères. Le fait d'imposer une différentielle de déplacement vertical de  $20\mu\text{m}$  entre les repères (a) et (b) conduit à un mouvement différentiel vertical de  $2,5\mu\text{m}$  au droit de l'entaille  $((0,625-0,500)*20\mu\text{m})$ .



a) Variation du déplacement en surface du corps d'épreuve en fonction de la position de la fissure



b) Variation du déplacement en surface du corps d'épreuve en fonction de la position de la fissure dans la zone -20 à +20 mm

Figure 31 Variation du déplacement vertical relatif sous l'action du mouvement différentiel vertical de  $20\mu\text{m}$  entre les repères A et B



### 2.2.2.3 Fréquence de sollicitation verticale

Bien que le mouvement en «y» se veut représentatif de l'action de la charge pneumatique d'un véhicule lourd au droit de la fissure et qu'il soit usuel que la fréquence de sollicitation correspondante dans une chaussée neuve soit de l'ordre de 10 Hz (pour une vitesse de véhicule de 80 km/h et une chaussée d'épaisseur intermédiaire de 80 mm), des contraintes d'ordre expérimental nous ont conduits à fixer la fréquence de sollicitation à 1Hz.

### 2.2.2.4 Synthèse des conditions d'essai imposées dans le cadre du programme d'essai

Le Tableau V illustre les conditions d'essais retenues pour le programme expérimental :

Tableau V

Synthèse des conditions retenues pour les essais de remontée de fissures

		Amplitude totale		Fréquence/ Période	
		Déplacement ( $\mu\text{m}$ )	Déformation ( $\epsilon/\text{hre}$ )	Hz	T (sec)
+5°C	Horizontal	2000	0,1026 <sup>(1)</sup>	0,00032	3120s
	Vertical	20	28,8	1,0	1
-5°C	Horizontal	1000	0,0513 <sup>(1)</sup>	0,00032	3120s
	Vertical	20	28,8	1,0	1

<sup>(1)</sup> en prenant une zone d'influence de 20 $\mu\text{m}$

### 2.2.3 Programme expérimental

Comme nous l'avons souligné dans la revue de la littérature, plusieurs alternatives sont proposées pour empêcher la remontée des fissures dans les couches de resurfaçages. Compte tenu des conditions extrêmement sévères au Québec, 2 principaux systèmes de resurfaçages retiennent notre attention :

- 1) l'utilisation d'une couche d'interface constituée d'un enrobé CH-10;
- 2) système SAMI.

Le SAMI est un produit testé en Europe et États-Unis, mais dont les références au Québec ne sont que peu nombreuses.

Certaines planches d'essais ont été réalisées par le MTQ avec le système SAMI, mais celui-ci ne s'est pas montré très efficace. Les chaussées de ces planches d'essais étaient cependant très dégradées et certaines fissures atteignaient 5 mm d'ouverture. Ces quelques observations laissent supposer l'existence de certaines limites au procédé par rapport aux conditions de mise en service au Québec.





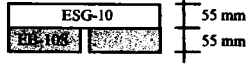

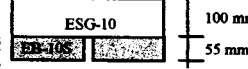
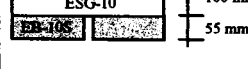


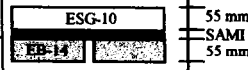
Le recul nécessaire n'est donc pas suffisant pour établir si le système SAMI est adapté aux conditions de sollicitations au Québec. En effet, d'une part les températures sont plus froides (moyenne hivernale de  $-5^{\circ}\text{C}$ ), mais surtout les contrastes thermiques (jour/nuit et hiver/été) sont beaucoup plus marqués qu'en France par exemple. De ceci résultent des problèmes de retrait thermique beaucoup plus importants et donc des ouvertures de fissures ainsi qu'une fissuration de plus grande envergure. En d'autres termes, outre des températures de service nettement plus sévères, le produit doit supporter des conditions de sollicitations beaucoup plus dures. De plus, le système SAMI développé à l'origine en France pour des chaussées semi-rigides, il doit être adaptable aux chaussées souples présentes en majorité au Québec.

Au regard de l'état du réseau routier du Québec, un système SAMI peut apparaître comme une solution intéressante. Néanmoins, il est important de bien définir les limites du produit vis-à-vis des conditions de sollicitations pour permettre une utilisation optimale.

Tenant compte à la fois des conditions d'essais retenues (voir Tableau V) et des systèmes anti-remontée de fissures que nous souhaitons évaluer, la performance vis-à-vis la remontée des fissures de différents systèmes a été évaluée suivant un programme expérimental précis présenté dans le Tableau VI. Le programme d'essais a été effectué en trois phases : 1) resurfaçage simple mis en œuvre sur une base pré-fissurée, constituée d'un enrobé EB-14 neuf, 2) resurfaçage simple mis en œuvre sur une base pré-fissurée, constituée d'un enrobé EB-10S prélevé par sciage en chantier et 3) resurfaçage multicouche mis en œuvre sur une base pré-fissurée, constituée d'un enrobé EB-14 neuf. Globalement, le Tableau VII (1 à 3) présente pour chacune des phases les dates de fabrication et de mise en essai des corps d'épreuve et les conditions d'essai imposées.

Tableau VI

Synthèse des essais de laboratoire à réaliser sur le montage bi-axial

	Enrobé de base	Interface base-surface	Enrobé de resurfaçage	Épaisseur du système	Conditions d'essai	Corps d'épreuve
Système 1A Resurfaçage	EB-14 (55mm)	Émulsion	ESG-10 (55 mm)	110 mm	T=+5°C $\Delta x=2\text{mm}$ $\Delta y=20\mu\text{m}$	
	EB-14 (55mm)	Émulsion	ESG-10 (55 mm)	110 mm	T=-5°C $\Delta x=1\text{mm}$ $\Delta y=20\mu\text{m}$	
	EB-14 (55mm)	Émulsion	ESG-10 (100 mm)	155 mm	T=+5°C $\Delta x=2\text{mm}$ $\Delta y=20\mu\text{m}$	
	EB-14 (55mm)	Émulsion	ESG-10 (100 mm)	155 mm	T=-5°C $\Delta x=1\text{mm}$ $\Delta y=20\mu\text{m}$	
Système 1B Resurfaçage (sur enrobé prélever sur la route)	EB-10S (55 mm)	Émulsion	ESG-10 (55 mm)	110 mm	T=+5°C $\Delta x=2\text{mm}$ $\Delta y=20\mu\text{m}$	
	EB-10S (55 mm)	Émulsion	ESG-10 (55 mm)	110 mm	T=-5°C $\Delta x=1\text{mm}$ $\Delta y=20\mu\text{m}$	
	EB-10S (55 mm)	Émulsion	ESG-10 (100 mm)	155 mm	T=+5°C $\Delta x=2\text{mm}$ $\Delta y=20\mu\text{m}$	
	EB-10S (55 mm)	Émulsion	ESG-10 (100 mm)	155 mm	T=-5°C $\Delta x=1\text{mm}$ $\Delta y=20\mu\text{m}$	
Système 2 Renforcement	EB-14 (55mm)	Chape d'étanchéité (15 mm)	ESG-10 (55 mm)	125 mm	T=+5°C $\Delta x=2\text{mm}$ $\Delta y=20\mu\text{m}$	
	EB-14 (55mm)	Chape d'étanchéité (15 mm)	ESG-10 (55 mm)	125 mm	T=-5°C $\Delta x=1\text{mm}$ $\Delta y=20\mu\text{m}$	
Système 3 Décohesionnement	EB-14 (55mm)	Système SAMI (6+8 mm)	ESG-10 (55 mm)	124 mm	T=+5°C $\Delta x=2\text{mm}$ $\Delta y=20\mu\text{m}$	
	EB-14 (55mm)	Système SAMI (6+8 mm)	ESG-10 (55 mm)	124 mm	T=-5°C $\Delta x=1\text{mm}$ $\Delta y=20\mu\text{m}$	