

COMPORTEMENT D'UN REVÊTEMENT BITUMINEUX  
CONTENANT DES FIBRES D'AMIANTE EN REGARD DU  
COMPORTEMENT D'UN REVÊTEMENT CONVENTIONNEL

par

Lionel Dufour ing.

MINISTÈRE DE LA VOIRIE



PROVINCE DE QUÉBEC

CANQ  
VO  
306

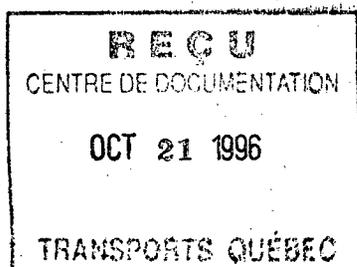
477377

COMPORTEMENT D'UN REVETEMENT BITUMINEUX  
CONTENANT DES FIBRES D'AMIANTE EN REGARD DU  
COMPORTEMENT D'UN REVETEMENT CONVENTIONNEL

---

par

Lionel Dufour, ing.  
Service des Sols et Matériaux  
Ministère de la Voirie  
Québec



Ministère des Transports  
Centre de documentation  
700, boul. René-Lévesque Est,  
21<sup>e</sup> étage  
Québec (Québec) G1R 5H1

Présenté à la 16<sup>ième</sup> conférence annuelle de la  
CANADIAN TECHNICAL ASPHALT ASSOCIATION  
Novembre 1971 - Montréal

CANQ  
N<sup>o</sup>  
306

## I- INTRODUCTION

Depuis les années cinquante, les producteurs d'amiante ont suscité l'intérêt de plusieurs responsables des réseaux routiers sur l'utilisation des fibres d'amiante dans les revêtements bitumineux. L'addition de ces fibres a été l'objet de plusieurs études dont la plupart des conclusions sont positives (1 et 2). Plusieurs de ces études ont montré qu'une addition de fibres d'amiante augmente généralement les propriétés Marshall du mélange et permet d'élargir les zones critiques des teneurs en bitume. Ceci amène la possibilité d'augmenter la durabilité et la flexibilité des revêtements bitumineux.

On définit ces deux dernières propriétés de la façon suivante: la durabilité d'un revêtement est sa résistance aux effets atmosphériques, au vieillissement et à l'action abrasive du trafic (3). Par ailleurs, la flexibilité est la capacité d'un revêtement à suivre les mouvements de la base et de la sous-fondation et celle de se soumettre à des déflexions successives sans se fracturer (4).

Cette étude veut surtout comparer ces deux dernières propriétés trouvées dans un revêtement conventionnel et un revêtement avec amiante. Une route expérimentale confrontant ces deux types de revêtements donne les éléments nécessaires à l'étude.

Le rapport fournit d'abord des informations sur la réalisation du projet, les matériaux et les caractéristiques des mélanges préparés. Ensuite, une étude du comportement des mélanges et des bitumes est menée à partir des résultats des essais effectués sur des échantillons prélevés au cours des neuf dernières années. Cette partie du rapport montre l'effet du vieillissement sur les vides, la stabilité et la fluidité Marshall des mélanges ainsi que sur la pénétration des bitumes.

La dernière partie du rapport traite du comportement des revêtements à partir de relevés visuels. Plusieurs caractéristiques sont discutées telles que la stabilité, la rugosité et le degré de pénétration. Des calculs sur les coûts d'investissement et d'entretien terminent cette étude.

## II- REALISATION DE LA ROUTE EXPERIMENTALE ASBESTOS-DANVILLE

### 1- Mise en plan

Voulant confronter un mélange avec amiante et un mélange conventionnel, le choix du site s'arrêta sur une section de la route # 255 (ancienne route # 32), se situant entre les villes d'Asbestos et Danville. Cette route est classée parmi les routes de première classe et supporte aujourd'hui un trafic de plus de 5,000 véhicules par jour. La section choisie mesure un mille et trois quarts de longueur et la chaussée a une largeur de cinquante-deux pieds. Comme le montre le schéma, la chaussée fut divisée en huit rectangles de 2,300 pieds de longueur, dont quatre, situés sur le côté sud, mesuraient vingt pieds de largeur, tandis que les quatre autres, situés sur le côté nord, en mesuraient trente-deux. Le revêtement bitumineux fut conçu pour être posé en deux couches, soit une couche de base de 200 livres par verge carrée et une couche de surface de 100 livres par verge carrée, donnant une épaisseur totale d'environ 2 3/4 pouces. Quatre rectangles furent recouverts de deux couches de mélange conventionnel et les quatre autres furent recouverts de deux couches de mélange contenant des fibres d'amiante.

### 2- Matériaux de base utilisés

#### a) Agrégat

Le matériel granulaire utilisé dans la composition des

mélanges était un gravier concassé constitué en grande partie de grès et de calcaire. Les caractéristiques principales de ce gravier sont les suivantes:

Essai au MgSO <sub>4</sub> (ASTM C-88) .....	1.69%
Densité Bulk (ASTM D-127 .....	2.56
Absorption (ASTM D-127) .....	1.31%
Nombre pétrographique (Ministère de la Voirie)	112

b) Amiante

Les fibres d'amiante incorporées au mélange étaient de l'amiante chrysotile canadien, qualité 7 M06, livré en sac de 100 livres et gardé en un endroit sec jusqu'à son utilisation.

c) Bitume

Le bitume prévu au contrat devait répondre aux exigences suivantes:

Pénétration (ASTM D-5) .....	85-100
Point éclair, min. (ASTM D-92) .....	450 °F
Viscosité à 275 °F S.S.F. min. (ASTM E-102) ..	85 sec.
Pourcentage de la pénétration initiale après chauffage à 325 °F, min. (ASTM D-1754) .....	70%
Ductilité à 77 °F, min. (ASTM D-113) .....	100 cm
Solubilité dans CCL <sub>4</sub> , min. (ASTM D-2042 et D-4 ..	99.5%

### 3- Caractéristiques des mélanges préparés

Dans la réalisation de ce projet, les mélanges conventionnels et avec fibres d'amiante ont été préparés à partir de la même source de gravier. Les caractéristiques des quatre mélanges sont données dans le tableau I.

#### a) Mélange de surface

Une seule formule granulométrique fut établie pour préparer les mélanges de surface avec amiante et sans amiante. Seules les teneurs en bitume et en fibres d'amiante distinguent ces deux mélanges. Celui avec amiante contient 2% de fibre et 8% de bitume, alors que celui sans amiante a une teneur en bitume de 6.7%.

#### b) Mélange de base

Les mélanges de base avec amiante et conventionnel ont également été préparés avec une formule granulométrique identique. Celui avec amiante contient 2% de fibre et 6% de bitume, tandis que le second contient 4.7% de bitume.

Le tableau I contient les résultats moyens obtenus à la suite de divers essais de contrôle effectués lors de la préparation des mélanges.

Le vide dans le mélange compacté était inférieur à 4%

pour les quatre mélanges préparés. Ceux de surface et de base avec amiante avaient un vide respectif de 1.9% et de 1.3%. En ce qui concerne la stabilité Marshall de ces deux mélanges, elle était respectivement 20% et 40% inférieure à celle des mélanges sans amiante; c'est une différence assez appréciable, mais il faut noter que leur teneur en bitume était de 20% et 30% plus élevée. Toutefois, les résultats de stabilité rencontraient sans difficulté les exigences du ministère de la Voirie. Par ailleurs, la déformation des mélanges avec amiante est le double de celle des mélanges sans amiante et excède même le maximum permis selon les spécifications du ministère.

#### 4- Préparation et mise en oeuvre des mélanges

Les mélanges furent préparés par une usine à fournée de 2,000 livres. Les fibres d'amiante contenues dans des sacs étaient acheminées jusqu'au niveau de l'opérateur de l'usine par un convoyeur; de là, les sacs étaient manuellement vidés dans la chambre d'enrobage avec les agrégats séchés. Le premier temps de malaxage des fibres d'amiante avec les agrégats devait être d'au moins quinze secondes. Après ce premier stade de malaxage, le bitume était ajouté et suivi d'un deuxième temps de malaxage fixé à un minimum de quarante-cinq secondes.

Ce procédé a permis d'obtenir un bon enrobage et une dispersion satisfaisante des fibres d'amiante dans le mélange. La pose des quatre mélanges se fit avec le même outillage et aucun ajustement spécial ne fut apporté pour appliquer le mélange avec amiante. On eut toutefois des difficultés à obtenir une bonne compacité du revêtement comme l'indique le tableau II. Cette faiblesse de la compacité est probablement due à un nombre insuffisant de passes des rouleaux.

L'autre problème rencontré fut la difficulté d'obtenir un mélange régulier. Le tableau III donne les valeurs moyennes et les écarts types de la teneur en bitume, des pourcentages passant le tamis # 8 et des températures des mélanges. Ces valeurs ont été calculées à partir des données obtenues lors de la réalisation du projet. En ce qui concerne les teneurs en bitume, l'écart type est de 0.4, à l'exception du mélange de base avec amiante dont l'écart type est de 0.5. Ces variations nous paraissent anormales tout en dépassant les normes prescrites sur ce point par le ministère. Par ailleurs, la granulométrie illustrée par les valeurs au tamis # 8 s'est assez bien maintenue, à l'exception du mélange de surface avec amiante dont l'écart type est de 7. L'autre critère de contrôle donné au tableau III, la température du mélange, a des écarts types de 10 à 14 avec des moyen-

nes de 301 °F à 309 °F. Ces valeurs sont acceptables, mais il faut toutefois souligner qu'exceptionnellement on enregistra des températures atteignant 375 °F.

On a également noté, avant la pose du revêtement bitumineux, qu'en certains endroits, les accotements paraissaient avoir une portance assez faible. On a tenté d'améliorer ces faiblesses sans toutefois réussir à obtenir complète satisfaction en ce domaine.

### III- COMPORTEMENT DES MELANGES ET DES BITUMES

#### 1- Mode d'échantillonnage

Depuis la construction de la route expérimentale, plusieurs échantillons furent prélevés dans toutes les sections de la route. Ces échantillons étudiés furent prélevés au hasard dans les pistes de roues.

Jusqu'en 1967, un carottier était utilisé pour prélever des échantillons de quatre pouces de diamètre. Chaque échantillon comprenait trois carottes prélevées dans un cercle de quinze pouces de diamètre. Au cours des dernières années, une scie à diamant a remplacé le carottier afin d'obtenir des échantillons plus gros (100 pouces carrés) et plus représentatifs.

## 2- Etude des échantillons

A la réception, la séparation des couches de surface et de base était réalisée au moyen d'une scie à diamant et lorsqu'exigée la densité réelle (bulk) était alors déterminée. On divisait ensuite le matériel de chaque couche en deux parties: l'une servait à la récupération du bitume et l'autre aux essais Marshall. Cette dernière partie était chauffée à 290 °F, compactée et soumise aux essais conventionnels de la méthode "Marshall". Le bitume récupéré de la première partie de l'échantillon était d'abord soumis à la centrifugation, (appendice I), pour en extraire les matières minérales et ensuite distillé pour en éliminer le solvant. La dureté du bitume résiduel était déterminée par des essais de pénétration.

## 3- Analyse des résultats

Les essais effectués depuis 1962 sur le mélange conventionnel et le mélange avec amiante ont montré l'évolution de certaines de leurs propriétés, à savoir:

- le vide
- la stabilité Marshall
- la fluidité Marshall
- la pénétration des bitumes récupérés.

Les résultats de ces essais sont donnés au tableau IV.

a) Vide dans les mélanges

Plusieurs auteurs, dont ceux d'une publication de l'ASTM (5), recommandent de limiter le vide initial dans les revêtements bitumineux à un maximum de 7%. Cette recommandation vise à diminuer le durcissement du bitume dans les revêtements et, du même coup, à augmenter leur durabilité.

Le tableau II donne les vides dans les diverses couches bitumineuses de la route expérimentale au moment de la construction en regard des vides actuels déterminés sur ces mêmes revêtements. Les vides initiaux des couches de base conventionnelle et avec amiante étaient respectivement de 6.5% et de 5.4%. Ces vides sont donc assez bas pour s'attendre à un durcissement relativement lent du bitume. Quant aux vides initiaux dans les couches de surface conventionnelle et avec amiante, ils étaient respectivement dans l'ordre de 10% et de 8%, soit légèrement supérieurs au maximum souhaité de 7%.

Un trafic de neuf ans a réduit ces vides à des valeurs moyennes de 2.5% à 4.7%. Le vide le plus faible se retrouve dans le mélange de surface avec amiante et le vide le plus élevé dans le mélange de surface conventionnel. Par ailleurs, on constate que c'est le

mélange de base avec amiante qui a conservé le degré de compacité le plus faible. Cette constatation peut être reliée aux observations, soulignées par d'autres auteurs (6, 7), sur la résistance au compactage du mélange avec amiante.

L'analyse des vides peut faire prévoir un durcissement plus rapide des bitumes contenus dans les mélanges de surface. Quant aux bitumes contenus dans les mélanges de base, ils devraient montrer un durcissement plus lent.

b) Stabilité Marshall

Les essais Marshall effectués sur les échantillons prélevés depuis 1962 ont donné des résultats de stabilité qui ont été mis en graphique sur les figures 1 et 2. La figure 1 montre les effets des années sur la stabilité Marshall des mélanges de surface, alors que la figure 2 montre les mêmes effets sur les mélanges de base.

L'étude de ces courbes montre une élévation rapide de la stabilité au cours des premières années; elles atteignent un maximum vers la cinquième année et descendent au cours des années suivantes. D'autre part, on remarque que les deux mélanges avec amiante ont donné

des stabilités inférieures à celles des mélanges conventionnels correspondants.

La première partie des courbes de stabilité est un bon témoin du vieillissement des mélanges étudiés. Cette augmentation de la stabilité qui accompagne généralement le durcissement d'un bitume pouvait être prévue. Par contre, il est surprenant de voir la diminution des stabilités Marshall montrée par la deuxième partie de ces mêmes courbes. Quoiqu'aucun échantillonnage ait eu lieu au cours des années 68 et 69, les échantillons analysés au cours des deux dernières années montrent bien cette chute des stabilités. Seul le mélange de surface avec amiante semble conserver la stabilité atteinte après cinq ans.

c) Fluidité Marshall

Les fluidités mesurées sur les mêmes échantillons sont mises en graphique sur les figures 3 et 4. Les deux mélanges avec amiante donnent des fluidités pratiquement deux fois supérieures à celles obtenues sur les mélanges conventionnels correspondants. Par ailleurs, la forme des courbes pour les mélanges de surface est à peu de chose près le modèle inversé des courbes de stabilité. Les fluidités mesurées sur les mélanges de base ne montrent pas, au cours des premières années,

cette diminution bien marquée dans le cas des mélanges de surface. Toutefois, la même élévation de la fluidité est notée au cours des dernières années.

Il est bien connu que la stabilité varie avec la pénétration du bitume dans le mélange (3 et 5). Le durcissement d'un bitume s'accompagne d'une augmentation de la stabilité et, en général, d'une diminution de la fluidité. Les résultats de stabilité et cette relation corroborent bien le durcissement du bitume observé au cours des premières années et le ramollissement qui a suivi.

d) Pénétration des bitumes

Les figures 5 et 6 donnent les courbes montrant les effets des années sur la pénétration des bitumes extraits des quatre mélanges concernés.

Les courbes de pénétration du bitume originent à des valeurs entre 40 - 45, descendent à des valeurs de 20 au cours des trois premières années, mais prennent ensuite une allure ascendante pour atteindre des valeurs de 30 à 35 en 1971. Cette remontée des courbes de pénétration est assez surprenante vis-à-vis les résultats d'autres études antérieures. Par contre, les essais de stabilité confirment bien le comportement de

la pénétration avec les années. Il est à souligner qu'une étude (8) sur le comportement de divers bitumes dans des revêtements posés en Europe donne des résultats analogues à ceux-ci. La viscosité des bitumes augmentait pendant les stades du malaxage et de pose, mais celle de deux bitumes, parmi les quatre étudiés, diminuait d'une façon marquée au cours des années suivantes. On sait déjà que la source des bitumes influence leur comportement. Il est possible que certains bitumes atteignent un stade où les grosses molécules d'hydrocarbure ont tendance à se fractionner sous l'effet de certaines causes extérieures. Ce fractionnement de molécules peut se traduire par une élévation de la pénétration. Une étude plus poussée en ce domaine pourrait s'avérer intéressante.

Par ailleurs, un an après la mise en oeuvre, le bitume dans les mélanges avec amiante avait conservé une pénétration légèrement plus élevée que celle du bitume dans les mélanges conventionnels. Les résultats de pénétration des années subséquentes furent, en général, favorables aux mélanges avec amiante. Il a été dit plus haut que la teneur originale des vides dans les revêtements de la base était dans l'ordre de 6%, alors que celle dans les revêtements de surface était aux environs de 9%. Ces teneurs différentes des vides

dans les revêtements étudiés laissaient prévoir un durcissement plus rapide du bitume dans les mélanges de surface que dans les mélanges de base. Les indices de pénétration déterminés en laboratoire n'ont pas confirmé cet avantage en ce qui concerne les couches de base.

#### IV- COMPORTEMENT DES REVETEMENTS CONVENTIONNEL ET AVEC AMIANTE

Lors de la conception du projet de la route Asbestos - Danville, on anticipait particulièrement une amélioration de la durabilité et de la flexibilité par une addition d'amiante et un supplément de bitume. Cette amélioration ne devait toutefois pas se produire au détriment de la stabilité.

##### 1- Stabilité des revêtements

L'augmentation de la teneur en bitume au-delà de la teneur optimum peut amener des doutes sur la stabilité d'un mélange bitumineux. Dans le mélange avec amiante posé sur la route, la teneur en bitume était de 20% supérieure à celle du mélange conventionnel. Toutefois, cette haute teneur en bitume n'a entraîné aucun signe d'instabilité. La même constatation s'applique aux mélanges sans amiante; tous les déplacements observés sont plutôt imputables à l'instabilité de la fondation granulaire.

## 2- Texture des revêtements

Les deux types de revêtements montrent une perte en agrégats fins résultant en une texture rugueuse. Sous cet aspect, le revêtement avec amiante montre un avantage marqué vis-à-vis le revêtement conventionnel.

La figure 7 illustre les résultats d'un essai au sable (voir appendice I), évaluant la rugosité des revêtements.

Les moyennes de ces résultats sont les suivantes:

- revêtement conventionnel: 0.493 gms/po.carré
- revêtement avec amiante: 0.271 gms/po.carré

L'indice de rugosité du revêtement conventionnel est donc pratiquement le double de celui du revêtement avec amiante. Ce dernier revêtement conserve cependant une rugosité suffisante pour garantir une glissance très acceptable. Les photos 1 et 2 montrent les textures des deux revêtements.

Ces mêmes photos montrent du désenrobage des agrégats en surface, particulièrement marqué dans le cas du revêtement conventionnel. Une désintégration résultant de la présence d'un faible pourcentage de schiste argileux dans l'agrégat employé peut également être vue.

## 3- Fissures

Le tableau V constitue une compilation des fissures rele-

vées en 1971 sur les deux types de revêtement. Ces fissures sont groupées en deux catégories: celles de fatigue et celles de non-fatigue. Les photos 3 et 4 sont des exemples de fissures de fatigue. La photo 3 montre une fissure transversale coupant les deux types de mélange et localisée au-dessus d'un tuyau d'égoût. La photo 4 nous fait voir des fissures présentes dans des ornières. Les fissures de non-fatigue sont illustrées dans les photos 5 et 6, montrant respectivement une fissure latérale et des fissures de retrait (shrinkage).

Le tableau V démontre que la majorité des fissures se localisent dans le revêtement conventionnel. C'est particulièrement dans la catégorie des fissures de fatigue que le revêtement conventionnel s'est montré moins résistant que le revêtement avec amiante. Ce dernier revêtement montre bien cette supériorité, ne contenant que 37% des fissures polygonales et 26% des ornières.

Les ornières, accompagnées de fissures, semblent imputables à des faiblesses de fondation. Il en est de même des fissures polygonales.

Entre les chaînages 10-00 et 16-00, le revêtement s'est brisé en damier sur toute la largeur de la route en 1970, soit un an après une élévation de cinq pieds du niveau de l'eau d'un étang situé à proximité de la route. Même si le

revêtement s'est brisé sur toute la largeur de la route, il peut être important de tenir compte de ce bris dans les comparaisons des revêtements conventionnel et avec amiante.

Les fissures transversales qui peuvent couper des revêtements de même âge à tous les 10 pieds ne se comptent en moyenne qu'à tous les 500 pieds sur cette route expérimentale. Toutes ces fissures transversales vont d'un côté à l'autre de la route, traversant ainsi les deux types de mélange. Environ 50% de ces fissures transversales sont reliées à un tassement différentiel de la fondation vis-à-vis des conduits d'évacuation. Quant aux autres fissures transversales, on peut les imputer au retrait thermique des revêtements.

Le nombre de fissures de retrait (shrinkage cracks) semble dépasser de beaucoup la moyenne généralement trouvée sur d'autres revêtements de même nature. Ce type de fissures se compte à peu près également dans l'un ou l'autre des revêtements étudiés. La haute teneur en bitume de faible pénétration peut expliquer le nombre plutôt anormal de ce type de fissures. La pénétration critique pour la durabilité peut se situer, dans la province de Québec, entre 20 et 30. Sachant que les coefficients de dilatation du bitume sont en moyenne vingt fois supérieurs aux coefficients correspondants des agrégats, les grands écarts de température rencontrés amènent des variations de

volume qui sont probablement à l'origine de ces fissures.

#### 4- Rapiéçage

La mesure de la superficie des pièces posées sur les revêtements avec et sans amiante a été faite en octobre 1971. Plusieurs bris soulignés plus haut sont donc réparés aujourd'hui et sont comptés dans le rapiéçage.

La figure 8 montre les pourcentages des surfaces rapiécées sur chacune des sections de la route. Il est à rappeler que les sections 1, 3, 5 et 7 sont respectivement voisines des sections 2, 4, 6 et 8, ces dernières contenant des fibres d'amiante. A l'exception des sections voisines 1 et 2, il y a une différence très marquée entre la grandeur des surfaces rapiécées.

La nature des bris réparés n'est pas connue, mais il faut noter que ces réparations ont été faites sur les deux types de revêtements par les mêmes équipes, et que d'autre part, ces équipes ignoraient la localisation des deux types de revêtements.

Par ailleurs, il faut expliquer que les sections 1 et 2 se sont beaucoup brisées probablement à cause de l'élévation du niveau d'eau de l'étang mentionné plus haut. La section avec amiante se trouvait du côté de la route le

plus rapproché de l'étang et, par conséquent, placée dans une situation plus difficile. Malgré cela, cette section a nécessité un rapiéçage à peu près équivalent à la section 1, recouverte d'un mélange conventionnel. En ce qui concerne les autres sections, le revêtement conventionnel a nécessité jusqu'à quinze fois plus de réparation que le revêtement avec amiante. La figure 9 montre des pourcentages moyens confrontant les revêtements avec et sans amiante. Pour l'ensemble de la route, le revêtement conventionnel a nécessité la réparation de 27% de sa surface, alors que le revêtement avec amiante a nécessité la réparation de seulement 13% de sa surface. Par ailleurs, en excluant les deux premières sections soumises à des conditions anormales, les pourcentages de la surface réparée deviennent respectivement 14% et 2% (voir figure 9). Ces chiffres indiquent une nette différence dans le comportement des deux types de revêtements.

Il est permis de croire que le revêtement avec amiante nécessite moins de réparation à cause de sa meilleure résistance à la fatigue et sa plus grande flexibilité. Il semble bien que la majeure partie des réparations soit devenue nécessaire à la suite de bris survenus par fatigue du revêtement. Comme on l'a vu, ces bris prenaient moins d'importance dans les revêtements avec amiante.

## 5- Coûts

A partir des chiffres mentionnés précédemment, la différence des coûts d'entretien entre les deux types de revêtement a été calculée (appendice II). Les résultats montrent que l'entretien du revêtement conventionnel a coûté en réparation deux fois plus que celui du revêtement avec amiante, soit \$1,590.00 en regard de \$770.00. En excluant les bris survenus dans les sections 1 et 2, le rapport des coûts devient encore plus à l'avantage du revêtement avec amiante.

Il est toutefois impossible de fixer un chiffre sur la durée supplémentaire du revêtement avec amiante. La poursuite de cette étude le permettra probablement. Il n'est pas exagéré de penser à une durée de deux à trois années supplémentaires. Ce chiffre correspondrait bien à l'investissement supplémentaire d'environ 34% (appendice II) qu'à nécessité la construction du revêtement avec amiante. Par ailleurs, l'intérêt sur cet investissement est compensé pour une bonne part par la diminution des coûts d'entretien.

## V- CONCLUSIONS

Le revêtement avec amiante a donné en général un bitume résiduel de pénétration légèrement supérieure à celle obtenue sur le bitume du revêtement conventionnel. La pénétration des bitumes semble remonter après un certain nombre d'années. Cette remontée de la pénétration est corroborée par une diminution de la stabilité Marshall.

Les fissures se comptent en plus grand nombre dans le revêtement conventionnel. Le revêtement avec amiante a une meilleure résistance à la fissuration par fatigue.

Le revêtement avec amiante diminue le coût de rapiéçage d'au moins deux fois dans des conditions exceptionnelles. Cette diminution atteint des valeurs de cinq à dix fois dans des conditions plus normales.

La durabilité du revêtement avec amiante montre un avantage marqué sur celle du revêtement conventionnel. Cependant, la durée supplémentaire qu'offrira le revêtement avec amiante n'est pas fixée. Cette durée pourra facilement atteindre deux à trois ans.

La différence dans les coûts d'investissement est assez bien compensée par la différence des coûts d'entretien et par la durabilité.

## REFERENCES

- 1- L.E. Willis and C.E. Rodier  
Asbestos Fibre Asphalt Mixes; their Performance and Evaluation.  
Proceedings 1964 C.T.A.A.
  
- 2- Lorne Dartnell  
A Study of Limestone Dust, Calcined Shale and Asbestos as Mineral Fillers in Asphalt Paving Mixtures.  
Annual Convention of C.T.A.A. 1967
  
- 3- Fred N. Finn  
Factors Involved in the Design of Asphaltic Pavement Surface.  
Highway Research Program - Report 39
  
- 4- Carl Monismith  
Flexibility Characteristics of Asphaltic Paving Mixtures.  
A.A.P.T. - Vol. 27
  
- 5- Goode and Owings  
A Laboratory Field Study of Hot Asphaltic Concrete Wearing Courses Mixtures.  
A.S.T.M. 64th Annual Meeting - June 1961

6- G.H. Zuehlke

Marshall and Flexural Properties of Bituminous Pavement Mixtures Containing Short Asbestos Fibers.

Highway Research Record - No. 24

7- Kietzman, Blackhurst and Foxwell

Performance of Asbestos-Asphalt Pavement Surface Courses with High Asphalt Contents.

Highway Research Record - No. 24

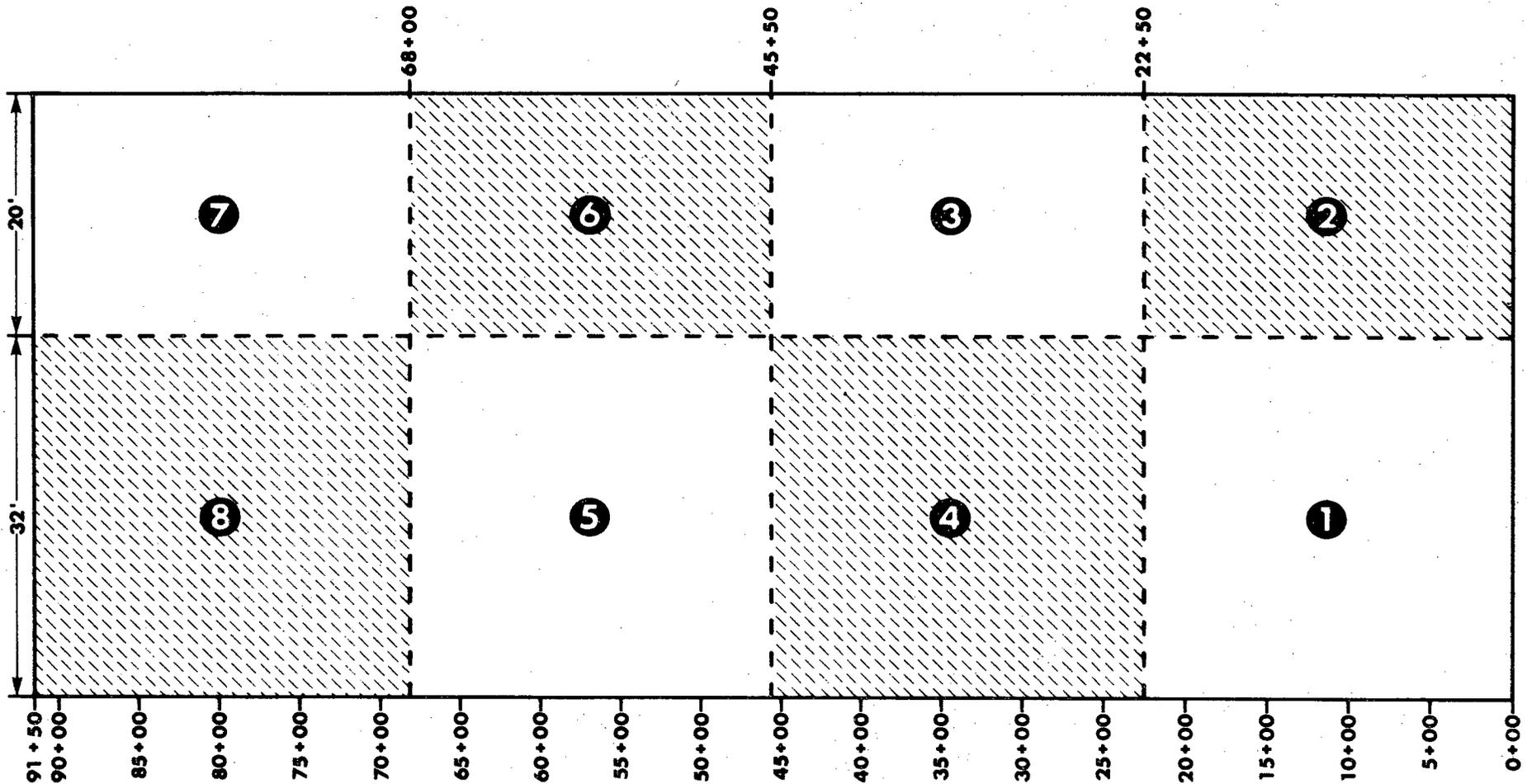
8- Chipperfield, Duthie and Girdler

Asphalt Characteristics in Relation to Road Performance.

A.A.P.T. Feb. 1970

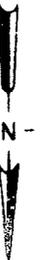
# SCHÉMA DE LA ROUTE EXPÉRIMENTALE #255

◀ Asbestos - Danville ▶



 Section contenant la fibre d'amiante.

 Section ne contenant pas de fibre d'amiante.



**Tableau 1: CARACTÉRISTIQUES DES MÉLANGES**

MÉLANGE	S - 2		B - 1	
	SURFACE (1")		BASE (1 3/4")	
	Conv.	Amiante	Conv.	Amiante
TAMIS	% passant	% passant	% passant	% passant
1 "	100.	100.	100.	100.
3/4 "	100.	100.	99.	96.
1/2 "	98.	98.	78.	74.
3/8 "	92.	89.	64.	63.
No. 4	77.	73.	45.	46.
No. 8	65.	61.	37.	38.
No. 16	54.	49.	30.	30.
No. 30	39.	33.	22.	21.
No. 50	18.	15.	13.	10.
No. 100	8.	7.	7.	5.
No. 200	6.	5.	5.	4.
FIBRE D'AMIANTE (%)	-	2.0	-	2.0
TENEUR EN BITUME (%)	6.7	8.0	4.7	6.0
*VIDE (%)	3.6	1.9	2.4	1.3
STABILITÉ MARSHALL (lbs à 140°F)	1630	1280	2070	1220
DÉFORMATION MARSHALL (po.)	0.10	0.20	0.09	0.18

\* 60 coups de marteau Marshall (mécanique) sur chaque face.

*Tableau 2: VARIATION DES VIDES DANS LES REVÊTEMENTS*

REVÊTEMENT		SURFACE		BASE	
		Conv.	Amiante	Conv.	Amiante
VIDE (%)	1962	9.6	8.1	6.5	5.4
	1971	4.7	2.5	3.9	4.0
* COMPACITÉ (%)	1962	94.1	94.0	96.0	96.0
	1971	99.0	99.6	98.6	97.4

\* Calculé par rapport à la densité obtenue en laboratoire (essai Marshall).

*Tableau 3: VARIABLES MESURÉES PENDANT LA PRÉPARATION DES MÉLANGES*

<b>MÉLANGE</b>		<b>SURFACE</b>		<b>BASE</b>	
		<b>Conv.</b>	<b>Amiante</b>	<b>Conv.</b>	<b>Amiante</b>
<b>TENEUR EN BITUME</b>	<b>pourcentage moyen</b>	<b>4.7</b>	<b>6.0</b>	<b>6.7</b>	<b>8.0</b>
	<b>écart type</b>	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>
<b>PASSANT TAMIS #8</b>	<b>pourcentage moyen</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>64</b>	<b>59</b>
	<b>écart type</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>7</b>
<b>TEMP. DU MÉLANGE</b>	<b>temp. moyenne (°F)</b>	<b>301</b>	<b>302</b>	<b>309</b>	<b>309</b>
	<b>écart type</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>14</b>

Tableau 4: RÉSULTATS MOYENS DES ESSAIS EFFECTUÉS SUR LES ÉCHANTILLONS PRÉLEVÉS ENTRE 1962 ET 1971

MÉLANGE	conventionnel								avec amiante							
	STABILITÉ MARSHALL (lbs)		FLUIDITÉ MARSHALL (po.)		PÉNÉTRATION SUR LE RÉSIDU (.01 mm)		VIDE (%) DANS LE REVÊTEMENT		STABILITÉ MARSHALL (lbs)		FLUIDITÉ MARSHALL (po.)		PÉNÉTRATION SUR LE RÉSIDU (.01 mm)		VIDE (%) DANS LE REVÊTEMENT	
	surf.	base	surf.	base	surf.	base	surf.	base	surf.	base	surf.	base	surf.	base	surf.	base
1962	1629	2070	.11	.09	43	42	9.6	6.5	1280	1222	.20	.18	41	44	8.1	5.4
1963	-	3163	.08	.09	40	42	-	-	1125	1909	.18	.17	44	44	-	-
1964	2043	2824	.08	.11	-	-	-	-	-	2139	-	.20	-	-	-	-
1965	3617	3537	.10	.11	19	20	-	-	2201	1896	.14	.13	21	21	-	-
1966	3304	3906	.10	.11	25	27	-	-	2040	2600	.14	.18	29	25	-	-
1967	3464	3224	.11	.12	24	24	-	-	2328	2079	.17	.18	24	23	-	-
1970	1534	3204	.18	.13	38	35	-	-	1926	1583	.19	.22	40	36	-	-
1971	2183	3229	.17	.13	31	38	4.7	3.9	2016	1582	.21	.22	40	36	2.5	4.0

Tableau 5: RELEVÉ VISUEL DES REVÊTEMENTS

REVÊTEMENT	conventionnel		avec amiante	
	fatigue	non fatigue	fatigue	non fatigue
transversales	225 pi.	200 pi.	225 pi.	200 pi.
longitudinales	900 pi.	-	120 pi.	-
de joints	-	160 pi.	-	140 pi.
latérales	-	350 pi.	-	370 pi.
de retraits	-	119 unités	-	99 unités
polygonales	1700 pi. car.	-	1020 pi. car.	-
ornières	1800 pi. lin.	-	620 pi. lin.	-

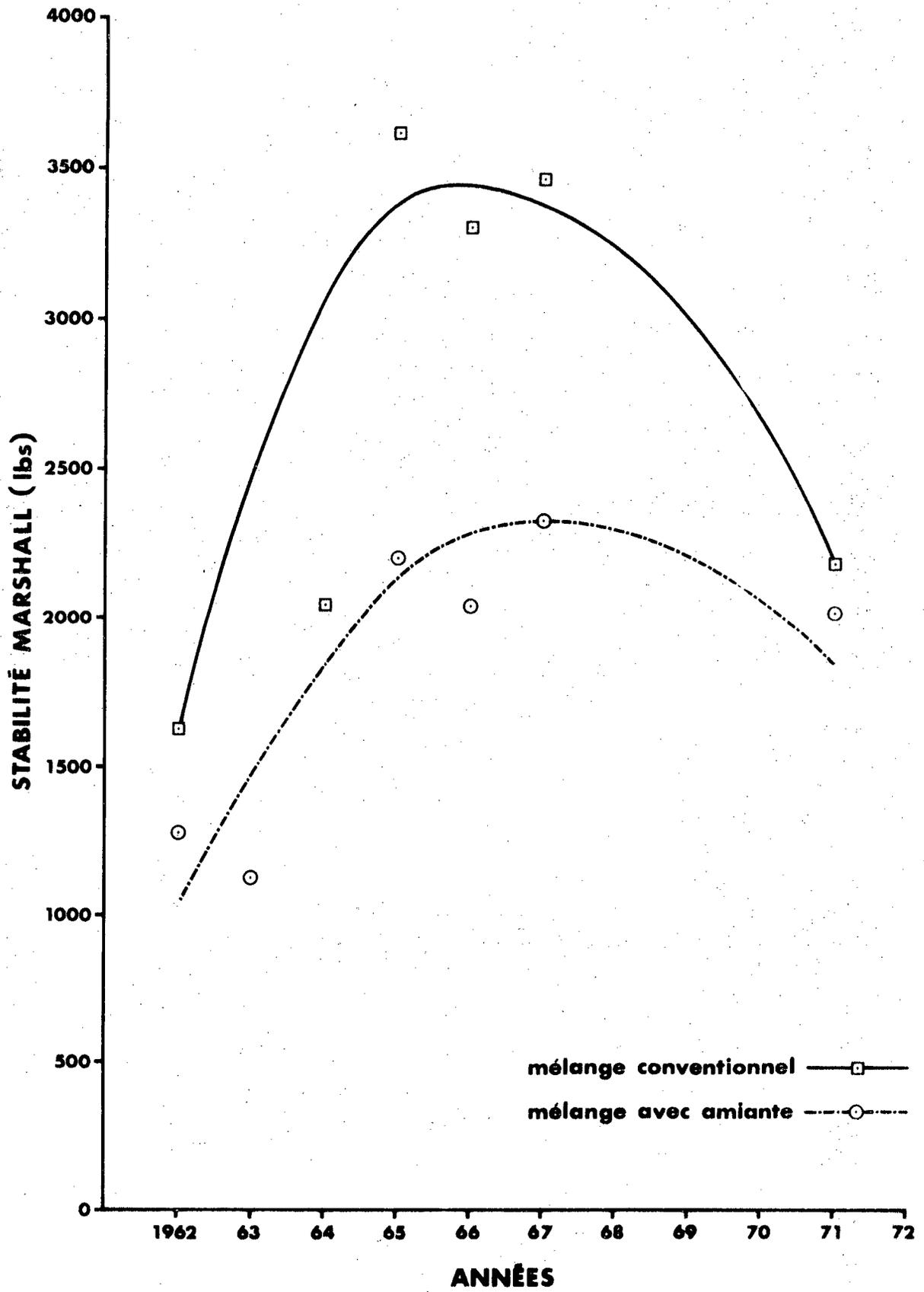


Fig. 1: EFFET DES ANNÉES SUR LA STABILITÉ MARSHALL DES MÉLANGES DE SURFACE

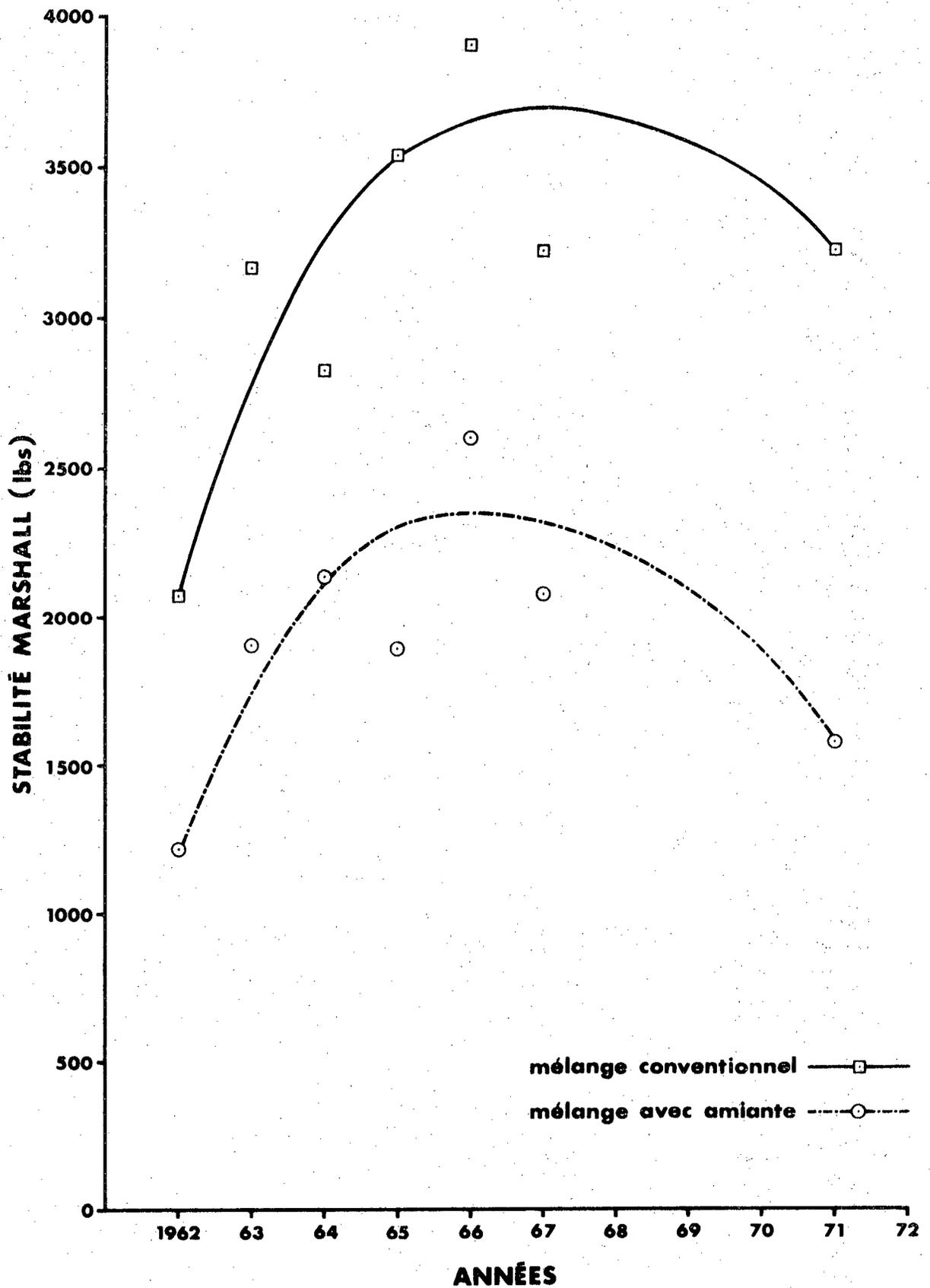


Fig. 2: EFFET DES ANNÉES SUR LA STABILITÉ MARSHALL DES MÉLANGES DE BASE

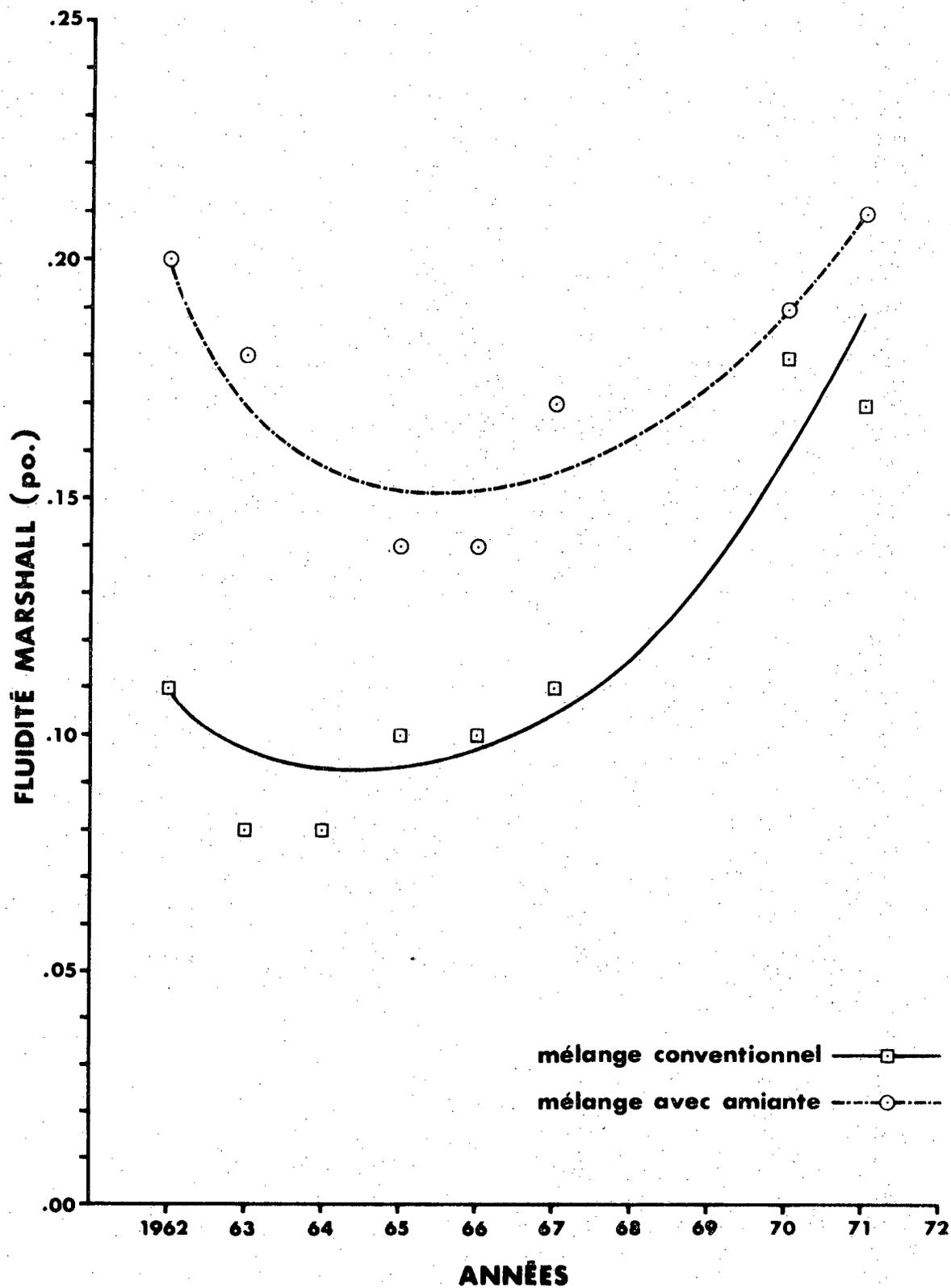


Fig. 3: EFFET DES ANNÉES SUR LA FLUIDITÉ MARSHALL DES MÉLANGES DE SURFACE

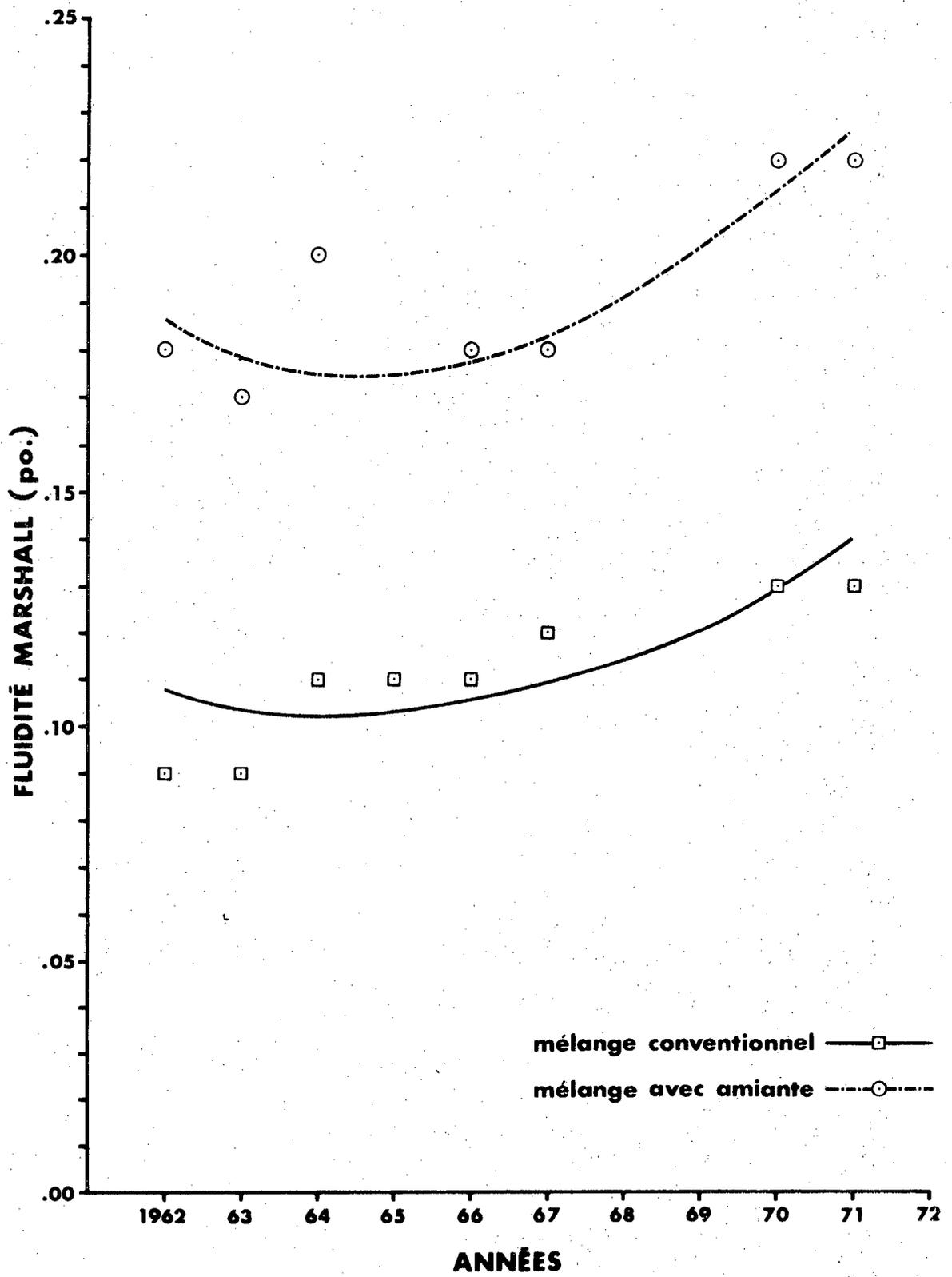


Fig.4: EFFET DES ANNÉES SUR LA FLUIDITÉ MARSHALL DES MÉLANGES DE BASE

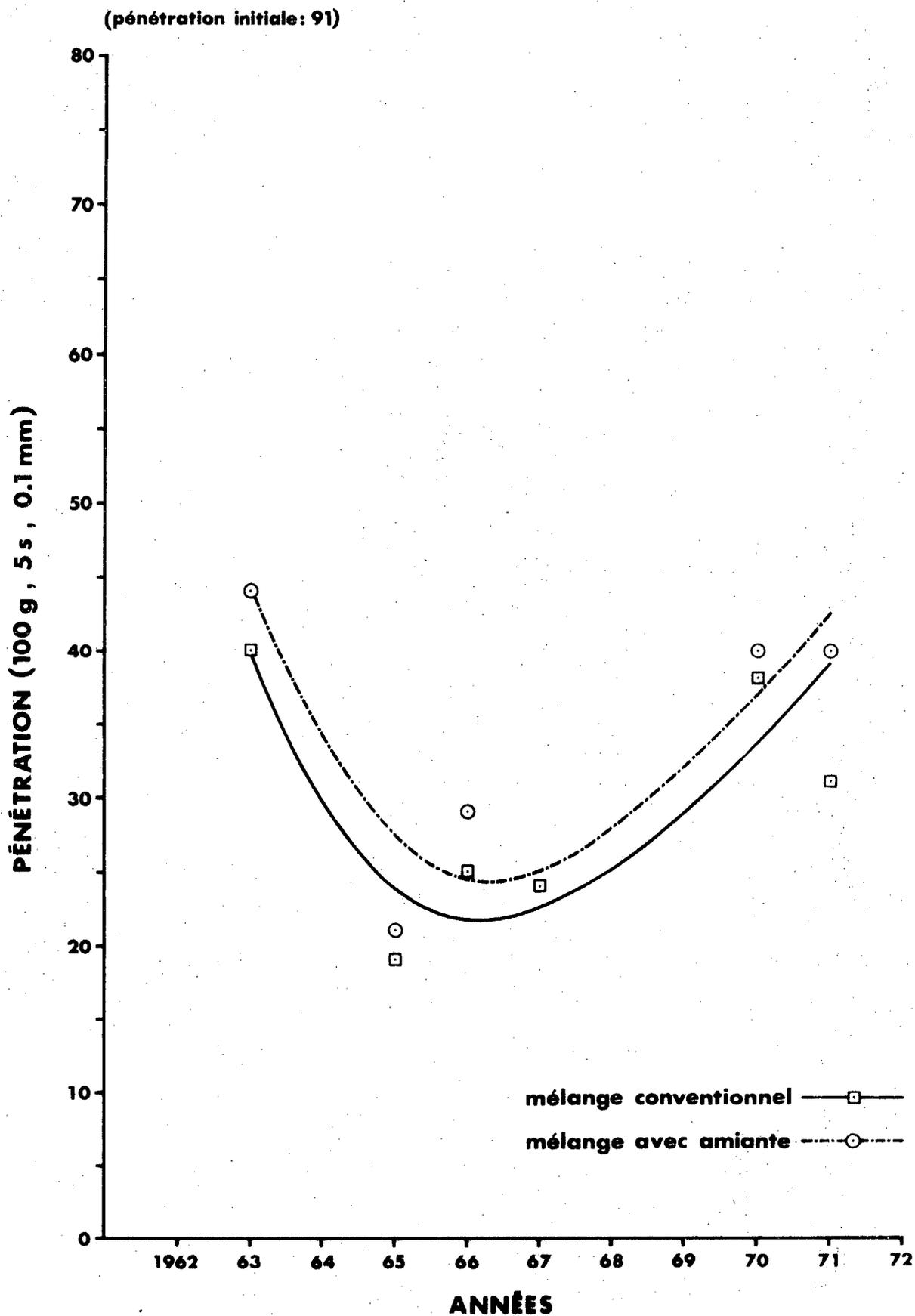


Fig. 5: EFFET DES ANNÉES SUR LA PÉNÉTRATION DU BITUME RÉCUPÉRÉ (couche de surface)

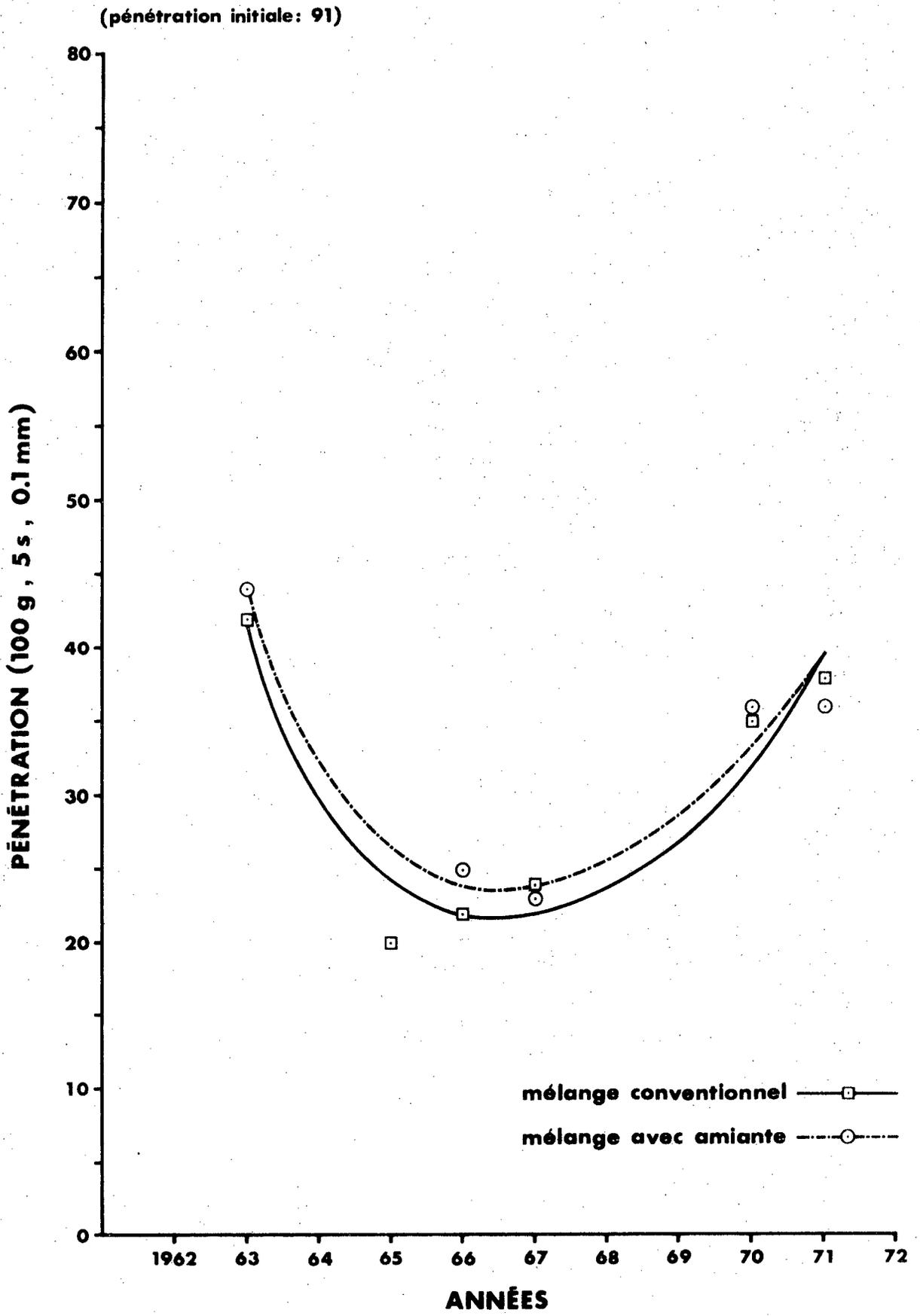


Fig. 6: EFFET DES ANNÉES SUR LA PÉNÉTRATION DU BITUME RÉCUPÉRÉ  
(couche de base)

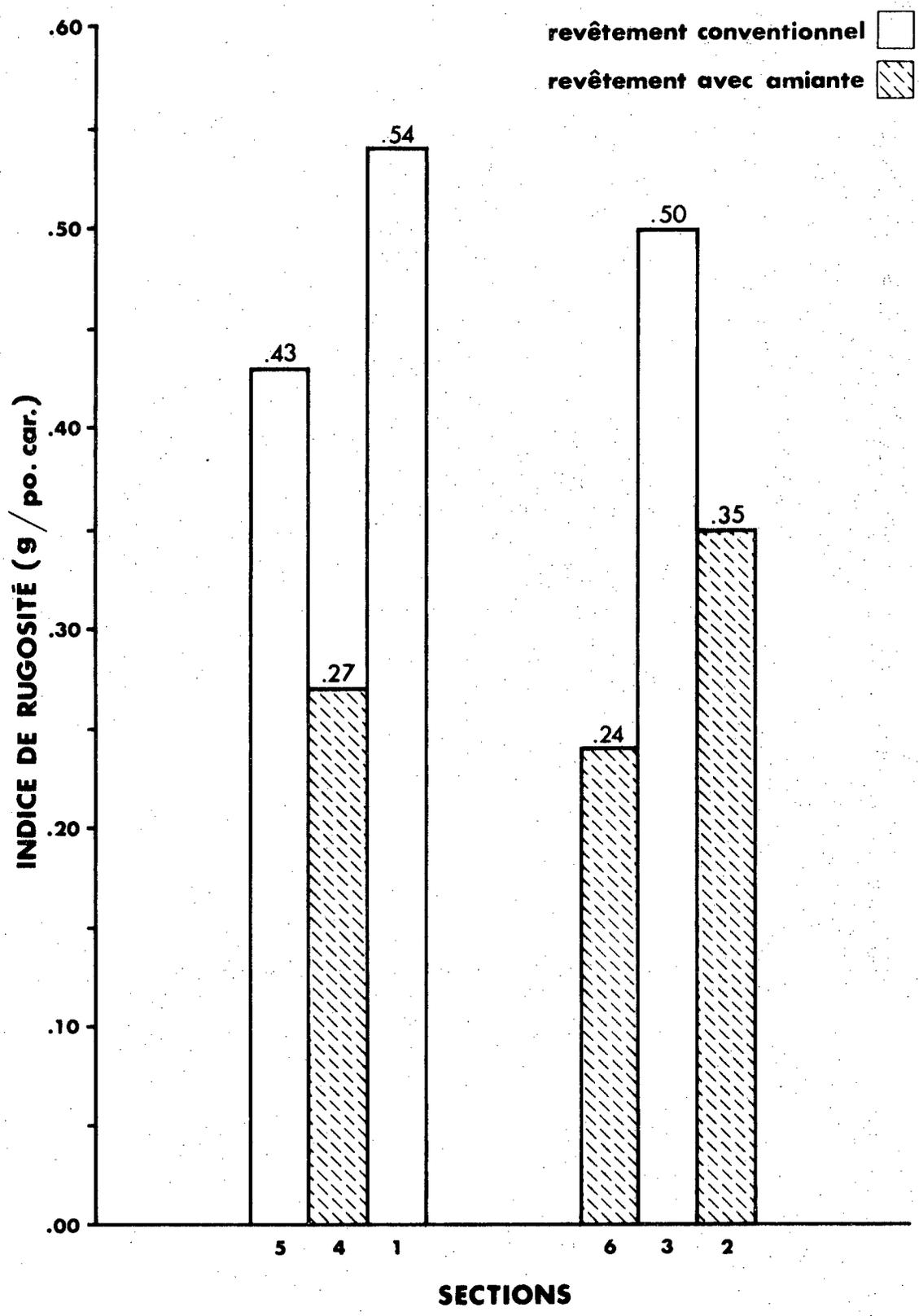


Fig. 7: COMPARAISON DE LA RUGOSITÉ DES DEUX TYPES DE REVÊTEMENT

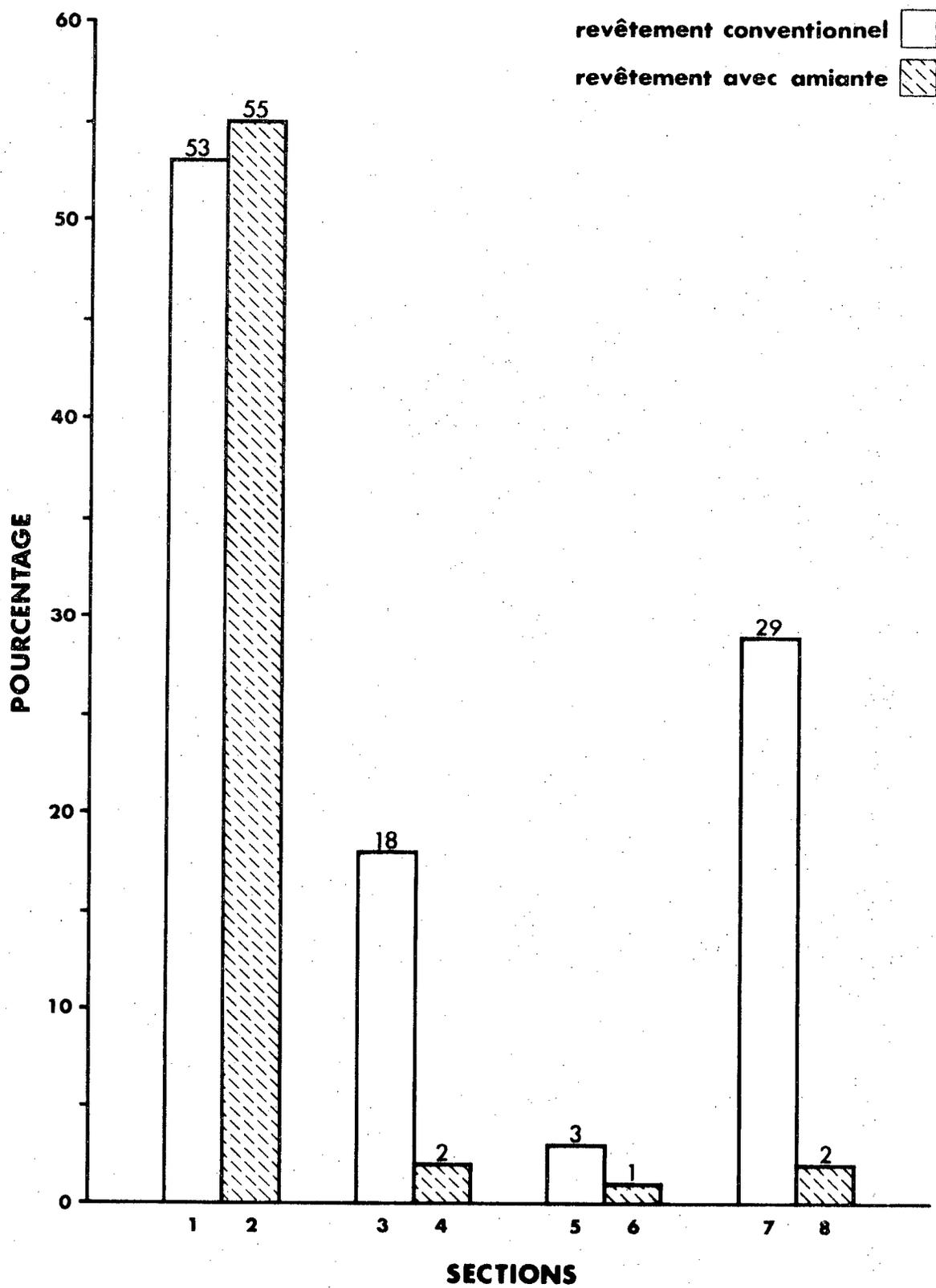


Fig.8: RELATION ENTRE LES SURFACES RAPIÉCÉES DES DEUX TYPES DE REVÊTEMENT

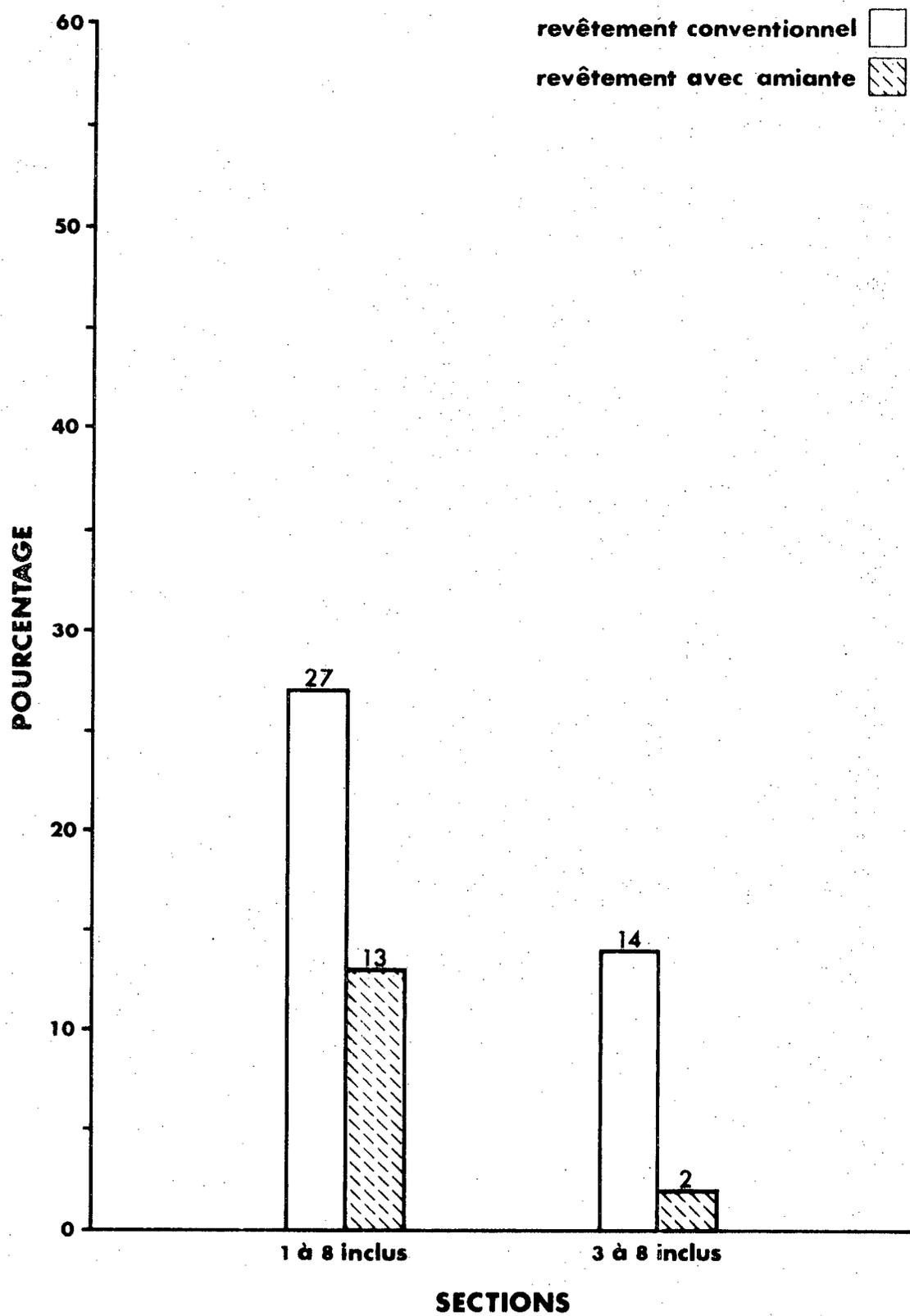
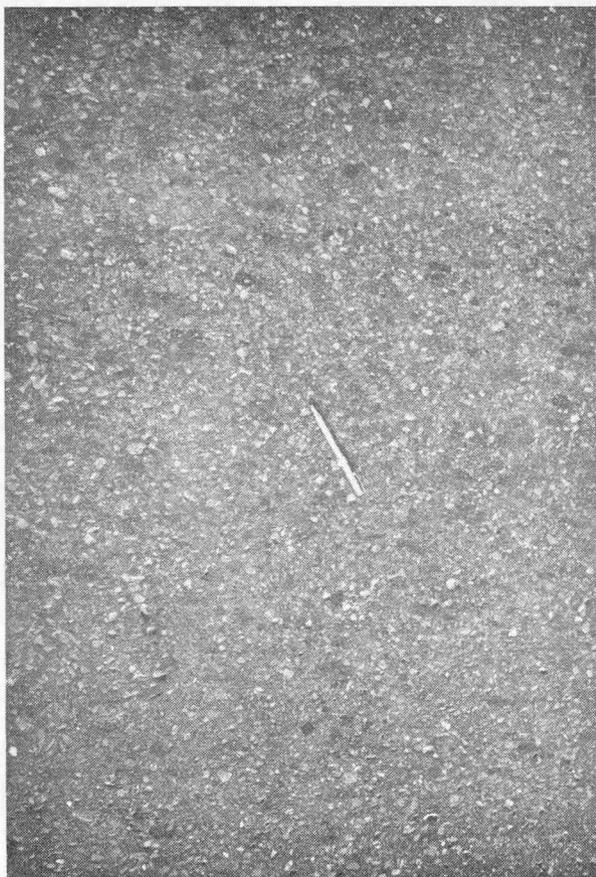


Fig.9: RELATION ENTRE LES SURFACES RAPIÉCÉES DES DEUX TYPES DE REVÊTEMENT



**Photo no1: REVÊTEMENT CONVENTIONNEL**  
(gros plan)



**Photo no2: REVÊTEMENT AVEC AMIANTE**  
(gros plan)



**Photo no3: FISSURE TRANSVERSALE**

(sur les deux types de revêtement)



**Photo no4: ORNIÈRE "CHANNELLING"**

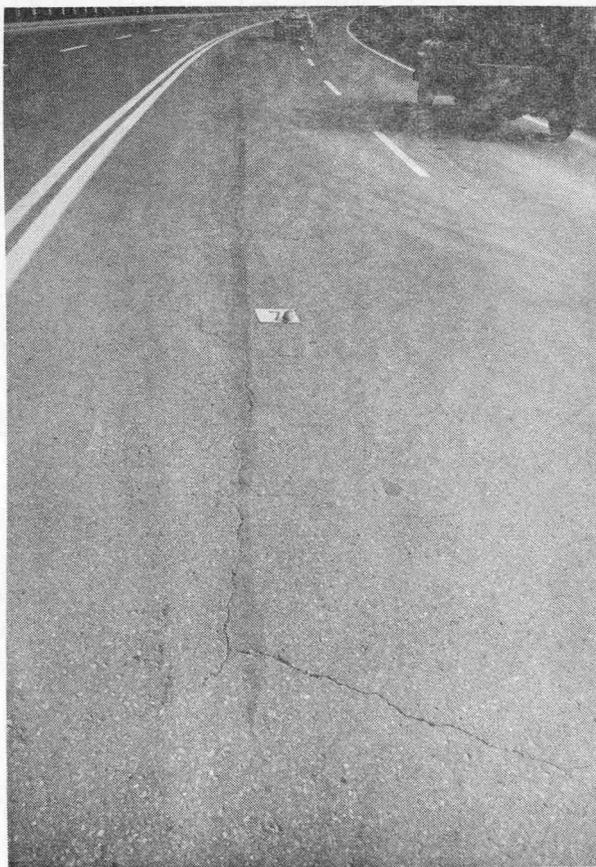
(revêtement conventionnel)



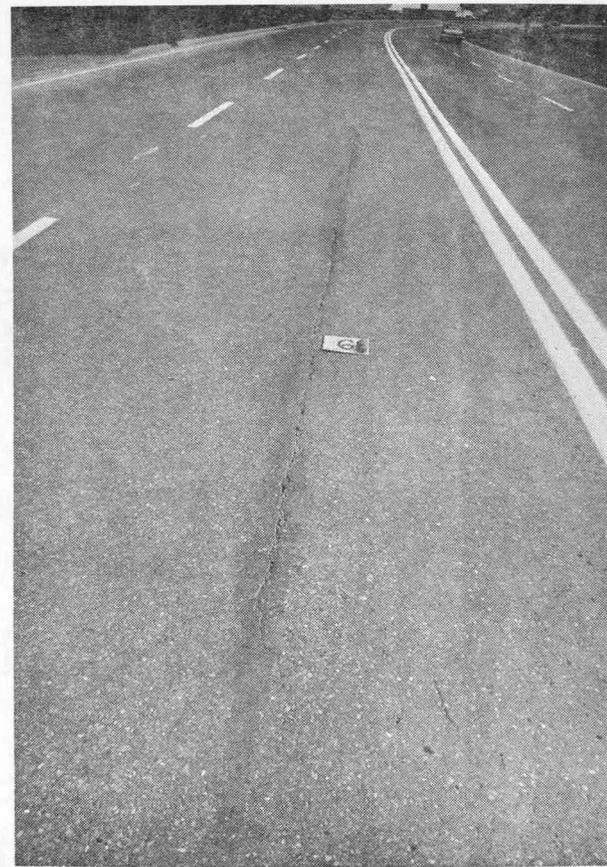
**Photo no5: FISSURE LATÉRALE \*EDGE\***  
(revêtement conventionnel)



**Photo no6: FISSURES DE RETRAIT "SHRINKAGE"**  
(revêtement conventionnel)



**Photo no7: FISSURE DE JOINT**  
(revêtement conventionnel)



**Photo no8: FISSURE DE JOINT**  
(revêtement avec amiante)

## APPENDICE I

### Essai de rugosité

- Procédure: a) Placer 300 grammes de sable Ottawa calibre C109 sur le revêtement;
- b) araser au moyen d'une règle en bois de 18 pouces;
- c) mesurer la surface couverte (pouces carrés);
- d) calcul: l'indice de rugosité I.R. est donné par l'équation suivante:  $I.R. = P/S$ ; P = poids du sable et S = surface couverte.

### Méthode de récupération du bitume

- Procédure: a) Extraire le bitume selon la méthode ASTM D-1097 intitulée: "Essai par centrifuge pour le contenu du bitume dans un mélange bitumineux".
- b) Centrifuger la solution obtenue de l'extraction pour une heure à 770 fois la gravité, dans des bouteilles de 200 cc.
- c) Verser environ 600 cc de la solution dans un ballon de 2000 cc; commencer la distillation sous un vide partiel (5 à 10 pouces) jusqu'à ce que le taux de distillation baisse considérablement; le vide est alors augmenté graduellement jusqu'à 28 pouces pour une période de cinq minutes et la température maintenue en bas de 200 Fh; cesser lentement le cacuum et verser le distillat du ballon.

d) Replacer le ballon sur le feu et procéder à la distillation sous le vide complet (28 pouces ou plus) à 500 °F, pour une heure.

\*Cette dernière étape a été effectuée, depuis 1971, à 400 °F.

e) Cesser lentement le vacuum, démonter l'appareil et garder le bitume récupéré dans un récipient fermé pour des essais ultérieurs.

## APPENDICE II

### Détermination des coûts

a) Coût de construction: en dollar/tonne

Base de calcul: Ciment asphaltique: \$25.00 la tonne

Fibres d'amiante: \$50.00 la tonne

% de C.A. dans le mélange conventionnel: 6.7%

% de C.A. dans le mélange avec amiante: 8.0%

Calcul:

<u>Item</u>	<u>Revêtement</u>	
	<u>conventionnel</u>	<u>avec amiante</u>
*Agrégats, usinage, pose	\$4.45	\$5.20
Ciment asphaltique	\$1.67	\$2.00
Fibres d'amiante	--	<u>\$1.00</u>
TOTAL:	\$6.12	\$8.20 **

\* Les prix pour la fourniture des agrégats, l'usinage et la pose sont ceux demandés par l'entrepreneur pour le pavage de

cette route.

\*\* Augmentation du coût par rapport au revêtement conventionnel:  
34%.

b) Coût du rapiéçage: en dollar/1,000 ver.car./année

Base de calcul: Taux moyen de pose: 50 livres/verge carrée

Coût à la tonne: \$10.00

Calcul:

<u>Item</u>	<u>Revêtement</u>	
	<u>conventionnel</u>	<u>avec amiante</u>
Surface réparée	6,372 ver.car.	3,100 ver.car.
Surface totale	23,488 ver.car.	23,021 ver.car.
Tonnes de mélange de rapiéçage	159 tonnes	77 tonnes
Coût total (9 ans)	\$1,590.00	\$ 770.00
Coût/1000 v.c./année	\$ 7.51	\$ 3.71



MINISTERE DES TRANSPORTS



QTR A 102 523