

Ministère de la Voirie
Québec

- ETUDE SUR L'USAGE -
- DES PNEUS A CRAMONS -
- AU QUEBEC -

Service des Sols et Matériaux

CANQ
VO
372
Vo
268

478655

RECU
CENTRE DE DOCUMENTATION
AOU 15 1983
TRANSPORTS QUÉBEC

- ETUDE SUR L'USAGE -
- DES PNEUS A CRAMpons -
- AU QUEBEC -

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
DIRECTION DE L'OBSERVATION ET DU TRANSPORT
SERVICE DE L'INNOVATION ET DE LA DOCUMENTATION
700, Boul: René-Lévesque Est, 21e étage
Québec (Québec) G1R 5H1

Distribution: Copie à IM.

- E. Monette, ing., Sous-ministre
- A. Branchaud, ing.
- H. Perron, ing.
- Ant. Morissette, ing.
- J. Bastien, ing.
- G. Legault, ing.
- J.P. Quinty, ing.
- Geo-Ls Huot, chim.
- R. Grégoire, ing.

CANQ
VO
372



MINISTÈRE DE LA VOIRIE
DEPARTMENT OF ROADS
QUÉBEC

Etude sur l'usage des pneus à
crampons au Québec

C'est avec plaisir que nous présentons cette étude sur les pneus à crampons préparée par l'ingénieur Jean Normand de notre Service.

Le Service des Sols et Matériaux veut être à l'avant-garde en étudiant tout ce qui peut influencer sur le budget du Ministère de la Voirie, tant dans le domaine de la construction que dans celui de l'entretien. C'est son rôle.

Nous présentons ce rapport avec l'espoir que les autorités du Ministère et le législateur préciseront les recommandations qui y sont décrites.

Robert Tessier
.....
G-Robert Tessier, ing.

Directeur du Service des Sols & Matériaux

CONTENU DU RAPPORT

Contenu du rapport.....i

Sommaire.....ii

1- Commentaires sur l'étude de monsieur R. Grégoire.....1

 A) Nature du dommage.....1

 B) Qualités antidérapantes.....2

 C) Quantité d'usure.....2

2- Essai routier du Québec.....3

 A) Buts.....3

 B) Détails.....3

 C) Résultats des essais de glissance.....5

 D) Résultats des mesures d'usure.....5

 E) Prévision de l'usure due aux pneus à crampons sur les routes du Québec.....6

 1- Expérience en Allemagne.....7

 2- Essai du Maryland (7).....8

 3- Autres mesures du Québec.....8

3- Enquêtes sur l'usage des pneus à crampons au Québec.....10

4- Avantages et faux avantages.....11

 A) Augmentation de la sécurité.....12

 B) Diminution du risque d'accident.....12

 C) Besoin de l'usager.....13

5- Critère de décision.....13

6- Recommandations.....14

Annexe.....17

Références.....20

Sommaire

Cette étude décrit le processus d'usure des pavages par les pneus à crampons. Elle présente aussi les résultats d'un essai routier effectué à Varennes, ainsi que des mesures d'usure en vue d'en déterminer l'importance. Ces résultats du Québec sont comparés aux mesures effectuées en Allemagne et dans les états du Maryland et de l'Orégon.

La concordance entre ces quatre différentes sources d'information permet d'établir que le pourcentage maximum d'usagers pouvant utiliser les pneus à crampons, sans accroissement des dépenses d'entretien des pavages du ministère est de 15%. Si ce pourcentage est dépassé, il en résultera des dépenses additionnelles pour le Ministère de la Voirie. On peut estimer que ces dépenses peuvent facilement atteindre \$5 millions par an pour le Québec.

Des enquêtes de circulation indiquent que le pourcentage limite de 15% est déjà dépassé. Il est donc recommandé qu'une action soit prise pour maintenir le pourcentage à un niveau inférieur à 15%. Pour atteindre ce but, l'étude recommande aux autorités deux types de solutions possibles:

1- Restreindre l'usage à certaines classes de gens ou à certaines régions, ou encore,

2- Imposer une taxe sur les crampons pour défrayer le coût des dommages causés par les crampons.

ETUDE SUR L'USAGE DES PNEUS A CRAMPONS

Simultanément à l'étude de Monsieur Robert Grégoire du Service Technique de la Circulation concernant les pneus à crampons, notre Service s'attaquait à ce problème. Ne pouvant faire de recommandations précises à l'époque, nous avons établi une piste d'essai et effectué certaines mesures en octobre 1966.

1- Commentaires sur l'étude de monsieur R. Grégoire

A) Nature du dommage

Dans les conclusions de son étude, monsieur R. Grégoire avance que l'usage des pneus à crampons devrait être toléré au cours des mois d'hiver alors que le pavage est gelé, donc plus résistant. Afin de vérifier cette assertion, nous avons observé que l'usure du revêtement est causée par le martèlement des pointes métalliques sur la chaussée. Les particules fines entre les pierres sont vite emportées, puis la pierre s'effrite graduellement sous les chocs répétés laissant une poussière blanche en surface. Cette poussière est alors emportée par le vent ou par l'eau. Ainsi, à long terme, le taux d'usure est contrôlé par la dureté de la pierre. Comme cette propriété est indépendante des variations atmosphériques de la température, nous ne croyons pas que le taux d'usure puisse être diminué en restreignant l'usage des pneus à crampons aux conditions froides.

Suite...../2

B) Qualités antidérapantes

La réduction de la distance de freinage apportée par l'utilisation des pneus à crampons ne peut être mise en doute. Ce fait fut prouvé et vérifié par plusieurs organismes indépendants. On accepte généralement une diminution de l'ordre de 50% sur la distance de freinage dans des conditions de neige durcie ou glacée, si les 4 pneus sont munis de crampons.* Le National Safety Council (12) a trouvé que l'amélioration variait de 13 à 28% comparé à des pneus à neige neufs, si seuls les pneus arrières étaient munis de crampons. De 67 à 85% de cette amélioration était perdue lorsque les pneus à crampons avaient parcouru 5,000 milles.

La différence entre l'efficacité de 4 pneus ou de 2 pneus est due au fait que lors du freinage, la plus grande partie du poids de l'automobile est distribuée sur les roues avant. La force de freinage des roues arrière est donc faible.

C) Quantité d'usure

Tous les organismes dont les noms figurent comme référence en appendice s'entendent pour dire que l'usure augmente avec le nombre de passes. Le tableau (fig. 1) produit par monsieur R. Grégoire (11) est un exemple de l'usure probable sous

* De fait le National Safety Council (12) a montré par des essais sur glace que la distance de freinage pouvait être réduite de 43 à 105% en utilisant 4 pneus à crampons neufs. Après 5,000 milles de route cependant, de 36 à 98% de cette amélioration est perdue.

l'action de passes répétées.* Une discussion de la valeur de ce tableau est donnée aux articles 2D et 2E du présent rapport.

A l'étude déjà faite, nous voulons ajouter que l'usure dans les sentiers crée des ornières. Ceci constitue un risque d'accident pendant les pluies en favorisant le phénomène "hydroplaning".

2- Essai routier du Québec

A) Buts

Tel que mentionné plus haut, l'usure causée par les pneus à crampons a déjà été mesurée par plusieurs corps indépendants. Avant de formuler certaines conclusions applicables au Québec, il nous a semblé nécessaire d'étudier l'effet des crampons sur le coefficient de friction de la chaussée. En effet, le dommage causé par les crampons peut contribuer à rendre la chaussée plus glissante pendant l'été et ainsi diminuer la sécurité du public. Notre premier objectif en effectuant cet essai était de déterminer l'effet de l'usage des pneus à crampons sur les propriétés antidérapantes des chaussées. En second lieu, nous voulions mesurer l'usure obtenue au cours de l'essai.

B) Détails

Comme piste expérimentale, nous avons utilisé une section de la nouvelle route 3 entre Varennes et Boucherville.

* Sur la figure 2 nous reproduisons le même tableau en ajoutant en abscisse le nombre d'années nécessaires, pour obtenir une usure de 3/4 de pouce. Nous considérons qu'une couche d'usure doit être appliquée lorsque l'usure atteint la valeur de 3/4 pouce.

Cette section pavée en 1966 n'est pas encore ouverte à la circulation.

La pierre de la carrière Varennes fut utilisée comme agrégats dans le béton bitumineux. Cette pierre est un "Trap Rock". On sait que cette pierre a dans l'ensemble, de meilleures qualités que les agrégats de calcaire, de grès ou de granite. L'essai d'usure Los Angeles donne une perte inférieure à 17% soit une moyenne très inférieure à tout autre type d'agrégats.

Pour l'essai, deux camionnettes, modèle Ford 1965 ont été utilisées. Ces véhicules étaient équipés de moteurs 6 cylindres et de pneus 8.15-15. Pour les besoins de l'essai, des pneus d'hiver conventionnels furent installés sur le côté gauche des camionnettes (un à l'avant et un à l'arrière). Sur le côté droit on posa des pneus d'hiver munis de crampons (96 crampons à l'avant et 120 à l'arrière). Un total de 2,500 passes de camionnettes furent effectuées, soit 5,000 passes simples de pneus à crampons.

Les mesures de glissance furent faites à l'aide du "Portable Skid Resistance Tester" (8). Cet appareil, dont le ministère doit faire acquisition sous peu, est illustré à l'arrière plan de la Photo 1 et fut gracieusement prêté par le ministère de la Voirie de l'Ontario. Au premier plan de la photo 1, on voit l'appareil que nous avons conçu pour mesurer l'usure dans les sentiers.

C) Résultats des essais de glissance

Afin de faciliter l'interprétation des résultats, disons que plus la valeur numérique des résultats est élevée, plus le coefficient de friction entre un pneu et la chaussée est élevé. L'essai routier AASHO a démontré (9) que la glissance est minimum lorsque la chaussée est neuve, et qu'elle augmente avec l'usage sous l'effet du polissage par les pneus conventionnels. Les personnes qui ont mis au point le "Portable Skid Resistance Tester" (8) considèrent qu'une chaussée constitue un risque d'accident lorsque la valeur des résultats est inférieure à 45. Les résultats obtenus lors de notre essai sont indiqués à la figure 3. Toutes ces valeurs ont été corrigées pour les variations de température et chaque point des courbes représente la moyenne de 150 lectures. Bien entendu le nombre de passes dans notre essai n'a pas été suffisamment grand pour que la chaussée devienne glissante; il aurait fallu pour cela des millions de passes. Tout de même, on peut voir une augmentation bien nette du coefficient de friction de la chaussée lorsque l'on utilise des pneus à crampons.

D) Résultats des mesures d'usure

Lors de l'essai routier, nous avons éprouvé des difficultés à mesurer l'usure dans les sentiers. Les problèmes rencontrés sont discutés en annexe. Des difficultés de même ordre sont aussi rapportées par les chercheurs de l'Illinois (2)

Suite...../6

et du Maryland (7). Ces difficultés semblent diminuer la valeur des courbes reproduites par Grégoire (11) fig. 1 et 2.

Cependant même si aucune mesure valable n'a été enregistrée, on peut voir l'effet de l'usure à la fin de l'essai sur les photos 2 à 6. On notera que toutes les marques de peinture avaient été placées au début de l'essai. Ainsi dans le sentier où les pneus étaient munis de crampons, la peinture est presque entièrement disparue tandis que dans l'autre sentier, la peinture est intacte.

E) Prévision de l'usure due aux pneus à crampons sur les routes du Québec

Nous indiquons en annexe que l'usure mesurée dépend du mode de mesure. On sait aussi que la quantité d'usure est fonction de la dureté de la pierre. Ainsi, si l'on veut prédire l'usure des routes, il y a lieu d'appliquer les résultats de plusieurs organismes tout en étant conscient de leurs limitations.

Ainsi l'essai de l'Orégon (fig. 1) a été effectué à l'aide de véhicules pesant 6,000 livres. Comme le taux d'usure est en relation avec le poids du véhicule, (6) on peut croire que la fig. 1 prédit un dommage supérieur au dommage qui aurait été observé si des véhicules conventionnels avaient été utilisés. En conséquence, il apparaît logique de tracer les courbes de la fig. 4 prédisant l'usure pour des véhicules de 4,000 livres en supposant alors que l'usure est directement proportionnelle au

Suite...../7

poids du véhicule. Partant de cette courbe de base, il est maintenant possible de comparer les résultats de d'autres expériences.

1) Expérience en Allemagne

Dans sa publication, le Dr. Welmer de l'Université Technique de Berlin (6) rapporte une série d'essais et prévoit que, sur une route à 2 voies en béton bitumineux où circulent 8,000 véhicules/jr, l'usure peut varier de 0.04 à 0.11 pouces pendant un hiver germanique, si 10% des usagers ont des pneus à crampons. De son côté, la revue World Road News (10) rapporte que des mesures ont été faites sur des routes allemandes ayant un pourcentage de pneus à crampons variable. Dans les sections où le pourcentage était de 10%, l'usure variait de 0.04 à 0.11 pouce au cours d'un hiver. Ces valeurs doubleraient si le pourcentage de pneus à crampons doublait.

Afin de comparer ces valeurs à l'expérience de l'Orégon, considérons que pour 8,000 véhicules/jours avec 10% des usagers munis de pneus à crampons, l'usure est de 0.075 pouce, valeur moyenne entre 0.04 et 0.11 pouce. Considérons de plus qu'un hiver germanique est de 100 jours en comparaison à 150 jours pour le Québec. En extrapolant ces valeurs, on trouve que pour de telles conditions de circulation, il faut 6.6 hivers québécois pour user le pavage de 3/4 pouce. Les résultats modifiés de l'Orégon (fig. 4) prévoient 5.0 hivers québécois pour une même usure. Cette concordance semble excellente et confirme les

Suite...../8

valeurs de la fig. 4 si l'on songe que les véhicules européens ont un poids inférieur aux voitures américaines.

2) Essai du Maryland (7)

Lors d'un essai effectué au Maryland, des véhicules de 4,000 livres furent utilisés mais un procédé de mesure au vernier fut employé. Ce mesurage semble sujet à de sérieuses limitations, vu que l'on essaie de mesurer une profondeur d'ornières de 36 pouces de largeur avec un appareil n'ayant qu'une assise de 3 pouces.

Les valeurs moyennes de toutes les lectures prises sur un sentier de 30 pouces de largeur donnent une moyenne de 0.020 pouce après 20,000 passes. Par contre la moyenne des lectures maxima pour chaque endroit de mesures donne une valeur de 0.066 pouce. Pour être en parfait accord avec la fig. 4, l'usure rapportée aurait dû être de 0.060 pouce. Il s'agit donc de définir ce qu'est l'usure pour savoir s'il y a concordance ou non. A notre avis, l'usure d'une chaussée se mesure dans la partie la plus profonde du sentier. Si l'on accepte cette définition, l'accord est parfait entre les résultats du Maryland et ceux de l'Oregon.

3) Autres mesures du Québec

Les résultats de l'essai routier à Varennes étant inconcluants, il devenait impérieux de faire des études additionnelles sur des routes ouvertes à la circulation. A cette fin, des

Suite...../9

sections de la route 2 à Berthier près de Montmagny furent choisies

Le revêtement de ces sections fut posé en 1963 et au début d'octobre 1966. Le Service des Essais et Recherches confirme que la qualité des agrégats utilisée pour les mélanges bitumineux dans cette région est représentative de la qualité des matériaux utilisée pour les mélanges dans toute la province.

Les mesures d'usure furent faites avec l'appareil illustré au premier plan de la photo 1. Différentes dimensions de la pointe du déflectomètre furent utilisées. Des lectures furent prises le 10 décembre, le 13 et le 30 janvier. La somme des véhicules relevée par les compteurs de circulation fut de 108,000 et 165,000 respectivement. Une enquête rapide (130 véhicules) a montré que le pourcentage d'usagers utilisant des pneus à crampons s'établissait à 20%. L'usure mesurée est indiquée à la figure 5.* Des photos de l'état du revêtement ont été prises le 16 janvier. Les photos 7 et 8 illustrent une section pavée en 1963 et les photos 9 et 10 montrent un revêtement datant d'octobre 1966. L'on note que l'aspect des deux sections est sensiblement le même, ce qui porte à croire que le taux d'usure d'une chaussée neuve est élevé et qu'après un certain temps, l'usure est contrôlée par la qualité de la pierre et par l'arrachement des pierres, due au manque de liant. Ainsi pour un essai limité, il est plus juste

* Les lectures effectuées sur la section pavée en 1963 ayant été mesurées à l'extérieur du sentier, ne sont pas jugées représentatives et ont été rejetées.

de mesurer l'usure avec une pointe de défectomètre de 1/8 po. mais à long terme (Pour une usure de 0.1 pouce ou plus), les résultats obtenus à l'aide d'une pointe de 15/32 po. sont valables. Dans le cas des mesures prises à Berthier, nous utilisons les résultats obtenus à l'aide de la pointe de 15/32 po. de diamètre parce que trois lectures ont été prises, parce que la courbe est régulière et parce que la même information n'est pas disponible pour une pointe de 1/8 de pouce de diamètre.

En extrapolant les résultats obtenus à Berthier, on constate que 107,000 passes de pneus à crampons sont nécessaires pour produire 0.25 pouce d'usure dans un sentier de 36 pouces de largeur. Les courbes produites sur la figure 4 ont été obtenues en calculant que 96,000 passes de pneus à crampons sont nécessaires pour produire 0.25 pouce d'usure dans un sentier de 36 pouces.

Obtenant un très bon accord entre nos propres résultats à Berthier, les résultats modifiés de l'état de l'Orégon, ceux de l'état du Maryland et deux du Dr. Welmer de Berlin, nous croyons que la figure 4 représente un critère de base indiscutable pour prédire l'usure des pavages causée par les pneus à crampons.

3- Enquêtes sur l'usage des pneus à crampons au Québec

L'hiver dernier, le gérant des ventes de Firestone pour la Province de Québec mentionnait dans une communication personnelle que le pourcentage de pneus à crampons vendus dans

Suite...../11

la région Est de la province était de 50% et de 10% dans la région de Montréal. Ceci fut confirmé par un important distributeur du Bas du Fleuve.

Afin de vérifier ces assertions, des relevés ont été effectués aux principaux centres d'achat de Québec et de Montréal.

A Montréal, le pourcentage de pneus à crampons est de 3.8%, tandis qu'à Québec, la proportion est de 16.9%. Dans ces parcs de stationnement, le relevé a été effectué en matinées et il s'agit souvent de secondes voitures; les chances qu'elles soient munies de pneus à crampons sont plus faibles que pour une première voiture.

Le 24 décembre 1966, au carrefour nord du pont de Québec, sur 2,698 véhicules (camions inclus), l'enquête donne 524 véhicules munis de pneus à crampons, soit 19.4%. Sur la voie en direction de Québec, 27.3% des automobiles avaient des pneus à crampons.

L'enquête fut répétée aux postes de péage des autoroutes des Cantons de l'Est et des Laurentides. Sur 10,492 voitures, 942, soit 8.9%, avaient des pneus à crampons. L'on note qu'au Pont Champlain et à Laval, le pourcentage est inférieur à 10% à cause d'un trafic local plus élevé. Le pourcentage dépasse cependant 10% à Marieville et à Sainte-Thérèse.

4- Avantages et faux avantages

La publicité faite autour des pneus à crampons est assez poussée. Sans vouloir démolir les arguments favorables, si-

gnalons simplement que ce qui est proclamé comme étant un avantage est peut-être un faux avantage si l'interprétation est faite d'un point de vue différent.

A) Augmentation de la sécurité

En temps qu'usager, nous avons pu apprécier personnellement l'efficacité des pneus à crampons. Nous avons cependant remarqué un fait qui a été confirmé par les gens de notre entourage utilisant le même type de pneu: ces pneus n'augmentent pas la sécurité du conducteur.

En effet, à cause d'un facteur psychologique, dans des conditions de chaussée glissante, si la vitesse des usagers est de 30m/h, nous roulons à 40m/h en disant que le dispositif sécuritaire permet cette vitesse. Or l'énergie accumulée étant proportionnelle au carré de la vitesse, même en ayant un meilleur coefficient de friction, la distance de freinage demeure sensiblement la même que celle des autres usagers. Cette expérience personnelle indique que les pneus à crampons permettent une vitesse de croisière plus élevée dans des conditions difficiles, mais n'augmentent pas nécessairement la sécurité des voyageurs. Ainsi ce qui semble un avantage est peut-être un faux avantage.

B) Diminution du risque d'accident

Dans des conditions de conduite à la file indienne, le fait d'avoir des pneus à crampons ne diminue en rien le risque

Suite...../13

d'accident; il ne fait que transférer la responsabilité à celui qui n'en a pas.

C) Besoin de l'usager

Les manufacturiers affirment que ces pneus correspondent à un besoin. Or nos routes pavées sont déglacées à 95% du temps. L'argument du manufacturier n'est donc valable que pour les routes de gravier qui ont habituellement une faible circulation.

5- Critère de décision

Il semble que l'usure maximum que l'on puisse tolérer sur un pavage est de l'ordre de $3/4$ de pouce dans les sections tangente. L'usure est plus prononcée dans les courbes. En acceptant ce critère, il est possible de tracer les abaques de la fig. 4 en indiquant en abscisse la vie du revêtement en supposant un hiver de 150 jours. Ainsi, sur les routes de 2,000 véhicules/jr, si 20% des usagers ont des pneus à crampons, un revêtement doit être prévu tous les 9 ans.

D'après les relevés de la circulation de notre ministère, on constate qu'à l'exception de la région de Montréal, peu de routes du Québec ont une circulation supérieure à 3,000 véhicules/jour. Cependant on établit à 1,775 milles la longueur de route où la circulation est supérieure à 2,000 véhicules/jour pendant l'hiver dont 1,000 milles situés à l'extérieur de la région de Montréal. Tenant compte de ces facteurs et de la figure 4, il

Suite...../14

résulte que le pourcentage maximum tolérable de véhicules équipés de pneus à crampons est de 15%. Ce pourcentage étant déjà dépassé, il est urgent qu'une action soit prise pour tenir le pourcentage inférieur à la valeur de 15%.

6- Recommandations

Devant la vague d'intérêt de l'usager pour les pneus à crampons, seulement une campagne d'information apparaît insuffisant pour maintenir le pourcentage à l'intérieur de la limite de 15%.

Si le gouvernement n'intervient pas et que le marché est laissé libre, le pourcentage d'automobilistes utilisant les pneus à crampons se stabilisera entre 40% et 50%. Après quelque temps, un bon nombre de ces usagers réaliseront que pour améliorer réellement leur traction, il est beaucoup plus avantageux d'avoir 4 pneus à crampons que 2 (12). Ainsi, si le pourcentage est exprimé en terme de véhicules munis de 2 pneus à crampons à l'arrière (fig. 1-2-4), le pourcentage probable sera de 60% ou plus. Les conséquences de cet usage peuvent être prévues en consultant la figure 4.

Un calcul sommaire indique qu'une dépense annuelle de \$2 à \$3 millions en couche d'usure doit être prévue si aucune action n'est prise. A plus long terme, la dépense atteindra \$5 à \$6 millions par an. Des études de circulation permettraient d'établir exactement la dépense annuelle causée par les pneus à

crampons.

Afin de réduire le dommage aux chaussées à un niveau acceptable, certaines alternatives sont possibles. L'usage de pneus à crampons contribuant à augmenter le coefficient de friction de la chaussée et constituant de ce fait un avantage en été pour tous les usagers, on ne peut en prohiber l'usage.

Les solutions possibles pour le législateur sont donc les suivantes:

1- Permettre l'usage à certaines classes de gens tels que chauffeurs de taxis et voyageurs de commerce.

2- Permettre l'usage dans certaines régions où la circulation est inférieure à 1,000 véhicules/jour pendant l'hiver et où l'entretien d'hiver est plus négligé:

a) Gaspésie (route #6 uniquement) et Iles de la Madeleine.

b) La Côte Nord à partir de Baie Saint-Paul.

c) Chicoutimi-Lac St-Jean-Chibougamou à partir du Parc des Laurentides.

d) Abitibi-Témiscamingue à partir du Parc de la Vérendrye.

Bien que la superficie de la province comprise par ces régions soit considérable, ces régions ne sont habitées que par 14% de la population du Québec d'après le recensement de la

population de 1962. De ce fait, l'usure des revêtements serait négligeable.

3- Etablir une taxe sur les crampons afin de défrayer le coût des travaux de pavage occasionnés par les usagers. Le montant de la taxe pourrait être déterminé par une autre étude.

Les solutions 1 et 2 sont les plus économiques car elles n'occasionnent aucun déboursé direct ni de l'utilisateur, ni du gouvernement. Elles soulèvent cependant le problème du contrôle qui est difficile et est à la charge du gouvernement. La troisième solution est la plus facile et la plus démocratique. Cependant comme toute taxe indirecte, elle pénalise les régions économiquement faibles qui sont précisément celles où les pneus à crampons peuvent être les plus utiles.

Préparé par: Jean Normand
Jean Normand, ing.
Chef: Section Calcul des Chaussées.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Messieurs G-Robert Tessier, ing., Directeur du Service des Sols et Matériaux et Paul-A. Brochu, ing., chef de la Division Géotechnique de notre Service pour les discussions et les commentaires fournis au cours de notre étude et de sa rédaction.

Québec, le 13 février 1967.

ANNEXE

Mesure de l'usure

Afin de pouvoir mesurer l'usure d'une façon adéquate lors de l'essai routier, l'appareil illustré au premier plan de la photo 1 a été conçu.

Cet appareil consistait en une section laminée rigide reposant sur trois pattes à surface plane. Pour enregistrer les mesures, ces pattes étaient posées sur des clous plantés dans le pavage. Ces clous servant de niveau de référence étaient en dehors des sentiers. Les lectures du niveau de la surface du sentier étaient enregistrées par des déflectomètres (dial gauge). Comme les déflectomètres étaient ajustés sur une base plane avant de prendre les lectures, la quantité d'usure après un certain nombre de passes pouvait être obtenue en soustrayant la lecture initiale de la lecture finale. Afin d'éviter toute erreur, la valeur enregistrée était la moyenne de trois lectures.

Lors de la conception de l'appareil, nous avons déterminé que la pointe du déflectomètre (partie en contact avec le pavage) aurait un diamètre de 15/32 po. et une surface plane, au lieu d'un diamètre de 1/4 po. et d'une surface arrondie. A la fin de l'essai en compilant les données, nous avons remarqué que les résultats ainsi obtenus ne pouvaient être valables puisque nos mesures variaient de - .043 pouce à + .048 pouce.* Comme aucune suréléva-

* Le signe + indique de l'usure et le signe négatif indique une surélévation.

tion n'est théoriquement possible, nous avons conclu que le phénomène pouvait être attribué à deux causes:

a) Sous les efforts de la gelée, le pavage peut se soulever d'où possibilité de mouvements différentiels.**

b) Sous les efforts de température (chaud en surface et froid à la base) le pavage se soulève. Or les niveaux de références (les clous) étant encastrés dans le béton bitumineux à une profondeur d'environ 2 pouces, ils ne subissent aucun soulèvement et les instruments enregistrent des surépaisseurs.

En songeant davantage à notre système de mesure, nous avons remarqué que si une seule petite arête était demeurée intacte sous la pointe du déflectomètre à la fin de l'essai, aucune usure ne serait enregistrée.

Ainsi à l'aide du calcul des probabilités (13) connaissant la géométrie des crampons, l'on peut calculer qu'après 5,000 passes d'un pneu muni de 108 crampons, 2.8% de la surface de la chaussée n'a pas été touché par un seul crampon, ou encore que 2.8 points sur 100 n'ont pas été touchés par un seul crampon. Ainsi en utilisant une pointe de 15/32 po. de diamètre, il y a 70% des chances qu'un point sous la pointe n'ait pas été touché. Si l'on suppose la surface initiale comme plane, il y a donc 70% des chances que la lecture finale du déflectomètre soit égale à la lecture initiale. En utilisant une pointe de 1/8 po., ce pourcentage baisse à 5% et

** Ces explications peuvent sembler académiques, mais l'on doit se rappeler qu'il s'agit de mesurer de l'usure dans l'ordre du millième de pouce et que tout effet secondaire peut induire une erreur significative.

si la pointe a $1/16$ po., le pourcentage n'est plus que de $1\frac{1}{2}\%$.

Ces prédictions de la statistique sont réalistes, puisque confirmées par des mesures faites avec différentes pointes de deflectomètres sur le sentier utilisé par les pneus conventionnels et sur celui utilisé par les pneus à crampons. L'usure causée par les crampons* fut:

Dimension de la pointe:	$15/32$	$1/8$	$1/16$
Usure en .001 pouce:	1.5	8.0	6.3

Il nous semble très audacieux de prédire quand un revêtement sera nécessaire à partir de mesure de l'ordre de 0.007 pouce, lorsque les efforts de température peuvent introduire des déviations de l'ordre de 600%. Il faut aussi reconnaître que la dureté exceptionnelle de la pierre contribue énormément à donner une usure minime.

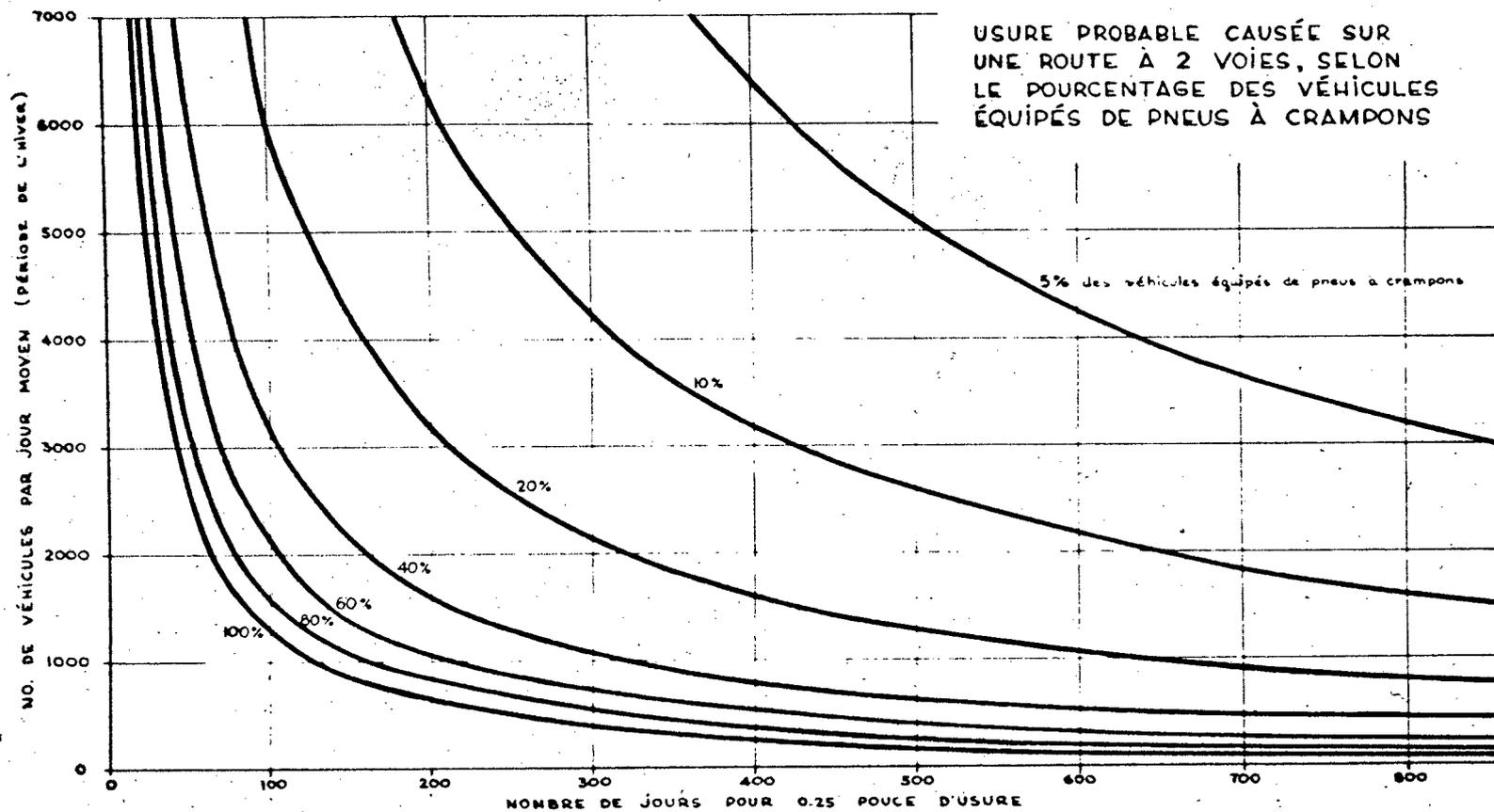
* Nous entendons l'usure directement attribuable aux crampons: soit l'usure dans le sentier utilisé par les pneus à crampons moins l'usure dans le sentier utilisé par les pneus conventionnels.

REFERENCES

- 1- Studded Tires...Skid Resistance and Pavement Damage, W.B. Burnett and E.J. Kearney, New-York State Department of Public Works, 45th Meeting Highway Research Board, Jan. 1966.
- 2- Effect of Studded Tires on Pavement Surfaces, J.E. Burke and L.J. McKenzie, Illinois Division of Highway, H.R.B. Symposium on Studded Tires, July 1965.
- 3- Test of Steel Studded Snow Tires, O.A. White and J.C. Jenkins, Oregon State Highway Department, 45th Meeting H.R.B. Jan. 1966.
- 4- Preliminary Studies of the Effect of Studded Tires on Highway Pavements. Department of Highways, P.A. Jensen and G.R. Korfhage, State of Minesota, 45th Meeting H.R.B. Jan. 1966.
- 5- Highway Research Board, Symposium on Studded Tires, July 1965.
- 6- Influence of Studded Winter Tires on Pavement Surfaces, Prof. Dr. Ing., B. Wehner, Strabe und Autobahn, Vol. 15 (1964) No 7.
- 7- Effects of Carbide Studded Tires on Roadway Surfaces, A. Lee, T.A. Page and R. DeCarrera, Bureau of Research, Maryland State Roads Commission.
- 8- Development and Performance of the Portable Skid-Resistance Tester. G.G. Giles, B.E. Sably and K.H.F. Cardew. Symposium on Skid Resistance, A.S.T.M. Special Technical Publication No 326.

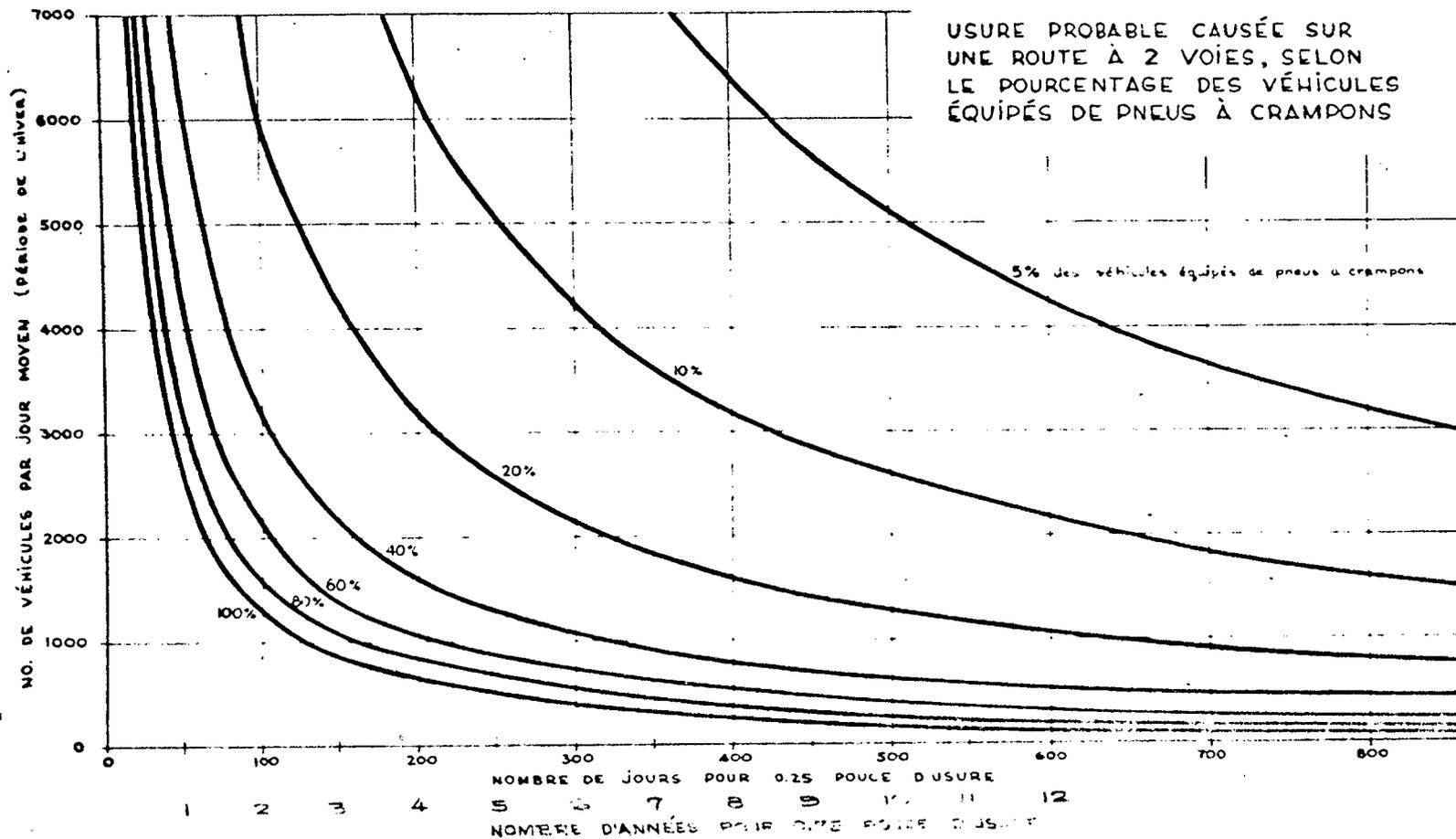
Suite...../21

- 9- The A.A.S.H.O. Road Test, H.R.B. Special Report 61F.
 - 10- World Road News, Vol. 1, No 1, Jan. 1966.
 - 11- Rapport de monsieur R. Grégoire, ing., à monsieur Henri Perron, ing. A.G., Directeur, Service Technique de la Circulation, en date du 15 avril 1966.
 - 12- An Evaluation of Studded Tire Performance, E.A. Whitehurst and A.H. Easton, H.R.B. Jan. 1967.
 - 13- Higher Mathematics for Engineers and Physicists I.S. et E.S. Sokolnikoff, McGraw Hill 1941, p. 495.
-



Ces courbes sont basées sur une étude faite par: O.A. White and John C. Jenkins
Materials Division, Oregon State Highway Dept.
"TEST OF STEEL STUDED SNOW TIRES" Jan. 1965.

- NOTES 1) 21,320 passages de pneus équivalent à 0.25" d'usure sur 12" de largeur.
2) L'usure par roue est faite sur 36" de largeur; donc il faut 64,000 passages de véhicules par voie pour user 0.25" de béton bitumineux de classe C.
3) Le trafic est divisé 50% sur chaque voie.
4) Le véhicule est équipé de 2 pneus à crampons sur les roues arrières seulement (72 crampons par pneu).



Ces courbes sont basées sur une étude faite par: O.A. White and John C. Jenkins
Materials Division, Oregon State Highway Dept.
"TEST OF STEEL STUDDED SNOW TIRE" Jan 1965

- NOTES 1) 21,320 passages de pneus équivalent à 0.25" d'usure sur 12" de largeur.
2) L'usure par roue est faite sur 36" de largeur; donc il faut 64,000 passages de véhicules par voie pour user 0.25" de béton bitumineux de classe C.
3) Le trafic est divisé 50% sur chaque voie.
4) Le véhicule est équipé de 2 pneus à crampons sur les roues arrières seulement (72 crampons par pneu).

MESURE DE LA FRICTION À L'AIDE DE L'APPAREIL "SKID TESTER"

— SANS CRAMPON
- - - AVEC CRAMPONS

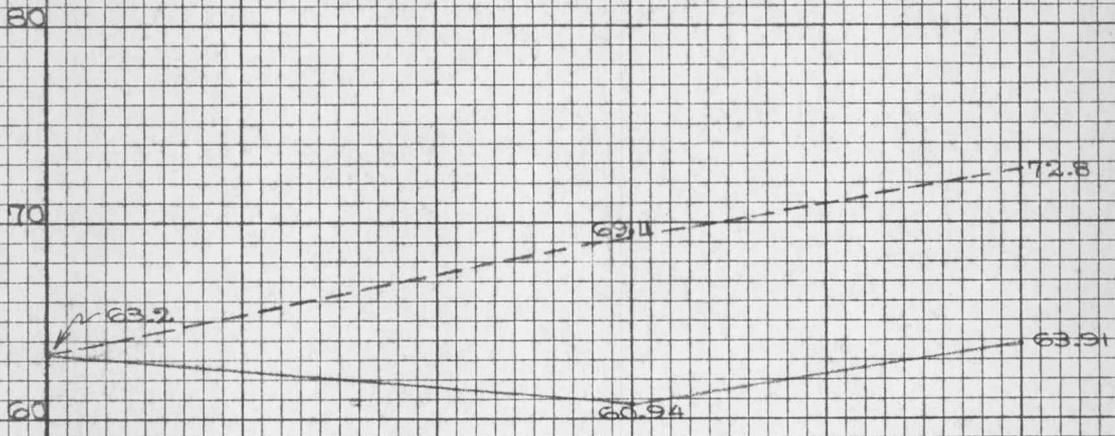
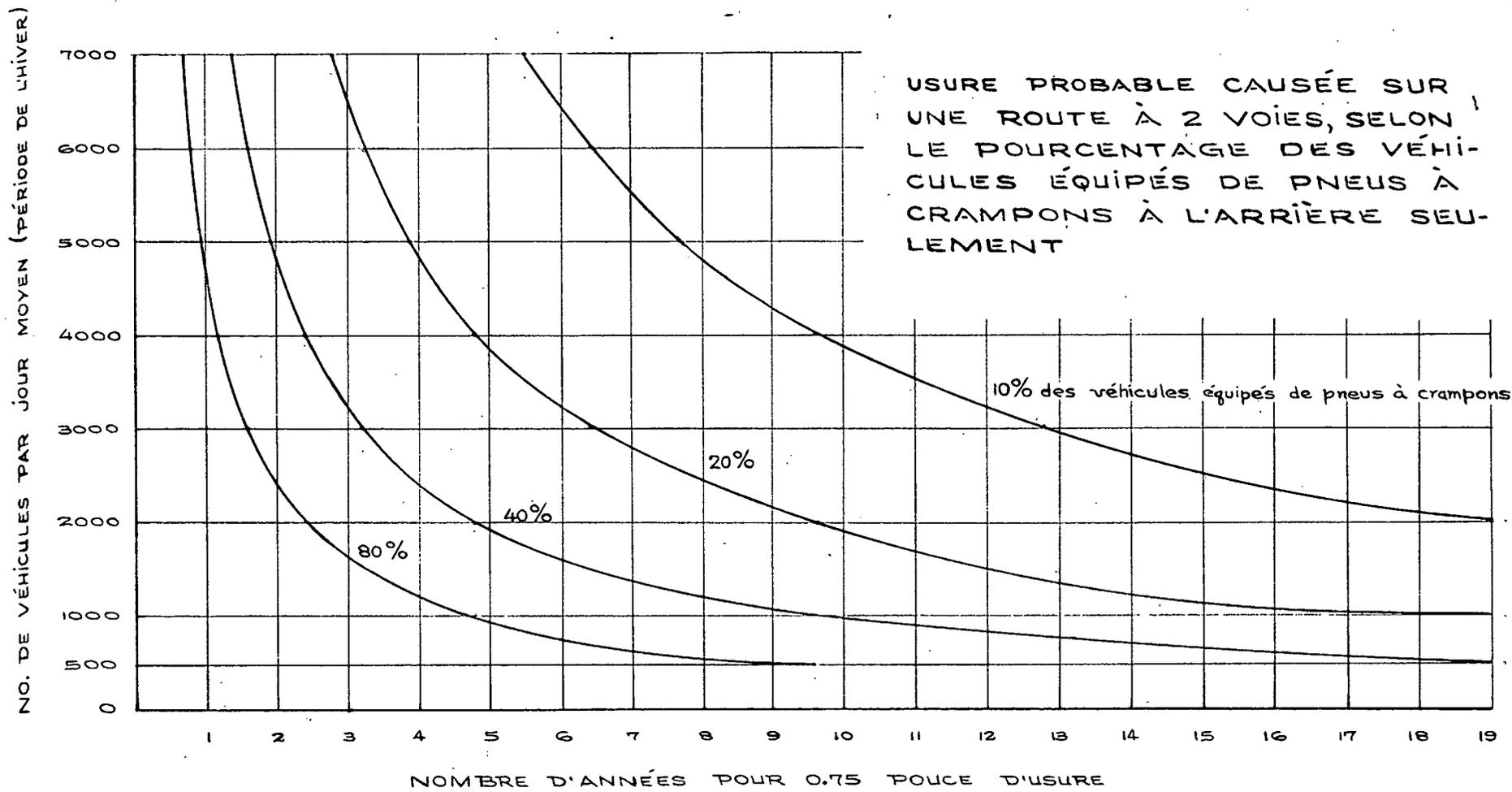


FIGURE: 3

0 1500 2500
NOMBRE DE PASSES DE VÉHICULES



Ces courbes sont basées sur les expériences de l'état de l'Orégon H.R.R. No. 136, H.R.B. mais modifiées pour un poids de véhicule de 4000 lbs au lieu de 6000 lbs.

- Notes 1) Le trafic est divisé 50% sur chaque voie.
 2) Le véhicule est équipé de 2 pneus à crampons sur les roues arrières seulement.

FIGURE 4

ROUTE No.: 2
BERTHIER

- ——— DIAMÈTRE DE LA POINTE $15/32$ "
- ⊗ ——— DIAMÈTRE DE LA POINTE $1/8$ "
- x ——— DIAMÈTRE DE LA POINTE $1/16$ "

NOTES: a) 20% DES VÉHICULES SONT ÉQUIPÉS DE PNEUS À CRAMPONS.
 b) CHAQUE POINT EST LA MOYENNE DE 153 LECTURES.

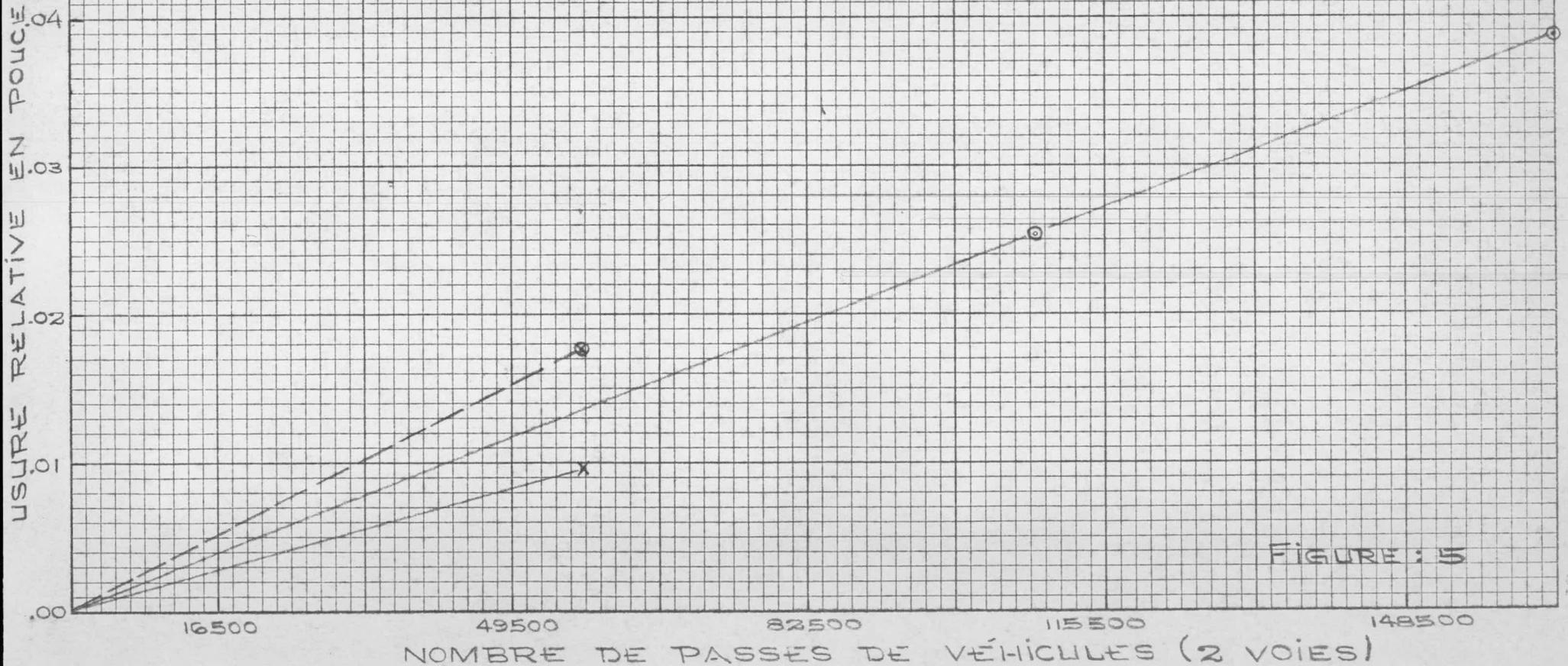


FIGURE : 5



Appareils

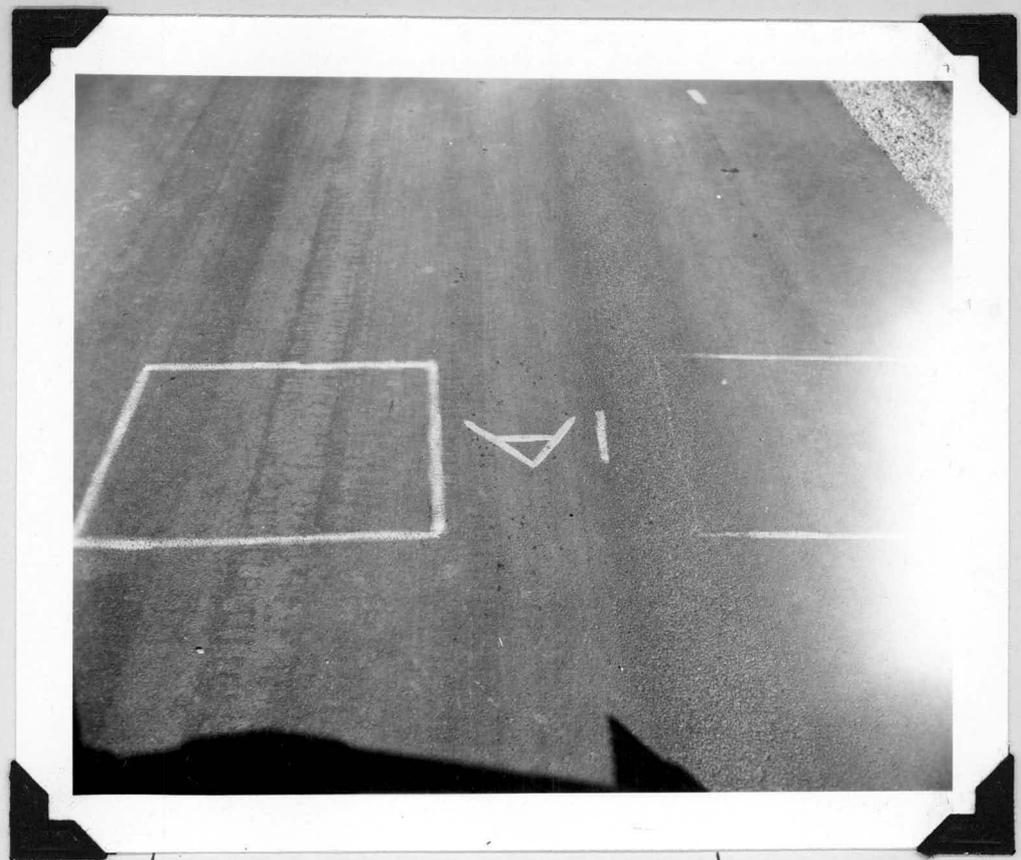
Photo: 1



↙ avec crampons

↘ sans crampon

Photo: 2



↳ sans crampon

↳ avec crampons

Photo: 3



↳ avec crampons

Photo: 4



avec crampons

sans crampon

Photo: 5



sans crampon

avec crampons

Photo: 6



Route No. : 2

Berthier

B.B. 1963

Photo : 7



Route No. : 2

Berthier

B.B. 1963

Photo : 8



Route No. : 2

St-Michel

B.B. Oct. 1966

Photo : 9



Route No. : 2

Berthier

B.B. Oct. 1966

Photo : 10

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 108 647