



# CAHIERS D'ÉTUDES

*Bulletin N° 43*

*Janvier 1978*

**SYNTHESE DES ETUDES  
SUR L'EFFICACITE DES CRAMpons  
ET SYSTEMES ANTIDERAPANTS**

**CDAT  
15062**

**L'ORGANISME NATIONAL DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE**  
*est une association ayant pour objet de procéder aux études et recherches de toutes natures sur les accidents de la circulation routière et sur les mesures destinées à accroître la sécurité de cette circulation, ainsi que de promouvoir toutes activités ayant le même sujet. Les Ministères intéressés à la sécurité routière sont représentés dans son Conseil d'Administration.*

*Président : H. Larrieu*

*Directeur : M. Halpern Herla.*

*Les bulletins peuvent être reproduits librement sous réserve que l'origine :  
"Cahiers d'Etudes de l'Organisme National de Sécurité Routière"  
soit mentionnée.*

*Siège social : 244, boulevard Saint-Germain, 75007 Paris.*

*Administration : 2, avenue du Général Malleret-Joinville, 94114 Arcueil Cédex.*

**SYNTHESE DES ETUDES SUR L'EFFICACITE DES CRAMPONS  
ET SYSTEMES ANTIDERAPANTS**

---

**J.L. FAVERO - F. FERRANDEZ**  
Chargés d'études

**SOMMAIRE**

Objet de l'étude .....	5
Champ de l'étude .....	5
Méthode d'étude .....	5
Résultats .....	7
Conclusions .....	15
Annexes .....	17
Planches photographiques .....	25

## SYSTEMES ANTIDERAPANTS

### Résumé

Les crampons classiques s'étant révélés agressifs pour les chaussées, la nécessité de développer de nouveaux systèmes de circulation hivernale est apparue. En parallèle de l'évaluation de l'agressivité de ces dispositifs, une évaluation de leur efficacité devait être effectuée.

A partir d'essais sur véhicules réels cette étude a permis de comparer les performances de divers dispositifs, définir les plus performants et leurs conditions d'utilisation. En parallèle d'études sur l'usure, les résultats obtenus ont permis d'établir la nouvelle réglementation d'utilisation de systèmes antidérapants pour la circulation hivernale.

## ANTI-SKIDDING DEVICES

### Summary

The classical studded tyres having revealed themselves as wearing road-surfaces, the necessity of developing new winter traffic devices appeared. Parallel to the evaluation of the wearing characteristics of these devices, an assessment of their efficiency was to be made.

On the basis of real vehicle tests, this study allowed the comparison of the performance data of various devices and the determination of the best ones and their operating conditions. Parallel to studies on wear, the obtained results allowed the elaboration of the new legislation of the use of anti-skidding devices in winter traffic.

## 1 – OBJET

Les pneumatiques d'été sont peu efficaces sur neige et verglas et les dispositifs utilisés avant 1973 se révélaient agressifs pour les chaussées.

A la demande du SETRA, l'ONSER a réalisé un programme restreint d'étude sur les performances comparées de différents crampons pour pneumatiques, les différents pneumatiques antidérapants et divers systèmes antidérapants. En parallèle, le LCPC a réalisé des études de l'usure des chaussées par les différents dispositifs.

## 2 – CHAMP DE L'ETUDE

Les questions auxquelles nous devons apporter une réponse étaient les suivantes :

- Les crampons existants sont-ils efficaces ?
- Existe-t-il des dispositifs de substitution efficaces ?
- Est-ce-que les pneumatiques antidérapants peuvent remplacer les pneumatiques cramponnés ?
- Est-ce-que les crampons de diamètre réduit présentent une efficacité satisfaisante ?
- Cette efficacité se conserve-t-elle dans le temps ?
- Comment faut-il équiper le véhicule ?
- Quelle est l'efficacité de la garniture cramponnée et son domaine d'utilisation ?

Ceci aussi bien pour les véhicules légers que les poids-lourds.

Pour répondre à ces questions nous avons effectué le programme suivant :

Différents essais ont été réalisés de 1973 à 1977 sur des pistes verglacées, mouillées et sèches.

a) – Pour les véhicules légers :

En 1973 nous avons comparé en performance différents types de crampons existants : (1)

- Crampons  $\emptyset 9$  en carbure de tungstène
- Crampons à enveloppe plastique et âme en carbure de tungstène
- Tiges plastique (brevet Clauss).

En 1974 ont été testés des pneumatiques antidérapants sans crampon et des crampons prototypes fourreau acier

d'un diamètre de collerette  $\emptyset 8$  mm et  $\emptyset 6$  mm moins agressifs pour la chaussée.

En 1975 nous nous sommes intéressés à l'influence de la protusion et de l'usure des crampons sur les performances sur sol verglacé. Des crampons de  $\emptyset 6$  mm fourreau plastique à 1 et 2 collerettes ont également été testés.

L'efficacité des crampons  $\emptyset 6$  mm fourreau acier ayant été démontrée, nous avons testé en 1976 l'influence du nombre de crampons par roue et du nombre de roues cramponnées.

En 1974, 1975 et 1976 des garnitures cramponnées de divers modèles ont été testées.

b) – Pour les véhicules lourds :

En 1973 ont été testés les dispositifs existants sur un gros poids-lourd et en 1974 des systèmes palliatifs pour PL.

Nous avons comparé les performances de crampons de diamètre  $\emptyset 9$ ,  $\emptyset 8$  et  $\emptyset 6$  sur un petit poids-lourd en 1975 et sur un gros poids-lourd en 1977. En parallèle, des crampons après usure ont été essayés sur ces véhicules.

En 1975 et 1977, des garnitures cramponnées ont été testées sur petit et gros P.L.

## 3 – METHODE D'ETUDE

Les méthodes d'approche utilisables sont :

- Les jugements d'expert suite à des essais non formalisés, qui sont intéressants pour porter un jugement mais ne permettent pas des comparaisons de résultats chiffrés.
- Utilisation de tests de conduite posant des problèmes de représentativité des situations d'accident et de choix des critères de jugement des performances
- L'enregistrement de courbe de réponse, qui pose des problèmes de choix de la réponse et de l'interprétation des courbes correspondantes.
- Les réalisations d'essais à la remorque de glissance ou au tambour avec l'enregistrement des mesures en freinage et en dérive qui malheureusement ne donnent pas d'indication sur le comportement résultant du véhicule, son équilibre et sa facilité de conduite.

(1) voir annexe 1

La concordance des techniques utilisées avec la réalité doit également être examinée.

En 1973, les remorques n'étaient pas performantes dans le domaine des basses adhérences. Nous ne disposions pas de tambour opérationnel surtout avec une chambre de climatisation. Devant la nécessité d'aller vite avec un budget réduit, notre choix s'est porté sur une méthode mixte : réalisation de tests avec un critère de vitesse et enregistrement d'une réponse (l'accélération) auxquels se rajoutaient un compte rendu subjectif de la conduite et une observation extérieure du comportement.

Les premiers essais ayant permis de différencier plusieurs systèmes, la méthode a été conservée.

Quatre tests permettront de caractériser le comportement dynamique des véhicules suivant les différents systèmes de crampons employés :

- 1 - maintien de la stabilité en ligne droite
- 2 - changement de file et rabattement (passage en chicane)
- 3 - tenue de route en virage
- 4 - freinage en ligne droite.

Ces tests ne sont pas censés prendre en compte, pour un véhicule, tous les critères de comportement que l'on peut regrouper sous le vocable « tenue de route » mais ils donnent une indication sur les possibilités de directibilité, stabilité, freinage des véhicules en fonction de leur équipement. Nous nous sommes bornés à des tests simples où l'influence des différents types de crampons ou de système paliatif est primordiale. Pour éliminer les qualités propres du véhicule, les performances obtenues avec un véhicule équipé de pneumatiques normaux sont comparées aux performances du même véhicule équipé des différents types de pneumatiques neige cramponnés ou de pneumatiques anti-dérapants. Pour éliminer les qualités propres du conducteur, le même essayeur effectue tous les tests, les résultats peuvent différer en changeant de conducteur. La comparaison des performances réalisées avec différents véhicules équipés des mêmes types de pneumatiques est à éviter car les performances des véhicules dépendent du type de conducteur.

L'évaluation des résultats se fera toujours par comparaison avec les performances obtenues avec les pneumatiques normaux.

Les performances sont évaluées selon le cas pour chaque test et chaque catégorie de crampon par les mesures suivantes :

Pour les tests n° 1, 2, 3 : vitesse mesurée au début du test à l'aide d'un radar.

Pour les tests n° 2, 3, 3 : accélération à l'aide d'accéléromètres S.F.I.M. dont la gamme de mesure est  $\pm 1$  g.

Pour le test 4 : distance de freinage (pour une vitesse avant freinage imposée)

## Types de test

### - Test de stabilité en ligne droite :

C'est la vitesse correspondant à la limite de stabilité qui est recherchée. Cette limite de stabilité correspond à la vitesse à partir de laquelle le conducteur doit apporter des corrections au volant pour que le véhicule conserve une trajectoire rectiligne.

### - Test changement de file plus rabattement (chicane)

Ce test s'effectue à vitesse quasi-constante. La vitesse d'approche est mesurée et l'accélération transversale d'un point situé au niveau du centre de gravité du véhicule, enregistrée. Cette accélération est mesurée par des accéléromètres reliés à un enregistreur. La valeur retenue est celle du pic d'accélération. Cette valeur doit être corrigée pour tenir compte du roulis de la voiture, les accéléromètres étant liés à la carrosserie de la voiture. Pour obtenir une mesure plus précise une plateforme stabilisée par gyroscope supportant les accéléromètres aurait été nécessaire.

Les corrections à apporter sont les suivantes (le calcul est donné en Annexe 1)\* :

Sol sec	: véhicules légers	moins $1 \text{ m/s}^2$
	poids lourds	moins $0,5 \text{ m/s}^2$

Sol verglacé	: véhicules légers	pas de correction
	poids lourds	pas de correction

### - Test de passage de virage :

Les valeurs mesurées sont les mêmes que précédemment.

### - Test de freinage :

La vitesse avant freinage est imposée, la distance de freinage correspondante et l'accélération longitudinale sont mesurées. La valeur d'accélération retenue dans les tableaux est la valeur roues bloquées apparaissant sur le diagramme d'enregistrement. Pour cela on applique l'effort maximum à la pédale de frein. Comme pour l'accélération transversale les valeurs obtenues doivent être corrigées pour tenir compte de l'angle de tangage du véhicule (voir annexe 1). L'ordre de grandeur de l'angle de tangage est identique à celui de l'angle de roulis pour les différents cas traités, en conséquence nous devons faire les corrections suivantes :\*

Sol sec	: véhicules légers	moins $1 \text{ m/s}^2$
	poids lourds	moins $0,5 \text{ m/s}^2$

Sol verglacé	: véhicules légers	pas de correction
	poids lourds	pas de correction

\* En toute rigueur la correction devrait être fonction de la sollicitation.

Pour chaque essai le pilote essayeur fait un compte rendu subjectif sur le comportement du véhicule. Ces renseignements sont complétés par l'observation de la trajectoire du véhicule.

### Remarque importante

L'interprétation des divers résultats doit se faire avec prudence. En particulier, ce ne sont pas les vitesses et accélérations absolues relevées dans les tests qui importent, mais les variations de ces grandeurs pour les différents dispositifs testés, variations enregistrées par rapport aux pneumatiques de référence d'été ou cramponnés avec des crampons  $\emptyset 9$  classiques.

A cela deux raisons :

– Les essais effectués sur un même véhicule sont en général exécutés dans la même nuit. Si des essais effectués à des dates différentes sont comparés, l'influence de l'adhérence propre de la piste de glace en fonction de la température extérieure, de l'humidité etc... risque de provoquer des écarts de performance supérieurs à ceux existants entre les divers dispositifs. Aussi, chaque fois que nous commençons une nouvelle série d'essais, nous effectuons les mesures de référence avec des pneumatiques d'été ou des pneumatiques cramponnés  $\emptyset 9$  classiques ou les deux afin d'obtenir une base comparative.

– La mesure de vitesse est effectuée à l'aide de radar. La précision de la mesure et sa fidélité sont bonnes pour un radar donné, installé à un endroit donné et sous un angle donné. Si nous comparons des essais effectués à des dates différentes, les erreurs de mesure dues à des différences de visée peuvent être du même ordre de grandeur que les écarts relevés entre divers dispositifs.

Ces raisons conduisent à éviter la comparaison de performances entre divers véhicules, les essais correspondants n'étant pas en général effectués dans la même nuit. De plus, les écarts entre véhicules montrent autant la bonne ou la mauvaise adaptation du conducteur d'essai aux différents véhicules que la différence de performance des divers véhicules dans les différents tests.

## 4 – RESULTATS

### 4-1 – Véhicules légers

#### 4-1-1 – Essais de 1973 : Essais comparés de divers types de crampons existants.

Ces essais ont été effectués sur l'anneau de vitesse de glace de GRENOBLE sur une SIMCA 1100 S et une Peugeot 504.

		pneumatique neige (référence)	Pneumatiques cramponnés				
			type Clauss	fourreau plastique 108 crampons	$\emptyset 9$ tungstène 108 crampons	fourreau plastique 216 crampons	$\emptyset 9$ tungstène 216 crampons
chicane	vitesse	V km/h	$\pm 0$ $\pm 0$	+29 % +12 %	+29 % +33 %	+33 % +42 %	+50 % +54 %
	accélération	$Y_T$ m/s <sup>2</sup>	$\pm 0$ $\pm 0$	+33 % +33 %	+50 % +50 %	+67 % +117 %	+130 % +130 %
virage	vitesse	V km/h	$\pm 0$ $\pm 0$	+10 % +14 %	+21 % +14 %	+28 % +41 %	+34 % +59 %
	accélération	$Y_T$ m/s <sup>2</sup>	$\pm 0$ $\pm 0$	+67 % +33 %	+84 % +84 %	+84 % +133 %	+168 % +200 %
freinage	distance (V = 30 km/h)	$L_m$	$\pm 0$ $\pm 0$	-30 % -25 %	-40 % -30 %	-35 % -50 %	-65 % -60 %
	accélération	$Y_L$ m/s <sup>2</sup>	$\pm 0$ $\pm 0$	+34 % +17 %	+67 % +50 %	+67 % +67 %	+133 % +133 %

N.B. : Les chiffres en haut à gauche correspondent aux véhicules bas de gamme, ceux en bas à droite aux véhicules haut de gamme.

Les crampons tiges plastique type CLAUSS ne permettent aucun gain quel que soit le type d'essai.

Les crampons fourreau plastique et acier permettent d'augmenter les possibilités d'évolution sur sol verglacé.

Les gains en chicane et virage varient de 10 à 60 % et sont fonction du nombre de crampons utilisés. Les crampons fourreau acier sont toujours légèrement plus performants. Les distances de freinage diminuent de 25 à 65 % suivant le type de crampons utilisés.

Les essais sur sol sec et mouillé se sont déroulés sur les pistes de l'ONSER à LYON-BRON.

		pneumatique neige (référence)	Pneumatiques cramponnés				
			type Clauss	fourreau plastique 108 crampons	Ø 9 tungstène 108 crampons	fourreau plastique 216 crampons	Ø 9 tungstène 216 crampons
Chicane	vitesse	V km/h	- 11 % - 0 %	- 8 % - 0 %	- 3 % - 1 %	- 5 % - 1 %	- 8 % - 0 %
	accélération	$Y_T$ m/s <sup>2</sup>	- 10 % - 0 %	- 7 % - 0 %	- 5 % - 0 %	- 0 % - 3 %	- 0 % - 3 %
virage	vitesse	V km/h	- 1 % - 4 %	- 2 % - 2 %	- 0 % - 5 %	- 3 % - 5 %	- 2 % - 4 %
	accélération	$Y_T$ m/s <sup>2</sup>	- 10 % - 0 %	- 3 % - 0 %	- 6 % 0 %	- 10 % - 5 %	- 10 % - 10 %
freinage	distance (V = 30 km/h)	$L_m$	+ 0 %	+ 6 %	+ 6 %	+ 10 %	+ 0 %
	accélération	$Y_L$ m/s <sup>2</sup>	- 0 %	- 0 %	-	- 10 %	- 0 %
	distance (V = 60 km/h)	$L_m$	+ 0 %	+ 0 %	+ 0 %	+ 0 %	+ 6 %
	accélération	$Y_L$ m/s <sup>2</sup>	- 10 %	- 0 %	-	- 10 %	- 0 %

Les essais sur sol mouillé ont montré que les pertes de performances liées à l'utilisation de pneumatiques cramponnés sont faibles et toujours inférieures à 10 %. Les résultats obtenus sur sol sec sont comparables aux résultats sur sol mouillé. (Les pneumatiques neige

évacuent très bien l'eau et le revêtement de la piste utilisée est très granuleux).

Ces essais ont montré que les dispositifs existants sont efficaces.

4-1-2 — Essais 1974 — Essais comparés de pneumatiques antidérapants sans crampon et crampons prototypes fourreau acier collerette 8 et 6 mm.

Ces essais se sont déroulés à Grenoble avec une Simca 1100 et une Peugeot 504.

		Pneumatique normal (référ.)	Pneumatiques antidérapants			Pneumatiques cramponnés			
			A	B	C (essais 75)	C 96 c (essais 75)	Ø 9 acier 144 c	Ø 8 acier 144 c	Ø 6 acier 144 c
Chicane	vitesse	30 km/h V. 26 km/h	- ± 0 %	+ 10 % + 19 %	- ≈ + 14 %	- + 27 %	+ 23 % + 27 %	+ 27 % + 31 %	+ 23 % + 31 %
	accélération	Y <sub>T</sub>	- ± 0 %	+ 14 % + 15 %	- -	- + 30 %	+ 28 % + 30 %	+ 35 % + 30 %	+ 28 % + 30 %
Virage	vitesse	37 km/h V 34 km/h	- - 3 %	+ 3 % + 11 %	- ≈ + 17 %	- + 26 %	+ 19 % + 26 %	+ 19 % + 23 %	+ 16 % + 23 %
	accélération	Y <sub>T</sub>	- - 12 %	+ 26 % + 8 %	- -	- + 17 %	+ 54 % + 17 %	+ 54 % + 13 %	+ 45 % + 13 %
Freinage	distance	L (en m) V = 30 km/h	- - 10 %	- 15 % - 20 %	- ≈ - 15 %	- - 43 %	- 50 % - 43 %	- 46 % - 43 %	- 54 % - 47 %
	accélération	Y <sub>L</sub>	- ± 0 %	+ 8 % + 10 %	- -	- + 50 %	+ 25 % + 50 %	+ 42 % + 50 %	+ 42 % + 50 %

N.B. : Les chiffres en haut à gauche correspondent aux véhicules bas de gamme, en bas à droite aux véhicules haut de gamme.

— Les pneumatiques antidérapants A permettent des gains en distance de freinage de l'ordre de 10 %. Les pneumatiques antidérapants B et C permettent des gains en vitesse variant de 10 à 20 % et des diminutions des distances de freinage de 15 à 20 %. Le gain en sécurité apporté par ce type de pneumatique est faible. Bien que les vitesses d'évolution soient supérieures, les problèmes posés par les pneumatiques normaux en conduite sur glace ne sont pas éliminés. Dès que la vitesse limite du test est atteinte, le «décrochement» est très rapide, le conducteur n'a plus la possibilité de contrôler son véhicule.

Les pneumatiques à crampons permettent d'augmenter sur sol verglacé les possibilités d'évolution, maniabilité, directibilité, stabilité et freinage, tout en conservant le contrôle du véhicule lorsque la limite des vitesses de

passage possibles, pour les différents tests est atteinte.

Les performances réalisées sont comparables quel que soit le diamètre du crampon à fourreau acier utilisé. Les gains atteignent en moyenne 25 % en vitesse et 30 % en accélération. Les distances de freinage à 30 km/h sont réduites de moitié.

L'utilisation des pneumatiques à crampons sur chaussée sèche diminue de 10 % les vitesses de passage dans les tests. La distance de freinage est augmentée au maximum de 7 %. Les essais ont été effectués à Marigny avec les mêmes véhicules.

Les pneumatiques antidérapants ne peuvent remplacer les pneumatiques à crampons. L'efficacité des crampons réduits est équivalente à celle des anciens crampons.

4-1-3 — Essais 1975 — Influence de la protusion et de l'usure des crampons.

Ces essais ont eu lieu sur la piste de l'école de conduite sur glace de SERRE-CHEVALIER avec une Mercedes 240 D.

Essais comparatifs des crampons Ø 6 fourreau acier et plastique. Ces essais ont été réalisés avec un véhicule haut de gamme.

a) Crampons Ø 6 fourreau acier et plastique (1 et 2 colle-  
rettes, protusion 1,5 mm). (Crampons 2 colle-  
rettes du type du 3ème crampon à partir de la gauche de  
l'annexe 1).

		Pneumatiques cramponnés Ø 9 (référence)	Pneumatiques cramponnés			
			Ø 6 acier 1 colle- rette	Ø 6 plastique 1 colle- rette	Ø 6 acier 2 colle- rettes	Ø 6 plastique 2 colle- rettes
Chicane	Vitesse	V	+ 3 %	+ 3 %	arrachement clous	+ 5 % protusion 4 mm
	Accélération	Y <sub>T</sub>	- 4 %	- 4 %		arrachement clous - 4 %
Virage	Vitesse	V	± 0 %	± 0 %	arrachement clous	+ 3 % protusion 4 mm
	Accélération	Y <sub>T</sub>	± 0 %	± 0 %		arrachement clous ± 0 %
Freinage	Distance (V = 40 km/h)	L en m	± 0 %	+ 5 %	arrachement clous	± 0 % protusion 4 mm
	Accélération	Y <sub>L</sub>	+ 4 %	± 0 %		arrachement clous + 4 %

Les performances réalisées avec les crampons Ø 6 fourreau acier ou plastique 1 colle-rette sont comparables. Pour les crampons 2 colle-rettes, des arrachements ont eu lieu dès les premiers essais.

Les crampons Ø 6 fourreau plastique 1 colle-rette ne résistent pas aux efforts importants que l'on peut exercer quand le véhicule roule sur sol sec, l'âme en carbure de

tungstène sort du fourreau plastique et s'arrache. Le coût élevé d'un tel crampon et son manque de résistance aux efforts tangentiels et longitudinaux ont fait abandonner son développement.

Le Ø 6 acier apparaît comme la solution sûre.

b - Influence de la protusion

		Pneumatiques cramponnés Ø 9 (référence) protusion 2,5 mm	Pneumatiques cramponnés Ø 6			
			protusion 0,5 mm (1mm après essais)	protusion 1 mm (1,5mm après essais)	protusion 1,5 mm (2mm après essais)	protusion 2 mm (2,5mm après essais)
Chicane	Vitesse	V	- 5 %	- 3 %	+ 3 %	+ 10 %
	Accélération	Y <sub>T</sub>	- 7 %	- 7 %	- 4 %	± 0 %
Virage	Vitesse	V	- 6 %	- 3 %	± 0 %	+ 3 %
	Accélération	Y <sub>T</sub>	± 0 %	± 0 %	± 0 %	± 0 %
Freinage	Distance	L	+ 10 %	+ 10 %	± 0 %	- 20 %
	Accélération	Y <sub>L</sub>	- 17 %	- 6 %	+ 4 %	+ 28 %

Parmi tous les tests, les protusions de 0,5 mm et 1 mm conduisent à des pertes de performances de l'ordre de 5 % en vitesse et à une augmentation des distances de freinage de 10 %.

Pour une protusion de 1,5 mm (2 mm à la fin des essais) les performances réalisées avec les crampons de Ø 6 acier

sont comparables à celles réalisées avec les crampons Ø 9 protusion 2,5 mm.

Une protusion de 1,5 mm est à recommander.

**c - Influence de l'usure des crampons**

		Pneumatiques cramponnés Ø 9 acier protusion 2,5 mm	Pneumatiques cramponnés Ø 6 acier 1 collerette		
			neuf protusion 1,5 mm	marque X 10000 km protusion 1,5 mm à 2,2 mm	marque Y 10000 km protusion 1,5 mm
Chicane	Vitesse	V	+ 3 %	- 3 %	± 0 %
	Accélération	Y <sub>T</sub>	- 4 %	- 7 %	- 8 %
Virage	Vitesse	V	± 0 %	- 3 %	- 10 %
	Accélération	Y <sub>T</sub>	± 0 %	- 5 %	- 17 %
Freinage	Distance	L	± 0 %	+ 10 %	+ 20 %
	Accélération	Y <sub>L</sub>	+ 4 %	- 6 %	- 6 %

Après 10000 km la perte de performance en vitesse et accélération reste acceptable pour les crampons Ø 6 fourreau acier, bien qu'elle puisse atteindre 20 % en distance de freinage.

Le crampon Ø 6 acier conserve son efficacité dans le temps.

Ces essais ont été réalisés sur véhicules bas et haut de gamme, la référence étant le pneumatique normal. Les crampons utilisés sont des Ø 6 fourreau acier, 2 collerettes inférieures\*, protusion = 1,5 mm.

Ces essais se sont déroulés sur l'anneau de glace de Grenoble avec une Renault 5 TL, une Renault 30, une Peugeot 604.

**4-1-4 - Essais 1976 - Influence du nombre de crampons et du nombre de roues cramponnées.**

**a) Influence du nombre de crampons**

		Véhicule bas de gamme			Véhicule haut de gamme		
		90 crampons	110 crampons	130 crampons	110 crampons	130 crampons	150 crampons
Chicane	Vitesse	+ 20 %	+ 30 %	+ 35 %	+ 30 %	+ 41 %	+ 50 %
	Accélération	+ 41 %	+ 49 %	+ 51 %	+ 32 %	+ 45 %	+ 45 %
Virage	Vitesse	+ 15 %	+ 25 %	+ 29 %	+ 18 %	+ 25 %	+ 32 %
	Accélération	+ 24 %	+ 37 %	+ 41 %	+ 22 %	+ 34 %	+ 41 %
Freinage	Distance	- 46 %	- 46 %	- 48 %	- 19 %	- 27 %	- 35 %
	Accélération	+ 30 %	+ 30 %	+ 33 %	+ 35 %	+ 43 %	+ 52 %

\* Crampons du type du 1er crampon à droite de l'annexe 1.

Les gains en performances sont fonction du nombre de crampons par roue et les gains maximum ne paraissent pas avoir été atteints.

Pour les véhicules bas de gamme un cramponnage d'environ 110 - 130 crampons nous paraît une solution satisfaisante procurant des gains en vitesse de l'ordre de 30 % et des diminutions des distances de freinage de 50 %.

Pour les véhicules haut de gamme un cramponnage de 150 crampons paraît nécessaire (voir gains en distance de freinage). Les gains seraient d'environ 40 % en vitesse

et 35 % en distance de freinage.

**b) Influence du nombre de roues cramponnées, 2 roues cramponnées sur essieu moteur - 4 roues cramponnées**

Trois types de véhicules ont été utilisés.

- Véhicule bas de gamme traction avant
- Véhicule haut de gamme traction avant
- Véhicule haut de gamme propulsion arrière (moteur à l'avant).

		Véhicule bas de gamme		Véhicule haut de gamme			
				traction avant		propulsion arrière	
		2 roues cramponnées 113 c	4 roues cramponnées 113 c	2 roues cramponnées 112 c	4 roues cramponnées 112 c	2 roues cramponnées 112 c	4 roues cramponnées 112 c
Chicane	Vitesse	+ 5 %	+ 15 %	+ 5 %	+ 20 %	+ 13 %	+ 30 %
	Accélération	+ 10 %	+ 20 %	+ 17 %	+ 34 %	+ 16 %	+ 29 %
Virage	Vitesse	+ 7 %	+ 21 %	+ 11 %	+ 26 %	+ 7 %	+ 14 %
	Accélération	+ 17 %	+ 24 %	+ 17 %	+ 22 %	+ 17 %	+ 22 %
Freinage	Distance	- 21 %	- 24 %	- 12 %	- 20 %	- 22 %	- 19 %
	Accélération	+ 11 %	+ 22 %	+ 30 %	+ 33 %	+ 26 %	+ 35 %

Le montage de deux roues cramponnées sur l'essieu moteur entraîne des gains en vitesse presque toujours inférieurs à 10 %. Ces gains sont supérieurs à 20 % pour un montage quatre roues cramponnées.

Le montage de deux roues cramponnées rend difficile le contrôle du véhicule dans les tests de chicane et virage. Pour le véhicule à propulsion arrière, la conduite doit être très souple (pas de braquage violent) et de faibles écarts de vitesse conduisent à des sous-virages prononcés. Les véhicules essieu moteur avant deviennent survireurs et les têtes-à-queues sont fréquents. Pour le freinage les gains sont comparables, mais l'équipement deux roues cramponnées entraîne des mises en travers particulièrement pour le véhicule haut de gamme traction avant.

L'équipement doit être de 110 à 130 crampons pour les véhicules bas de gamme et 150 pour les véhicules haut de

gamme. Le montage de 4 roues cramponnées est recommandé.

**4-1-5 - Autres dispositifs**

**La garniture cramponnée :**

Cette garniture est composée de deux arceaux reliés latéralement par des barrettes plastique cramponnées. En 1975 la barrette était d'un modèle linéaire, en 1976 elle est en forme de Y.

Le montage est réalisé sur les quatre roues.

En 1975, l'essai a eu lieu à SERRE-CHEVALLIER sur une Mercedes 240 D et en 1976 à Grenoble sur une Peugeot 604.

		Pneumatiques		Garniture cramponnée	
		normal (référence)	cramponné Ø 6 acier 112 c	modèle 1975	modèle 1976
Chicane	Vitesse	V	+ 30 %	+ 9 %	+ 27 %
	Accélération	$\gamma_T$	+ 29 %	$\pm 0 %$	+ 29 %
Virage	Vitesse	V	+ 14 %	$\pm 0 %$	+ 18 %
	Accélération	$\gamma_T$	+ 22 %	$\pm 0 %$	+ 22 %
Freinage	Distance	L	- 19 %	- 19 %	- 46 %
	Accélération	$\gamma_L$	+ 35 %	+ 35 %	+ 74 %

Les gains procurés par le modèle 1975 n'étaient sensibles qu'en traction et freinage. Pour améliorer la tenue latérale, le modèle Y de 1976 a été réalisé. Ces performances sont comparables à celles réalisées avec des pneumatiques cramponnés Ø 6 acier, les gains en distances de freinage étant supérieurs.

Ce dispositif amovible ne devrait être utilisé que sur sol enneigé ou verglacé. Il permet de rouler sur route sèche à des vitesses normales, les vibrations étant presque nulles, mais une utilisation intensive, type pneumatiques cramponnés, amène rapidement une détérioration des

barrettes plastique.

Les autres dispositifs testés n'ont apporté aucun gain en performances sur sol verglacé.

#### 4-2 - Véhicules lourds

##### 4-2-1 - Essai 1973 - Essais des crampons existants

Ces essais ont eu lieu sur la piste de l'Ecole de Conduite sur glace de Chamonix avec un Berliet G C K 8 de 17 T de P.T.A.C.

		NEIGE	FINN STOP Ø 9 - 490 crampons	TUNGSTENE Ø 9 - 490 crampons
Changement de file	V (36 km/h)	R	+ 0	+ 8 %
	$\gamma_T$ (3,03)	R	+ 7 %	+ 7 %
Virage	V (28 km/h)	R	+ 7 %	+ 25 %
	$\gamma_T$	R	-	-
Freinage	L (30 m)	R	- 23 %	- 42 %
	$\gamma_L$	R	+ 16 %	+ 42 %

Le gain est surtout important en freinage.

Les crampons Ø 9 sont efficaces sur poids-lourds.

##### 4-2-2 - Essais 1975 : Essai comparé de crampons prototypes types V.L.

Ces essais ont été réalisés à SERRE-CHEVALLIER avec un Saviem SG4 de 6 T.

		Pneumatiques cramponnés		
		Ø 9 acier 1 collerette protusion 2 mm (après essais 1,5 mm) 190 c (référence)	Ø 8 acier 2 collerettes protusion 2 mm (après essais 1,5 mm) 190 c	Ø 6 acier 1 collerette protusion 2 mm (après essais 1,5 mm) 190 c
Changement de file	Vitesse (39 km/h)	V	- 5 %	- 2 %
	Accélération	Y <sub>T</sub>	- 7 %	- 7 %
Virage	Vitesse (31 km/h)	V	± 0 %	- 10 %
	Accélération	Y <sub>T</sub>	- 10 %	± 0 %
Freinage	Distance (vitesse 40 km/h)	L	± 0 %	- 14 %
	Accélération	Y <sub>L</sub>	- 8 %	± 0 %

Les trois types de crampons Ø 9, Ø 8, Ø 6, ont des performances sensiblement comparables.

4-2-3 - Essai 1977 : Essai des crampons Ø 6 après usure :

Les crampons prototypes sont efficaces sur petits P.L.

Cet essai a été réalisé sur un Saviem SM5 de 8 T de P.T.A.C. sur la piste de SERRE-CHEVALLIER.

Crampons	Chicane		Virage		Freinage L en m.	γ pointe	γ établie
	V	γ	V	γ			
Crampons Ø 6 - 0 km	référence		référence		référence	référence	référence
Crampons Ø 6 - 3200 km	- 0 %	- 7 %	- 4 %	- 9 %	+ 13 %	- 12 %	- 17 %

Le crampon Ø 6 perd 13 % en distance de freinage ce qui est à la limite du tolérable. Les pertes sur les accélérations sont de 12 % en pointe et de 17 % en valeur établie.

4-2-3 - Essai 1977 : Essais sur gros PL des crampons Ø 8 et Ø 6 neufs et après usure.

Les petits crampons conservent leur efficacité après usure sur petit poids-lourd.

Cet essai a été réalisé à SERRE-CHEVALLIER avec un Berliet G.L.R. 200 de 19 T (Essieu AR 13 T).

Crampons	Chicane		Virage		Freinage	
	V	$\gamma_T$	V	$\gamma_T$	L en m	$\gamma_L$
Crampons Ø 8 0 km	V référence	$\gamma_T$ référence	V référence	$\gamma_T$ référence	L référence	$\gamma_L$ référence
Crampons Ø 6 3530 km	- 5 %	- 7 %	- 0 %	+ 7 %	- 4 %	$\pm 0$ %
Crampons Ø 6 0 km	- 0 %	- 0 %	- 0 %	+ 7 %	+ 8 %	$\pm 0$ %
Crampons Ø 6 6400 km	- 7,5 %	- 12,5 %	- 4 %	- 7 %	+ 18 %	$\pm 17$ %
Garnitures cramponnées	- 2,5 %	- 7 %	- 0 %	+ 7 %	- 4 %	$\pm 0$ %

Pratiquement tous les dispositifs donnent des performances équivalentes sauf le crampon Ø 6 utilisé dont la distance de freinage est augmentée de 18 %. Sur ce test ce dispositif est à rejeter car il conduit en plus à des dépôts prohibitifs de l'ordre de 1,5 m.

Les petits crampons sont efficaces sur gros PL à l'état neuf mais le Ø 6 utilisé n'est pas satisfaisant.

## V – CONCLUSIONS

### 1 – Pour les V.L.

Les pneumatiques «antidérapants» ne peuvent remplacer les pneumatiques cramponnés. Malgré un gain en vitesse et distance de freinage les «décrochements» sont trop rapides dès que la vitesse limite du test est atteinte et le véhicule n'est plus contrôlable.

L'équipement de deux pneumatiques cramponnés sur l'essieu moteur, procure de légers gains en vitesse et freinage mais rend difficile le contrôle du véhicule ; «sous-virage» ou «tête-à-queue» suivant le type de véhicule.

Au stade actuel des études, les crampons Ø 6 fourreau

acier protusion 1,5 mm semblent réaliser le meilleur compromis efficacité-usure chaussée.

Au vu des essais d'efficacité l'équipement conseillé pour un véhicule de tourisme pourrait être : véhicule équipé de quatre roues cramponnées Ø 6 acier protusion 1,5 mm, 110 à 150 crampons en fonction du poids du véhicule.

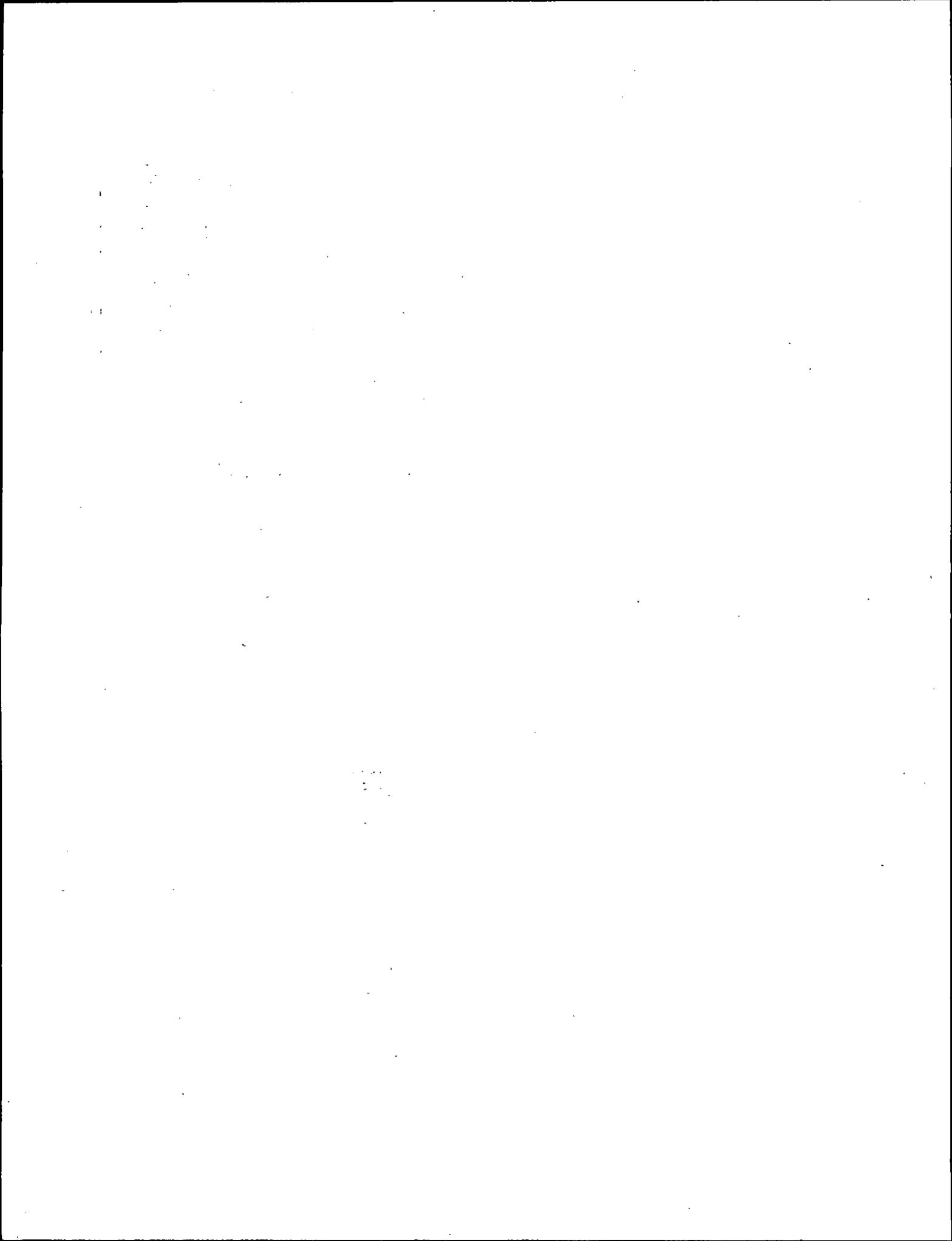
Les gains en vitesse seraient de l'ordre de 25 % pour les tests effectués et les distances de freinage seraient réduites de moitié.

Les performances réalisées avec les garnitures cramponnées sont analogues à celles des meilleurs crampons.

### 2 – Pour les P.L.

Pour PL les Ø 6 ne conservent pas une efficacité suffisante après usure sur gros PL mais bien qu'encore imparfaits sur petits PL (3,5 à 6-8 T) des espoirs sont permis.

Les garnitures cramponnées apparaissent satisfaisantes du point de vue de l'efficacité, aussi bien sur petits que sur gros PL. Le problème de leur tenue dans le temps reste posé.



## ANNEXES

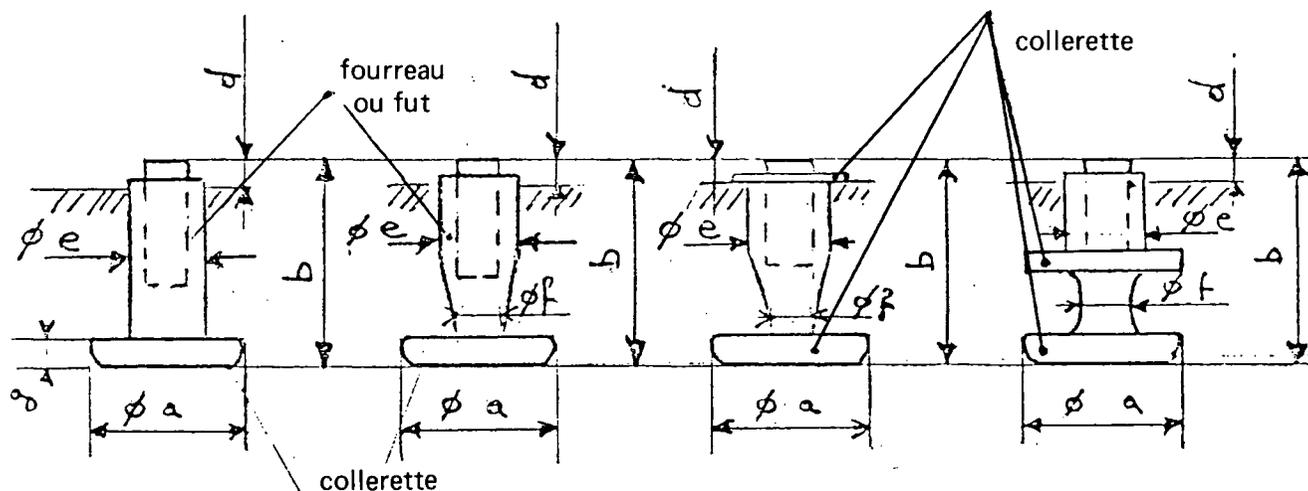
- Annexe 1 – Définition des dimensions des crampons
- Annexe 2 - 1 – Anneau de vitesse de la patinoire de Grenoble
- Annexe 2 - 2 – Plan du circuit de Serre-Chevalier
- Annexe 2 - 3 – Tests de la chicane
- Annexe 3 – Corrections d'accélération mesurées  
Angle de roulis

## ANNEXE 1

### DEFINITION DES DIMENSIONS DES CRAMPONS

Les crampons utilisés présentent des formes diverses, cependant un certain nombre de cotes permet de les caractériser.

Les quatre figures ci-dessous présentent des formes courantes de crampons. Les lettres reportées sur les figures désignent les cotes et les caractéristiques principales.



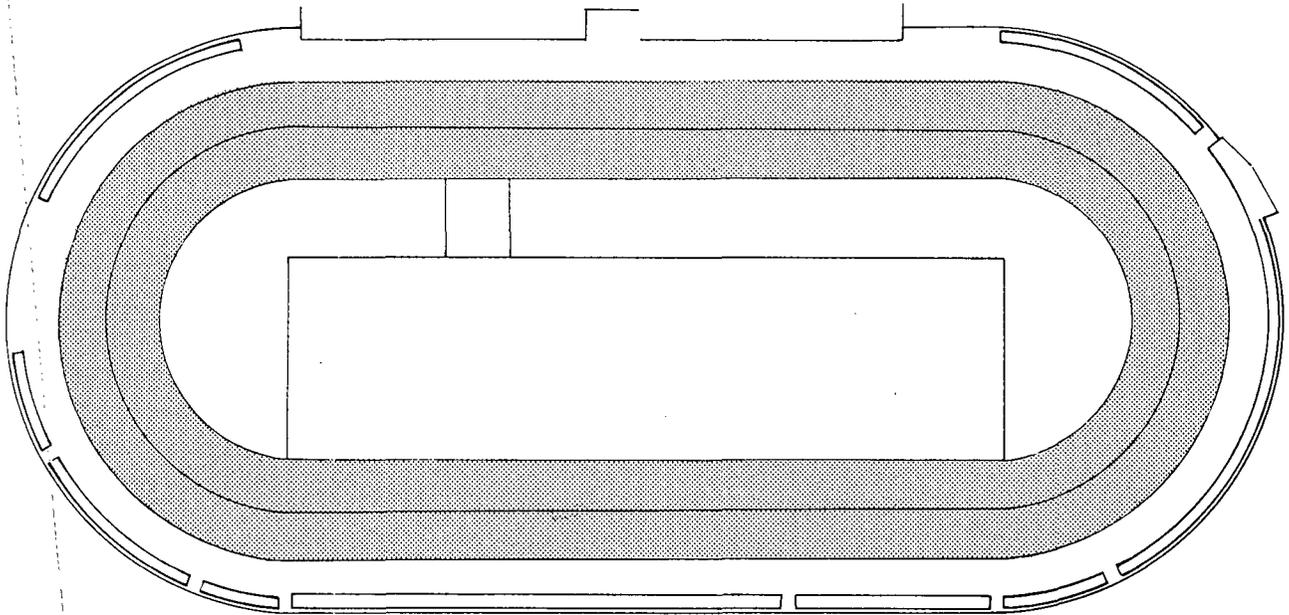
- $\emptyset a$  : diamètre de la collerette
  - $b$  : longueur totale du crampon
  - $c$  : nombre de collerettes
  - $d$  : protusion c'est-à-dire dépassement par rapport à la surface du pneumatique
  - $\emptyset e$  : diamètre du fût
  - $\emptyset f$  : diamètre au raccord avec la collerette inférieure
  - $g$  : épaisseur de la collerette.
- Enveloppe = fourreau + collerette.

Dans le texte la dénomination est  $\emptyset a - b - c$ . Par exemple un crampon  $\emptyset 6 - 12 - 1$  est un crampon dont la collerette a un diamètre de 6 mm, une longueur hors tout de 12 mm et une collerette.

## ANNEXE 2.1

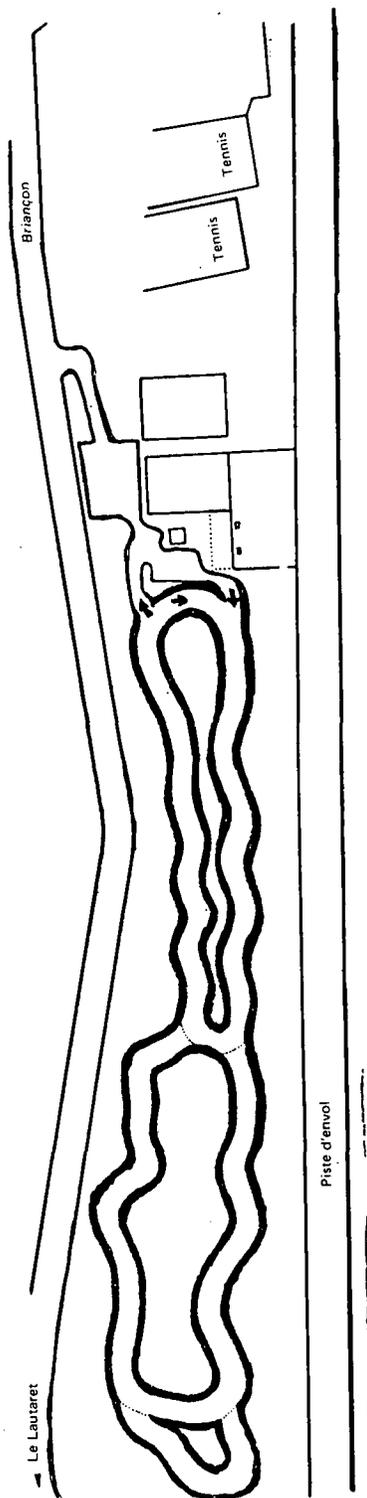
### Anneau de vitesse de la patinoire de Grenoble

Les parties grisées représentent la piste de glace proprement dite échelle 1/1000



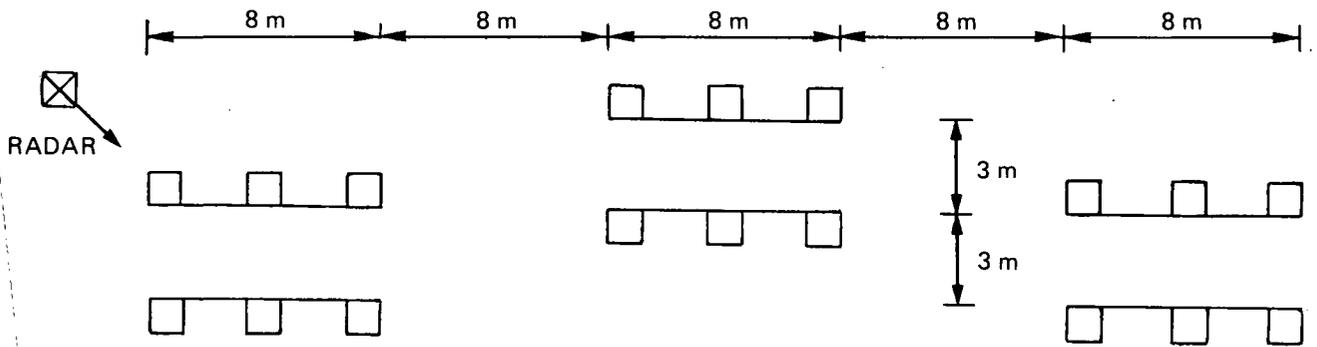
## ANNEXE 2.2

Plan du circuit de l'Ecole de conduire sur glace de Serre-Chevalier (1000 m d'altitude environ)

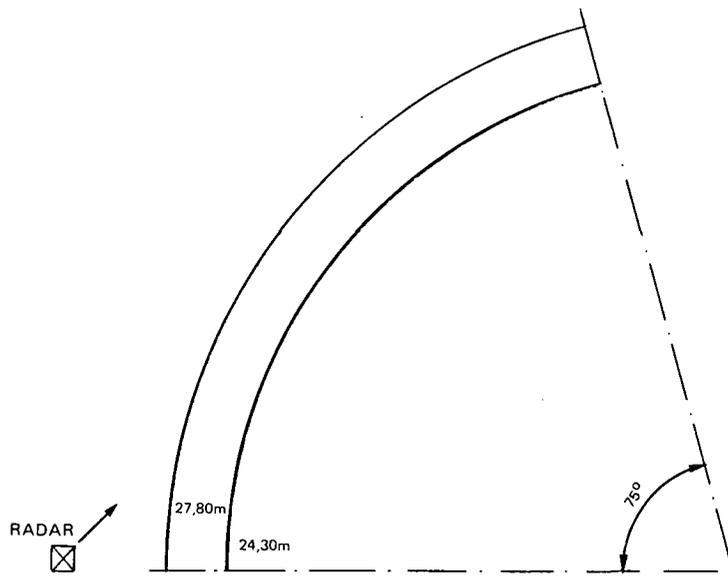


ANNEXE 2-3

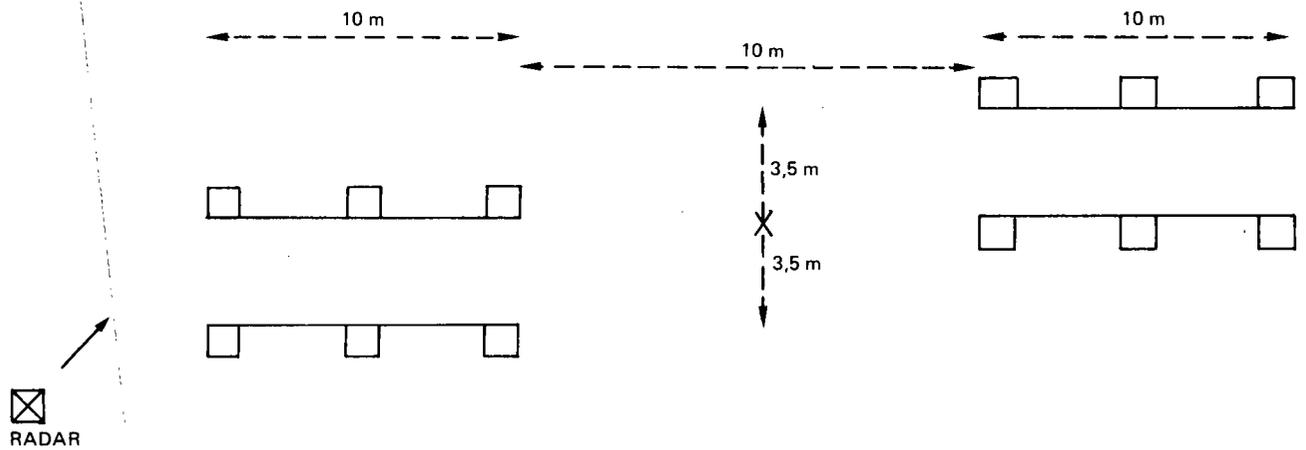
TEST DE LA CHICANE VL



VIRAGE VL et PL



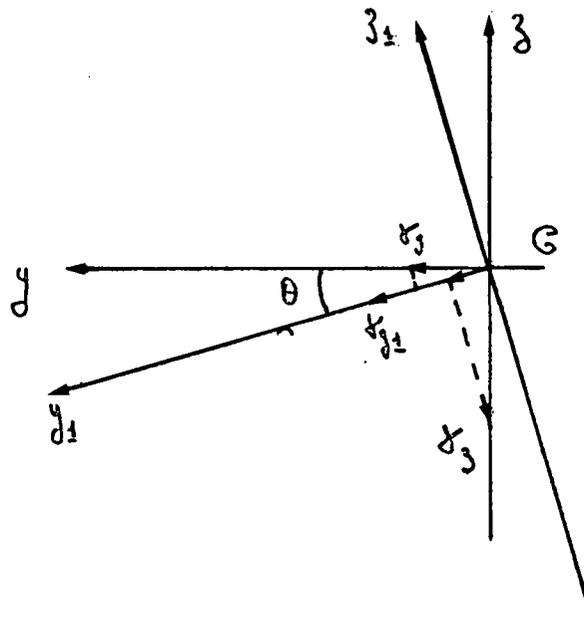
TEST DE LA CHICANE - POIDS LOURD



### ANNEXE 3

#### CORRECTIONS D'ACCELERATIONS MESUREES ANGLE DE ROULIS

Le schéma suivant représente le plan de mesures en transversal.



- G est le centre de gravité
- Gy un axe horizontal dirigé vers la gauche du véhicule
- Gz un axe vertical dirigé vers le haut
- Gy<sub>1</sub> un axe parallèle au plancher du véhicule, perpendiculaire au plan de symétrie
- Gz<sub>1</sub> un axe perpendiculaire à Gy<sub>1</sub> situé dans le plan de symétrie du véhicule
- $\theta$  angle de roulis

La valeur mesurée est  $\gamma_y \cos \theta + \gamma_z \sin \theta$

La valeur de  $\theta$  exprimée en radians restant faible, on peut écrire :

$$\gamma_{y1} = \gamma_y + \gamma_z \theta$$

soit  $\gamma_y = \gamma_{y1} - \gamma_z \theta$

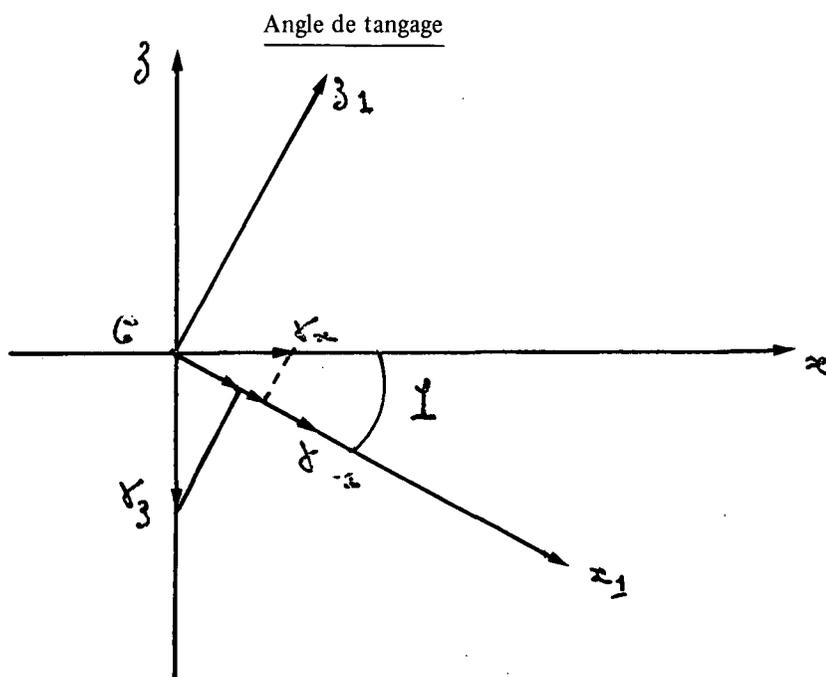
$\gamma_z$  est l'accélération de la pesanteur

$$\gamma_z = 1 \text{ g} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Pour les essais sur sol sec ou mouillé le roulis des véhicules légers est de l'ordre de  $5^\circ$  à  $6^\circ$  soit environ  $\frac{1}{10}$  de radian,  $\gamma_z \theta$  est donc de l'ordre de  $1 \text{ m/s}^2$  pour le poids lourd, l'angle de roulis est de l'ordre de  $2^\circ$  à  $3^\circ$  soit  $\frac{1}{20}$  de radian.

$\gamma_z \theta$  est donc de l'ordre de  $0,5 \text{ m/s}^2$ .

Pour les essais sur sol verglacé le roulis des véhicules légers et du poids lourd est pratiquement nul dans ces conditions.



Gx Axe horizontal du plan de symétrie dirigé vers l'avant

Gz Axe verticale du plan de symétrie dirigé vers l'avant

Gx<sub>1</sub> Axe parallèle au plancher dans le plan de symétrie dirigé vers l'avant

Gz<sub>1</sub> Axe perpendiculaire à Gx<sub>1</sub> dans le plan de symétrie dirigé vers l'avant

Angle de tangage

L'ordre de grandeur de l'angle de tangage est identique à celui de l'angle de roulis.

