

UTAC

Direction Technique
Autodrome de Linas-Montlhéry
BP 212 - 91311 Montlhéry Cedex - France
Tél. 33/(0)1 69.80.17.00
Télécopie 33/(0)1 69 80 17 17

PJL/MC/DDV01.11

PROCES-VERBAL N° 01/00865

DEMANDEUR :

FILLTECH
980, route de Méounes

83870 SIGNES

OBJET :

Evaluation de la rénovation des rouleaux d'un freinomètre selon
le procédé FILLTECH

CONCLUSION :

Voir paragraphe 11

Responsable :

Pierre-Jean LE BEC

Montlhéry, le 27 février 2001

Luc LESAGE
Responsable du Service
Dynamique du Véhicule

Jean Loup MARDUEL
Directeur Technique

Ce document contient 17 pages

N.B.

Les présents essais ne sauraient en aucune façon engager la responsabilité de l'UTAC en ce qui concerne les réalisations industrielles ou commerciales qui pourraient en résulter. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral. Les résultats des essais ne couvrent que le matériel soumis aux essais, et identifié dans ce procès-verbal d'essais.

Union Technique de l'Automobile, du Motorcycle et du Cycle
Union de Syndicats régie par les dispositions du livre IV du Code du Travail
TVA FR 41 775 669 757 - siren 775 669 757 - Code APE 911C - CCP Paris 30 22 08 T
Siège social et Centre d'Essais : Autodrome de Linas-Montlhéry

1 - OBJET DES ESSAIS.

L'objectif de ces essais est d'évaluer le procédé de rénovation FILLTECH des rouleaux à revêtement époxy d'un freinomètre de type contrôle technique selon deux configurations d'essais ; en comparant les performances avant rénovation (avec des rouleaux fortement endommagés) et après rénovation (ajout d'une sur-couche d'époxy).

2 - DESCRIPTION DU DISPOSITIF PRESENTE AUX ESSAIS

L'appareil se compose de :

➤ un châssis de freinage marque BOSCH type BSA 202S17 équipé de deux paires de rouleaux à revêtement époxy entraînés par deux moto-réducteurs. Les rouleaux arrière sont surélevés par rapport aux rouleaux avant.

Les couples de freinage des roues du véhicule sont mesurés par deux capteurs de force (un par côté) solidaires des moteurs.

➤ un châssis de marque BOSCH de pesée-suspension, avec mise en mouvement de deux plateaux, permet la mesure du poids des essieux d'un véhicule.

3 - MOYENS UTILISES

Deux types de véhicules ont été utilisés pour les essais.

3.1. Véhicule de type M1.

Marque : PEUGEOT.

Type : 406 Break.

Le véhicule était équipé de pneumatiques MICHELIN Energy 185/70 R 14 gonflés à 2,4 bars à l'avant et 2,5 bars à l'arrière.

Ce véhicule a été équipé d'un capteur de vitesse sur la roue avant gauche (après vérification que cette roue était toujours la première roue bloquée).

Masses du véhicule en essai (mesuré côté par côté à l'UTAC sur balance n° : BAL0020 de résolution 0.5kg):

➤ Roue AVG : 468 kg	essieu avant :	1 005 kg soit	986 daN
➤ Roue AVD : 537 kg			
➤ Roue ARG : 329 kg	essieu arrière :	731 kg soit	717 daN
➤ Roue ARD : 402 kg			
Total :		1 736 kg soit	1 703 daN

Ce véhicule a été utilisé pour les essais type contrôle technique et pour les essais de glissement.

3.2. Véhicule de type N1.

Marque : FIAT.

Type : DUCATO 10.

Le véhicule était équipé de pneumatiques GOOD YEAR 195/70 R 15 gonflés à 3 bars.

Poids du véhicule en essai (mesuré sur le banc pesée-suspension BOSCH) :

➤ Essieu avant :	1 425 daN
➤ Essieu arrière :	2 725 daN
Poids total :	4 150 daN

Ce véhicule a été utilisé pour les essais d'endurance et pour les essais de répétabilité.

3.3. Equipement de mesure.

- une roue tachymétrique fabriquée à l'UTAC (n° ROU0002) mesurant la vitesse du rouleau (résolution 1 top pour 2 cm) suivi d'un convertisseur fréquence/tension (n° CNV 0007) et d'une électronique UTAC type EVA2 n° UTA0012 pour l'affichage de la vitesse,
- un capteur de rotation de marque PEIZELER et de type HP 100KFZ (n° ROU0020) mesurant la vitesse de la roue avant gauche (résolution 100 tops par tour) lié à un convertisseur fréquence / tension (n° CNV 0007),
- d'un calculateur de marque TITAN de type ULYSSE 600 a permis de stocker les informations sous forme numérique à l'aide d'une carte de conversion analogique – numérique 16 voies de marque NATIONAL INSTRUMENT de type ATMIO (étendue de mesure ± 5 V et résolution 12 bits),

4 - CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES

➤ Avant rénovation :

Périmètre	Position sur la longueur en mm							
	10	100	200	300	400	500	600	690
rouleau avant droit (mm)	643	635	633	631	635	638	639	642
rouleau avant gauche (mm)	643	638	637	634	631	633	636	642
rouleau arrière droit (mm)	639	636	632	630	630	633	636	638
rouleau arrière gauche (mm)	640	639	636	632	629	630	635	642

soit en moyenne un diamètre de $(202,4 \pm 1,3)$ mm avec une moyenne de 202,7 mm pour les rouleaux avant et de 202,0 mm pour les rouleaux arrière (les plus usés).

➤ Après rénovation :

Périmètre	Position sur la longueur en mm							
	10	100	200	300	400	500	600	690
rouleau avant droit (mm)	649	651	649	648	649	650	651	653
rouleau avant gauche (mm)	652	652	648	648	647	646	647	650
rouleau arrière droit (mm)	652	648	646	648	648	650	650	650
rouleau arrière gauche (mm)	651	650	652	649	649	647	647	652

soit en moyenne un diamètre de $(206,7 \pm 0,6)$ mm (sans écart entre les rouleaux avant et arrière).

- Longueur des rouleaux 700 mm,
- écart rouleaux avant – rouleaux arrière 400 mm,
- écart rouleaux droit – rouleaux gauche 790 mm.

L'écart moyen constaté entre le diamètre des rouleaux usés et des rouleaux rénovés est de l'ordre de 4.3mm, cet écart est au maximum de 5mm au milieu des rouleaux (partie la plus sollicitée). Ces écarts sur le diamètre génèrent des écarts sur les forces de freinage mesurées de l'ordre de +2% après rénovation (voire +2.5% par rapport à la partie la plus usée).

5 - ESSAIS STATIQUES

Les valeurs affichées par le freinomètre via l'utilisation de son propre système de calibration, sont comparées avant et après rénovation des rouleaux.

Cet essai a pour but de vérifier la non dérive du banc entre les deux configurations d'essais.

➤ Avant rénovation :

Côté droit (en daN)

Masse en kg	Force de freinage théorique	Valeur lue	Ecart (valeur lue – valeur théorique)	Limites maximales tolérées
0	0	0	0	5,0
20	150	153	+ 3	5,0
40	300	300	0	5,3
60	450	446	- 4	7,9
80	600	593	- 7	10,5
100	750	742	- 8	13,1

Côté gauche (en daN)

Masse en kg	Force de freinage théorique	Valeur lue	Ecart (valeur lue – valeur théorique)	Limites maximales tolérées
0	0	0	0	5,0
20	150	152	+ 2	5,0
40	300	298	- 2	5,3
60	450	445	- 5	7,9
80	600	593	- 7	10,5
100	750	740	- 10	13,1

➤ Après rénovation :

Côté droit (en daN)

Masse en kg	Force de freinage théorique	Valeur lue	Ecart (valeur lue – valeur théorique)	Limites maximales tolérées
0	0	0	0	5,0
20	150	152	+ 2	5,0
40	300	300	0	5,3
60	450	450	0	7,9
80	600	599	- 1	10,5
100	750	749	- 1	13,1

Côté gauche (en daN)

Masse en kg	Force de freinage théorique	Valeur lue	Ecart (valeur lue – valeur théorique)	Limites maximales tolérées
0	0	0	0	5,0
20	150	151	+ 1	5,0
40	300	298	- 2	5,3
60	450	446	- 4	7,9
80	600	595	- 5	10,5
100	750	746	- 4	13,1

Les écarts constatés entre les deux configurations (inférieurs à 1%) restent à l'intérieur des tolérances admises et sont dus principalement à l'erreur de répétabilité du moyen de calibration.

6 - ESSAIS D'ENDURANCE

Onze essais de freinage consécutifs ont été effectués juste après la rénovation des rouleaux et avant les mesures pour s'assurer de la résistance à l'arrachement du nouveau revêtement époxy sur les rouleaux.

Le véhicule de type N1 chargé à 2 725 daN sur l'essieu arrière a engendré les forces de freinage suivantes :

Type de freinage	R/R	R/R	R/R	R/R	R/R	R/R	R/R	R/R	R/R	R/R	E/E
Force freinage rouleau droit en daN	802	812	797	790	809	809	785	796	802	788	689
Force freinage rouleau gauche en daN	777	794	787	779	786	770	777	783	784	749	731
Force freinage Totale en daN	1579	1606	1584	1569	1595	1579	1562	1579	1586	1537	1420

R/R = roue par roue

E/E = essieu par essieu.

Après les essais d'endurance aucune détérioration et usure n'ont été constatées.

7 - ESSAIS DYNAMIQUES DE REPETABILITE (charge à l'essieu 1 425 daN).

Les forces de freinage affichées par le freinomètre sont relevées avant et après rénovation pour 10 mesures successives sur l'essieu avant du véhicule de type N1 en mode essieu par essieu.

➤ Avant rénovation :

	Forces de freinage (en daN)			Ecart (en daN) (gauche – droit)	Transmissibilité
	côté droit	côté gauche	totale		
	512	523	1035	11	0,73
	519	520	1039	1	0,73
	510	508	1018	- 2	0,71
	522	521	1043	- 1	0,73
	507	503	1010	- 4	0,71
	496	498	994	2	0,70
	487	500	987	13	0,69
	496	503	999	7	0,70
	500	506	1006	6	0,71
	498	499	997	1	0,70
Moyenne	505	508	1013	3	0,71
Ecart-type	11	10	20	6	0.01

➤ Après rénovation :

	Forces de freinage (en daN)			Ecart (en daN) (gauche – droit)	Transmissibilité
	côté droit	côté gauche	totale		
	535	542	1077	7	0,76
	535	542	1077	7	0,76
	521	539	1060	18	0,74
	531	534	1065	3	0,75
	521	522	1043	1	0,73
	517	524	1041	7	0,73
	525	530	1055	5	0,74
	510	514	1024	4	0,72
	521	526	1047	5	0,73
	517	519	1036	2	0,73
Moyenne	523	529	1053	6	0,74
Ecart-type	8	10	18	5	0.01

L'augmentation des forces de freinage constatée après rénovation est de l'ordre de 4%, soit +2% avec correction du facteur diamètre.

Le déséquilibre entre les forces mesurées à droite et à gauche du véhicule est faible et n'est donc pas analysé.

L'effet "rénovation" n'est pas significatif pour cet essai, cependant il ne révèle pas d'anomalie particulière à signaler.

8 - ESSAIS DE VITESSE.

La vitesse des rouleaux mesurée en fonction de la force de freinage appliquée par le véhicule de type N1 (essieu chargé à 2725 daN) est indiquée dans le tableau suivant :

Force de freinage en daN	Vitesse de rouleau avant rénovation en km/h	Vitesse de rouleau après rénovation en km/h
0	4,75	4,80
200	4,65	4,70
400	4,45	4,55
600	4,20	4,25
750	-	4,00

Les écarts constatés (environ 1%) sont cohérents avec les mesures de circonférence effectuées.

9 - ESSAIS TYPE "CONTROLE TECHNIQUE".

Six essais ont été menés consécutivement selon le mode contrôle technique pour le véhicule de type M1 avant et après rénovation des rouleaux.

La procédure de conditionnement des freins (3 freinages d'une durée d'au moins 6 secondes jusqu'au déclenchement automatique du banc) a été effectuée une seule fois (au 1^{er} essai) pour chaque configuration afin d'éviter un échauffement excessif.

Parmi les six essais, trois essais ont été effectués en mode essieu par essieu et les trois essais suivants en mode roue par roue (dont un essai essieu par essieu et roue par roue au cours du même cycle).

Les essais de frein de stationnement ont tous été effectués en mode roue par roue.

Ci-après figurent deux tableaux comprenant l'ensemble des résultats de mesures fournis par le banc et des calculs effectués à partir de ces mesures.

Avant rénovation	Roue AVG	roue AVD	roue ARG	roue ARD	Déséq AV	Déséq AR	Tr AVG	Tr AVD	Tr ARG	Tr ARD
E/E n° 1	301	294	222	235	2.3	5.7	0.66	0.56	0.69	0.60
E/E n° 2	290	285	214	223	1.7	4.0	0.63	0.54	0.66	0.57
E/E n° 3	293	290	217	206	1.0	5.1	0.64	0.55	0.67	0.52
E/E n° 6	292	292	214	182	0.0	15.0	0.64	0.55	0.66	0.46
Moyenne	294	290	217	212	1.3	7.5	0.64	0.55	0.67	0.54
Ecart-type	5	4	4	23	1.0	5.1	0.01	0.01	0.01	0.06
Après rénovation	Roue AVG	roue AVD	roue ARG	roue ARD	Déséq AV	Déséq AR	Tr AVG	Tr AVD	Tr ARG	Tr ARD
E/E n° 1	302	319	210	182	5.3	13.3	0.66	0.61	0.65	0.46
E/E n° 2	304	313	237	191	2.9	19.4	0.66	0.59	0.73	0.48
E/E n° 3	310	322	240	201	3.7	16.3	0.68	0.61	0.74	0.51
E/E n° 6	312	321	229	202	2.8	11.8	0.68	0.61	0.71	0.51
Moyenne	307	319	229	194	3.7	15.2	0.67	0.60	0.71	0.49
Ecart-type	5	4	13	9	1.2	3.4	0.01	0.01	0.04	0.02
Avant rénovation	Roue AVG	roue AVD	roue ARG	roue ARD	Déséq AV	Déséq AR	Tr AVG	Tr AVD	Tr ARG	Tr ARD
R/R n°4	315	399	225	210	-	-	0.69	0.76	0.70	0.53
R/R n°5	337	393	212	197	-	-	0.73	0.75	0.66	0.50
R/R n°6	349	357	217	186	-	-	0.76	0.68	0.67	0.47
Moyenne	334	383	218	198	-	-	0.73	0.73	0.67	0.50
Ecart-type	17	23	7	12	-	-	0.04	0.04	0.02	0.03
après rénovation	Roue AVG	roue AVD	roue ARG	roue ARD	Déséq AV	Déséq AR	Tr AVG	Tr AVD	Tr ARG	Tr ARD
R/R n°3	390	409	242	218	-	-	0.85	0.78	0.75	0.55
R/R n°5	374	421	236	223	-	-	0.81	0.80	0.73	0.57
R/R n°6	382	443	233	226	-	-	0.83	0.84	0.72	0.57
Moyenne	382	424	237	222	-	-	0.83	0.81	0.73	0.56
Ecart-type	8	17	5	4	-	-	0.02	0.03	0.01	0.01

E/E : essai en mode essieu par essieu, R/R : essai en mode roue par roue,

Roue AVG effort mesuré en daN pour la roue avant gauche du véhicule,

Roue AVD effort mesuré en daN pour la roue avant droite du véhicule,

Roue ARG..... effort mesuré en daN pour la roue arrière gauche du véhicule,

Roue ARD..... effort mesuré en daN pour la roue arrière droite du véhicule,

Déséq AV, AR ... Déséquilibre calculé en pour cent pour l'essieu avant, arrière,

TR AVG..... Transmissibilité calculée pour la roue avant gauche, ...

Tableau des valeurs de frein de stationnement :

avant rénovation	Fam G	Fam D	Tr G	Tr D
R/R n°1	200	232	0.62	0.59
R/R n°2	198	215	0.61	0.55
R/R n°3	174	251	0.54	0.64
R/R n°4	186	256	0.58	0.65
R/R n°5	177	239	0.55	0.61
R/R n°6	176	250	0.54	0.63
Moyenne	185	241	0.57	0.61
Ecart-type	11	15	0.04	0.04
après rénovation	Fam G	Fam D	Tr G	Tr D
R/R n°1	210	293	0.65	0.74
R/R n°2	223	264	0.69	0.67
R/R n°3	206	267	0.64	0.68
R/R n°4	222	271	0.69	0.69
R/R n°5	208	266	0.64	0.68
R/R n°6	211	268	0.65	0.68
Moyenne	213	272	0.66	0.69
Ecart-type	7	11	0.02	0.03

Fam G : effort mesuré en daN avec le frein à main roue arrière gauche,
Tr D : transmissibilité calculée du côté de la roue arrière droite.

Le tableau suivant résume les résultats précédents en donnant les écarts en % entre les moyennes des forces de freinage avant et après rénovation par rapport à la moyenne avant rénovation pour chaque roue et pour chaque type d'essai.

	Ecart en %	Roue AVG	Roue AVD	Roue ARG	Roue ARD
Essais E/E		+ 4.4	+ 10.0	+ 5.5	- 8.5
Essais R/R		+ 14.4	+ 10.7	+ 8.7	+12.1
Essais Fam		-	-	+ 15.1	+ 12.9

Nous constatons une augmentation conséquente des efforts de freinage en mode roue par roue après rénovation des rouleaux ; en revanche en mode essieu par essieu cet effet est moins sensible surtout sur la roue bloquant en premier (côté gauche). De plus, nous notons que la capacité du freinage (en diminution) de la roue arrière droite s'est modifiée assez nettement en cours d'essai (à partir des essais 4 et 5 de la 1^{ère} configuration) ; cette modification ne permet pas d'analyser le déséquilibre sur l'essieu arrière.

De même, nous constatons une augmentation de la valeur de déséquilibre sur l'essieu avant après rénovation, toutefois il y a eu inversion de la hiérarchie des efforts entre le côté droit et le gauche en changeant de configuration ; la raison en est peut-être une adhérence un peu différente entre les deux côtés sur les rouleaux usés.

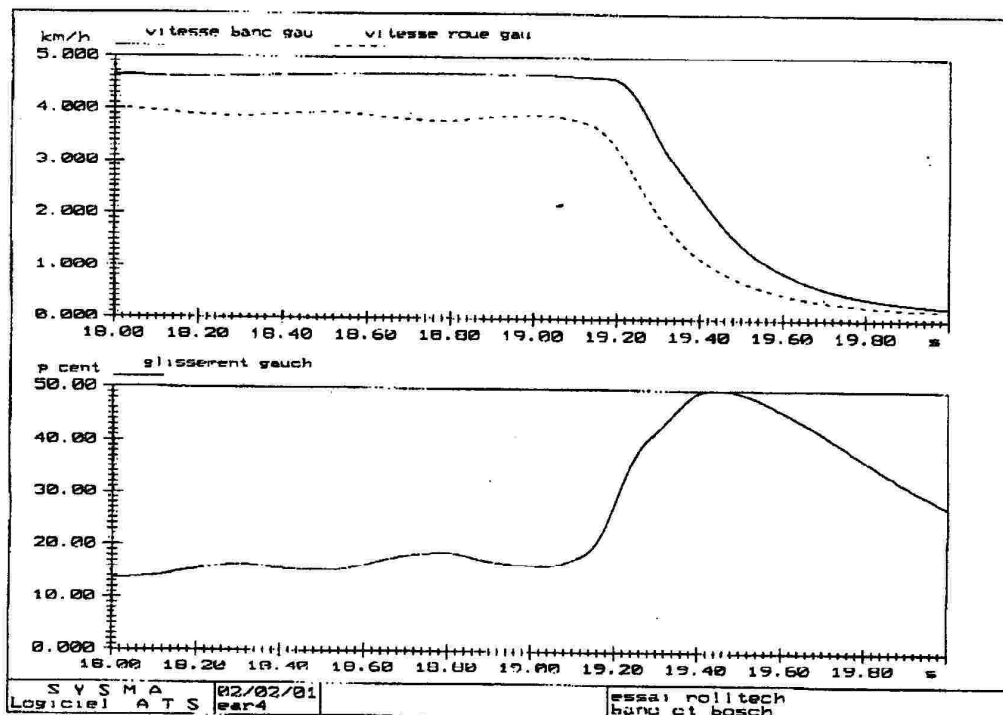
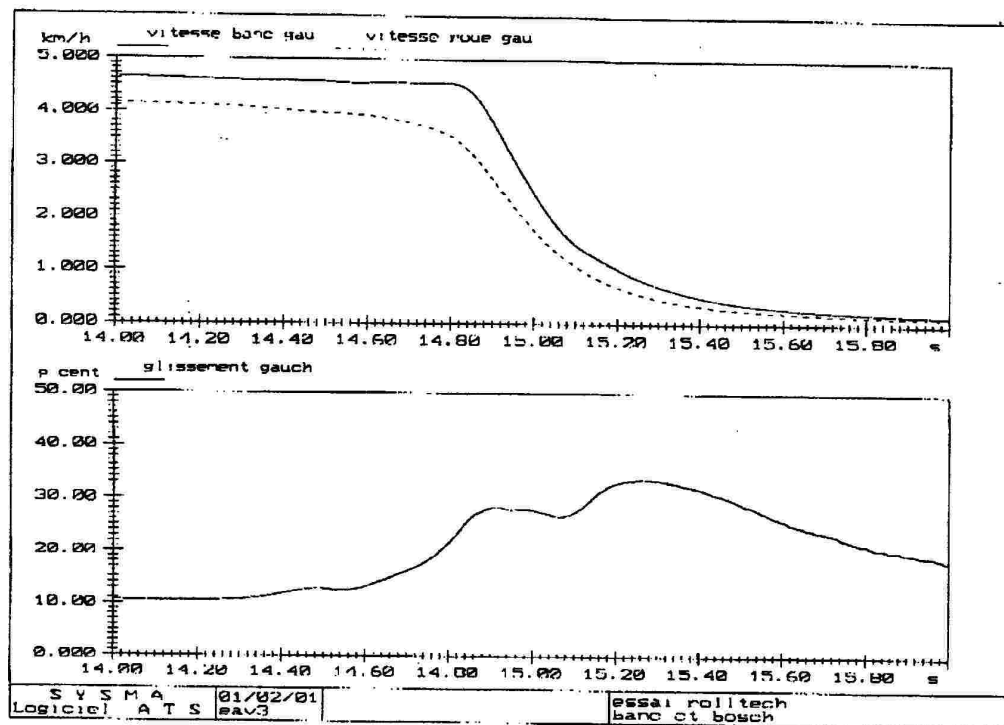
10 - ESSAIS DE GLISSEMENT.

Treize essais ont été menés consécutivement sur l'essieu avant pour le véhicule de type M1 avant et après rénovation des rouleaux en enregistrant les mesures de vitesse de rouleau et de vitesse de roue de la voiture (côté avant gauche) afin de déterminer les valeurs du glissement en fonction du temps.

Ci-dessous figure un tableau avec le calcul des valeurs de glissement mesurées au moment de la commande de l'arrêt des rouleaux du banc parmi les dix essais les plus proches de la moyenne.

avant rénovation	Glissement %	après rénovation	Glissement %
essai n°1	23.1	essai n°1	31.6
essai n°2	29.4	essai n°2	30.0
essai n°3	26.4	essai n°4	29.0
essai n°4	24.8	essai n°5	26.2
essai n°5	24.3	essai n°7	30.7
essai n°6	25.9	essai n°8	27.8
essai n°8	26.8	essai n°9	30.1
essai n°9	23.9	essai n°10	29.1
essai n°11	27.4	essai n°11	22.5
essai n°13	24.7	essai n°12	24.8
moyenne	25.7	moyenne	28.2
écart-type	1.9	écart-type	2.9

Une augmentation moyenne de 2.5% de la valeur du taux de glissement au moment de l'arrêt du banc est constatée après rénovation. Cet écart est peu significatif en regard de la valeur des écarts-type. Cependant, suite à l'analyse des courbes enregistrées (voir deux exemples page suivante : avant rénovation essai eav3, après rénovation essai ear4), nous observons un blocage plus rapide de la roue après rénovation des rouleaux durant la phase finale du freinage.



11 - CONCLUSION.

Le tableau suivant résume l'ensemble des résultats obtenus pour les essais effectués.

Type d'essai	Paramètres calculés	Avant rénovation	Après rénovation	Ecart (après-avant/après)
Mesures dimensionnelles	Diamètre moyen en mm	202.4	206.7	+ 2%
Essais dynamiques de répétabilité sur véhicule type N1 chargé à environ 1500 daN à l'essieu	Coefficient transmissibilité moyen en %	0.71	0.74	+ 4%
Essais dynamiques type contrôle technique sur véhicule type M1 en mode essieu par essieu	Force freinage totale en daN	1013	1049	+ 4%
Essais dynamiques type contrôle technique sur véhicule type M1 en mode roue par roue	Force freinage totale en daN	1133	1265	+ 12%
Essais dynamiques type contrôle technique sur véhicule type M1 sur frein à main (roue par roue)	Force freinage totale en daN	426	485	+ 14%
Essais dynamiques de glissement sur véhicule M1 chargé à environ 1000daN à l'essieu	Taux moyen de glissement en pour cent	26	28	+ 2%

Après rénovation (revêtement des rouleaux à l'état neuf) les performances des forces de freinage atteintes par les véhicules essayés par rapport à celles obtenues avec des rouleaux usés ont été systématiquement améliorées.

Les paramètres les plus significativement sensibles à la rénovation des rouleaux d'un freinomètre utilisé pour le contrôle périodique d'un véhicule sont les forces de freinage mesurées en mode roue par roue.