



Remblayage des tranchées et réfection des chaussées

AIDE MÉMOIRE

Extraits du Guide technique SETRA - LCPC - Réf. D 9441 - Prix : 120 F.

"Remblayage des tranchées et réfection des chaussées"

Cette plaquette est disponible par lot de 10 uniquement
sous la référence D 9674

- au bureau de vente des publications du SETRA
46, av. Aristide Briand - BP 100
92223 Bagneux Cedex - France
Tél. : 01 46 11 31 53 et 01 46 11 31 55
Fax : 01 46 11 33 55

- au service IST - Publications du LCPC
58, bd Lefebvre - 75732 Paris Cedex 15 - France
Tél. : 01 40 43 52 26 - Fax : 01 40 43 54 95

Prix de vente : 120 F le lot de 10 plaquettes

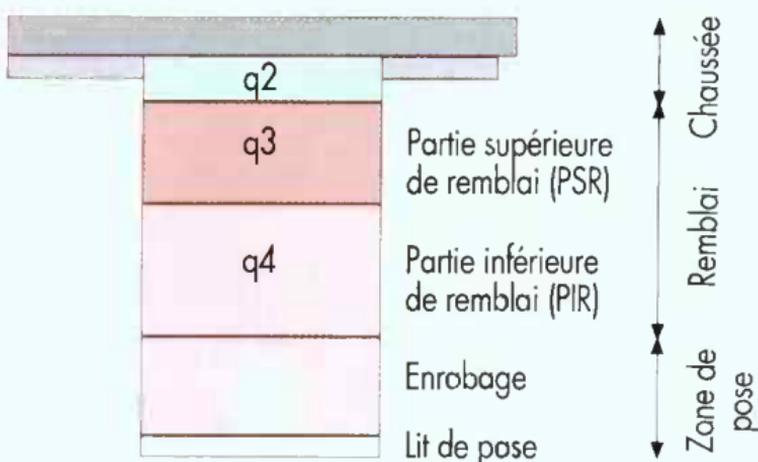


OBJECTIFS DE DENSIFICATION

q4	q3	q2
Éviter les tassements ultérieurs. Réaliser un bon épaulement des sals envirrannants	Effet d'enclume. Faciliter le compactage de la chaussée	Avoir des performances mécaniques correctes

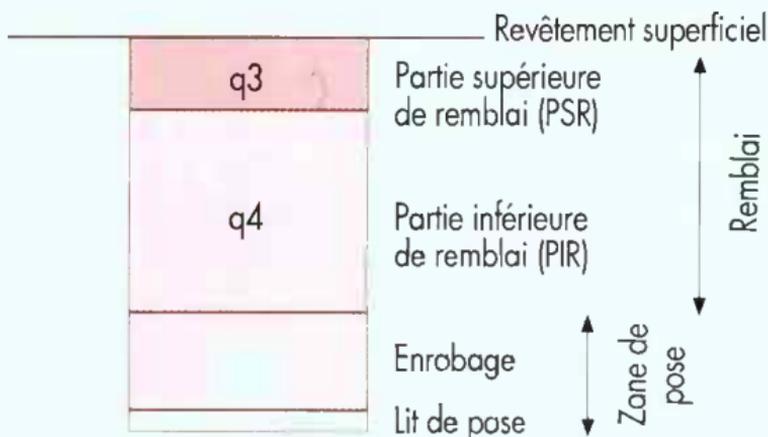
La coupe de la tranchée est faurnie avec la cammande du travail, elle est généralement imposée par le gestiannaire de la route. La coupe de tranchée s'inscrit dans les cas types suivants :

CAS TYPE I - TRANCHÉES SOUS CHAUSÉE



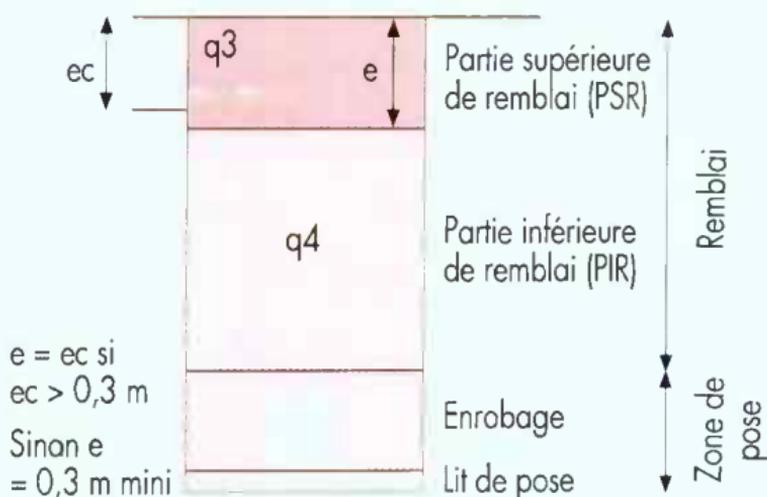
L'épaisseur de la structure de chaussée, dans l'hypothèse où elle est refaite à l'identique, est majorée de 10 % du fait de l'impossibilité de la rendre aussi compacte que la chaussée existante.

CAS TYPE II - TRANCHÉES SOUS TROTTOIR



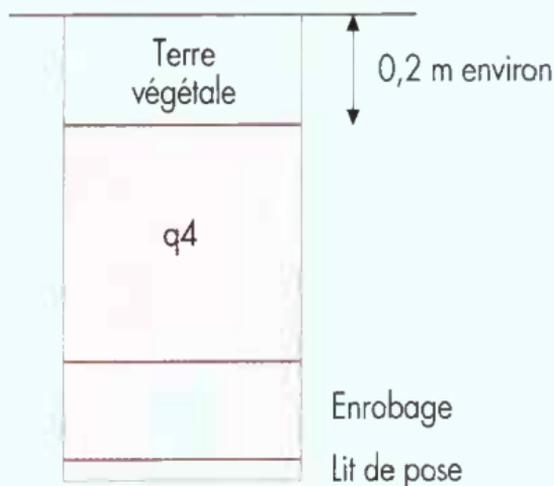
La structure du trottoir comparte pour trottoir non revêtu au minimum 0,15 m de grave bien graduée de banne portance compactée avec un abjectif de densification q3, pour trottoir revêtu d'une reconstruction à l'identique.

CAS TYPE III - TRANCHÉES SOUS ACCOTEMENT



La partie supérieure de remblai est réalisée avec un objectif q3 sur une épaisseur (e) égale à celle de la chaussée (ec) mais toujours avec un mini de 0,3 m. Les conditions relatives à l'enrobage et à la partie inférieure de remblai (q4) sont applicables.

CAS TYPE IV - TRANCHÉES SOUS ESPACE VERT



CAS PARTICULIER DES TRANCHÉES ÉTROITES ($L < 0,30$ m)

Les schémas des cas-types I à IV sont applicables pour la définition des zones à parer aux objectifs de densification q4, q3 ou q2. Le compactage peut être réalisé par des pilonneuses à plaque de frappe étroite ou des matériels spécifiques tels que les roues vibrantes étroites (voir guide).

MATÉRIAUX

MATÉRIAUX DE REMBLAI

Les matériaux de remblai sont classés conformément au Guide technique pour la réalisation des remblais et des couches de forme (GTR) et à la norme NF P 11-300.

- Les matériaux dont le D_{max} est supérieur au tiers de la largeur de la tranchée ne sont pas utilisables.
- Les matériaux dont le D_{max} est supérieur au deux tiers de l'épaisseur de la couche élémentaire autorisée pour le cas de compactage ne sont pas utilisables.
- Les matériaux à l'état très sec et très humide sont à exclure.
- Les matériaux gelés sont à exclure.
- Les matériaux gélifs sont à exclure dans la zone soumise au gel.
- Les sous-produits industriels ne seront utilisés qu'après une étude particulière.
- Il est courant d'utiliser pour le remblayage des matériaux plus au moins élaborés provenant de carrières (0/40, 0/80...) mais n'entrant pas dans les normes correspondant aux matériaux de chaussée. On les classe selon la difficulté de compactage.

Matériaux utilisables en remblayage de la partie supérieure de remblai (objectif de densification q3)

	• Sols	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
	Sols sableux et graveleux avec fines (non argileuses)	B1 ; B3	
	Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments	C1B1 ; C1B3 ; C2B1 ; C2B3 ; C1B4-C2B4 après élimination de la fraction, fine 0/d	
	Sols insensibles à l'eau	D1 ; D2 ; D3	
	• Matériaux rocheux		
	Craies	R11	
	Calcaires rocheux divers	R21 ; R22	R22 assimilé à C2B4
	Roches siliceuses	R41 ; R42	R42 assimilé à C2B4
	Roches magmatiques et métamorphiques	R61 ; R62	R62 assimilé à C2B4
	• Sous-produits industriels		
	Schistes houillers	F31	F31 assimilé à D3
	Mâchefers d'incinération des ordures ménagères	F61 ; F62. Se référer à la réglementation pour l'utilisation	F61 et F62 assimilés à B4
	Matériaux de démolition	F71	F71 assimilé à C2B4
	Laitiers de haut-fourneau	F8	Fonction du type d'obtention
	• Matériaux d'apport élaborés	Difficulté de compactage	
	Matériaux élaborés	DC1 ; DC2 ; DC3	

**Matériaux utilisables en partie inférieure de remblai
(objectif de densification q4)**

• Sols	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Sols fins	A1h ; A1m ; A1s ; A2h ; A2m	
Sols sableux et graveleux avec fines	B1 ; B2h ; B2m ; B2s ; B3 ; B4h ; B4m ; B4s ; B5h ; B5m ; B5s ; B6h ; B6m	
Sols comportant des fines et des gros éléments	C1A1h ; C1A1m ; C1A2h ; C1A2m ; C2A1h ; C2A1m ; C2A2h ; C2A2m ; C1B2h ; C1B2m ; C1B4h ; C1B4m ; C1B5h ; C1B5m ; C1B6h ; C1B6m ; C2B2h ; C2B2m ; C2B4h ; C2B4m ; C2B5h ; C2B5m ; C2B6h ; C2B6m	
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments	C1B1 ; C1B3 ; C2B1 ; C2B3	
Sols insensibles à l'eau	D1 ; D2 ; D3	
• Matériaux rocheux		
Craies	R11 ; R12h ; R12m ; R13h ; R13m	
Colcoires rocheux divers	R21 ; R22 ; R23	R22 et R23 assimilés à C2B4
Roches siliceuses	R41 ; R42 ; R43	R42 assimilé à C2B4 R43 assimilé à C1B1
Roches magmatiques et métamorphiques	R61 ; R62 ; R63	R62 et R63 assimilés à C2B4
• Sous-produits industriels		
Cendres volantes et de foyer silico-alumineuses de centrales thermiques	F2h ; F2m ; F2s	F2 assimilé à A1
Schistes houillers	F31 ; F32	F31 et F32 assimilés à D3
Schistes des mines de potasse	F41	F41 assimilé à B5
Mâchefers, incinération des ordures ménagères	F61 ; F62	F61 et F62 assimilés à B4
Matériaux de démolition	F71	F71 assimilé à C2B4
Laitiers de haut-fourneau	F8	Fonction du type d'obtention
• Matériaux d'apport élaborés		
Matériaux élaborés	DC1 ; DC2 ; DC3	

NF P 11-300

MATÉRIAUX DE CHAUSSÉE

Les matériaux de chaussée sont définis par leur difficulté de compactage appelée DC1, DC2 ou DC3 et principalement liée à l'indice de concassage IC.

(Objectif de densification q2)

Matériaux de chaussée	DC1	DC2	DC3
Graves non traitées sableuses peu concassées ou graves grenues entièrement roulées	IC < 60 %		
Graves non traitées grenues		IC < 80 %	IC > 80 %
Grave laitier	IC < 60 %	60 < IC < 100	IC = 100 %
Sable laitier et Sable ciment	Autre cas	Si % de sable concassé élevé	
Grave ciment	IC < 80 %	IC > 80 %	
Grave cendres volantes	IC < 80 %	IC > 80 %	
Béton bitumineux	IC < 60 %	60 < IC < 100	IC = 100 %
Graves bitumes	Autres cas	60 < IC < 100	IC = 100 %
Sable bitume	Autres cas	60 < IC < 100	IC = 100 %
Grave émulsion		IC < 80 %	IC > 80 %
Béton maigre	Sauf si w est faible		

**Correspondance entre épaisseurs de matériaux de chaussée
(voir guide : Dimensionnement des réfections)**

	GC	GCV	GPz	GL	SC(a)	SC(b)
à 1 cm de GB correspond	1,7 cm	1,5 cm	1,6 cm	1,6 cm	3,9 cm	2,8 cm

	SC(c)	SC(d)	SL(a)	SL(b)	SL(c)	SL(d)
à 1 cm de GB correspond	2,2 cm	1,7 cm	3,2 cm	2,7 cm	2,1 cm	1,6 cm

MATÉRIELS

Les matériels de compactage pour les tranchées font l'objet de la norme NF P 98-736 et de la norme NF P 98-705. L'annexe 4 du Guide technique "Remblayage des tranchées et réfection des chaussées" donne la liste et le classement des différents matériels proposés sur le marché.

COMPACTEURS VIBRANTS

La classification des compacteurs à cylindre vibrant de largeur de compactage < à 1,3 m est réalisée à partir du paramètre masse linéique M1/L exprimée en kg/cm et de la classe morphologique du compacteur (mono, tandems 1 ou 2 cylindres vibrants).

	Monocylindre (mono)	Tandem 1 cylindre vibrant (T1bv)	Tandem 2 cylindres vibrants (T2bv)
Conditions M1/L en kg/cm			
PV1	M1/L < 10	M1/L < 7,5	M1/L < 5
PV2	10 ≤ M1/L < 15	7,5 ≤ M1/L < 12,5	5 ≤ M1/L < 10
PV3	N'existe pas	12,5 < M1/L < 17,5	10 ≤ M1/L < 15
PV4	M1/L ≥ 15	M1/L ≥ 17,5	M1/L ≥ 15

PLAQUES VIBRANTES

La classification des plaques est réalisée à partir de la pression statique sous la semelle Mg/S exprimée en kilo-Pascal (kPa).

Classes	Conditions Mg/S en kPa
PQ1	Mg/S < 6
PQ2	6 ≤ Mg/S < 10
PQ3	10 ≤ Mg/S < 15
PQ4	Mg/S ≥ 15

PILONNEUSES

- Les **pilonneuses vibrantes PNi** : dont la course de la semelle est ≤ 10 cm et la fréquence ≥ 10 Hz.
- Les **pilonneuses à percussion PPi** : dont la course de la semelle est > 10 cm et la fréquence < 10 Hz.

La classification des pilonneuses est réalisée à partir de la masse M exprimée en kg. Les pilonneuses vibrantes équipées de plaque de frappe étroite conservent la même classe d'efficacité que le modèle standard.

Pilonneuses vibrantes		Pilonneuses à percussion	
Classes	M en kg	Classes	M en kg
PN0	M < 40	PP1	M < 80
PN1	40 ≤ M < 60		
PN2	60 ≤ M < 80	PP2	M ≥ 80
PN3	M ≥ 80		

MATÉRIELS SPÉCIFIQUES : voir le Guide technique pour la réalisation des remblais et des couches de forme.

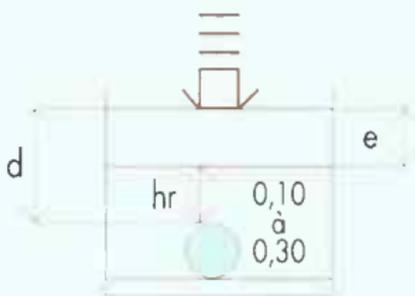
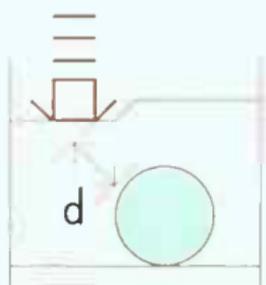
CONDITIONS DE COMPACTAGE

PRÉCAUTIONS À PRENDRE

● **Distances minimales** à respecter entre la partie active du compacteur et la canalisation (neuve)

Classe de compacteur	PV1-PV2-PV3- PQ1-PQ2 PN0-PN1-PP1	PV4- PQ3-PQ4 PN2-PN3	PP2
d(m)	0,25	0,40	0,55*

(*) L'utilisation des pilonneuses PP2 est à considérer avec prudence au-dessus des canalisations.



Le matériau d'enrobage recouvre généralement la canalisation d'une épaisseur de 0,10 m. Dans le cas où la hauteur de recouvrement (hr) est supérieure à 0,10 m (jusqu'à un maximum de 0,30 m sur l'ensemble des cas), la première couche de matériau mise en œuvre aura une épaisseur e telle que :

$$e = d - hr$$

● Foisonnement

Les coefficients de foisonnement pour déterminer l'épaisseur de matériau à régaler avant compactage varient pour les sols de 1,1 à 1,3. Des valeurs plus précises peuvent être données par les laboratoires routiers.

TABLEAUX DE COMPACTAGE

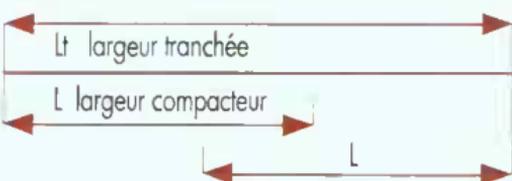
e	épaisseur maximale (en cm) e des couches après compactage
Q/L	débit théorique (en m ³ /h/m) Q par unité de largeur de compactage (L),
n	valeur du nombre de passes n à réaliser par couche
V	pour une vitesse moyenne (en km/h) V du matériel et pour l'épaisseur maximale.

– Une passe correspond soit à un aller soit à un retour.

– Les valeurs réelles d'épaisseur de couches sur chantier doivent être inférieures ou égales à l'épaisseur maximale préconisée.

k1 : coefficient de rendement qui varie de 0,5 à 0,8.

k2 : coefficient dû au balayage, en tenant compte de la largeur de tranchée par rapport à la largeur du compacteur.



$$k2 = Lt/aL \text{ avec } a \text{ entier immédiatement } > \text{ à } Lt/L$$

● Calcul du débit

Le débit réel pratique d'un compactage donné permet par comparaison avec la cadence du chantier, de déterminer le nombre de compacteurs nécessaires. À défaut de cette vérification, il y a risque d'insuffisance de compactage par manque de matériel sur le chantier.

$$Q_{\text{compacteur}} = k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{Q}{L} \cdot L \geq \frac{Q_{\text{remblayage}}}{N_c}$$

N_c étant le nombre de compacteurs identiques.

Les tableaux suivants donnent les conditions de compactage pour les divers objectifs q_2 , q_3 , q_4 . Pour les cases sans données, le compacteur est inadapté au cas considéré.

Dans les tableaux on ne trouve que les matériels qui sont adaptés au cas de compactage.

Les matériels spécifiques qui ont fait l'objet d'essais disposent de fiches techniques individuelles (voir le Guide de remblayage des tranchées).

Modalités de compactage en partie supérieure de remblai (objectif de densification q_3)

Nature	État (*)		PV	PV	PV	PQ	PQ	PQ	PN	PN	PN	PP
			2	3	4	2	3	4	1	2	3	2
B1-B3 C1B1 C1B3-D1 D2-D3-F31	e Q/L n V		15 20 10 1.3	20 30 9 1.3	25 45 8 1.5	15 15 10 1.0	20 25 8 1.0	30 40 8 1.0	20 30 6 0.9	25 40 6 0.9	30 45 6 0.9	25 15 6 0.4
C2B1 C2B3 R21-R41 R61	e Q/L n V			15 25 8 1.3	20 40 8 1.5		15 15 10 1.0	20 25 8 1.0	15 15 8 0.9	20 25 8 0.9	20 30 6 0.9	20 10 8 0.4
C1B4-C2B4 élimination fraction fine R22-R42 R62-F71	e Q/L n V			15 25 8 1.3	20 40 8 1.5	15 15 10 1.0	20 20 10 1.0	20 30 7 1.0	15 25 6 0.9	20 30 6 0.9	25 40 6 0.9	20 15 6 0.4
R11	e Q/L n V							15 15 10 1.0		15 15 10 0.9	20 20 10 0.9	
[DC1]	e Q/L n V		20 25 10 1.3	25 40 8 1.3	30 65 7 1.5	20 20 10 1.0	30 40 8 1.0	35 50 7 1.0	25 30 8 0.9	30 45 6 0.9	35 55 6 0.9	
[DC2]	e Q/L n V		15 20 10 1.3	20 30 9 1.3	25 45 8 1.5	15 15 10 1.0	20 25 8 1.0	30 40 8 1.0	15 25 6 0.9	25 40 6 0.9	30 45 6 0.9	
[DC3]	e Q/L n V			15 20 10 1.3	15 30 8 1.5		15 15 10 1.0	20 25 8 1.0	15 15 10 0.9	20 20 10 0.9	20 25 7 0.9	

(*) quel que soit l'état h, m et s

Partie inférieure de remblai : (objectif de densification q4)

Nature	État		PV1	PV2	PV3	PV4	PQ1	PQ2	PQ3	PQ4	PN0	PN1	PN2	PN3	PP1	PP2	
B1-B3-R43 / C1B1-C1B3 D1-D2-D3 F31-F32 [DC1-DC2]	h,m,s	e	15	20	25	30	15	25	40	55	20	305	45	55	15	40	
		Q/L	40	50	65	115	25	40	65	90	35	65	80	100	20	55	
		n	5	5	5	4	6	6	6	6	6	5	5	5	5	3	3
		V	1.3	1.3	1.3	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.4	0.4
C2B1-C2B3 R21-R41 R61 [DC3]	h,m,s	e		15	20	25		20	30	40		20	30	40		30	
		Q/L		40	50	75		25	50	65		35	55	70		30	
		n		5	5	5		8	6	6		5	5	5		4	
		V		1.3	1.3	1.5		1.0	1.0	1.0		0.9	0.9	0.9		0.4	
B2-B4 C1B2-C1B4 F61-F62	h	e	15	20	25	30	15	25	30	40	20	30	35	45	20	40	
		Q/L	65	85	110	150	50	85	150	200	90	135	160	205	40	80	
		n	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	
	m	e		15	20	25		20	25	35	15	20	25	35	15	30	
		Q/L		50	65	95		35	50	90	45	60	75	105	20	40	
		n		4	4	4		6	5	4	3	3	3	3	3	3	
	s (1)	e		15	15	20			20	30			15	20	30		20
		Q/L		30	40	60			20	50			25	30	45		15
		n		7	5	5			10	6			6	6	6		6
A1-B5 C1A1-C1B5 C2A1-C2B2 C2B4-C2B5 F2-F41 F71-R22 R23-R42 R62-R63	h	e			20	25			15	20		15	20	25		20	
		Q/L			65	125			30	65		45	60	75		25	
		n			4	3			5	3		3	3	3		3	
	m	e			15	20				15		15	15	20		15	
		Q/L			40	60				30		25	35	45		15	
		n			5	5				5		6	4	4		4	
	s (2)	e				15									15		
		Q/L				30									25		
		n				7									6		
A2-B6 C1A2-C1B6 C2A2-C2B6	h	e				20				15			15	20		15	
		Q/L				100				30			45	60		20	
		n				3				5			3	3		3	
	m	e				15									15		
		Q/L				45									35		
		n				5									4		
	s	e															
		Q/L															
		n															
R11-R12 R13	h,m	e				15				20		15	20	25		20	
		Q/L				45				25		15	30	40		15	
		n				5				8		8	6	6		6	
		V				1.5				1.0		0.9	0.9	0.9		0.4	

(1) sauf C1Bi à l'état s

(2) sauf sols C1, C2 en s

**Modalités de compactage en assises de chaussées
(objectif de densification q2)**

Difficulté de compactage		PV	PV	PV	PQ	PQ	PQ	PN	PN	PN
		2	3	4	2	3	4	1	2	3
[DC1]	e	15	20	30	15	25	30	20	25	30
	Q/L	15	25	45	15	25	40	25	30	40
	n	12	10	10	10	10	8	8	8	7
	V	1.3	1.3	1.5	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9
[DC2]	e	15	20	25	15	20	25	15	20	25
	Q/L	10	20	30	10	15	25	15	20	30
	n	16	14	12	14	12	10	10	9	8
	V	1.3	1.3	1.5	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9
[DC3]	e		15	20		15	20		15	20
	Q/L		10	20		10	15		15	20
	n		16	16		14	12		10	10
	V		1.3	1.5		1.0	1.0		0.9	0.9

**Modalités de compactage en couche de roulement
Température de mise en œuvre 130 °C**

Nature		PV2	PV3	PV4	PQ3	PQ4	Commentaire
B B type entretien	e	8	8	8	8	8	Le nombre de passes ne change pas avec e
	Q/L	7	13	24	6	10	
	n	14	8	5	14	8	
	V	1.3	1.3	1.5	1.0	1.0	

**Modalités de compactage
pour les enduits superficiels**

Type d'enduit	Nombre de passes
Monocouche	3 à 5 passes
Monacauche double gravillonnage	1 passe sur le 10/14 pour l'incruster puis compactage du 4/6
Bicouche	1 passe sur la première couche, 3 à 5 passes sur la deuxième

Le compactage s'effectue à l'aide d'un compacteur à bondage lisse, non vibrant pour éviter l'écrasement des grains.