



Ministère de l'Équipement,
des Transports
et du Tourisme

Remblayage des tranchées et réfection des chaussées



Guide technique



Page laissée blanche intentionnellement

Remblayage des tranchées

et réfection des chaussées

Guide technique

Mai 1994

Document réalisé par :



Le LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES
58, boulevard Lefebvre - 75732 PARIS CEDEX 15 - FRANCE
Tél. : (1) 40 43 50 00 - Télécopieur : (1) 40 43 54 98 - Télex LCPARI 200361F
et



Le SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES
Centre de la Sécurité et des Techniques Routières
46, avenue Aristide Briand - B.P. 100 - 92223 BAGNEUX - FRANCE
Tél. : (1) 46 11 31 31 - Télécopieur : (1) 46 11 31 69

Ce guide technique pour "le remblayage des tranchées et la réfection des chaussées" est le fruit d'un travail collectif qui a associé des représentants des maîtres d'oeuvre, des concessionnaires, des syndicats d'entrepreneurs, d'entreprises, de fabricants de matériels et des spécialistes du réseau technique du Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme (METT).

Le groupe de travail constitué pour élaborer le présent document était composé de :

Mme	BONIFACE	EDF-GDF SERVICES/STE Paris
MM	ALARCON	FRANCE TELECOM / ONSLV Montpellier
	BAZILLE	WACKER FRANCE Paris
	BEAUJAULT	EDF GDF SERVICES Cergy
	BETCHEL	Communauté Urbaine Strasbourg
	BRIATTE	SOCIETE COLAS Rhône-Alpes Lyon
	DE PILLOT	CETE Lyon / D.E.S. Lyon
	DEBRANDERE	LR Lille
	DEFIX	CETE Normandie Centre / DESGI Rouen
	FERRER	FRANCE TELECOM Lyon
	FEVRE	CETE Normandie Centre / LR Rouen
	FOURNIRET	SADE Rouen
	FROUMENTIN	CETE Normandie Centre / CER Rouen
	GALARD	SADE Paris
	GAVALDA	CETE Normandie Centre / Rouen
	GAYRAUD	FRANCE TELECOM ONSLV Montpellier
	GENRE	S.E.T.R.A / CSTR Bagnaux
	GIERSCH	D.D.A.F. Strasbourg
	GILOPPE	CETE Normandie-Centre / DESGI Rouen
	HASSINE	SADE Paris
	HAVARD	LR Angers
	JOUBERT	SETRA Bagnaux
	KLEIN	DDAF Erstein
	LOUIS	DDAF Selestat
	MARRON	Communauté Urbaine de Lyon
	MATHIEU-GUERARD	CEMAGREF Aix-en-Provence
	MESLIN	COCHERY BOURDIN CHAUSSE Paris
	MOREL	CETE Normandie Centre / CER Rouen
	PINEAU	DDE/Subdivision Angers Est
	QUIBEL	CETE Normandie Centre / CER Rouen
	RANJARD	EDF-GDF Rouen
	RENAUD	FRANCE TELECOM ONSLV Paris
	ROUVROY	FRANCE TELECOM Rouen
	SCHAEFFNER	LCPC Paris
	THONIER	FNTF Paris
	VILLAIN	DDAF Caen

La rédaction et la mise en forme ont été assurées par :

MM	DEFIX	CETE Normandie Centre / DESGI
	DE PILLOT	CETE Lyon / DES
	FROUMENTIN	CETE Normandie Centre / CER
	GAVALDA	CETE Normandie Centre / DESGI
	GENRE	SETRA / CSTR Bagnaux
	GILOPPE	CETE Normandie Centre / DESGI
	QUIBEL	CETE Normandie Centre / CER

Préambule

Si les techniques de mise en place des réseaux sans ouverture se développent de plus en plus (fonçage, tunnelier...) et permettent de répondre aux préoccupations des riverains et des usagers (moindre nuisance, moindre gêne lors des travaux) il n'en reste pas moins qu'un linéaire important de tranchées est réalisé chaque année.

La qualité des travaux en tranchée dépend pour une bonne part de la qualité du compactage, compactage dont l'objectif est :

- d'éviter les tassements ultérieurs,
- d'éviter les différences de perméabilité trop importantes,
- d'assurer une bonne tenue mécanique de la tranchée, et de l'ancienne chaussée.

Le présent document est le fruit des réflexions d'un groupe de travail interprofessionnel, réunissant des entreprises, des gestionnaires de voirie, des concessionnaires, des occupants de droit du domaine public, des organismes techniques, et s'attache à définir des règles techniques de remblayage et de compactage en cohérence avec les documents publiés ou en cours d'élaboration (norme tranchée [1], GTR* [2], norme trafic [3], normes matériel [4]...).

La nécessité de préserver les ressources en matériaux nobles et l'environnement incite les gestionnaires de voirie à trouver des solutions techniques permettant la réutilisation des matériaux du site, le document propose donc des solutions pour l'emploi de la majorité des matériaux répertoriés.

Ce guide technique dont l'objectif assigné est de traiter du compactage, des réfections de chaussées et des contrôles dans un esprit proche de l'ancienne "note technique sur le compactage des remblais de tranchées" sera complété dans un deuxième temps par un document plus généraliste traitant des problèmes spécifiques à la réalisation des tranchées.

* *guide technique pour la réalisation des remblais et des couches de forme.*

Abréviations ~ Notations

Notations utilisées dans le document

Abréviations

CER	Centre d'Expérimentation Routière
CETE	Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement
LCPC	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
LRPC	Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées
SETRA	Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes
th	très humide
h	humide
m	moyen
s	sec
ts	très sec
IC	indice de concassage
HS	hauteur au sable
CU	charge utile
PL	poids lourd
PTAC	poids total autorisé en charge
BAC	béton armé continu
BB	béton bitumineux
BBM	béton bitumineux mince
BBME	béton bitumineux à module élevé
BBTM	béton bitumineux très mince
BBUM	béton bitumineux ultra mince
BC	béton de ciment
BCc	béton de ciment compacté
BCg	béton de ciment goujonné
BCR	béton compacté routier
Bm	béton maigre
ECF	enrobé coulé à froid
ED	enrobé drainant
EME	enrobé à module élevé
ES	enduit superficiel
GB	grave bitume
GC	grave ciment
GCV	grave cendres volantes
GE	grave émulsion
GH	grave traitée aux liants hydrauliques
GL	grave laitier
GNT	grave non traitée
GPz	grave pouzzolanes chaux
GRH	grave recomposée humidifiée
LTCC	limon traité chaux ciment
PSR	partie supérieure du remblai
PIR	partie inférieure du remblai
SC(a)	sable traité au ciment de classe mécanique α
SH	sable traité aux liants hydrauliques
SL(a)	sable traité au laitier de classe mécanique α

Symbole des paramètres de classification des matériaux

CBR	indice portant californien
DG	coefficient de dégradabilité
ES	équivalent de sable
FS	friabilité des sables
FR	coefficient de fragmentabilité
Ic	indice de consistance
Ip	indice de plasticité
IPi	indice portant immédiat
LA	coefficient Los Angeles
MDE	Micro Deval humide
VBS	valeur de bleu de méthylène du sol
W	teneur en eau
W _p	limite de plasticité
WI	limite de liquidité
W _{OPN}	teneur en eau à l'optimum proctor normal
ρ _{dm}	masse volumique sèche moyenne
ρ _{dOPN}	masse volumique à l'optimum Proctor normal
ρ _{dOPM}	masse volumique à l'optimum Proctor modifié

Symbole des paramètres de compactage

emax	épaisseur maximale des couches après compactage
Q/L	débit par unité de largeur
n	nombre de passes
v	vitesse moyenne de translation des compacteurs
qi	objectif de densification
ρ _d	masse volumique du sol sec
ρ _{dm}	masse volumique moyenne du sol sec
ρ _{dfc}	masse volumique fond de couche du sol sec
DCi	difficulté de compactage
Ti	trafic $i \geq 3$
ti	trafic $i \leq 3$
T1bv	tandem 1 cylindre vibrant
T2bv	tandem 2 cylindres vibrants
PQi	plaques vibrantes
PNi	pilonneuses vibrantes
PPi	pilonneuses à percussion
PVi	petit compacteur vibrant mono cylindre
M	masse opérationnelle de la machine
M1/L	masse linéique
Lt	largeur de la tranchée
WI	largeur hors tout du matériel
Wi	largeur de compactage
	• AV ou AR pour les rouleaux
	• avec ou sans élargisseurs pour les plaques
S	surface en contact avec le sol
Nc	nombre de compacteurs différents

Sommaire

	Pages
I - PRESENTATION	7
I.1 - POURQUOI UN NOUVEAU GUIDE TECHNIQUE POUR LE REMBLAYAGE DES TRANCHEES ?	7
I.2 - DEMARCHE ADOPTEE DANS LE DOCUMENT	7
I.3 - DOMAINE ET CONDITIONS D'APPLICATION	8
II - APPLICATION DES OBJECTIFS DE DENSIFICATION	11
II.1 - OBJECTIFS DE DENSIFICATION	11
II.2 - PRESCRIPTIONS RELATIVES A L'ENSEMBLE DES CAS TYPES	12
II.3 - MATERIAUX UTILISABLES ET EPAISSEUR EN q ³	14
II.4 - CAS TYPES	15
III - MATERIAUX UTILISABLES POUR LE REMBLAYAGE DES TRANCHEES	19
III.1 - PRINCIPE DE LA CLASSIFICATION NF P 11-300	19
III.2 - MATERIAUX UTILISABLES POUR LE REMBLAYAGE DES TRANCHEES	19
III.3 - TABLEAUX D'UTILISATION DES MATERIAUX EN PARTIE INFERIEURE ET SUPERIEURE DE REMBLAI	21
III.4 - PARTICULARITES	22
IV - REFECTION DES CHAUSSEES	25
IV.1 - PRINCIPES GENERAUX	25
IV.2 - TRAFIC	25
IV.3 - DIFFICULTES DE COMPACTAGE	25
IV.4 - LES TECHNIQUES DE REFECTION	27
IV.5 - PROPOSITION D'UN PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT	29
V - CLASSEMENT DES MATERIELS	35
V.1 - COMPACTEURS VIBRANTS	35
V.2 - PLAQUES VIBRANTES	36
V.3 - PILONNEUSES	38
V.4 - MATERIELS SPECIFIQUES	39
VI - MODALITES DE COMPACTAGE	41
VI.1 - PRESENTATION	41
VI.2 - LECTURE DES TABLEAUX	41
VI.3 - UTILISATION DES TABLEAUX ET COMMENTAIRES	44
VII - ASSURANCE DE LA QUALITE	49
VII.1 - LA DEMARCHE	49
VII.2 - L'APPLICATION OPERATIONNELLE DE LA DEMARCHE D'ASSURANCE DE LA QUALITE	53
VII.3 - METHODES ET INTERPRETATION DES CONTROLES	53
REFERENCES NORMATIVES ET BIBLIOGRAPHIQUES	58
ANNEXE 1 - CLASSIFICATION DES SOLS	61
ANNEXE 2 - MATERIAUX DE CHAUSSEES	74
ANNEXE 3 - FICHES DE CHANTIER	
ANNEXE 4 - MATERIELS DE COMPACTAGE	

Page laissée blanche intentionnellement

Présentation

I - PRÉSENTATION

I.1 - Pourquoi un nouveau guide technique pour le remblayage des tranchées ?

Publiée en 1981, la "Note technique sur le compactage des remblais de tranchées" a rencontré un vif succès, et fait l'objet de nombreuses sessions de formation tant parmi les services de l'Équipement qu'auprès des concessionnaires, permissionnaires, des occupants de droit du domaine public, des services techniques des villes, des constructeurs de matériel et des entrepreneurs.

L'objectif du document était de répondre aux cas de compactage non répertoriés dans les documents habituels de terrassement, en particulier les travaux réalisés avec des petits matériels de compactage, et d'inciter dans la mesure du possible à réutiliser les matériaux extraits.

Dix années d'expérience qui ont confirmé la nécessité du compactage pour éviter les désordres ultérieurs, la refonte de la RTR (Recommandation pour les Terrassements Routiers), l'évolution du parc des matériels, la nécessité de couvrir le domaine des tranchées étroites et le développement des moyens de contrôle ont concouru à la révision de la note technique.

Le guide technique sur le remblayage des tranchées intègre donc :

- le GTR qui répertorie de façon plus précise les différentes classes de matériaux,
- une définition plus rigoureuse du compactage qui prend en compte la densité moyenne et la densité fond de couche,
- une approche plus fine des techniques de réfection de chaussée,
- l'évolution du parc des matériels de compactage,
- l'évolution des techniques de contrôle, en particulier les contrôles pénétrométriques,
- les matériels et les techniques de compactage des tranchées étroites.

I.2 - Démarche adoptée dans le document

L'objectif du document est de donner des solutions techniques :

- sur le choix des objectifs de densification, en fonction des cas types, (cf chap II-4),
- sur le compactage en fonction des objectifs de densification, des matériaux et du matériel,
- sur le choix des réfections de chaussée en fonction de la structure existante,
- sur la mise en place de l'assurance qualité.

REMARQUE :

Le chapitre VII Assurance de la Qualité pourra utilement être consulté pour la rédaction des "chartes qualité" dans le cadre des travaux de tranchées.

Présentation

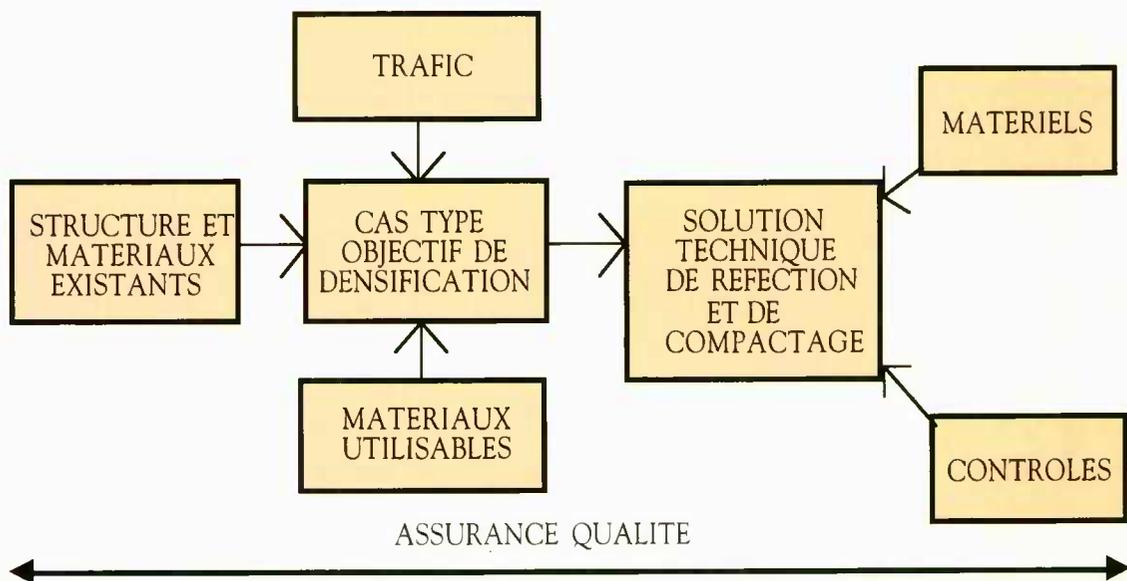


Figure 1.1 - Schéma de la démarche

Pour le remblayage, la méthode suivie est analogue à celle du GTR. Seul le rapport Q/L diffère (Q/S pour le GTR), il est en effet mieux adapté au cas des petits matériels du fait de la difficulté à mesurer les distances parcourues, et de la variabilité de la vitesse de translation.

Le chapitre IV réfection des chaussées définit en fonction des structures de chaussée existantes le type de matériaux utilisables et le dimensionnement à adopter.

Le chapitre VII "assurance de la qualité", outre les vérifications classiques concernant le compactage, présente une démarche qualité appliquée aux tranchées.

I.3 - Domaine et conditions d'application

L'utilisation du présent document est à envisager :

- pour l'élaboration des projets (cf annexe 3),
- pour la réalisation des chantiers ayant fait l'objet d'un projet,
- pour les travaux urgents en essayant de maîtriser le maximum de paramètres (sols, matériels, qualité).

Le document concerne le compactage des remblais de tranchées d'une largeur supérieure ou égale à 0,10 m, ce qui permet de prendre en compte la plupart des tranchées étroites. Les ouvrages considérés peuvent se situer sous chaussées, sous trottoirs ou sous accotements.

Des objectifs de densification différents sont fixés en fonction de l'implantation de la tranchée, du rôle des différentes couches et de la qualité des matériaux considérés pour chacune de ces couches.

Présentation

La partie supérieure du remblai de tranchée (PSR), que l'on peut comparer à une couche de forme, bien que son rôle diffère dans le cadre des travaux de tranchée par rapport à celui joué pour les travaux de terrassement (pas de circulation de chantier) doit être portée à un objectif de densification q3 (cf chapitre II).

Sous chaussée, la partie supérieure de remblai en q3 offre un support suffisamment rigide permettant de compacter efficacement les assises. Pour les trottoirs non revêtus, elle offre une surface stable permettant une circulation correcte des piétons. Pour les trottoirs revêtus, elle permet une mise en place correcte de la couche de surface.

Sous accotement, le choix de la réfection est fonction de la position de la tranchée par rapport à la rive de chaussée. Pour les tranchées proches de la rive ou lorsque l'accotement est susceptible de supporter des charges lourdes, on se reportera au cas type I (cf chapitre II), s'il ne supporte pas de charge lourde, on optera pour l'objectif de densification q3 en partie supérieure sur une épaisseur égale à l'épaisseur du corps de chaussée avec un minimum de 0,30 m et un objectif de densification q4 pour la partie inférieure du remblai (PIR).

Les endroits autres que les chaussées pour lesquels il semble logique de prendre en compte l'influence de charges lourdes (trottoirs au droit de sorties de cour, bande d'arrêt d'urgence) sont à traiter au niveau du cas type I.

En ce qui concerne la réutilisation des sols extraits, il est nécessaire :

- que le matériau extrait soit identifié si possible avant le lancement du chantier, et dans tous les cas avant le réemploi,
- qu'il soit utilisable pour l'objectif de densification retenu (nature, état),
- que le matériau présente une certaine homogénéité, aussi bien dans le sens vertical que dans le sens horizontal afin de prescrire des conditions de compactage réalistes.

REMARQUE :

Il est important de noter que les prescriptions de compactage présentées dans ce document sont applicables dans tous les types de travaux nécessitant l'utilisation de petits matériels de compactage tels que la réalisation des remblais contigus aux ouvrages d'art, aux buses métalliques souples, aux épaulements, et en général pour toutes les zones difficiles d'accès.

Page laissée blanche intentionnellement

Objectifs de densification

II - APPLICATION DES OBJECTIFS DE DENSIFICATION

II.1 - Objectifs de densification

Les objectifs de densification sont fonction du rôle de la couche compactée.

Les objectifs q1 et q2 sont définis dans la norme NF P 98-115 [5].

Les objectifs q3 et q4 sont définis dans la norme NF P 98-331 [1].

Pour une couche donnée, il convient de respecter deux critères, une valeur minimale de masse volumique moyenne (ρ_{dm}), et une valeur minimale de masse volumique en fond de couche (ρ_{dfc}). La masse volumique en fond de couche est par définition celle existant à la cote 4 cm au-dessus de l'interface avec la couche sous-jacente, mesurée sur une tranche de 8 cm d'épaisseur.

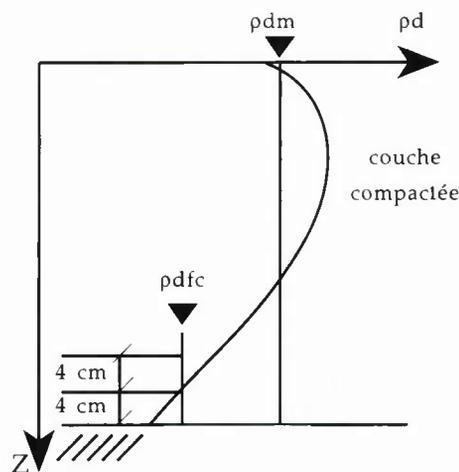


Figure 2.1 Variation de la masse volumique sèche sur la hauteur de la couche compactée

On distingue par ordre d'exigence croissante, les objectifs de densification ci-après, qui ont servi de base à l'élaboration des tableaux de compactage :

Objectif de densification q4 : Il s'applique aux parties inférieures de remblai et aux parties supérieures de remblai non sollicitées par des charges lourdes, ainsi qu'à la zone d'enrobage (sauf stipulations particulières contraires).

$$\begin{array}{ll} \rho_{dm} = 95 \% & \rho_{dOPN} \\ \rho_{dfc} = 92 \% & \rho_{dOPN} \end{array}$$

Objectif de densification q3 : Il s'applique aux parties supérieures de remblai subissant des sollicitations dues à l'action du trafic et à la couche sous la surface dans les cas sans charges lourdes.

$$\begin{array}{ll} \rho_{dm} = 98,5 \% & \rho_{dOPN} \\ \rho_{dfc} = 96 \% & \rho_{dOPN} \end{array}$$

Objectif de densification q2 : Il s'applique aux couches d'assises de chaussées.

$$\begin{array}{ll} \rho_{dm} = 97 \% & \rho_{dOPM} \\ \rho_{dfc} = 95 \% & \rho_{dOPM} \end{array}$$

Objectifs de densification

Le niveau q1 n'est pas réalisable avec les petits matériels de compactage.

Les figures 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 décrivent le positionnement des objectifs de densification dans les cas types recensés.

REMARQUE :

Les densités OPN (Optimum Proctor Normal) et OPM (Optimum Proctor Modifié) sont des références réalisées en laboratoire pour un type de matériau donné.

II.2 - Prescriptions relatives à l'ensemble des cas types

Le fond de la tranchée est compacté par 2 passes de compacteur de géométrie appropriée permettant d'assurer la stabilité et la planéité du fond de la tranchée.

L'enrobage de la canalisation est réalisé avec des matériaux non susceptibles d'être entraînés hydrauliquement lorsque ce risque existe. Le lit de pose n'est généralement pas compacté. Suivant le diamètre de la conduite (supérieur ou inférieur à ϕ 400), le lit de pose et l'enrobage sont réalisés en deux fois ou en une seule fois. L'objectif de densification est q4. Le remblayage de l'assise est entrepris avec soin en poussant les matériaux sous les flancs de la canalisation afin de ne pas laisser de cavité. Le fichage à l'eau est une opération facilitante (mise en place des matériaux par entraînement hydraulique), mais qui ne suffit pas pour l'obtention d'une qualité q4. La qualité obtenue peut être améliorée lorsque le compactage de la couche supérieure est effectué alors que le matériau fiché à l'eau est encore dans un état humide. Le fichage ne peut être entrepris que sur les matériaux non argileux.

Le passage des compacteurs doit être réalisé à une distance raisonnable de la conduite. A titre indicatif, les distances minimales à respecter entre génératrice et partie active du compacteur pour des canalisations neuves sont données dans le tableau 2.1.

Tableau 2.1 - Distance minimale à respecter entre la canalisation et la partie active du compacteur

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

(*) L'utilisation des pilonneuses PP2, matériel engendrant des contraintes importantes est à considérer avec prudence au-dessus des canalisations.

Objectifs de densification

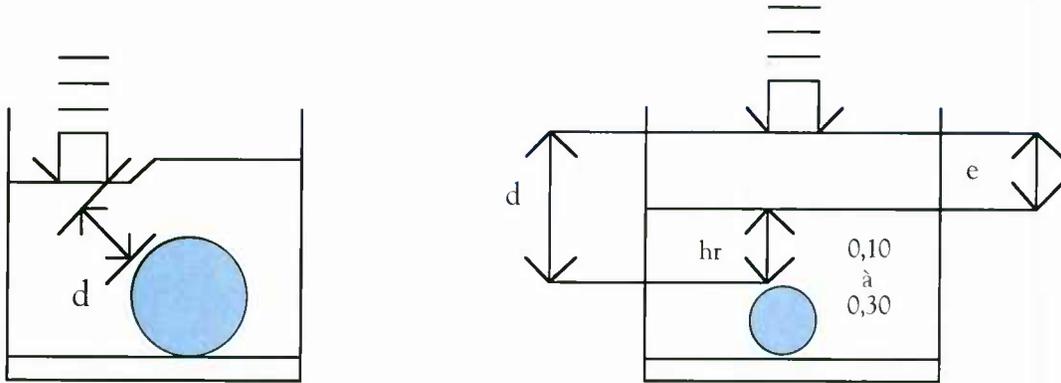


Figure 2.2 - Définition de la distance minimale d

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 oeuvre au-dessus aura une épaisseur e telle que (cf figure 2.2) :

$$e = d - hr$$

Le nombre de passes reste celui indiqué dans les tableaux de compactage.

Le choix de matériaux faciles à compacter rend plus aisée l'application de cette règle, tout en respectant les tableaux de compactage pour le cas des points singuliers (branchement, etc...).

La position des interfaces de couches doit être conjuguée avec celle des dispositifs avertisseurs normalisés (NF T 54-080) [6].

La Partie Supérieure de Remblai (P.S.R) avec un objectif de densification q_3 est réalisée en matériaux garantissant une bonne portance. Elle a une épaisseur dépendant de l'importance du trafic (cf tableau 2.2).

Le choix de la classe de trafic est de la responsabilité du gestionnaire qui devra si possible faire procéder à une étude. Les trafics dans le tableau ci-après sont donnés à titre indicatif. Il a été obtenu à partir d'études de trafic qui montrent que les agressivités des poids lourds sont différentes selon les sites.

Objectifs de densification

II.3 - Matériaux utilisables et épaisseur en q3

Tableau 2.2 - Classe et épaisseur de matériaux en q3

		Zone industrielle, portuaire, gares routières (2)	Trafic interurbain ou traversée d'agglomérations (2)	Trafic urbain ou périurbain (2)	Classe de matériaux utilisables* (norme NF P 11-300) matériaux élaborés*	Épaisseur de matériaux en q3 (partie supérieure de remblai)
		nbre de PL ptac > 35 kN (1)	nbre de PL ptac > 35 kN (1)	nbre de PL ptac > 35 kN (1)		
MJA par sens	Fort trafic	> 75	> 190	> 375	B1 ; B3 ; C1B1 ; C1B3 ; C2B1 C2B3 ; D1 ; D2 ; D3 DC1 ; DC2 ; DC3	> = 0,60 m ou > = 0,40 m (**)
	Trafic moyen	25 à 75	60 à 190	125 à 375	R11 ; R21 ; R22 ; R41 ; R42 R61 ; R62 ; F31 ; F61 ; F62 F71 ; F8 ; C1B4 et C2B4	> = 0,45 m ou > = 0,30 m (**)
	Faible trafic	< 25	< 60	< 125	après élimination de la fraction fine 0/d	> = 0,30 m

(1) trafic déterminé selon la norme P 98-082. Le passage d'un trafic PL de 35 kN de PTAC à un trafic de 50 kN de CU se fait par application d'un coefficient défini dans la norme NF P 98-082 [3]

(2) Le coefficient d'agressivité appliqué dans le tableau ci-dessus qui permet de passer d'une colonne à l'autre est différent de celui de la norme P 98-082. Il signifie qu'un poids lourd de la 3ème colonne (trafic urbain ou périurbain) est sensiblement deux fois moins agressif qu'un poids lourd de la 2ème colonne (trafic interurbain) et 5 fois moins agressif qu'un poids lourd de la 1ère colonne (trafic de zone industrielle)

(*) D maxi des grains compatible avec l'exécution (cf : tableaux de Compactage)

(**) La valeur la plus faible est admise si les matériaux de la partie inférieure de remblai sont de même nature que ceux de la partie supérieure.

D'autres conditions sont envisageables, elles peuvent présenter un avantage économique mais en contre partie présentent certains risques :

- réutilisation de certains sols sensibles à l'eau B2,B4,C1B2,C2B2 et C1B4,C2B4 sans élimination de la fraction fine à l'état m ou s.
- réutilisation de certains sols traités A1,B5,B6,A2.

REMARQUE :

Dans le cas où l'épaisseur de matériau de niveau d'objectif q4 ne dépasserait pas 0,15 m, le remblai est obligatoirement réalisé avec le même matériau que celui de la partie supérieure du remblai.

Objectifs de densification

II.4 - Cas types

Cas type I : relatif aux tranchées sous chaussées essentiellement

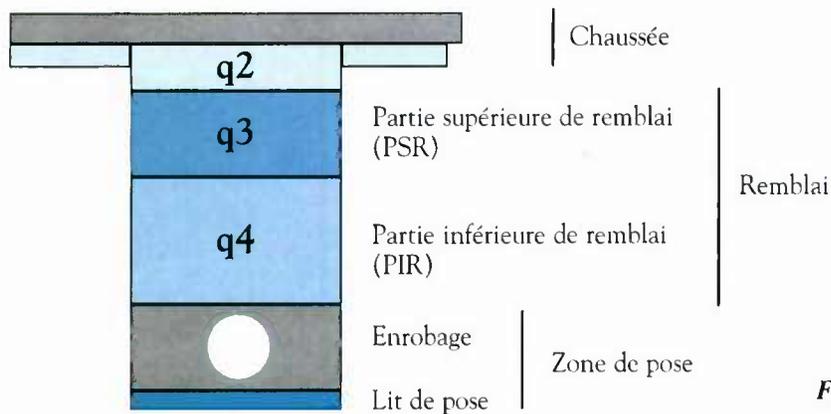


Figure 2.3 - Cas type I

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 d'atteindre q1 avec les petits matériels.

Cas type II : Relatif aux tranchées sous trottoir

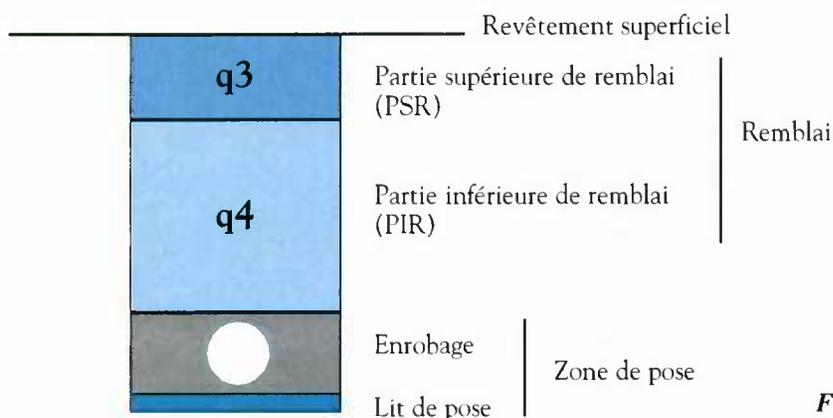


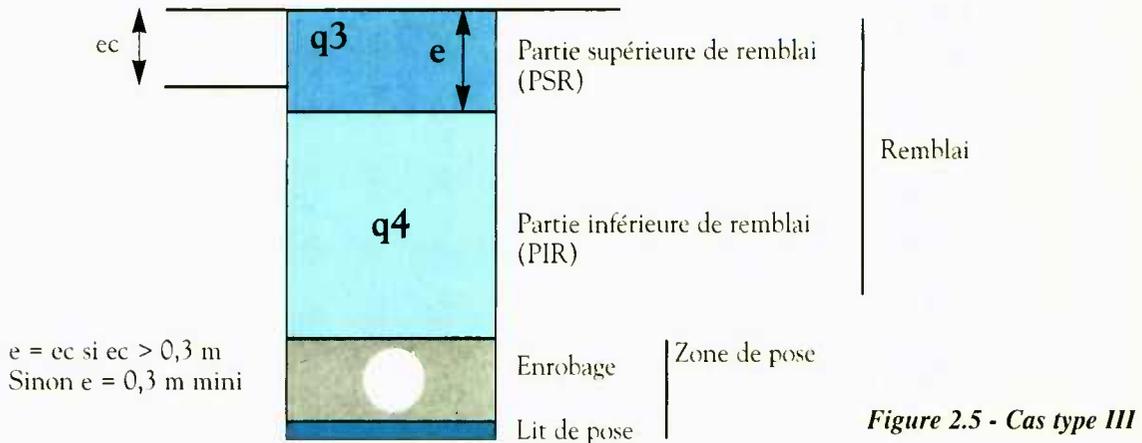
Figure 2.4 - Cas type II

La structure du trottoir comporte :

- dans le cas de trottoir non revêtu, au minimum 0,15 m de grave bien graduée de bonne portance compactée en qualité q3,
- dans le cas de trottoir revêtu, une reconstruction identique à l'existant.

Objectifs de densification

Cas type III : Relatif aux tranchées sous accotement

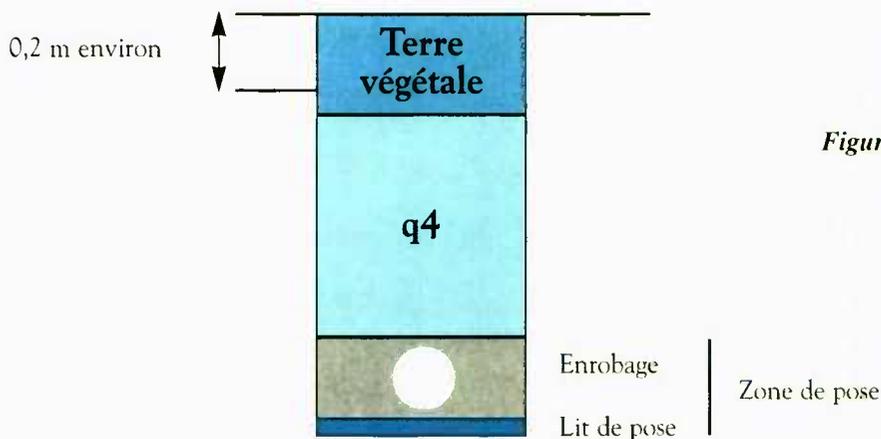


La partie supérieure de remblai est réalisée avec un objectif de densification $q3$ sur une épaisseur (e) équivalente à celle de la chaussée (ec) mais toujours avec un minimum de 0,3 m. Les conditions relatives à l'enrobage et à la partie inférieure de remblai ($q4$) sont applicables.

REMARQUE À PROPOS DES CAS TYPES II ET III :

Les endroits autres que les chaussées, pour lesquels il semble logique de prendre en compte l'influence de charges lourdes (trottoirs au droit de sorties de cour, bande d'arrêt d'urgence ou parfois accotements) sont rattachés au cas type I.

Cas type IV : Sous espace vert



La couche de terre végétale a une épaisseur de l'ordre de 0,20 m. Les conditions relatives à l'enrobage et à la partie inférieure du remblai ($q4$) sont applicables.

Objectifs de densification

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 porter aux niveaux q_4 , q_3 ou q_2 . Le compactage peut être réalisé par des pilonneuses à plaque de frappe étroite ou des matériels spécifiques tels que les roues vibrantes étroites, (Annexe 4).

On doit également tenir compte des contraintes suivantes :

- les modèles de roues vibrantes étroites actuelles n'endommagent pas les canalisations ou câbles à $d = 0,40$ m de celles-ci. Cette valeur de d constitue la première interface de compactage avec ces matériels. Au cas où le matériau de remblai permet un compactage en épaisseur $e_{max} > d$ (cf fiches techniques de l'Annexe Matériels), la valeur de d peut être portée à e_{max} ;
- la profondeur de la tranchée doit être compatible avec la profondeur d'enfoncement de la partie active des compacteurs ;
- la largeur de la roue vibrante doit également être compatible avec la largeur de la tranchée (phénomène de "couteau" si la roue vibrante est beaucoup moins large que la tranchée).

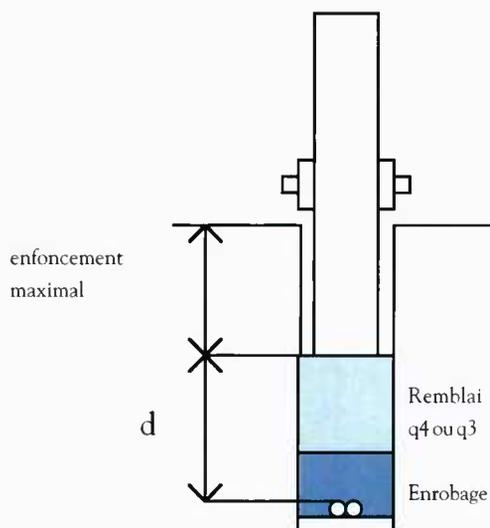


Figure 2.7 - Enfoncement de la partie active du compacteur

Page laissée blanche intentionnellement

III - MATÉRIAUX UTILISABLES POUR LE REMBLAYAGE DES TRANCHÉES

III.1 - Principes généraux de la classification NF P 11-300

Les matériaux utilisables pour le remblayage des tranchées (non compris la reconstitution du corps de chaussée ou autre superstructure éventuelle) sont classés par référence à la "CLASSIFICATION DES MATÉRIAUX UTILISABLES EN REMBLAI ET EN COUCHE DE FORME" définie par la norme NF P 11-300. [7]

Cette classification distingue trois catégories de matériaux utilisables dans les remblais routiers et les couches de forme :

- les sols,
- les matériaux rocheux,
- un certain nombre de sous-produits industriels.

Le principe de cette classification et les tableaux détaillés des différents matériaux sont reproduits en annexe N° 1 du présent guide. Le tableau 3.1 présente le premier niveau de cette classification qui ne prend en compte que la nature du matériau.

III.2 - Matériaux utilisables pour le remblayage des tranchées

III.2.1 - LES MATÉRIAUX DÉFINIS DANS LA NORME NF P 11-300 ET DANS LE GTR

Ces matériaux sont désignés conformément à l'appellation de la classification (norme NF P 11-300) et du GTR. Ils doivent par ailleurs satisfaire les conditions suivantes :

- les matériaux dont le D_{max} (dimension des plus gros éléments) est supérieur au tiers de la largeur de la tranchée ne seront pas utilisables ;
- les matériaux dont le D_{max} est supérieur aux deux tiers de l'épaisseur de la couche élémentaire autorisée pour le cas de compactage ne seront pas utilisables ;
- les matériaux gelés sont à exclure ;
- les matériaux gélifs, lors de travaux sous chaussées, trottoirs, ou accotements, sont à exclure lorsque la protection au gel apportée par les matériaux de chaussée n'est pas suffisante ;
- les sous-produits industriels ne seront utilisés qu'après une étude particulière ayant démontré leur non nocivité vis-à-vis de l'environnement et du réseau concerné.

REMARQUE :

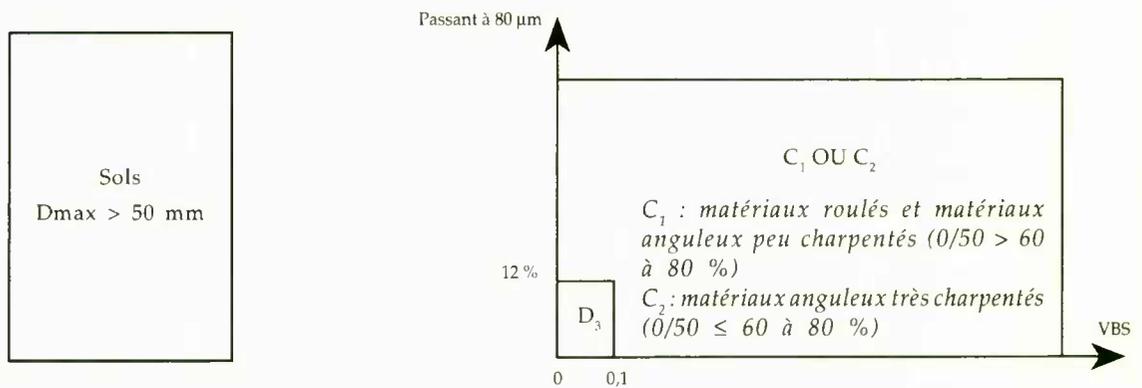
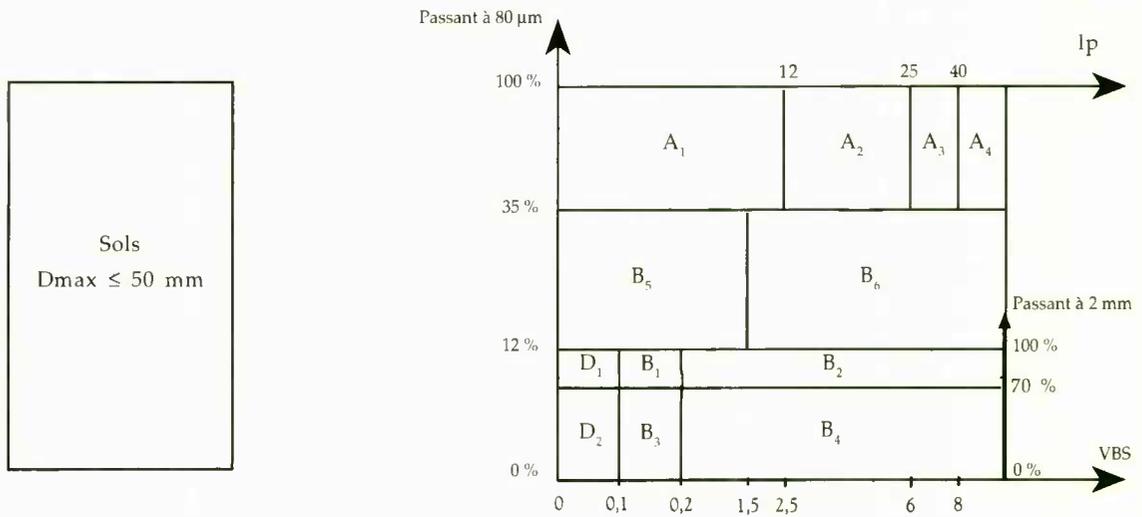
Les matériaux rocheux seront rarement directement utilisables en tranchée du fait du critère D_{max} , ces matériaux nécessitent souvent une élaboration (concassage, écrêtage, criblage...).

III .2.2 - LES MATÉRIAUX D'APPORT PARTIELLEMENT ÉLABORÉS

Il est courant dans le cadre des travaux de tranchées d'avoir recours pour le remblayage, à des matériaux plus ou moins élaborés provenant de carrières (0/40, 0/80...) mais n'entrant pas nécessairement dans les normes correspondant aux matériaux de chaussée. Il y a lieu de classer ces matériaux en fonction de leur difficulté de compactage conformément au tableau 4.1. Les tableaux de compactage (tableaux 6.1 et 6.2) donnent les modalités d'utilisation de ces matériaux en fonction des objectifs de densification.

Matériaux

Tableau 3.1
Synoptique de classification des matériaux selon leur nature
 (tableau IV du guide pour la réalisation des remblais et des couches de formes)



Matériaux rocheux	Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	R_1
			Calcaires	R_2
		Roches argileuses	Marnes, argilites, pélites...	R_3
		Roches siliceuses	Grès, poudingues, brèches...	R_4
	Roches salines	Sel gemme, gypse	R_5	
	Roches magmatiques et métamorphiques	Granites, basaltes, andésites, gneiss, schistes métamorphiques et ardoisiers...		R_6
Matériaux particuliers	Sols organiques et sous-produits industriels			F

III.3 - Tableaux d'utilisation des matériaux en partie inférieure et supérieure de remblai

Tableau 3.2 - Matériaux utilisables en remblayage de la partie inférieure de remblai

Objectif de densification q4

Appellation selon NF P 11-300 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	
Appellation selon NF P 11-300 Matériaux rocheux	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Craies	R11 ; R12h ; R12m ; R13h ; R13m	
Calcaires 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
Appellation selon NF P 11-300 Sous-produits industriels	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Cendres volantes et cendres 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 d'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	Difficulté de compactage	
Matériaux élaborés	DC1, DC2, DC3	

Tableau 3.3 - Matériaux utilisables en remblayage de la partie supérieure de remblai

Objectif de densification q_3

Appellation selon NF P 11-300 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	
Appellation selon NF P 11-300 Matériaux rocheux	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
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
Appellation selon NF P 11-300 Sous-produits industriels	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
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	

III.4 - Particularités

Foisonnement

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

Restrictions par rapport au GTR

Certains matériaux dont l'utilisation est autorisée en remblai de grande masse dans le GTR ne sont pas acceptés pour le remblayage des tranchées car ils entraînent des risques de désordres élevés du fait de leur difficulté à être compactés efficacement, ou du fait d'une possibilité de dissolution (cas des sols cohérents dans un état hydrique sec voire moyen, matériaux issus de roches argileuses et salines ou de certains sous-produits industriels).

Dimensionnement

Lorsque la tranchée coupe une structure de chaussée pour laquelle la couche de forme a été prise en compte dans le dimensionnement (et notamment lorsqu'il s'agit d'une couche de forme en matériaux liés), le projet doit prescrire la nature des matériaux à utiliser et l'épaisseur à mettre en œuvre dans la zone reconstituant la couche de forme.

Sensibilité à l'eau

Pour le remblayage de la zone constituant la partie supérieure de remblai, (que cette couche existe ou non dans la structure à reconstituer) n'ont été retenus que des matériaux ne présentant pas un comportement dit "sensible à l'eau" soit dans leur état naturel soit après leur avoir fait subir un traitement approprié. Cette position se justifie par la nécessité de garantir un support pour la mise en oeuvre de la couche de fondation dont la portance minimale (plaque ou dynaplaque) soit de 50 MPa, dans l'environnement hydrique très difficile de ce type de travaux.

Dans certains cas, d'autres conditions peuvent cependant être envisagées, après estimation du risque, les matériaux utilisables sont précisés dans le tableau 3.4.

Tableau 3.4 - Matériaux susceptibles d'être utilisés

Sols sableux ou graveleux avec fines	B2m ; B2s, B4m, B4s	Uniquement lorsque ces sols sont déjà en place : réutilisation à l'état m ou s
Sols comportant des fines et des gros éléments	C1B2m ; C1B2s, C2B2m ; C2B2s ; C1B4m ; C1B4s ; C2B4m ; C2B4s.	

Traitement de sol

Les modalités de traitement des sols avec de la chaux ou des liants hydrauliques prévues dans le GTR n'ont pas été prises en compte dans le présent document bien que d'un point de vue strictement technique elles puissent s'appliquer. Il n'existe en effet pas d'expérience pratique de l'application de ces modalités pour les tranchées. Les matériaux susceptibles d'être utilisés après traitement sont précisés dans le tableau 3.5.

Tableau 3.5 - Matériaux utilisables après traitement

Sols améliorés après un traitement	A1 ; B5 ; B6 A2	Chantiers innovants
---	--------------------	---------------------

Produits nouveaux

Divers produits de remplissage fluides, ne nécessitant pas de compactage lors de la mise en oeuvre apparaissent actuellement sur le marché, en particulier des produits à base de liants hydrauliques. Ces produits en fonction de leur composition cherchent à répondre au problème du remblayage de deux manières différentes :

La première consiste en l'obtention d'une masse volumique compatible avec les objectifs de densification fixés.

La seconde consiste en l'obtention de résistances et d'un comportement (imbibition, cycles gel-dégel) compatibles avec le niveau de trafic de la voie concernée. La cohérence avec la nature des assises de chaussées doit être respectée.

Il n'existe pas de recul vis-à-vis de ces techniques et ces produits doivent faire l'objet d'une expérimentation propre à chaque cas.

Page laissée blanche intentionnellement

IV - RÉFECTION DES CHAUSSÉES SUR TRANCHÉES

IV.1 - Principes généraux

L'objectif de densification pour les matériaux de chaussée est q_2 .

Les principes généraux sur les chaussées sont développés dans l'annexe 3 et traitent :

De la fonction des différentes couches de chaussée.

Des différents types de structure.

Des différents types de chaussée.

Du comportement des matériaux de chaussée.

Des différents types de matériaux utilisés en chaussée.

IV.2 - Trafic

Il est nécessaire lorsque l'on envisage de réaliser une réfection de chaussée, de connaître le trafic qui circule sur la voie considérée. La structure existante et le trafic conditionneront le choix des matériaux et le dimensionnement du rétablissement. On notera que certains matériaux ne sont pas adaptés aux trafics élevés.

Les classes de trafics t_i et T_i définies ci-dessous, pour l'interurbain, correspondent aux nombres de poids lourds dont le poids total autorisé en charge est supérieur à 35 kN (PTAC > 35 kN) par jour et par sens de circulation, conformément à la norme NF P 98-082 [3] (voir aussi le "manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic" [10]).

t_5	t_4	t_3^-	t_3^+	T_2	T_1	T_0	
0	30	60	125	190	375	940	2500

IV.3 - Difficultés de compactage

REMARQUE :

Les termes DC1, DC2, DC3 correspondent aux niveaux de difficulté D1, D2, D3 mentionnés dans la NF P 98-231.2 [8] et dans les listes d'aptitude des matériels de compactage. Cette modification de terminologie permet de ne pas confondre avec les sols D1, D2, D3 de la norme NF P 11-300 [7].

La difficulté (DC1, DC2, DC3 ordre croissant) est liée aux caractéristiques du matériau, en particulier son indice de concassage, et génère des conditions de compactage différentes.

Réfection

Figure 4.1 - Difficulté de compactage DC1.

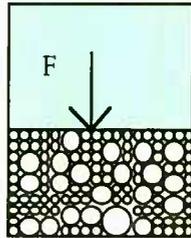


Figure 4.2 - Difficulté de compactage DC2.

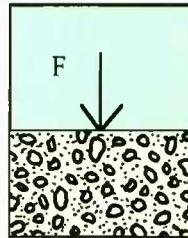
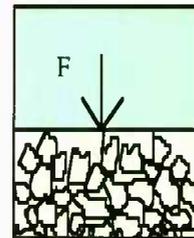


Figure 4.3 - Difficulté de compactage DC3.



Les matériaux DC1 ont un faible indice de concassage. Les grains se mettent facilement en place pour un niveau d'énergie donné. Les matériaux DC2 ont un indice de concassage moyen : pour un même niveau d'énergie, la mise en place des grains est plus difficile. Les matériaux DC3 ont un indice de concassage élevé : pour un même niveau d'énergie la mise en place des grains devient encore plus difficile.

REMARQUE :

Il faut différencier les notions de difficulté de compactage et les notions de stabilité ou de résistance mécanique pour un matériau donné. En effet un matériau entièrement concassé sera plus difficile à compacter mais permettra d'obtenir de meilleures résistances mécaniques.

Le tableau 4.1 permet d'appréhender la difficulté de compactage des matériaux utilisés en chaussée.

Tableau 4.1 - Difficulté de compactage des matériaux de chaussée

MATERIAUX	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	Autres cas	Si % de sable concassé élevé	
Sable ciment	Autres 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		

 Sans objet

Les tableaux 6.3, 6.4, 6.5, 6.6 donnent les paramètres de compactage en fonction des difficultés de compactage DC1, DC2, DC3 pour les matériaux de chaussée.

Les laboratoires routiers sont à même de fournir les classes de difficulté de compactage des matériaux produits localement.

IV.4 - Les techniques de réfection

IV.4.1 - COUCHE DE SURFACE

Tableau 4.2 - Réfection des couches de roulement et des trottoirs

Existant	Réfection conseillée	Réfection possible	Commentaires
Asphalte roulement	Asphalte roulement	BBTM, BBUM	
Asphalte trottoir	Asphalte trottoir	BBTM, BBUM, enduit superficiel	
Enduit superficiel	Enduit superficiel (béton bitumineux) Enrobé à froid, dense, semi-dense	Béton bitumineux (enrobé coulé à froid)	Lorsqu'on est en présence d'une succession d'enduits, il est nécessaire de réaliser un BB. La technique des enduits en faible surface est délicate. Les ES posent des problèmes d'homogénéité. L'action du compacteur se limite à la mise en place de la mosaïque, qui ne sera définitivement constituée que par la circulation, après quelques jours. Le compactage doit être exécuté immédiatement après le gravillonnage (moins de 5 minutes).
Béton bitumineux	Béton bitumineux	Enrobé coulé à froid	Pour des épaisseurs de béton bitumineux supérieures à 3 ou 4 cm ou pour des trafics élevés, il est nécessaire de mettre des bétons bitumineux.
Enrobé coulé à froid	Béton bitumineux	Enrobé coulé à froid	Il sera difficile, pour des faibles quantités, de refaire des ECF.
Béton maigre	Béton maigre	Béton bitumineux	On devra assurer, lors de l'utilisation d'un Bm, des conditions de surfaces satisfaisantes (striage transversal par rapport à l'axe de la chaussée).
Enrobé drainant.	Enrobé drainant.		Toute autre technique conduirait à rompre les écoulements ou nécessiterait des dispositions constructives particulières.
Pavage dallage	Pavage dallage		
Techniques d'entreprise (ex. BBTM, BBUM, enduits spéciaux)	Béton bitumineux	Enduit superficiel si enduit spécial	Les faibles quantités concernées ne permettent pas, en général, d'avoir recours à la technique d'origine.
Béton de ciment	Béton de ciment	Béton bitumineux	On devra assurer lors de l'utilisation de BC, des conditions de surface satisfaisantes (striage transversal par rapport à l'axe de la chaussée).

Réfection

IV.4.2 - ASSISES DE CHAUSSÉES

Tableau 4.3 - Réfection des assises de chaussées

Structure existante	Réfection conseillée	Réfection possible	Commentaires
Graves hydrauliques (grave ciment, grave laitier, grave pouzzolane, grave cendre, volante) Sables hydrauliques	Graves hydrauliques GC, GL, GPZ, GCV	GH, Bm, BC, SH, GB	
Grave bitume	GB	GE	
Grave bitume améliorée en fatigue	GB*	GB	
Grave émulsion	GE	GB	
Béton de ciment compacté	BCc	BC	
Béton maigre	Bm	BC	
Béton de ciment	BC		
Grave non traitée	GNT	GRH GB	GB non utilisées si les déflexions sont trop importantes.
Grave recomposée humidifiée	GNT	GRH GB	
Limon traité chaux ciment	SH	GH	
Pavés	Les structures en pavés ont souvent été «noyées» dans des enrobés, des ECF ou des asphaltes, on s'orientera pour la réfection vers des solutions en béton de ciment et, en surface, de matériaux noirs d'une épaisseur équivalente à celle qui recouvre le pavé.		

REMARQUE :

Pour les GB, GB*, GE : ces techniques peuvent être utilisées comme couche de roulement en phase provisoire avant d'être recouvertes par un BB, un ES ou un ECF (lorsque l'on a prévu par exemple de revêtir l'ensemble de la chaussée).

Hormis pour les ED et les BB en forte épaisseur, le problème principal est un problème d'homogénéité d'aspect plus qu'un problème purement technique.

IV.4.3 - TRANCHÉES ÉTROITES

a) Réfection de surface des tranchées étroites

Voir les recommandations pour tranchées classiques ou § IV.4.1 ci-dessus.

b) Réfection des assises des tranchées étroites

Tableau 4.4 - Réfection des assises de chaussées pour les tranchées étroites

Largeur tranchée	Assises traitées		Assises non traitées	
	Lt < à 15 cm	Remblai et réfection	Béton maigre dosé à 100 kg Micro béton	Remblai et réfection
15 < Lt < 30 cm	Même type de réfection que pour les tranchées classiques			

* Divers produits commerciaux apparaissent sur le marché, leur comportement sous trafic n'est pas encore connu.

IV.5- Proposition d'un principe de dimensionnement

L'objectif du dimensionnement des réfections des structures de chaussée est de proposer la mise en oeuvre d'une épaisseur de matériaux dont le rôle, le comportement et les qualités soient le plus proche possible de ceux en place.

Cet objectif implique un certain nombre de règles :

- la réfection des assises d'une chaussée souple est réalisée avec des matériaux non liés, (pour les tranchées en épaulement, il est préférable d'utiliser des matériaux liés : cf. annexe 2 et bibliographie [9]),
- la réfection des assises d'une chaussée semi-rigide est réalisée avec des matériaux liés,
- la réfection des chaussées rigides est réalisée en béton.

IV.5.1 - CAS DES CHAUSSÉES TRADITIONNELLES

Ce sont des chaussées souples, le type de matériaux et la structure à envisager pour la réfection sont fonction du trafic et non pas fonction de l'épaisseur existante (la structure et le sol support ayant été consolidés au fil des années par le trafic).

Si pour les trafics \leq à t 3⁺ les matériaux à utiliser sont des matériaux non liés, par contre pour les trafics plus élevés, il est nécessaire d'utiliser des matériaux liés supportant beaucoup plus facilement un nombre important de chargements.

IV.5.1.1 - Trafic \leq à t 3⁺ (au sens trafic interurbain)

Dimensionnement

Le dimensionnement proposé résulte d'une application du "manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic" [10] (Trafics \leq à t3⁺) en prenant pour hypothèses :

- un trafic interurbain (cf paragraphe IV.2),
- une portance de 3, obtention d'un module de 50 MPa,
- une durée de vie de 10 ans et un taux de croissance de 4 % du trafic PL,
- une majoration de 10 % de l'épaisseur des assises, obtenue dans les abaques (du fait de l'impossibilité d'atteindre q1 avec les petits matériels).

Réfection

Catégories de graves non traitées

Le classement en trois catégories 1, 2, 3 par ordre décroissant de qualité s'appuie sur la forme de la courbe granulométrique et sur les caractéristiques intrinsèques et de fabrication des granulats définies en fonction du trafic.

Figure 4.4 - Forme du fuseau de spécifications graves 0/D

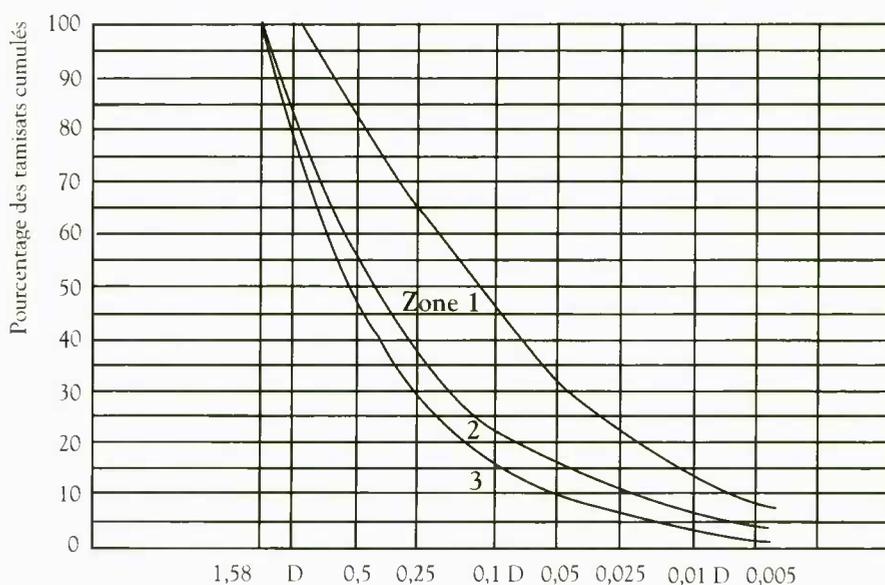


Tableau 4.5 - Grave catégorie 1. Spécifications pour utilisation en catégorie 1.

POSITION DU FUSEAU	ZONE 1	
CLASSE DE TRAFIC	$t3^+ / t3^-$	$t4/t5$
DIMENSION DE LA GRAVE	0/20	0/20
DURETE	LA < 25 et MDE < 20	LA < 30 et MDE < 25
INDICE DE CONCASSAGE	100	≥ 60
COEFFICIENT D'APPLATISSEMENT	≤ 30	≤ 30
PROPRETE	ES 10 % ≥ 50 OU VB $\leq 1,5$	
DIFFICULTE DE COMPACTAGE	DC3	DC2

Tableau 4.6 - Grave catégorie 2. Spécifications pour utilisation en catégorie 2.

POSITION DU FUSEAU	ZONE 2		
CLASSE DE TRAFIC	$t3^+$	$t3^-$	$t4/t5$
DIMENSION DE LA GRAVE	Ne convient pas pour le niveau de trafic	0/20	0/20 0/31,5 0/40
DURETE		LA < 25 et MDE < 20	LA < 30 et MDE < 25
INDICE DE CONCASSAGE		≥ 60	≥ 30
PROPRETE		40 \leq ES 10 % < 50 ou VB ≤ 2	
DIFFICULTE DE COMPACTAGE		DC2	DC2

Ne convient pas pour le niveau de trafic

Tableau 4.7 - Grave catégorie 3. Spécifications pour utilisation en catégorie 3.

POSITION DU FUSEAU	ZONE 3	
CLASSE DE TRAFIC	t3 ⁺ /t3 ⁻ /t4	t5
DIMENSION DE LA GRAVE		0/20 0/31,5 0/40 0/60 0/D d/D
DURETE		LA < 40 et MDE < 35
PROPRETE		35 ≤ ES 10% < 40 ou VB ≤ 2
DIFFICULTE DE COMPACTAGE		DC2

 Ne convient pas pour les niveaux de trafic

La couche de roulement est réalisée en enrobé pour les trafics t3⁻ et t3⁺

- 6 cm pour les t3⁻
- 8 cm pour les t3⁺

Pour les trafics t4 et t5 lorsque l'on est en présence d'une succession d'enduits ou d'un enrobé, la réfection de la couche de roulement est réalisée avec 4 cm d'enrobé, dans les autres cas elle peut être réalisée avec un ES.

Tableau 4.8 - Dimensionnement des chaussées "traditionnelles" trafic interurbain ≤ à t3⁺

TRAFIC	COUCHE DE ROULEMENT	GRAVE CATEGORIE 1	GRAVE CATEGORIE 2	GRAVE CATEGORIE 3
t5	ES	25 cm	30 cm	40 cm
t5	4 BB	17 cm	22 cm	30 cm
t4	ES	35 cm	45 cm	
t4	4 BB	25 cm	30 cm	
t3 ⁻	6 BB	30 cm	35 cm	
t3 ⁺	8 BB	30 cm		

 Ne convient pas pour le niveau de trafic

REMARQUE :

On se reportera au tableau 6.4 pour savoir si la mise en oeuvre se fait en une ou deux couches.

Réfection

IV.5.1.2 - Trafic > t 3⁺ (au sens trafic interurbain)

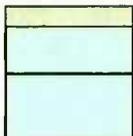
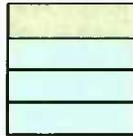
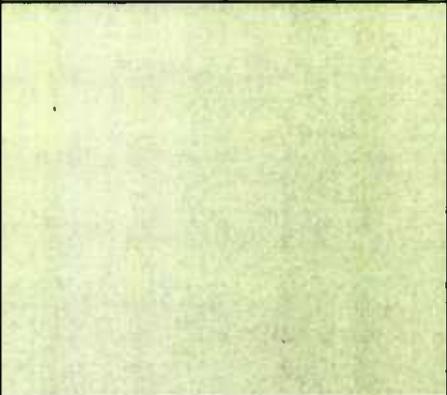
Certaines chaussées à fort trafic T2, T1 voire T0, assez anciennes ont été réalisées avec des matériaux non traités et comportent une couverture bitumineuse d'épaisseur variable fonction des travaux d'entretien réalisés, mais qui reste relativement mince par rapport au dimensionnement adopté pour une structure neuve.

Dimensionnement

Le dimensionnement résulte d'une application du "Catalogue 1977 des structures types de chaussées neuves" actualisé en 1988 [11] avec pour hypothèses :

- un trafic interurbain,
- une plateforme PF1,
- les structures GB-GB (fiche 7) et GNT-GB* (fiche 18 actualisée),
- une majoration de 10 % de l'épaisseur des assises, obtenue dans les fiches (du fait de l'impossibilité d'atteindre q1 avec les petits matériels).

Tableau 4.9 - Dimensionnement des chaussées "traditionnelles" trafic interurbain > à t 3⁺

TRAFIC	STRUCTURE GB-GB (fiche 7)		STRUCTURE GB*-GNT (fiche 18 actualisée)	
T2		6 cm BB 16 cm GB 16 cm GB		6 cm BB 12 cm GB* 14 cm GB* 50 cm GNT (1)
T1		8 cm BB 12 cm GB 12 cm GB 12 cm GB		
T0		8 cm BB 12 cm GB 14 cm GB 16 cm GB		

GB* : Grave bitume améliorée en fatigue

 Ne convient pas pour les niveaux de trafic

(1) REMARQUE :

On se reportera au tableau 6.4 pour savoir si la mise en oeuvre se fait en une ou plusieurs couches.

IV.5.2 - CAS DES CHAUSSEES RÉCENTES OU RENFORCÉES

Ce sont les chaussées pour lesquelles existe une structure bien définie, qu'elle soit souple, semi-rigide ou rigide.

L'impossibilité d'atteindre un objectif de densification q_1 avec les petits matériels utilisés dans le cadre des travaux de tranchées, nécessite de majorer l'épaisseur de la réfection de 10 % par rapport à l'épaisseur de la structure existante.

La règle générale est de remplacer les matériaux existants par des matériaux de même nature. Les quantités en jeu lors de ce type de travaux ne permettent cependant pas toujours la mise en oeuvre du même type de matériau.

Il pourra être utile de se reporter au tableau 4.10 pour définir l'épaisseur équivalente de matériaux à mettre en oeuvre.

Tableau 4.10 - Equivalence entre épaisseurs pour différentes techniques

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

REMARQUE :

Les correspondances entre épaisseurs données dans le tableau 4.10 sont des valeurs moyennes données POUR DES RAISONS PRATIQUES DANS LE CADRE DE CE DOCUMENT en vue de faciliter le choix du projeteur.

Ces équivalences d'épaisseur ne sont applicables que dans le respect des règles de l'art régissant les techniques routières en particulier :

- le respect des minimums technologiques,
- le respect des maximums technologiques,
- le respect de l'ordre des couches, lié au principe de fonctionnement des chaussées.

Ex. : L'épaisseur de la structure de chaussée est de 20 cm en GL, on dispose de GC, il faudra que la couche compactée de GC dans la tranchée ait une épaisseur de :
 $1,7/1,6 \times 20 \times 1,1 \approx 24 \text{ cm}$.

Page laissée blanche intentionnellement

V - CLASSEMENT DES MATÉRIELS

Les matériels de compactage considérés ici sont répartis en quatre groupes et font l'objet d'une classification spécifique, suivant leur morphologie ou leur mode d'action.

On distingue :

- les compacteurs vibrants de largeur de compactage $L < 1,30$ m (PVi),
- les plaques vibrantes (PQi),
- les pilonneuses vibrantes et à percussion (PNI, PPI),
- les matériels spécifiques.

La classification des différents types de compacteurs, ainsi que la terminologie et les spécifications commerciales propres à chaque type d'engins sont définies dans les normes NF P 98-736 et NF P 98-705.

Le classement réalisé n'est représentatif que du seul critère d'efficacité du compactage et ne prend pas en considération la "traficabilité" des engins, la sécurité, la "manoeuvrabilité" ou la fiabilité mécanique des matériels.

V.1 - Compacteurs vibrants

Les compacteurs vibrants concernés sont :

- les compacteurs à un ou deux cylindres vibrants à bandages lisses ou non lisses (pieds dameurs) de largeur de compactage $L < 1,30$ m.

Trois sous-classes sont définies :

- compacteurs monocylindres (mono)
- compacteur tandem à 1 cylindre vibrant (T1bv)
- compacteur tandem à 2 cylindres vibrants (T2bv)

REMARQUE :

Un compacteur mixte comprenant un cylindre vibrant à bandage lisse et un train de pneumatiques arrière sera assimilé à un compacteur tandem 1 cylindre vibrant (T1bv).

Paramètres de classification

La classification des compacteurs vibrants de largeur de compactage L inférieure 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).

Les classes sont désignées par les lettres PV (Petit Vibrant), et un indice compris entre 1 et 4 suivant le tableau 5.1.

Matériels

Tableau 5.1 - Classification des compacteurs vibrants

CLASSIFICATION DES COMPACTEURS VIBRANTS (L < 1,3 m)			
COMPACTEURS	MONOCYLINDRE (mono)	TANDEM 1 CYLINDRE VIBRANT (T1bv)	TANDEM 2 CYLINDRES VIBRANTS (T2bv)
Classes	Conditions (M1/L en kg/cm)		
PV1	$M1/L < 10$	$M1/L < 7,5$	$M1/L < 5$
PV2	$10 \leq M1/L < 15$	$7,5 \leq M1/L < 12,5$	$5 \leq M1/L < 10$
PV3	N'existe pas	$12,5 \leq M1/L < 17,5$	$10 \leq M1/L < 15$
PV4	$M1/L \geq 15$	$M1/L \geq 17,5$	$M1/L \geq 15$



Photo 5.1
Vue d'un compacteur tandem deux cylindres vibrants PV2

V.2 - Plaques vibrantes

Paramètres de classification

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

Les classes sont désignées par les lettres PQ (Plaque Vibrante) et un indice compris entre 1 et 4 suivant le tableau ci-dessous.

CLASSIFICATION DES PLAQUES VIBRANTES	
Classes	Conditions (Mg/S en kPa)
PQ 1	$Mg/S < 6$
PQ 2	$6 \leq Mg/S < 10$
PQ 3	$10 \leq Mg/S < 15$
PQ 4	$Mg/S \geq 15$

Tableau 5.2 -
Classification des
plaques vibrantes

$Mg/S = 100 M/S$ (avec M en kg, S en cm^2 et g en m/s^2 accélération de la pesanteur prise égale à $10 m/s^2$).

REMARQUE :

La surface "efficace" S est la surface de contact semelle/sol et non sa surface hors tout.

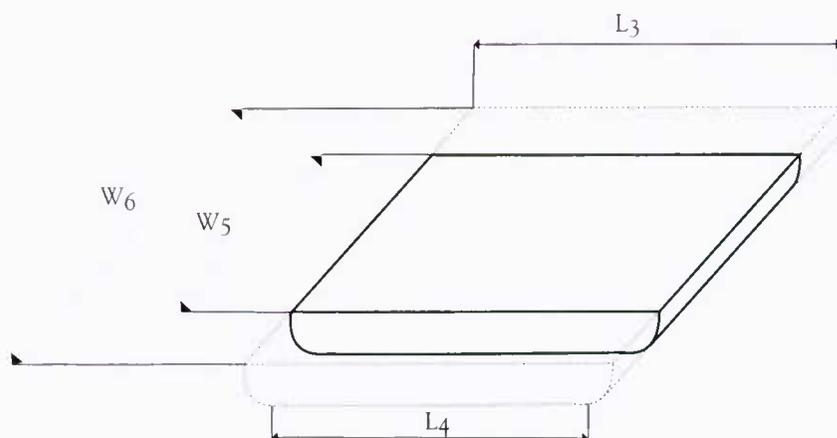
S efficace = Longueur efficace de la semelle x Largeur de compactage de la semelle

$$S = L4 \times W5 \text{ ou } W6$$

W5 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol (ou W6 lorsque la plaque est équipée d'élargisseurs).

L3 : Longueur totale de la semelle.

L4 : Longueur efficace de la semelle en contact avec le sol.



REMARQUE :

Pour les modèles susceptibles d'être équipés d'élargisseurs, il convient d'en tenir compte dans le calcul de S ; la plaque peut alors être classée dans plusieurs classes différentes.



Photo 5.2
Vue d'une plaque vibrante
PQ3

Matériels

V.3 - Pilonneuses

Paramètres de classification

La classification distingue deux types de pilonneuses selon leur principe de fonctionnement :

- les **pilonneuses vibrantes PN_i** : dont la course de la semelle est ≤ 10 cm et la fréquence ≥ 10 Hz
- les **pilonneuses à percussion PP_i** : 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.

Les classes sont désignées par les lettres PN (Pilonneuses vibrantes) et PP (Pilonneuses à Percussion) et un indice compris entre 0 et 3, suivant le tableau 5.3.

Tableau 5.3 - Classification des pilonneuses

CLASSIFICATION DES PILONNEUSES			
PILONNEUSES VIBRANTES		PILONNEUSES A PERCUSSION	
Classes	Conditions (M en kg)	Classes	Conditions (M en kg)
PN0	$M < 40$	PP1	$M < 80$
PN1	$40 \leq M < 60$		
PN2	$60 \leq M < 80$	PP2	$M \geq 80$
PN3	$M \geq 80$		



Photo 5.3
Vue d'une pilonneuse vibrante PN2

V.4 - Matériels spécifiques

L'appellation "Matériels Spécifiques" regroupe deux catégories de matériels spéciaux conçus pour des besoins spécifiques :

- les roues vibrantes pour tranchées étroites ($L < 0,30$ m)
- les plaques vibrantes et marteaux hydrauliques montés sur porteur (pelles... etc...)

Les matériels ainsi conçus impliquent des caractéristiques d'efficacité différentes de celles des matériels classés aux paragraphes V.1 à V.3. Ils font l'objet d'une fiche technique individuelle, réalisée à la demande du constructeur (cf annexe 4).

A défaut de fiche technique existante, le matériel est classé, en utilisant les critères énoncés aux paragraphes V.1 à V.3.

REMARQUE :

Définitions servant à l'élaboration des classements des matériels :

MASSE OPÉRATIONNELLE (M en kg)

C'est celle de la machine de base avec ou sans cabine (à préciser) y compris ses équipements standards, un conducteur de 75 kg, les réservoirs de carburant, les dispositifs hydrauliques, de graissage et de refroidissement pleins, et celui de L'INSTALLATION D'ARROSAGE OU DE PULVÉRISATION À MOITIÉ PLEIN. La masse sera, le cas échéant, indiquée sans lest et avec lest maximum.

MASSE LINÉIQUE (M1/L en kg/cm)

C'est le rapport entre la masse sur génératrice (M1) et la largeur de compactage (L) du cylindre.

NOTA : Le classement des différents types de matériels énoncés dans ce chapitre et donné en annexe IV a été effectué selon les prescriptions des normes NF P 98-736 et NF P 98-705, en fonction des caractéristiques techniques fournies par les constructeurs et sous leur seule responsabilité.

Page laissée blanche intentionnellement

Compactage

VI - MODALITÉS DE COMPACTAGE

VI.1 - Présentation

Les tableaux de compactage traitent de l'ensemble des cas de compactage définis par la classe du matériau à compacter, la classe du matériel de compactage retenu et l'objectif de densification.

Ces tableaux donnent les modalités pratiques de réalisation du compactage. Il convient de noter que dans l'hypothèse de la réutilisation d'un matériau extrait de la tranchée, il est nécessaire que celui-ci présente une bonne homogénéité. En cas de matériau d'apport, la détermination et le contrôle des caractéristiques de ce dernier sont également indispensables.

Dans les deux cas (matériau extrait et matériau d'apport) il est très important de contrôler au moment du compactage, la teneur en eau en place, et de définir ainsi la sous-classe d'état (h, m ou s).

Pour les matériaux enrobés à chaud, il est nécessaire de contrôler la température de mise en oeuvre qui doit au minimum être de 130 °C.

Les cas de compactage sont répartis en cinq tableaux distincts, relatifs aux :

- modalités de compactage en remblai (objectif de densification q4),
- modalités de compactage en partie supérieure de remblai (objectif de densification q3),
- modalités de compactage en assises de chaussées (objectif de densification q2),
- modalités de compactage en couche de roulement (objectif de densification q2) (si le chantier permet d'utiliser de gros compacteurs on visera l'objectif de densification q1),
- modalités de mise en place des enduits.

Pour chaque tableau, les matériaux sont regroupés par difficultés de compactage identiques, qui aboutissent aux mêmes modalités de compactage.

La colonne "commentaires" donne les principales natures des cas de regroupement de matériaux. Elle ne dispense pas de l'identification géotechnique définissant le classement des matériaux.

Il convient de se reporter au préalable aux tableaux 3.1 et 3.2 pour constater une éventuelle assimilation d'un matériau de classe R ou F à une nature de sol (ex : R22 à C2B4).

VI.2 - Lecture des tableaux

Les modalités de réalisation sont préconisées au moyen des paramètres suivants :

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

REMARQUE :

- Pour les cellules grisées ne contenant aucune donnée, les compacteurs de la classe correspondante sont inaptes à compacter le sol considéré.
- Les cellules grisées contenant des données correspondent à des cas techniquement possibles, mais économiquement peu réalistes (l'expérience le montre, il faut prendre alors un matériel de classe supérieure).

Compactage

VI.2.1 - ÉPAISSEUR DES COUCHES e

Le premier nombre porté en haut de chaque case représente l'épaisseur maximale pouvant être traitée dans le cas de compactage considéré. Il s'agit toujours d'épaisseur de matériau compacté et non foisonné. On devra s'assurer que la règle $D \text{ max matériau} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée est respectée.

Dans l'ensemble des tableaux, l'épaisseur la plus faible de la couche élémentaire mentionnée pour les cas de compactage difficiles, est fixée à 0,15 m ; des valeurs inférieures étant peu réalistes sur chantier.

Les valeurs réelles d'épaisseurs de couches au niveau du chantier devront être inférieures ou égales à l'épaisseur maximale préconisée. Il n'y a pas d'inconvénient, si ce n'est le diamètre D des grains, à ce qu'elles soient sensiblement inférieures, dans le cas des sols, puisque le nombre de passes (cf. VI.2.3) est modulé en conséquence. Par contre, dans le cas de matériaux de rétablissement de chaussée, il sera toujours préférable, au plan de la résistance mécanique, de mettre en place une couche d'épaisseur maximale.

Dans le cas où l'épaisseur réelle est modulée par rapport à $e \text{ max}$, la valeur du paramètre Q/L à prendre en compte est toujours la valeur Q/L affichée dans la case.

VI.2.2 - DÉBIT THÉORIQUE PAR UNITÉ DE LARGEUR DE COMPACTAGE Q/L

Les matériels présentant des largeurs de compactage L diverses, au sein d'une même classe d'efficacité, le terme le plus représentatif du débit réalisable par un matériel quelconque de cette classe est logiquement Q/L (en m^3/h par mètre de largeur).

Dès lors que le modèle de compacteur choisi est connu, le débit théorique à associer au compactage sera donc :

$$Q(\text{m}^3/\text{h}) = (Q/L) \times L \text{ du modèle (en m)}$$

Pour accéder au débit réel pratique au niveau du chantier, il convient de multiplier la valeur Q trouvée précédemment, par les facteurs k_1 et k_2 représentant respectivement :

k_1 : coefficient de rendement prenant en compte des manoeuvres diverses, arrêts momentanés s'il y a lieu, etc. Il est égal à la fraction horaire durant laquelle le compacteur agit effectivement sur la couche à compacter, et peut dépendre, dans une large mesure, de l'encombrement du chantier et du type de compacteur employé. Ce coefficient varie fréquemment de 0,5 à 0,8.

k_2 : coefficient de rendement dû au balayage. Le niveau de qualité exigible doit être obtenu en tout point de la tranchée. Pour cette raison, il doit être tenu compte de la largeur de la tranchée par rapport à la largeur du compacteur.

$$k_2 = \frac{\text{largeur de la tranchée}}{\text{somme des traces de compactage}}$$

$$k_2 = \frac{L_t}{a.L} \quad \text{avec } a \text{ entier immédiatement supérieur à } \frac{L_t}{L}$$

Compactage

Ex : largeur de la tranchée = 90 cm, largeur du compacteur = 70 cm
=> $k_2 = 90 / 2 \times 70 = 0,64$

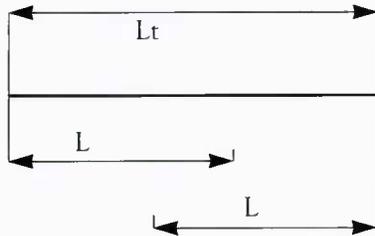


Figure 6.1 - Détermination du coefficient k_2

C'est le débit réel pratique d'un compactage donné qui permet par comparaison à la cadence du chantier, de déterminer le nombre de compacteurs nécessaires. A 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.

VI.2.3 - INDICATION SUR n ET V

Par définition une passe correspond à un passage de compacteur, c'est-à-dire soit un aller soit un retour.

Les valeurs de n et V sont fournies à titre indicatif et dans le but d'apporter des renseignements pratiques complémentaires immédiatement visualisables. En effet, dès lors que e et Q/L sont connus et qu'un modèle de compacteur est retenu, cela implique une vitesse V (peu souvent modulable sur les petits matériels) ; le nombre de passes peut être déterminé à partir de :

$$Q_{\text{théorique}} = \frac{L \cdot V \cdot e}{n}$$

avec les unités employées pour chaque paramètre du tableau, il vient

$$n = \frac{10 \cdot V \cdot e}{(Q/L)} \quad (1)$$

V en km/h
 e en cm
 Q/L en $m^3/h/m$

Les valeurs de vitesses indiquées correspondent aux vitesses moyennes observées pour les différentes familles de compacteurs (compacteurs vibrants, plaques et pilonneuses). Il est à noter que pour la classe PV4, la vitesse indiquée est de 1,5 km/h alors qu'elle est de 1,3 km/h pour les classes inférieures. Des vitesses plus élevées sont inhabituelles en tranchées, et nuisent à l'efficacité du compactage. Dans tous les cas, la vitesse de 2 km/h ne devra pas être dépassée.

Les valeurs indiquées pour n supposent que l'épaisseur retenue est l'épaisseur maximale e_{max} . Quand l'épaisseur réelle est choisie sensiblement inférieure à e_{max} , il convient également de recalculer n en prenant, pour e , la nouvelle épaisseur retenue, à la place de la valeur maximale du tableau dans la formule (1) où (Q/L) reste constant (valeur tableau).

REMARQUE :

La valeur de n indiquée est arrondie à l'entier supérieur par rapport au résultat du calcul.

Compactage

VI.3 - Utilisation des tableaux et commentaires

Les éléments contenus dans ce document n'intéressent que le compactage et rappelons-le, ont trait aux modalités d'emploi des matériels au strict point de vue de leur efficacité. En pratique, d'autres contraintes ou préoccupations sont à prendre en compte.

Exemples : encombrement (présence d'étrésillons ou de canalisations), délais de réalisation, diversité des matériaux rencontrés, comparaison des coûts et délais des solutions avec ou sans réemploi des sols, stockage des sols extraits, humidification possible ou non, etc.

Recours à des planches d'essais

La grande majorité des cas peut être considérée comme solutionnée au moyen des prescriptions des tableaux.

Lorsque le cas de chantier n'est pas parfaitement représenté et lorsque le volume concerné est relativement important (banc de matériau extrait homogène sur une grande longueur de tranchée), il peut y avoir parfois intérêt à effectuer une planche d'essais.

Parmi les motifs qui peuvent la justifier, on peut citer :

- sols à très faible teneur en eau, que l'on souhaite réutiliser, moyennant une humidification importante ;
- matériels de compactage nouveaux présentant des caractéristiques particulières ;
- des expériences innovantes telles que le traitement sur stock (hors tranchée) avec un liant hydraulique et des moyens adaptés. Dans ce cas il s'agirait de chantiers expérimentaux.

REMARQUE :

L'ensemble des résultats répertoriés dans les tableaux est issu d'essais en vraie grandeur.

Pour la lecture de ces tableaux, voir la légende et les remarques du § VI.2.

Compactage

Tableau 6.1 - Modalités de compactage en partie inférieure de remblai.

Objectif de densification q_4

Nature(*)	Etat	Para.	PV1	PV2	PV3	PV4	PQ1	PQ2	PQ3	PQ4	PN0	PN1	PN2	PN3	PP1	PP2	Commentaire
B1-B3-R43 C1B1-C1B3 D1-D2-D3 F31-F32 [DC1-DC2]	.	e Q/L n V	15 40 5 1.3	20 50 5 1.3	25 65 5 1.3	30 115 4 1.5	15 25 6 1.0	25 40 6 1.0	40 65 6 1.0	55 90 6 1.0	20 35 5 0.9	35 65 5 0.9	45 80 5 0.9	55 100 5 0.9	15 20 3 0.4	40 55 3 0.4	Non argileux non très anguleux, et assimilés (**)
C2B1-C2B3 R21-R41 R61 [DC3]	.	e Q/L n V		15 40 5 1.3	20 50 5 1.3	25 75 5 1.5		20 25 8 1.0	30 50 6 1.0	40 65 6 1.0		20 35 5 0.9	30 55 5 0.9		40 70 5 0.9	30 30 4 0.4	Non argileux très anguleux et assimilés (**)
B2-B4 C1B2-C1B4 F61-F62	h	e Q/L n V	15 65 3 1.3	20 85 3 1.3	25 110 3 1.3	30 150 3 1.5	15 50 3 1.0	25 85 3 1.0	30 150 2 1.0	40 200 2 1.0	20 90 2 0.9	30 135 2 0.9	35 160 2 0.9	45 205 2 0.9	20 40 2 0.4	40 80 2 0.4	Faiblement argileux non très anguleux et assimilés (**) (1) sauf C1Bi à l'état s
	m	e Q/L n V		15 50 4 1.3	20 65 4 1.5	25 95 4 1.5		20 35 6 1.0	25 50 5 1.0	35 90 4 1.0	15 45 3 0.9	20 60 3 0.9	25 75 3 0.9	35 105 3 0.9	15 20 3 0.4	30 40 3 0.4	
	s (1)	e Q/L n V		15 30 7 1.3	15 40 5 1.3	20 60 5 1.5			20 20 10 1.0	30 50 6 1.0		15 25 6 0.9	20 30 6 0.9	30 45 6 0.9		20 15 6 0.4	
A1-B5 C1A1-C1B5 C2A1-C2B2 C2B4-C2B5 F2-F41 F71-R22 R23-R42 R62-R63	h	e Q/L n V			20 65 4 1.3	25 125 3 1.5			15 30 5 1.0	20 65 3 1.0		15 45 3 0.9	20 60 3 0.9	25 75 3 0.9		20 25 3 0.4	Silteux ou argileux peu plastiques, et assimilés (**) (1) sauf sols C1 ou C2 en s
	m	e Q/L n V			15 40 5 1.3	20 60 5 1.5				15 30 5 1.0		15 25 6 0.9	20 35 4 0.9	25 45 4 0.9		15 15 4 0.4	
	s (1)	e Q/L n V				15 30 7 1.5								15 25 6 0.9			
A2-B6 C1A2-C1B6 C2A2-C2B6	h	e Q/L n V				20 100 3 1.5				15 30 5 1.0			15 45 3 0.9	20 60 3 0.9		15 20 3 0.4	Mat. argileux
	m	e Q/L n V				15 45 5 1.5							15 35 4 0.9				
	s	e Q/L n V															
R11-R12 R13	h,m	e Q/L n V				15 45 5 1.5			15 20 8 1.0	20 25 8 1.0		15 15 8 0.9	20 30 6 0.9	25 40 6 0.9		20 15 6 0.4	Craies

(*) Nature ou Difficulté de Compactage [DCi] pour les matériaux élaborés utilisés en technique routière

(**) L'assimilation ne concerne que le compactage

Voir paragraphe VI.2

Compactage

Tableau 6.2 - Modalités de compactage en partie supérieure de remblai

Objectif de densification q3

Nature(*)	Etat	Para.	PV1	PV2	PV3	PV4	PQ1	PQ2	PQ3	PQ4	PN0	PN1	PN2	PN3	PP1	PP2	Commentaire
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	Mat. non argileux non très anguleux et assimilés (**)
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	Mat. non argileux très anguleux
C1B4(1) C2B4 (1) 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	(1) : après élimination de la fraction fine O/d
R11		e Q/L n V								15 15 10 1.0			15 15 10 0.9	20 20 10 0.9			Craies
[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			Matériaux élaborés dont la difficulté de compactage est définie en III.3
[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			

(*) Nature, ou Difficulté de Compactage [DCi] pour les matériaux élaborés utilisés en technique routière

(**) L'assimilation ne concerne que le compactage

Voir paragraphe VI.2

Tableau 6.3 - Autres modalités en partie supérieure de remblai (voir III.3)

Objectif de densification q3

Nature	Etat	Para.	PV1	PV2	PV3	PV4	PQ1	PQ2	PQ3	PQ4	PN0	PN1	PN2	PN3	PP1	PP2	Commentaire
B2-B4 C1B2 C1B4 C2B2 C2B4 F61-F62	m	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	Mat. faiblement argileux et assimilés (**)
	s	e Q/L n V				15 25 10 1.5				15 15 10 1.0			15 15 9 0.9				
A1-B5-B6 traités	m	e Q/L n V				15 20 12 1.5								15 15 10 0.9			Chantiers innovants

(**) L'assimilation ne concerne que le compactage

Voir paragraphe VI.2

Compactage

Tableau 6.4 - Modalités de compactage en assises de chaussées

Objectif de densification q_2

Difficulté de compactage		PV1	PV2	PV3	PV4	PQ1	PQ2	PQ3	PQ4	PN0	PN1	PN2	PN3	PP1	PP2	Commentaire
[DC1]	e Q/L n V		15 15 12 1.3	20 25 10 1.3	30 45 10 1.5		15 15 10 1.0	25 25 10 1.0	30 40 8 1.0		20 25 8 0.9	25 30 8 0.9	30 40 7 0.9			Matériaux de diverse natures GNT, GRH, GTLH, GB, GE
[DC2]	e Q/L n V		15 10 16 1.3	20 20 14 1.3	25 30 12 1.5		15 10 14 1.0	20 15 12 1.0	25 25 10 1.0		15 15 10 0.9	20 20 9 0.9	25 30 8 0.9			
[DC3]	e Q/L n V			15 10 16 1.3	20 20 16 1.5			15 10 14 1.0	20 15 12 1.0			15 15 10 0.9	20 20 10 0.9			

Voir paragraphe VI.2

Tableau 6.5 - Modalités de compactage en couche de roulement

Nature		PV1	PV2	PV3	PV4	PQ1	PQ2	PQ3	PQ4	PN0	PN1	PN2	PN3	PP1	PP2	Commentaire
Béton bitumineux de type entretien	e Q/L n V		8 7 14 1.3	8 13 8 1.3	8 24 5 1.5			8 6 14 1.0	8 10 8 1.0							Le nombre de passes ne change pas avec l'épaisseur

Voir paragraphe VI.2

Tableau 6.6 - Modalités de compactage pour les enduits superficiels

Type d'enduit	Nombre de passes
Monocouche	3 à 5 passes
Monocouche 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 bandage lisse, non vibrant pour éviter l'écrasement des grains.

Page laissée blanche intentionnellement

Assurance qualité

VII - ASSURANCE DE LA QUALITÉ

VII.1 - La démarche

La démarche générale est exposée dans les recommandations de la CCM (commission centrale des marchés)

- C2.81 Obtention et contrôle de qualité des matériaux et produits [12]
- T1.87 Assurance qualité - Exécution des marchés de travaux [13]
- T1.89 Schéma directeur de la qualité [14]
- T1.90 Gestion et assurance de la qualité, lors de l'étude des projets de Génie Civil [15]

L'emploi de moyens de contrôle pour vérifier que la qualité des travaux a été réellement obtenue est une opération nécessaire. On considère cependant qu'elle n'est qu'une étape finale d'une démarche plus globale qui implique maître d'ouvrage, maître d'oeuvre et entreprise, et qui permet d'obtenir l'assurance de la qualité.

Les objectifs de l'assurance de la qualité découlent, pour le domaine de travaux concernés, (limité ici au remblayage, à la réfection et au compactage des tranchées) d'une analyse démarrant à l'amont par l'expression des objectifs de qualité d'usage, c'est-à-dire ceux présentant une aptitude à répondre aux besoins du donneur d'ordre. Ces objectifs sont ensuite traduits en exigences opérationnelles pour maîtriser cette qualité. La notion de qualité allie des critères de coût et de délai aux considérations techniques.

Les tableaux 7.1 et 7.2 exposent cette démarche par étapes. Ils comportent successivement les colonnes :

A - Objectifs de la qualité d'usage.

B - Eléments influant sur l'obtention de la qualité d'usage.

B1 : ils sont décrits en correspondance par rapport aux rubriques de la qualité d'usage.

B2 : il s'agit du contenu du tableau B1 après regroupements.

C - Exigences à satisfaire pour obtenir la qualité d'usage.

C'est la formulation des actions à mettre en oeuvre à partir des éléments influents recensés dans le tableau B2.

D - Méthodes, moyens pour maîtriser la qualité d'usage.

Cette colonne traduit concrètement les opérations qu'il y a lieu d'effectuer pour répondre aux exigences formulées dans la colonne C avec les techniques actuellement disponibles.

E - Contrôles possibles.

Par rapport aux opérations listées en colonne D pour maîtriser la qualité, sont exposés en colonne E les types de contrôles (méthodes, moyens) qu'il est à l'heure actuelle possible d'effectuer pour s'assurer de l'obtention de cette qualité.

Assurance qualité

La démarche vise à faire approprier par l'ensemble des acteurs les conditions donnant le maximum de chances de satisfaire la qualité d'usage. Les principes énoncés s'appliquent tant au projet qu'à l'exécution des travaux. Il apparaît à la lecture des tableaux qu'un certain nombre d'opérations ponctuelles en matière de vérifications peuvent être traitées au niveau d'un contrôle intérieur de l'entreprise. Le fait de s'assurer que ces vérifications ont bien été réalisées (ex : conformité des matériaux) incombe au contrôle extérieur.

Un exemple de définition des points sensibles (points critiques, point d'arrêt) et des répartitions des tâches de contrôle est donné dans le tableau 7.3.

Les contrôles a posteriori sont généralement de la responsabilité du contrôle extérieur. Ils traduisent un constat d'obtention ou de non-obtention des exigences à satisfaire. Les principales méthodes et leur interprétation font l'objet du chapitre VII.3.

Tableau 7.1 - Qualité d'usage : objectifs ; comment l'obtenir.

A : Objectifs de la QUALITE d'USAGE	B1 : Eléments influant sur l'obtention de la QUALITE d'USAGE
1. Respect des coûts et des délais	<ul style="list-style-type: none"> - Clarté des règles et des contraintes définies par le M.Ouvrage et le M.Oeuvre - Compétence de l'entreprise dans le domaine technique considéré - Critères de réutilisation des sols (admis ou non admis) - Exécution d'emblée de la réfection définitive (le guide technique se place dans ce contexte) - Information des services, des riverains ; organisation générale...
2. Coût d'entretien ultérieur minimal	<ul style="list-style-type: none"> . Connaissance du sous-sol . Choix des matériaux . Conditions de mise en oeuvre (remblayage et compactage)
2.1 - Stabilité de la tranchée dans le temps . Tassements admissibles . Imperméabilité des joints . Absence de migrations de matériaux par circulations internes d'eau éventuelles	
2.2 - Tenue mécanique de la conduite pendant le remblayage.	Idem ci-dessus (en regard 2.1)
3. Sécurité et confort de l'utilisateur	Idem ci-dessus (en regard 2.1)
3.1 - Sécurité des personnes et des biens	
3.2 - Maintien de l'uni de la chaussée	
3.3 - Minimum de perturbation dans la fluidité du trafic, des véhicules et de la circulation des piétons	
4. Prise en compte de l'environnement	<ul style="list-style-type: none"> Respect des règles sur l'utilisation des sous-produits industriels . Dépôts provisoires de matériaux . Nuisances dues à la vibration des compacteurs . Intégration du revêtement superficiel dans l'environnement du site (couleur,..)
4.1 - Avant les travaux	
4.2 - Pendant l'exécution	
4.3 - Après les Travaux	

B2 : Eléments influant sur la qualité d'usage	C : Exigences à satisfaire pour obtenir la qualité d'usage	D : Méthodes, moyens pour maîtriser la qualité	E : Contrôles possibles
Clarté des règles et contraintes	Pièces du marché explicite (Cf Recommandation C.C.M. N°T.1.87 du GREM/T)	Formation	
Compétence de l'entreprise	Savoir-faire		
Critère de réutilisation des sols admis ou non	Hypothèse de travail à connaître avant la remise des offres par les entreprises (pas de reconnaissance des sols après passation du marché)		
Exécution d'emblée de la réfection définitive	Respect strict des exigences énoncées		
Choix des matériaux	<p>Identification et classification des matériaux d'apport en remblai, et des matériaux de rétablissement</p> <p>Identification et classification des sols réutilisables (si envisagé).</p> <p>Disposition conforme des matériaux par rapport à leur usage (en tenant compte du sous-sol environnant) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enrobage - Remblai - Partie Supérieure de Remblai - Rétablissement de chaussée 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement réalisé par le fournisseur ou essais d'identification par un laboratoire agréé. - Sondages, et essais d'identification par un laboratoire agréé par le M.Oe - Consultation des documents réglementaires et du guide technique <ul style="list-style-type: none"> . Règlement de voirie . Fascicule 70 . Norme tranchée . Guide technique pour le remblayage des tranchées 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérification de la classification à partir d'échantillons de matériaux prélevés (conformité à la commande) ou - Vérification des essais des feuilles d'essai (conformité à la commande) ou - Acceptation de la disposition des matériaux sur la base des contrôles ci-dessus (visa du M.O)
Conditions de remblayage et de réfection chaussées	<ul style="list-style-type: none"> . Obtention d'un fond de fouille réglé et compacté. . Teneurs en eau compatibles avec l'utilisation des matériaux. . Retrait progressif des blindages au fur et à mesure du remblayage . Obtention d'une portance satisfaisante en PSR . Température des matériaux traités à chaud 	<ul style="list-style-type: none"> . Absence d'eau en fond de tranchée pompée si nécessaire . Application des conditions de remblayage et de mise en oeuvre des matériaux du guide technique 	<ul style="list-style-type: none"> . Contrôle visuel . Contrôle des épaisseurs . Contrôle visuel éventuellement prélèvement pour essais teneur en eau ou IPI . Essai à la plaque sur PSR . Contrôle de température des GB et des BB
Conditions de compactage	<ul style="list-style-type: none"> . Connaissance des objectifs de densification . Aptitude des matériels de compactage : <ul style="list-style-type: none"> - Classement - Vérification du fonctionnement - Adaptation au travail à réaliser (compatibilités technique, géométrique et de débit par rapport à la cadence du chantier) . Respect des épaisseurs de couche et régularité de mise en oeuvre . Respect de l'intensité de compactage et de sa répartition homogène 	<ul style="list-style-type: none"> . Consultation du guide technique . Consultation du guide technique (liste matériels) . Vibration choix éventuel de l'amplitude, élargisseurs de plaque . *Consultation des tableaux de compactage du guide technique . Extraction des conditions appropriées, et transmission des consignes au personnel d'exécution . Calcul du débit de chaque compacteur et comparaison au débit chantier . Cf point ci-dessus . Utilisation d'une pige ou d'un moyen analogue pendant le remblayage . Connaissance des coefficients de contre-foisonnement cf point ci-dessus Nbr de passes . Comptage nombre de passes par l'opérateur, balayage homogène 	<ul style="list-style-type: none"> . Conformité des compacteurs aux paramètres donnés dans la liste . Essai en vibration (réception) . Vérification par l'entrepreneur des conditions de compactage appropriées (à énoncer dans la proposition et au passage des consignes à l'opérateur) . Utilisation à posteriori du PDG 1000 . Utilisation pendant les travaux d'un gammadensimètre (contrôle du résultat de masse volumique) . Utilisation à posteriori du PDG 1000 . Vérification de la conformité vis à vis des prescriptions
Nuisances dues à la vibration des compacteurs	<ul style="list-style-type: none"> . Respect de la distance des compacteurs par rapport à la conduite posée, ou aux conduites existantes . Maîtrise de la propagation dans l'environnement du chantier 	<ul style="list-style-type: none"> . Par rapport à la conduite posée (neuve) : consultation du guide . Par rapport aux conduites existantes : tenir compte de leur état au moment des travaux . Par rapport aux maisons existantes (voir droit de vétusté) . Les niveaux de vibration des petits compacteurs sont d'une manière générale acceptables pour l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> . Visuel . Niveau de vitesse de vibration sur des points sensibles
Intégration du revêtement superficiel dans le site	. Choix de la nature du matériau	. Prise en compte des prescriptions de mise en oeuvre	
Dépôt provisoire de matériaux	. Emplacement à prévoir		

Tableau 7.2 - Etapes diverses de la démarche qualité.

Assurance qualité

Tableau 7.3 - Exemple de points sensibles et de répartition des contrôles

Opération/phase	Point critique	Point d'arrêt	Analyse/contrôle/trace	Interface maître d'oeuvre entreprise
Remblais				
Choix des matériaux de remblai			Identification du matériau Analyse granulométrique, teneur en eau, bleu de méthylène...	Analyse par un laboratoire agréé par le maître d'oeuvre et visa du maître d'oeuvre
Conditions de compactage			Vérification par le maître d'oeuvre de la connaissance par l'entreprise des conditions de compactage	
Lit de pose			Fiche auto-contrôle de l'entreprise	A la disposition du maître d'oeuvre pour audit qualité.
Enrobage			Fiche auto-contrôle de l'entreprise	Idem
Couche de remblai inférieur			Fiche auto-contrôle de l'entreprise	Idem
Couche de remblai supérieur			Fiche auto-contrôle de l'entreprise Essai pénétrométrique ou gammadensimétrique par le maître d'oeuvre	Acceptation/refus par le maître d'oeuvre 
Chaussées				
Choix des matériaux de chaussée			Fiche d'identification des matériaux	Analyse par un laboratoire agréé par le maître d'oeuvre et visa du maître d'oeuvre
Conditions de compactage			Vérification par le maître d'oeuvre de la connaissance des conditions de compactage et de mise en oeuvre	Plan d'assurance qualité ou procédure d'exécution établi par l'entreprise
Assises de chaussées			Fiche d'auto-contrôle de l'entreprise Essai gammadensimétrique par le maître d'oeuvre	Acceptation/refus par le maître d'oeuvre et les gestionnaires de la voirie 

(1) Point critique : point sensible pour lequel il est décidé d'effectuer un contrôle intérieur, le contrôle extérieur étant formellement informé du moment de son exécution et/ou de son résultat.

(2) Point d'arrêt : point sensible pour lequel un accord formel du contrôle extérieur est nécessaire à la poursuite de l'exécution.

VII.2 - L'application opérationnelle de la démarche d'assurance de la qualité

Elle nécessite un certain nombre d'outils capables de faciliter :

- la rédaction des pièces de marché,
- le choix de l'entreprise (manuel qualité, gestion de la qualité, formation des personnels),
- l'établissement des éléments prouvant que chaque étape d'exécution est correctement réalisée (fiches techniques par types de matériaux mis en oeuvre, fiches de suivi de réalisation).

VII.3 - Méthodes et interprétation des contrôles

Ces contrôles s'insèrent dans la démarche d'assurance qualité (cf colonne E) et ne s'y surajoutent pas. Simplement, lorsqu'une telle démarche est suivie et que les éléments de preuve de bonne exécution sont favorables, les contrôles du maître d'oeuvre peuvent être allégés.

VII.3.1 - CONTRÔLE DU COMPACTAGE PAR LE PÉNÉTRODENSITOGRAPHE PDG 1000

Issu d'un programme de recherche piloté par le réseau des Laboratoires des Ponts et Chaussées et auquel ont participé France-Télécom et EDF-GDF, cet appareil peut intervenir aussi bien sur des tranchées profondes (plusieurs mètres) que sur des tranchées étroites de 0,15 m de largeur, en traversant des matériaux de granulométrie jusqu'à 100 à 150 mm. Le PDG 1000 a fait l'objet d'un "calage" par rapport à la double sonde gamma sur les divers matériaux, et à ce titre, son emploi en contrôle extérieur est fondé.

La courbe obtenue traduit le fait que la densification réalisée est conforme ou non aux exigences (q_4 , q_3 et q_2). Il est nécessaire de connaître la classification (nature et état d'humidité) des matériaux contrôlés.

Le principe est la comparaison du pénétrogramme, (cf schéma), avec des seuils prédéterminés établis pour les différentes classes de matériaux.

Le compactage est réputé acceptable s'il remplit les deux conditions suivantes :

- aucun point du pénétrogramme n'est supérieur à l'enfoncement par coup limite (e_cL). L'enfoncement par coup de référence (e_cR) est indicatif de la position qu'est susceptible d'avoir le pénétrogramme dans le cas moyen d'un matériau de la classe considérée ;
- les épaisseurs de couches relevées sur le pénétrogramme sont conformes aux prescriptions du tableau de compactage.

Le compactage n'est pas conforme aux objectifs de densification précités si :

- le pénétrogramme devient supérieur à e_cL (l'écart avec lequel ce débordement se manifeste, ainsi que l'importance des zones concernées traduit la gravité du défaut) ;
- les épaisseurs réelles sont systématiquement supérieures à celles des tableaux, même dans le cas où le pénétrogramme n'est pas encore supérieur à e_cL . Ceci est suffisant pour traduire une non-qualité.

Assurance qualité

Le nombre minimal de points au PDG 1000 peut être fixé comme suit en fonction du linéaire de la tranchée :

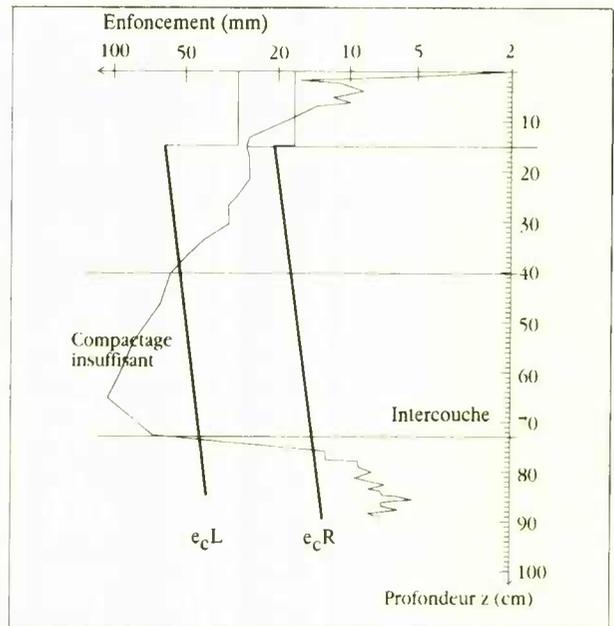
Tableau 7.4 - Fréquence des contrôles au PDG 1000 et au gammadensimètre

Linéaire (m)	< 5	20	100	500	> 500
Nombre de points	1	2	4	8	Un point de mesure tous les 200 m supplémentaires



Photo 7.1 - Vue du PDG 1000

Figure 7.1 - Exemple de pénétrogramme. Le compactage est insuffisant.



VII.3.2 - CONTRÔLE DU COMPACTAGE PAR D'AUTRES PÉNÉTRIMÈTRES (Statiques ou dynamiques)

Ils peuvent intervenir sur des matériaux à granulométrie plus ou moins limitée en fonction de leurs paramètres caractéristiques. Ces appareils sont utiles pour vérifier la conformité des épaisseurs de couches et l'homogénéité du compactage sur un chantier réalisé dans des conditions données. L'intervention d'un tel appareil se situe au niveau du contrôle intérieur lorsque ce dernier ne dispose pas en particulier, de règles d'interprétation par rapport à l'objectif de compactage, qui soient validées.

VII.3.3 - CONTRÔLE DU COMPACTAGE PAR GAMMADENSIMÈTRE

Il concerne une couche unitaire mise en oeuvre, en adaptant la profondeur de la source radioactive à l'épaisseur de celle-ci, de manière à mesurer une masse volumique moyenne de la couche. Les appareils à rétro-diffusion (source et capteur au-dessus du sol) sont proscrits du fait de la pondération de l'information en surface.

Assurance qualité

Les dimensions de l'appareil doivent être compatibles avec la largeur de tranchée. La pose de l'appareil requiert un emplacement plan.

La conception et l'étalonnage de ces appareils doivent permettre une mesure correcte quelle que soit la nature chimique des matériaux contrôlés pour un emploi au niveau du contrôle extérieur. Tous les appareils existant sur le marché ne répondent pas à cette exigence.

L'interprétation des mesures nécessite que puisse être réalisé l'essai Proctor fournissant la référence de compactage. La condition est que le matériau ait moins de 25 % de refus à 20 mm, ce qui est en pratique obtenu pour des matériaux de granulométrie inférieure à 40 à 50 mm. La validité de la référence suppose par ailleurs que le matériau soit homogène.

La masse volumique sèche doit en chaque point de mesure être au moins égale à la valeur de masse volumique moyenne précisée au paragraphe II.1 "Objectif de densification".

Le nombre minimal de points au gammadensimètre par couche élémentaire est donné dans le tableau 7.4 .



*Photo 7.2
Vue d'un gammadensimètre
à profondeur variable
GPV 25-40*

VII.3.4 - CONTRÔLE DU COMPACTAGE PAR DOUBLE SONDE GAMMA

L'appareil, de très grande précision, existe en un nombre restreint d'exemplaires. Il est apte à réaliser des expertises. Les mesures permettent d'obtenir des profils de densités en fonction de la profondeur auscultée. Ceci nécessite de placer deux réservations parallèles dans le matériau jusqu'à la cote souhaitée (mesure sur plusieurs mètres possible). Cet appareil a été utilisé en référence pour le calage du PDG 1000 (cf VII.3.1.).

VII.3.5 - CONTRÔLE DE LA PORTANCE DE LA PARTIE SUPÉRIEURE DE REMBLAI À LA DYNAPLAQUE

Ce contrôle permet de s'assurer que les couches de réfection de chaussées pourront être mises en place sur un support suffisamment rigide.

Assurance qualité

L'utilisation de la dynaplaque nécessite une largeur de tranchée supérieure à 0,80 m pour pouvoir placer l'embase de la dynaplaque (photo 7.3). D'autre part, avec les appareils actuels, la surface du massif remblayé ne doit pas être trop dénivelée par rapport à celle où circule la dynaplaque, la valeur du dénivelé est fonction du véhicule porteur, de 0,1 à 0,3 m. La mesure (au troisième choc de la masse tombante) doit fournir un module d'au moins 50 MPa, en chaque point.

REMARQUE :

Il ne faut pas confondre cet essai avec un contrôle de compactage. Le choix des matériaux dans la partie supérieure de remblai est déterminant pour l'obtention d'un module correct.



Photo 7.3
Vue de la dynaplaque

VII.3.6 - AIDE À LA DÉCISION À L'ISSUE DES CONTRÔLES

Lorsque les mesures révèlent une insuffisance, on peut apprécier le risque d'évolution de la tranchée en fonction du contexte : un trafic élevé, la présence d'une nappe, renforcent ce risque. Les dispositions à prendre à l'issue du contrôle sont liées au contexte et à la gravité du défaut estimé en fonction de l'écart plus ou moins important de la mesure par rapport à l'exigence initiale.

Pour aider à la prise de décision consécutive à la constatation d'un défaut, le tableau ci-après comporte deux colonnes représentatives des conditions favorables et défavorables.

Les deux contextes envisagés sont définis (entre autres) par :

- C1 (propice à évolution) : trafic \geq T2 ou présence de nappe peu profonde ;
- C2 (évolution temporisée ou amoindrie) : trafic $<$ T2 et absence de nappe.

Le tableau 7.5 résume les risques d'évolution encourus, en fonction des résultats obtenus lors des contrôles évoqués précédemment, qui doivent permettre de prendre les décisions adéquates ; celles-ci peuvent être à titre indicatif :

- un risque d'évolution faible pourra être accepté ponctuellement s'il ne se révèle pas être répétitif,
- un risque d'évolution moyen nécessitera soit une reprise soit une adaptation du délai de garantie,
- un risque d'évolution fort nécessitera la reprise des travaux.

Assurance qualité

Tableau 7.5 - Risques d'évolution en fonction de la valeur de la gravité du défaut

Type de contrôle	Insuffisance relevée	Gravité du défaut	Risque d'évolution	
			Contexte C1	Contexte C2
PDG 1000	. La valeur e_{cL} n'est pas dépassée, mais les épaisseurs de couches décelées sont systématiquement supérieures de plus de 20 % par rapport à la valeur préconisée.	Défaut de faible gravité	Faible	Très faible
	. La valeur e_{cL} est dépassée de moins de l'intervalle entre e_{cL} et e_{cR} , et au total sur une épaisseur de moins de 30% de la profondeur de la tranchée.	Défaut de gravité moyenne	Moyen	Faible
	. La valeur e_{cL} est dépassée de plus de l'intervalle entre e_{cL} et e_{cR} , ou au total sur une épaisseur entre 30 et 50% de la profondeur de la tranchée quelle que soit l'importance du dépassement	Défaut de gravité forte	Fort	Moyen
	. La valeur e_{cL} est dépassée sur plus de 50% de la profondeur de la tranchée.	Défaut de gravité très forte	Très fort	Fort
AUTRES PENETROMETRES	Methodologies à définir en fonction des appareils			
GAMMADENSITOMETRE	. Contrôle sur une couche non revêtue : valeur inférieure à l'objectif de masse volumique moyenne en contrôle	Reprise du compactage (donc pas de risque d'évolution)		
	. Contrôle ponctuel d'une couche recouverte, après ouverture de la couche supérieure, dans le cas d'une tranchée peu profonde ($\leq 1m$) :			
	. Insuffisance de moins de 3 % en masse volumique →	Défaut de faible gravité	Faible	Très faible
	. Insuffisance comprise entre 3 et 6% →	Défaut de gravité moyenne	Moyen	Faible
	. Insuffisance supérieure à 6 % →	Défaut de gravité forte	Fort	Moyen
	. Insuffisance supérieure à 10 % →	Défaut de gravité très forte	Très fort	Fort
	Contrôle ponctuel d'une couche recouverte; cas d'une tranchée profonde	L'estimation du risque ne peut être faite qu'en contrôlant l'ensemble de la profondeur de la tranchée avec une méthode appropriée		
DYNAPLAQUE	. Partie supérieure de remblai sur laquelle le module est compris entre 35 et 50 MPa	Vérifier la classification du matériau Vérifier que le compactage est correct		
	. Partie supérieure de remblai sur laquelle le module est inférieur à 35 MPa	Idem Dans ces conditions le compactage d'une couche d'assise en q2 peut être problématique et sa tenue ultérieure déficiente		

Bibliographie ~ Normes

OUVRAGES ET NORMES RÉFÉRENCÉS DANS LE GUIDE TECHNIQUE :

- [1] AFNOR Norme NF P 98-331
Tranchées : ouverture, remblayage, réfection
- [2] SETRA-LCPC
Réalisation des remblais et des couches de forme
Guide technique en deux fascicules
1992 publication SETRA
- fascicule 1 : principes généraux Réf. D9233
- fascicule 2 : annexes techniques Réf. D9235
- [3] AFNOR Norme NF P 98-082
CT Dimensionnement des chaussées-Détermination des trafics routiers pour le dimensionnement des structures de chaussée
- [4] AFNOR Norme NF P 98-705 ; Norme NF P 98-736
MCER Compacteurs-terminologie et spécifications commerciales
MCER Compacteurs-Classification
- [5] AFNOR Norme NF P 98-115
AC Exécution des corps de chaussée-Constituants-Composition des mélanges et formulation-exécution et contrôle
- [6] AFNOR Norme NF T 54-080
Dispositifs avertisseurs pour ouvrages enterrés
- [7] AFNOR Norme NF P 11-300
Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières
- [8] AFNOR Norme NF P 98-231.2
ERC Comportement au compactage des matériaux autres que traités aux liants hydrauliques ou non traités Essai Proctor Modifié adapté aux graves et sables utilisés en assises de chaussées
- [9] Club d'échanges d'expériences sur les routes départementales
Réhabilitation des routes à faible trafic-fascicule 4 catalogue des techniques 1990 publication SETRA Réf. 199033
- [10] SETRA LCPC Manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic (1981)
- [11] Catalogue 1977 (mise à jour en 1988) des structures types de chaussées neuves
- [12] C2.81 Obtention et contrôle de qualité des matériaux et produits
- [13] T1.87 Assurance qualité-Exécution des marchés de travaux
- [14] T1.89 Schéma directeur de la qualité
- [15] T1.90 Gestion et assurance de la qualité, lors d'une étude de génie civil

AUTRES NORMES A CONSULTER

- NF P 98-086 CT - Dimensionnement des chaussées routières - Eléments à prendre en compte pour le calcul du dimensionnement (Homol. : Décembre 1992).
- NF P 98-116 AC - Graves ciment - Définition - Composition - Classification (Homol. : Juillet 1991)
- NF P 98-117 AC - Graves pouzzolanes - Chaux - Définition - Composition - Classification (Homol. : Juillet 1991)
- NF P 98-118 AC - Graves laitier - Définition - Composition - Classification (Homol. : Juillet 1991)
- NF P 98-119 AC - Graves - Cendres volantes - Chaux - Définition - Composition - Classification (Homol. : Juillet 1991)
- NF P 98-120 AC - Graves - Cendres volantes hydrauliques - Définition - Composition - Classification (Homol. : Mars 1992)
- NF P 98-121 AC - Graves émulsion cationique - Définition - Classification - Caractéristiques - Mise en oeuvre (Homol. : Août 1992)
- NF P 98-122 AC - Graves liant spécial routier - Définition - Composition - Classification (Homol. : Novembre 1991)
- NF P 98-123 AC - Graves laitier - Cendres volantes chaux - Définition - Composition - Classification (Homol. : Décembre 1992)
- NF P 98-124 AC - Cendres volantes - Chaux - Gypse - Définition - Composition - Classification (Homol. : Mars 1992)
- NF P 98-128 AC - Bétons compactés routiers et graves traitées aux liants hydrauliques et pouzzolaniques à hautes performances - Définition - Composition - Classification (Homol. : Novembre 1991)
- NF P 98-130 EH - Couches de roulement et couches de liaison : bétons bitumineux semi-grenus - Définition - Classification - Caractéristiques - Fabrication - Mise en oeuvre (Homol. : Décembre 1991)
- NF P 98-132 EH - Couches de roulement : bétons bitumineux minces - Définition - Classification - Caractéristiques - Fabrication - Mise en oeuvre (Homol. : Décembre 1991)
- NF P 98-133 EH - Couches de roulement : Bétons bitumineux cloutés - Définition - Classification - Caractéristiques - Fabrication - Mise en oeuvre (Homol. : Décembre 1991)
- NF P 98-134 EH - Couches de roulement : Bétons bitumineux drainants - Définition - Classification - Caractéristiques - Fabrication - Mise en oeuvre (Homol. : Décembre 1991)

Bibliographie ~ Normes

- NF P 98-136 EH - Bétons bitumineux pour couches de surface de chaussées souples à faible trafic - Définition - Classification - Caractéristiques - Fabrication - Mise en oeuvre (Homol. : Décembre 1991)
- NF P 98-137 EH - Couches de roulement : Bétons bitumineux très minces - Définition - Classification - Caractéristiques - Fabrication - Mise en oeuvre (Homol. : Mai 1992)
- NF P 98-138 EH - Couches d'assises : graves bitume - Définition - Classification - Caractéristiques - Fabrication - Mise en oeuvre (Homol. : Octobre 1992)
- NF P 98-140 EH - Couches d'assises : Enrobés à module élevé - Définition - Classification - Caractéristiques - Fabrication - Mise en oeuvre (Homol. : Octobre 1992)
- NF P 98-145 EH - Asphaltes coulés pour trottoirs et pour couches de roulement de chaussées - Définition - Classification - Caractéristiques - Fabrication - Mise en oeuvre (Homol. : Janvier 1992)
- NF P 98-150 EH - Exécution des corps de chaussées, couches de liaison et couches de roulement - Constituants - Composition des mélanges - Exécution et contrôles (Homol. : Décembre 1992)
- NF P 98-160 Revêtement de chaussées - Enduit superficiel d'usure - Spécifications (Homol. : Mai 1992)
- NF P 98-231.1 ERC - Comportement au compactage des matériaux traités aux liants hydrauliques ou non traités - Essai Proctor modifié adapté aux graves et sables utilisés en assises de chaussées (Homol. : Novembre 1992)
- NF P 98-231.2 ERC - Comportement au compactage des matériaux autres que traités aux liants hydrauliques ou hydrocarbonés - Détermination de la difficulté de compactage par essai à la presse à cisaillement giratoire (PCG) (Homol. : Février 1992)
- NF P 98-275.1 ERC - Détermination du dosage en liant répandu - Essai in situ de dosage moyen et de régularité transversale - (Homol. : Septembre 1992)
- NF P 98-276.1 ERC - Mesure du dosage en granulats d'un enduit superficiel - Essai à la boîte doseuse (Homol. : Février 1992)
- NF P 18-301 G - Granulats naturels pour bétons hydrauliques (Homol. : Décembre 1983)
- NF P 98-331 Tranchées - ouverture - remblayage - réfection
- P 98-113 PR AC - Sables traités aux liants hydrauliques - Définition - Composition - Classification (Prépar.)
- P 98-127 AC - Matériaux marginaux traités aux liants hydrauliques - Définition - Composition - Classification (Projet)
- P 98-129 AC - Graves non traitées - Définition - Composition - Classification (Prépar.)
- P 98-139 EH - Couches de roulement - Bétons bitumineux à froid - Définition - Classification - Caractéristiques - Fabrication - Mise en oeuvre (Prépar.)
- P 98-141 EH - Couches de roulement et couches de liaison : bétons bitumineux à module élevé - Définition - Classification - Caractéristiques - Fabrication - Mise en oeuvre (Prépar.)
- P 98-737 MCER - Matériel de compactage - Evaluation (Prépar.)
- P 18-101 G - Vocabulaire - Définitions - Classification (Expér. : Décembre 1990)
- P 18-557 G - Eléments pour l'identification des granulats (Expér. : Septembre 1990)
- P 18-560 G - Analyse granulométrique par tamisage (Expér. : Septembre 1990)
- P 18-561 G - Mesure du coefficient d'aplatissement (Expér. : Septembre 1990)
- P 18-562 G - Détermination de l'épaisseur moyenne des gravillons (Expér. : Décembre 1990)
- P 18-572 G - Essai d'usure micro-Deval (Expér. : Décembre 1990)
- P 18-573 G - Essai Los Angelès (Expér. : Décembre 1990)
- P 18-574 G - Essai de fragmentation dynamique (Expér. : Décembre 1990)
- P 18-575 G - Mesure du coefficient de polissage accéléré des gravillons (Expér. : Décembre 1990)
- P 18-576 G - Mesure du coefficient de friabilité des sables (Expér. : Décembre 1990)
- P 18-579 G - Mesure de l'abrasivité et de la broyabilité (Expér. : Décembre 1990)
- P 18-592 G - Essai au bleu de méthylène (Expér. : Décembre 1990)
- P 18-595 G - Valeur de bleu de méthylène. Méthode turbidimétrique (Expér. : Décembre 1990)
- P 18-597 G - Détermination de la propreté des sables - Equivalent de sable à 10 % de fines (Expér. : Décembre 1990)
- P 18-598 G - Equivalent de sable (Expér. : Octobre 1991)

Normes qualité

NF X 50-120 (ISO 8402)

NF X 50-121 (ISO 9000) (EN 29000)

NF X 50-131 (ISO 9001) (EN 29001)

NF X 50-132 (ISO 9002) (EN 29002)

NF X 50-133 (ISO 9003) (EN 29003)

NF X 50-164

Page laissée blanche intentionnellement

Annexe 1

CLASSIFICATION DES SOLS, DES MATERIAUX ROCHEUX , DES SOLS ORGANIQUES ET DES SOUS PRODUITS INDUSTRIELS, SUIVANT NF P 11 300 ET LE GTR

I - LES SOLS

Ces matériaux sont classés en fonction de leur nature, de leur état hydrique et pour certains d'entre-eux en fonction de leur comportement sous des sollicitations représentatives de celles qu'ils subiront dans l'ouvrage en service.

Les paramètres de nature considérés sont :

- des paramètres granulaires : D_{max}
% d'éléments < 80 µm
% d'éléments < 2mm
- des paramètres d'argilosité : Indice de Plasticité (IP)
Valeur de Bleu de méthylène du Sol (VBS).

Suivant les valeurs de ces paramètres mesurées sur les différents sols, ceux-ci sont classés en fonction de leur nature en 4 classes A ; B ; C ; D. Chacune de ces classes étant encore subdivisée en un certain nombre de sous-classes comme indiqué dans le tableau synoptique 3.1.

Les paramètres d'état hydrique considérés sont :

- soit le rapport entre la teneur en eau naturelle du sol et sa teneur en eau à l'optimum proctor normal (w_{opn}),
- soit son Indice Portant Immédiat (IPI),
- soit son Indice de Consistance (Ic).

Suivant les valeurs de ces paramètres mesurées sur les différents sols, ceux-ci sont caractérisés par un des cinq états hydriques suivants : "très humide" (th) ; "humide" (h) ; "moyen" (m) ; "sec" (s) ; "très sec" (ts).

Les paramètres de valeurs intrinsèques des sols granulaires considérés sont :

- le coefficient Los-Angelès (LA),
- le coefficient Micro-Deval Humide (MDE),
- le coefficient de friabilité des sables (FS).

Ces paramètres permettent de distinguer, parmi les sols granulaires ayant des caractéristiques de nature identiques, ceux qui sont plus ou moins résistants sous le trafic de chantier. Cette distinction n'est cependant pas déterminante pour le remblayage des tranchées et ne sera donc pas prise en compte dans la suite du document.

II - LES MATERIAUX ROCHEUX

L'opportunité de rassembler les matériaux rocheux dans une catégorie spécifique s'est imposée pour les raisons suivantes :

- avant extraction : ils ne sont pas identifiables par les critères utilisés pour les sols,
- après extraction : la granularité ne constitue pas pour certains d'entre-eux (matériaux rocheux évolutifs) un paramètre de nature et de ce fait la démarche retenue pour les sols ne peut pas leur être appliquée.

La démarche de classement des matériaux rocheux préconisée dans la norme NF P 11-300 se déroule en deux étapes :

Annexe 1

la première définit un classement de ces matériaux en fonction de la nature pétrographique de la roche dont ils sont issus. Deux grandes classes de roches sont considérées : les roches sédimentaires d'une part, et les roches magmatiques et métamorphiques d'autre part. La classe des roches sédimentaires est elle-même subdivisée en cinq : les roches calcaires (R1 pour les craies ; R2 pour les calcaires) ; les roches argileuses (R3) ; les roches siliceuses (R4) ; les roches salines (R5) ; les roches magmatiques et métamorphiques constituent quant à elles la classe R6 ;

la seconde étape établit un classement supplémentaire en fonction du comportement de chacune des classes pétrographiques, en particulier il est nécessaire de distinguer parmi ces matériaux ceux qui présentent un caractère évolutif sous l'action des engins de mise en oeuvre ou des agents chimiques, et parmi les non-évolutifs ceux qui peuvent tout de même produire, sous la circulation des engins de chantier, une quantité de fines suffisante pour les rendre sensibles à l'eau.

Les paramètres considérés pour caractériser le comportement évolutif sont :

- le coefficient de fragmentabilité (FR),
- le coefficient de dégradabilité (DG),
- la masse volumique sur bloc (ρ_d).

Les paramètres considérés pour caractériser le comportement sous le trafic des matériaux rocheux non évolutifs sont :

- le coefficient Los-Angelès (LA),
- le coefficient Micro-Deval-humide (MDE),
- le coefficient de friabilité des sables (FS).

Toutefois, comme cela a déjà été indiqué pour les sols, il n'est pas justifié de prendre en considération le comportement sous trafic des matériaux rocheux non évolutifs dans leur utilisation en remblai de tranchées.

III - LES SOLS ORGANIQUES ET SOUS-PRODUITS INDUSTRIELS

La norme NF P 11.300 distingue neuf familles de sous-produits industriels :

- matériaux naturels renfermant des matières organiques (F1),
- cendres volantes et cendres de foyer de centrales thermiques (F2),
- schistes houillers (F3),
- schistes des mines de potasse (F4),
- phosphogypse (F5),
- mâchefers d'incinération d'ordures ménagères (F6) (se référer à la réglementation),
- matériaux de démolition (F7),
- laitiers de hauts-fourneaux (F8),
- autres sous-produits industriels (F9).

Chaque famille est ensuite subdivisée en sous-classes en fonction des valeurs de certains paramètres jugés significatifs vis-à-vis des risques induits par l'emploi de ces matériaux en remblai ou en couche de forme (risques techniques ou écologiques).

Les tableaux de classification des matériaux utilisés pour la construction des remblais et des couches de forme présentés ci-après sont extraits du GTR (guide technique pour la réalisation des remblais et des couches de forme, fascicule II "annexes techniques").

Classement selon la nature					Classement selon l'état hydrique	
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature	Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe
D _{max} ≤ 50mn et tamisat à 80µm > 35 %	A sols fins	VBS ≤ 2,5 ou I _p ≤ 12	A ₁	Ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau, en particulier lorsque leur w _n est proche de w _{OPN} . Le temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique est relativement court, mais la perméabilité pouvant varier dans de larges limites selon la granulométrie, la plasticité et la compacité, le temps de réaction peut tout de même varier assez largement. Dans le cas de ces sols fins peu plastiques, il est souvent préférable de les identifier par la valeur de bleu de méthylène VBS, compte tenu de l'imprécision attachée à la mesure de l'I _p .	IPI ≤ 3 ou w _n ≥ 1,25 w _{OPN}	A ₁ th
			3 < IPI ≤ 8 ou 1,10 w _{OPN} ≤ w _n < 1,25 w _{OPN}	A ₁ h		
			8 < IPI ≤ 25 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,10 w _{OPN}	A ₁ m		
			0,7 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN}	A ₁ s		
			w _n < 0,7 w _{OPN}	A ₁ ts		
		12 < I _p ≤ 25 ou 2,5 < VBS ≤ 6	A ₂	Le caractère moyen des sols de cette sous - classe fait qu'ils se prêtent à l'emploi de la plus large gamme d'outils de terrassement (si la teneur en eau n'est pas trop élevée). Dès que l'I _p atteint des valeurs ≥ 12, il constitue le critère d'identification le mieux adapté.	IPI ≤ 2 ou Ic ≤ 0,9 ou w _n ≥ 1,3 w _{OPN}	A ₂ th
			2 < IPI ≤ 5 ou 0,9 < Ic ≤ 1,05 ou 1,1 w _{OPN} ≤ w _n < 1,3 w _{OPN}	A ₂ h		
			5 < IPI ≤ 15 ou 1,05 < Ic ≤ 1,2 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,1 w _{OPN}	A ₂ m		
			1,2 < Ic ≤ 1,4 ou 0,7 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN}	A ₂ s		
			Ic > 1,4 ou w _n < 0,7 w _{OPN}	A ₂ ts		
		25 < I _p ≤ 40 ou 6 < VBS ≤ 8	A ₃	Ces sols sont très cohérents à teneur en eau moyenne et faible, et collants ou glissants à l'état humide, d'où difficulté de mise en œuvre sur chantier (et de manipulation en laboratoire). Leur perméabilité très réduite rend leurs variations de teneur en eau très lentes, en place. Une augmentation de teneur en eau assez importante est nécessaire pour changer notablement leur consistance.	IPI ≤ 1 ou Ic ≤ 0,8 ou w _n ≥ 1,4 w _{OPN}	A ₃ th
			1 < IPI ≤ 3 ou 0,8 < Ic ≤ 1 ou 1,2 w _{OPN} ≤ w _n < 1,4 w _{OPN}	A ₃ h		
			3 < IPI ≤ 10 ou 1 < Ic ≤ 1,15 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,2 w _{OPN}	A ₃ m		
			1,15 < Ic ≤ 1,3 ou 0,7 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN}	A ₃ s		
			Ic > 1,3 ou w _n < 0,7 w _{OPN}	A ₃ ts		
		I _p > 40 ou VBS > 8	A ₄	Ces sols sont très cohérents et presque imperméables : s'ils changent de teneur en eau, c'est extrêmement lentement et avec d'importants retraits ou gonflements. Leur emploi en remblai ou en couche de forme n'est normalement pas envisagé mais il peut éventuellement être décidé à l'appui d'une étude spécifique s'appuyant notamment sur des essais en vraie grandeur.	Valeurs seuils des paramètres d'état, à définir à l'appui d'une étude spécifique.	
	A ₄ th					
	A ₄ h					
	A ₄ s					

Les paramètres inscrits en **caractères gras** sont ceux dont le choix est à privilégier.

SOLS SABLEUX ET GRAVELEUX AVEC FINES

← NIVEAU DE CLASSIFICATION NECESSAIRE POUR L'EMPLOI EN REMBLAI →

← NIVEAU DE CLASSIFICATION NECESSAIRE POUR L'EMPLOI EN COUCHE DE FORME →

Classement selon la nature				Classement selon l'état hydrique		Classement selon le comportement		
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe
D _{max} ≤ 50 mm et tamisat à 80 µm ≤ 35%	B Sols sableux et graveleux avec fines	- tamisat à 80 µm ≤ 12% - tamisat à 2 mm > 70% - 0,1 ≤ VBS ≤ 0,2 ou ES > 35	B ₁ Sables silteux...	Matériaux sableux généralement insensibles à l'eau. Mais, dans certains cas (extraction dans la nappe...), cette insensibilité devra être confirmée (étude complémentaire, planche d'essais,...). Leur emploi en couche de forme nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (friabilité des sables FS).			FS ≤ 60	B ₁₁
							FS > 60	B ₁₂
		- tamisat à 80 µm ≤ 12% - tamisat à 2 mm > 70% - VBS > 0,2 ou ES ≤ 35	B ₂ Sables argileux (peu argileux)...	La plasticité de leurs fines rend ces sols sensibles à l'eau. Leur temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique est court, tout en pouvant varier assez largement (fonction de perméabilité). Lorsqu'ils sont extraits dans la nappe et mis en dépôt provisoire, ils conservent un état hydrique "humide" à "très humide" ; il est assez peu probable, en climat océanique, que leur état hydrique puisse s'améliorer jusqu'à devenir "moyen". Leur emploi en couche de forme sans traitement avec des LH nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (friabilité des sables FS).	IPI ≤ 4 ou w _n ≥ 1,25 w _{OPN}	B ₂ th	FS ≤ 60	B ₂₁ th
							FS > 60	B ₂₂ th
					4 < IPI ≤ 8 ou 1,10 w _{OPN} ≤ w _n < 1,25 w _{OPN}	B ₂ h	FS ≤ 60	B ₂₁ h
							FS > 60	B ₂₂ h
					0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,10 w _{OPN}	B ₂ m	FS ≤ 60	B ₂₁ m
							FS > 60	B ₂₂ m
				0,5 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN}	B ₂ s	FS ≤ 60	B ₂₁ s	
						FS > 60	B ₂₂ s	
		w _n < 0,5 w _{OPN}	B ₂ ts	FS ≤ 60	B ₂₁ ts			
				FS > 60	B ₂₂ ts			
- tamisat à 80 µm ≤ 12% - tamisat à 2 mm ≤ 70% - 0,1 ≤ VBS ≤ 0,2 ou ES > 25	B ₃ Graves silteuses...	Matériaux graveleux généralement insensibles à l'eau. Mais, dans certains cas (extraction dans la nappe...), cette insensibilité devra être confirmée (étude complémentaire, planche d'essai,...). Leur emploi en couche de forme sans traitement avec des LH nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (Los Angelès, LA, et Micro Deval en présence d'eau, MDE).			LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	B ₃₁		
					LA > 45 ou MDE > 45	B ₃₂		

Les paramètres inscrits en **caractères gras** sont ceux dont le choix est à privilégier.

SOLS SABLEUX ET GRAVELEUX AVEC FINES (suite)

← NIVEAU DE CLASSIFICATION NECESSAIRE POUR L'EMPLOI EN REMBLAI →

← NIVEAU DE CLASSIFICATION NECESSAIRE POUR L'EMPLOI EN COUCHE DE FORME →

Classement selon la nature				Classement selon l'état hydrique		Classement selon le comportement					
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature	Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe			
D _{max} ≤ 50 mm et tamisat à 80 µm ≤ 35%	Sols sableux et graveleux avec fines	- tamisat à 80 µm ≤ 12% - tamisat à 2 mm ≤ 70% - VBS > 0,2 ou ES > 25	B ₄ Graves argileuses (peu argileuses)...	La plasticité de leurs fines rend ces sols sensibles à l'eau. Ils sont plus graveleux que les sols B ₂ et leur fraction sableuse est plus faible. Pour cette raison, ils sont en général perméables. Ils réagissent assez rapidement aux variations de l'environnement hydrique et climatique (humidification - séchage). Lorsqu'ils sont extraits dans la nappe, il est assez peu probable, en climat océanique, que leur état hydrique puisse s'améliorer jusqu'à devenir "moyen". Leur emploi en couche de forme sans traitement avec des LH nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (Los Angelès, LA, et/ou Micro Deval en présence d'eau, MDE).	IPI ≤ 7 ou w _n ≥ 1,25 w _{OPN}	B ₄ th	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45	B ₄₁ th B ₄₂ th			
					7 < IPI ≤ 15 ou 1,10 w _{OPN} ≤ w _n < 1,25 w _{OPN}	B ₄ h	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45	B ₄₁ h B ₄₂ h			
					0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,10 w _{OPN}	B ₄ m	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45	B ₄₁ m B ₄₂ m			
					0,6 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN}	B ₄ s	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45	B ₄₁ s B ₄₂ s			
					w _n < 0,6 w _{OPN}	B ₄ ts	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45	B ₄₁ ts B ₄₂ ts			
					IPI ≤ 5 ou w _n ≥ 1,25 w _{OPN}	B ₅ th	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45	B ₅₁ th B ₅₂ th			
		- tamisat à 80 µm compris entre 12 et 35% - VBS ≤ 1,5 ou I _p ≤ 12	B ₅ Sables et graves très silteux...	La proportion de fines et la faible plasticité de ces dernières, rapprochent beaucoup le comportement de ces sols de celui des sols A ₁ . Pour la même raison qu'indiquée à propos des sols A ₁ , il y a lieu de préférer le critère VBS au critère I _p , pour l'identification des sols B ₅ . Leur emploi en couche de forme sans traitement avec des LH nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (Los Angelès, LA, et/ou Micro Deval en présence d'eau, MDE).	5 < IPI ≤ 12 ou 1,10 w _{OPN} ≤ w _n < 1,25 w _{OPN}	B ₅ h	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45	B ₅₁ h B ₅₂ h			
					12 < IPI ≤ 30 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,10 w _{OPN}	B ₅ m	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45	B ₅₁ m B ₅₂ m			
					0,6 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN}	B ₅ s	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45	B ₅₁ s B ₅₂ s			
					w _n < 0,6 w _{OPN}	B ₅ ts	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45	B ₅₁ ts B ₅₂ ts			
					- tamisat à 80 µm compris entre 12 et 35% - VBS > 1,5 ou I _p > 12	B ₆ Sables et graves, argileux à très argileux	L'influence des fines est prépondérante, le comportement du sol se rapproche de celui du sol fin ayant même plasticité que les fines du sol avec toutefois une plus grande sensibilité à l'eau due à la présence de la fraction sableuse en plus grande quantité	IPI ≤ 4 ou w _n ≥ 1,3 w _{OPN} ou I _c ≤ 0,8	B ₆ th		
								4 < IPI ≤ 10 ou 0,8 < I _c ≤ 1 ou 1,1 w _{OPN} ≤ w _n < 1,3 w _{OPN}	B ₆ h		
								10 < IPI ≤ 25 ou 1 < I _c ≤ 1,2 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,1 w _{OPN}	B ₆ m		
								0,7 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN} ou 1,2 < I _c ≤ 1,3	B ₆ s		
								w _n < 0,7 w _{OPN} ou I _c > 1,3	B ₆ ts		

Les paramètres inscrits en caractères gras sont ceux dont le choix est à privilégier

SOLS COMPORTANT DES FINES ET DES GROS ELEMENTS

Classement selon la nature					Classement selon l'état hydrique et le comportement
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux	
D _{max} > 50mm et tamisat à 80 µm > 12% ou si le tamisat à 80 µm ≤ 12% la VBS est > 0,1	C Sols comportant des fines et des gros éléments	Matériaux anguleux dont la proportion de la fraction 0/50 mm dépasse 60 à 80% et Matériaux roulés La fraction 0/50 mm est un sol de la classe A	C ₁ A _i Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, moraines, alluvions grossières...	Le comportement des sols de cette classe peut être assez justement apprécié par celui de leur fraction 0/50 mm. L'évaluation de la proportion de la fraction 0/50 mm est cependant nécessaire dans le cas des sols constitués d'éléments anguleux. Celle-ci peut se faire visuellement par un géotechnicien expérimenté dès que le D _{max} du sol dépasse 200 mm. L'identification des sols de cette classe doit être précisée à l'aide d'un double symbole de type C ₁ (A _i) ou C ₁ (B _i), A _i ou B _i étant respectivement la classe de la fraction 0/50 mm du matériau considéré.	Le sous-classement, en fonction de l'état hydrique des sols de cette classe, s'établit en considérant celui de leur fraction 0/50 mm qui peut être un sol de la classe A ou de la classe B. Les différentes sous-classes composant la classe C sont :
		Matériaux anguleux dont la proportion de la fraction 0/50 mm dépasse 60 à 80% et Matériaux roulés La fraction 0/50 mm est un sol de la classe B	C ₁ B _i Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, moraines, alluvions grossières...	On peut encore très utilement compléter cette identification en indiquant la valeur du D _{max} présent dans le sol. Ainsi, par exemple, un sol classé : C ₁ ⁴⁰⁰ (A ₃) correspond à un sol roulé ou anguleux ayant plus de 60 à 80% d'éléments < 50 mm, dont les plus gros éléments ont une dimension de 400 mm et dont la fraction 0/50 mm est de type A ₃ .	
		Matériaux anguleux comportant une fraction 0/50 mm ≤ 60 à 80%. La fraction 0/50 mm est un sol de la classe A.	C ₂ A _i Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, biefs à silex...	Le comportement des sols de cette classe dépend aussi de la fraction 50/D présente et ne peut plus être assimilé à celui de la seule fraction 0/50 mm. L'importance de cette influence est toujours difficile à évaluer (fonction de la continuité granulométrique et de l'angularité des éléments grenus) en raison des difficultés pratiques qu'il y a à réaliser des essais de laboratoire sur ces matériaux. Il est néanmoins utile, comme pour les C ₁ , de préciser l'identification des sols de cette classe à l'aide d'un double symbole de type C ₂ (A _i) ou C ₂ (B _i), A _i ou B _i étant respectivement la classe de la fraction 0/50 mm du matériau considéré.	
		Matériaux anguleux comportant une fraction 0/50 mm ≤ 60 à 80%. La fraction 0/50 mm est un sol de la classe B.	C ₂ B _i Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, biefs à silex...	De même cette identification pourra être très utilement complétée par l'indication du D _{max} présent dans le sol (Cf. classe C ₁). Des essais en semi ou vraie grandeur seront souvent nécessaires pour caler l'interprétation des mesures réalisées sur la fraction 0/50 mm.	

C ₁ A ₁ C ₁ A ₂ C ₁ A ₃ C ₁ A ₄	C ₂ A ₁ C ₂ A ₂ C ₂ A ₃ C ₂ A ₄	état th, h, m, s ou ts
C ₁ B ₁₁ C ₁ B ₁₂ C ₁ B ₃₁ C ₁ B ₃₂	C ₂ B ₁₁ C ₂ B ₁₂ C ₂ B ₃₁ C ₂ B ₃₂	Matériaux généralement insensibles à l'état hydrique
C ₁ B ₂₁ C ₁ B ₂₂ C ₁ B ₄₁ C ₁ B ₄₂ C ₁ B ₅₁ C ₁ B ₅₂ C ₁ B ₆	C ₂ B ₂₁ C ₂ B ₂₂ C ₂ B ₄₁ C ₂ B ₄₂ C ₂ B ₅₁ C ₂ B ₅₂ C ₂ B ₆	état th, h, m, s ou ts

← NIVEAU DE CLASSIFICATION NECESSAIRE POUR L'EMPLOI EN REMBLAI →

← NIVEAU DE CLASSIFICATION NECESSAIRE POUR L'EMPLOI EN COUCHE DE FORME →

Classement selon nature					Classement selon le comportement		
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux	Valeurs seuils retenues		Sous-classe
VBS ≤ 0,1 et Tamisat à 80 µm ≤ 12%	D Sols insensibles à l'eau	D _{max} ≤ 50 mm et tamisat à 2 mm > 70%	D ₁ Sables alluvionnaires propres, sables de dune...	Ces sols sont sans cohésion et perméables. Leur granulométrie, souvent mal graduée et de petit calibre, les rend très érodables et d'une "traficabilité" difficile.	Leur emploi en couche de forme sans traitement aux LH nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (Los Angelès, LA, et/ou micro Deval en présence d'eau, MDE) ou friabilité des sables (FS).	FS ≤ 60	D ₁₁
			FS > 60			D ₁₂	
		D _{max} ≤ 50 mm et tamisat à 2 mm ≤ 70%	D ₂ Graves alluvionnaires propres, sables...	Ces sols sont sans cohésion et perméables. Après compactage ils sont d'autant moins érodables et d'autant plus aptes à supporter le trafic qu'ils sont bien gradués.		LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	D ₂₁
			LA > 45 ou MDE > 45			D ₂₂	
		D _{max} > 50 mm	D ₃ Graves alluvionnaires propres...	Matériaux sans cohésion et perméables, inadaptés au malaxage en vue d'un traitement répondant à une qualité "couche de forme". En partie supérieure des terrassements ils peuvent poser des problèmes de réglage, de traficabilité et d'exécution de tranchées diverses.		LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	D ₃₁
						LA > 45 ou MDE > 45	D ₃₂

MATERIAUX ROCHEUX

(évolutifs et non évolutifs)

Classement selon la nature			Classement selon l'état hydrique et le comportement			
Nature pétrographique de la roche		Caractères principaux	Paramètres et valeurs seuils retenus	Sous-classe		
Roches sédimentaires	Roches carbonatées	<p>R₁ Craie</p> <p>La craie est un empilement de particules de calcite dont les dimensions sont de l'ordre de 1 à 10µm. Cet empilement constitue une structure d'autant plus fragile que la porosité est grande (ou inversement que la densité sèche est faible). Les mesures et constatations de chantier ont montré qu'au cours des opérations de terrassement, il y a formation d'une quantité de fines en relation directe avec la fragilité de l'empilement. Lorsque la craie se trouve dans un état saturé ou proche de la saturation, l'eau contenue dans les pores se communique aux fines produites, leur conférant le comportement d'une pâte, qui s'étend rapidement à l'ensemble du matériau, empêchant la circulation des engins et générant des pressions interstitielles dans les ouvrages. Inversement, lorsque la teneur en eau est faible, la craie devient un matériau rigide, très portant mais difficile à compacter. Enfin, certaines craies peu denses et très humides, peuvent continuer à se fragmenter, après mise en œuvre, sous l'effet des contraintes mécaniques et du gel, principalement</p>	pd > 1,7	craie dense	R ₁₁	
			1,5 < pd ≤ 1,7 et w _n ≥ 27	craie de densité moyenne	R _{12,h}	
			1,5 < pd ≤ 1,7 et 22 ≤ w _n < 27		R _{12,m}	
			1,5 < pd ≤ 1,7 et 18 ≤ w _n < 22		R _{12,s}	
			1,5 < pd ≤ 1,7 et w _n < 18		R _{12,ts}	
			pd ≤ 1,5 et w _n ≥ 31	craie peu dense	R _{13,th}	
			pd ≤ 1,5 et 26 ≤ w _n < 31		R _{13,h}	
			pd ≤ 1,5 et 21 ≤ w _n < 26		R _{13,m}	
			pd ≤ 1,5 et 16 ≤ w _n < 21		R _{13,s}	
		pd ≤ 1,5 et w _n < 16	R _{13,ts}			
		R ₂ Calcaires rocheux divers Ex : - calcaires grossiers - travertins - tufs et encroûtements, etc...	<p>Cette classe regroupe l'ensemble de la gamme des matériaux calcaires rocheux. Leurs caractéristiques prédominantes, vis-à-vis de leur utilisation dans des remblais ou des couches de forme, sont la friabilité et éventuellement, pour les plus fragmentables d'entre eux, la gélivité. D'une manière générale, ces matériaux ne sont pas des matériaux rocheux évolutifs et ne posent pas de problèmes particuliers dans leur emploi en remblai. En couche de forme, leur friabilité peut conduire, par attrition ou désagrégation, à la formation de fines pouvant conférer à l'ensemble du matériau un comportement sensible à l'eau sous circulation des engins.</p>	MDE ≤ 45	calcaire dur	R ₂₁
				MDE > 45 et pd > 1,8	calcaire de densité moyenne	R ₂₂
				pd ≤ 1,8	calcaire fragmentable	R ₂₃

Classement selon la nature			Classement selon l'état hydrique et le comportement	
Nature pétrographique de la roche		Caractères principaux	Paramètres et valeurs seuils retenus	Sous-classe
Roches argileuses	R ₃ Marnes Schistes sédimentaires Argilites Pelites	Les matériaux de cette classe se caractérisent par le fait qu'ils possèdent une structure (le plus souvent carbonatée) plus ou moins résistante, dans laquelle sont emprisonnés, en proportion très variable (entre 5 et 95% d'après ce qui est généralement admis), des minéraux argileux susceptibles d'être gonflants. Ils se fragmentent plus ou moins à la mise en œuvre, en libérant des fines, plastiques et sensibles à l'eau. La destruction de leur structure peut se poursuivre après la mise en œuvre sous l'action des contraintes mécaniques de l'eau et du gel. Cette évolution se produit d'autant plus, que les matériaux ont été moins fragmentés à la mise en œuvre, et que la granularité obtenue à ce stade est homométrique. Pour les plus fragmentables d'entre eux (classe R ₃₄) il convient de caractériser l'état de leur fraction 0/50 mm.	FR ≤ 7 et DG > 20	Roche argileuse : peu fragmentable, très dégradable R ₃₁
			FR ≤ 7 et 5 < DG ≤ 20	Roche argileuse peu fragmentable, moyen ¹ dégradable R ₃₂
			FR ≤ 7 et DG ≤ 5	Roche argileuse : peu fragmentable, peu dégradable R ₃₃
			FR > 7 et $\begin{cases} w_n \geq 1,3 w_{OPN} \\ \text{OU } IPI < 2 \end{cases}$	Roche argileuse fragmentable R ₃₄ th R ₃₄ h R ₃₄ m R ₃₄ s R ₃₄ ts
			FR > 7 et $\begin{cases} 1,1 w_{OPN} \leq w_n < 1,3 w_{OPN} \\ \text{OU } 2 \leq IPI < 5 \end{cases}$	
			FR > 7 et $0,9 w_{OPN} \leq w_n < 1,1 w_{OPN}$	
			FR > 7 et $0,7 w_{OPN} \leq w_n < 0,9 w_{OPN}$	
			FR > 7 et $w_n < 0,7 w_{OPN}$	
			FR > 7 et $w_n < 0,7 w_{OPN}$	
			FR > 7 et $w_n < 0,7 w_{OPN}$	
Roches sédimentaires	R ₄ Grès Poudingues Brèches	Les matériaux de cette classe peuvent être assimilés à des conglomérats de grains de sable (cas des grès) ou de galets (cas des brèches et poudingues), liés entre eux par un ciment naturel de silice ou de calcite. La résistance plus ou moins grande de cette cimentation confère à ces matériaux des comportements variables (risques de réarrangements après mise en œuvre lorsqu'ils ne sont pas suffisamment compactés, en particulier). Si ces roches sont très fragmentables, leur évolution ultime s'arrête aux grains élémentaires cimentés. Certaines d'entre elles contiennent également une fraction argileuse suffisante pour leur conférer un comportement voisin des matériaux de la classe R ₃₄ .	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	Roches siliceuses dures R ₄₁
			LA > 45 ou MDE > 45 et FR ≤ 7	Roches siliceuses de dureté moyenne R ₄₂
			FR > 7	Roches siliceuses fragmentables R ₄₃
Roches salines	R ₅ Gypse Sel gemme Anhydrite	Du point de vue mécanique, les matériaux de cette classe s'apparentent à ceux des classes R ₂ et R ₃ , mais en outre ils sont plus ou moins solubles dans l'eau et induisent, de ce fait, dans les ouvrages, des risques de désordre qui seront d'autant plus grands que: - la solubilité du sel soluble est grande, - sa proportion contenue dans l'ensemble du matériau est élevée, - la fragmentabilité à la mise en œuvre est faible (grande perméabilité de l'ouvrage).	teneur en sel soluble $\begin{cases} \leq 5 \text{ à } 10\% \text{ dans le cas du sel gemme}^* \\ \leq 30 \text{ à } 50\% \text{ dans le cas du gypse}^* \end{cases}$	Roches salines peu solubles R ₅₁
			teneur en sel soluble $\begin{cases} > 5 \text{ à } 10\% \text{ dans le cas du sel gemme}^* \\ > 30 \text{ à } 50\% \text{ dans le cas du gypse}^* \end{cases}$	Roches salines très solubles R ₅₂
* suivant que la fragmentabilité est plus ou moins grande				

Les paramètres inscrits en **caractères gras** sont ceux dont le choix est à privilégier.

69

Classe R (suite)

MATERIAUX ROCHEUX (suite)

(évolutifs et non évolutifs)

Classement selon la nature			Classement selon le comportement		
Nature pétrographique de la roche		Caractères principaux	Paramètres et valeurs seuils retenus	Sous-classe	
Roches magmatiques et métamorphiques	R_6 Granite, basalte, trachyte, andésite... Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers...	Les matériaux entrant dans cette classe peuvent avoir des caractéristiques mécaniques très différentes ; en particulier, leur fragmentabilité et leur friabilité peuvent varier très largement (de faible à très élevée). Les matériaux des classes R_{61} et R_{62} ne s'altèrent pas au sein des ouvrages, sous l'effet des contraintes mécaniques et de l'eau ; mais en revanche, ceux de la classe R_{63} ont un comportement voisin des classes R_{34} ou R_{43} .	$LA \leq 45$ et $MDE \leq 45$	Roches magmatiques et métamorphiques dures	R_{61}
			$LA > 45$ ou $MDE > 45$ et $FR \leq 7$	Roches magmatiques et métamorphiques de dureté moyenne	R_{62}
			$FR > 7$	Roches magmatiques et métamorphiques fragmentables ou altérées	R_{63}

SOLS ORGANIQUES SOUS-PRODUITS INDUSTRIELS

Famille de Matériaux	Caractères principaux	Classement du matériau		
		Paramètres retenus	Valeurs seuils	Sous-classe
<p>F₁</p> <p>Matériaux naturels renfermant des matières organiques.</p> <p>Ex : terres végétales, humus forestier, vases, tourbes...</p>	<p>La présence de ces matériaux est relativement localisée dans des lieux faciles à identifier ; les plus organiques d'entre eux sont facilement reconnaissables à leur couleur noirâtre et à leur odeur caractéristique.</p> <p>Leurs possibilités d'emploi dans les ouvrages de génie civil dépend de leur teneur en matières organiques.</p>	<p>Le paramètre caractéristique de ces matériaux est leur teneur en matières organiques (% MO). Ensuite, il y a lieu de prendre en compte leur comportement géotechnique, au travers des paramètres retenus pour classer les sols en A, B ou C.</p>	<p>$3 \leq \% \text{ MO} \leq 10$</p>	<p>F₁₁</p> <p>matériaux faiblement organiques : terres végétales, vases,...</p>
			<p>$\% \text{ MO} > 10$</p>	<p>F₁₂</p> <p>matériaux fortement organiques : humus forestier, tourbes...</p>
<p>F₂</p> <p>Cendres volantes silico-alumineuses de centrales thermiques</p>	<p>Ces matériaux constituent le résidu de la combustion du charbon dans des centrales thermiques. Ce sont des matériaux constitués d'éléments fins ($60\% < 80\mu\text{m}$), relativement homométriques, sphériques, poreux, mais ne présentant aucune plasticité. De ce fait, ils sont sensiblement moins denses que les sols, relativement drainants, et présentent une portance satisfaisante jusqu'à des teneurs en eau dépassant largement la w_{OPN}. Toutefois, au-delà d'une teneur en eau limite, leur portance chute de manière extrêmement brutale.</p>	<p>Le paramètre caractéristique de ces matériaux est le rapport entre leur teneur en eau naturelle et leur teneur en eau optimum Proctor normal.</p>	<p>$IPI \leq 4$ ou $w_n \geq 1,3 w_{OPN}$</p>	<p>F_{2th}</p> <p>Cendres volantes très humides</p>
			<p>$4 < IPI \leq 10$ $1,2 w_{OPN} \leq w_n < 1,3 w_{OPN}$</p>	<p>F_{2h}</p> <p>Cendres volantes humides</p>
			<p>$0,85 w_{OPN} \leq w_n < 1,2 w_{OPN}$</p>	<p>F_{2m}</p> <p>Cendres volantes à teneur en eau moyenne</p>
			<p>$0,75 w_{OPN} \leq w_n < 0,85 w_{OPN}$</p>	<p>F_{2s}</p> <p>Cendres volantes sèches</p>
			<p>$w_n < 0,75 w_{OPN}$</p>	<p>F_{2ts}</p> <p>Cendres volantes très sèches</p>
<p>F₃</p> <p>Schistes houillers</p>	<p>Ces matériaux proviennent des résidus de l'extraction du charbon ; ils sont stockés depuis plusieurs décennies, voire plus d'un siècle dans des terrils à proximité des mines de charbon. Certains d'entre eux ont subi une auto-combustion provoquée par la pyrolyse du charbon résiduel, sous l'action combinée de la pression des terres, de la réaction exothermique de l'eau sur les pyrites et d'un événement extérieur (foudre en général) provoquant l'inflammation. Les schistes brûlés ont des propriétés géotechniques qui s'apparentent à celles des sols et des matériaux rocheux insensibles à l'eau. Les schistes non brûlés s'apparentent assez généralement aux sols sensibles à l'eau.</p>	<p>Le paramètre déterminant pour ces matériaux, est le fait qu'ils aient subi, ou non, une combustion une fois mis en terrils.</p>	<p>Ces schistes sont reconnaissables à leur couleur de rouge à violet</p>	<p>F₃₁</p> <p>Schistes houillers totalement brûlés</p>
			<p>Ces schistes sont reconnaissables à leur couleur de noir à orange</p>	<p>F₃₂</p> <p>Schistes houillers incomplètement ou non brûlés</p>

Les paramètres inscrits en **caractères gras** sont ceux dont le choix est à privilégier.

71

SOLS ORGANIQUES SOUS-PRODUITS INDUSTRIELS (suite)

Famille de Matériaux	Caractères principaux	Classement du matériau		
		Paramètres retenus	Valeurs seuils	Sous-classe
F ₄ Schistes des mines de potasse	<p>Ces matériaux proviennent des résidus de l'extraction des minerais de potasse. Ils sont stockés à proximité des mines depuis plusieurs décennies. Ils contiennent une proportion variable de chlorure de sodium (de 5% pour les résidus produits actuellement, jusqu'à 20% pour les résidus stockés).</p> <p>Du point de vue géotechnique, leur comportement à la mise en œuvre peut en grande partie se comparer à celui des sols des classes B₆ et B₅ (éventuellement A₁ et A₂). A moyen et long terme, ce comportement présente deux particularités intéressantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - apparition d'une rigidification du fait d'une prise due à la présence d'anhydrite (dans le cas des schistes de fraîche production) - absence de gonflement au gel, due au NaCl présent. 	<p>Le paramètre déterminant pour ces matériaux est leur teneur en chlorure de sodium qui détermine les risques de dissolution et de pollution.</p> <p>Ensuite, il y a lieu de prendre en compte leur comportement au travers des paramètres retenus pour classer les sols.</p>	% NaCl ≤ 10	F ₄₁ Schistes des mines de potasse à faible teneur en NaCl
			% NaCl > 10	F ₄₂ Schistes des mines de potasse à forte teneur en NaCl
F ₅ Phosphogypse	<p>Il s'agit d'un gypse artificiel, sous-produit de la fabrication des engrais phosphatés, stockés par voie hydraulique à proximité des unités de fabrication. Du point de vue géotechnique, on peut approximativement comparer son comportement à celui d'un sable fin, anguleux, très propre mais très friable. Du point de vue chimique, il s'agit d'un matériau légèrement soluble dans l'eau (2 g/l) qui renferme certains composés plus ou moins toxiques, mais dont la toxicité peut être quasi annulée par un traitement de neutralisation chimique à la chaux.</p> <p>L'utilisation à proximité d'ouvrages en béton, en arase terrassement et dans les parties de remblai situées en zones inondables, est en général à proscrire (risques de formation d'ettringite ou de dissolution).</p>	<p>Les paramètres déterminants pour ce matériau sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le fait qu'il soit ou non neutralisé chimiquement par de la chaux, - la granularité définie par le D₅₀, - la teneur en eau. 	D ₅₀ > 80µm w _n ≥ 1,20 w _{OPN}	F _{51h} Phosphogypse grossier neutralisé à la chaux, à teneur en eau élevée
			D ₅₀ > 80µm w _n < 1,20 w _{OPN}	F _{51m} et s Phosphogypse grossier neutralisé à la chaux, à teneur en eau faible ou moyenne
				F ₅₂ Phosphogypse fin et phosphogypse grossier non neutralisé
F ₆ Mâchefers d'incinération des ordures ménagères	<p>Ces matériaux peuvent avoir des compositions assez variables dans le temps et suivant la technologie des usines de fabrication. En particulier, leur teneur en matières putrescibles peut varier de 2 à 25 % suivant le degré d'incinération, et leur teneur en éléments métalliques de 5 à 25 % suivant que le matériau a subi ou non, un traitement de démétallisation (triage magnétique, le plus souvent). Il convient également de connaître leurs teneurs en éléments toxiques solubles.</p> <p>Les cendres volantes, provenant du traitement des fumées de combustion, ne doivent en aucun cas être mélangées aux mâchefers, sous peine de supprimer toute possibilité de les réutiliser en technique routière (risques élevés de pollution). Après stockage de plusieurs mois, il se développe une prise qui leur confère un comportement de matériau rocheux tendre (R₄₃).</p> <p>D'une manière générale, il convient d'éviter l'utilisation de ces matériaux au contact des ouvrages d'art et dans les zones inondables.</p>	<p>Les paramètres déterminants pour ces matériaux sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le degré d'incinération mesuré par la perte au feu à 500°C (PF) - le fait qu'ils aient subi ou non une élaboration (déferrailage, criblage, homogénéisation) et un stockage de plusieurs mois, - leurs teneurs en éléments toxiques solubles. 	PF ≤ 5% Teneurs en éléments toxiques solubles inférieures aux valeurs maximales autorisées par la réglementation en vigueur.	F ₆₁ Mâchefers bien incinérés, criblés, déferrillés, peu chargés en éléments toxiques solubles et stockés durant plusieurs mois
			F ₆₂ idem F ₆₁ mais de fraîche production	F ₆₂ Idem F ₆₁ mais de fraîche production
			PF > 5% Teneurs en éléments toxiques solubles supérieures aux valeurs maximales autorisées par la réglementation en vigueur.	F ₆₃ Mâchefers mal incinérés ou n'ayant subi aucune élaboration ou fortement chargés en éléments toxiques solubles

SOLS ORGANIQUES SOUS-PRODUITS INDUSTRIELS (suite)

Famille de Matériaux	Caractères principaux	Classement du matériau		
		Paramètres retenus	Valeurs seuils	Sous-classe
F ₇ Matériaux de démolition	Ces matériaux ont des compositions extrêmement variables du fait de la disparité de leurs origines et du type de collecte (sélective ou non) appliquée pour les rassembler. Leur identification doit résulter à la fois de l'observation visuelle des stocks (avec exécution de tranchée de reconnaissance, si nécessaire) et d'une enquête sur les origines de la constitution de ces stocks. Leur emploi induit toujours certains risques de gonflement du fait de la présence d'éléments indésirables comme en particulier du plâtre.	Les paramètres déterminants pour ces matériaux sont : - la présence d'éléments putrescibles et de plâtre, - l'exécution d'une opération d'élaboration (criblage, concassage, homogénéisation,...).	Evaluation visuelle	F ₇₁ Matériaux de démolition, sans plâtre, épurés des éléments putrescibles, concassés, criblés, déferrillés, homogénéisés
			Evaluation visuelle	F ₇₂ Idem F ₇₁ mais pouvant contenir du plâtre
			Evaluation visuelle	F ₇₃ Matériaux de démolition non épurés des éléments putrescibles ou non déferrillés et non criblés
F ₈ Laitiers des hauts-fourneaux	Ces matériaux sont des sous-produits de fabrication de la fonte. Leurs caractéristiques géotechniques diffèrent selon le processus de refroidissement utilisé : eau sous pression pour le laitier granulé, eau et air pour le laitier bouleté, air comprimé pour le laitier expansé, refroidissement dans l'air ambiant pour le laitier cristallisé. Le comportement des trois premiers types de laitier s'apparente à celui de sables ou de graves plus ou moins friables, alors que le laitier cristallisé a un comportement de matériau rocheux. Ce sont, à l'origine, des matériaux insensibles à l'eau, mais qui se retrouvent souvent mélangés dans les terrils à d'autres matériaux sensibles à l'eau, tels que des stériles de minerai de fer, par exemple. Ces matériaux peuvent dans certaines circonstances encore mal identifiées générer des gonflements inacceptables.			
F ₉ Autres déchets et sous-produits industriels	Il s'agit, par exemple, des laitiers d'aciérie ou d'autre origine sidérurgique, des sables de fonderie, de certains déchets de l'industrie chimique et pétrochimique, etc... La possibilité de réutilisation de ces matériaux particuliers dans des remblais ou des couches de forme, doit, pour chaque cas, faire l'objet d'une étude spécifique, comportant trois aspects : - technique, pour la garantie de stabilité des ouvrages construits, - écologique, pour les risques de diffusion de la pollution, - économique, pour la comparaison avec les matériaux naturels concurrents.			

Annexe 2

MATERIAUX DE CHAUSSEES

I - GENERALITES

I.1 - Fonction des différentes couches

Fonction roulement

Elle est assurée par la couche de roulement, c'est la zone de contact entre la route et le pneumatique. Elle doit assurer l'adhérence, le confort et l'étanchéité. En assurant l'étanchéité, elle participe au bon fonctionnement de la structure en particulier en évitant des circulations d'eau aux interfaces et de trop grandes variations de portance des sols support. D'autre part, dans la mesure où elle présente une certaine épaisseur, elle joue aussi un rôle structurel.

Fonction assise

Elle est assurée par la couche de base et la couche de fondation (corps de chaussée). Leur rôle est mécanique, elles doivent assurer la reprise et la répartition des efforts.

I.2 - Les différents types de structures

En fonction des techniques utilisées, on rencontre différents types de structures.

Les chaussées souples

Elles sont constituées d'une couverture bitumineuse relativement mince sur des assises de chaussées en matériaux granulaires non traités. Elles se déforment facilement mais ne cassent pas.

Les chaussées bitumineuses épaisses

Elles se composent d'une couche de roulement sur une couche en matériaux traités aux liants hydrocarbonés épaisse.

Les chaussées à structure mixte

Elles comportent une couche de roulement sur une couche de base en matériaux traités aux liants hydrocarbonés sur une couche de fondation en matériaux traités aux liants hydrauliques de sorte que le rapport entre les épaisseurs du noir et du blanc soit supérieur à un tiers.

Les chaussées semi-rigides

Les assises sont constituées de matériaux traités aux liants hydrauliques, surmontées d'une couche de roulement bitumineuse.

Les chaussées rigides

Elles sont constituées essentiellement de béton de ciment.

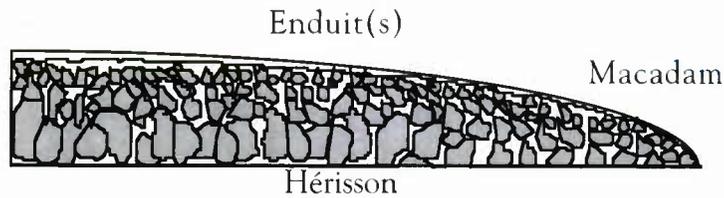
I.3 - Les différents types de chaussées

La chaussée traditionnelle

C'est le type de chaussée le plus couramment rencontré ce qui signifie que la plupart des tranchées réalisées le sont dans ces chaussées.

C'est une chaussée souple généralement constituée de grave non traitée, ou d'un hérisson (blocs de pierres "calés" avec des éclats) et d'un macadam à l'eau (pierres cubiques bloquées), le revêtement étant constitué d'une succession d'enduits.

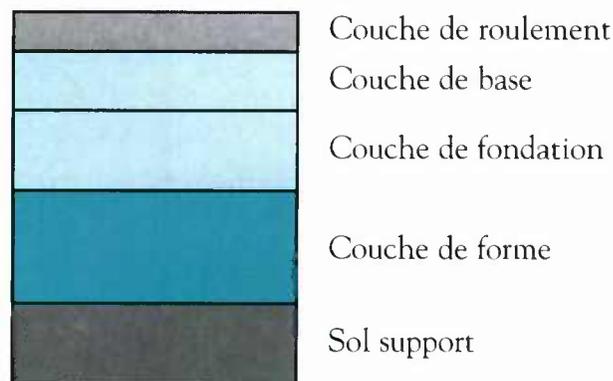
Annexe 2



La chaussée traditionnelle surprend souvent par sa faible épaisseur vis-à-vis du trafic qu'elle supporte. Ceci s'explique par la consolidation du sol support liée à l'augmentation lente du trafic. Ce type de chaussée est très sensible à l'ouverture d'une tranchée qui entraîne une variation du régime hydrique dans le sol support, et d'une décompression des sols adjacents.

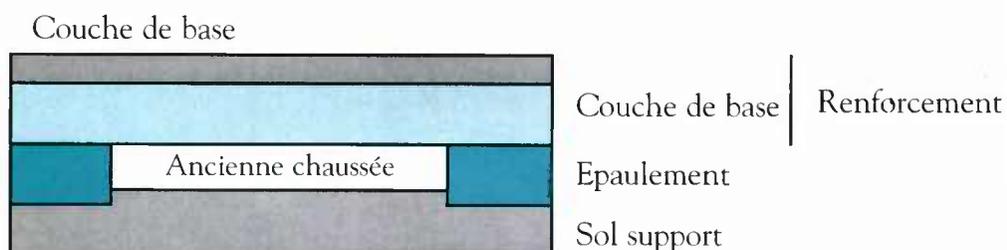
La chaussée moderne

Elle est constituée d'une couche de base, d'une couche de fondation et d'une couche de roulement. L'ensemble repose sur le sol naturel ou sur une couche de forme. (Matériau rapporté, naturel ou traité).



La chaussée renforcée

Elle est constituée d'une chaussée traditionnelle à laquelle on a rajouté des "épaulements" (élargissement et calage de l'ancienne chaussée), puis recouverte en pleine largeur d'une couche de base et d'une couche de roulement (renforcement), assurant l'amélioration structurelle et la protection vis-à-vis du gel.



Annexe 2

II - MATERIAUX DE CHAUSSEES

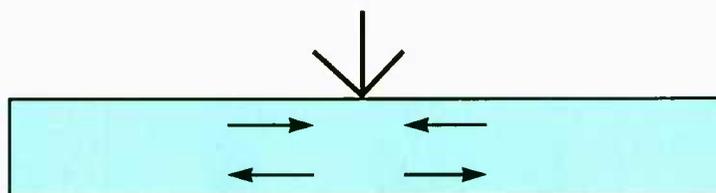
II.1 - Quelques principes techniques

L'homogénéité des matériaux

La qualité des produits mis en place dans les chaussées dépend en grande partie de leur distribution granulaire. Or les manipulations qui sont particulièrement nombreuses dans le cas des réfections de tranchées conduisent à des ségrégations entre les éléments de taille extrême. Il est ainsi obtenu des masses riches en éléments fins ou au contraire en éléments de gros diamètre. Ces "nids" entraînent des points de faiblesse mécanique immédiate ou des points de forte perméabilité à influence décalée (dans l'espace, couche inférieure, ... - dans le temps : stockage d'eau et rupture par le gel, ...).

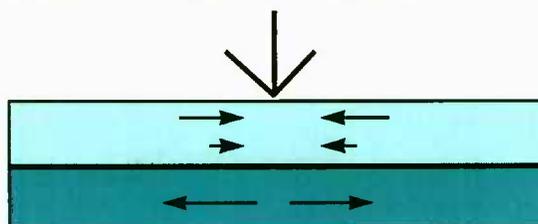
Importance du collage des couches

Schématiquement, sous l'effet d'une charge, une chaussée en matériaux liés travaille de la façon suivante :



La chaussée subit des efforts de compression à sa surface et de traction à sa base.

Le collage permettra de transmettre une partie des efforts de traction à la couche sous-jacente.

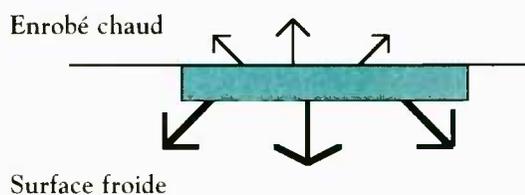


La mise en place des matériaux enrobés à chaud

Les graves bitume ou bétons bitumineux sont enrobés à chaud car le bitume, visqueux à température ordinaire, est fluidifié par la chaleur. La température minimale de mise en oeuvre est de 130°C. Tant que les matériaux gardent une température proche de celle de la fin d'enrobage, ils conservent une grande maniabilité qui permet leur mise en place.

Le refroidissement de ces matériaux abaisse très rapidement leur compactabilité qui devient rapidement incompatible avec les moyens de compactage généralement mis en oeuvre.

Le refroidissement dépend des températures ambiantes, des surfaces exposées, de la température de la surface en contact avec le produit, du vent etc...



La chaleur se transmet de la source chaude vers les zones à température plus basse, l'abaissement de température de l'enrobé peut être très rapide.

- Il faut veiller au bâchage (ou calorifugeage) des camions.
- Ne pas répandre des linéaires trop importants avant compactage.
- Ne pas répandre par temps de pluie ou de vent froid fort.

Le retrait de certains matériaux

Le béton de ciment ainsi que les graves hydrauliques font l'objet lors de leur prise d'un retrait. Dans le cas d'une réfection de chaussées de tranchées, ce retrait provoque une fissuration perpendiculaire à la tranchée suivant un pas régulier. Le retrait existe aussi pour la largeur de la tranchée mais la fissuration qu'il provoque est confondue avec le problème de "joint" longitudinal.

Lorsque la fissuration est remontée jusqu'à la surface, il est alors nécessaire d'exécuter un pontage des fissures avec un produit bitumineux afin d'empêcher la pénétration de l'eau.

Le jointoiment de la réfection et de l'ancienne chaussée

La continuité entre la réfection et l'ancienne chaussée est toujours difficile à obtenir. Comme pour la plupart des réparations, le bord ancien doit être le plus "sain" possible c'est-à-dire propre et stable. Dans le cas d'une tranchée, ceci doit être obtenu dès la partie sol support de l'ancienne chaussée.

Les couches hydrocarbonées nouvelles doivent être collées à la chaussée ancienne à l'aide d'un produit adapté (généralement une émulsion de bitume). Ceci est particulièrement nécessaire au niveau de la couche de roulement.

Le découpage de la chaussée à la bêche par fraisage, ou à la trancheuse (exclusivement pour la chaussée rigide) préalablement à la confection favorise la bonne efficacité du collage alors que le sciage rend les bords lisses et moins adhérents.

II.2 - Différents types de matériaux utilisés en chaussée

Les tableaux de l'annexe 2 donnent pour chacune des techniques :

- le type d'utilisation : roulement (R), fondation (F), base (B), trottoir (T) ;
- des recommandations d'utilisation qui concernent principalement le niveau de trafic : faible, moyen, fort ;
- les minima et les maxima technologiques.

Le minimum signifie que l'on ne doit pas mettre en oeuvre le matériau sur une épaisseur plus faible que celle préconisée. Cette épaisseur est liée en général à la granularité et aux risques de fragilisation des matériaux, en particulier pour les bétons, les graves hydrauliques et les sables hydrauliques.

Le maximum signifie que l'on ne peut pas garantir une stabilité et une compacité du matériau pour une épaisseur plus forte que celle préconisée même avec des gros engins de compactage ;

- les avantages de la technique ;
- les inconvénients de la technique.

Annexe 2

TECHNIQUE	Abré- viation	Utilisa- tion	Recommandations d'utilisation	e mini	e maxi	Avantages	Inconvénients
Grave non traitée	GNT	BF	Limitée aux trafics faibles et moyens	10-12 cm	30 cm	Coût - Facilité d'utilisation Disponibilité du matériau	Le terme GNT (défini dans la recommandation pour la réalisation des chaussées en grave non traitée - mai 74 - décembre 80) est utilisé pour des matériaux qui peuvent être très divers
Grave recomposée humidifiée	GRH	BF	Trafics faibles ou en couche de fondation moyennant certaines conditions de portances pour des trafics plus élevés	10-12 cm	30 cm	Matériau élaboré dont W est ajustée	Difficulté importante pour stabiliser les teneurs en eau en particulier pour les petites quantités
Grave ciment	GC	BF	Utilisable pour tous trafics	15 cm	30 cm	Matériau élaboré - Disponibilité du matériau	La qualité recouverte par la dénomination grave-ciment peut être variable. Ne doit pas subir le gel pendant la période de prise. Phénomène de fissuration. Prise rapide environ 4 h sans retardateur. Mise en oeuvre : température supérieure à 5°C
Grave laitier	GL	BF	Utilisable pour tous trafics	15 cm	30 cm	Matériau élaboré - Prise lente	Ne doit pas subir le gel pendant la période de prise. Matériau disponible par grande quantité (situation des producteurs de laitier). Fissuration. Mise en oeuvre : température supérieure à 5°C
Grave cendres volantes	GCV	BF	Utilisable pour tous trafics	15 cm	30 cm	Matériau élaboré - Prise lente	Matériau disponible par grande quantité (situation des producteurs de cendres). Ne doit pas subir le gel pendant la période de prise. Fissuration. Matériau sensible aux variations de teneur en eau. Mise en oeuvre : température supérieure à 5°C
Grave pouzzolane chaux	GPx	BF	Utilisable pour tous trafics	15 cm	30 cm	Matériau élaboré - Prise lente	Ne doit pas subir le gel pendant la prise. Fissuration. Mise en oeuvre : température supérieure à 5°C
Sable ciment	SC	BF	Utilisable en couche de fondation pour les forts trafics - base fondation pour faibles trafics	15cm-20cm fct de la classe du sable	30 cm fct du matériel de compactage	Utilisation de sables locaux - Disponibilité du matériau	Peuvent présenter des problèmes de stabilité. Prise rapide environ 4 h si pas retardateur. Ne doit pas subir de gel avant prise. Mise en oeuvre : température supérieure à 5°C

TECHNIQUE	Abré- viation	Utilisa- tion	Recommandations d'utilisation	e mini	e maxi	Avantages	Inconvénients
Sable laitier	SL	BF	Utilisable en couche de fondation pour les forts trafics ; en base fondation pour les faibles trafics	15 - 20 cm fct de la classe du sable	30 cm · fct du matériel de compactage	Utilisation de sables locaux · Disponibilité du matériau · Prise lente	Peuvent présenter des problèmes de stabilité · Ne doit pas subir de gel avant prise · Mise en oeuvre : température supérieure à 5°C.
Béton de ciment	BC	BFR	Utilisable pour tous trafics · Nécessite des dispositions particulières en roulement	18 cm	30 cm	Granulats locaux (caractéristiques à respecter pour granulats en roulement)	Fissuration · Prise rapide environ 4 h sans retardateur · Ne doit pas subir de gel avant prise · Mise en oeuvre : température supérieure à 5°C
Grave bitume	GB	BFR	Utilisable pour tous trafics · Nécessite des dispositions particulières en roulement	10 cm	< 18 cm fct matériel de compactage	Pas de fissure · Caractère "autoréparant" · Peut servir provisoirement de couche de roulement	Coût élevé · Sensibilité à la température du matériau lors du compactage · La température de mise en oeuvre doit être supérieure à 130°C
Grave bitume améliorée en fatigue	GB*	BFR	Utilisable pour tous trafics · Utilisation de façon provisoire en roulement avant réalisation d'un tapis ou ES	10 cm	< 18 cm	Pas de fissure · Permet par rapport aux GB classiques des épaisseurs plus faibles · Couche de roulement provisoire	Coût élevé · Sensibilité à la température lors du compactage · La température de mise en oeuvre doit être supérieure à 130°C
Grave émulsion	GE	BFR	Utilisable pour faibles trafics (à l'heure actuelle)	→ 0 fct granulo	12 cm	Pas de fissure · Caractère "autoréparant" · Fabrication et travail à froid · Matériaux stockables · Couche de roulement provisoire	Sensibilité à l'eau · Nécessite une bonne maîtrise de la technique · Nécessite une bonne formulation en particulier pour la quantité de bitume résiduel

Annexe 2

Annexe 2

TECHNIQUE	Abré- viation	Utilisa- tion	Recommandations d'utilisation	e mini	e maxi	Avantages	Inconvénients
Sable bitume	SB	F	Utilisable en fondation pour trafics faibles			Permet d'utiliser des sables "locaux"	Stabilité du matériau. - Coût élevé. - Nécessité de réaliser un précompactage et d'attendre un léger refroidissement avant compactage
Limon traité chaux ciment	LTCC	BF	Faible trafic (l'utilisation en fort trafic nécessite de nombreuses précautions)	15 cm	30 cm fct matériel de compactage	Matériau du site traitable en place	Ajustement des teneurs en eau - Diversité des matériaux - Dispersion des dosages
Béton maigre	Bm	BFR	Couche de base pour fort trafic - Base fondation roulement pour faible trafic - Dispositions particulières en roulement	12	30	Coût - Utilisation de matériaux locaux - Répandus	Fissuration - temps de prise environ 4 h si pas retardateur - Ne doit pas subir le gel : Mise en oeuvre : température supérieure à 5°C
Béton de ciment compacté	BCc	BF	Utilisable pour tous trafics	15	30 cm fct matériel de compactage	Coût - Utilisation de matériaux locaux - Répandus	Fissuration - Temps de prise environ 4 h sans retardateur. Ne doit pas subir de gel avant prise - Mise en oeuvre : température supérieure à 5°C.
Béton bitumineux	BB	R T	Utilisable pour tous trafics - Formulation fonction épaisseur, etc...	1,5 fonction formule	10	Longévité - "Bel aspect" de surface	Coût - Sensibilité à la température du matériau lors du compactage : Mise en oeuvre : température supérieure à 130°C
Enrobés drainants	ED	R T	Pour tout trafic - Formulation fonction de l'épaisseur	2,5 - 3	10	Eviter les projections	Coût - Colmatage. Nécessité d'un support très étanche. Assurer la continuité des écoulements
Enduit superficiel point à temps	ES PATA	R T	Restriction pour les forts trafics ou les zones subissant du cisaillement			Imperméabilisation Coût	Bruyant - Risque d'échec non négligeable - Homogénéité
Asphaltes	ASP	R T		1	3	Recyclable - Mise en oeuvre	Glissance
Enrobé coulé à froid	ECF	R T					
Techniques "spéciales" entreprise	Elles se classent généralement parmi les BB, les ES ou les ECF						
Dallage pavage							

Page laissée blanche intentionnellement

Photos et illustrations fournies par le CETE Normandie Centre de Rouen

Cet ouvrage est propriété de l'administration ; il ne pourra être utilisé ou reproduit,
même partiellement, sans l'autorisation du SETRA ou du LCPC.
© 1994 - SETRA - Dépôt légal Mai 1994 - ISBN 2-11085746-3



Remblayage des tranchées et réfection des chaussées

Annexe 3

Fiches techniques des matériaux
Fiches de suivi de chantier

Afin de bien préparer les chantiers de réalisation de tranchées, de pouvoir les suivre et les contrôler commodément, des fiches techniques de matériaux et des fiches techniques de suivi de chantier (description : des matériaux utilisés, des types de matériel employés, des paramètres de compactage adoptés, de la procédure du contrôle) sont proposées à l'intention des maîtres d'oeuvre et des entrepreneurs.

Présentées sous forme de feuilles cartonnées et détachées, ces fiches peuvent être dupliquées aisément afin d'être intégrées dans les dossiers d'étude de projet ou de consultation des entreprises. Pour les petits chantiers on pourra s'inspirer utilement de leur contenu, ou bien les adapter.

En vue de faciliter la compréhension des fiches, la terminologie suivante a été adoptée :

- le gestionnaire du réseau posé correspond à la notion de maîtrise d'oeuvre ;
- le gestionnaire de la voirie correspond à la notion de maîtrise d'ouvrage.

L'utilisation de ces fiches s'intègre dans la démarche qualité et contribuera au relèvement du niveau qualitatif de la réalisation des tranchées sous chaussées.

FICHE TECHNIQUE : MATERIAUX D'ENROBAGE

CHANTIER :

Démarrage le :

Fin de chantier le :

ENTREPRISE :

1. SPECIFICATIONS DES MATERIAUX

- a) Rappel des exigences spécifiques au contrat

- b) Matériaux envisagé par l'entreprise
 - Désignation et granularité :
 - Carrière d'origine :

- c) Caractéristiques
 - Courbe granulométrique : voir annexe n°
 - Valeur de bleu (type sol) :
 - Classification GTR du sol :
 - Analyses effectuées le :

2. MATERIEL DE COMPACTAGE

- a) Compacteur envisagé
 - Marque :
 - Type :
 - Classification, référentiel :

- b) Epaisseur minimale de protection visée

- c) Q/L visé :
 - Nb de passes :

3. CLOISONNEMENT HYDRAULIQUE DE L'ENROBAGE ENVISAGE

OUI NON
 SI OUI, COMMENT ?

4. TRANSMISSION

	Entreprise		Gestionnaire du réseau posé	
	Transmis le :	Retour le :	Reçu le :	Retransmis le :
VISA				
Observations éventuelles				

FICHE TECHNIQUE : REMBLAI DE REEMPLOI

CHANTIER :

ENTREPRISE :

Rappel des éventuelles exigences au contrat :

1. MATERIAUX dont le réemploi est envisagé :

à remplir par le gestionnaire du réseau posé

Tronçon	Description du sol	Nature	Etat	Réutilisation si teneur en eau < (1)	Q/L	e	Nbre de passes	Q/L	e	Nbre de passes

(1) valeur à reporter par le gestionnaire du réseau posé

Etude préalable du :

Faite par :

2. COMPACTEURS : à remplir par l'entreprise

a) Compacteur 1

Marque :

Type :

Classification, référentiel :

b) Compacteur 2

Marque :

Type :

Classification, référentiel :

c) Compacteur 3

Marque :

Type :

Classification, référentiel :

3. TRANSMISSION

	Gestionnaire du réseau posé	Entreprise	Gestionnaire de la voirie		
	Etabli et transmis le :	Complété et transmis le :	Retour le :	Reçu le :	Retransmis le :
VISA					
Observations éventuelles :					

(*) Au cas où l'entreprise serait amenée à utiliser un compacteur non prévu elle doit en aviser le maître d'oeuvre sans délai

FICHE TECHNIQUE : REMBLAI D'APPORT

CHANTIER :

Démarrage le :

ENTREPRISE :

Fin de chantier le :

1. SPECIFICATIONS DES MATERIAUX

a) Rappel des exigences spécifiques au contrat

b) Matériau envisagé par l'entreprise

Désignation et granularité :

Carrière d'origine :

Teneur en eau :

Valeur de bleu VBS (type sol) :

pdOPN :

W_{OPN} :

Courbe granulométrique : voir annexe n°

Classification GTR du sol :

Analyses effectuées le :

D_{max} :

2. MATERIEL DE COMPACTAGE

a) Compacteur envisagé

Marque :

Type :

Classification, référentiel :

b) Epaisseur minimale de protection visée :

c) Q/L visé :

Nb de passes :

d) Qualité de compactage visée (q3, q4) :

3. TRANSMISSION

	Entreprise		Gestionnaire du réseau posé	
	Transmis le :	Retour le :	Reçu le :	Retransmis le :
VISA				
Observations éventuelles				

FICHE TECHNIQUE : MATERIAUX D'ASSISES

CHANTIER :

Démarrage le :

Fin de chantier le :

ENTREPRISE :

1. SPECIFICATIONS DES MATERIAUX

a) Rappel des exigences spécifiques au contrat

b) Matériau envisagé par l'entreprise

Désignation et granularité :

Centrale de fabrication d'origine :

Difficulté de compactage DCi :

Teneur en liant :

Teneur en eau :

ρ_{OPM} :

W_{OPM} :

Courbe granulométrique : voir annexe n°

Analyses effectuées le :

Dmax :

2. MATERIEL DE COMPACTAGE

a) Compacteur envisagé

Marque :

Type :

Classification, référentiel :

b) Epaisseur visée :

c) Q/L visé :

Nb de passes :

3. TRANSMISSION

	Entreprise		Gestionnaire du réseau posé	
	Transmis le :	Retour le :	Reçu le :	Retransmis le :
VISA				
Observations éventuelles				

FICHE TECHNIQUE : MATERIAUX ENROBES A CHAUD

CHANTIER :

Démarrage le :

Fin de chantier le :

ENTREPRISE :

I. SPECIFICATIONS DES MATERIAUX

a) Rappel des exigences spécifiques au contrat

b) Matériau envisagé par l'entreprise

- Désignation et granularité :
- Centrale de fabrication d'origine :
- Difficulté de compactage DCi :
- Teneur en liant :
- Température de mise en oeuvre :
- Courbe granulométrique : voir annexe n°
- Analyses effectuées le :

2. MATERIEL DE COMPACTAGE

a) Compacteur envisagé

- Marque :
- Type :
- Classification, référentiel :

b) Epaisseur visée :

c) Q/L visé :

Nb de passes :

3. TRANSMISSION

	Entreprise		Gestionnaire du réseau posé	
	Transmis le :	Retour le :	Reçu le :	Retransmis le :
VISA				
Observations éventuelles				

FICHE DE SUIVI : FOND DE FOUILLE

CHANTIER :
 GESTIONNAIRE DU RESEAU POSE :
 ENTREPRISE ATTRIBUTAIRE :

Réalisation : du _____ au _____

Tronçon	NIVELLEMENT FOND DE TRANCHEE (1)					COMPACTAGE FOND DE FOUILLE			
	Cote hors tolérance	Abscisse sur tronçon	Type de point singulier (2)	Solution technique (3)	Validation (4)		Type de compacteur utilisé	Nb passes effectuées	Observations
					Entreprise	Gestionnaire du réseau posé			

- (1) Indiquer l'écart maxi utilisé entre point haut et point bas
- (2) Préciser le type d'obstacles hors tolérance (ex : point dur, réseau...)
- (3) Solution technique proposée par l'entreprise et approuvée par le gestionnaire du réseau posé
- (4) Validation contradictoire, par signature des deux parties

Date et signature entreprise :

FICHE DE SUIVI : ENROBAGE

CHANTIER :
 GESTIONNAIRE DU RESEAU POSE :
 ENTREPRISE ATTRIBUTAIRE :

Réalisation : du _____ au _____

Tronçon n°	MATERIAU D'ENROBAGE					MISE EN OEUVRE								Observations
	Date de prélèvement (1)	Conformité / prévision (2)	Solution technique (3)	Validation (4)		Type de compacteur		Q/L		e		Nbre de passes		
				Entreprise	Gestionnaire du réseau posé	Prévu (5)	Utilisé	Prévu (5)	Réalisé	Prévu (5)	Réalisé	Prévu (5)	Réalisé	

- (1) Prélèvements contradictoires première livraison, entreprise et gestionnaire du réseau posé
- (2) Répondre oui ou non, par rapport aux prévisions fiches techniques
- (3) En cas de non conformité, approbation obligatoire par le gestionnaire du réseau posé de la solution retenue (évacuation, emploi sous condition)
- (4) Validation contradictoire pour signature entreprise et gestionnaire du réseau posé
- (5) Reporter les paramètres prévus sur les fiches techniques

Date et signature entreprise :

FICHE DE SUIVI : REMBLAYAGE (1)

CHANTIER :
 GESTIONNAIRE DU RESEAU POSE :
 ENTREPRISE ATTRIBUTAIRE :

Réalisation : du _____ au _____

Tronçon	Sol utilisé	Classification GTR		Teneur en eau		Compacteur utilisé				Q/L		Epaisseur des couches		Nbre de passes		Observations	
		Nature	Etat	Théorique (2)	Réelle	Marque, type		Classification		Prévu (2)	Réalisé	Prévu (2)	Réalisé	Prévu (2)	Réalisé		
						Prévu (2)	Réalisé	Prévu (2)	Réalisé								

(1) Indiquer s'il s'agit d'apport ou de réemploi
 (2) Reporter les paramètres prévus sur les fiches techniques

Date et signature entreprise :

Page laissée blanche intentionnellement

Page laissée blanche intentionnellement



Ministère de l'Équipement,
des Transports
et du Tourisme

Remblayage des tranchées

et réfection des chaussées

Annexe 4

Liste des matériels

MISE A JOUR JANVIER 1994



CLASSEMENT DES MATERIELS

Cette liste mise à jour au 1er janvier 1994 ne saurait avoir un caractère exhaustif. Si le cas se présente sur un chantier donné, d'utiliser un matériel non répertorié, il y a lieu de se reporter aux clefs de classement données chapitre 5 ou, pour les matériels spécifiques (roues vibrantes, plaques vibrantes et marteaux hydrauliques montés sur porteur), de consulter le CETE/CER.

ROULEAUX VIBRANTS	1
PLAQUES VIBRANTES	8
PILONNEUSES A PERCUSSION	17
PILONNEUSES VIBRANTES	17
MATERIELS SPECIFIQUES	20

ROULEAUX VIBRANTS

W1 : Largeur hors tout

W91 ou W92 : Largeur de compactage du cylindre AV. OU AR.

D1 ou D2 : Diamètre du cylindre AV. ou AR.

M : Masse totale du matériel

mono : Rouleau monobille

t1bv : Rouleau tandem à 1 bille vibrante

t2bv : Rouleau tandem à 2 billes vibrantes

CONSTRUCTEUR	TYPE	DESI.	CAT.	W1 (cm)	W91 ou W92 (cm)	D1 ou D2 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
ABG	ALEXANDER 124	t1bv	pv4	128	110	95	4000	
AHLMANN	RW 7	t2bv	pv2	75	60	40	650	
	RW 8	t2bv	pv2	81	65	45	820	
	RW 10	t2bv	pv2	120	84	50	1250	
	RW 15	t2bv	pv3	110	87	58	1900	
	RW 20	t2bv	pv3	130	84	65	2200	
ALBARET	RV 5	mono	pv1	83	73	57	490	
	28 RCH	mono	pv1	84,5	73	57	450	
	71 RCH	mono	pv1	88	71	57	490	
	VM 5 F	mono	pv1	82	77	60	530	version A et O : hydrostatique
	71 RCTH	t1bv	pv2	88	71	57	770	
	RW 6	t2bv	pv2	78	62,5	40,6	660	
	RW 9	t2bv	pv2	91	77	52	960	
	RW 11	t2bv	pv2	102	88	52	1300	
	VB 7	t2bv	pv2	77,5	62,5	40,6	670	
	VB 7 L	t2bv	pv1	77	66	42	600	
	VB 9 A	t2bv	pv2	92	77	52	975	
	VB 9 F	t2bv	pv2	92	77	52	900	
	VB 25	t2bv	pv3	110	100	70	2400	
	VB 30	t2bv	pv3		120	70	2600	
AMMANN / DUOMAT	DR 100	t1bv	pv2	106	85	60	1600	
	DR 102	t1bv	pv2	106	85	60	1600	
	DR 60	t2bv	pv1	76	64	40	550	hydrostatique
	DR 60F	t2bv	pv1	66	60	40	530	
	DR 63	t2bv	pv1	66	60	40	595	hydrostatique
	DR 66	t2bv	pv1	83	69	40	580	
	DR 70	t2bv	pv2	83	69	40	700	hydrostatique
	DR 71	mono	pv1		70		510	
	DR 77	t2bv	pv2	96	77	48	920	hydrostatique
	DT 200	t2bv	pv3	108	100	70	2160	
	DTV 102	t2bv	pv2	90,5	80	48	1000	direction pivotante
	DTV 112	t2bv	pv2	84	80	57,5	1200	articulé, conducteur porté
	DTV 113	t2bv	pv2	84	80	57,5	1250	articulé, conducteur porté
	DTV 132	t2bv	pv2	100	90	58	1250	
	DTV 133	t2bv	pv2	103	90	58	1550	
	DTV 143	t2bv	pv2	99	90	60	1650	articulé, conducteur porté
	DTV 152	t2bv	pv2	98	90	58	1620	
	DTV 213	t2bv	pv3	110	103,5	70	2350	articulé, conducteur porté
	DTV 22	t2bv	pv3	110	98	63	2210	
	DTV 222	t2bv	pv3	112	98	63	2350	
	DTV 233	t2bv	pv3	124	120	70	2500	articulé, conducteur porté
	DTV 42	t2bv	pv4	141	123	92	4760	
	DTV 453	t2bv	pv4	136,5	125	95	4500	
	DTV 472	t2bv	pv4	138	123	92	4450	
	DTV 12/8	t2bv	pv2	92	80	48	1020	
	DVK 153	t1bv	pv1	99	90	58	1500	mixte, 4 pneus
	DVK 223	t1bv	pv2	106	100	70	2200	hydrostatique
	R 40	t2bv	pv2	53	40	40	540	
	R 50	t2bv	pv2	65	50	46	815	
	R 77B	t2bv	pv2	96	77	48	880	mécanique
	R 90B	t2bv	pv2	109	90	55	1250	mécanique
BENFORD/ MUSTANG	1-71B	mono	pv1	83	71	57,5	470	hydrostatique
	2-40B	t2bv	pv2	50,5	40		570	hydrostatique
	2-60B	t2bv	pv2	74	61		880	hydrostatique
	2-65B	t2bv	pv1	78,5	65		640	hydrostatique
	2-75B	t2bv	pv2	89	76		960	hydrostatique

ROULEAUX VIBRANTS (suite)

W1 : Largeur hors tout

W91 ou W92 : Largeur de compactage du cylindre AV. OU AR.

D1 ou D2 : Diamètre du cylindre AV. ou AR.

M : Masse totale du matériel

mono : Rouleau monobille

t1bv : Rouleau tandem à 1 bille vibrante

t2bv : Rouleau tandem à 2 billes vibrantes

CONSTRUCTEUR	TYPE	DESI.	CAT.	W1 (cm)	W91 ou W92 (cm)	D1 ou D2 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
BENFORD/MUSTANG (suite)	TV 75	t2bv	pv2	88	75	55	1380	articulé, conducteur porté
	TV 90	t2bv	pv2	103	90	55	1520	articulé, conducteur porté
	TVH 100	t2bv	pv2	113	100	55	1610	articulé, conducteur porté
	SVH 100	t1bv	pv2	113	100	55	1510	articulé, conducteur porté
	TV 100	t2bv	pv3	107,5	100	63	2215	articulé, conducteur porté
	TV 120	t2bv	pv3	127,5	120	63	2600	articulé, conducteur porté
BITELLI	DTV 12	t2bv	pv2	82	75	57,5	1250	
	DTV 16	t2bv	pv2	93	85	65	1600	
	3 DT 16	t1bv	pv2	105	105	65	1600	
	DTV 18	t2bv	pv3	93	85	65	1740	
	DTV 22	t2bv	pv3	106	102	65	2250	
	DTV 30	t2bv	pv3	118	110	75	2800	
	DTV 40S	t1bv	pv3	141,5	120	85	4000	
	RTV1 9	t1bv	pv2	74	68,5	62	880	
	MV 10/14	t1bv	pv1	120	110		1200	
	DTV 14	t2bv	pv2	88,4	80	57,5	1320	
	DTV 25	t2bv	pv3	118	110	75	2500	
	DTV 40	t2bv	pv4	132	120	85	4000	
	BOMAG	BW 55 E	mono	pv1	67,8	56	40	161
BW 71 E		mono	pv1	82,5	71	60	466	version diésel
BW 75 E		mono	pv1	87,1	75	60	485	version diésel
BW 75 EH		mono	pv1	87	75	60	520	version diésel
BW 35		t2bv	pv2	47	39	35	476	bandages crantés
BW 35 W		t2bv	pv2	47	39	35	496	bandages lisses
BW 60 S		t2bv	pv2	74	60	48	840	
BW 65 S		t2bv	pv1	78	65	40	600	
BW 62 H		t2bv	pv1	71,2	60	40	592	hydrostatique
BW 65 H		t2bv	pv2	76,2	65	40	709	hydrostatique
BW 65 HS		t2bv	pv2	78	65	40	675	hydrostatique
BW 70 H		t2bv	pv2	78	65	40	710	
BW 75 S		t2bv	pv2	90	75	48	928	Zvers.SH,pour pente-SL,c.porté
BW 75 H		t2bv	pv2	90	75	48	960	
BW 75 HS		t2bv	pv2	90	75	48	1005	hydrostatique
BW 75 AD		t2bv	pv2	89,4	76	48	1245	hydrostatique
BW 75 ADL		t2bv	pv2	89,4	76	48	1335	conducteur porté
BW 80 AD		t2bv	pv2	88,4	80	55	1487	conducteur porté
BW 80 H		t2bv	pv2	89,5	75	48	1040	
BW 90 S		t2bv	pv2	106	90	55	1300	version SH compacteur de pente
BW 90 AD		t2bv	pv2	113	90	55	1445	
BW 90 AD		t2bv	pv2	98,4	90	55	1534	conducteur porté
BW 90 ADL		t2bv	pv2	103,4	90	55	1540	conducteur porté
BW 100 AD		t2bv	pv3	107,2	100	65	2043	conducteur porté
BW 100 ADL		t2bv	pv2	113	100	65	1600	conducteur porté
BW 100 ADM		t2bv	pv2	108,4	100	55	1597	conducteur porté
BW 101 A		t1bv	pv2	107	100	59,5	1662	conducteur porté
BW 100 AD-2		t2bv	pv3	108,2	100	70	2334	conducteur porté
BW 120 AD		t2bv	pv3	128	120	67	2492	conducteur porté
BW 120 AD-2		t2bv	pv3	128,2	120	70	2614	conducteur porté
BW 122 D		t1bv	pv1	129	120	75	1785	bille vibrante,plus pneus
BW 122 PD		t1bv	pv2		120	79	1967	version à pieds d'ameurs
BW 650 T/TR		t2bv	pv2	65	65	50	1280	pieds d'ameurs TR : télécommande
BW 850 T/TR	t2bv	pv2	85	85	50	1310	pieds d'ameurs TR : télécommande	
BW 1050 T/TR	t2bv	pv2	105	105	50	1350	pieds d'ameurs TR : télécommande	
BW 100 AC-2	t1bv	pv2	108,2	100	70	2292	mixte, 4 roues 180 x 630 mn	
BW 120 AC-2	t1bv	pv2	128,2	120	70	2542	mixte, 4 roues 180 x 630 mn	
CATERPILLAR	CB-214B	t2bv	pv3	109	100	70	2300	
	CB-224B	t2bv	pv3	129	120	70	2450	

ROULEAUX VIBRANTS (suite)

W1 : Largeur hors tout

W91 ou W92 : Largeur de compactage du cylindre AV. OU AR.

D1 ou D2 : Diamètre du cylindre AV. ou AR.

M : Masse totale du matériel

mono : Rouleau monobille

t1bv : Rouleau tandem à 1 bille vibrante

t2bv : Rouleau tandem à 2 billes vibrantes

CONSTRUCTEUR	TYPE	DESI.	CAT.	W1 (cm)	W91 ou W92 (cm)	D1 ou D2 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
CEL HYDROLLER	MK 2	mono	pv1	91,5	71	57,5	446	
	710H	mono	pv1	91,4	71	57,5	500	
	MK 3	t2bv	pv2	75	65	39,6	664	
	MK 4	t2bv	pv2	98	76	48,3	945	
DERRUPE	CD 10	t2bv	pv3	110	95,8	61	2500	articulé, conducteur porté
	CD 2	t2bv	pv3	108	96	61	2040	articulé, conducteur porté
DYNAPAC	CA 12	mono		130	115	100	4000	conducteur porté
	CC 10	t2bv	pv3	122	107	66	2300	conducteur porté
	CC 10 (2)	t2bv	pv3	122	107	66	2430	conducteur porté - série 2
	CC 101	t2bv	pv3	122	107	66	2500	conducteur porté
	CC 121	t2bv	pv3	130	120	66	2700	conducteur porté
	CG 11	t1bv	pv2	106	90	75	1800	conducteur porté
	CG 12 B	t1bv	pv2	132	120	75	2300	conducteur porté
	CG 12 S	t1bv	pv2	112	100	75	2200	conducteur porté
	LA 90	t2bv	pv2	95	90	50	1360	
	LP 75	t2bv	pv2	89	75	50	850	
	DD 16	t2bv	pv2		61	45	839	
	DD 18	t2bv	pv2		76	45	907	
	CC 12	t2bv	pv3	130	120	66	2600	conducteur porté
	LA 75	t2bv	pv2					
	LP 75 H	t2bv	pv2	88	75	50	850	
	LR 100	t1bv	pv2	107	100	66	1650	conducteur porté
LR 50	t1bv	pv2	104	91,4	56	1400	conducteur porté	
LR 90	t1bv	pv2		91,4	56	1500	conducteur porté	
FRISTEIN (DELMAG)	V 50	t2bv	pv2	62	50	40	575	
	V 60	t2bv	pv2	72,5	60	40	700	
	V 65	t2bv	pv2	80	65	50	950	
	V 80	t2bv	pv2	95	80	50	1050	
	V 90	t2bv	pv2	105	90	50	1250	
	VT 95	t1bv	pv3	97	87,5	70	2000	
	V 60 C	t2bv	pv2	80	60	41	600	hydrostatique
	V 65 C	t2bv	pv2	85	65	43	650	hydrostatique
	V 70 C	t2bv	pv2	90	70	47	700	hydrostatique
	V 80 C	t2bv	pv2	98	80	50	1050	hydrostatique
	VT 95 A	t1bv	pv2	97	95	70	2000	hydrostatique
	VK 85 A	t2bv	pv2	90	85	60	1440	hydrostatique
HAMM	HVT 2	t1bv	pv2	106	85	60	1600	
	5,2 VTD	t1bv	pv4	137	110	101	5600	
	DV3	t1bv	pv3	126	110	80	3500	2 billes motrices
	DV3	t2bv	pv4		110	80	3600	2 billes motrices
	DV3H	t1bv	pv4	126	110	80	4100	2 billes motrices
	DV3K	t1bv	pv3	118,5	110	75,5	3500	mixte-pneus à l'AV.
	DV2	t2bv	pv3	109,5	100	70	2500	2 billes motrices
	DV2K	t1bv	pv3	109,5	100	70	2500	mixte-pneus à l'AV.
INGERSOLL- RAND	DA 28	t2bv	pv3	110	100	72	2100	
	DA 30	t2bv	pv4	125	102	76	3107	
	DD 22	t2bv	pv3	109	100	74	2610	
	DD 23	t2bv	pv3	114,5	100	71	2465	
	DD 24	t2bv	pv3	129,5	120	74	2765	
	DD 25	t2bv	pv3	134,5	120	71	2740	
	DD 35	t2bv	pv4	110,5	102	76	3200	
	DX 60	t2bv	pv1	68,5	61	36	600	hydrostatique
	DX 70	t2bv	pv2	73	65	41	700	hydrostatique
	FX 130	t2bv	pv2	58,5	85	51	1250	bandages à pieds de mouton
	FX 130	t2bv	pv3	58,5	61	51	1250	bandages à pieds de mouton

ROULEAUX VIBRANTS (suite)

W1 : Largeur hors tout

W91 ou W92 : Largeur de compactage du cylindre AV. OU AR.

D1 ou D2 : Diamètre du cylindre AV. ou AR.

M : Masse totale du matériel

mono : Rouleau monobille

t1bv : Rouleau tandem à 1 bille vibrante

t2bv : Rouleau tandem à 2 billes vibrantes

CONSTRUCTEUR	TYPE	DESI.	CAT.	W1 (cm)	W91 ou W92 (cm)	D1 ou D2 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
KAEBLE	3 WTVK	mono		115	100	90	3200	
	5 WTVK	mono		138	120	105	5000	
	3 WTV	t1bv	pv3	114	90	90	3600	
	5 WTV	t1bv	pv4	142	120	105	5700	
LEBRERO	AV 065 TH	t1bv	pv1	92	72		660	conducteur porté
	AV 2 TH	t1bv	pv2	116	100		2400	
	AVTA 2500	t2bv	pv3	109	96		2600	
	RV 570	mono	pv1	95	71	57,5	615	
	RVD 1250	t2bv	pv2	107	90		1300	
	RVD 650	t2bv	pv2	75,6	64,6	40	720	
RVD 950	t2bv	pv2	88,8	76	49	1016		
MARINI	0,25 VT	mono	pv1	70	60	53	250	
	6 VS/2	t2bv	pv2	74	60	45	750	
	15 VS/2	t2bv	pv2	111	90	50	1500	
MBU/SCHEID	HV 6	t2bv	pv1	84	69	40	580	
	HV 9	t2bv	pv2	95	77	48	800	
	HV 10	t2bv	pv2	96	77	48	850	
	HV 12	t2bv	pv2	109	90	56	1250	
	TV 15	t1bv	pv2	110	90	65	1200	
	TV 20	t1bv	pv3	116,2	100	70	2200	
	TV 40	t1bv	pv4	144	108	100	4300	
	TV 50	t1bv	pv4	147,5	125	110	5300	
	DV 25/VK 100	t2bv	pv3	107	100	67,5	2180	conducteur porté, articulé
	DV 30/VK 125	t2bv	pv3	132	125	67,5	3050	conducteur porté, articulé
	RV 25	t1bv	pv2	107,2	100	67,5	2235	version mixte
RV 30	t1bv	pv3	132,2	125	67,5	3010		
MIKASA	MR-5G	t2bv	pv1	60	51	36	470	
	MR-6G	t2bv	pv1	71	62	36	500	
	MR-5D	t2bv	pv1	60	51	36	500	
	MR-6D	t2bv	pv1	71	62	41	530	
	MR-7G	t2bv	pv1	74	65	41	576	
	MR-7D	t2bv	pv1	74	65	46	630	
	MDR-9G	t2bv	pv2	80	70	46	890	
	MDR-9D	t2bv	pv2	80	70	46	950	
	MRT-5G	t2bv	pv2	47	38	40	460	à billes crantées
	MRV-24G	t2bv	pv2	61	57	46	1100	
	MRV-30D	t2bv	pv2	75	76	46	1240	
	MRV-10GA	t2bv	pv2	79	76	51	1200	
	MRV-15A	t2bv	pv2	98	92	51	1460	
PICARD-DUREY SOHY	B 9	mono	pv1	80	70	60	405	
	B 100	mono	pv1	82	70	50	470	version diésel : 480kg
	B 10	t2bv	pv1	77	65	40,6	585	
	B 200	t2bv	pv2	78	65	40,6	750	
	B 11	t2bv	pv2	100	90	60	1200	articulé, conducteur porté
RAMMAX	RW 1400	t2bv	pv2	84	84	44	1400	
	RW 1400	t2bv	pv3	63	63	44	1400	
	RW 2200	t2bv	pv2	120	120	54	2200	
	RW 2200	t2bv	pv3	100	100	54	2200	
	RW 950	mono	pv1	85	80	70	950	
	RW 800 G	mono	pv1	90	85		800	
	RW 700	t2bv	pv2	40	40		700	bandages de 40, 50, 60 cm
	RW 1402	t2bv	pv2	85	85		1360	télécommande
	RW 1402	t2bv	pv3	63	63		1360	version RW 1403 : insonorisé
	RW 2400	t2bv	pv3	120	120		2400	bandages de 100, 120 cm
	RW 100	t2bv	pv2	106	100	65	1900	auto-porté, hydrostatique

ROULEAUX VIBRANTS (suite)

W1 : Largeur hors tout

W91 ou W92 : Largeur de compactage du cylindre AV. OU AR.

D1 ou D2 : Diamètre du cylindre AV. ou AR .

M : Masse totale du matériel

mono : Rouleau monobille

t1bv : Rouleau tandem à 1 bille vibrante

t2bv : Rouleau tandem à 2 billes vibrantes

CONSTRUCTEUR	TYPE	DESI.	CAT.	W1 (cm)	W91 ou W92 (cm)	D1 ou D2 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
RAMMAX (suite)	RW 3000	mono	pv2	130	120	96	3000	3 vers : lisse, pieds dameurs + lame
	RW 3000SPouSPT	mono		142	120	89	3300	2 vers : pieds dameurs + lame AV.
	1800 S	mono	pv2	100	90		1800	pieds dameurs
	1800 SP ou SPT	mono	pv2	110	90		2000	2 vers : pieds dameurs + lame AV.
RANSOME	W 56	mono	pv1	82,5	73	57	410	
RAY GO	REBEL 1.36	t1bv	pv2	104	91	61	1226	articulé, conducteur porté
	ROMPER 2.36	t2bv	pv3	102	92	61	2141	articulé, conducteur porté
RICHIER	V 656	mono	pv1	87,8	75	60	550	
	V 666	t1bv	pv1	87,8	75	60	750	
	V 305	t2bv	pv2	50,6	42	38	540	
	V 325	t2bv	pv2	85,9	73	50	900	
	V 345	t2bv	pv2	98,9	85	50	1150	
	V 660	t2bv	pv2	92,1	75	51	1000	
	V 670	t2bv	pv2	108,6	90	58	1500	
SAKAI	HV 200	t2bv	pv1	66	57	40,5	550	
	HV 300	t2bv	pv1	75	63,5	35,5	600	
	HV 500	t2bv	pv2	84	70		750	
	HV 700	t2bv	pv2	87,5	72	50,8	1095	
	HV 510	t2bv	pv2	82,5	67,5	40,5	750	
	HV 510 S	t2bv	pv2	82,5	67,5	40,5	770	
	SV 200	mono		141	124		4050	
	SV 200 D	mono		141	124		4050	
	SV 200 T	mono		141	124		4250	
	SW 25	t2bv	pv3	129	120	67,5	2500	
	SG 15	t1bv	pv2	110	95	66	1500	
	SG 25	t1bv	pv3	129	120	85	2700	
	TW 25	t1bv	pv2	129	120	67,5	2350	
	TG 15	t1bv	pv2	110	95	66	1400	
TG 25	t1bv	pv3	129	120	85	2500		
SOMATER	ES 70	t1bv	pv1	84	70	40	700	
	ES 80	t1bv	pv1	96	80	47	1070	
	ES 95	t1bv	pv2	110	95	55	1500	
SOVEMAT	SM 60	mono	pv1	70	60	50	435	
	SM 71 H	mono	pv1	83	71	55	480	version HB, prise hydraulique
	SM 85	mono	pv1	96,2	85	65	755	
	ST 42	t2bv	pv2	51	42	38	545	
	ST 60	t2bv	pv2	69,9	60	38	660	
	ST 65 H	t2bv	pv2	76,5	65	42	705	
	ST 73	t2bv	pv2	85,9	73	50	1005	version fixe et pivotante
	ST 75	t2bv	pv2	86,6	75	55	1080	hydrostatique
	ST 85	t2bv	pv2	97,9	85	50	1185	version fixe et pivotante
	SA 91	t2bv	pv3	103,2	91	65	2170	
	S 100 A	t2bv	pv3	110	100	65	2350	articulé, conducteur porté
	SM 85 CP	t1bv	pv2	96,2	85	65	1060	co.porté ; mixte (bille et pneus)
	STOTHERT & PITT	W 71	mono	pv1	86	71	57	368
28 WD 2		mono	pv1	82	71	57	406	
D 38		t2bv	pv2	47	38	36	453	
D 60		t2bv	pv2	69	60	46	650	
D 71		t2bv	pv2	86	71	57	1272	
D 81		t2bv	pv2	97	81	66	1604	
D 95		t2bv	pv2	111	95	66	1782	
32 RD		t1bv	pv1	103	80	63	1069	
R 91		t1bv	pv2	106	92		1782	

ROULEAUX VIBRANTS (suite)

W1 : Largeur hors tout

W91 ou W92 : Largeur de compactage du cylindre AV. OU AR.

D1 ou D2 : Diamètre du cylindre AV. ou AR .

M : Masse totale du matériel

mono : Rouleau monobille

t1bv : Rouleau tandem à 1 bille vibrante

t2bv : Rouleau tandem à 2 billes vibrantes

CONSTRUCTEUR	TYPE	DESL.	CAT.	W1 (cm)	W91 ou W92 (cm)	D1 ou D2 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
S T V	DH 75	t2bv	pv2	78	65	44	680	
	DH 65	t2bv	pv2	88	75	50	810	
TAIKYOKU	TWR 550 G	t2bv	pv1	71,2	59,5	35,5	530	hydrostatique
	J 65	t2bv	pv2	76	65	40,2	660	hydrostatique
	J 60	t2bv	pv2	71	60	35,5	600	hydrostatique
	J 70	t2bv	pv2	76	65	40	710	hydrostatique
	J 85	t2bv	pv2	86	75	50	850	
TAMPO	RS 03	t1bv	pv1	104	91,4	61	1200	conducteur porté
URSUS PERONI	VITRAX 204	t2bv	pv4	111	100	85	4000	
	1,3 VM	t1bv	pv2	91,5	73	52	1300	
	2,5 VM	t1bv	pv4	110	90	70	2600	
	4 VM	t1bv	pv4	111	104	90	4000	
VIBROMAX	W 50	t2bv	pv1	69,5	60	40	520	
	W 55	t2bv	pv1	80,6	65	40	605	
	W 62	t2bv	pv2	69,5	60	40	600	
	W 70	t2bv	pv2	78	65	45	732	
	W 85	t2bv	pv2	91,5	75	50	905	
	W 100	t2bv	pv2	89	75	55	1103	
	W 102	t2bv	pv2	90	80	55	1168	
	W 125	t2bv	pv2	85	85	60	1320	
	VTW 22	t1bv	pv2	107	85	60	1400	
	W 121	t1bv	pv2	107,5	85	60	1600	
	W 251	t1bv	pv2	107	100	75	2500	
	W 251 D	t2bv	pv3	110,4	100	75	2480	
	W 152 B	t2bv	pv3	98,5	85	65	1700	
	W 152 BK	t1bv	pv1	102	92	63	1500	mixte (villes et 4 pneus)
	W 252 B	t2bv	pv3	105,2	100	75	2500	
WACKER	W 55T	t2bv	pv2	67	55	44	745	
	W 65 T	t2bv	pv2	77	65	44	815	
	W 74 T	t2bv	pv2	87	75	44	845	
	W 75 T	t2bv	pv2	88	75	52	1072	
	W 85 T	t2bv	pv2	98	85	52	1165	
	W 95 T	t2bv	pv2	108	85	52	1211	
	WDH 84	t2bv	pv2	87	87	49	1240	
	WDH 86/110	t2bv	pv2	86,5	86,5	56	1320	cylindres pieds dameurs, lisses Larg. comp. réglable 86 à 110 cm commande manuelle
	WDH 4570	t2bv	pv2	86,5	86,5	52	1200	idem
	WDH 86/110 RC	t2bv	pv2	86,5	86,5	56	1280	idem : com. à dist. infrarouge
	WDH 4570 RC	t2bv	pv2	86,5	86,5	52	1200	idem
	RD 880 V	t1bv	pv1	104	90	56	1105	articulé, conducteur porté, hyd.
	WHK 4080	t2bv	pv2	91	80	55	1475	art. cond. porté, hyd. Fc réglable
	WHK 50100	t2bv	pv2	91	100	55	1710	art. cond. porté, hyd. Fc réglable
	WHK 90	t1bv	pv2	94	84	55	1260	un cylindre moteur
	WHK 90 A	t1bv	pv2	94	84	55	1270	deux cylindres moteur
	WHK 90 L	t1bv	pv2	94	84	55	1335	deux cylindres moteur
	RS 800 H	mono	pv1	84	72	56	465	
	RS 800 A	mono	pv1	84	72	56	465	démarrage électrique
	RSS 800 A	mono	pv1	84	72	56	465	
RS 800 B	mono	pv1	84	72	56	465		
RT 560	t2bv	pv3	56,3	56	514	1283	art. com. dist. câble 2 fréquences	
RT 560 RC	t2bv	pv3	56,3	56	51	1283	art. com. dist. infra. 2 fréquences	
RT 820	t2bv	pv2	82	82	51	1370	artic. com. à dist. par câble	
RT 820RC	t2bv	pv2	82	82	51	1370	artic. com. à dist. par infrarouge	

ROULEAUX VIBRANTS (suite)

W1 : Largeur hors tout

W91 ou W92 : Largeur de compactage du cylindre AV. OU AR.

D1 ou D2 : Diamètre du cylindre AV. ou AR .

M : Masse totale du matériel

mono : Rouleau monobille

t1bv : Rouleau tandem à 1 bille vibrante

t2bv : Rouleau tandem à 2 billes vibrantes

CONSTRUCTEUR	TYPE	DESI.	CAT.	W1 (cm)	W91 ou W92 (cm)	D1 ou D2 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
WEBER	DVH 602	t2bv	pv2	71	60	40	600	hydrostatique
	DVH 603	t2bv	pv2	71	60	40	625	démarrage électrique, hydrosta.
	DVH 650	t2bv	pv2	82,2	65	48	860	hydrostatique
	DVH 702	t2bv	pv1	81	70	40	670	hydrostatique
	DVH 703	t2bv	pv2	81	70	40	700	démarrage électrique, hydrosta.
	DVH 750	t2bv	pv2	92,2	75	48	980	hydrostatique
	LS 15	t2bv	pv3	91	85	55	1625	articulé, conducteur porté
	LS 15-2	t2bv	pv2	91	85	55	1480	articulé, conducteur porté
	LS 15-3	t2bv	pv2	93	85	55	1570	articulé, conducteur porté
LS 20	t2bv	pv2	108	100	55	1900	articulé, conducteur porté	
ZETTELMEYER	VTL	t1bv	pv3	113,7	100	70	2040	
	VTM	t1bv	pv4	138	120	100	4930	

PLAQUES VIBRANTES

W1 : Largeur hors tout sans élargisseurs

W5 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol sans élargisseurs

W6 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol avec élargisseurs

M : Masse totale du matériel

* : Matériel équipé d'élargisseurs

** : Valeur non communiquée par le constructeur ou classement impossible

CONSTRUCTEUR	TYPE	CAT.	W1 (cm)	W5 ou W6 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
ALBARET	CC 8	pq1	40	28	50	
	CC 8*	pq1	48	48	65	
	CC 14	pq2	46	46	86	
	CC 14*	pq1	72	72	95	
	VP 70	pq1	40	40	70	
	VP 85	pq2	30	30	85	
	VP 85*	pq1	50	50	96	
	VP 120	pq1	50	50	130	
	VP 130	pq2	50	50	139	
	VPR 100	pq2	40	40	104	
AMMANN / DUOMAT	DVH 3010	pq3	45	45	330	réversible, version diésel
	DVH 3010*	pq2	65	65	330	réversible
	DVH 3010*	pq2	75	75	330	réversible
	DVH 4510	pq3	55	55	430	réversible
	DVH 4510*	pq2	75	75	430	réversible
	DVH 4510*	pq2	85	85	430	réversible
	DVH 5010	pq4	100	55	420	réversible, version diésel
	DVH 5010*	pq3	100	70	460	réversible, version diésel
	DVH 5010*	pq3	100	85	490	réversible, version diésel
	DVH 6000	pq4	65	65	600	
	DVH 6000*	pq3	95	95	650	
	DVH 6010	pq3	65	65	620	réversible, version diésel
	DVH 6010*	pq2	95	95	620	réversible, version diésel
	DVP 1200	pq1	36	36	75	version essence
	DVP 1240	pq1	**	40	70	autre vers ; diésel : M= 85 kg (pq1)
	DVP 1500	pq2	48	48	150	
	DVP 1600	pq2	30	30	110	version diésel
	DVP 1800/40	pq2	40	40	130	version diésel
	DVP 1800/48B	pq1	48	48	100	version essence
	DVP 1800/48D	pq2	48	48	132	version diésel
	DVP 1850	pq1	**	50	100	version essence
	DVP 1850	pq1	**	50	110	version diésel
	DVP 1850	pq2	**	50	130	version diésel
	DVP 2000	pq3	48	48	330	
	DVP 2000*	pq3	70	70	355	
	DVP 2400	pq2	60	60	198	
	DVP 2500	pq2	60	60	260	
	DVP 2600B	pq2	32	32	123	réversible, version essence
	DVP 2600B*	pq2	45	45	137	réversible, version essence
	DVP 2600B*	pq1	60	60	140	réversible, version essence
DVP 2600D	pq3	32	32	160	réversible/version diésel	
DVP 2600D*	pq2	45	45	168	réversible/version diésel	
DVP 2600D*	pq1	60	60	172	réversible/version diésel	
DVP 2910	pq3	50	50	200	version diésel	
DVP 2910	pq2	70	70	210	version diésel	
DVP 3000	pq4	45	45	320		
DVP 3000*	pq3	65	65	345		
DVP 4000	pq4	65	65	560		
DVP 4000*	pq3	95	95	610		
BENFORD / MUSTANG	35C	pq2	35	35	78	
	50C	pq1	50	50	87	
BOHN et KAHLER	DR 1	pq4	111	111	2 800	
	DR 2 Super	pq4	117	117	1 200	
	DR 3	pq2	75	75	530	
	DR 4	pq2	48	48	200	
	DR 5	pq2	45	45	310	

PLAQUES VIBRANTES (suite)

W1 : Largeur hors tout sans élargisseurs

M : Masse totale du matériel

W5 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol sans élargisseurs

* : Matériel équipé d' élargisseurs

W6 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol avec élargisseurs

** : Valeur non communiquée par le constructeur ou classement impossible

CONSTRUCTEUR	TYPE	CAT.	W1 (cm)	W5 ou W6 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
BOMAG	BP 10/36	pq1	36	32	64	version essence
	BP 13/29	pq2	29	29	111	version diésel
	BP 13/29 G	pq2	29	29	106	version essence
	BP 13/48	pq2	48	48	152	
	BP 13/48 G	pq2	48	48	145	
	BP 15/45	pq1	45	41	92	version essence
	BP 15/45 D	pq2	45	41	110	version diésel
	BP 19/48	pq2	48	48	167	version diésel
	BP 19/48 G	pq2	48	48	160	version essence
	BP 19/75	pq1	75	75	177	version diésel
	BP 19/75 G	pq1	75	75	170	version essence
	BP 20	pq2	44	44	270	
	BP 20*	pq2	54	54	280	
	BP 20*	pq2	64	64	285	
	BP 30	pq2	44	38	200	
	BP 30*	pq1	58	58	214	
	BP 30 G	pq2	38	38	195	
	BP 34	pq3	65	65	610	
	BP 34*	pq3	95	95	696	
	BP 50	pq2	64	60	395	
	BP 50*	pq1	80	80	414	
	BVP 11	pq3	44	42	245	
	BVP 11*	pq2	54	52	265	
	BVP 11*	pq2	64	62	275	
	BVP 22	pq2	65	60	500	
	BVP 22*	pq1	105	100	580	
	BP 20/48	pq1	48	46	132	1 sens de marche/1 ampl. essence
	BP 20/60	pq1	60	58	144	1 sens de marche/1 ampl. essence
	BP 20/48 D	pq2	48	46	163	1 sens de marche/1 ampl. diésel
	BP 20/60 D	pq2	60	58	175	1 sens de marche/1 ampl. diésel
	BP 23/48	pq2	48	46	137	1 sens de marche/2 ampl. essence
	BP 23/60	pq1	60	58	149	1 sens de marche/2 ampl. essence
	BP 23/48 D	pq2	48	46	168	1 sens de marche/1 ampl. diésel
	BP 23/60 D	pq2	60	58	180	1 sens de marche/1 ampl. diésel
	BPR 25/32	pq3	32	32	120	réversible, version essence
	BPR 25/40	pq2	40	40	124	réversible, version essence
	BPR 30/38	pq3	38	38	175	réversible, version essence
	BPR 30/38*	pq3	58	56	190	réversible, version essence
	BPR 30/38 D	pq4	38	38	195	réversible/version diésel
	BPR 30/38 D*	pq3	58	56	210	réversible/version diésel
	BPR 50/55 D	pq4	55	55	378	réversible/version diésel
	BPR 50/55 D*	pq3	69	67	395	réversible/version diésel
	BPR 50/55 D*	pq3	85	83	431	réversible/version diésel
BPR 75/60 D	pq4	58	58	604	réversible/version diésel	
BPR 75/60 D*	pq4	71	69	635	réversible/version diésel	
BPR 75/60 D*	pq3	90	88	658	réversible/version diésel	
DAMVIT	PV 100	pq2	28	28	80	
	PV 100*	pq1	38	38	90	
	PV 100*	pq1	48	48	100	
	PV 190	pq1	48	48	150	
	PV 190*	pq1	58	58	170	
	PV 190*	pq1	68	68	190	
DELMAG	SV 1000 R	pq1	34	34	55	
	SV 1200	pq1	30	30	62	
	SV 1200*	pq1	40	40	65,00	
	SV 1200 S	pq1	33	32	70	
	SV 1250 RJ				78	deux sens de marche
	SV 1500 S	pq2	48	48	140	
	SV 1611	pq2	30	25	92	

PLAQUES VIBRANTES (suite)

W1 : Largeur hors tout sans élargisseurs

W5 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol sans élargisseurs

W6 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol avec élargisseurs

M : Masse totale du matériel

* : Matériel équipé d'élargisseurs

** : Valeur non communiquée par le constructeur ou classement impossible

CONSTRUCTEUR	TYPE	CAT.	W1 (cm)	W5 ou W6 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
DELMAG (suite)	SV 1612	pq2	39	35	100	
	SV 1613	pq1	48	45	100	
	SV 1621	pq2	30	30	75	
	SV 1812 R	pq2	39	39	110	
	SV 1813 R	pq2	48	48	115	
	SV 1814	pq1	60	55	130	
	SV 2212	pq2	39	35	130	
	SV 2213	pq1	48	44	130	
	SV 2214	pq1	60	55	130	
	SV 2511	pq3	31	31	172	
	SV 2513	pq2	45	45	182	
	SV 2513*	pq3	60	60	282	
	SV 3511	pq4	45	45	365	
	SV 3511*	pq3	75	75	405	
	SV 4512	pq3	45	45	377	
	SV 4512*	pq2	75	75	427	
	SV 5012	pq3	50	50	395	
	SV 5012*	pq3	80	80	435	
	SV 6011	pq4	54	54	565	
	SV 6011*	pq3	90	90	620	
	SV 6012	pq4	54	54	550	
	SV 6012*	pq3	90	90	605	
	SV 8022	pq3	100	100	850	
	SV 8022*	pq3	116	116	870	
	SV 10011	pq3	120	120	800	
	VV 10000	pq3	60	60	630	matériel monté sur porteur
	SV 1100 RJ	pq2	36	36	65	
	SV 1250 RJ	pq2	37	37	78	marche AV/AR
	SVF 1500	pq2	48	48	125	
	SVF 1511	pq3	31	31	110	
	SVF 1823	pq2	48	48	130	
	SVF 2224	pq2	60	60	125	
	SVH 1500	pq2	48	48	135	
SVH 1823	pq2	48	48	140		
SVH 2511	**	**	31	**	inverseur de marche	
SVV 2013	pq2	48	48	135		
SVV 2014	pq1	60	60	140		
DYNAPAC	CM 02	pq1	60	26	62	
	CM 04	pq1	40	40	72	
	CM 04*	pq1	54	50	92	
	CM 06	pq1	48	48	87	
	CM 07	pq2	48	48	120	
	CM 08	pq2	49	49	129	
	CM 10	pq2	50	44	135	version diésel
	CM 12	pq2	46	46	127	
	CM 13	pq2	46	46	147	
	CM 21	pq3	62	58	470	
	CM 60	pq2	40	40	220	
	CM 60*	pq2	64	64	240	
	CM 70	pq3	55	55	450	
	CM 70*	pq3	86	86	500	
	CM 80	pq4	75	75	775	
	CM 80*	pq3	105	105	830	
	LF 10	pq1	33	33	65	
	LF 15	pq1	42	42	61	
	LF 15A	pq1	52	52	70	
	LF 15/2	pq1	40	40	60	
	LF 30	pq1	50	50	84	
	LF 30A	pq1	52	52	97	
	LF 30D	pq1	50	50	108	version diésel

PLAQUES VIBRANTES (suite)

W1 : Largeur hors tout sans élargisseurs

W5 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol sans élargisseurs

W6 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol avec élargisseurs

M : Masse totale du matériel

* : Matériel équipé d'élargisseurs

** : Valeur non communiquée par le constructeur ou classement impossible

CONSTRUCTEUR	TYPE	CAT.	W1 (cm)	W5 ou W6 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS	
DYNAPAC (suite)	LF 30DA	pq1	52	52	124	version diésel	
	LF 45	pq1	**	29	45		
	LF 60	pq1	**	33	68		
	LF 60A	pq1	**	33	75		
	LF 90	pq1	**	50	95		
	LF 90A	pq1	**	50	101		
	LF 90D	pq1	**	50	105	version diésel	
	LF 90DA	pq1	**	50	111	version diésel	
	LG 14	pq2	38	38	120	version diésel ; masse 146 kg	
	LG 15	pq2	48	48	124	version diésel ; masse 150 kg	
	LG 20	pq4	31	31	163		
	LG 20*	pq3	50	50	175		
	LG 40	pq3	52	52	380		
	LG 40*	pq2	72	72	400		
	LG 60	pq3	68	68	650		
	LG 60*	pq3	96	96	680		
	LG 140	pq4	33	33	170		
	LG 150	pq3	45	45	175	version diésel	
	LG 150	pq3	45	45	150	version essence	
	LG 200	pq3	50	50	213	version diésel ; masse = 238 kg	
	LG 250*	pq4	50	45	250		
	LG 300*	pq4	60	50	280		
	LG 450	pq4	55	55	455	version diésel	
	LG 450*	pq3	85	85	455		
	LG 450	pq4	75	75	470	version diésel	
	LG 550	pq4	75	75	590	version diésel : télécommande	
	LG 700	pq4	66	66	695	version diésel	
	LT 73	pq2	**	28	73		
	LX 90	pq2	45	42	90	semelle circulaire d = 45	
	FREMA	TR 1000	pq2	30	30	105	
		TR 1000*	pq1	40	40	105	
		TR 1000*	pq1	50	50	105	
		TR 1000*	pq1	60	60	105	
TR 1001		pq1	30	30	61	version essence	
TR 1001*		pq1	40	40	61		
TR 1001*		pq1	50	50	61		
TR 1001*		pq1	60	60	61		
TR 1300		pq2	40	40	136		
TR 1300*		pq1	50	50	136		
TR 1300*		pq1	60	60	136		
TR 1300*		pq1	70	70	136		
TR 1301		pq2	40	40	120		
TR 1301*		pq1	50	50	120		
TR 1301*		pq1	60	60	120		
TR 1301*		pq1	70	70	120		
TR 1500		pq2	40	40	130		
TR 1500*		pq1	50	50	130		
TR 1500*		pq1	60	60	130		
TR 1500*		pq1	70	70	130		
TR 1501		pq2	40	**	120		
TR 1501*		pq1	50	50	120		
TR 1501*		pq1	60	60	120		
TR 1501*		pq1	70	70	120		
TR 1503		pq2	40	40	130		
TR 1503*		pq1	50	50	130		
TR 1503*		pq1	60	60	130		
TR 1503*		pq1	70	70	130		
TR 1700		pq2	50	50	165		
TR 3000		pq3	65	65	410	semelle circulaire d = 65	
TR 5000		pq3	90	90	800	semelle circulaire d = 90	

PLAQUES VIBRANTES (suite)

W1 : Largeur hors tout sans élargisseurs

W5 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol sans élargisseurs

W6 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol avec élargisseurs

M : Masse totale du matériel

* : Matériel équipé d'élargisseurs

** : Valeur non communiquée par le constructeur ou classement impossible

CONSTRUCTEUR	TYPE	CAT.	W1 (cm)	W5 ou W6 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
FREMA (suite)	TRV 1000	pq2	33	33	155	semelle circulaire d = 65
	TRV 1500	pq2	44	44	260	
	TRV 1500*	pq2	64	64	260	
	TRV 2500	pq2	52	52	350	
	TRV 2500*	pq2	72	72	350	
	TRV 3000	pq3	65	65	410	
INGERSOLL RAND	BX 6	pq1	40	40	60	
	BX 8	pq1	48	48	80	
	BX 12	pq1	55	56	110	
LEBRERO	PV 800	pq1	30	30	76	
	PV 1000	pq2	30	30	105	
	PV 1500	pq2	45	45	175	
	PV 2000 2A	pq2	45	45	185	
	PV 3000	pq2	60	60	400	
	PV 5000	pq2	77	77	720	
MARINI	53	pq1	53	53	140	
MIKASA	MVC-40F	pq1	29	29	45	
	MVC-52H	pq1	33	32	55	
	MVC-77	pq1	43	38	77	
	MVC-77D	pq1	49	49	84	
	MVC-70GA	pq1	42	42	83	
	MVC-90BG	pq1	50	50	84	
	MVC-90G	pq1	48	46	88	
	MVC-90GD	pq1	50	50	117	
	MVC-110H	pq1	52	52	118	
	MVC-110D	pq1	52	51	146	
	MVH-200D	pq3	50	49	201	
	MVH-200G	pq1	50	50	178	
	R 85S	pq1	33	33	88	
	R 85B	pq1	40	40	93	
	R 135G	pq2	34	34	125	
	R 135G*	pq1	49	49	143	
	R 145G	pq1	45	45	133	
	R 240GA	pq2	38	38	164	
	R 240GA*	pq1	51	51	184	
	R 245GA	pq1	45	45	169	
	R 240DA	pq2	38	38	192	
	R 240DA*	pq1	51	51	212	
	R 245DA	pq2	45	45	197	
R 345GA	pq2	46	46	330		
R 345GA*	pq2	66	66	370		
R 345DA	pq2	46	46	360		
R 345DA*	pq2	66	66	400		
RILCO	BP 1038 B	pq1	38	38	70	
	BP 1250	pq1	38	38	90	
	BP 1250*	pq1	48	48	95	
	BP 1250*	pq1	58	58	105	
	DP 1250	pq1	48	48	120	
	DP 1250*	pq1	58	58	130	
	BP 1648	pq1	48	48	105	
	DP 1648	pq1	48	48	135	
	DP 2000 SB	pq1	73	73	205	
	P 1500	pq1	40	40	115	
	P 1840 R	pq1	42	42	165	
	RSL 6000	pq4	54	54	685	
	RSL 6000*	pq3	65	65	685	

PLAQUES VIBRANTES (suite)

W1 : Largeur hors tout sans élargisseurs

W5 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol sans élargisseurs

W6 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol avec élargisseurs

M : Masse totale du matériel

* : Matériel équipé d'élargisseurs

** : Valeur non communiquée par le constructeur ou classement impossible

CONSTRUCTEUR	TYPE	CAT.	W1 (cm)	W5 ou W6 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
SAKAI	PC 600	**	**	42	90	
	PC 500	pq1	99	42	80	
	PC 400	pq1	96	38	70	
	PC 300	pq1	93	36	60	
	PC 200	pq1	90	33	50	
	PC 300 A	pq1	85	36	60	
	PC 200 A	pq1	90	33	50	
	PC 100 A	pq1	88	30	40	
	PC 500 B	pq1	91	49	80	
	PC 400 B	pq1	91	49	75	
	PC 300 T	pq1	83	38	65	
	PF 500	pq1	93	36	80	
	PF 500	pq2	63	36	80	
	SOVMAT	SP 46H	pq2	47	46	145
STARING	SM 8	pq2	38	38	85	
	SM 14	pq2	45	45	145	version diésel : masse = 160 kg
S T V	DC 25 R	pq3	38	38	120	version essence
	DC 25 F	pq3	38	38	146	version diésel
	DC 30 R	pq2	48	48	124	version essence
	DC 30 F	pq2	48	48	150	version diésel
	DC 33 F	pq3	31	31	160	version diésel
	DC 33 F*	pq2	51	51	165	
	DC 35 R	pq2	50	50	164	version essence
	DC 35 R*	pq2	70	70	176	
	DC 35 F	pq3	50	50	190	version diésel
	DC 35 F*	pq2	70	70	202	
	DC 35 H	pq3	50	50	194	version diésel
	DC 35 H*	pq2	70	70	206	
	DC 55 H	pq3	60	60	400	version diésel
	DC 55 H*	pq3	80	80	420	
	DM 07 R	pq2	35	35	50	
	DM 07 HD	pq2	35	35	50	
	DM 12 R	pq2	35	35	85	
	DM 12 HD	pq2	35	35	85	
	DM 20 R	pq1	48	48	105	
	DM 20 HD	pq1	48	48	105	
DM 20 H	pq2	52	52	139		
VIBROMAX	ATN 1000	pq3	44	44	307	
	ATN 1000*	pq2	75	75	347	
	ATN 2000	pq4	68	68	760	
	ATN 2000*	pq3	110	110	870	
	ATS 2002	pq3	44	44	314	
	ATS 2002*	pq2	75	75	354	
	ATS 6002	pq4	68	68	760	réversible
	ATS 6002*	pq3	110	110	860	réversible
	AVS 600	pq1	36	36	68	
	AVS 800	pq1	29	29	48	
	AVS 900	pq1	43	42	95	
	AVS 1300 B	pq1	50	50	120	
	AV 1300 D	pq2	50	50	125	
	AVS 1900	pq2	55	55	185	
	AW 1800 D	pq2	73	73	170	
	ATL 7000	pq4	110	110	1 650	
	AV 600	pq1	36	36	68	
AV 900	pq1	42	42	87		
AT 20	pq4	31	31	200		
AT 20*	pq3	45	45	200		

PLAQUES VIBRANTES (suite)

W1 : Largeur hors tout sans élargisseurs

M : Masse totale du matériel

W5 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol sans élargisseurs

* : Matériel équipé d'élargisseurs

W6 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol avec élargisseurs

** : Valeur non communiquée par le constructeur ou classement impossible

CONSTRUCTEUR	TYPE	CAT.	W1 (cm)	W5 ou W6 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
VIBROMAX (suite)	AT 40	pq4	46	46	350	réversible
	AT 40*	pq3	70	70	390	réversible
	AT 60	pq4	55	55	520	réversible
	AT 60*	pq3	90	90	585	réversible
	AT 22	pq2	38	38	140	
	AT 22D*	pq1	61	61	163	
WACKER	VPA 1030	pq1	30	30	72	
	VPR 1330	pq1	30	30	72	
	VPR 1350	pq1	50	50	82	
	VPA 1350 W	pq1	50	50	83	avec dispositif d'arrosage
	VPB 1350 W	pq1	50	50	83	avec dispositif d'arrosage
	VPK 1350 W	pq1	50	50	91	avec dispositif d'arrosage
	VPR 1340 W	pq1	40	40	88	avec dispositif d'arrosage
	VPR 1350 W	pq1	50	50	86	avec dispositif d'arrosage
	VPA 1740	pq1	50	50	73	
	VPH 1740	pq1	50	50	117	
	VPR 1740	pq1	50	50	78	
	VPF 1740	pq1	50	50	111	
	VPR 1740 W	pq1	50	50	81	avec dispositif d'arrosage
	VPH 1740 W	pq1	50	50	120	avec dispositif d'arrosage
	VPF 1740 W	pq1	50	50	114	avec dispositif d'arrosage
	VPA 1750	pq1	50	50	78	
	VPB 1750	pq1	50	50	78	
	VPR 1750	pq1	50	50	82	
	VPF 1750	pq1	50	50	111	
	VPH 1750	pq1	50	50	120	
	VPH 1750 W	pq1	54	54	125	W = avec dispositif d'arrosage
	VPG 155 B	pq1	54	54	78	
	VPG 155 R	pq1	54	54	80	
	VPG 160 B	pq1	53	53	77	
	VPG 160 R/43	pq1	44	44	76	
	VPG 160 R/53	pq1	54	54	80	
	VPG 160 K	pq1	54	54	83	
	VPG 1450 B	pq1	50	50	83	
	VPG 1450 R	pq1	50	50	90	
	VPG 1550 A	pq1	50	50	88	
	VPG 1550 B	pq1	50	50	87	
	VPG 1550 K	pq1	50	50	96	
	VPG 1550 R	pq1	50	50	95	
	VPG 1550 RW	pq1	50	50	98	
	VPG 2550 B	pq1	50	50	126	
	VPG 2550 K	pq1	50	50	133	
	VPG 2550 R	pq1	50	50	124	
	BPS 1030 R	pq1	30	30	40	
	BPS 1040 R	pq1	40	40	45	
	BPS 1330	pq1	30	30	64	
	BPS 1350	pq1	50	50	75	
	BPS 2550 R	pq1	50	50	124	
	BPS 2550 B	pq1	50	50	126	
	BPS 2550 K	pq1	50	50	133	
	BPU 1730	pq2	30	30	108	deux sens de marche
	BPU 1740	pq2	40	40	114	deux sens de marche
	BPU 2440 A	pq2	40	40	121	deux sens de marche
	BPU 2440 R	pq2	40	40	121	deux sens de marche
	BPU 2950 R	pq2	50	50	157	deux sens de marche
	BPU 2970 R	pq1	70	70	168	deux sens de marche
DPS 1330	pq2	30	30	105	série "D" moteur diésel	
DPS 1530	pq2	30	30	105	force centrifuge réglable	
DPS 1740	pq2	40	40	111		
DPS 1750	pq1	50	50	116		

PLAQUES VIBRANTES (suite)

W1 : Largeur hors tout sans élargisseurs

W5 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol sans élargisseurs

W6 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol avec élargisseurs

M : Masse totale du matériel

* : Matériel équipé d'élargisseurs

** : Valeur non communiquée par le constructeur ou classement impossible

CONSTRUCTEUR	TYPE	CAT.	W1 (cm)	W5 ou W6 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
WACKER (suite)	DPS 2040	pq2	40	40	111	force centrifuge réglable
	DPS 2340	pq2	40	40	161	force centrifuge réglable
	DPS 2050	pq1	50	50	116	force centrifuge réglable
	DPS 2350	pq2	50	50	173	force centrifuge réglable
	DPS 2360	pq1	60	60	183	force centrifuge réglable
	DPS 3050	pq2	50	50	178	for. cent. à réglage progressif
	DPS 3060	pq1	60	60	188	for. cent. à réglage progressif
	DPS 3070	pq1	70	70	198	for. cent. à réglage progressif
	DPS 4570	pq2	70	70	350	
	BVPN 50	pq1	48	48	74	semelles de 38, 58 cm.
	EVPN 50	pq1	48	48	78	semelles de 38, 58 cm.
	BVPN 75	pq2	73	73	147	
	DVPN 75	pq2	73	73	198	
	BVPN 1030	pq1	30	30	67	
	BVPN 2000	pq1	50	50	89	
	DVU 1500	pq3	44	44	300	2 sens de marche
	DVU 1500*	pq2	75	75	350	2 sens de marche
	DVU 3001	pq4	60	60	520	2 sens de marche
	DVU 3001*	pq3	100	100	590	2 sens de marche
	DVU 4001	pq4	60	60	554	2 sens de marche
	DVU 4001*	pq3	100	100	610	2 sens de marche
	DPU 1730	pq3	30	30	128	2 sens de marche
	DPU 2430	pq3	30	30	138	2 sens de marche
	DPU 2440 F	pq2	40	40	144	2 sens de marche
	DPU 2440 H	pq3	40	40	156	2 sens de marche
	DPU 2450 F	pq2	50	50	150	2 sens de marche
	EPU 2440	pq2	40	40	131	série "E" moteur électrique
	DPU 2950	pq3	50	50	192	2 sens de marche
	DPU 2970	pq2	70	70	203	2 sens de marche
	DPU 3345 F	pq3	44	44	285	2 sens de marche
	DPU 3345 F*	pq3	60	60	308	2 sens de marche
	DPU 3345 F*	pq2	75	75	317	2 sens de marche
	DPU 3345 H	pq3	44	44	305	2 sens de marche
	DPU 3345 H*	pq3	60	60	328	2 sens de marche
	DPU 3345 H*	pq2	75	75	347	2 sens de marche
	DPU 4045	pq3	44	44	305	
	DPU 4045	pq3	60	60	328	
	DPU 5055	pq4	55	55	422	démarrage électrique ; 2 sens
	DPU 5055*	pq3	71	71	445	démarrage électrique ; 2 sens
	DPU 5055*	pq3	86	86	464	démarrage électrique ; 2 sens
	DPU 6055	pq4	55	55	422	démarrage électrique ; 2 sens
	DPU 6055*	pq3	71	71	445	démarrage électrique ; 2 sens
	DPU 6055*	pq3	86	86	464	démarrage électrique ; 2 sens
DPU 6760	pq4	63	63	575	sans timon, matériel télécom-	
DPU 6760*	pq3	80	80	605	mandé ; version S : démarrage à	
DPU 6760*	pq3	100	100	635	distance.	
DPU 7060	pq4	63	63	605	démarrage électrique, commande	
DPU 7060*	pq3	80	80	635	à distance par câble	
DPU 7060 RC	pq4	63	63	605	démarrage électrique, commande	
DPU 7060 RC	pq3	80	80	635	à distance par infrarouge	
WEBER	AC 15 BM	pq1	48	48	105	
	AC 15 BS	pq1	48	48	104	
	AC 15 R	pq1	48	48	83	
	AC 15 H	pq1	48	48	120	
	RC 36	pq2	36	36	87	
	RC 40	pq2	42	42	97	
	RC 40	pq2	40	30	94	plaque de 30 cm en option
	RC 40 SKI	pq4	40	10	90	équipée d'un ski de compactage
	RC 40 Y	pq2	42	42	104	
RC 40 Y	pq2	40	30	101	plaque de 30 cm en option	

PLAQUES VIBRANTES (suite)

W1 : Largeur hors tout sans élargisseurs

W5 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol sans élargisseurs

W6 : Largeur de compactage de la semelle en contact avec le sol avec élargisseurs

M : Masse totale du matériel

* : Matériel équipé d'élargisseurs

** : Valeur non communiquée par le constructeur ou classement impossible

CONSTRUCTEUR	TYPE	CAT.	W1 (cm)	W5 ou W6 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
WEBER (suite)	RC 40 Y SK1	pq4	40	10	97	équipée d'un ski de compactage
	RC 48R-2	pq2	48	48	145	
	RC 48R-2 SK1	pq3	48	30	160	avec 2 skis de compactage
	RC 48-2	pq2	48	48	170	
	RC 48-2 SK1	pq4	48	30	185	avec 2 skis de compactage
	RC 60-2	pq2	60	60	175	
	RC 60-2 SK1	pq4	60	30	190	avec 2 skis de compactage
	TC 30-2	pq3	41	38	170	
	TC 30-2*	pq2	68	68	186	
	TC 50-2	pq3	50	50	185	
	TC 50-2*	pq2	70	70	201	
	TC 52 S	pq4	50	50	310	
	TC 52 S*	pq3	70	70	326	
	TC 55	pq3	55	55	320	
	TC 55*	pq3	75	75	340	
	TC 60-2	pq3	60	60	395	
	TC 60-2*	pq3	80	80	420	
	TC 60E-2	pq4	60	60	435	
	TC 60E-2*	pq3	80	80	460	
	TC 62 SE	pq4	60	60	460	
	TC 62 SE*	pq3	80	80	485	
	TC 70 S	pq4	65	65	500	
	TC 70 S*	pq3	95	95	530	
	TC 70 SE	pq4	65	65	530	
	TC 70 SE*	pq3	95	95	560	
	VB 35	pq2	35	35	55	version électrique VB 35 E
	VB 45	pq2	45	45	68	
	VC 12 BM	pq2	30	30	85	
	VC 12 BM*	pq1	50	50	96	
	VC 12 BS	pq2	30	30	84	
	VC 12 BS*	pq1	50	50	95	
	VC 12 R	pq2	30	30	85	
	VC 12 R*	pq1	50	50	96	
	VC 14 R	pq2	34	30	85	
	VC 14 R*	pq1	50	50	96	
	VC 15 A	pq1	50	48	90	
	VC 15 Y	pq1	50	48	104	
	VC 18 H	pq2	50	50	139	
	VC 18 H*	pq1	70	70	150	
	VC 18 F	pq2	50	50	135	
	VC 18 F*	pq1	70	70	146	
	VC 18 R	pq2	50	50	129	
	VC 18 R*	pq1	70	70	140	
	VC 25	pq1	60	60	208	
	WHV 2505	pq3	40	40	280	
	WHV 2505*	pq2	64	64	301	
	WHV 5009 H	pq4	60	60	540	
	WHV 5009 H*	pq3	90	90	586	
	WHV 5009 F	pq4	60	60	530	
	WHV 5009 F*	pq3	90	90	576	
WHV 6011	pq4	65	65	640		
WHV 6011*	pq3	95	95	686		
WHV 6013	pq4	65	65	610		
WHV 6013*	pq3	95	95	656		

PILONNEUSES A PERCUSSION

W1 : Largeur hors tout
W2 : Largeur de compactage

M : Masse totale du matériel
* : Valeur non communiquée par le constructeur

CONSTRUCTEUR	TYPE	CAT.	W1 (cm)	W2 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
ATLAS COPCO	RAM 30 S	pp1	*	15	22	Matériel à air comprimé
	RAM 35	pp1	*	15	21	Matériel à air comprimé
DELMAG	H2S	pp2	41	27	104	
MACO MEUDON	F 28 G	pp1	30	22	26	Matériel à air comprimé
	F 28	pp1	*	22	21	Matériel à air comprimé
RAMMAX	TYPE 2	pp2	*	26	103	

PILONNEUSES VIBRANTES

W1 : Largeur hors tout
W2 : Largeur de compactage

M : Masse totale du matériel
* : Valeur non communiquée par le constructeur

CONSTRUCTEUR	TYPE	CAT.	W1 (cm)	W2 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
ALBARET	MTR 80 H	pn2	44	30	78	
	MTR G 80	pn3	44	37	83	
	P 70	pn2	45	28	72	
AMMANN / DUOMAT	DVS 52 E	pn1	32	27	52	
	DVS 68 E	pn2	40	29	65	
BENFORD	BVR 51	pn1	32	20	51	plaque de frappe de 15, 25 cm.
BOMAG	BT 58	pn2	34	23	60	
	BT 68	pn2	34	28	71	
	BT 70	pn2	36	28	73	
DAMVIT	MD 50	pn1	23	23	50	
	DM 60	pn2	23	23	60	
	DM 80	pn3	37	37	80	
	DM 100	pn3	37	37	100	
	DM 130	pn3	44	44	130	
	Sup.Damvit COMP.DM 55	pn3 pn1	44 20	44 20	130 51	plaque de frappe 10, 15, 25 cm
DELMAG	HV 611	pn2	37	26	63	plaque de frappe 13 cm
	HVD 813	pn3	45	30	86	course variable (3 amplitudes) plaq. de frap.de 5, 12, 26, 30, 37 cm
	HV 621	pn2	45	26	61	course variable (3 amplitudes) plaq. de frap.de 5, 12, 26, 30, 37 cm
	HV 622	pn2	45	26	61	plaq. de frap.de 5, 12, 26, 30, 37 cm
DYNAPAC	CO 5	pn1	35	26	53	
	CO 16	pn3	50	28	80	
	LC 50	pn1	40	28	54	plaque de frappe de 20 et 10 cm
	LC 70	pn2	43	28	68	
	LC 71	pn2	43	28	73	
	LC 80	pn3	46	30	82	plaque de frappe standard
	LC 80	pn3	46	10	82	plaque de frappe très étroite

PILONNEUSES VIBRANTES (suite)

W1 : Largeur hors tout

W2 : Largeur de compactage

M : Masse totale du matériel

* : Valeur non communiquée par le constructeur

CONSTRUCTEUR	TYPE	CAT.	W1 (cm)	W2 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
FREMA	FS 60	pn2	47	27	65	
	FS 80	pn3	47	27	80	
	FS 120	pn3	47	33	120	
INGERSOLL- RAND	RX 55	pn1	64	27	55	
	RX 65	pn2	63	27	65	
	RX 75	pn2	71	27	75	
LEBRERO	VRA 85 190	pn3	81	30	85	
	VRA 65 145	pn2	77	23	65	
MIKASA	MTR 55	pn1	40	33	55	
	MTR 60S	pn2	40	29	62	
	MTR 80	pn2	44	33	78	
	MTR 80H	pn3	44	30	80	
	MTR 120	pn3	47	36	120	
	MT 50V	pn1	28	22	54	
	MT M50B	pn1	32	27	56	
	MT 65A	pn2	40	29	68	
MT 70V	pn2	*	*	72		
RAMMAX	DS 68	pn2	36	28	73	moteur diésel
RAPEDA	SRX 70	pn2	45	45	70	
RILCO	SUPER 80	pn2	36	28	78	plaque de frappe 20 cm
	SUPER 61	pn2	36	28	61	plaque de frappe 20 cm
SAKAI	VT 200	pn1	*	*	50	
	VT 300	pn2	39	28	60	
	VT 400	pn2	44	28	70	
	VT 400 H	pn2	44	28	70	
	VT 500	pn3	44	30	80	
	VT 500 H	pn3	44	30	80	
STANLEY	TA 52	pn0	*	10	12	
	TA 54	pn0	*	10	11	p.d. f. 20 x 10, 20 x 20 cm, d =10, 12 cm
	TA 55	pn0	*	10	11	p.d. f. 20 x 10, 20 x 20 cm, d =10, 12 cm
	TA 57	pn0	*	10	18	plaque de frappe 15 x 15 cm
STOTHERT & PITT	VR 50	pn2	44	30	78	
S T V	PS 50	pn1	36	21	50	plaque de frappe 21 et 28 cm
	PS 70	pn2	43	28	65	plaque de frappe 21 et 28 cm
	PS 80	pn3	43	30	80	
TAIKYOKU	TV 606	pn2	37	30	60	
	TV 808	pn3	42	30	80	
	TV 110	pn3	47	32	115	
	TV 60 H	pn1	36	28	59	
	TV 80 H	pn2	45	30	77	
	SL 3	pn3	49	45	130	
VIBROMAX	SL1	pn1	40	23	58	
	SL2	pn2	40	28	69	
	SL3	pn3	49	45	130	

PILONNEUSES VIBRANTES (suite)

W1 : Largeur hors tout
W2 : Largeur de compactage

M : Masse totale du matériel
* : Valeur non communiquée par le constructeur

CONSTRUCTEUR	TYPE	CAT.	W1 (cm)	W2 (cm)	M (Kg)	OBSERVATIONS OPTIONS
WACKER	ES 10	pn0	12	15	12	
	ES 18	pn0	17	15	24	
	ES 60Y	pn2	36	28	60	mêmes options que BS 60Y ci-après
	ESU 60Y	pn2	36	28	62	mêmes options que BS 60Y ci-après
	ES 65Y	pn3	36	28	77	course variab., pq3 en posit. 1 pn3 en posit. 4, pn2 sur 2 et 3
	ESU 65Y	pn3	36	28	70	idem
	BS 65Y	pn3	36	28	69	idem
	BS 20	pn0	33	15	26	
	BS 30	pn0	34	15	31	
	BS 50	pn1	33	28	55	plaq. de frappe 15 cm + rallonge
	BS 45Y	pn1	36	20	56	pl.de fr. 10, 15, 25, 28 cm + rallonge
	BS 60Y	pn2	36	28	65	plaq. de fr. 10, 15 cm + rallonge
	BS 62Y	pn2	36	28	68	pl. de fr. 15, 20, 33 cm + rallonge
	BS 90	pn3	42	30	104	double plaque de frappe
	BS 100Y	pn3	40	40	96	
	ES 100Y	pn3	40	40	101	
	BS 105Y	pn3	40	40	100	avec moteur J.L.O
	BS 105Y	pn3	40	40	100	avec moteur Wacker
	DSU 180	pn3	50	50	228	moteur diésel
	DS 72	pn3	37	28	76	pl. de fr. 15, 20, 33 cm + ral. mot. diésel
WEBER	SRX 50	pn1	38	20	53	pied LC 10.0 cm pour tous modèles
	SRX 50R	pn1	41	20	51	idem
	SRX 60R	pn1	36	28	57	idem
	SRX 65	pn2	38	28	67	idem
	SRX 65R	pn2	45	28	70	idem
	SRX 65R-2	pn2	38	28	70	idem
	SRX 80D	pn3	45	28	86	idem
	SRX 70	pn2	45	32	70	idem

MATERIELS SPECIFIQUES

L'appellation "MATERIELS SPECIFIQUES" regroupe deux catégories :

- Les roues vibrantes
- Les plaques vibrantes et marteaux hydrauliques montés sur porteur

La conception de ces matériels, ou leur montage sur porteur implique des caractéristiques d'efficacité différente de celles des matériels conventionnels, et font l'objet de fiche technique individuelle répertoriée, et réalisée à la demande du constructeur.

- Numéro 1 à 10 pour les roues vibrantes
- Numéro 11 à 20 pour les plaques vibrantes et marteaux hydrauliques

ROUES VIBRANTES COMPACTAGE DES TRANCHEES ETROITES

Constructeur	Type	(d) Roue (cm)	Larg. compactage (cm)	Poids total	Masse roue (kg)	Déport (cm)	Vitesse (km/h)	Observations Options	N° Fiche
ALBARET		100,00	6-10-15-20-30	660	137 à 214	37,5	1	Matériel autonome monté sur porteur double articulation	
BOMAG	BG 100 BW 240T	100,00	19-24-32	4375	1035	80	1,5	Compacteurs autonomes à conducteur porté ; châssis articulé ; options suivant modèles	1
		100,00	19-24-32	3030	980	80	1,5		
YABAR	YABS 1000 YABS 1300 YABS 1500	100,00	10-15-20-30		360 à 625	42	0,6	Compacteurs montés sur porteur du type tractopelle ; raccordement sur prise hydraulique d'équipement	2(*)
		130,00	10-15-20-25-30		790 à 1175	55			
		150,00	10-15-20-25-30		880 à 1325	63			
WERMEER	TC4	106,70	10-15-20	1460	458	66	1	Roue vibrante autonome à pieds de mouton	3

(*) Cette fiche ne concerne que le modèle YABS 1000.

PLAQUES VIBRANTES OU MARTEAUX HYDRAULIQUES SUR PORTEURS

Constructeur	Type	Catégorie (*)	Lc (cm)	Masse (kg)	Observations Options	N° Fiche
C C M T P	Super Vibro 5		68	500		11
CRUSCHER	660	pq2	58	338		
	1200	pq2	69	533		
HO-PAC	3000	pq3	58	405		
	4600	pq2	68	750		
	8700 B	pq2	58	333		
	8750 B	pq1	58	227		
	9700	pq3	69	692		
	9750	pq3	69	748		
	9800	pq3	86	1021	Egalement type 9801	
KRUPP	HM 200		34	460	Marteau hydraulique sur tractopelle	12
STANLEY	HS 2500	pq2	28	118	Matériels montés sur engins : mini-pelle, tracto-pelle, ou pelle ; possibilité de sabots étroits ou de tête rotative, suivant modèles	
	HS 3000	pq2	45	168		
	HS 6000	pq2	58	374		
	HS 11000	pq3	68	646		
	HS 20000	pq3	86	1000		
STARING	SMR 45	pq2	d=40	85	Plaque à embase circulaire Version diesel : masse = 100 kg	

(*) Catégorie correspondant à la classification des plaques vibrantes du guide technique ; ces matériels montés sur porteur présentent une efficacité supérieure par rapport à celle indiquée, et font l'objet d'une fiche technique.

FICHE N° 1

ROUES VIBRANTES BOMAG BG100 ET BW 240 T

Conditions de fonctionnement : fréquence de vibration : 28 à 40 Hz
 amplitude : 1,60 mm (position 4)
 vitesse de translation : 1,5 lm/h
 largeurs de compactage : 19, 24 et 32 cm

Modalités de compactage en remblai
 Objectif de densification q4

Nature (*)	Etat	Paramètres		Commentaires
B1-B3-R43 C1B1-C1B3 D1-D2-D3 F31-F32 DC1-DC2	.	e Q/L n V	45 225 3 1,5	Non argileux non très anguleux et assimilés (**)
C2B1-C2B3 R21-R41 R61 DC3	.	e Q/L n V	35 135 4 1,5	Non argileux très anguleux et assimilés (**)
B2-B4 C1B2-C1B4 F61-F62	h	e Q/L n V	45 340 2 1,5	Faiblement argileux non très anguleux et assimilés (**) (1) sauf C1B1 à l'état s
	m	e Q/L n V	40 200 3 1,5	
	s (1)	e Q/L n V	35 135 4 1,5	
A1-B5 C1A1-C1B5 C2A1-C2B2 C2B4-C2B5 F2F41 F71-R22 R23-R42 R62-R63	h	e Q/L n V	40 200 3 1,5	Silteux ou argileux peu plastiques et assimilés (**) (1) sauf sols C1 ou C2 en s
	m	e Q/L n V	35 175 3 1,5	
	s (1)	e Q/L n V	25 125 3 1,5	
A2-B6 C1A2-C1B6 C2A2-C2B6	h	e Q/L n V	30 150 3 1,5	Matériaux argileux
	m	e Q/L n V	25 125 3 1,5	
	s	e Q/L n V		
R11-R12 R13	h, m	e Q/L n V	35 175 3 1,5	Craies

(*) : Nature ou difficulté de compactage DCi pour les matériaux élaborés utilisés en technique routière

(**) : l'assimilation ne concerne que le compactage

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

Remarque : Les cellules grisées ne contiennent aucune donnée ; les compacteurs de la classe correspondante sont inaptes à compacter le sol considéré.

Modalités de compactage en partie supérieure de remblai
 Objectif de densification q3

Nature (*)	Etat	Paramètres		Commentaires
B1-B3 C1B1 C1B3-D1 D2-D3 F31	.	e Q/L n V	35 135 4 1,5	Mat. non argileux non très anguleux et assimilés (**)
C2B1 C2B3 R21-R41 R61	.	e Q/L n V	25 95 4 1,5	Mat. non argileux très anguleux
C1B4 (1) C2B4 (1) R22-R42 R62-F71	.	e Q/L n V	30 115 4 1,5	(1) : après élimination de la fraction fine 0/d
R11	.	e Q/L n V	25 75 5 1,5	Craies
DC1	.	e Q/L n V	35 175 3 1,5	Matériaux élaborés dont la difficulté de compactage est définie en III.3
DC2	.	e Q/L n V	30 150 3 1,5	
DC3	.	e Q/L n V	25 95 4 1,5	

Autres modalités en partie supérieure de remblai
 avec objectif de densification q3 (voir III.3 du guide)

Nature (*)	Etat	Paramètres		Commentaires
B2-B4 C1B2- C1B4 C2B2 C2B4 F61-F62	m s	e Q/L n V e Q/L n V	30 115 4 1,5 25 75 5 1,5	Mat. faiblement argileux et assimilés (**)
A1-B5-B6 traités	m	e Q/L n V	20 75 4 1,5	Chantiers innovants

Modalités de compactage en assise de chaussées
 Objectif de densification q2

Difficulté de compactage	Paramètres		Commentaires
DC1	e Q/L n V	3 115 4 1,5	Matériaux de diverses natures GNT, GRH, GTLH, GB, GE
DC2	e Q/L n V	3 90 5 1,5	
DC3	e Q/L n V	2 50 6 1,5	

FICHE N° 2

ROUE DE COMPACTAGE YABAR YABS 1000

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES						
Largeur de compactage (cm)	10	15	30	Vitesse de translation recommandée : 600 m/h		
	52	37.5	26.1	Fréquence de vibration : 26 Hz		
	1.20	1.04	0.80	Compression du ressort : 14 cm		

Modalités de compactage en remblai
Objectif de densification q4

Nature (*)	Etat	Paramètres	Commentaires
B1-B3-R43 C1B1-C1B3 D1-D2-D3 F31-F32 DC1-DC2	.	e 40 Q/L 80 n 3 V 0,6	Non argileux non très anguleux et assimilés (**)
C2B1-C2B3 R21-R41 R61 DC3	.	e 30 Q/L 45 n 4 V 0,6	Non argileux très anguleux et assimilés (**)
B2-B4 C1B2-C1B4 F61-F62	h	e 40 Q/L 120 n 2 V 0,6	Faiblement argileux non très anguleux et assimilés (**) (1) sauf C1B1 à l'état s
	m	e 35 Q/L 70 n 3 V 0,6	
	s (1)	e 30 Q/L 45 n 4 V 0,6	
A1-B5 C1A1-C1B5 C2A1-C2B2 C2B4-C2B5 F2F41 F71-R22 R23-R42 R62-R63	h	e 35 Q/L 70 n 3 V 0,6	Siltieux ou argileux peu plastiques et assimilés (**) (1) sauf sols C1 ou C2 en s
	m	e 30 Q/L 60 n 3 V 0,6	
	s (1)	e 20 Q/L 40 n 3 V 0,6	
A2-B6 C1A2-C1B6 C2A2-C2B6	h	e 25 Q/L 50 n 3 V 0,6	Matériaux argileux
	m	e 20 Q/L 40 n 3 V 0,6	
	s	e Q/L n V	
R11-R12 R13	h, m	e 30 Q/L 60 n 3 V 0,6	Craies

(*) : Nature ou difficulté de compactage DCi pour les matériaux élaborés utilisés en technique routière

(**) : l'assimilation ne concerne que le compactage

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

Remarque : Les cellules grisées ne contiennent aucune donnée ; les compacteurs de la classe correspondante sont incapables à compacter le sol considéré.

Modalités de compactage en partie supérieure de remblai
Objectif de densification q3

Nature (*)	Etat	Paramètres	Commentaires
B1-B3 C1B1 C1B3-D1 D2-D3 F31	.	e 30 Q/L 45 n 4 V 0,6	Mat. non argileux non très anguleux et assimilés (**)
C2B1 C2B3 R21-R41 R61	.	e 20 Q/L 30 n 4 V 0,6	Mat. non argileux très anguleux
C1B4 (1) C2B4 (1) R22-R42 R62-F71	.	e 25 Q/L 40 n 4 V 0,6	(1) : après élimination de la fraction fine O/d
R11	.	e 20 Q/L 25 n 5 V 0,6	Craies
DC1	.	e 35 Q/L 55 n 4 V 0,6	
DC2	.	e 30 Q/L 45 n 4 V 0,6	Matériaux élaborés dont la difficulté de compactage est définie en III.3
DC3	.	e 25 Q/L 30 n 5 V 0,6	

Autres modalités en partie supérieure de remblai
avec objectif de densification q3 (voir III.3 du guide)

Nature (*)	Etat	Paramètres	Commentaires
B2-B4 C1B2- C1B4 C2B2 C2B4 F61-F62	m s	e 25 Q/L 40 n 4 V 0,6 e 20 Q/L 25 n 5 V 0,6	Mat. faiblement argileux et assimilés (**)
A1-B5-B6 traités	m	e 20 Q/L 20 n 6 V 0,6	Chantiers innovants

Modalités de compactage en assise de chaussées
Objectif de densification q2

Difficulté de compactage	Paramètres	Commentaires
DC1	e 3 Q/L 30 n 6 V 0,6	
DC2	e 3 Q/L 25 n 7 V 0,6	Matériaux de diverses natures GNT, GRH, GTLH, GB, GE
DC3	e 2 Q/L 15 n 8 V 0,6	

FICHE N° 3

ROUE VIBRANTE VERMEER TC4

Modalités de compactage en remblai
Objectif de densification q4

Nature (*)	Etat	Paramètres	Commentaires
B1-B3-R43 C1B1-C1B3 D1-D2-D3 F31-F32 DC1-DC2	-	e 40 Q/L 135 n 3 V 1,0	Non argileux non très anguleux et assimilés (**)
C2B1-C2B3 R21-R41 R61 DC3	-	e 30 Q/L 75 n 4 V 1,0	Non argileux très anguleux et assimilés (**)
B2-B4 C1B2-C1B4 F61-F62	h	e 40 Q/L 200 n 2 V 1,0	Faiblement argileux non très anguleux et assimilés (**) (1) sauf C1B1 à l'état s
	m	e 35 Q/L 120 n 3 V 1,0	
	s (1)	e 30 Q/L 75 n 4 V 1,0	
A1-B5 C1A1-C1B5 C2A1-C2B2 C2B4-C2B5 F2F41 F71-R22 R23-R42 R62-R63	h	e 35 Q/L 120 n 3 V 1,0	Siltieux ou argileux peu plastiques et assimilés (**) (1) sauf sols C1 ou C2 en s
	m	e 30 Q/L 100 n 3 V 1,0	
	s (1)	e 20 Q/L 70 n 3 V 1,0	
A2-B6 C1A2-C1B6 C2A2-C2B6	h	e 25 Q/L 80 n 3 V 1,0	Matériaux argileux
	m	e 20 Q/L 70 n 3 V 1,0	
	s	e Q/L n V	
R11-R12 R13	h, m	e 30 Q/L 100 n 3 V 1,0	Craies

Modalités de compactage en partie supérieure de remblai
Objectif de densification q3

Nature (*)	Etat	Paramètres	Commentaires
B1-B3 C1B1 C1B3-D1 D2-D3 F31	-	e 30 Q/L 75 n 4 V 1,0	Mat. non argileux non très anguleux et assimilés (**)
C2B1 C2B3 R21-R41 R61	-	e 20 Q/L 50 n 4 V 1,0	Mat. non argileux très anguleux
C1B4 (1) C2B4 (1) R22-R42 R62-F71	-	e 25 Q/L 60 n 4 V 1,0	(1) : après élimination de la fraction fine O/d
R11	-	e 20 Q/L 40 n 5 V 1,0	Craies
DC1	-	e 35 Q/L 90 n 4 V 1,0	
DC2	-	e 35 Q/L 75 n 4 V 1,0	Matériaux élaborés dont la difficulté de compactage est définie en III.3
DC3	-	e 25 Q/L 50 n 5 V 1,0	

Conditions de fonctionnement :

balourd avec masselottes boulonnées
fréquence de vibration : 26,7 Hz
vitesse de translation : 1 km/h
largeurs de compactage : 10, 15 et 20 cm
e : épaisseur maximale des couches après compactage (en cm)
Q/Lc : débit théorique par unité de largeur (en m³/h/m)
n : nombre de passes à réaliser pour l'épaisseur e
V : vitesse de compactage (en km/h)

OBSERVATIONS :

pour e < emax le nombre de passes devient :

$$n' = n \times \frac{e}{e_{max}}$$

avec n : nombre de passes pour emax (arrondir n' à l'entier supérieur)

la partie supérieure des couches en qualité q2 nécessite une reprise (dressage) et un compactage par un moyen classique (pilonneuse ou plaque vibrante)

Autres modalités en partie supérieure de remblai avec objectif de densification q3 (voir III.3 du guide)

Nature (*)	Etat	Paramètres	Commentaires
B2-B4 C1B2- C1B4 C2B2 C2B4 F61-F62	m	e 25 Q/L 60 n 4 V 1,0	Mat. faiblement argileux et assimilés (**)
A1-B5-B6 traités	s	e 20 Q/L 40 n 5 V 1,0	Chantiers innovants
	m	e 20 Q/L 35 n 6 V 1,0	

(*) : Nature ou difficulté de compactage DCi pour les matériaux élaborés utilisés en technique routière

(**) : l'assimilation ne concerne que le compactage

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

Remarque : Les cellules grisées ne contiennent aucune donnée ; les compacteurs de la classe correspondante sont incapables à compacter le sol considéré.

Modalités de compactage en assise de chaussées
Objectif de densification q2

Difficulté de compactage	Paramètres	Commentaires
DC1	e	30
	Q/L	75
	n	4
	V	1,0
DC2	e	30
	Q/L	60
	n	5
	V	1,0
DC3	e	20
	Q/L	35
	n	6
	V	1,0

Matériaux de diverses natures
GNT, GRH, GTLH, GB, GE

PLAQUE VIBRANTE "SUPER VIBRO 5" DE CCMTP

Modalités de compactage en remblai
Objectif de densification q4

Nature (*)	Etat	Paramètres		Commentaires
B1-B3-R43 C1B1-C1B3 D1-D2-D3 F31-F32 (DC1-DC2)	.	e t (1)	70 15	Non argileux non très anguleux et assimilés (**)
C2B1-C2B3 R21-R41 R61 (DC3)	.	e t	50 15	Non argileux très anguleux et assimilés (**)
B2-B4 C1B2-C1B4 F61-F62	h	e t	70 10	Faiblement argileux non très anguleux et assimilés (**) (1) sauf C1B1 à l'état s
	m	e t	60 15	
	s (1)	e t	40 20	
A1-B5 C1A1-C1B5 C2A1-C2B2 C2B4-C2B5 F2F41 F71-R22 R23-R42 R62-R63	h	e t	55 10	Silteux ou argileux peu plastiques et assimilés (**) (1) sauf sols C1 ou C2 en s
	m	e t	40 15	
	s (1)	e t	25 20	
A2-B6 C1A2-C1B6 C2A2-C2B6	h	e t	35 10	Matériaux argileux
	m	e t	25 15	
	s	e t		
R11-R12 R13	h, m	e t	40 15	Craies

(*) : Nature ou difficulté de compactage DCi pour les matériaux élaborés
utilisés en technique routière
(**) : l'assimilation ne concerne que le compactage

Remarque : Les cellules grisées ne contiennent aucune donnée ; les compacteurs
de la classe correspondante sont inaptes à compacter le sol considéré.

Modalités de compactage en partie supérieure de remblai
Objectif de densification q3

Nature (*)	Etat	Paramètres		Commentaires
B1-B3 C1B1 C1B3-D1 D2-D3 F31	.	e t (1)		Mat. non argileux non très anguleux et assimilés (**)
C2B1 C2B3 R21-R41 R61	.	e t		Mat. non argileux très anguleux
C1B4 (1) C2B4 (1) R22-R42 R62-F71	.	e t		(1) : après élimination de la fraction fine O/d
R11	.	e t		Craies
DC1	.	e t		Matériaux élaborés dont la difficulté de compactage est définie en III.3
DC2	.	e t		
DC3	.	e t		

Autres modalités en partie supérieure de remblai
avec objectif de densification q3 (voir III.3 du guide)

Nature (*)	Etat	Paramètres		Commentaires
B2-B4 C1B2- C1B4 C2B2 C2B4 F61-F62	m	e t (1)		Mat. faiblement argileux et assimilés (**)
A1-B5-B6 traités	m	e t		Chantiers innovants

Modalités de compactage en assise de chaussées
Objectif de densification q2

Difficulté de compactage	Paramètres		Commentaires
DC1	e t (1)		Matériaux de diverses natures émulsion
DC2	e t		
DC3	e t		

Conditions de fonctionnement : outil porté par une pelle hydraulique ≥ 15 t - Circuit pour vibreur : 14 MPa et 106 l/mm requis pour fonctionnement à 33 Hz
Plaque de compactage : 0,88 m x 0,68 m

OBSERVATIONS :

- (1) t est le temps d'application de la plaque aux conditions de vibrations nominales, en chaque endroit compacté, avec appui constant de la flèche de pelle

$$\text{pour } e < e_{\text{max}}, \text{ le temps d'application est } t = t \times \frac{e}{e_{\text{max}}}$$

- la partie supérieure du remblai nécessite une reprise (dressage - compactage)

- la pression verticale engendrée dans le sol à 0,50 m de profondeur sous la plaque est de 0,25 MPa, et à 0,70 m de 0,15 MPa.

FICHE N° 12

MARTEAU HYDRAULIQUE KRUPP HM 200 (2)

Modalités de compactage en remblai
Objectif de densification q4

Nature (*)	Etat	Paramètres		Commentaires
B1-B3-R43 C1B1-C1B3 D1-D2-D3 F31-F32 (DC1-DC2)	.	e	70	Non argileux non très anguleux et assimilés (**)
		t (1)	20	
C2B1-C2B3 R21-R41 R61 (DC3)	.	e	50	Non argileux très anguleux et assimilés (**)
		t	20	
B2-B4 C1B2-C1B4 F61-F62	h	e	60	Faiblement argileux non très anguleux et assimilés (**) (1) sauf C1B1 à l'état s
		t	8	
	m	e	50	
	t	12		
s	e	35		
(1)	t	16		
A1-B5 C1A1-C1B5 C2A1-C2B2 C2B4-C2B5 F2F41 F71-R22 R23-R42 R62-R63	h	e	45	Silteux ou argileux peu plastiques et assimilés (**) (1) sauf sols C1 ou C2 en s
		t	12	
	m	e	35	
	t	16		
s	e	25		
(1)	t	20		
A2-B6 C1A2-C1B6 C2A2-C2B6	h	e	30	Matériaux argileux
		t	12	
	m	e	25	
	t	16		
s	e			
	t			
R11-R12 R13	h, m	e t	35 16	Craies

Modalités de compactage en partie supérieure de remblai
Objectif de densification q3

Nature (*)	Etat	Paramètres		Commentaires
B1-B3 C1B1 C1B3-D1 D2-D3 F31	.	e	45	Mat. non argileux non très anguleux et assimilés (**)
		t (1)	20	
C2B1 C2B3 R21-R41 R61	.	e	30	Mat. non argileux très anguleux
		t	20	
C1B4 (1) C2B4 (1) R22-R42 R62-F71	.	e	40	(1) : après élimination de la fraction fine O/d
		t	20	
R11	.	e	30	Craies
		t	20	
(DC1)	.	e	50	
		t	20	
(DC2)	.	e	40	Matériaux élaborés dont la difficulté de compactage est définie en III.3
		t	20	
(DC3)	.	e	30	
		t	20	

Autres modalités en partie supérieure de remblai
avec objectif de densification q3 (voir III.3 du guide)

Nature (*)	Etat	Paramètres		Commentaires
B2-B4 C1B2- C1B4 C2B2 C2B4 F61-F62	m	e	40	Mat. faiblement argileux et assimilés (**)
		t (1)	25	
	s	e	25	
		t	25	
A1-B5-B6 traités	m	e	25	Chantiers innovants
		t	20	

(*) : Nature ou difficulté de compactage (DCi) pour les matériaux élaborés utilisés en technique routière

(**) : l'assimilation ne concerne que le compactage

Remarque : Les cellules grisées ne contiennent aucune donnée ; les compacteurs de la classe correspondante sont inaptes à compacter le sol considéré.

Modalités de compactage en assise de chaussées
Objectif de densification q2

Difficulté de compactage	Paramètres		Commentaires
(DC1)	e		Matériaux de diverses natures émulsion
	t (1)		
(DC2)	e		
	t		
(DC3)	e		
	t		

OBSERVATIONS :

- (1) t est le temps d'application de la plaque aux conditions de vibrations nominales, en chaque endroit compacté, avec appui constant de la flèche de pelle

$$\text{pour } e < e_{\text{max}}, \text{ le temps d'application est } t = t \times \frac{e}{e_{\text{max}}}$$

- la partie supérieure des couches pouvant présenter un serrage insuffisant (et dans certains cas un état de surface irrégulier), il pourra être nécessaire de procéder à une finition par compactage classique (rouleau, plaque...)

- la pression verticale engendrée dans le sol à 0,30 m de profondeur sous la plaque, pendant le compactage, est égale à 600 kPa (6 bars). Cette valeur peut être utile à connaître dans le cas d'ouvrages en fond de tranchée pouvant présenter une certaine fragilité.

Cet ouvrage est propriété de l'administration ; il ne pourra être utilisé ou reproduit,
même partiellement, sans l'autorisation du SETRA ou du LCPC.
© 1994 - SETRA - Dépôt légal Mai 1994 - ISBN 2-11085746-3

Ce document est disponible sous la référence D 9441/1

- au bureau de vente des publications du SETRA
46, avenue Aristide Briand - B.P. 100 - 92223 Bagneux Cedex - FRANCE
Tél. : (1) 46.11.31.53 et 46.11.31.55 - Télécopie : (1) 46.11.31.69
- au service IST - Publications du LCPC
58, boulevard Lefebvre - 75732 Paris Cedex 15 - FRANCE
Tél. : (1) 40.43.52.26 - Télécopie : (1) 40.43.54.98 - Télex : LCPARI 200361F

Prix de vente : 30 F

Page laissée blanche intentionnellement

Page laissée blanche intentionnellement

Page laissée blanche intentionnellement

Chaque année, malgré le développement des techniques de pose des réseaux sans ouverture de chaussée, un linéaire important de tranchées est réalisé. La qualité de ce type de travaux dépend en grande partie de la qualité du compactage du remblai de tranchée et du choix de la technique de réfection de la chaussée.

Le présent guide définit des règles techniques et propose des démarches permettant à l'ensemble des intervenants, qu'ils soient gestionnaires de voiries, entrepreneurs, concessionnaires, permissionnaires ou occupants de droit, de maîtriser la réalisation du remblayage et de la réfection, du projet jusqu'à la réalisation des travaux.

In spite of the development of techniques for underground mains laying without opening trenches, every year long stretches of trenches are still excavated. The quality of this type of work depends largely on the compacting quality of trench backfill and the choice of pavement repair technique.

This handbook defines the technical rules and suggests procedures to enable everyone involved, whether road managers, contractors, concessionaries, permit-holders or legal occupants to manage the work of backfilling and pavement repair from the design stage through to its completion.

Trotz der Weiterentwicklung der Techniken zur unterirdischen Verlegung von Leitungen ohne Öffnung der Fahrbahn, werden jedes Jahr erhebliche Längen Gräben angelegt. Die Qualität dieser Art von Arbeiten hängt zum großen Teil von der Kompaktierung der Grabenauffüllung und der Auswahl der Instandsetzungstechnik der Fahrbahn ab.

Vorliegender Leitfaden legt die technischen Regeln fest und gibt Verfahrensweisen an, die allen Beteiligten, ob Straßenverwaltungen, Unternehmer, Konzessionäre, Genehmigungsinhaber oder rechtmäßige Inhaber, die Ausführung der Aufschüttungs- und Instandsetzungsarbeiten von der Planung bis zur Durchführung zu beherrschen.

Ce document est disponible sous la référence D 9441

• au bureau de vente des publications du SETRA

46, avenue Aristide Briand - B.P. 100 - 92223 Bagneux Cedex - FRANCE

Tél. : (1) 46.11.31.53 et 46.11.31.55 - Télécopie : (1) 46.11.31.69

• au service IST - Publications du LCPC

58, boulevard Lefebvre - 75732 Paris Cedex 15 - FRANCE

Tél. : (1) 40.43.52.26 - Télécopie : (1) 40.43.54.98 - Télex : LCPARI 200361F

Prix de vente : 120 F