

Les

références

GUIDE DES TERRASSEMENTS DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME

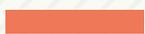
FASCICULE N°2 Annexes techniques



ÉDITION 2024

GUIDE DES TERRASSEMENTS DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME

FASCICULE N°2 Annexes techniques



ÉDITION 2024



Ce guide technique, rédigé par l'Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité (IDRRIM), est édité par le Cerema, dans le cadre d'une convention partenariale.

L'IDRRIM (Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité) fédère l'ensemble des acteurs publics et privés agissant dans le domaine des infrastructures de mobilité et espaces urbains. Créé en 2010, l'Institut propose un cadre de réflexion et d'actions pour coproduire et partager un référentiel commun constitué de normes, de bonnes pratiques et règles de l'art, d'outils méthodologiques.

Lieu de convergences et d'échanges, l'Institut a pour objectif de répondre de manière homogène à des problématiques techniques ou stratégiques et de faire évoluer les patrimoines d'infrastructures et d'espaces publics vers une conception et une gestion durables ainsi qu'une plus grande optimisation de leur utilisation.

L'IDRRIM a pour missions de :

- fédérer et mobiliser les acteurs de la profession ;
- produire des documents de référence ;
- contribuer à l'amélioration des compétences ;
- promouvoir l'innovation et faire rayonner l'excellence française.



Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité
9, rue de Berri - 75008 Paris
Téléphone: 33 (0)1 4413 3299 - Télécopie: 33 (0)1 4413 3298
Mél: idrrim@idrrim.com - Internet: www.idrrim.com

Collection « Les références »

Cette collection regroupe l'ensemble des documents de référence portant sur l'état de l'art dans les domaines d'expertise du Cerema (recommandations méthodologiques, règles techniques, savoir-faire...), dans une version stabilisée et validée. Destinée à un public de généralistes et de spécialistes, sa rédaction pédagogique et concrète facilite l'appropriation et l'application des recommandations par le professionnel en situation opérationnelle.

Comment citer cet ouvrage :

IDRRIM. *Guide des terrassements des remblais et des couches de forme - Fascicule 2 - Annexes techniques.*

Bron : Cerema, 2024.

Collection : Les références.

ISBN : 978-2-37180-679-5 (pdf)

978-2-37180-613-9 (papier)

REMERCIEMENTS

Ce guide, œuvre collective de l'IDRRIM, a été piloté par Véronique Berche (Cerema puis Société du Canal Seine Nord Europe).

Rédacteurs :

- Pierre Azemard (Cerema) pilote du groupe rédactionnel « Roche »,
- Véronique Berche pilote général du groupe de travail,
- Kamel Bessafi (Roger Martin),
- Raphaël Bodet (UNICEM),
- Benoit Bolot (Colas),
- Yasmina Boussafir (Université Gustave Eiffel),
- Nicolas Buchart (Cerema),
- Maurice Bufalo (Spie batignolles valerian),
- Philippe Cavallazzo (Dynapac),
- Marianne Chahine (Cerema),
- Patrice Chardard (Eiffage),
- Emilie Cheriaux (SNCF),
- Richard Cleveland (Cisma),
- Didier Desmoulin (Colas),
- Nicolas Deutscher (Razel-Bec.Fayat),
- Jérémie Domas (CPTL),
- Marie Dubos (SNCF),
- Thierry Dubreucq (Université Gustave Eiffel),

- Samyr El-Bedoui (Cerema puis Eurovia) pilote du groupe rédactionnel « Matériaux alternatifs »,
- Valéry Ferber (Charier),
- Ombeline Forest (SNCF),
- Laurent Froehlich (Eurovia),
- Daniel Gandille (Groupe NGE),
- Laurent Germain (Eurovia),
- Sébastien Hervé (Cerema) pilote du groupe rédactionnel « Méthodologie »,
- Frédéric Hoeffel (AMMANN),
- Delphine Jacqueline (Cerema) pilote du groupe rédactionnel « Compacteur »,
- Marc Jaribi (Cerema),
- Martial Juery (Vicat),
- Michel Khatib (Groupe Ginger),
- Arnaud Lachal (CEMB),
- Thibaut Lambert (Cerema puis Département d'Ille et Vilaine) pilote du groupe rédactionnel « Sols »,
- Emmanuel Lavalée (Bouygues-Construction),
- Gaëlle Le-Bars (EGIS),
- Pascal Leconte (CPTL),
- Jean-Pierre Lejeune (Vinci-Construction-Terrassement),
- Olivier Malassingne (Cerema) pilote du groupe rédactionnel « Matériaux alternatifs »,
- Olivier Martin (Cerema),
- Ludovic Miard (Cerema puis Labo-exasol),
- Thierry Mollier (EGIS),
- Samir Nasri (Cerema puis DIR CE),
- Laetitia Nerot (Groupe Ginger),
- Eric Oppenheim (Groupe Ginger),
- Jerome Poletti (Eurovia),
- Mathieu Préteseille (Cerema) pilote du groupe rédactionnel « Partie supérieure de terrassement/Arase de terrassement »,
- Christophe Priez (Colas) pilote du groupe rédactionnel « Compacteur »,
- Arnaud Rizenhaler (Colas),
- Pierre Rossi (Razel-bec.fayat),
- Jean-Pierre Sanfratello (Colas),
- Lucile Saussaye (Cerema),
- Shahinaz Sayagh (CPTL),
- Emmanuel Truchet (Vinci-Construction-Terrassement),
- Jérôme Varillon (Vinci-Construction-Terrassement),
- Franck Vedrines (BOMAG),
- Olivier Waterblez (Eurovia).

Relecteurs :

Les membres du comité opérationnel gestion de patrimoine d'infrastructures de l'IDRRIM présidé par Pascal Rossigny (Cerema).

CRÉDIT PHOTO

Couverture : Vinci-Construction-Terrassement

Sommaire

Abréviations	8
Annexe 1 - Tableaux de classification des matériaux utilisés pour la construction des remblais et des couches de forme	12
Annexe 2 - Tableaux des conditions d'utilisation des matériaux en remblai	27
Annexe 3 - Tableaux des conditions d'utilisation des matériaux en couche de forme	53
Annexe 4 - Compactage des remblais et des couches de forme	71

Abréviations

ABRÉVIATIONS

AEP: alimentation en eau potable.

AM: classe des matériaux des sous-produits industriels.

AN: classe des matériaux naturels particuliers.

AR: arase terrassement.

ARi: classe i (i de 0 à 4) de portance de l'AR.

CBR: indice Californian Bearing Ratio.

CCC: contrôle continu du compactage.

CCTP: cahier des clauses techniques particulières.

CR: charge par roue.

CVCT: cendres volantes de centrale thermique.

I_{DGa}: coefficient de dégradabilité.

États hydriques:

- **th:** état hydrique très humide ;
- **h:** état hydrique humide ;
- **m:** état hydrique moyen ;
- **s:** état hydrique sec ;
- **ts:** état hydrique très sec.

I_{FR}: coefficient de fragmentabilité.

FS: coefficient de friabilité des sables.

GNT: graves non traitées.

GTS: guide de traitement des sols.

HAP: hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Ic: indice de consistance.

Ip: indice de plasticité.

IPI: indice portant immédiat.

LA: coefficient Los Angeles.

LHR: liant hydraulique routier.

MDE: coefficient micro-Deval en présence d'eau.

MIDND: mâchefer d'incinération de déchets non dangereux

MO: matières organiques.

OPN: optimum proctor normal.

PF: plateforme support de chaussée.

PFi: classe i (i de 1 à 4) de portance de la PF.

Pi: compacteur à pneus de classe i (i de 1 à 3).

PQi: plaque vibrante de classe i (avec i = 3 ou 4).

PST: partie supérieure des terrassements; elle est constituée par le(s) matériau(x) situé(s) à environ 1 m en dessous de la couche de forme (c'est le dernier mètre terrassé en remblai ou en déblai permettant d'obtenir une surface (arase terrassement), surface qui servira de support à la mise en œuvre de la couche de forme (quand une couche de forme est requise)).

PSTi: cas n° i (i de 0 à 7) de PST (définie par la nature et l'état hydrique des matériaux la constituant).

Q/S: rapport du volume compacté sur la surface compactée pendant un temps donné.

RAT: repérage avant travaux (référence aux matériaux contenant de l'amiante).

RTR: guide de recommandations pour les terrassements routiers (précurseur du GTR).

SPi: compacteur statique à pieds dameurs de classe i (avec i = 1 ou 2).

SRC: schémas régionaux des carrières.

V_{BS}: valeur au bleu de méthylène du sol.

Vi: compacteur vibrant de classe i (i de 1 à 5).

VPi: compacteur vibrant à pieds dameurs de classe i (i de 1 à 5).



Annexes

ANNEXES

ANNEXE 1 - TABLEAUX DE CLASSIFICATION DES MATÉRIAUX UTILISÉS POUR LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME

Tableau synoptique de classification des matériaux selon leur nature

SOLS $D_{max} \leq 63 \text{ mm}$	Passant à 63 μm	12	22	40	55	I_p
	100 %	F1	F2	F3	F4	
	35 %	I1		I2		
	15 %	0	1,5	2,5	6	8
		V_{BS}				
	Passant à 63 μm					
	15 %	S4	S3	fraction 0,063/2 mm \geq fraction 2/63 mm		
	5 %	G4	G3	fraction 2/63 mm $>$ fraction 0,063/2 mm		
	0 %	S2	S1	fraction 0,063/2 mm \geq fraction 2/63 mm		
		G2	G1	fraction 2/63 mm $>$ fraction 0,063/2 mm		
		1	6	C_u		
SOLS $D_{max} > 63 \text{ mm}$	VC1	Matériaux roulés et matériaux anguleux très charpentés (fraction 0/63 mm \leq 60 à 80 %)				
	VC2	Matériaux roulés et matériaux anguleux peu charpentés (fraction 0/63 mm $>$ 60 à 80 %)				
MATÉRIAUX ROCHEUX	Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	CH		
			Calcaires	Li		
		Roches argileuses	Marnes, argilites, pélites...		Cl	
		Roches siliceuses	Grès		Sa	
			Brèches, poudingues, conglomérats		Co	
	Roches salines	Sel gemme, gypse		SR		
	Roches magmatiques	Granites, basaltes, trachytes, andésites		Vo		
Roches métamorphiques	Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers		Me			

SOLS ORGANIQUES	O1	Sols à faible teneur en matières organiques
	O2	Sols à teneur en matières organiques modérée
	O3	Tourbe

MATÉRIAUX NATURELS PARTICULIERS	AN-H1¹	Produit de dragage cohésif
	AN-H2¹	Produit de dragage non cohésif
	AN-G2	Schistes houillers non calcinés (noirs)
	AN-G3	Schistes houillers fragmentables ou riches en pyrite ou avec un taux de charbon élevé

MATÉRIAUX ALTERNATIFS

Mélange de matériaux de déconstruction	Fraisat d'enrobé	AR-A5	AR-A1
	Béton concassé		AR-A2
	Produit de déconstruction concassé (hors béton)		AR-A3
	Matériaux traités et non traités		AR-A4
Ballast recyclé		AR-A6	
Mâchefer d'incinération de déchets non dangereux - MIDND		AM-B1	
Cendres volantes (CVCT) silico-alumineuses de charbon		AM-C1a	
Laitiers	Laitier granulé/vitrifié de haut-fourneau	AM-D1	
	Laitier cristallisé de haut-fourneau	AM-D2	
	Laitier de convertisseur à oxygène	AM-D3	
	Laitier d'aciérie électrique en filière carbone	AM-D4	
	Laitier d'aciérie électrique en filière inox et allié	AM-D5	
	Laitier de métallurgie secondaire	AM-D6	
Sous-produits de fonderie	Sable de fonderie	AM-F1	
	Laitier de fonderie en four cupola ¹	AM-F2	
Schistes houillers	Schistes houillers calcinés (rouge)	AM-G1	

1. La valorisation de ces matériaux nécessite des études spécifiques.

Classement selon la nature					Classement selon l'état hydrique	
Paramètres de nature 1 ^{er} niveau de classification	Classe	Paramètres de nature 2 ^e niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe
$D_{max} \leq 63 \text{ mm}$ et tamisé à $63 \mu\text{m} > 35 \%$	F Sols fins	$V_{BS} \leq 2,5$ ou $I_p \leq 12$	F1 Limos peu plastiques, loess, silt alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques...	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 V_{BS} , compte tenu de l'imprécision attachée à la mesure de I_p .	$IPI \leq 3$ OU $w_n \geq 1,25 w_{OPN}$	F1th
			$3 < IPI \leq 8$ OU $1,25 w_{OPN} > w_n \geq 1,1 w_{OPN}$	F1h		
			$8 < IPI \leq 25$ OU $1,1 w_{OPN} > w_n \geq 0,9 w_{OPN}$	F1m		
			$0,9 w_{OPN} > w_n \geq 0,7 w_{OPN}$	F1s		
		$0,7 w_{OPN} > w_n$	F1ts			
		$12 < I_p \leq 22$ ou $2,5 < V_{BS} \leq 6$	F2 Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, arènes...	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 I_p atteint des valeurs ≥ 12 , il constitue le critère d'identification le mieux adapté.	$IPI \leq 2$ ou $Ic \leq 0,95$ OU $w_n \geq 1,3 w_{OPN}$	F2th
			$2 < IPI \leq 6$ ou $0,95 < Ic \leq 1,05$ OU $1,3 w_{OPN} > w_n \geq 1,1 w_{OPN}$	F2h		
			$6 < IPI \leq 15$ ou $1,05 < Ic \leq 1,15$ OU $1,1 w_{OPN} > w_n \geq 0,9 w_{OPN}$	F2m		
			$1,15 < Ic \leq 1,3$ OU $0,9 w_{OPN} > w_n \geq 0,7 w_{OPN}$	F2s		
			$1,3 < Ic$ OU $0,7 w_{OPN} > w_n$	F2ts		
			$IPI \leq 2$ ou $Ic \leq 0,85$ OU $w_n \geq 1,4 w_{OPN}$	F3th		
		$22 < I_p \leq 40$ ou $6 < V_{BS} < 8$	F3 Argiles et argiles marneuses, limons très plastiques...	Ces sols sont très cohérents à teneur en eau moyenne et faible, et collants ou glissants à l'état humide, d'où la 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.	$2 < IPI \leq 4$ ou $0,85 < Ic \leq 1$ OU $1,4 w_{OPN} > w_n \geq 1,2 w_{OPN}$	F3h
			$4 < IPI \leq 10$ ou $1 < Ic \leq 1,1$ OU $1,2 w_{OPN} > w_n \geq 0,9 w_{OPN}$	F3m		
			$1,1 < Ic \leq 1,25$ OU $0,9 w_{OPN} > w_n \geq 0,7 w_{OPN}$	F3s		
			$1,25 < Ic$ OU $0,7 w_{OPN} > w_n$	F3ts		
		$40 < I_p \leq 55$ ou $V_{BS} > 8$	F4 Argiles et argiles marneuses, très plastiques...	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 de faible hauteur est envisageable avec un traitement adapté. Leur emploi en remblai et couche de forme nécessite dans tous les cas des études spécifiques démontrant la possibilité de leur mise en œuvre pour des remblais de faible hauteur.	$IPI \leq 1$ ou $Ic \leq 0,8$ OU $w_n \geq 1,4 w_{OPN}$	F4th
$1 < IPI \leq 3$ ou $0,8 < Ic \leq 1$ OU $1,4 w_{OPN} > w_n \geq 1,2 w_{OPN}$	F4h					
$3 < IPI \leq 10$ ou $1 < Ic \leq 1,1$ OU $1,2 w_{OPN} > w_n \geq 0,9 w_{OPN}$	F4m					
$1,1 < Ic \leq 1,2$ OU $0,9 w_{OPN} > w_n \geq 0,7 w_{OPN}$	F4s					
$1,2 < Ic$ OU $0,7 w_{OPN} > w_n$	F4ts					
$I_p > 55$		L'utilisation des argiles très plastiques en l'état n'est pas envisageable hors étude spécifique et restera limitée à des remblais de faible hauteur .	Valeurs seuils des paramètres d'état, à définir à l'appui d'une étude spécifique.	F4+		

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

Classement selon la nature					Classement selon l'état hydrique	
Paramètres de nature 1 ^{er} niveau de classification	Classe	Paramètres de nature 2 ^e niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe
$D_{max} \leq 63 \text{ mm}$ et tamisé à 63 μm compris entre 15 et 35 %	I Sols intermédiaires	$V_{BS} \leq 1,5$ ou $I_P \leq 12$	I1 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 F. Pour la même raison qu'indiqué à propos des sols F, il y a lieu de préférer le critère V_{BS} au critère I_P , pour l'identification des sols I1.	$IPI \leq 5$ OU $w_n \geq 1,25 w_{OPN}$	I1th
					$5 < IPI \leq 12$ OU $1,25 w_{OPN} > w_n \geq 1,1 w_{OPN}$	I1h
					$12 < IPI \leq 30$ OU $1,1 w_{OPN} > w_n \geq 0,9 w_{OPN}$	I1m
					$0,9 w_{OPN} > w_n \geq 0,6 w_{OPN}$	I1s
					$0,6 w_{OPN} > w_n$	I1ts
		$V_{BS} > 1,5$ ou $I_P > 12$	I2 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 la même plasticité avec toutefois une plus grande sensibilité à l'eau due à la présence de la fraction sableuse en plus grande quantité.	$IPI \leq 4$ OU $Ic \leq 0,85$ OU $w_n \geq 1,3 w_{OPN}$	I2th
					$4 < IPI \leq 10$ OU $0,85 < Ic \leq 1$ OU $1,3 w_{OPN} > w_n \geq 1,1 w_{OPN}$	I2h
					$10 < IPI \leq 25$ OU $1 < Ic \leq 1,15$ OU $1,1 w_{OPN} > w_n \geq 0,9 w_{OPN}$	I2m
					$1,15 < Ic \leq 1,25$ OU $0,9 w_{OPN} > w_n \geq 0,7 w_{OPN}$	I2s
					$1,25 < Ic$ OU $0,7 w_{OPN} > w_n$	I2ts

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

Classement selon la nature					Classement selon le comportement		Classement selon l'état hydrique																																
Paramètres de nature 1 ^{er} niveau de classification	Classe	Paramètres de nature 2 ^e niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux	Valeurs seuils retenues	Sous classes																																	
$D_{max} \leq 63$ mm et tamisé à 63 μm \leq 15 % et Fraction 63 μm/2 mm > fraction 2/63 mm	S Sols sableux	Tamisé à 63 μ m \leq 5 % et Cu \geq 6	S1 Sables propres, sables silteux ... Granulométrie étalée	Ces sols sont peu courants. Ce sont des sables propres ayant une granulométrie étalée (Cu \geq 6). Ces sols sont sans cohésion et perméables, généralement insensibles à l'eau mais, dans certains cas, cette insensibilité devra être confirmée (V_{BS} , CBRI, étude complémentaire, planche d'essais...).	FS \leq 60	S11	Pour toutes les classes de sables, les classes d'états hydriques sont définies dans le tableau suivant : <table border="1"> <thead> <tr> <th>Paramètres de nature</th> <th>Paramètres et valeurs de seuils retenues</th> <th>Sous-classe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tamisé à 63 μm \leq 5 % et $V_{BS} < 0,2$ ou tamisé à 63 μm compris entre 5 et 10 % et $V_{BS} < 0,1$ ou $V_{BS} < 0,1$ et passant à 63 μm < 12 % et CBRI > 20</td> <td>Ces sables sont propres. Ils sont insensibles à l'eau</td> <td>ins</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Tamisé à 2 mm > 70 %</td> <td>IP \leq 4 ou $w_n \geq 1,25 w_{OPN}$</td> <td>th</td> </tr> <tr> <td>4 < IP \leq 8 ou $1,25 w_{OPN} > w_n \geq 1,1 w_{OPN}$</td> <td>h</td> </tr> <tr> <td>1,1 $w_{OPN} > w_n \geq 0,9 w_{OPN}$</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>0,9 $w_{OPN} > w_n \geq 0,5 w_{OPN}$</td> <td>s</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Tamisé à 2 mm \leq 70 %</td> <td>IP \leq 6 ou $w_n \geq 1,25 w_{OPN}$</td> <td>th</td> </tr> <tr> <td>6 < IP \leq 12 ou $1,25 w_{OPN} > w_n \geq 1,1 w_{OPN}$</td> <td>h</td> </tr> <tr> <td>1,1 $w_{OPN} > w_n \geq 0,9 w_{OPN}$</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>0,9 $w_{OPN} > w_n \geq 0,6 w_{OPN}$</td> <td>s</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0,6 $w_{OPN} > w_n$</td> <td>ts</td> </tr> </tbody> </table>			Paramètres de nature	Paramètres et valeurs de seuils retenues	Sous-classe	tamisé à 63 μ m \leq 5 % et $V_{BS} < 0,2$ ou tamisé à 63 μ m compris entre 5 et 10 % et $V_{BS} < 0,1$ ou $V_{BS} < 0,1$ et passant à 63 μ m < 12 % et CBRI > 20	Ces sables sont propres. Ils sont insensibles à l'eau	ins	Tamisé à 2 mm > 70 %	IP \leq 4 ou $w_n \geq 1,25 w_{OPN}$	th	4 < IP \leq 8 ou $1,25 w_{OPN} > w_n \geq 1,1 w_{OPN}$	h	1,1 $w_{OPN} > w_n \geq 0,9 w_{OPN}$	m	0,9 $w_{OPN} > w_n \geq 0,5 w_{OPN}$	s	Tamisé à 2 mm \leq 70 %	IP \leq 6 ou $w_n \geq 1,25 w_{OPN}$	th	6 < IP \leq 12 ou $1,25 w_{OPN} > w_n \geq 1,1 w_{OPN}$	h	1,1 $w_{OPN} > w_n \geq 0,9 w_{OPN}$	m	0,9 $w_{OPN} > w_n \geq 0,6 w_{OPN}$	s			0,6 $w_{OPN} > w_n$	ts	FS > 60	S12
				Paramètres de nature	Paramètres et valeurs de seuils retenues	Sous-classe																																	
		tamisé à 63 μ m \leq 5 % et $V_{BS} < 0,2$ ou tamisé à 63 μ m compris entre 5 et 10 % et $V_{BS} < 0,1$ ou $V_{BS} < 0,1$ et passant à 63 μ m < 12 % et CBRI > 20	Ces sables sont propres. Ils sont insensibles à l'eau	ins																																			
		Tamisé à 2 mm > 70 %	IP \leq 4 ou $w_n \geq 1,25 w_{OPN}$	th																																			
			4 < IP \leq 8 ou $1,25 w_{OPN} > w_n \geq 1,1 w_{OPN}$	h																																			
			1,1 $w_{OPN} > w_n \geq 0,9 w_{OPN}$	m																																			
			0,9 $w_{OPN} > w_n \geq 0,5 w_{OPN}$	s																																			
		Tamisé à 2 mm \leq 70 %	IP \leq 6 ou $w_n \geq 1,25 w_{OPN}$	th																																			
			6 < IP \leq 12 ou $1,25 w_{OPN} > w_n \geq 1,1 w_{OPN}$	h																																			
			1,1 $w_{OPN} > w_n \geq 0,9 w_{OPN}$	m																																			
			0,9 $w_{OPN} > w_n \geq 0,6 w_{OPN}$	s																																			
				0,6 $w_{OPN} > w_n$	ts																																		
Tamisé à 63 μ m \leq 5 % et Cu < 6	S2 Sables propres, sables silteux... Granulométrie mal graduée	Ce sont des sables propres qui sont sans cohésion et perméables, généralement insensibles à l'eau mais, dans certains cas, cette insensibilité devra être confirmée (V_{BS} , CBRI, étude complémentaire, planche d'essais...). Leur granulométrie, mal graduée et de petit calibre, les rend très érodables et d'une « traficabilité » difficile. Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (FS).	FS \leq 60	S21																																			
		FS > 60	S22																																				
Tamisé à 63 μ m compris entre 5 et 15 % et Cu \geq 6	S3 Sables limoneux, sables argileux (peu argileux)... Granulométrie étalée	La plasticité et/ou la quantité de leurs fines rendent ces sols généralement 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). Quand ils sont sensibles à l'eau, lorsque leur état hydrique est « h » ou « th », il est difficile de les améliorer par essorage. Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (FS).	FS \leq 60	S31																																			
		FS > 60	S32																																				
Tamisé à 63 μ m compris entre 5 et 15 % et Cu < 6	S4 Sables limoneux, sables argileux (peu argileux)... Granulométrie mal graduée	La plasticité et/ou la quantité de leurs fines rendent ces sols généralement sensibles à l'eau. De plus, leur granulométrie uniforme et de petit calibre les rend très érodables et d'une « traficabilité » difficile. Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (FS).	FS \leq 60	S41																																			
		FS > 60	S42																																				

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

Classement selon la nature					Classement selon le comportement		Classement selon l'état hydrique					
Paramètres de nature 1 ^{er} niveau de classification	Classe	Paramètres de nature 2 ^e niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux	Valeurs seuils retenues	Sous classes						
D_{max} ≤ 63 mm et tamisé à 63 µm ≤ 15 % et Fraction 63 µm/2 mm < fraction 2/63 mm	G Sols graveleux	Tamisé à 63 µm ≤ 5 % et Cu ≥ 6	G1 Graves contenant peu de fines, à granulométrie étalée, graves roulées à anguleuses (matériaux rocheux ou alluvionnaires éventuellement élaborés)	Ces graves sont généralement insensibles à l'eau. La V _{BS} peut permettre de confirmer l'insensibilité à l'eau. En l'absence d'essais complémentaires, il faut les considérer comme sensibles à l'eau. Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (Los Angeles, « LA », et micro-Deval en présence d'eau, « MDE »).	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	G11	Pour toutes les classes de graves, les classes d'états hydriques sont définies dans le tableau suivant :					
			G2 Graves homométriques contenant peu de fines (galets, matériaux rocheux naturels ou élaborés)	Ces sols sont sans cohésion et perméables. Ils sont généralement insensibles à l'eau. Leur granulométrie est homométrique. Ces sols ont une mauvaise traficabilité, surtout s'ils sont roulés. Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (LA et MDE).	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	G21						
		Tamisé à 63 µm ≤ 5 % et Cu < 6	G3 Graves silteuses ou argileuses (peu argileuses) d'origine alluvionnaire, rocheuse... Granulométrie étalée	Leur sensibilité à l'eau dépend de la plasticité de leurs fines. Ils sont plus graveleux que les sols S 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). Après compactage ils sont d'autant moins érodables et d'autant plus aptes à supporter le trafic qu'ils sont bien gradués. 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 non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (LA et MDE).	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	G31	tamisé à 63 µm ≤ 5 % et V _{BS} < 0,2 ou tamisé à 63 µm compris entre 5 et 10 % et V _{BS} < 0,1 ou tamisé à 63 µm compris entre 5 et 10 % et 0,1 ≤ V _{BS} < 0,2 et CBRi > 20 ou tamisé à 63 µm entre 10 et 12 % et V _{BS} < 0,1 et CBRi > 20	Ces graves sont propres. Elles sont insensibles à l'eau	ins			
					LA > 45 ou MDE > 45	G22						
		Tamisé à 63 µm compris entre 5 et 15 % et Cu ≥ 6	G4 Graves silteuses ou argileuses (peu argileuses) mal graduées d'origine alluvionnaire, rocheuse...	Ces sols sont peu courants. Ces sols sont proches des sols G2 mais leur teneur en fines les rend impropres à l'utilisation dans les ouvrages de drainage. Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (LA et MDE).	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	G41						
					LA > 45 ou MDE > 45	G42						
		Tamisé à 63 µm compris entre 5 et 15 % et Cu < 6	G3 Graves silteuses ou argileuses (peu argileuses) d'origine alluvionnaire, rocheuse... Granulométrie étalée	Leur sensibilité à l'eau dépend de la plasticité de leurs fines. Ils sont plus graveleux que les sols S 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). Après compactage ils sont d'autant moins érodables et d'autant plus aptes à supporter le trafic qu'ils sont bien gradués. 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 non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (LA et MDE).	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	G32				Autres cas (V _{BS} > 0,2 ou tamisé à 63 µm > 10 ...)	Ces graves sont propres. Elles sont insensibles à l'eau	ins
					LA > 45 ou MDE > 45	G32						
		Tamisé à 63 µm compris entre 5 et 15 % et Cu < 6	G4 Graves silteuses ou argileuses (peu argileuses) mal graduées d'origine alluvionnaire, rocheuse...	Ces sols sont peu courants. Ces sols sont proches des sols G2 mais leur teneur en fines les rend impropres à l'utilisation dans les ouvrages de drainage. Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (LA et MDE).	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	G41	IPI ≤ 7 ou w _n ≥ 1,25 w _{OPN}	th				
					LA > 45 ou MDE > 45	G42	7 < IPI ≤ 15 ou 1,25 w _{OPN} > w _n ≥ 1,1 w _{OPN}	h				
					LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	G41	12 < IPI ≤ 30 ou 1,1 w _{OPN} > w _n ≥ 0,9 w _{OPN}	m				
		Tamisé à 63 µm compris entre 5 et 15 % et Cu < 6	G4 Graves silteuses ou argileuses (peu argileuses) mal graduées d'origine alluvionnaire, rocheuse...	Ces sols sont peu courants. Ces sols sont proches des sols G2 mais leur teneur en fines les rend impropres à l'utilisation dans les ouvrages de drainage. Leur emploi en couche de forme non traitée nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (LA et MDE).	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	G41	0,9 w _{OPN} > w _n ≥ 0,6 w _{OPN}	s				
LA > 45 ou MDE > 45	G42				0,6 w _{OPN} > w _n	ts						

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

Classement selon la nature					Classement selon l'état hydrique et le comportement		
Paramètres de nature 1 ^{er} niveau de classification	Classe	Paramètres de nature 2 ^e niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux			
$D_{max} > 63$ mm	VC Sols comportant de gros éléments	Matériaux anguleux avec une fraction 0/63 mm supérieure à 60 à 80 % et matériaux roulés . La fraction 0/63 mm est un sol de la classe F.	VC2Fi 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 0/63 mm. L'évaluation de la proportion de la fraction 0/63 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 VC2(Fi), VC2(li), VC2(Si) ou VC2(Gi), Fi, li, Si ou Gi étant respectivement la classe de la fraction 0/63 mm du matériau considéré. On peut encore très utilement compléter cette identification en indiquant la valeur du D_{max} présent dans le sol. Ainsi, un sol classé VC2(F3) correspond à un sol roulé ou anguleux ayant plus de 60 à 80 % d'éléments < 63 mm, dont les plus gros éléments ont une dimension de 400 mm et dont la fraction 0/63 mm est de type F3.	Le sous-classement, en fonction de l'état hydrique des sols de cette classe, s'établit en considérant celui de leur fraction 0/63 mm qui peut être un sol de la classe F, I, S ou G. Les différentes sous-classes composant la classe VC sont :		
		Matériaux anguleux avec une fraction 0/63 mm supérieure à 60 à 80 % et matériaux roulés . La fraction 0/63 mm est un sol de la classe I, S ou G.	VC2li VC2Si VC2Gi Éboulis, moraines, alluvions grossières...	VC2F1 VC2F2 VC2F3 VC2F4 VC2I1 VC2I2		État th, h, m, s ou ts	
		Matériaux anguleux avec une fraction 0/63 mm ≤ 60 à 80 %. La fraction 0/63 mm est un sol de la classe F.	VC1Fi Argiles à silex dominant, argiles à meulière dominante, éboulis, biefs à silex...	Le comportement des sols de cette classe dépend aussi de la fraction 63/D présente et ne peut plus être assimilé à celui de la seule fraction 0/63 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 VC2, de préciser l'identification des sols de cette classe à l'aide d'un double symbole de type VC1(Fi), VC1(li), VC1(Si) ou VC1(Gi), Fi, li, Si ou Gi étant respectivement la classe de la fraction 0/63 mm du matériau considéré.			VC1S11 VC1S12 VC1S21 VC1S22 VC1G11 VC1G12 VC1G21 VC1G22 VC1S31 VC1S32 VC1S41 VC1S42 VC1G31 VC1G32 VC1G41 VC1G42
		Matériaux anguleux avec une fraction 0/63 mm ≤ 60 à 80 %. La fraction 0/63 mm est un sol de la classe I, S ou G.	VC1li VC1Si VC1Gi 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 VC2). Des essais en semi ou vraie grandeur seront souvent nécessaires pour caler l'interprétation des mesures réalisées sur la fraction 0/63 mm.			

Classement selon la nature			Classement selon l'état hydrique et le comportement				
Nature pétrographique de la roche		Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe			
Roches sédimentaires	Roches carbonatées	<p>CH Craie</p> <p>La craie est un empilement de particules de calcite dont les dimensions sont de l'ordre de 1 à 10 μm. 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. À l'inverse, lorsque la teneur en eau est faible, la craie devient un matériau rigide, très portant mais difficile à compacter. Enfin, certaines craies denses à très denses peuvent continuer à se fragmenter après mise en œuvre, sous l'effet des contraintes mécaniques et du gel, principalement.</p>	$\rho_d > 1,95$	Craie très dense	CH1		
			$1,7 < \rho_d \leq 1,95$	Craie dense	CH2		
			$1,55 < \rho_d \leq 1,7$ et $w_n \geq 27$	Craie de densité moyenne	CH3 h		
			$1,55 < \rho_d \leq 1,7$ et $22 \leq w_n < 27$		CH3 m		
			$1,55 < \rho_d \leq 1,7$ et $18 \leq w_n < 22$		CH3 s		
			$1,55 < \rho_d \leq 1,7$ et $w_n < 18$	Craie peu dense	CH3 ts		
			$\rho_d \leq 1,55$ et $w_n \geq 31$		CH4 th		
			$\rho_d \leq 1,55$ et $26 \leq w_n < 31$		CH4 h		
			$\rho_d \leq 1,55$ et $21 \leq w_n < 26$		CH4 m		
			$\rho_d \leq 1,55$ et $16 \leq w_n < 21$		CH4 s		
			$\rho_d \leq 1,55$ et $w_n < 16$		CH4 ts		
			<p>Li</p> <p>Calcaires rocheux divers</p> <p>Exemples :</p> <ul style="list-style-type: none"> • calcaires grossiers; • travertins; • tufs et encroûtements, etc. 	<p>Cette classe regroupe l'ensemble des matériaux calcaires rocheux. Les matériaux R3 Li de L_{max} inférieure à 250 mm doivent être classés avec les sols (cf. fascicule 1, § 2.3.3). 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>	$\text{MDE} \leq 45$	Calcaire dur	R3 Li
					$\text{MDE} > 45$ et $\rho_d > 1,8$	Calcaire de dureté moyenne	R4 Li
					$\rho_d \leq 1,8$	Calcaire fragmentable	R5 Li

Classement selon la nature			Classement selon l'état hydrique et le comportement		
Nature pétrographique de la roche		Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe	
Roches sédimentaires	Roches argileuses	<p>Cl Marnes, schistes sédimentaires, argilites, pelites</p> <p>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 %), 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 ou 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.</p> <p>Pour les plus fragmentables d'entre eux (classe R5 Cl), il convient de caractériser l'état de leur fraction 0/63 mm.</p> <p>Les roches d'une autre nature mais dégradables (R3 Xxd et R4 Xxd selon NF EN 16907-2) sont à rattacher à cette famille.</p>	$I_{FR} \leq 7$ et $I_{DGa} \leq 5$ et $MDE \leq 45$	Roche argileuse dure	R3 Cl
			$I_{FR} \leq 7$ et $I_{DGa} > 20$ et $MDE > 45$	Roche argileuse: peu fragmentable, très dégradable	R4 Cl d1
			$I_{FR} \leq 7$ et $5 < I_{DGa} \leq 20$ et $MDE > 45$	Roche argileuse: peu fragmentable, moyennement dégradable	R4 Cl d2
			$I_{FR} \leq 7$ et $I_{DGa} \leq 5$ et $MDE > 45$	Roche argileuse: peu fragmentable, peu dégradable	R4 Cl
			$I_{FR} > 7$ et $w_n \geq 1,3 w_{OPN}$ OU $IPI < 2$	Roche argileuse fragmentable	R5 Cl th
			$I_{FR} > 7$ et $1,1 w_{OPN} \leq w_n < 1,3 w_{OPN}$ OU $2 \leq IPI < 5$		R5 Cl h
			$I_{FR} > 7$ et $0,9 w_{OPN} \leq w_n < 1,1 w_{OPN}$		R5 Cl m
			$I_{FR} > 7$ et $0,7 w_{OPN} \leq w_n < 0,9 w_{OPN}$		R5 Cl s
	$I_{FR} > 7$ et $w_n < 0,7 w_{OPN}$	R5 Cl ts			
	Roches siliceuses	<p>Sa, Co Grès poudingues brèches</p> <p>Les matériaux de cette classe sont 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 R5 Cl.</p> <p>Les matériaux R3 Sa et R3 Co de L_{max} inférieure à 250 mm doivent être classés avec les sols (cf. fascicule 1, § 2.3.3).</p> <p>Les conditions d'utilisation des roches siliceuses dégradables sont à rattacher aux classes R3 Xxd et R4 Xxd.</p>	$LA \leq 45$ et $MDE \leq 45$	Roches siliceuses dures	R3 Sa R3 Co
			$LA > 45$ ou $MDE > 45$ et $I_{FR} \leq 7$ et $I_{DGa} \leq 5$	Roches siliceuses de dureté moyenne	R4 Sa R4 Co
			$LA > 45$ ou $MDE > 45$ et $I_{FR} \leq 7$ et $I_{DGa} > 5$	Roches siliceuses de dureté moyenne et dégradable	R4 Sa d R4 Co d
			$I_{FR} > 7$	Roches siliceuses fragmentables	R5 Sa R5 Co

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

Classement selon la nature			Classement selon l'état hydrique et le comportement		
Nature pétrographique de la roche		Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe	
Roches magmatiques	Vo Granite, basalte, trachyte, andésite...	Les matériaux de 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 R1 Vo, R2 Vo et R3 Vo et la majorité de ceux de la classe R4 Vo ne s'altèrent pas au sein des ouvrages sous l'effet des contraintes mécaniques et de l'eau; en revanche, ceux de la classe R5 Vo ont un comportement voisin des classes R5 Cl, R5 Sa ou R5 Co. Les matériaux R1 Vo, R2 Vo et R3 Vo de L_{max} inférieure à 250 mm doivent être classés avec les sols (cf. fascicule 1, § 2.3.3).	$LA \leq 25$ et $MDE \leq 10$	Roches magmatiques extrêmement dures	R1 Vo
			$LA \leq 35$ et $MDE \leq 25$	Roches magmatiques très dures	R2 Vo
			$LA \leq 45$ et $MDE \leq 45$	Roches magmatiques dures	R3 Vo
			$LA > 45$ ou $MDE > 45$ et $I_{FR} \leq 7$	Roches magmatiques de dureté moyenne	R4 Vo
			$I_{FR} > 7$	Roches magmatiques fragmentables ou altérées	R5 Vo
Roches métamorphiques	Me Gneiss, amphibolites, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers, quartzites, marbres...	Les matériaux de cette classe peuvent avoir des caractéristiques mécaniques très différentes qui sont surtout liées au débit en plaques et à la présence de minéraux en feuillets (micas). Dans tous les cas, une attention particulière doit alors être portée sur la représentativité des fractions granulaires soumises aux essais LA et MDE. Les matériaux R1 Me, R2 Me et R3 Me de L_{max} inférieure à 250 mm doivent être classés avec les sols (cf. fascicule 1, § 2.3.3). a) Les matériaux à débit en blocs (le plus souvent pauvres en micas) ont un comportement proche des roches volcaniques de classe Vo et pourront être classés comme tels. b) Lorsqu'ils présentent un débit en plaque caractéristique (assez souvent liée à une forte teneur en micas), ces matériaux ont un comportement atypique à la mise en œuvre. Les micas induisent une glissance élevée sous la pluie et une sensibilité à l'eau mal traduite par la V_{85} (frange altérée et brut d'abattage).	$LA \leq 25$ et $MDE \leq 10$	Roches métamorphiques extrêmement dures	R1 Me
			$LA \leq 35$ et $MDE \leq 25$	Roches métamorphiques très dures	R2 Me
			$LA \leq 45$ et $MDE \leq 45$	Roches métamorphiques dures	R3 Me
			$LA > 45$ ou $MDE > 45$ et $I_{FR} \leq 7$	Roches métamorphiques de dureté moyenne	R4 Me
			$I_{FR} > 7$	Roches métamorphiques fragmentables ou altérées	R5 Me

Classement selon la nature		Classement selon l'état hydrique et le comportement			
Nature pétrographique de la roche		Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe	
Roches salines	SR Gypse, sel gemme, anhydrite	Du point de vue mécanique, les matériaux de cette classe s'apparentent à ceux des classes Li et Cl, mais ils sont en outre 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 : <ul style="list-style-type: none"> • la solubilité du sel soluble est grande; • sa proportion dans l'ensemble du matériau est élevée; • la fragmentabilité à la mise en œuvre est faible (grande perméabilité de l'ouvrage). Leur utilisation en remblai nécessite la réalisation d'études spécifiques.	teneur en gypse $\leq 2\%$	Roches salines très peu solubles	SR1
			teneur en gypse $\leq 20\%$	Roches salines peu solubles	SR2
			teneur en sel gemme $\leq 1\%$		SR4
			teneur en gypse $> 20\%$	Roches salines très solubles	SR3
			teneur en sel gemme $> 1\%$		SR5

Classement selon la nature		Classement selon l'état hydrique et le comportement			
Famille de Matériaux		Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe	
Matériaux naturels particuliers	AN-G Schistes houillers	Ces matériaux proviennent de l'extraction du charbon. Ce sont des matériaux d'origine naturelle ayant subi des transformations mécaniques (tris, concassage...). 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 autocombustion provoquée par la pyrolyse du charbon résiduel, sous l'action combinée de la pression des terres, d'une grande masse ($>105\text{ m}^3$), de la présence d'oxygène et de charbon en quantité suffisante, et d'un événement extérieur (foudre en général) provoquant l'inflammation. Le paramètre déterminant pour ces matériaux est le fait qu'ils aient subi, ou non, une combustion une fois mis en terrils.	Ces schistes sont reconnaissables à leur couleur noire. <ul style="list-style-type: none"> • $LA \leq 45$ et $I_{FR} \leq 7$ • et taux d'imbrûlés à 975 °C moins le taux d'imbrûlés à 500 °C $< 20\%$ selon la norme NF EN 1744-1 art 17. 	Schistes houillers incomplètement ou non brûlés	AN-G2
			<ul style="list-style-type: none"> • $LA > 45$ ou $I_{FR} > 7$ • ou taux d'imbrûlés à 975 °C moins le taux d'imbrûlés à 500 °C $\geq 20\%$ selon la norme NF EN 1744-1 art 17. 	Schistes houillers fragmentables ou riches en pyrite ou avec un taux de charbon élevé	AN-G3

Classement selon la nature		Classement selon l'état hydrique et le comportement		
Famille de Matériaux	Caractères principaux	Paramètres retenus	Valeurs seuils	Sous-classe
<p>O</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 dépendent de leur teneur en matières organiques.</p>	<p>Le paramètre caractéristique de ces matériaux est leur teneur en matières organiques (C_{OM}).</p> <p>Ces teneurs en matières organiques sont basées sur les valeurs obtenues par la méthode d'analyse par perte au feu (NF EN 17685-1). D'autres méthodes d'essai, telles qu'un titrage ou une oxydation par permanganate de potassium (KMnO₄) donnent des valeurs différentes (voir fascicule 1, § 4.2.1).</p> <p>Ensuite, il y a lieu de prendre en compte leur comportement géotechnique au travers des paramètres retenus pour classer les sols en F, I, S ou G.</p>	> 2 à 6 %	O1 Sol à faible teneur en matières organiques
		> 6 à 20 %	O2 Sol à teneur en matières organiques modérée	
		> 20 %	O3 Tourbe	
<p>AR-A5</p> <p>Mélange de matériaux de démolition et de déconstruction</p>	<p>Ces matériaux sont issus de la déconstruction ou de la démolition d'ouvrages existants. Ils 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.</p> <p>Leur identification doit résulter à la fois de l'observation visuelle des stocks (avec exécution de tranchée de reconnaissance, si nécessaire – s'ils ne viennent pas d'une plateforme de recyclage) et d'une enquête sur les origines de la constitution de ces stocks. Leur emploi nécessite d'évaluer le risque d'évolution par dégradation de matières putrescibles (notamment le bois) ou par gonflement ettringitique du fait de la présence de sulfates dans certains indésirables (notamment le plâtre).</p> <p>Cette classe regroupe les classes AR-A1 à AR-A4.</p>	<p>Sulfates solubles dans l'eau NF EN 1744-1 art. 10.2.</p>	< 0,7 %	<p>AR-A51</p> <p>Graves de recyclage : Matériaux de démolition, sans plâtre, épurés des éléments putrescibles, concassés, criblés, déferpillés, homogénéisés</p>
		<p>Flottants</p> <ul style="list-style-type: none"> selon NF EN 933-11 pour D_{max} ≤ 80 mm ; appréciation visuelle pour D_{max} > 80 mm. 	<p>FL5</p> <p>< 5 % (volume)</p>	
		<p>Indésirables</p> <ul style="list-style-type: none"> selon NF EN 933-11 pour D_{max} ≤ 80 mm ; appréciation visuelle pour D_{max} > 80 mm. 	<p>X1</p> <p>< 1 % (masse)</p>	
		<p>Nature</p> <ul style="list-style-type: none"> selon NF EN 933-11 pour D_{max} ≤ 80 mm ; appréciation visuelle pour D_{max} > 80 mm. 	Rcug 70	
		<p>Sulfates solubles dans l'eau NF EN 1744-1 art. 10.2.</p>	< 1,3 %	<p>AR-A52</p> <p>Matériaux de démolition en mélange, non concassés, contenant une faible proportion d'indésirables</p>
		<p>Flottants</p> <ul style="list-style-type: none"> selon NF EN 933-11 pour D_{max} ≤ 80 mm ; appréciation visuelle pour D_{max} > 80 mm. 	<p>FL5</p> <p>< 5 % (volume)</p>	
		<p>Indésirables</p> <p>Appréciation visuelle.</p>	<p>> 5 % (volume) d'indésirables (plâtres, bois, plastiques)</p>	<p>AR-A53</p> <p>Matériaux de démolition en mélange, non concassés, contenant une forte proportion d'indésirables</p>

Famille de Matériaux	Caractères principaux	Classement selon l'état hydrique et le comportement		
		Paramètres retenus	Valeurs seuils	Sous-classe
AR-A6 Ballast recyclé	<p>Le ballast recyclé provient de chantiers de dépose, de renouvellement ou de maintenance des voies ferrées. Il correspond à un granulat 31,5/50 mm de pierres concassées extraites de roches massives à l'exclusion de tout matériau calcaire ou alluvionnaire. Jusqu'à 15 % de matériaux calcaire, alluvionnaire voire laitier de haut fourneau.</p> <p>Le vieillissement des voies (fines d'attrition, gravillons, remontées boueuses...) participe à l'augmentation de la teneur en fines (< 63 µm). Lorsque cette teneur en fines est élevée (fin de vie du ballast) on observe alors du ballast colmaté.</p> <p>Le vieillissement du ballast en voie n'a pas d'impact sur ses performances intrinsèques (dureté).</p> <p>Une réutilisation peut nécessiter une élaboration en fonction de l'usage prévu.</p> <p>À noter que la réutilisation en tant que ballast ferroviaire doit se conformer aux référentiels ferroviaires spécifiques et n'est pas traitée dans le présent document.</p>	Se rapporter à la classe de sols correspondante pour obtenir les conditions de réutilisation.		
AM-B1 Mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	<p>Il s'agit de mâchefers :</p> <ul style="list-style-type: none"> • bien incinérés; • criblés, • déferrailés; • recyclables au sens de l'arrêté du 18 novembre 2011; • stockés plusieurs mois avec une limitation à trois ans. 	<p>Les mâchefers ont un comportement vis-à-vis de l'eau différent des matériaux grenus naturels: leur teneur en eau à l'optimum Proctor est plus élevée ($15 \leq w_{OPN} \leq 20 \%$) et leur portance chute avec une augmentation de la teneur en eau même s'ils ne contiennent pas de particules argileuses. La V_{BS} n'est pas un critère discriminant de leur sensibilité à l'eau.</p> <p>Le paramètre caractéristique retenu est leur état hydrique en fonction du rapport entre teneur en eau naturelle et teneur en eau à l'optimum Proctor ou de l'IPI.</p> <p>Les mâchefers peuvent néanmoins être considérés comme insensibles à l'eau s'ils remplissent les deux critères suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • passant à $63 \mu m \leq 10 \%$; • et $CBRi > 20$. 	<p>IPI < 10 $w > 1,3 w_{OPN}$</p>	AM-B1th
			$1,2 w_{OPN} \leq w < 1,3 w_{OPN}$ $10 \leq IPI \leq 20$	AM-B1h
			$0,8 w_{OPN} \leq w < 1,2 w_{OPN}$ $IPI > 20$	AM-B1m
			$0,6 w_{OPN} \leq w < 0,8 w_{OPN}$	AM-B1s
			$w < 0,6 w_{OPN}$	AM-B1ts
Famille de Matériaux	Caractères principaux	Classement selon l'état hydrique et le comportement		
		Paramètres retenus	Valeurs seuils	Sous-classe
AM-C1a CVCT silico alumineuses de charbon	<p>Ces matériaux constituent le résidu de la combustion du charbon dans des centrales thermiques. Ce sont des matériaux constitués d'éléments fins (60% < passant à $80 \mu m$), relativement homogènes, sphériques, poreux, mais ne présentant aucune plasticité.</p> <p>Au-delà d'une teneur en eau limite, leur portance chute de manière 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 < 4 $w > 1,3 w_{OPN}$</p>	AM-C1ath
			$4 \leq IPI \leq 10$ $1,2 w_{OPN} \leq w < 1,3 w_{OPN}$	AM-C1ah
			$0,85 w_{OPN} \leq w < 1,2 w_{OPN}$ $IPI > 10$	AM-C1am
			$0,75 w_{OPN} \leq w < 0,85 w_{OPN}$	AM-C1as
			$w < 0,75 w_{OPN}$	AM-C1ats

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

Famille de Matériaux	Caractères principaux	Classement selon l'état hydrique et le comportement		
		Paramètres retenus	Valeurs seuils	Sous-classe
<p>AM-D1 Laitier granulé/vitrifié de haut fourneau</p>	<p>Le laitier de haut fourneau granulé est un laitier de haut fourneau refroidi brusquement avec de l'eau sous pression qui le vitrifie. Ses caractéristiques géotechniques le rapprochent d'un sable relativement friable. Il n'est pratiquement pas utilisé seul en tant que tel, mais, moulu, il intervient comme liant dans la fabrication de matériaux traités au liant hydraulique.</p>			
<p>AM-D2 Laitier cristallisé de haut fourneau</p>	<p>Le laitier de haut fourneau cristallisé est un laitier de haut fourneau qui refroidit lentement à l'air. Il acquiert la consistance mécanique d'un matériau rocheux insensible à l'eau.</p>	<p>Le paramètre déterminant pour ces matériaux est la présence d'éléments ferreux (<i>scraps</i>) qui sont à retirer. Il faut donc recourir à une opération de déferrailage suivie d'une opération d'élaboration (criblage, concassage, homogénéisation...). Essai de désintégration du silicate bicalcique et du fer.</p>		
<p>AM-D3 Laitier de convertisseur à oxygène</p>	<p>Le laitier de convertisseur à oxygène est un co-produit de la fabrication de l'acier par le procédé de conversion de la fonte en acier à l'oxygène. Il est refroidi lentement à l'air, en acquérant la consistance mécanique d'un matériau rocheux insensible à l'eau. Son taux de chaux libre résiduelle pouvant être important est susceptible d'engendrer des phénomènes de gonflement.</p>	<p>Le paramètre déterminant pour ces matériaux est la présence d'éléments instables volumétriquement. Il faut donc recourir à une opération d'élaboration (criblage, concassage, homogénéisation...). Essai d'expansion à la vapeur (NF EN 1744-1).</p>		
<p>AM-D4 Laitier d'aciérie électrique en filière carbone</p>	<p>Le laitier d'aciérie en filière carbone est un co-produit issu de l'élaboration des aciers au carbone par fusion de ferrailles dans un four électrique. Le laitier qui y est produit est refroidi lentement à l'air. Il acquiert la consistance mécanique d'un matériau rocheux insensible à l'eau.</p>	<p>Le paramètre déterminant pour ces matériaux est la présence d'éléments ferreux (<i>scraps</i>) qui sont à retirer. Il faut donc recourir à une opération de déferrailage suivie d'une opération d'élaboration (criblage, concassage, homogénéisation...) et parfois d'une phase de maturation. Essai d'expansion à la vapeur (NF EN 1744-1).</p>		
<p>AM-D5 Laitier d'aciérie électrique en filière inox et allié</p>	<p>Le laitier d'aciérie en filière inox et allié est un co-produit issu de l'élaboration des aciers contenant d'autres métaux (chrome, nickel) par fusion de ferrailles dans un four électrique sous atmosphère contrôlée. Le laitier qui y est produit est refroidi lentement à l'air. Il acquiert la consistance mécanique d'un matériau rocheux insensible à l'eau.</p>	<p>Le paramètre déterminant pour ces matériaux est la présence d'éléments ferreux (<i>scraps</i>) qui sont à retirer. Il faut donc recourir à une opération de déferrailage suivie d'une opération d'élaboration (criblage, concassage, homogénéisation...) et parfois d'une phase de maturation. Essai d'expansion à la vapeur (NF EN 1744-1).</p>		
<p>AM-D6 Laitier de métallurgie secondaire</p>	<p>Les laitiers de métallurgie secondaire ou métallurgie en poche sont produits lors de la mise à nuance des aciers liquides. Selon la nuance désirée et les procédés de calmage, les laitiers obtenus peuvent avoir des caractéristiques extrêmement variables en termes de consistance (rocheux, pulvérulents) et d'évolutivité.</p>	<p>Les paramètres déterminants pour ces matériaux sont à considérer lors d'études particulières.</p>		

Famille de Matériaux	Caractères principaux	Classement selon l'état hydrique et le comportement		
		Paramètres retenus	Valeurs seuils	Sous-classe
<p>AM-F1 Sables de fonderie</p>	<p>Ces matériaux sont principalement constitués de sables d'origine naturelle mélangés à des produits de nature très variée (argile, silicate de soude, ciment, résine au phénol, autres types de résine) et à des résidus de métaux fondus. Selon le procédé de moulage, ils peuvent contenir de fines particules, des inclusions métalliques ou des morceaux de moules non détruits. Ces modifications induites par les processus de fabrication peuvent perturber la répartition granulaire d'origine, comprise entre 0,1 et 1 mm.</p>	<p>Granulométrie (cf. homométrie et absence de fines < 0,1 mm) et sensibilité à l'eau pour pouvoir reclasser le sable dans la classe de sol équivalent.</p> <p>L'exécution d'une opération de déferrailage suivie d'une opération d'élaboration et parfois d'une phase de maturation peuvent être nécessaires.</p>		
<p>AM-G1 Schistes houillers brûlés (dits « schistes rouges »)</p>	<p>Les schistes houillers sont les résidus de la séparation entre le charbon et le stérile qui l'accompagne lors de son extraction.</p> <p>Ils sont stockés depuis plusieurs décennies, voire plus d'un siècle dans des terrils à proximité des mines de charbon.</p> <p>Ils ont subi une autocombustion 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 la combustion.</p> <p>Les schistes brûlés de couleur rouge ont des propriétés géotechniques qui s'apparentent à celles des sols et matériaux rocheux insensibles à l'eau.</p>	<p>Ces schistes sont reconnaissables à leur couleur rouge.</p> <p>LA ≤ 45 et MDE ≤ 45</p> <p>et taux d'imbrûlés à 975 °C moins le taux d'imbrûlés à 500 °C < 20 % selon la norme NF EN 1744-1 art 17.</p>		

ANNEXE 2 - TABLEAUX DES CONDITIONS D'UTILISATION DES MATÉRIAUX EN REMBLAI

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
F1h		Sols normalement inutilisables en l'état. Leur modification d'état hydrique pour les ramener à l'état « h » ou « m » peut être envisagée sous réserve d'une étude spécifique qui démontre cette faisabilité.			NON
F1h	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. Ils sont sujets au matelassage. Le matelassage est à éviter au niveau de l'arase-terrassement.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1: traitement T: traitement avec un réactif adapté C: compactage moyen	0 0 0 1 0 2 0
		-	évaporation importante	Solution 1: utilisation en l'état C: compactage faible H: remblai de faible hauteur (≤ 5 m)	0 0 0 0 0 3 1
				Solution 2: aération E: extraction en couches minces W: réduction de la teneur en eau par aération R: couches minces C: compactage moyen H: remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 0 1 0 1 2 2
			Solution 3: traitement T: traitement avec un réactif adapté C: compactage moyen	0 0 0 1 0 2 0	
F1m	Ces sols s'emploient facilement mais sont très sensibles aux conditions météorologiques qui peuvent très rapidement interrompre le chantier à cause d'un excès de teneur en eau ou au contraire conduire à un matériau sec difficile à compacter.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	E: extraction frontale C: compactage moyen H: remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2 0 0 0 0 2 2
		=	ni pluie ni évaporation importante	C: compactage moyen	0 0 0 0 0 2 0
		-	évaporation importante	Solution 1: arrosage superficiel W: arrosage superficiel pour maintien de l'état hydrique C: compactage moyen	0 0 3 0 0 2 0
				Solution 2: utilisation en l'état C: compactage intense H: remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 0 1 2
		Solution 3: extraction frontale E: extraction frontale C: compactage moyen	2 0 0 0 0 2 0		

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code EGWTRCH
F1s	Ces sols sont difficiles à compacter. Il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et, pour des remblais de grande hauteur, un changement de leur état hydrique est nécessaire.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	E : extraction en couches R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1000122
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : humidification dans la masse W : humidification pour changement d'état R : régalaie en couches minces C : compactage moyen	0040120
				Solution 2 : emploi en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0000012
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état hydrique C : compactage intense H : remblai de faible hauteur (≤ 5 m)	0030011
				Solution 2 : extraction avec arrosage superficiel E : extraction frontale W : arrosage superficiel C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2030012
				Solution 3 : humidification dans la masse W : humidification pour changement d'état R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0040112
F1ts	Sols inutilisables en l'état. Leur humidification pour les ramener à l'état « s » voire « m » peut être envisagée sous réserve d'une étude spécifique.				NON

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
F2th	Sols normalement inutilisables en l'état. Leur modification d'état hydrique pour les ramener à l'état « h » ou « m » peut être envisagée sous réserve d'une étude spécifique qui démontre cette faisabilité.				NON
F2h	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. La mise en dépôt provisoire et le drainage préalable ne sont habituellement pas des solutions envisageables dans le climat français moyen. Le matelassage est à éviter au niveau de l'arase-terrassement.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		=	ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement à la chaux C : compactage moyen	0 0 0 2 0 2 0
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de faible hauteur (≤ 5 m)	0 0 0 0 3 1
		-	évaporation importante	Solution 1 : aération E : extraction en couches W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 0 1 0 1 2 2
Solution 2 : traitement T : traitement à la chaux C : compactage moyen	0 0 0 2 0 2 0				
F2m	Ces sols ne posent pas de problème de réutilisation en remblai sauf par pluie forte ou moyenne.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2 0 0 0 2 2
		=	ni pluie ni évaporation importante	C : compactage moyen	0 0 0 0 2 0
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état hydrique C : compactage moyen	0 0 3 0 0 2 0
				Solution 2 : emploi en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 1 2
Solution 3 : extraction frontale E : extraction frontale C : compactage moyen	2 0 0 0 2 0				

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code EGWTRCH
F2s	<p>La teneur en eau faible de ces sols oblige à un compactage intense. Il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des remblais de grande hauteur un changement de leur état hydrique est nécessaire.</p> <p>L'humidification dans la masse exige un malaxage soigné avec apport d'importantes quantités d'eau.</p>	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1000112
		=	ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : humidification dans la masse W : humidification pour changer l'état R : couches minces C : compactage moyen	0040120
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0000012
		-	évaporation importante	Solution 1 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense	0040110
				Solution 2 : arrosage W : arrosage superficiel pour maintien de l'état hydrique C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0030011
				Solution 3 : extraction frontale avec arrosage E : extraction frontale W : arrosage superficiel pour maintien de l'état hydrique C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2030012
F2ts	Sols inutilisables en l'état.				NON

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
F3th	Sols normalement inutilisables en l'état. Leur modification d'état hydrique pour les ramener dans l'état « h » ou « m » peut être envisagée sous réserve d'une étude spécifique qui démontre cette faisabilité.				NON
F3h	Sols difficiles à mettre en œuvre en raison : - de leur caractère collant ou glissant dû à leur grande plasticité et à leur faible perméabilité ; - de leur portance faible. La mise en dépôt provisoire n'est pas une solution dans le climat français moyen. Le drainage préalable ne permet pas de réduire utilement la teneur en eau w.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0000031
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement à la chaux C : compactage moyen	0002020
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0000031
		-	évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement à la chaux C : compactage moyen	0002020
Solution 2 : aération E : extraction en couches W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1010122				
F3m	La plasticité de ces sols entraîne pour les remblais des risques de glissement d'autant plus grands que les remblais sont élevés, même dans les meilleures conditions (w, météo) de mise en œuvre.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0000022
		=	ni pluie, ni évaporation importante	C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0000022
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état hydrique R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0030122
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0000011
F3s	Comme ci-dessus, la plasticité de ces sols entraîne pour les remblais des risques de glissement d'autant plus grands que les remblais sont élevés. La forte cohésion de ces sols exige un fractionnement et un compactage énergique en couches minces. La portance élevée ne doit pas faire illusion vis-à-vis des tassements ultérieurs possibles. Le changement d'état pour humidification dans la masse ne constitue pas une modalité réaliste.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : remblai de faible hauteur (≤ 5 m)	1000111
		=	ni pluie ni évaporation importante	W : arrosage superficiel pour maintien de l'état hydrique R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0030111
		-	évaporation importante	E : extraction frontale W : arrosage superficiel pour maintien de l'état hydrique R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	2030111
F3ts	Sols inutilisables en l'état.				NON

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
F4th ($I_p \leq 55$)	Sols normalement inutilisables en l'état.				NON
F4h ($I_p \leq 55$)	Sols difficiles à mettre en œuvre en raison : <ul style="list-style-type: none"> de leur caractère collant ou glissant dû à leur grande plasticité et à leur faible perméabilité ; de leur portance faible. La réduction de l'état hydrique par une mise en dépôt provisoire ou drainage n'est pas en général une solution envisageable.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		=	ni pluie ni évaporation importante	T : traitement avec un réactif adapté (dosage élevé à définir par une étude spécifique) C : compactage moyen H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 0 2 0 2 1
		-	évaporation importante	T : traitement avec un réactif adapté (dosage élevé à définir par une étude spécifique) C : compactage moyen H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 0 2 0 2 1
F4m ($I_p \leq 55$)	Sols difficiles à mettre en œuvre dû à leur plasticité élevée. Leur utilisation par pluie faible est compliquée à cause des problèmes de glissance.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	T : traitement avec un réactif adapté (dosage élevé à définir par une étude spécifique) C : compactage moyen H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 0 2 0 2 1
		=	ni pluie ni évaporation importante	W : humification pour maintien de l'état hydrique T : traitement avec un réactif adapté (dosage élevé à définir par une étude spécifique) C : compactage moyen H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 3 2 0 2 1
		-	évaporation importante	W : humification pour maintien de l'état hydrique T : traitement avec un réactif adapté (dosage élevé à définir par une étude spécifique) C : compactage moyen H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 3 2 0 2 1
F4s ($I_p \leq 55$)	Pour ces sols, les difficultés liées à l'humidification dans la masse pour changer d'état hydrique et à l'obligation de traiter les matériaux à la chaux pour les utiliser les rendent impropres à une utilisation en remblai.	Sols inutilisables en l'état.			NON
F4ts ($I_p \leq 55$)	Sols inutilisables en l'état.				NON
F4+ ($I_p > 55$)	Sols à la fois très difficiles à travailler et dont l'utilisation comporterait de grands risques de retrait gonflement et de stabilité.	L'emploi de ces sols en remblai ne peut être envisagé qu'à l'appui d'une étude spécifique ayant défini les conditions d'état et de compactage à leur appliquer.			NON

Commentaires pour tous les états hydriques: le recours au pulvimixeur pour le malaxage avec un objectif de mouture de 0/40 à 0/50 mm maxi, ainsi que le compactage avec un pied dameur sont des conditions fortement recommandées pour l'utilisation de ces matériaux en remblai.

L'arrosage par enfouisseuse d'eau suivi d'un malaxage avec le pulvimixeur sont recommandés et doivent faire l'objet de planches d'essais pour ajuster les quantités et les nombres de passes.

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H	
I1th	Sols normalement inutilisables en l'état. Ces sols sont très difficiles à mettre en œuvre, en raison de leur portance quasi nulle. Leur modification d'état hydrique pour les ramener à l'état « h » ou « m » peut être envisagée sous réserve d'une étude spécifique qui démontre cette faisabilité.			NON	
I1h	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. Ils sont sujets au matelassage, ce qui est à éviter au niveau de l'arase de terrassement.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen	0001020
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur faible	0000031
		-	évaporation importante	Solution 1 : extraction en couche - aération E : extraction en couche W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen	1010122
Solution 2 : aération et traitement W : réduction de la teneur en eau par aération T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen	0011020				
I1m	Ces sols sont très sensibles à la situation météorologique, qui peut très rapidement interrompre le chantier à cause de l'excès de teneur en eau ou, au contraire, conduire à un matériau sec, difficile à compacter.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2000022
		=	ni pluie ni évaporation importante	C : compactage moyen	0000020
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage moyen	0030020
Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense	0000010				
I1s	Ces sols sont très difficiles à compacter, du fait de leur faible teneur en eau. En conséquence il convient : • soit de compacter intensément avec un arrosage superficiel ; • soit d'humidifier le matériau dans sa masse pour le ramener à l'état « m ». Cette humidification est encore relativement facile à réaliser.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	E : extraction en couche R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1000112
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	0040120
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0000012
		-	évaporation importante	Solution 1 : extraction frontale et arrosage E : extraction frontale W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2030012
Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	0040120				
I1ts	Sols normalement inutilisables en l'état. Mais leur humidification dans la masse peut être envisagée pour les ramener à l'état « s » ou « m ».			NON	

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
I2th	Ces sols sont normalement inutilisables dans l'état en raison de leur portance quasi nulle. Leur modification d'état hydrique pour les ramener à l'état « h » ou « m » peut être envisagée sous réserve d'une étude spécifique qui démontre cette faisabilité.				NON
I2h	Ces sols sont très difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. La fraction grenue n'est pas suffisante pour modifier sensiblement le comportement de la fraction argileuse. Ils sont sujets au « matelassage », ce qui est à éviter au niveau des arases de terrassement.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement à la chaux seule C : compactage moyen	0002020
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0000031
		-	évaporation importante	Solution 1 : extraction en couche - aération E : extraction en couche W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1010122
Solution 2 : traitement T : traitement à la chaux seule C : compactage moyen	0002020				
I2m	Ces sols ne posent pas de problème d'utilisation en remblai sauf par pluie forte. En l'absence de pluie, ils présentent en général une bonne traficabilité du fait de la présence d'une fraction granulaire importante.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2000022
		=	ni pluie ni évaporation importante	C : compactage moyen	0000020
		-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0000012
				Solution 2 : arrosage pour maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage moyen	0030020
Solution 3 : extraction frontale E : extraction frontale C : compactage intense	2000010				
I2s	Pour ces sols, il faut compenser l'insuffisance de la teneur en eau par un compactage intense, un arrosage, ou une humidification avec un malaxage soigné et une quantité d'eau importante.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1000112
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	0040120
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0000012
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0030011
				Solution 2 : extraction frontale - arrosage E : extraction frontale W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2030012
				Solution 3 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense	0040110
I2ts	Sols normalement inutilisables en l'état. Leur humidification pour changer d'état doit être décidée à l'appui d'une étude spécifique.				NON

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
S1ins S2ins S3ins S4ins	Ces sols sont insensibles à l'eau. Ils s'érodent facilement sous l'action du ruissellement. Ils peuvent poser des problèmes de traficabilité si leur granulométrie est uniforme, et s'ils sont secs.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+ = -	toutes situations météorologiques à l'exception de forte pluie	C : compactage moyen	0 0 0 0 2 0
S1th S2th S3th S4th	Sols normalement inutilisables en l'état. Ces sols sont inutilisables dans cet état mais une mise en dépôt provisoire ou un drainage préalable pendant une période suffisante (plusieurs semaines) peuvent permettre de les reclasser à l'état « h ».				NON
S1h S2h S3h S4h	Ces sols sont très sensibles à la situation météorologique. Ils sont sujets au « matelassage », ce qui est à éviter au niveau de l'arase de terrassement. Le drainage préalable (plusieurs semaines) peut être efficace et permettre de reclasser certains d'entre eux à l'état « m ».	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 0 1 0 2 0 0 0 0 0 0 3 1
		-	évaporation importante	Solution 1 : extraction en couche - aération E : extraction en couche W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m) Solution 2 : aération et traitement W : réduction de la teneur en eau par aération T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen	1 0 1 0 1 2 2 0 0 1 1 0 2 0
S1m S2m S3m S4m	Ces sols sont très sensibles à la situation météorologique.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		=	ni pluie ni évaporation importante	C : compactage moyen	0 0 0 0 0 2 0
		-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense Solution 2 : arrosage W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage moyen	0 0 0 0 0 1 0 0 0 3 0 0 2 0
S1s S2s S3s S4s	Pour ces sols, il faut compenser l'insuffisance de la teneur en eau par un compactage intense, un arrosage ou une humidification. L'humidification dans la masse pour changer l'état est relativement facile à réaliser.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	E : extraction en couche R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 0 0 0 1 1 2
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m) Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	0 0 0 0 0 1 2 0 0 4 0 1 2 0
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m) Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	0 0 3 0 0 1 2 0 0 4 0 1 2 0
S1ts S2ts S3ts S4ts	Sols normalement inutilisables en l'état. Mais, dans certains cas, leur humidification peut être envisagée pour les amener à l'état « s » ou « m ».				NON

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
G1ins G2ins G3ins G4ins	Ces sols sont insensibles à l'eau et peu érodables. Pour certains d'entre eux (sols homométriques), la traficabilité peut être améliorée par un arrosage.	++ + = -	toutes situations météorologiques	C : compactage moyen	0 0 0 0 2 0
G1th G2th G3th G4th	Sols normalement inutilisables en l'état. Ces sols ont une très mauvaise portance. Une mise en dépôt provisoire, ou un drainage préalable pendant une période suffisante (plusieurs semaines), peuvent permettre de les reclasser à l'état « h ».				NON
G1h G2h G3h G4h	Ces sols sont très sensibles à la situation météorologique. Ils sont sujets au « matelassage », ce qui est à éviter au niveau des arases de terrassement. Le drainage préalable (plusieurs semaines) peut être efficace et permettre de reclasser certains d'entre eux à l'état « m ».	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen	0 0 0 1 0 2 0
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 3 2
		-	évaporation importante	Solution 1 : aération E : extraction en couches W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 0 1 0 1 2 2
Solution 2 : traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen	0 0 0 1 0 2 0				
G1m G2m G3m G4m	Ces sols sont très sensibles à la situation météorologique.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2 0 0 0 2 2
		=	ni pluie ni évaporation importante	C : compactage moyen	0 0 0 0 2 0
		-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense	0 0 0 0 1 0
Solution 2 : arrosage W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage moyen	0 0 3 0 0 2 0				
G1s G2s G3s G4s	Pour ces sols, il faudra compenser l'effet néfaste de la faible teneur en eau par un compactage intense, un arrosage ou une humidification. L'humidification dans la masse pour changer d'état est relativement facile à réaliser.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		+	pluie faible	E : extraction en couche R : couches minces C : compactage intense	1 0 0 0 1 1 0
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 1 2
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer de l'état R : couches minces C : compactage moyen	0 0 4 0 1 2 0
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 3 0 0 1 2
Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	0 0 4 0 1 2 0				
G1ts G2ts G3ts G4ts	Sols normalement inutilisables en l'état. Mais, dans certains cas, leur humidification peut être envisagée pour les amener à l'état « s » ou « m ».				NON

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
VC2F1th VC2I1th	Sols inutilisables en l'état. La réduction de teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou un drainage préalable (plusieurs mois) peut être envisagée après étude spécifique.				NON
VC2F1h VC2I1h	Ces sols sont très difficiles à mettre en œuvre en raison de leur faible portance ; ils peuvent conserver des pressions interstitielles après mise en œuvre. La présence de blocs peut entraîner des difficultés lors de la réalisation des traitements.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 0 0 3 1
				Solution 2 : traitement G : élimination des éléments supérieurs à 250 mm pour traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen	0 2 0 1 0 2 0
		-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 0 0 3 1
Solution 2 : aération E : extraction en couches W : réduction de teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen	1 0 1 0 1 2 0				
VC2F1m VC2I1m	Ces sols sont très sensibles aux conditions atmosphériques qui peuvent très rapidement interrompre le chantier par excès de teneur en eau ou au contraire conduire à un sol trop sec difficile à compacter.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2 0 0 0 2 2
		=	ni pluie ni évaporation importante	C : compactage moyen	0 0 0 0 2 0
		-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense	0 0 0 0 1 0
Solution 2 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage moyen	0 0 3 0 2 0				

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
VC2F1s VC2I1s	Ces sols sont difficiles à compacter. L'humidification pour changer d'état exigeant un malaxage – au moins grossier – du sol peut être rendue difficile par la présence des blocs. Si ce malaxage ne peut être réalisé, il convient alors de laisser percoler l'eau à partir de la surface après avoir réalisé une scarification. Dans ce cas, il faut observer un temps de percolation de plusieurs heures.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas de maîtriser l'humidification des sols nécessaire pour permettre leur utilisation et risquant de conduire rapidement à des excès de teneur en eau.	NON
		+	pluie faible	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 0 0 0 1 1
				Solution 2 : extraction en couches E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 0 0 0 1 1 2
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 0 1 1
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	0 0 4 0 1 2 0
-	évaporation importante	Solution 1 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne	0 0 3 0 0 1 2		
		Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense	0 0 4 0 1 1 0		
VC2F1ts VC2I1ts	Sols normalement inutilisables en l'état. L'humidification de ces sols pour les ramener au moins à l'état « s » peut être envisagée à l'appui d'une étude spécifique.				NON
VC2F2th VC2F3th VC2I2th	Sols normalement inutilisables en l'état. Le drainage préalable ou la mise en dépôt provisoire n'est pas une solution fiable sous le climat français pour ramener ces sols à l'état « h ».				NON
VC2F2h VC2F3h VC2I2h	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur faible portance ; ils peuvent conserver des pressions interstitielles après mise en œuvre. La fraction grossière n'est pas suffisante pour modifier sensiblement le comportement de la fraction argileuse. Ces sols réagissent en général bien avec la chaux mais la présence de gros blocs peut rendre leur traitement difficile. Leur emploi sans traitement comporte des risques de générer des pressions interstitielles sous l'effet d'un compactage lié notamment à la circulation des engins de transport.	++	pluie moyenne ou forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	2 0 0 0 0 3 1
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 0 0 0 3 1
				Solution 2 : traitement G : élimination des éléments supérieurs à 250 mm T : traitement à la chaux seule C : compactage moyen	0 2 0 2 0 2 0
-	évaporation importante	E : extraction en couches W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 0 1 0 1 2 2		

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
VC2F2m VC2F3m VC2I2m	Ces sols ne posent pas de problème d'utilisation en remblai sauf par pluie forte.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2 0 0 0 2 2
		=	ni pluie ni évaporation importante	C : compactage moyen	0 0 0 0 2 0
		-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense	0 0 0 0 1 0
Solution 2 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage moyen	0 0 3 0 2 0				
VC2F2s VC2F3s VC2I2s	La faible teneur en eau de ces sols nécessite d'avoir recours à un compactage intense si l'on veut les réutiliser en l'état. L'humidification pour changer l'état de ces sols est toujours une opération difficile : présence des blocs empêchant un malaxage intime du sol avec l'eau, argilosité importante imposant des délais d'imbibition longs (plusieurs heures à quelques jours) grandes quantités d'eau nécessaires.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas de maîtriser l'humidification des sols nécessaires pour permettre leur utilisation.	NON
		+	pluie faible	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 0 0 1 1
				Solution 2 : extraction en couches E : extraction en couches C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 0 0 1 1 2
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 0 0 1 1
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense	0 0 4 0 1 1 0
		-	évaporation importante	Solution 1 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 3 0 1 1
Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 4 0 1 1 2				
VC2F2ts VC2F3ts VC2I2ts	Sols inutilisables en l'état. L'humidification pour changer l'état de ces sols est en général trop difficile pour rester acceptable économiquement.				NON
VC2S1ins VC2S2ins VC2S3ins VC2S4ins VC2G1ins VC2G2ins VC2G3ins VC2G4ins	Ces sols peuvent poser des problèmes de traficabilité si la granulométrie de la fraction < 63 mm est uniforme et si leur teneur en eau est faible. L'arrosage peut améliorer la traficabilité.	++ + = -	toutes situations météorologiques	C : compactage moyen	0 0 0 0 2 0
VC2S1th VC2S2th VC2S3th VC2S4th VC2G1th VC2G2th VC2G3th VC2G4th	Sols normalement inutilisables en l'état. Une mise en dépôt ou un drainage préalable pendant une période suffisante peuvent permettre de les reclasser à l'état « h ».				NON

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
VC2S1h VC2S2h VC2S3h VC2S4h VC2G1h VC2G2h VC2G3h VC2G4h	Ces sols sont très sensibles à la situation météorologique. Ils sont très sujets au matelassage mais ne posent pas de problème vis-à-vis de la stabilité des ouvrages car les pressions interstitielles se dissipent très rapidement.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : traitement G : élimination des éléments > 250 mm T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen	0 2 0 1 0 2 0
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 0 3 2
		-	évaporation importante	E : extraction en couches W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen	1 0 1 0 1 2 0
VC2S1m VC2S2m VC2S3m VC2S4m VC2G1m VC2G2m VC2G3m VC2G4m	Ces sols sont dans un état hydrique permettant une mise en œuvre facile mais sont très sensibles à la situation météorologique.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	Solution 1 : extraction frontale E : extraction frontale C : compactage moyen	2 0 0 0 0 2 0
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 0 2 2
		=	ni pluie ni évaporation	C : compactage moyen	0 0 0 0 0 2 0
		-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense	0 0 0 0 0 1 0
				Solution 2 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage moyen	0 0 3 0 0 2 0
VC2S1s VC2S2s VC2S3s VC2S4s VC2G1s VC2G2s VC2G3s VC2G4s	La faible teneur en eau de ces sols nécessite d'avoir recours à un compactage intense si l'on veut les réutiliser en l'état. L'humidification pour changer l'état de ces sols est relativement facile à réaliser car la quantité d'eau nécessaire n'est pas très importante et son introduction au sein du matériau assez rapide (moins d'une heure en général).	++	pluie forte	Situation ne permettant pas de maîtriser l'humidification des sols nécessaire pour permettre leur utilisation.	NON
		+	pluie faible	E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense	1 0 0 0 1 1 0
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 0 1 2
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état C : compactage moyen	0 0 4 0 0 2 0
		-	évaporation importante	Solution 1 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 3 0 0 1 2
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état C : compactage intense	0 0 4 0 0 1 0
VC2S1ts VC2S2ts VC2S3ts VC2S4ts VC2G1ts VC2G2ts VC2G3ts VC2G4ts	Sols normalement inutilisables en l'état mais leur humidification pour les ramener à l'état « s » voire « m » est envisageable.				NON
VC2F4 VC1F4	Sols normalement inutilisables en l'état. Sols très difficiles à travailler et dont l'utilisation induit des risques importants sur la stabilité des ouvrages ; leur réutilisation nécessite une étude spécifique.				NON

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
VC1S1ins VC1S2ins VC1S3ins VC1S4ins VC1G1ins VC1G2ins VC1G3ins VC1G4ins	Le faible pourcentage de la fraction granulométrique inférieure à 63 µm présente dans ces sols les rend insensibles aux variations de situation météorologique.	++ + = -	toutes situations météorologiques	C : compactage moyen	0 0 0 0 2 0
VC1F1th VC1I1th VC1S1th VC1S2th VC1S3th VC1S4th VC1G1th VC1G2th VC1G3th VC1G4th	Sols normalement inutilisables dans l'état. Une mise en dépôt ou un drainage préalable pendant une période suffisante peuvent permettre de reclasser ces sols à l'état « h ».				NON
VC1F1h VC1I1h VC1S1h VC1S2h VC1S3h VC1S4h VC1G1h VC1G2h VC1G3h VC1G4h	Le fort pourcentage de gros éléments anguleux présents dans ces sols leur procure en général une bonne stabilité. Les risques habituellement induits par un surcompactage ne sont généralement pas à craindre bien que ces sols soient sujets au matelassage.	++ + = -	pluie forte pluie faible ni pluie ni évaporation importante évaporation importante	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes. C : compactage moyen H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m) C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m) W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches moyennes C : compactage moyen	NON 0 0 0 0 2 1 0 0 0 0 2 2 0 0 1 0 2 2 0
VC1F1m VC1I1m VC1S1m VC1S2m VC1S3m VC1S4m VC1G1m VC1G2m VC1G3m VC1G4m	Les sols de cette classe constituent des matériaux de choix pour la construction des remblais étant donné leurs caractéristiques mécaniques et leur facilité de mise en œuvre.	++ + = -	pluie forte pluie faible ni pluie ni évaporation évaporation importante	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes. E : extraction frontale C : compactage moyen C : compactage moyen Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense Solution 2 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage moyen	NON 2 0 0 0 2 0 0 0 0 0 2 0 0 0 0 0 1 0 0 0 3 0 2 0
VC1F1s VC1I1s VC1S1s VC1S2s VC1S3s VC1S4s VC1G1s VC1G2s VC1G3s VC1G4s	La faible teneur en eau de ces sols et leur fort pourcentage de gros éléments anguleux nécessitent d'avoir recours à un compactage intense si l'on veut les réutiliser dans l'état. Leur humidification pour en changer l'état peut être rendue difficile par la présence de blocs empêchant un malaxage sommaire ou par la lenteur d'imbibition (plusieurs heures en général).	++ + = -	pluie forte pluie faible ni pluie ni évaporation importante évaporation importante	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes. R : couches moyennes C : compactage intense Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m) Solution 2 : humidification dans la masse W : humidification pour changer l'état R : couches moyennes C : compactage moyen Solution 1 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état hydrique R : couches moyennes C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m) Solution 2 : humidification dans la masse W : humidification pour changer l'état R : couches moyennes C : compactage intense	NON 0 0 0 0 2 1 0 0 0 0 0 1 2 0 0 4 0 2 2 0 0 0 3 0 2 1 2 0 0 4 0 2 1 0

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H	
VC1F1ts VC1I1ts VC1S1ts VC1S2ts VC1S3ts VC1S4ts VC1G1ts VC1G2ts VC1G3ts VC1G4ts		Sols normalement inutilisables en l'état mais leur humidification pour les ramener à l'état « s » ou « m » est envisageable. Celle-ci doit être décidée en fonction d'une étude spécifique.		NON	
VC1F2th VC1F3th VC1I2th		Sols normalement inutilisables en l'état L'argilosité des sols de ces classes ne permet pas d'espérer sur le climat français de pouvoir les reclasser en l'état « h » par un drainage préalable ou une mise en dépôt provisoire.		NON	
VC1F2h VC1F3h VC1I2h	Le fort pourcentage de gros éléments anguleux présents dans ces sols leur procure en général une assez bonne stabilité qui permettra le plus souvent d'éviter de recourir au traitement à la chaux vive pour les mettre en œuvre. Le compactage et/ou la circulation des engins de transport devront être interrompus dès l'apparition du matelassage.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		=	ni pluie ni évaporation importante	C : compactage faible H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 3 2
		-	évaporation importante	W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen	0 0 1 0 2 2 0
VC1F2m VC1F3m VC1I2m	Les sols de cette classe constituent des matériaux de choix pour la construction des remblais étant donné leurs caractéristiques mécaniques et leur facilité de mise en œuvre.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 2 2
		=	ni pluie ni évaporation importante	C : compactage moyen	0 0 0 0 2 0
		-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense	0 0 0 0 1 0
Solution 2 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage moyen	0 0 3 0 2 0				

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
VC1F2s VC1F3s VC1I2s	<p>La faible teneur en eau de ces sols et leur fort pourcentage de gros éléments anguleux nécessitent d'avoir recours à un compactage intense si l'on veut les réutiliser dans l'état.</p> <p>L'humidification dans la masse pour changer l'état de ces sols est toujours une opération délicate : présence des blocs empêchant le malaxage intense du sol avec l'eau, argilosité importante imposant des délais d'imbibition longs (quelques heures à quelques jours) grandes quantités d'eau nécessaires.</p>	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	E : extraction en couches C : compactage intense	1 0 0 0 1 1 0
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 0 1 2
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer l'état R : couches moyennes C : compactage intense	0 0 4 0 2 1 0
		-	évaporation importante	Solution 1 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état hydrique R : couches moyennes C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 3 0 2 1 2
Solution 2 : humidification W : humidification pour changer l'état R : couches moyennes C : compactage intense	0 0 4 0 2 1 0				
VC1F2ts VC1F3ts VC1I2ts	Sols normalement inutilisables en l'état. L'humidification pour changer l'état de ces sols est en général trop difficile pour rester acceptable économiquement.			NON	

Roche	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
CH1 CH2	Ces matériaux s'utilisent sans difficulté à condition que l'on obtienne à l'extraction une granulométrie assez continue et dont le diamètre des plus gros éléments ne gêne pas le réglage en couche mince ou moyenne. Des difficultés de circulation pour les engins à pneus peuvent cependant apparaître en cas de pluie du fait de la formation d'une pellicule glissante en surface.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	R : couches moyennes C : compactage moyen	0 0 0 0 2 2 0
		= ou -	pas de pluie	R : couches moyennes C : compactage intense	0 0 0 0 2 1 0
CH3h	Cette classe de craies peut présenter des difficultés d'utilisation en remblai du fait de la production d'une fraction fine saturée plus ou moins imposante suivant le mode de terrassement utilisé. Le recours au traitement est en général nécessaire pour l'employer dans des remblais de grande hauteur. Une utilisation sans traitement est possible en adoptant un mode de terrassement limitant au maximum le broyage, mais le risque d'évolution ultérieure ainsi introduit n'autorise cette possibilité que pour des remblais de hauteur faible ou moyenne. Si les conditions météorologiques sont très favorables, on peut, par des moyens d'aération appropriés, espérer faire évoluer cette classe de craies vers la classe CH3 « s » et « m ». En cas de pluie, le terrassement de ces matériaux est rendu quasi impossible du fait notamment des difficultés à pouvoir assurer la circulation des engins.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		=	pas de pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement avec un additif adapté R : couches moyennes C : compactage moyen	0 0 0 1 2 2 0
				Solution 2 : extraction frontale E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de faible hauteur (≤ 5 m)	2 0 0 0 2 1
		-	évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement avec un additif adapté R : couches moyennes C : compactage intense	0 0 0 1 2 1 0
Solution 2 : aération W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 1 0 2 2 2				
CH3m, s et ts	La craie dans cet état ne requiert pas de conditions particulières hormis celle d'une bonne fragmentation préalablement au compactage pour obtenir une compacité suffisante dans le cas des hauts remblais. Il s'agit en effet d'un matériau qui se densifie difficilement sous la seule action des compacteurs. Des difficultés de circulation pour les engins à pneus peuvent apparaître en cas de pluie du fait de la formation d'une pellicule glissante en surface.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	W : arrosage à prévoir selon teneur en eau après extraction R : couches moyennes C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 3 0 2 1 2
		= ou -	pas de pluie	Solution 1 : extraction en couche E : extraction en couches W : arrosage à prévoir selon teneur en eau après extraction R : couches moyennes C : compactage intense	1 0 3 0 1 1 0
				Solution 2 : utilisation en l'état W : arrosage à prévoir selon teneur en eau après extraction R : couches moyennes C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 3 0 2 1 2

Roches	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
CH4th	Matériaux normalement inutilisables en l'état L'emploi en remblai de cette classe n'est en général pas envisageable dans les conditions technico-économiques actuelles car il nécessiterait un traitement avec des dosages en liant anormalement élevés.				NON
CH4h	Ces matériaux sont toujours difficiles à utiliser en remblai en raison de l'importante fraction fine saturée qui se forme rapidement au cours du terrassement. En général, il faut procéder à un traitement. Par conditions météorologiques très évaporantes, on pourra chercher en utilisant les moyens appropriés à faire évoluer cette classe de matériau vers la classe CH4 m. En cas de pluie, même légère, ils ne sont plus circulables.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		=	ni pluie ni évaporation importante	T : traitement avec un additif adapté R : couches moyennes C : compactage moyen	0 0 0 1 2 1 0
		-	évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement avec un additif adapté R : couches moyennes C : compactage intense	0 0 0 1 2 1 0
				Solution 2 : extraction en couche et aération E : extraction en couches pour favoriser l'évaporation W : réduction de la teneur en eau par aération R : réglage en couches moyennes C : compactage moyen H : remblai de faible hauteur (≤ 5 m)	1 0 1 0 2 2 1
CH4m	Ces matériaux se broient très rapidement sous l'action des engins de terrassement en produisant une importante quantité de fines. Toutefois, leur teneur en eau étant moyenne, la fraction fine produite est assez peu déformable et de ce fait ils peuvent être fragmentés et compactés suffisamment, sans réduire les conditions de traficabilité. En cas de pluie même légère, ils ne sont plus circulables.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		= ou -	pas de pluie	R : réglage en couches minces C : compactage intense	0 0 0 0 1 1 0
CH4s	Ces matériaux se broient très rapidement sous l'action des engins de terrassement en produisant une importante quantité de fines. Toutefois, leur teneur en eau étant faible, la fraction fine produite est très peu déformable et de ce fait ils sont très difficiles à compacter. Par pluie faible ils peuvent être réutilisés tant que leur teneur en eau autorise la circulation de chantier.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		= ou -	pas de pluie	E : extraction en couches minces W : arrosage à prévoir selon teneur en eau après extraction R : réglage en couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 0 3 0 1 1 2
CH4ts	Matériaux normalement inutilisables en l'état. Le compactage de ces matériaux exige des modalités (épaisseur des couches et énergie de compactage) conduisant à un coût anormalement élevé pour cette nature de travaux.				NON

Roche	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
R3 Li R3 Sa R3 Co R1 Vo R2 Vo R3 Vo	Matériaux rocheux sains. Ces matériaux habituellement insensibles à l'eau sont utilisables en remblais, quelles que soient les conditions météorologiques.	++ + = ou -	toutes conditions météorologiques	G : élimination des éléments ≥ 800 mm C : compactage moyen	010020
R4 Li R4 Sa R4 Co R4 Vo	Matériaux rocheux de dureté moyenne, évoluant granulométriquement en cours de chantier vers un sol blocailleux. Cette évolution granulométrique peut être notamment accélérée en période pluvieuse sous trafic.	Les conditions dépendent de la nature et de l'état du sol obtenu en chantier. Ces matériaux se classent généralement en VC1 et quelques fois en VC2.. Dans chaque cas, le géotechnicien doit préciser le sol le plus probable auquel on aboutit en fin de mise en œuvre. Cf. conditions d'utilisation de ces sols.			
R5 Li R5 Sa R5 Co R5 Vo	Matériaux rocheux « destructurés », évoluant en cours de chantier vers un sol fin souvent sensible à l'eau.	Les conditions dépendent de la nature et de l'état du sol obtenu en chantier. <i>A priori</i> , ces matériaux peuvent se classer : • pour R5 Li : principalement en VC1Gi ; • pour R5 Sa et R5 Co : principalement en VC2Gi, VC2Si, Gi ou Si ; • pour R5 Vo : toutes classes possibles. Dans chaque cas le géotechnicien doit préciser le sol le plus probable auquel on aboutit en fin de mise en œuvre. On se référera alors aux conditions d'utilisation de ce sol en y ajoutant systématiquement l'obligation d'une fragmentation complémentaire.			
R1 Me R2 Me R3 Me	Pour les roches à débit en blocs on se ramènera aux conditions d'utilisation R1 Vo R2 Vo R3 Vo. Roches métamorphiques à débit en plaques. Le débit en plaques et le faible frottement entre elles conduit à des difficultés de compactage des bordures de talus. Une fragmentation permet de favoriser l'imbrication et le réglage.	++ ou +	pluie même faible	Situation générant des problèmes de glissance ne permettant généralement pas une bonne mise en place. Conditions à étudier spécifiquement selon le comportement des matériaux et le site.	NON
		= ou -	pas de pluie	G : fragmentation complémentaire après extraction R : régalinge en couches minces C : compactage intense	030110
R4 Me	Roches métamorphiques à débit en plaques. Matériaux rocheux de dureté moyenne, évoluant granulométriquement en cours de chantier vers un sol blocailleux. Cette évolution granulométrique peut être notamment accélérée en période pluvieuse sous trafic.	Les conditions dépendent de la nature et de l'état du sol obtenu en chantier. Ces matériaux se classent généralement en VC1 et quelques fois en VC2. Dans chaque cas, le géotechnicien doit préciser le sol le plus probable auquel on aboutit en fin de mise en œuvre. Une attention particulière doit être portée à une sensibilité à l'eau pas nécessairement bien traduite par la V_{85} .			
R5 Me	Roches métamorphiques à débit en plaques Matériaux rocheux « destructurés », évoluant en cours de chantier vers un sol fin souvent sensible à l'eau.	Dans chaque cas le géotechnicien doit préciser le sol le plus probable auquel on aboutit en fin de mise en œuvre. Pour les plus riches en micas (plus fissiles), une attention particulière doit être portée à une sensibilité à l'eau pas nécessairement bien traduite par la V_{85} . On se référera alors aux conditions d'utilisation de ce sol en y ajoutant systématiquement l'obligation d'une fragmentation complémentaire.			

Roche	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H	
R3 CI	Roches argileuses et marnes dures	Une fragmentation complémentaire est nécessaire, ensuite on se ramènera à la classe R4 CI.				
R4 Cld1 R4 Xxd1	<p>Marnes rocheuses ou roches argileuses, évolutives, dont la mise en remblai comporte un risque qu'il convient d'apprécier avant chaque chantier.</p> <p>Les conditions d'utilisation proposées doivent être accompagnées d'une réflexion approfondie sur les méthodes d'extraction les plus appropriées en particulier en vue de la fragmentation, et sur la conception globale des remblais (couches drainantes, stabilisation des talus « imperméabilisation »...).</p> <p>Ces matériaux présentent d'autant moins de risque d'évolution qu'ils sont mieux fractionnés (viser un matériau de granularité continue ou riche en fines), bien compactés et humides à la mise en œuvre.</p>	Matériaux normalement inutilisables en raison des risques importants qu'ils induisent sur la stabilité à long terme des ouvrages.			NON	
R4 Cld2 R4 Xxd2 R3 Xxd2		++	pluie forte	Situation ne permettant pas une mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.		NON
		+	pluie faible	G : fragmentation complémentaire après extraction R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)		0 3 0 0 1 1 2
		= ou -	ni pluie ni évaporation importante ou évaporation importante	Solution 1 : fragmentation G : fragmentation complémentaire après extraction R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)		0 3 0 0 1 1 1
				Solution 2 : fragmentation et arrosage G : fragmentation complémentaire après extraction W : arrosage pour maintien de l'état hydrique R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)		0 3 3 0 1 1 2
R4 CI		++	pluie forte	Situation ne permettant pas une mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.		NON
	+	pluie faible	R : couches moyennes C : compactage moyen		0 0 0 0 2 2 0	
	= ou -	ni pluie ni évaporation importante ou évaporation importante	R : couches moyennes C : compactage intense		0 0 0 0 2 1 0	

Roche	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
R5 Clth		Matériaux normalement inutilisables en l'état.			NON
R5 Clh	Marnes rocheuses ou roches argileuses, évolutives, dont la mise en remblai comporte un risque qu'il convient d'apprécier avant chaque chantier. Les conditions d'utilisation proposées doivent être accompagnées d'une réflexion approfondie sur les méthodes d'extraction les plus appropriées, en particulier en vue de la fragmentation, et sur la conception globale des remblais (couches drainantes, stabilisation des talus, « imperméabilisation »...).	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement à la chaux seule C : compactage moyen	0 0 0 2 0 2 0
				Solution 2 : fragmentation G : fragmentation complémentaire après extraction R : couches moyennes C : compactage moyen H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 3 0 0 2 2 1
		-	évaporation importante	Solution 1 : extraction en couches, fragmentation et aération E : extraction en couches G : fragmentation complémentaire après extraction W : aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 3 1 0 1 2 2
Solution 2 : traitement T : traitement à la chaux seule C : compactage moyen	0 0 0 2 0 2 0				
R5 Clm	Ces matériaux présentent d'autant moins de risque d'évolution qu'ils sont mieux fractionnés (viser un matériau de granularité continue ou riche en fines), bien compactés et humides à la mise en œuvre. Une étude spécifique préalable de ces roches est souvent nécessaire pour définir la conception du remblai, la granularité à obtenir et les moyens nécessaires correspondants, ainsi que le mode de compactage.	++	pluie forte ou moyenne	situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		+	pluie faible	G : fragmentation complémentaire après extraction R : couches moyennes C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 3 0 0 2 2 2
		=	ni pluie ni évaporation importante	G : fragmentation complémentaire après extraction R : couches moyennes C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 3 0 0 2 1 2
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage et fragmentation G : fragmentation complémentaire après extraction W : arrosage pour maintien de l'état hydrique R : couches minces C : compactage intense H : hauteur des remblais moyenne	0 3 3 0 1 1 2
				Solution 2 : fragmentation G : fragmentation complémentaire après extraction R : couches moyennes C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 3 0 0 2 1 2

Roche	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
R5 Cls	<p>Marnes rocheuses ou roches argileuses, évolutives, dont la mise en remblai comporte un risque qu'il convient d'apprécier avant chaque chantier.</p> <p>Les conditions d'utilisation proposées doivent être accompagnées d'une réflexion approfondie sur les méthodes d'extraction les plus appropriées en particulier en vue de la fragmentation, et sur la conception globale des remblais (couches drainantes, stabilisation des talus, « imperméabilisation »...).</p> <p>Ces matériaux présentent d'autant moins de risque d'évolution qu'ils sont mieux fractionnés (viser un matériau de granularité continue ou riche en fines), bien compactés et humides à la mise en œuvre.</p> <p>Une étude spécifique préalable de ces roches est souvent nécessaire pour définir la conception du remblai, la granularité à obtenir et les moyens nécessaires correspondants, ainsi que le mode de compactage.</p>	++	pluie moyenne ou forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	E : extraction en couches G : fragmentation complémentaire après extraction R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	1300111
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : humidification et fragmentation G : fragmentation complémentaire après extraction W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0340112
		-	évaporation importante	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
R5 Clts		Matériaux inutilisables dans l'état.			NON
SR1 SR2 SR4	<p>Roches plus ou moins solubles nécessitant une conception globale des remblais prenant en compte ce phénomène vis-à-vis de possibles circulations d'eau.</p>	<p>Les conditions d'utilisation en remblai de ces matériaux rocheux peuvent être assimilées à celles des :</p> <ul style="list-style-type: none"> matériaux Ri Li lorsque la roche est très peu argileuse ; matériaux Ri Cl lorsque la roche est argileuse. <p>Suivant le cas, les matériaux SR1, SR2 et SR4 seront donc rattachés à l'une ou l'autre de ces classes, <u>en tenant compte de précautions spécifiques pour éviter des circulations hydrauliques dans les remblais.</u></p>			
SR3 SR5		Roches <i>a priori</i> trop solubles pour être utilisables en remblai.			NON

Matériau naturel particulier	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
<p>AN-G2 AN-G3</p> <p>Schistes houillers non brûlés (dits « schistes noirs »)</p>	<p>Ces matériaux seront identifiés à partir des paramètres retenus pour la classification des sols. Les risques d'une postcombustion après mise en remblai devront dans certains cas être examinés.</p>		<p>On adoptera les conditions d'utilisation applicables à la classe de sols correspondant aux paramètres de granulométrie, d'argilosité et d'état hydrique.</p> <p>En général ces sols se classent VCi(Gi, Si, ou Ii). Suivant leur classification, ils peuvent être sensibles à l'eau.</p>	

Sous-classe	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
O1 Sol à faible teneur en matières organiques	La faible teneur en matières organiques de ces matériaux autorise leur emploi en remblai courant mais leur usage privilégié reste la couverture des surfaces devant être engazonnées. Ces matériaux seront identifiés comme des sols naturels et classés dans l'une des classes F, I, S ou G.	On adoptera les conditions applicables à la classe F, I, S, G à laquelle ces sols sont assimilables compte tenu de leur nature et de leur état. Leur utilisation sera néanmoins limitée à des remblais de moins de 10 m de hauteur. Si leur état impose de les traiter avec de la chaux vive et que l'effet à long terme est recherché, il est recommandé de le vérifier par une étude de laboratoire.		
O2 Sol à teneur en matières organiques modérée	Sols inutilisables en général en remblai du fait de leur trop forte teneur en matières organiques (risques de tassements par action biochimique et de cisaillement par insuffisance des caractéristiques mécaniques). Leur emploi en terrassement se limite aux surfaces à engazonner.			NON
O3 Tourbe	Sols inutilisables en général en remblai du fait de leur trop forte teneur en MO (risques de tassements par action biochimique et de cisaillement par insuffisance des caractéristiques mécaniques).			NON
AR-A51 Graves de recyclage : Matériaux de démolition, sans plâtre, épurés des éléments putrescibles, concassés, criblés, déferrailés, homogénéisés.	Matériaux issus d'une opération de concassage et éventuellement de criblage lui conférant les propriétés d'une grave dont la résistance mécanique et la sensibilité à l'eau sont variables et dépendantes du processus d'élaboration.		On adoptera les conditions d'utilisation applicables à la classe de sols correspondant aux paramètres de granulométrie, d'argilosité et d'état hydrique. En général, ces matériaux se classent en VC2Gi ou Gi.	
AR-A52 Matériaux de démolition en mélange, non concassés, contenant une faible proportion d'indésirables.	L'identification de ces matériaux doit être complétée par la mesure des paramètres retenus pour la classification des sols.		On adoptera les conditions d'utilisation applicables à la classe de sols correspondant aux paramètres de granulométrie, d'argilosité et d'état hydrique. Ces matériaux doivent être proscrits dans les remblais contigus aux ouvrages d'art. Pour $SS_b > 0,7$, le matériau ne doit ni être traité à la chaux ou au liant hydraulique ni être en contact avec une couche de forme ou d'assise traitée avec des liants hydrauliques (risque élevé de gonflement ettringitique).	
AR-A53 Matériaux de démolition en mélange, non concassés, contenant une forte proportion d'indésirables.	Matériaux normalement inutilisables en remblai (risques d'instabilité ou de désordres localisés).			NON

Sous-classe	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
AM-B1ins Mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	Les graves de mâchefers présentent un caractère évolutif qu'il faut prendre en compte lors de la réalisation du chantier. Pour être considérées comme insensibles à l'eau, les graves de mâchefer doivent répondre aux critères suivants : • passant à 63 µm ≤ 10 %, et CBRi > 20. En cas de condition de forte pluie, le chantier doit être arrêté.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+ =	ni pluie forte ni évaporation importante	C : compactage moyen	0 0 0 0 2 0
		-	évaporation importante	W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage moyen	0 0 3 0 2 0
AM-B1th Mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	Matériaux inutilisables dans l'état.				NON
AM-B1h Mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	Mâchefer sensible aux situations météorologiques Faible portance Sujet au « matelassage » Déconseillé en emploi en PST	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		=	ni pluie ni évaporation importante	C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 0 0 3 1
		-	évaporation importante	W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 1 0 1 2 2
AM-B1m Mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	Mâchefer sensible aux situations météorologiques Bonne caractéristique de portance à court terme Emploi en PST possible	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 2 2
		=	ni pluie ni évaporation importante	C : compactage moyen	0 0 0 0 2 0
		-	évaporation importante	W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage moyen	0 0 3 0 2 0
AM-B1s Mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	Faible teneur en eau d'où nécessité d'un compactage intense. Humidification possible mais difficile à réaliser - pas retenue comme solution opérationnelle	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	R : Couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 1 2 2
		=	ni pluie ni évaporation importante	C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 1 2
		-	évaporation importante	W : arrosage pour maintien de l'état hydrique C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 3 0 1 1
AM-B1ts Mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	Matériaux inutilisables dans l'état.				NON

Sous-classe	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
AM-C1ath Cendres volantes (CVCT) silico-alumineuses de charbon		Matériaux inutilisables dans l'état.			NON
AM-C1ah Cendres volantes (CVCT) silico-alumineuses de charbon	La grande capillarité de ces matériaux interdit de le réutiliser dans l'état naturel sans dispositions particulières en zone inondable.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		=	ni pluie ni évaporation importante	C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0000031
		-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0000031
Solution 2 : aération W : utiliser tous moyens d'aération permettant la réduction de w par évaporation R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0010122				
AM-C1am Cendres volantes (CVCT) silico-alumineuses de charbon	La grande capillarité de ces matériaux interdit de le réutiliser dans l'état naturel sans dispositions particulières en zone inondable.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0000022
		=	ni pluie ni évaporation importante	C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0000022
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état hydrique C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0030022
Solution 2 : utilisation en état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0000011				
AM-C1as et ts Cendres volantes (CVCT) silico-alumineuses de charbon	La grande capillarité de ces matériaux interdit de le réutiliser dans l'état naturel sans dispositions particulières en zone inondable. Par ailleurs, dans cet état, il est toujours nécessaire de les arroser par situation météorologique « = » ou « - » pour éviter la formation importante de poussières au cours de la mise en œuvre.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes.	NON
		+	pluie faible	R : Couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0000121
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0030011
				Solution 2 : humidification dans la masse W : humidification pour changer d'état hydrique R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0040122
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0030011
Solution 2 : humidification dans la masse W : arrosage dans la masse pour maintien de l'état hydrique R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0030111				

Sous-classe	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
AM-D1 Laitier granulé / vitrifié de haut fourneau	Matériau ordinairement non utilisé seul en remblais.			
AM-D2 Laitier cristallisé de haut fourneau	Matériaux semblables à un matériau rocheux sain. Ces laitiers insensibles à l'eau sont utilisables en remblais, quelles que soient les conditions météorologiques.	++ + = ou -	toutes conditions météorologiques G : élimination des éléments > 800 mm C : compactage moyen	0 1 0 0 2 0
AM-D3 Laitier de convertisseur à oxygène	Matériaux semblables à un matériau rocheux susceptible d'évoluer sous l'effet de gonflement. Ne peuvent pas être utilisés en remblais sous des infrastructures. Ils restent utilisables sous réserve que les gonflements éventuels ne soient pas préjudiciables (merlons phoniques, pistes et chemins non revêtus, masques...).			
AM-D4 Laitier d'aciérie en filière carbone AM-D5 Laitier d'aciérie en filière inox et allié	Matériau semblable à un matériau rocheux sain. Ces matériaux habituellement insensibles à l'eau sont utilisables en remblais, quelles que soient les conditions météorologiques.	++ + = ou -	toutes conditions météorologiques G : élimination des éléments > 800 mm C : compactage moyen	0 1 0 0 2 0
AM-D6 Laitier de métallurgie secondaire	Matériau d'une grande variabilité généralement insensible à l'eau. En fonction de la texture du matériau, on le rapproche d'une roche ou bien d'un sol avec des éléments fins. La sensibilité à l'eau du matériau dépend très largement de la teneur en fines, ce qui conditionne les paramètres de mise en œuvre.	En fonction de la texture du matériau, sableux, silteux, graveleux, le rattacher à un comportement dont il est proche. Nécessite une étude particulière.		

Sous-classe	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
AM-F1 Sables de fonderie	La sensibilité à l'eau du matériau dépend de sa teneur en argile soit ajoutée, soit formée lors du processus.	Matériau sensible à l'érosion. Se reporter aux conditions du sol naturel équivalent.		
AM-G1 Schistes houillers brûlés (dits « schistes rouges »)	Bien que pouvant être considérés comme insensibles à l'eau, l'identification de ces matériaux doit être complétée par la mesure des paramètres retenus pour la classification des sols.	On adoptera les conditions d'utilisation applicables à la classe de sols correspondant aux paramètres de granulométrie, d'argilosité et d'état hydrique. En général, ces matériaux se classent en VC1(Gi ou Si), ou VC2(Gi ou Si).		

ANNEXE 3 - TABLEAUX DES CONDITIONS D'UTILISATION DES MATÉRIAUX EN COUCHE DE FORME

COMPORTEMENT AU GEL DES MATÉRIAUX CONSTITUTIFS DE LA PST ET DE LA COUCHE DE FORME

La sensibilité au gel des matériaux de PST et de couche de forme comprend la sensibilité à la gélifraction et à la cryosuccion. Cette sensibilité est déterminée à l'aide d'essais dépendant de leur nature et de leur traitement éventuel.

Selon leur sensibilité au gel, les matériaux de PST et de couche de forme sont classés en trois catégories : non gélifs (SGn), peu gélifs (SGp), très gélifs (SGt).

La gélifraction affecte les fractions granulaires et la cryosuccion affecte les fractions fines. Les essais utilisés pour la caractérisation de la gélivité d'un matériau non traité dépendent de la fraction prépondérante dans le comportement du matériau.

Dans le cas des matériaux fins et des matériaux traités, leur sensibilité au gel dépend de leur pente p à l'essai de gonflement au gel (selon NF P98-234-2) selon le tableau suivant :

Pente de l'essai (mm / (°C.h) ^{1/2})	$p \leq 0,05$	$0,05 < p \leq 0,4$	$p > 0,4$
Classification des matériaux	SGn	SGp	SGt

Pour les autres matériaux et en cas d'absence de résultat lors de l'essai de gonflement au gel, les règles suivantes s'appliquent :

Matériaux non traités

La sensibilité au gel des matériaux Ri Li, Ri Sa, Ri Co, Ri Vo, Ri Me, AM-G1, AN-G2, AN-G3, AR-A5, AM-Di sera identique à celle des classes de sol (classes F, I, S, G et VC) correspondant à leurs paramètres de nature et de comportement mécanique après extraction et élaboration éventuelles.

Matériaux insensibles à l'eau (cf. § 4.2.1)

Pour ces matériaux, si l'un des critères suivants est vérifié :

- $LA \leq 45$ et $MDE \leq 45$ (selon NF EN 1097-2 et NF EN 1097-1),
- de catégorie F4 (essai de résistance au gel-dégel selon la norme NF EN 1367-1, essai réalisé sur la classe la plus représentative du matériau), ou
- $WA_{24} \leq 2 \%$ (valeur d'absorption d'eau selon NF EN 1097-6, essai réalisé sur la classe la plus représentative du matériau),

alors ils sont considérés comme SGn. Dans le cas contraire, ils sont considérés comme SGp.

Matériaux VC1F1, VC1F2, VC1F3, VC1F4, VC1I1, VC1I2, VC1Si, VC1Gi dont la fraction 0/63 mm est sensible à l'eau

Pour ces matériaux, si l'un des critères suivants est vérifié :

- $LA \leq 45$ et $MDE \leq 45$ (selon NF EN 1097-2 et NF EN 1097-1);
- de catégorie F4 (essai de résistance au gel-dégel selon la norme NF EN 1367-1, essai réalisé sur la classe la plus représentative du matériau);

ou

- $WA_{24} \leq 2 \%$ (valeur d'absorption d'eau selon NF EN 1097-6, essai réalisé sur la classe la plus représentative du matériau);

alors ils sont considérés comme SGp. Si aucun des trois critères précédents n'est vérifié, ils sont considérés comme SGt.

Matériaux R4 CI

Les matériaux R4 CI sont considérés comme SGp.

Matériaux CH, R4 CId1, R4 CId2

Les matériaux CH, R4 CId1 et R4CI d2 sont considérés comme SGt.

Matériaux (VC2)F1, (VC2)F2, (VC2)F3, (VC2)F4, (VC2)I1, (VC2)I2, (VC2)Si, (VC2)Gi, R5 CI et AM-B1 dont la fraction 0/63 mm est sensible à l'eau

Pour ces matériaux, le classement de leur sensibilité au gel dépend de leur pente p à l'essai de gonflement au gel.

En l'absence de résultat d'essai de gonflement au gel, les classes de sensibilité au gel mentionnées dans le tableau suivant peuvent être utilisées :

Classification des matériaux non traités	Classe de sensibilité au gel
(VC2)F3, (VC2)F4, AM-B1	SGp
(VC2)F1, (VC2)F2, (VC2)I1, (VC2)I2, (VC2)Si, (VC2)Gi, R5 CI	SGt

Autres matériaux

Pour les autres matériaux non mentionnés ci-avant, une étude spécifique est nécessaire pour déterminer leur classe de sensibilité au gel.

Matériaux traités**Matériaux traités à la chaux seule**

La sensibilité au gel des matériaux traités à la chaux dépend de leur pente p à l'essai de gonflement au gel.

En l'absence de résultat d'essai de gonflement au gel, les matériaux traités à la chaux seule – à l'exception des matériaux CH et Ri CI – sont considérés comme non gélifs « SGn » si, à l'âge correspondant à la première apparition statistique possible du gel dans la région considérée, leur résistance à la compression simple (NF EN 13286-41) est supérieure ou égale à 2,5 MPa.

Pour les matériaux CH et Ri CI traités à la chaux seule et en l'absence de résultat d'essai de gonflement au gel, ceux-ci peuvent être considérés comme non gélifs « SGn » s'ils respectent l'ensemble des critères suivants :

- mouture inférieure ou égale à 20 mm ;
- passant à 5 mm supérieur ou égal à 60 % ;
- résistance à la compression simple (NF EN 13286-41) à l'âge correspondant à la première apparition statistique possible du gel dans la région considérée supérieure ou égale à 2,5 MPa.

En cas d'incohérence pour la classification de la sensibilité au gel entre les résultats de résistance en compression et gonflement au gel pour un même matériau, les résultats de l'essai de gonflement (NF P98-234-2) prévalent sur les autres.

En l'absence de résultat d'essai de gonflement au gel, les matériaux traités à la chaux seule sont considérés comme peu gélifs « SGp » lorsque toutes les conditions suivantes sont réunies :

- $V_{BS} \geq 0,5$;
- dosage de chaux $\geq 1,5$ % ;
- obtention, sur chantier, d'une mouture inférieure ou égale à 40 mm ;
- niveau de compactage « q4 » minimum ;
- CBRi (après 4 jours d'immersion) / IPI > 1 (NF P94-078), et IPI supérieur ou égal aux valeurs du tableau suivant. Pour les matériaux Ri Li, Ri Sa, Ri Co, Ri CI, Ri Vo, Ri Me, les valeurs minimales d'IPI à utiliser sont celles de la classe de sol (classes F, I, S, G et VC) correspondant à leurs paramètres de nature après extraction et élaboration éventuelles.

Dans ce cas, il convient de leur attribuer une valeur de pente de gonflement au gel de $0,4 \text{ mm}/(^\circ\text{C}\cdot\text{h})^{1/2}$.

Classification des matériaux traités à la chaux	IPI \geq
(VC2)F3	10
(VC2)F2 - (VC2)I2	15
(VC2)F1 - (VC2)I1	20
(VC2)Si - (VC2)Gi	30

Matériaux traités aux liants hydrauliques (éventuellement associés à la chaux)

La sensibilité au gel des matériaux traités aux liants hydrauliques (éventuellement associés à la chaux) dépend de leur pente p à l'essai de gonflement au gel

En l'absence de résultat d'essai de gonflement au gel, les matériaux traités aux liants hydrauliques (éventuellement associés à la chaux) – à l'exception des matériaux CH et Ri Cl – qui ne respectent pas tous les critères suivants :

- mouture inférieure ou égale à 20 mm ;
 - passant à 5 mm supérieur ou égal à 60 % ;
- sont considérés comme non gélifs « SGn » si, à l'âge correspondant à la première apparition statistique possible du gel dans la région considérée, leur résistance à la compression diamétrale « Rit » (NFEN 13286-42) est supérieure ou égale à 0,25 MPa. En cas d'incohérence pour la classification de la sensibilité au gel entre les résultats de résistance en compression diamétrale et gonflement au gel pour un même matériau, les résultats de l'essai de gonflement (NF P98-234-2) prévalent sur les autres.

En l'absence de résultat d'essai de gonflement au gel, les matériaux traités aux liants hydrauliques (éventuellement associés à la chaux) sont considérés comme peu gélifs « SGp », lorsque toutes les conditions suivantes sont réunies :

- dosage minimum en liant hydraulique : 3 % ;
- $R_c \geq 1 \text{ MPa}$ (à l'âge correspondant à la première apparition statistique possible du gel dans la région considérée) ;
- obtention, sur chantier, d'une mouture inférieure ou égale à 40 mm ;
- niveau de compactage « q4 » minimum.

Dans ce cas, il convient de leur attribuer une valeur de pente de gonflement au gel de $0,25 \text{ mm}/(^\circ\text{C}\cdot\text{h})^{1/2}$.

Classe de sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS
F1	<p>La grande sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les traiter avec des liants hydrauliques associés éventuellement à de la chaux².</p> <p>La maîtrise de l'état hydrique de ces sols traités est souvent délicate en raison de la variation brutale de leur comportement (portance) pour de faibles écarts de teneur en eau. Ces sols peuvent se traiter en place ou en centrale.</p>	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON
		= ou -	pas de pluie	<p>W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique</p> <p>T : traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux</p> <p>S : application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté</p>	0 1 2 2
F2	<p>La sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les traiter le plus souvent en associant chaux et liant hydraulique étant donné l'importance de la fraction argileuse qu'ils peuvent contenir². L'association avec de la chaux peut par ailleurs s'imposer pour ajuster leur état hydrique lorsqu'ils sont trop humides.</p> <p>Lorsqu'ils sont dans un état sec, il est nécessaire de les humidifier pour les ramener à l'état moyen et, dans ce cas, la chaux peut avantageusement être introduite sous forme de lait de chaux dont la concentration doit être adaptée au cas de chantier considéré.</p> <p>Ces sols se traitent presque toujours en place pour la phase de prétraitement à la chaux et éventuellement en centrale pour la phase de traitement au ciment.</p>	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON
		=	pas de pluie	<p>W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique</p> <p>T : traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux</p> <p>S : application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté</p>	0 1 2 2
F3	<p>La sensibilité à l'eau et la plasticité élevée des sols de cette classe impliquent un traitement associant chaux et liant hydraulique pour pouvoir les utiliser en couche de forme².</p> <p>Pour les plus plastiques d'entre eux, un traitement à la chaux seule peut être envisagé, notamment s'il n'y a pas de risques d'apparition de gel peu après la réalisation. Ces sols se traitent exclusivement en place.</p> <p>Lorsqu'ils sont dans un état humide, la chaux est très efficace pour faciliter leur malaxage et ajuster leur état hydrique.</p> <p>Lorsqu'ils sont dans un état sec, leur emploi en couche de forme est à déconseiller en raison de la difficulté qu'il y a à les humidifier de manière homogène.</p>	++	pluie forte	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON
		+ ou =	faible pluie ou faible évaporation	<p>Solution 1 :</p> <p>W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique</p> <p>T : traitement mixte : chaux + liant hydraulique</p> <p>S : application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté</p>	0 1 3 2
				<p>Solution 2 :</p> <p>W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique</p> <p>T : traitement à la chaux seule</p> <p>S : application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté</p>	0 1 4 2
		-	évaporation importante	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON
F4	Sols normalement inutilisables en couche de forme				

2. La réalisation d'une couche de forme traitée nécessite une étude de traitement conformément au GTS et aux normes NF P94-102 et, sur le chantier, une attention particulière à la gestion des teneurs en eau vis-à-vis des objectifs issus de l'étude.

Classe de sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS
I1	<p>La grande sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique nécessairement de les traiter pour les utiliser en couche de forme³.</p> <p>Ce traitement peut être un traitement aux liants hydrauliques pour les moins argileux de la classe ou un traitement associant chaux + liant hydraulique pour les plus argileux et les plus humides.</p> <p>Ces sols se traitent le plus souvent en place et éventuellement en centrale après les avoir traités en place à la chaux.</p>	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant.	NON
		= ou -	pas de pluie	<p>W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique</p> <p>T : traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux</p> <p>S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné</p>	0 1 2 1
I2	<p>La sensibilité à l'eau et la plasticité des sols de cette classe impliquent nécessairement un traitement pour pouvoir les utiliser en couche de forme³.</p> <p>Ce traitement peut être soit un traitement avec des liants hydrauliques pour les moins argileux et les plus secs d'entre eux, soit plus généralement un traitement associant chaux + liant hydraulique.</p> <p>Lorsqu'ils sont dans un état sec et que leur plasticité impose un traitement chaux + liant hydraulique, la chaux peut avantageusement être introduite sous forme de chaux éteinte ou, mieux, de lait de chaux.</p> <p>Ces sols se traitent le plus généralement en place ou éventuellement en centrale après les avoir préalablement traités en place à la chaux.</p>	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant.	NON
		= ou -	pas de pluie	<p>W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique</p> <p>T : traitement mixte chaux + liant hydraulique</p> <p>S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné</p>	0 1 3 1

3. La réalisation d'une couche de forme traitée nécessite une étude de traitement conformément au GTS et aux normes NF P94-102 et, sur le chantier, une attention particulière à la gestion des teneurs en eau vis-à-vis des objectifs issus de l'étude.

Classe de sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS
S11ins S21ins S31ins S41ins	Bien qu'insensibles à l'eau, les sols de cette classe sont néanmoins peu « traficables » du fait de leur finesse et de leur uniformité granulaire. Ils sont constitués de grains résistants. Pour utiliser ces sols en couche de forme, deux solutions sont applicables : a) traiter ces sols avec un liant hydraulique ⁴ ; b) une utilisation non traitée est envisageable, toutefois, leur mauvaise traficabilité nécessitera soit de leur faire subir une correction granulométrique (on se reportera alors à la classe du matériau élaboré), soit un cloutage avec un matériau plus grossier en surface.	+	pluie faible	Utilisation en l'état	0 0 0 0
		= ou -	pas de pluie	Solution 1 : W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique associé éventuellement à un correcteur granulométrique S : application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 1 5 2
				Solution 2 : utilisation en l'état	0 0 0 0
S11 S21 S31 S41	La sensibilité à l'eau des sols de ces classes impose de les traiter avec un liant hydraulique ⁴ . Ces sols se traitent souvent en place mais, lorsqu'ils sont dans un état moyen ou sec, ils sont également susceptibles d'être traités en centrale.	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON
		= ou -	pas de pluie	W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 1 1 2
S12ins S22ins S32ins S42ins	Bien qu'insensibles à l'eau, les sols de cette classe sont néanmoins peu « traficables » du fait de leur finesse et de leur uniformité granulaire. De plus, ils sont constitués de grains friables qui, sous l'action du trafic, pourraient se transformer en éléments fins sensibles à l'eau. Pour ces raisons, les sols doivent être traités avec un liant hydraulique pour être utilisables en couche de forme ⁴ .	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant pas une mise en œuvre correcte	NON
		= ou -	pas de pluie	W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique associé éventuellement à un correcteur granulométrique S : application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 1 5 2
S12 S22 S32 S42	La sensibilité à l'eau des sols de ces classes impose de les traiter avec un liant hydraulique ⁴ . Ces sols se traitent souvent en place mais, lorsqu'ils sont dans un état moyen ou sec, ils sont également susceptibles d'être traités en centrale.	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON
		= ou -	pas de pluie	W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 1 1 2

4. La réalisation d'une couche de forme traitée nécessite une étude de traitement conformément au GTS et aux normes NF P94-102 et, sur le chantier, une attention particulière à la gestion des teneurs en eau vis-à-vis des objectifs issus de l'étude.

Classe de sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS
G11ins G21ins G31ins G41ins	Ces sols insensibles à l'eau et constitués par des granulats résistants sont utilisables en couche de forme soit dans leur état naturel, soit traités avec un liant hydraulique en place ou en centrale ⁵ . L'utilisation dans leur état naturel nécessite la vérification des spécifications complémentaires pour les matériaux non traités de couche de forme (insensibilité au gel, D_{max} , cf. fascicule 1).	++ ou +	pluie même forte	Utilisation en l'état	0 0 0 0
		= ou -	pas de pluie	Solution 1 : utilisation en l'état Solution 2 : W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	0 0 0 0 0 1 1 1
G11 G21 G31 G41	Les sols de cette classe contiennent une fraction fine en faible quantité mais cependant suffisante pour leur conférer une grande sensibilité à l'eau. Leur fraction grenue est résistante et ne risque donc pas de se broyer sous l'action du trafic. Pour utiliser ces sols en couche de forme deux solutions sont applicables : a) Éliminer par tout moyen ad hoc la fraction o/d responsable de la sensibilité à l'eau. Le matériau ainsi élaboré devient insensible à l'eau. Il faut alors se reporter à la classe du matériau élaboré. Ce dernier doit alors vérifier les spécifications complémentaires pour les matériaux non traités de couche de forme (résistance mécanique, insensibilité au gel, D_{max} , cf. fascicule 1). Il est toutefois conseillé de répandre en surface une couche de fin réglage de 2 à 3 cm d'épaisseur d'un granulat frottant pour améliorer la traficabilité. b) Traiter ces matériaux avec les liants hydrauliques en place (ou en centrale lorsqu'ils sont dans un état moyen ou sec) ⁵ .	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant pas une mise en œuvre correcte.	NON
		= ou -	pas de pluie	W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	0 1 1 1
G12ins G22ins G32ins G42ins	Ces sols insensibles à l'eau sont constitués par des granulats friables qui, sous l'action du trafic, pourraient se transformer en éléments fins (fillers) sensibles à l'eau. Pour cette raison leur emploi en couche de forme impose de les traiter avec un liant hydraulique ⁵ . Ces sols se traitent en place ou en centrale.	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant pas une mise en œuvre correcte.	NON
		= ou -	pas de pluie	W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	0 1 1 1
G12 G22 G32 G42	Les sols de cette classe contiennent une fraction fine en faible quantité mais cependant suffisante pour leur conférer une grande sensibilité à l'eau. Par ailleurs leur fraction grenue est trop friable pour envisager leur emploi après élimination de cette fraction fine. La seule solution est donc de les traiter avec un liant hydraulique ⁵ . Ces sols se traitent en place (ou en centrale lorsqu'ils sont dans un état moyen ou sec).	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant pas une mise en œuvre correcte.	NON
		= ou -	pas de pluie	W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	0 1 1 1

5. La réalisation d'une couche de forme traitée nécessite une étude de traitement conformément au GTS et aux normes NF P94-102 et, sur le chantier, une attention particulière à la gestion des teneurs en eau vis-à-vis des objectifs issus de l'étude.

Classe de sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS
VC2F1 VC2F2 VC2I2 VC1F1 VC1F2 VC1I2	<p>Les sols de cette classe sont sensibles à l'eau et plus ou moins plastiques malgré la présence d'une fraction granulaire grossière assez importante. Leur emploi en couche de forme implique donc nécessairement un traitement soit avec des liants hydrauliques pour les moins argileux, soit avec de la chaux associée aux liants hydrauliques pour les plus plastiques et les plus humide⁶.</p> <p>Le traitement n'est cependant possible que dans la mesure où le malaxage homogène reste réalisable.</p> <p>Ceci suppose que l'on procède à l'élimination et/ou au fractionnement préalable des éléments grossiers.</p>	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON
		= ou -	pas de pluie	<p>G : élimination de la fraction grossière empêchant un malaxage correct du sol avec le (ou les) liant(s)</p> <p>W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique</p> <p>T : traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux</p> <p>S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné</p>	2 1 2 1
VC2F3 VC1F3	<p>Les sols de cette classe sont sensibles à l'eau et très plastiques malgré la présence d'une fraction granulaire grossière assez importante.</p> <p>Leur emploi en couche de forme implique donc nécessairement un traitement soit avec de la chaux seule, soit en associant chaux + liants hydrauliques⁶.</p> <p>Le traitement n'est cependant possible que dans la mesure où un malaxage homogène reste réalisable.</p> <p>Ceci suppose que l'on procède à l'élimination et /ou au fractionnement préalable des éléments grossiers. Lorsque ces sols sont dans un état sec, leur emploi en couche de forme, même traités, n'est pas à conseiller en raison de la difficulté qu'il y a à les humidifier de manière homogène.</p>	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON
		= ou -	pas de pluie	<p>Solution 1 :</p> <p>G : élimination de la fraction grossière empêchant un malaxage correct du sol avec le (ou les) liant(s)</p> <p>W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique</p> <p>T : traitement mixte chaux + ciment</p> <p>S : application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté</p>	2 1 3 2
				<p>Solution 2 :</p> <p>G : élimination de la fraction grossière empêchant un malaxage correct du sol avec le (ou les) liant(s)</p> <p>W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique</p> <p>T : traitement à la chaux seule</p> <p>S : application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté</p>	2 1 4 2
VC2F3s VC1F3s VC2F4 VC1A4	Sols normalement inutilisables en couche de forme				

6. La réalisation d'une couche de forme traitée nécessite une étude de traitement conformément au GTS et aux normes NF P94-102 et, sur le chantier, une attention particulière à la gestion des teneurs en eau vis-à-vis des objectifs issus de l'étude.

Classe de sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS
VC2S11ins VC2S21ins VC2S31ins VC2S41ins VC2G11ins VC2G21ins VC2G31ins VC2G41ins VC1S11ins VC1S21ins VC1S31ins VC1S41ins VC1G11ins VC1G21ins VC1G31ins VC1G41ins	On considère ici les sols des classes VC2 et VC1 dont la fraction 0/63 mm est insensible à l'eau et suffisamment résistante pour que ces sols puissent être utilisés en couche de forme : • soit dans leur état naturel après avoir éliminé ou fragmenté les gros éléments empêchant un réglage correct de la plateforme. L'utilisation dans leur état naturel nécessite alors la vérification des spécifications complémentaires pour les matériaux non traités de couche de forme (insensibilité au gel, D_{max} cf. fascicule 1) ; • soit traités avec un liant hydraulique ⁷ . Le traitement n'est cependant possible que dans la mesure où un malaxage intime du sol avec le liant peut être réalisé avec des malaxeurs à outils animés (pulvimixers...) ou en centrale.	++ ou +	pluie même forte	G : élimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plateforme	3 0 0 0
		= ou -	pas de pluie	Solution 1 : G : élimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plateforme	3 0 0 0
				Solution 2 : G : élimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1
VC2S12ins VC2S22ins VC2S32ins VC2S42ins VC2G12ins VC2G22ins VC2G32ins VC2G42ins VC1S12ins VC1S22ins VC1S32ins VC1S42ins VC1G12ins VC1G22ins VC1G32ins VC1G42ins	Bien qu'insensibles à l'eau, ces sols sont constitués d'éléments relativement friables qui interdisent leur emploi en couche de forme sans traitement avec un liant hydraulique ⁷ . Le traitement impose par ailleurs un malaxage homogène à l'aide de malaxeurs à outils animés ou l'élaboration dans une centrale. Ceci suppose l'élimination des éléments grossiers incompatibles avec la bonne exécution du malaxage.	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant.	NON
		= ou -	pas de pluie	G : élimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1

7. La réalisation d'une couche de forme traitée nécessite une étude de traitement conformément au GTS et aux normes NF P94-102 et, sur le chantier, une attention particulière à la gestion des teneurs en eau vis-à-vis des objectifs issus de l'étude.

Classe de sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS
VC2S11 VC2S21 VC2S31 VC2S41 VC2G11 VC2G21 VC2G31 VC2G41 VC1S11 VC1S21 VC1S31 VC1S41 VC1G11 VC1G21 VC1G31 VC1G41	<p>Les sols de ces classes sont constitués d'une fraction argileuse en faible quantité et d'une fraction granulaire grossière résistante aux sollicitations du trafic.</p> <p>Dans leur état naturel, ils sont sensibles ou très sensibles à l'eau.</p> <p>Pour les utiliser en couche de forme deux techniques différentes peuvent être appliquées :</p> <p>a) Éliminer par tout moyen ad hoc (lavage, criblage, concassage) à la fois les gros éléments ne permettant pas un réglage correct de la plateforme et la fraction o/d renfermant les éléments fins sensibles à l'eau.</p> <p>Il faut alors se reporter à la classe du matériau élaboré. Ce dernier doit vérifier les spécifications complémentaires pour les matériaux non traités de couche de forme (résistance mécanique, insensibilité au gel, D_{max}, cf. fascicule 1).</p> <p>Il est également conseillé d'améliorer la stabilité du matériau ainsi corrigé en mettant en œuvre une couche de fin réglage de 1 à 5 cm d'épaisseur d'un matériau sableux.</p> <p>b) Traiter ces matériaux avec des liants hydrauliques⁸.</p> <p>Le traitement n'est cependant possible que dans la mesure où un malaxage homogène à l'aide de malaxeurs à outils animés (pulvimixers...) est réalisable dans des conditions économiques acceptables. Ceci suppose soit que l'on procède à l'élimination préalable des éléments grossiers interdisant le fonctionnement correct du malaxeur, soit que le malaxeur utilisé puisse absorber et fragmenter ces éléments grossiers.</p>	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON
		= ou -	pas de pluie	G : élimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1
VC211 VC2S12 VC2S22 VC2S32 VC2S42 VC2G12 VC2G22 VC2G32 VC2G42 VC1I1 VC1S12 VC1S22 VC1S32 VC1S42 VC1G12 VC1G22 VC1G32 VC1G42	<p>Les sols de ces classes sont constitués d'une fraction argileuse en faible quantité et d'une fraction grenue grossière relativement friable susceptible de se fragmenter sous l'action du trafic de chantier en produisant un complément d'éléments fins sensibles à l'eau.</p> <p>Pour utiliser ces sols en couche de forme il est nécessaire de les traiter avec des liants hydrauliques⁸.</p> <p>Le traitement n'est cependant possible que dans la mesure où un malaxage homogène à l'aide de malaxeurs à outils animés (pulvimixers...) est réalisable dans des conditions acceptables. Ceci suppose soit que l'on procède à l'élimination préalable des éléments grossiers interdisant le fonctionnement correct du malaxeur, soit que le malaxeur utilisé puisse absorber et fragmenter ces éléments grossiers.</p>	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON
		= ou -	pas de pluie	G : élimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1

8. La réalisation d'une couche de forme traitée nécessite une étude de traitement conformément au GTS et aux normes NF P94-102 et, sur le chantier, une attention particulière à la gestion des teneurs en eau vis-à-vis des objectifs issus de l'étude.

Classe de roche	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS
CH1 CH2 CH3 CH4	<p>Ces matériaux sont friables et gélifs.</p> <p>Leur emploi en couche de forme impose impérativement un traitement avec un liant hydraulique⁹. Ce traitement doit s'accompagner d'une fragmentation importante du matériau pour produire une quantité de mortier suffisante (> 20 %).</p> <p>Le dosage en liant retenu doit notamment garantir l'insensibilité au gel (gonflement et gélification). Lorsqu'ils sont dans un état « s », ils peuvent encore être utilisés à condition de les humidifier pour les ramener à l'état « m »</p>	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une exécution correcte du traitement.	NON
		= ou -	pas de pluie	<p>G : fragmentation pour produire des éléments fins</p> <p>W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique</p> <p>T : traitement avec un liant hydraulique</p> <p>S : application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté</p>	5 1 1 2

9. La réalisation d'une couche de forme traitée nécessite une étude de traitement conformément au GTS et aux normes NF P94-102 et, sur le chantier, une attention particulière à la gestion des teneurs en eau vis-à-vis des objectifs issus de l'étude.

Classe de roche	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS
R1 Vo R2 Vo R3 Vo R3 Li R3 Sa R3 Co	<p>Les matériaux R1 Vo, R2 Vo, R3 Vo, R3 Li, R3 Sa et R3 Co de L_{max} inférieure à 250 mm doivent être classés avec les sols (cf. fascicule 1, § 2.3.3). Leurs conditions d'utilisation en couche de forme sont celles de la classe de sol à laquelle ils correspondent.</p> <p>Ceux avec L_{max} supérieure à 250 mm nécessitent une opération d'élimination de la fraction grossière (par concassage et/ou criblage). La mouture visée dépend de l'utilisation ou non d'un traitement aux liants hydrauliques (cf. fascicule 1, § 4.2.1).</p> <p>En général, ces matériaux issus de roches saines et dures sont de classe VC1 et sont insensibles à l'eau et ils peuvent être utilisés en couche de forme :</p> <ul style="list-style-type: none"> • soit dans leur état naturel après avoir éliminés ou fragmentés, les éléments grossiers ne permettant pas le réglage de la plateforme conformément aux exigences formulées ; • soit après avoir été traités avec un liant hydraulique¹⁰. <p>Pour les conditions de compactage, on utilisera les tables du matériau granulaire correspondant.</p>	++ ou +	pluie même forte	G : élimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plateforme	3 0 0 0
		= ou -	pas de pluie	Solution 1 : G : élimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plateforme	3 0 0 0
				Solution 2 : G : élimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1
R4 Li R4 Sa R4 Co R4 Vo De granulométrie de classe VC1	<p>Ces matériaux issus de roches relativement tendres forment une pellicule superficielle de boue lorsqu'ils sont circulés sous la pluie. Mis en œuvre dans de bonnes conditions météorologiques et s'ils ne comportent que peu, ou, mieux, pas d'éléments fins, ils forment une croûte sous la circulation qui leur confère une très bonne tenue aux sollicitations du trafic.</p> <p>Ces matériaux peuvent également être traités avec un liant hydraulique dans les mêmes conditions que ceux des classes R3 Li, R3 Sa, R3 Co et R3 Vo¹⁰.</p>	++ ou +	pluie même forte	G : élimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plateforme S : mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3
		= ou -	pas de pluie	Solution 1 : G : élimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plateforme S : mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3
				Solution 2 : G : élimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du matériau + liant W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1
R4 Li R4 Sa R4 Co R4 Vo Autres granulométries (de classe VC2 ou $D_{max} < 63$ mm)	<p>Leurs conditions d'utilisation en couche de forme sont celles de la classe de sol à laquelle ils correspondent. Ces matériaux issus de roches relativement tendres ne sont pas suffisamment charpentés pour envisager leur emploi en couche de forme sans traitement avec un liant hydraulique¹⁰.</p> <p>Ceci suppose l'élimination des éléments grossiers incompatibles avec la bonne exécution du malaxage.</p>	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange matériau + liant.	NON
		= ou -	pas de pluie	G : élimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du matériau avec le liant W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1

10. La réalisation d'une couche de forme traitée nécessite une étude de traitement conformément au GTS et aux normes NF P94-102 et, sur le chantier, une attention particulière à la gestion des teneurs en eau vis-à-vis des objectifs issus de l'étude.

Classe de roche	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS
R5 Li R4 CI	Ces matériaux issus de roches calcaires ou argileuses très tendres nécessitent un traitement avec un liant hydraulique pour pouvoir être utilisés en couches de forme ¹¹ . Le traitement s'effectue le plus généralement en place. La faible résistance de la roche mère permet d'absorber dans les malaxeurs à outils animés des blocs relativement importants.	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange matériau + liant.	NON
		= ou -	pas de pluie	G : élimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du matériau avec le liant W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1
R1 Me R2 Me R3 Me	Pour les roches à débit en blocs (gneiss, quartzite, amphibolite...), on se ramènera aux conditions d'utilisation des R1 Vo, R2 Vo, R3 Vo. Pour les roches à débit en plaque (schistes, micaschistes...), la possibilité d'utilisation en couche de forme devra : <ul style="list-style-type: none"> passer par une fragmentation afin de limiter la taille des plaques pour favoriser l'imbrication et permettre le réglage ; être validée par une planche d'essais afin de déterminer les performances mécaniques. faire l'objet d'une conception vérifiant les besoins de drainage et/ou d'imperméabilisation. Ces matériaux métamorphiques comportent fréquemment des pyrites ou autres minéraux perturbateurs de prise ¹¹ .	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant généralement pas une mise en œuvre satisfaisante.	NON
		= ou -	pas de pluie	Solution 1 : G : élimination de la fraction 0/d et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plateforme S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné Solution 2 : traitement G : élimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du matériau avec le liant W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	4 0 0 1 2 1 0 1
R4 Me	Pour les roches à débit en blocs (gneiss, quartzite, amphibolite...), on se reportera aux conditions d'utilisation des R4 Vo. Pour les roches à débit en plaque (schistes, micaschistes...), l'utilisation en couche de forme traitée et non traitée n'est possible qu'après étude spécifique précisant les modalités d'élaboration. Dans le cas d'une couche de forme traitée, la présence de micas en grand nombre peut conduire à une absence de prise ¹¹ . De même, certains schistes, riches en sulfures, génèrent des gonflements importants lors du traitement.	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant généralement pas une mise en œuvre satisfaisante.	NON
		= ou -	pas de pluie	G : élimination de la fraction 0/d et de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du matériau avec le liant W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	4 1 0 1
R5 Sa R5 Co R5 Vo R5 Me R5 CI	Matériaux issus de roches très friables dont les possibilités d'emploi en couche de forme sont celles des sols auxquels on prévoit qu'ils seront assimilables. Se reporter aux tableaux de ces sols.				
R3 CI	Roche normalement inutilisable en couche de forme. En raison de sa dureté, son comportement dégradable peut n'apparaître qu'à long terme. L'essai de dégradabilité n'est donc pas totalement adéquat pour caractériser ce potentiel d'évolution. L'évaluation du comportement à long terme peut être menée par la poursuite des essais de dégradabilité sur un plus grand nombre de cycles (par exemple une vingtaine au lieu des quatre de la norme). En l'absence d'évolution et sous réserve de vérification du LA, on se reportera à la classe R3 Sa R3 Co ou R3 Li.				
R3 Xxd R4 Cld1 R4 Cld2 R4 Xxd SR1 SR2 SR3 SR4 SR5	Roches normalement inutilisables en couche de forme				

11. La réalisation d'une couche de forme traitée nécessite une étude de traitement conformément au GTS et aux normes NF P94-102 et, sur le chantier, une attention particulière à la gestion des teneurs en eau vis-à-vis des objectifs issus de l'étude.

Sous-classe	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS
AN-G2 Schistes houillers non brûlés (dits « schistes noirs »)	Ces matériaux issus de roches relativement tendres forment une pellicule superficielle de boue lorsqu'ils sont circulés sous la pluie. Mis en œuvre ¹² dans de bonnes conditions météorologiques et s'ils ne comportent que peu, ou, mieux, pas d'éléments fins, ils forment une croûte sous la circulation qui leur confère une très bonne tenue aux sollicitations du trafic. Ces matériaux peuvent également être traités avec un liant hydraulique ¹³ .	++ ou +	pluie même forte	G : élimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plateforme S : mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3
		= ou -	pas de pluie	Solution 1 : G : élimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plateforme S : mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3
				Solution 2 : G : élimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du matériau + liant W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1
AN-G3	Matériaux normalement inutilisables en couche de forme				NON

Sous-classe	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS
AR-A51 Graves de recyclage : matériaux de démolition, sans plâtre, épurés des éléments putrescibles, concassés, criblés, déferrailés, homogénéisés	Matériaux issus d'une élaboration leur conférant les propriétés d'une grave dont la résistance mécanique et la sensibilité à l'eau sont variables et dépendantes du processus d'élaboration. On adoptera les conditions d'utilisation et de compactage applicables à la classe de sols correspondant aux paramètres de granulométrie, d'argilosité, d'état hydrique et de résistances mécaniques (LA, MDE, FS). En général, ces matériaux peuvent être utilisés en couche de forme : • soit dans leur état naturel ¹² après avoir été éliminés ou fragmentés, les éléments grossiers ne permettant pas le réglage de la plateforme conformément aux exigences formulées ; • soit après avoir été traités avec un liant hydraulique ¹³ .	++ ou +	pluie même forte	G : élimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plateforme	3 0 0 0
		= ou -	pas de pluie	Solution 1 : G : élimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plateforme	3 0 0 0
				Solution 2 : G : élimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1
AR-A52 Matériaux de démolition en mélange, non concassés, contenant une faible proportion d'indésirables	Matériaux normalement inutilisables en couche de forme.				NON
AR-A53 Matériaux de démolition en mélange, non concassés, contenant une forte proportion d'indésirables	Matériaux normalement inutilisables en couche de forme.				NON

12. La réalisation d'une couche de forme non traitée nécessite la vérification des critères du § 4.2 du fascicule 1. La sensibilité à l'eau de ces matériaux se caractérise avec les mêmes critères sur les sols.

13. La réalisation d'une couche de forme traitée nécessite une étude de traitement conformément au GTS et aux normes NF P94-102 et, sur le chantier, une attention particulière à la gestion des teneurs en eau vis-à-vis des objectifs issus de l'étude.

Sous-classe	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS
AM-B1 Mâchefers d'incinération de déchets non dangereux	Pour une utilisation en couche de forme non traitée, le matériau devra répondre à tous les critères du § 4.2 du fascicule 1. La sensibilité à l'eau des MIDND ne provenant pas de particules argileuses, le critère d'insensibilité à l'eau passe à $63 \mu\text{m} \leq 10\%$ et $\text{CBRI} > 20$. Par ailleurs le matériau devra respecter les critères $\text{LA} \leq 45$ et $\text{MDE} \leq 45$. Les graves de mâchefers présentent un caractère sensible à l'eau qu'il faut prendre en compte lors de la réalisation du chantier. Les graves de mâchefer doivent être mis en œuvre en couche de forme à l'état hydrique « m ». En cas de condition de forte pluie, le chantier doit être arrêté.	++	pluie forte	Situation météorologique ne permettant pas une mise en œuvre correcte.	NON
		+ = -	Pas de pluie forte	Solution 1 : non traité W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique	0100
				Solution 2 : traitement avec un liant hydraulique W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique	0111
AM-C1a Cendres volantes (CVCT) silico-alumineuses de charbon	La grande sensibilité à l'eau de ces matériaux implique de les traiter pour les utiliser en couche de forme ¹⁴ . Le traitement est réalisé le plus souvent en place.	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant.	NON
		= ou -	pas de pluie	W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0122

14. La réalisation d'une couche de forme traitée nécessite une étude de traitement conformément au GTS et aux normes NF P94-102 et, sur le chantier, une attention particulière à la gestion des teneurs en eau vis-à-vis des objectifs issus de l'étude.

Classe de roche	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS
AM-D1 Laitier granulé / vitrifié de haut fourneau	Généralement matériau non utilisable seul en couche de forme				
AM-D2 Laitier cristallisé de haut fourneau	En général, ces matériaux peuvent être utilisés en couche de forme : <ul style="list-style-type: none"> soit dans leur état naturel¹⁵ après avoir été éliminés ou fragmentés, les éléments grossiers ne permettant pas le réglage de la plateforme conformément aux exigences formulées ; par ailleurs, le matériau devra respecter les critères LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 ; soit après avoir été traités avec un liant hydraulique¹⁵. 	++ ou +	pluie même forte	G : élimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plateforme	3 0 0 0
		= ou -	pas de pluie	Solution 1 : G : élimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plateforme	3 0 0 0
				Solution 2 : G : élimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1
AM-D3 Laitier de convertisseur à oxygène	Matériau présentant un risque de gonflement	Matériaux normalement inutilisables en couche de forme.			
AM-D4 Laitier d'aciérie en filière carbone AM-D5 Laitier d'aciérie en filière Inox et allié	En général, ces matériaux peuvent être utilisés en couche de forme : <ul style="list-style-type: none"> soit dans leur état naturel¹⁵ après avoir été éliminés ou fragmentés, les éléments grossiers ne permettant pas le réglage de la plateforme conformément aux exigences formulées ; par ailleurs, le matériau devra respecter les critères LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 ; soit après avoir été traités avec un liant hydraulique¹⁶. 	++ ou +	pluie même forte	G : élimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plateforme	3 0 0 0
		= ou -	pas de pluie	Solution 1 : G : élimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plateforme	3 0 0 0
				Solution 2 : G : élimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1
AM-D6 Laitier de métallurgie secondaire	Matériaux d'une grande variabilité généralement insensibles à l'eau. En fonction de la texture du matériau, on le rapproche d'une roche ou bien d'un sol avec des éléments fins. La sensibilité à l'eau du matériau dépend très largement de la teneur en fines, ce qui conditionne les paramètres de mise en œuvre.	En fonction de la texture du matériau et de sa granularité, il faut le rapprocher d'un comportement sableux, silteux ou graveleux et étudier au cas par cas les possibilités de traitement.			

15. La réalisation d'une couche de forme non traitée nécessite la vérification des critères du § 4.2 du fascicule 1. La sensibilité à l'eau de ces matériaux se caractérise avec les mêmes critères sur les sols.

16. La réalisation d'une couche de forme traitée nécessite une étude de traitement conformément au GTS et aux normes NF P94-102 et, sur le chantier, une attention particulière à la gestion des teneurs en eau vis-à-vis des objectifs issus de l'étude.

Classe de roche	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS
AM-F1 Sables de fonderie	Matériaux d'une grande variabilité	Matériau normalement inutilisable en couche de forme à l'état naturel. Nécessite une étude particulière pour mise en œuvre traitée. S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné			0 0 1 1
AM-G1 Schistes houillers brûlés (dits « schistes rouges »)	Leurs conditions d'utilisation en couche de forme sont celles de la classe de sol à laquelle ils correspondent. En général, ces matériaux sont de classe VC1 et sont insensibles à l'eau et ils peuvent être utilisés en couche de forme : <ul style="list-style-type: none"> • soit dans leur état naturel¹⁷ après avoir été éliminés ou fragmentés, les éléments grossiers ne permettant pas le réglage de la plateforme conformément aux exigences formulées ; • soit après avoir été traités avec un liant hydraulique¹⁸. 	++ ou +	pluie même forte	G : élimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plateforme	3 0 0 0
		= ou -	pas de pluie	Solution 1 : G : élimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plateforme	3 0 0 0
				Solution 2 : G : élimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : arrosage ou humidification pour gestion de l'état hydrique T : traitement avec un liant hydraulique S : application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1

17. La réalisation d'une couche de forme non traitée nécessite la vérification des critères du § 4.2 du fascicule 1. La sensibilité à l'eau de ces matériaux se caractérise avec les mêmes critères sur les sols.

18. La réalisation d'une couche de forme traitée nécessite une étude de traitement conformément au GTS et aux normes NF P94-102 et, sur le chantier, une attention particulière à la gestion des teneurs en eau vis-à-vis des objectifs issus de l'étude.

ANNEXE 4 - COMPACTAGE DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME

AIDE À LA DÉTERMINATION PRATIQUE DES CONDITIONS DE COMPACTAGE POUR LES REMBLAIS ET LES COUCHES DE FORME

Les paramètres auxiliaires

■ Le nombre de passes n et le nombre d'applications de charge N

Une passe est par définition un aller ou un retour de compacteur.

La valeur N indiquée dans les tableaux est le nombre d'applications de charge. N et n coïncident pour les compacteurs monocylindres et les compacteurs à pneus. Pour un tandem longitudinal, le nombre de passes à considérer est la moitié de N, par le fait qu'une passe constitue deux applications de charge.

La valeur N indiquée correspond en outre au cas de la mise en œuvre en épaisseur égale à l'épaisseur maximale. Elle est calculée par le rapport $N = e / (Q/S)$, arrondi à l'entier supérieur.

Pour une épaisseur inférieure à l'épaisseur maximale, N est calculée par l'expression :

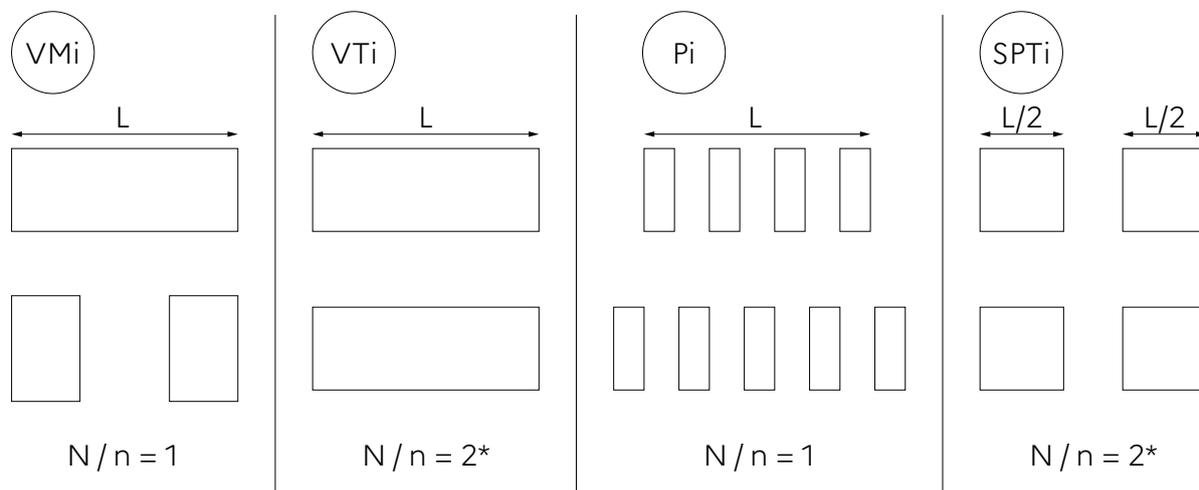
$$N = e \text{ réelle compactée} / (Q/S)$$

Les valeurs de N figurent pour mieux se représenter le cas de compactage.

Elles sont indicatives, la priorité étant donnée au respect du paramètre Q/S selon les conditions définies précédemment.

■ Définition de la largeur de compactage L

Elle correspond à la largeur compactée et est illustrée dans les divers schémas ci-après. La terminologie « largeur effective » est supprimée au profit du concept de nombre d'applications de charges N défini précédemment, et du facteur « morphologique » N/n.



*Le recouvrement doit être total entre essieux AV et AR.

■ Le débit par unité de largeur de compactage Q/L

Il correspond au débit théorique (avant application du coefficient de rendement k) qu'aurait un compacteur monocylindre ($n = N$) d'un mètre de largeur, en respectant les prescriptions de Q/S, e et V. On le calcule, avec les unités utilisées (Q/L en m^3/h ; Q/S en m et V en km/h), par :

$$Q/L = 1000 \times (Q/S) \times V$$

La valeur fournie est indicative. Elle est à recalculer, par exemple dans le cas d'un matériel Pi ou SPi, si la vitesse moyenne réelle est inférieure à la vitesse moyenne indiquée dans les tableaux.

Elle permet de prévoir le débit pratique attendu pour un compacteur donné, par :

$$Q_{\text{prat}} = k \times (Q/L) \times L \times (N/n)$$

Le coefficient de rendement k peut être estimé entre 0,5 et 0,75 suivant les chantiers ; il représente le rapport entre le temps utile de compactage (le temps durant lequel le matériel est effectivement utilisé sur la zone à compacter avec des paramètres de fonctionnement corrects : vitesse de translation, fréquence, moment des excentriques pour un rouleau vibrant) et le temps de présence du compacteur sur chantier.

On peut ainsi évaluer le nombre de matériels nécessaire, connaissant la cadence du chantier.

Les valeurs de Q/L permettent également de situer les différentes classes et familles de compacteurs entre elles.

Lecture des tableaux - Exemples d'application

■ Cas des compacteurs Pi, V1, V2, Vpi, SPi et PQi (colonne unique)

Exemple : sol S1, en remblai (qualité q4)

Modalités		Compacteur P1		
code 2 Le code à retenir provient des tableaux d'utilisation des sols (fonction de l'état hydrique et de la météo)	Q/S	0,060		Valeur (en m) constante quel que soit le choix d'épaisseur
	e	0,30		
	V	5,0		
	N	5		Nombre d'applications de charge : arrondi supérieur de e réel/(Q/S), donné pour ce tableau, Si e = 0,20 alors N = 4 Débit par mètre de largeur $Q_{\text{prat}} = k \times (Q/L) \times L \times (N/n)$ Si k = 0,6 L = 2 m N/n = 1 Q _{prat} = 360 m ³ /h
	Q/L	300		

■ Cas des compacteurs V3 à V5 (colonne dédoublée : encadrement des conditions possibles)

Exemple : sol S1, en remblai

Modalités		Compacteur V3		
code 2	Q/S	0,120		Valeur constante quel que soit le choix du couple épaisseur/vitesse
	e	0,30	0,75	Colonne de droite : choix V faible 2,0 km/h privilégiant e élevée (0,75 m)
	• V	5	2	Colonne de gauche : choix du débit maximal, avec
	N	3	7	V élevée bornée à 5 km/h au maximum et e fixée à 0,30 m
	Q/L	600	240	Mêmes règles de calcul que précédemment dans chaque colonne

On observe qu'une vitesse plus élevée s'accompagne nécessairement d'une épaisseur réduite, à cause du gradient de densité plus accentué dans la couche. Moyennant le respect de ces conditions, le débit est cependant plus élevé.

Il est bien entendu interdit de panacher les chiffres en provenance des deux colonnes (l'épaisseur la plus élevée avec la vitesse la plus élevée).

Dans le cas où l'épaisseur nominale prévue (ou retenue) pour le chantier (e chantier) est comprise entre les deux épaisseurs ci-dessus, il est possible de déterminer les conditions optimales de comptage en calculant :

- la vitesse moyenne du compacteur vibrant à partir de la relation $V \times e = \text{cste}$ (les valeurs prises en compte sont celles données colonne de droite: V minimale et e maximale):

$$V = \frac{(X+V \times e)}{(e \text{ chantier})}$$

- Q/L à partir de la relation :

$$Q/L = 1000 \times V \times Q/S$$

- N est toujours pris égal à :

$$\frac{(e \text{ chantier})}{Q/S}$$

Les valeurs ainsi calculées sont alors utilisées à titre de prescriptions comme si elles étaient directement lues dans les tableaux.

Ainsi, dans l'exemple précédent, si l'épaisseur prévue pour le chantier est 0,50 m, il sera défini :

Modalités		V3
code 2	Q/S	0,120
	e	0,50
	V	3
	N	5
	Q/L	360

$$V = \frac{0,75 \times 2}{0,5} = 3$$

$$N = \frac{0,5}{0,120} = 4,2 \text{ arrondi à } 5$$

$$Q/L = 1000 \times 3 \times 0,120 = 360$$

■ Cas des compacteurs mixtes ou tandems différenciés

Pour ces compacteurs considérés comme une somme de deux compacteurs, les prescriptions sont à établir à partir des règles suivantes :

- Q/S est la somme des Q/S des deux compacteurs considérés ;
- e est la plus petite des valeurs données pour les deux compacteurs [lorsqu'un choix (V, e) est possible (vibrant > V3) on cherche à accorder les possibilités des deux compacteurs.] ;
- V est la plus faible des valeurs données pour les deux compacteurs ;
- N est l'arrondi supérieur de : $e / (\text{somme des } Q/S)$;
- $N/n = 1$ du fait de la prise en compte de la combinaison des deux compacteurs ;
- Q/L est déterminé par : $1000 \times V \times (\text{somme des } Q/S)$.

Exemple d'un compacteur mixte (P1 + VM3) sur sol S1 :

Q/S	0,180	(0,06 + 0,120)
e	0,30	
V	5	
N	2	
Q/L	900	

■ Cas des ateliers de compactage

Les modalités d'utilisation (épaisseur et vitesse) correspondent à la classe de compacteur considéré. Seule est à considérer la répartition du travail, qui peut être différente selon les engins, avec :

- Q: le volume de sol (global) compacté ;
- S1, S2...: la surface balayée par chacun des compacteurs ;
- Q/S tableau: la valeur lue dans les tableaux.

Ceci implique, pour les valeurs (Q/S1), (Q/S2) de chaque compacteur, que la condition suivante soit remplie :

$$Q/S \text{ tableau} \left[\frac{1}{(Q/S_1)} + \frac{1}{(Q/S_2)} + \frac{1}{(Q/S_3)} \dots \right] \geq 1$$

Exemple: cas d'un remblai en sol VC1F1s, compacté par deux vibrants monocylindres V4 (L = 2 m) – Q = 2400 m³ en une journée. Épaisseur compactée: 0,40 m.

Q/S	0,05
e	0,40
V	2
N	8
Q/L	100

La vitesse ne peut excéder 2 km/h pour cette épaisseur.

Le débit théorique d'un compacteur (2 x 100 = 200 m³/h) montre que 12 heures utiles de V4 sont nécessaires. Le temps de présence

sur chantier est estimable en divisant le temps utile par le coefficient de rendement (ex: k = 0,75 conduit à 16 h = 2 x 8 h).

Si les valeurs de S en fin de journée sont :

S1 = 24000 m² (soit 6 h de temps utile) Q/S1 = 0,100

S2 = 18000 m² (soit 4,5 de temps utile) Q/S2 = 0,133

$$Q/S \text{ tableau} \left[\frac{1}{(Q/S_1)} + \frac{1}{(Q/S_2)} \right] = 0,875 (< 1)$$

il y a insuffisance de compactage.

TABLEAUX DE COMPACTAGE

Les tableaux d'utilisation des sols (annexes 2 et 3) doivent être consultés au préalable afin de :

- connaître les conditions de compactage requises (qualité, énergie de compactage) en fonction des conditions d'utilisation (état d'humidité, météorologie, traitement) ;
- constater une éventuelle assimilation des conditions d'utilisation d'un sol à celles d'un autre (exemple: R4 Li à VC1 ou VC2).

F1, VC2F1(*)

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
Énergie de compactage faible Code 3	Q/S	0,080	0,120	0,180	0,055	0,085	0,125		0,165		0,205		0,055	0,085	0,165	0,205	0,265	0,070	0,100		0,065
	e V	0,30 5,0	0,45 ⁽¹⁾ 5,0	0,60 ⁽¹⁾ 5,0	0,25 2,0	0,35 2,5	0,30 4,0	0,50 2,5	0,35 ⁽¹⁾ 5,0	0,65 ⁽¹⁾ 2,5	0,40 ⁽¹⁾ 5,0	0,80 ⁽¹⁾ 2,5	0,25 ⁽²⁾ 2,0	0,30 ⁽²⁾ 3,0	0,30 ⁽²⁾ 4,0	0,35 ⁽²⁾ 5,0	0,40 ⁽²⁾ 5,0	0,25 ⁽²⁾ 8,0	0,40 ⁽²⁾ 8,0	0	0,20 ⁽¹⁾ 1,0
	N Q/L	4 400	4 600	4 900	5 110	5 215	3 500	4 315	3 825	4 415	2 1025	4 515	5 110	4 255	2 660	2 1025	2 1325	4 560	4 800		3 65
Énergie de compactage moyenne Code 2	Q/S	0,045	0,065	0,095		0,040	0,065		0,085		0,100			0,040	0,085	0,100	0,130	0,040	0,070		
	e V	0,25 5,0	0,35 5,0	0,45 5,0	0	0,25 2,0	0,30 2,5	0,40 2,0	0,30 3,5	0,50 2,0	0,30 4,0	0,60 2,0	0	0,25 ⁽²⁾ 2,0	0,30 ⁽²⁾ 2,5	0,30 ⁽²⁾ 3,5	0,30 ⁽²⁾ 4,0	0,20 ⁽²⁾ 8,0	0,30 ⁽²⁾ 8,0	0	0
	N Q/L	6 225	6 325	5 475		7 80	5 165	7 130	4 300	6 170	3 400	6 200		7 80	4 215	3 350	3 520	5 320	5 560		
Énergie de compactage intense Code 1	Q/S		0,035	0,050		0,025	0,040		0,050		0,065			0,025	0,050	0,065	0,085		0,035		
	e V	0	0,20 5,0	0,30 5,0	0	0,20 2,0		0,30 2,0	0,30 2,5	0,40 2,0	0,30 3,0	0,45 2,0	0	0,20 2,0	0,30 2,0	0,30 2,5	0,30 3,0	0	0,25 8,0	0	0
	N Q/L		6 175	6 250		8 50		8 80	6 125	8 100	5 195	7 130		8 50	6 100	5 165	4 255		8 280		

Q/S	(m)
e	(m)
V	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Impose que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

(1) S'assurer de la traficabilité du compacteur.

(2) Prévoir une opération annexe pour effacer les empreintes lorsqu'il y a risque de pluie (rabotage des centimètres supérieurs ou emploi d'un autre type de compacteur si celui-ci apporte l'effet souhaité).

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

F2, VC2F2(*)

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
Énergie de compactage faible Code 3	Q/S	0,050	0,080	0,120	0,040	0,060	0,090		0,120		0,145		0,040	0,060	0,120	0,145	0,190	0,065	0,100		
	e v	0,25 5,0	0,35 5,0	0,45 5,0	0,20 2,0	0,30 2,0	0,30 3,0	0,35 2,5	0,30 4,0	0,45 2,5	0,30 5,0	0,60 2,5	0,20 ⁽²⁾ 2,0	0,30 ⁽²⁾ 2,0	0,30 ⁽²⁾ 3,0	0,30 ⁽²⁾ 4,0	0,30 ⁽²⁾ 5,0	0,25 ⁽²⁾ 8,0	0,40 ⁽²⁾ 8,0	0	0
	N Q/L	5 250	5 400	4 600	5 80	5 120	4 270	4 225	3 480	4 300	3 725	5 365	5 80	5 120	3 360	3 580	2 950	4 520	4 800		
Énergie de compactage moyenne Code 2	Q/S	0,030	0,050	0,070		0,035	0,050		0,065		0,080			0,035	0,065	0,080	0,105	0,035	0,060		
	e v	0,20 5,0	0,25 5,0	0,35 5,0	0	0,20 2,0		0,30 2,0	0,30 2,5	0,40 2,0	0,30 3,0	0,45 2,0	0	0,20 ⁽²⁾ 2,0	0,30 ⁽²⁾ 2,0	0,30 ⁽²⁾ 2,5	0,30 ⁽²⁾ 3,0	0,20 ⁽²⁾ 8,0	0,30 ⁽²⁾ 8,0	0	0
	N Q/L	7 150	5 250	5 350		6 70		6 100	5 165	7 130	4 240	6 160		6 70	5 130	4 200	3 315	6 280	5 480		
Énergie de compactage intense Code 1	Q/S		0,030	0,040			0,035		0,045		0,055				0,045	0,055	0,070		0,030		
	e v	0	0,20 5,0	0,30 5,0	0	0		0,25 2,0		0,35 2,0	0,30 2,5	0,40 2,0	0	0	0,25 2,0	0,30 2,0	0,30 2,5	0	0,20 8,0	0	0
	N Q/L		7 150	8 200				8 70		8 90	6 140	8 110			6 90	6 110	5 175		7 240		

Q/S	(m)
e	(m)
v	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Imposer que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

(2) Prévoir une opération annexe pour effacer les empreintes lorsqu'il y a risque de pluie (rabotage des centimètres supérieurs ou emploi d'un autre type de compacteur si celui-ci apporte l'effet souhaité).

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

F3, VC2F3(*)

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
Énergie de compactage faible Code 3	Q/S	0,020	0,040	0,060		0,040	0,055		0,070		0,085			0,040	0,070	0,085	0,110	0,040	0,070		
	e v	0,20 5,0	0,25 5,0	0,35 5,0	0	0,20 2,0		0,25 2,0	0,30 2,5	0,35 2,0	0,30 3,0	0,45 2,0	0	0,20 ⁽²⁾ 2,0	0,25 ⁽²⁾ 2,0	0,30 ⁽²⁾ 2,5	0,30 ⁽²⁾ 3,0	0,25 ⁽²⁾ 8,0	0,35 ⁽²⁾ 8,0	0	0
	N Q/L	10 100	7 200	6 300		5 80		5 110	5 175	5 140	4 255	6 170		5 80	4 140	4 215	4 330	7 320	5 560		
Énergie de compactage moyenne Code 2	Q/S		0,030	0,050			0,035		0,045		0,055				0,045	0,055	0,070	0,025	0,045		
	e v	0	0,20 5,0	0,30 5,0	0	0		0,20 2,0		0,25 2,0		0,30 2,0	0	0	0,20 2,0	0,25 2,0	0,30 2,0	0,20 8,0	0,25 8,0	0	0
	N Q/L		7 150	6 250				6 70		6 90		6 110			5 90	5 110	5 140	8 200	6 360		
Énergie de compactage intense Code 1	Q/S			0,030					0,030		0,035					0,035	0,045		0,025		
	e v	0	0	0,20 5,0	0	0	0	0		0,20 2,0		0,25 2,0	0	0	0	0,20 2,0	0,25 2,0	0	0,20 8,0	0	0
	N Q/L			7 150						7 60		8 70				6 70	6 90		8 200		

Q/S	(m)
e	(m)
v	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Imposer que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

(2) Prévoir une opération annexe pour effacer les empreintes lorsqu'il y a risque de pluie (rabotage des centimètres supérieurs ou emploi d'un autre type de compacteur si celui-ci apporte l'effet souhaité).

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

F4, VC2F4^(*)

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4	V5 ⁽⁴⁾		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5 ⁽²⁾⁽⁴⁾		SP1	SP2	PQ3	PQ4
Énergie de compactage moyen Code 2	Q/S									0,035						0,040			⁽³⁾		
	e V	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25 2,0	0,30 3,0	0	0	0	0	0,25 2,0	0,30 3,0	0		0	0
	N Q/L								0	8 70	8 105					6 80	8 120				

Q/S	(m)
e	(m)
V	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

(*) Impose que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

(2) Prévoir une opération annexe pour effacer les empreintes lorsqu'il y a risque de pluie (rabotage des centimètres supérieurs ou emploi d'un autre type de compacteur si celui-ci apporte l'effet souhaité).

(3) À définir sur planches d'essais.

(4) Les valeurs sont données à titre indicatif. Elles résultent d'expérimentations en vraie grandeur (A34 et TER DOUEST).

I1, VC211(*)

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
Énergie de compactage faible Code 3	Q/S	0,090	0,130	0,200	0,060	0,095	0,145		0,195		0,235									0,065	0,100
	e V	0,30 5,0	0,45 5,0	0,60 5,0	0,30 2,0	0,40 2,5	0,30 5,0	0,60 2,5	0,40 5,0	0,80 2,5	0,45 5,0	0,95 2,5	0	0	0	0	0	0	0	0,20 1,0	0,30 1,0
	N Q/L	4 450	4 650	3 1000	5 120	5 240	3 725	5 365	3 975	5 490	2 1175	4 590								4 65	3 100
Énergie de compactage moyenne Code 2	Q/S	0,050	0,080	0,105	0,030	0,050	0,075		0,100		0,120										
	e V	0,25 5,0	0,35 5,0	0,45 5,0	0,20 2,0	0,30 2,0	0,30 3,0	0,45 2,0	0,30 4,0	0,60 2,0	0,30 5,0	0,75 2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20 1,0
	N Q/L	5 250	5 400	5 525	7 60	6 100	4 225	6 150	3 400	6 200	3 600	7 240									4 50
Énergie de compactage intense Code 1	Q/S		0,040	0,060		0,030	0,040		0,055		0,065										
	e V	0	0,20 5,0	0,30 5,0	0	0,20 2,0		0,30 2,0	0,35 2,5	0,40 2,0	0,30 3,5	0,50 2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N Q/L		5 200	5 300		7 60		8 80	7 140	8 110	5 230	8 130									

Q/S	(m)
e	(m)
V	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Impose que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

I2, VC212(*)

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
Énergie de compactage faible Code 3	Q/S	0,045	0,075	0,120	0,045	0,075	0,110		0,145		0,180		0,045	0,075	0,145	0,180	0,235	0,080	0,120	0,050	0,085
	e v	0,20 5,0	0,30 5,0	0,45 5,0	0,25 2,0	0,30 2,5	0,30 3,5	0,45 2,5	0,30 5,0	0,60 2,5	0,35 5,0	0,70 2,5	0,25 ⁽²⁾ 2,0	0,30 ⁽²⁾ 2,5	0,30 ⁽²⁾ 3,5	0,30 ⁽²⁾ 5,0	0,35 ⁽²⁾ 5,0	0,25 ⁽²⁾ 8,0	0,40 ⁽²⁾ 8,0	0,20 1,0	0,25 1,0
	N Q/L	5 225	4 375	4 600	6 90	4 190	3 385	5 275	3 725	5 365	2 900	4 450	6 90	4 190	3 510	2 900	2 1175	4 640	4 960	4 50	3 85
Énergie de compactage moyenne Code 2	Q/S	0,030	0,050	0,075		0,040	0,060		0,080		0,095			0,040	0,080	0,095	0,125	0,050	0,075		
	e v	0,20 5,0	0,25 5,0	0,35 5,0	0	0,25 2,0	0,30 2,5	0,35 2,0	0,30 3,0	0,50 2,0	0,30 4,0	0,60 2,0	0	0,25 ⁽²⁾ 2,0	0,30 ⁽²⁾ 2,5	0,30 ⁽²⁾ 3,0	0,30 ⁽²⁾ 4,0	0,20 ⁽²⁾ 8,0	0,30 ⁽²⁾ 8,0	0	0
	N Q/L	7 150	5 250	5 375		7 80	5 150	6 120	4 240	7 160	4 380	7 190		7 80	4 200	4 285	3 500	4 400	4 600		
Énergie de compactage intense Code 1	Q/S		0,030	0,040		0,025	0,035		0,045		0,055			0,025	0,045	0,055	0,070		0,035		
	e v	0	0,20 5,0	0,25 5,0	0	0,20 2,0		0,25 2,0	0,30 2,5	0,35 2,0	0,30 3,0	0,40 2,0	0	0,20 2,0	0,25 2,0	0,30 2,5	0,30 3,0	0	0,20 8,0	0	0
	N Q/L		7 150	7 200		8 50		8 70	7 115	8 90	6 165	8 110		8 50	6 90	6 140	5 210		6 280		

Q/S	(m)
e	(m)
v	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Imposer que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

(2) Prévoir une opération annexe pour effacer les empreintes lorsqu'il y a risque de pluie (rabotage des centimètres supérieurs ou emploi d'un autre type de compacteur si celui-ci apporte l'effet souhaité).

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

S3, S4, G3, G4, VC2S3(*), VC2S4(*), VC2G3(*), VC2G4(*)

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
Énergie de compactage faible Code 3	Q/S	0,095	0,140	0,220	0,070	0,115	0,175		0,230		0,275									0,095	0,135
	e V	0,30 5,0	0,45 5,0	0,60 5,0	0,35 2,0	0,45 2,5	0,35 5,0	0,70 2,5	0,45 5,0	0,90 2,5	0,55 5,0	1,10 2,5	0	0	0	0	0	0	0	0,25 1,0	0,35 1,0
	N Q/L	4 475	4 700	3 1100	5 140	4 290	2 875	4 440	2 1150	4 575	2 1375	4 690								3 95	3 135
Énergie de compactage moyenne Code 2	Q/S	0,055	0,085	0,115	0,035	0,055	0,085		0,115		0,140									0,045	0,065
	e V	0,25 5,0	0,35 5,0	0,45 5,0	0,20 2,0	0,35 2,0	0,30 3,5	0,50 2,0	0,30 4,5	0,65 2,0	0,35 5,0	0,80 2,0	0	0	0	0	0	0	0	0,20 1,0	0,30 1,0
	N Q/L	5 275	5 425	4 575	6 70	7 110	4 300	6 170	3 520	6 230	3 700	6 280								5 45	5 65
Énergie de compactage intense Code 1	Q/S		0,040	0,065		0,030	0,045		0,060		0,075									...	0,035
	e V	0	0,20 5,0	0,30 5,0	0	0,25 2,0	0,25 2,5	0,35 2,0	0,35 3,0	0,45 2,0	0,30 4,0	0,55 2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20 1,0
	N Q/L		5 200	5 325		9 60	6 115	8 90	6 185	8 120	4 300	8 150									6 35

Q/S	(m)
e	(m)
V	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Impose que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

S1, S2, VC2S1(*), VC2S2(*)**S3ins, S4ins, VC2S3ins(*), VC2S4ins(*)**

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
Énergie de compactage faible Code 3	Q/S	0,105	0,150	0,250	0,095	0,150	0,230		0,320		0,380									0,170	0,220
	e V	0,35 5,0	0,50 5,0	0,70 5,0	0,40 2,5	0,65 2,5	0,40 5,0	0,90 2,5	0,60 5,0	1,25 2,5	0,75 5,0	1,50 2,5	0	0	0	0	0	0	0	0,40 1,0	0,55 1,0
	N Q/L	4 525	4 750	3 1250	5 240	5 375	2 1150	4 575	2 1600	4 800	2 1900	4 950								3 170	3 220
Énergie de compactage moyenne Code 2	Q/S	0,060	0,090	0,120	0,050	0,080	0,120		0,165		0,200									0,065	0,090
	e V	0,30 5,0	0,40 5,0	0,60 5,0	0,30 2,0	0,45 2,0	0,30 5,0	0,75 2,0	0,40 5,0	0,95 2,0	0,50 5,0	1,20 2,0	0	0	0	0	0	0	0	0,35 1,0	0,50 1,0
	N Q/L	5 300	5 450	5 600	6 100	6 160	3 600	7 240	3 825	6 330	3 1000	6 400								6 65	6 90
Énergie de compactage intense Code 1	Q/S	0,030	0,045	0,070	0,025	0,040	0,060		0,085		0,105									0,025	0,055
	e V	0,25 5,0	0,30 5,0	0,45 5,0	0,25 2,0	0,35 2,0	0,30 3,5	0,50 2,0	0,30 4,5	0,65 2,0	0,30 5,0	0,80 2,0	0	0	0	0	0	0	0	0,25 1,0	0,35 1,0
	N Q/L	9 150	7 225	7 350	10 50	9 80	5 210	9 120	4 385	8 170	3 525	8 210								10 25	7 55

Q/S	(m)
e	(m)
V	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Impose que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

G1, G2, VC2G1(*), VC2G2(*)

G3ins, G4ins, VC2G3ins(*), VC2G4ins(*)

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
Énergie de compactage faible Code 3	Q/S	0,100	0,150	0,240	0,090	0,140	0,205		0,275		0,340									0,150	0,200
	e	0,30	0,45	0,65	0,35	0,55	0,40	0,80	0,55	1,10	0,65	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0,35	0,50
	V	5,0	5,0	5,0	2,5	2,5	5,0	2,5	5,0	2,5	5,0	2,5								1,0	1,0
N	3	3	3	4	4	2	4	2	4	2	4	3	150	3	200						
Q/L	500	750	1200	225	350	1025	515	1375	690	1700	850										
Énergie de compactage moyenne Code 2	Q/S	0,055	0,090	0,115	0,045	0,070	0,105		0,140		0,175									0,060	0,085
	e	0,25	0,35	0,50	0,25	0,40	0,30	0,65	0,35	0,80	0,40	1,05	0	0	0	0	0	0	0	0,30	0,40
	V	5,0	5,0	5,0	2,0	2,0	4,5	2,0	5,0	2,0	5,0	2,0								1,0	1,0
N	5	4	5	6	6	3	7	3	6	3	6	5	60	5	85						
Q/L	275	450	575	90	140	475	210	700	280	875	350										
Énergie de compactage intense Code 1	Q/S	0,030	0,045	0,070	0,025	0,035	0,055		0,075		0,095									0,020	0,050
	e	0,20	0,25	0,40	0,20	0,30	0,30	0,45	0,30	0,55	0,30	0,70	0	0	0	0	0	0	0	0,20	0,30
	V	5,0	5,0	5,0	2,0	2,0	3,0	2,0	4,0	2,0	4,5	2,0								1,0	1,0
N	7	6	6	8	9	6	9	4	8	4	8	10	20	6	50						
Q/L	150	225	350	50	70	165	110	300	150	430	190										

Q/S	(m)
e	(m)
V	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Impose que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

VC1F1(*), VC1I1(*), VC1S3(*), VC1S4(*), VC1G3(*), VC1G4(*)

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1(**)	VP2(**)	VP3(**)	VP4(**)	VP5(**)	SP1(**)	SP2(**)	PQ3	PQ4
Énergie de compactage faible Code 3	Q/S	0,070	0,100	0,150	0,050	0,080	0,120		0,160		0,190		0,050	0,080	0,160	0,190	0,245	0,070	0,100		0,065
	e V	0,25 5,0	0,35 5,0	0,50 5,0	0,25 2,0	0,30 2,5	0,30 4,0	0,50 2,5	0,30 5,0	0,65 2,5	0,40 5,0	0,75 2,5	0,25 (2) 2,0	0,30 (2) 2,5	0,30 (2) 4,0	0,30 (2) 5,0	0,40 (2) 5,0	0,25 (2) 8,0	0,40 (2) 8,0	0	0,25 1,0
	N Q/L	4 350	4 500	4 750	5 100	4 200	3 480	5 300	2 800	5 400	3 950	4 475	5 100	4 200	2 640	2 950	2 1225	4 560	4 800		4 65
Énergie de compactage moyenne Code 2	Q/S	0,040	0,060	0,090		0,040	0,060		0,080		0,100			0,040	0,080	0,100	0,130		0,050		0,040
	e V	0,20 5,0	0,30 5,0	0,40 5,0	0	0,25 2,0	0,30 2,5	0,35 2,0	0,30 3,0	0,50 2,0	0,30 4,0	0,60 2,0	0	0,25 (2) 2,0	0,30 (2) 2,5	0,30 (2) 3,0	0,30 (2) 4,0	0	0,25 (2) 8,0	0	0,20 1,0
	N Q/L	5 200	5 300	5 450		7 80	5 150	6 120	4 240	7 160	3 400	6 200		7 80	4 200	3 300	3 520		5 400		5 40
Énergie de compactage intense Code 1	Q/S		0,030	0,050		0,025	0,040		0,050		0,065			0,025	0,050	0,065	0,085				
	e V	0	0,20 5,0	0,30 5,0	0	0,20 2,0		0,30 2,0	0,30 2,5	0,40 2,0	0,30 3,0	0,45 2,0	0	0,20 2,0	0,30 2,0	0,30 2,5	0,30 3,0	0	0	0	0
	N Q/L		7 150	6 250		8 50		8 80	6 125	8 100	5 195	7 130		8 50	6 100	5 165	4 255				

Q/S	(m)
e	(m)
V	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Impose que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

(**) Seuls les sols VC1F1 peuvent être compactés par des compacteurs à pieds dameurs.

(2) Prévoir une opération annexe pour effacer les empreintes lorsqu'il y a risque de pluie (rabotage des centimètres supérieurs ou emploi d'un autre type de compacteur si celui-ci apporte l'effet souhaité).

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

VC1F2(*), VC1F3(*), VC1I2(*)

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
Énergie de compactage faible Code 3	Q/S	0,050	0,075	0,100	0,035	0,055	0,080		0,105		0,130		0,035	0,055	0,105	0,130	0,170	0,050	0,090		0,050
	e v	0,20 5,0	0,30 5,0	0,40 5,0	0,20 2,0	0,25 2,0	0,30 2,5	0,40 2,0	0,30 3,5	0,55 2,0	0,30 4,5	0,65 2,0	0,20 ⁽²⁾ 2,0	0,25 ⁽²⁾ 2,0	0,30 ⁽²⁾ 2,5	0,30 ⁽²⁾ 3,5	0,30 ⁽²⁾ 4,5	0,20 ⁽²⁾ 8,0	0,35 ⁽²⁾ 8,0	0	0,25 1,0
	N Q/L	4 250	4 375	4 500	6 70	5 110	4 200	5 160	3 370	6 210	3 585	5 260	6 70	5 110	3 265	3 455	2 765	4 400	4 720		5 50
Énergie de compactage moyenne Code 2	Q/S	0,030	0,045	0,070		0,035	0,055		0,070		0,085			0,035	0,070	0,085	0,110		0,045		0,035
	e v	0,20 5,0	0,25 5,0	0,30 5,0	0	0,20 2,0		0,30 2,0	0,30 3,0	0,40 2,0	0,30 3,5	0,50 2,0	0	0,20 ⁽²⁾ 2,0	0,30 ⁽²⁾ 2,0	0,30 ⁽²⁾ 3,0	0,30 ⁽²⁾ 3,5	0	0,25 ⁽²⁾ 8,0	0	0,20 1,0
	N Q/L	7 150	6 225	5 350		6 70		6 110	5 210	6 140	4 300	6 170		6 70	5 140	4 255	3 385		6 360		6 35
Énergie de compactage intense Code 1	Q/S		0,025	0,040		0,025	0,035		0,045		0,055			0,025	0,045	0,055	0,070				
	e v	0	0,20 5,0	0,25 5,0	0	0,20 2,0		0,25 2,0	0,30 2,5	0,35 2,0	0,30 3,0	0,40 2,0	0	0,20 2,0	0,25 2,0	0,30 2,5	0,30 3,0	0	0	0	0
	N Q/L		8 125	7 200		8 50		8 70	7 115	8 90	6 165	8 110		8 50	6 90	6 140	5 210				

Q/S	(m)
e	(m)
v	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Impose que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

(2) Prévoir une opération annexe pour effacer les empreintes lorsqu'il y a risque de pluie (rabotage des centimètres supérieurs ou emploi d'un autre type de compacteur si celui-ci apporte l'effet souhaité).

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

VC1S1(*), VC1S2(*), VC1G1(*), VC1G2(*)

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
Énergie de compactage moyenne Code 2	Q/S	0,045	0,070	0,100	0,035	0,055	0,085		0,115		0,140									0,050	0,065
	e	0,25	0,35	0,50	0,20	0,35	0,30	0,50	0,30	0,70	0,35	0,85	0	0	0	0	0	0	0	0,30	0,40
	V	5,0	5,0	5,0	2,0	2,0	3,5	2,0	4,5	2,0	5,0	2,0									
N	6	5	5	6	7	4	6	3	7	3	7								6	6	
Q/L	225	350	500	70	110	300	170	520	230	700	280								50	65	

Q/S	(m)
e	(m)
V	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Impose que $L_{\max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

CH(*)

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
Énergie de compactage moyenne Code 2	Q/S		0,050	0,085		0,050	0,075		0,100		0,120			0,050	0,100	0,120	0,155	0,050	0,080	0,040	0,050
	e V	0	0,30 5,0	0,40 5,0	0	0,25 2,0	0,30 2,5	0,40 2,0	0,30 3,5	0,50 2,0	0,30 4,0	0,60 2,0	0	0,25 2,0	0,30 2,5	0,30 3,5	0,30 4,0	0,30 8,0	0,35 8,0	0,25 1,0	0,30 1,0
	N Q/L		6 250	5 425		5 100	4 190	6 150	3 350	5 200	3 480	5 240		5 100	3 250	3 420	2 620	6 400	5 640	6 40	6 50
Énergie de compactage intense Code 1	Q/S		0,030	0,050		0,030	0,045		0,060		0,070			0,030	0,060	0,070	0,090	0,030	0,050		0,025
	e V	0	0,25 5,0	0,35 5,0	0	0,25 2,0	0,30 2,5	0,35 2,0	0,30 3,0	0,45 2,0	0,30 4,0	0,60 2,0	0	0,25 2,0	0,30 2,5	0,30 3,0	0,30 4,0	0,25 8,0	0,30 8,0	0	0,20 1,0
	N Q/L		9 150	7 250		9 60	7 115	8 90	5 180	8 120	5 280	9 140		9 60	5 150	5 210	4 360	9 240	6 400		8 25

Q/S	(m)
e	(m)
V	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Impose que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

(R1, R2, R3) (Vo, Me, Sa, Co, Li) avec $L_{max} > 250$ mm^(*)

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
Énergie de compactage moyenne	Q/S			0,080			0,090		0,115		0,145										0,065
	e V	0	0	0,40 5,0	0	0		0,55 2,0		0,70 2,0		0,85 2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40 1,0
Code 2	N			5				7		7		6									6
	Q/L			400				180		230		290									65

CI^(*)

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
Énergie de compactage moyenne	Q/S	0,020	0,035	0,055		0,035	0,050		0,065		0,080			0,035	0,065	0,080	0,105	0,045	0,070		
	e V	0,20 5,0	0,25 5,0	0,35 5,0	0	0,20 2,0		0,30 2,0	0,30 2,5	0,40 2,0	0,30 3,0	0,50 2,0	0	0,20 (2) 2,0	0,30 (2) 2,0	0,30 (2) 2,5	0,30 (2) 3,0	0,25 (2) 8,0	0,35 (2) 8,0	0	0
Code 2	N	10	8	7		6		6	5	7	4	7		6	5	4	3	6	5		
	Q/L	100	175	275		70		100	165	130	240	160		70	130	200	315	360	560		
Énergie de compactage intense	Q/S		0,025	0,040		0,020	0,035		0,045		0,055			0,020	0,045	0,055	0,070	0,025	0,040		
	e V	0	0,20 5,0	0,30 5,0	0	0,20 2,0		0,25 2,0	0,30 2,5	0,35 2,0	0,30 3,0	0,40 2,0	0	0,20 2,0	0,25 2,0	0,30 2,5	0,30 3,0	0,20 8,0	0,30 8,0	0	0
Code 1	N		8	8		10		8	7	8	6	8		10	6	6	5	8	8		
	Q/L		125	200		40		70	115	90	165	110		40	90	140	210	200	320		

Q/S	(m)
e	(m)
V	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Imposer que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

(2) Prévoir une opération annexe pour effacer les empreintes lorsqu'il y a risque de pluie (rabotage des centimètres supérieurs ou emploi d'un autre type de compacteur si celui-ci apporte l'effet souhaité).

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

AM-B1(*) MIDND

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4	
Énergie de compactage faible Code 3	Q/S	0,030	0,045	0,070	0,020	0,035	0,055		0,075		0,100											0,030
	e V	0,20 5,0	0,25 5,0	0,35 5,0	0,20 2,0	0,25 2,0	0,30 3,0	0,40 2,0	0,30 3,0	0,50 2,0	0,30 4,0	0,60 2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20 1,0
	N Q/L	7 150	6 225	5 350	10 40	7 70	6 165	8 110	4 225	7 150	3 400	6 200										7 30
Énergie de compactage moyenne Code 2	Q/S	0,030	0,040	0,060	0,020	0,035	0,050		0,075		0,090											0,025
	e V	0,20 5,0	0,25 5,0	0,30 5,0	0,20 2,0	0,25 2,0	0,30 2,5	0,35 2,0	0,30 3,0	0,45 2,0	0,30 3,5	0,55 2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20 1,0
	N Q/L	7 150	7 200	5 300	10 40	7 70	6 125	7 100	5 210	6 140	3 315	6 180										8 25
Énergie de compactage intense Code 1	Q/S			0,035			0,020		0,030		0,035											
	e V	0	0	0,20 5,0	0	0		0,20 2,0		0,30 2,0		0,35 2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N Q/L			6 175				10 40		10 60		10 70										

Q/S	(m)
e	(m)
V	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Impose que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

AM-C1a Cendres volantes (CVCT) silico-alumineuses de charbon

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
Énergie de compactage faible Code 3	Q/S	0,085	0,130	0,200	0,060	0,090	0,140		0,185		0,225									0,065	0,100
	e V	0,35 5,0	0,45 5,0	0,65 5,0	0,25 2,5	0,35 2,5	0,30 4,5	0,55 2,5	0,35 ⁽¹⁾ 5,0	0,75 ⁽¹⁾ 2,5	0,45 ⁽¹⁾ 5,0	0,90 ⁽¹⁾ 2,5	0	0	0	0	0	0	0	0,25 1,0	0,30 ⁽¹⁾ 1,0
	N Q/L	4 425	4 650	4 1000	5 150	4 225	3 630	4 350	2 925	5 465	2 1125	4 565								4 65	3 100
Énergie de compactage moyenne Code 2	Q/S	0,045	0,065	0,090		0,045	0,065		0,085		0,105									0,035	0,050
	e V	0,25 5,0	0,35 5,0	0,45 5,0	0	0,25 2,0	0,30 2,5	0,40 2,0	0,30 ⁽¹⁾ 3,5	0,50 ⁽¹⁾ 2,0	0,30 ⁽¹⁾ 4,5	0,65 ⁽¹⁾ 2,0	0	0	0	0	0	0	0	0,20 1,0	0,25 ⁽¹⁾ 1,0
	N Q/L	6 225	6 325	5 450		6 90	5 165	7 130	4 300	6 170	3 475	7 210								6 35	5 50
Énergie de compactage intense Code 1	Q/S		0,030	0,045		0,025	0,035		0,050		0,060										
	e V	0	0,20 5,0	0,30 5,0	0	0,20 2,0		0,30 2,0	0,30 ⁽¹⁾ 2,5	0,35 ⁽¹⁾ 2,0	0,30 ⁽¹⁾ 3,0	0,45 ⁽¹⁾ 2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N Q/L		7 150	7 225		8 50		9 70	6 125	7 100	5 180	8 120									

Q/S	(m)
e	(m)
V	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(1) S'assurer de la traficabilité du compacteur.

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

F1, F2, F3 traités en couche de forme

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
F1 traités	Q/S		0,025	0,035		0,020	0,030		0,035		0,045			0,020	0,035	0,045	0,060		0,025		
	e v	0	0,20 5,0	0,30 5,0	0	0,20 ⁽⁴⁾ 2,0		0,30 ⁽⁴⁾ 2,0	0,30 ⁽⁴⁾ 2,5	0,35 ⁽⁴⁾ 2,0	0,30 ⁽⁴⁾ 3,0	0,45 ⁽⁴⁾ 2,0	0	0,20 ⁽³⁾ 2,0	0,30 ⁽³⁾ 2,0	0,30 ⁽³⁾ 2,5	0,30 ⁽³⁾ 3,0	0	0,20 ⁽³⁾ 8,0	0	0
	N Q/L		8 125	9 175		10 40		10 60	9 90	10 70	7 135	10 90		10 40	9 70	7 115	5 180		8 200		
F2 traités	Q/S		0,020	0,030			0,025		0,035		0,040				0,035	0,040	0,050		0,020		
	e v	0	0,20 5,0	0,30 5,0	0	0		0,25 ⁽⁴⁾ 2,0		0,35 ⁽⁴⁾ 2,0	0,35 ⁽⁴⁾ 2,5	0,40 ⁽⁴⁾ 2,0	0	0	0,25 ⁽³⁾ 2,0	0,35 ⁽³⁾ 2,0	0,35 ⁽³⁾ 2,5	0	0,20 ⁽³⁾ 8,0	0	0
	N Q/L		10 100	10 150				10 50		10 70	9 100	10 80			8 70	9 80	7 125		10 160		
F3 traités	Q/S			0,025			0,020		0,025		0,030				0,025	0,030	0,040		0,015		
	e v	0	0	0,25 5,0	0	0		0,20 2,0		0,25 2,0		0,30 2,0	0	0	0,20 ⁽³⁾ 2,0	0,25 ⁽³⁾ 2,0	0,30 ⁽³⁾ 2,0	0	0,20 ⁽³⁾ 8,0	0	0
	N Q/L			10 125				10 40		10 50		10 60			8 50	9 60	8 80		14 120		

Q/S	(m)
e	(m)
v	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(3) Prévoir le rabotage des centimètres supérieurs.

(4) La partie supérieure peut être altérée par des problèmes de feuillette, la fermeture par compacteur à pneu ne résout pas ce problème.

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

I1, S1, S2, S3, S4, G1, G2, G3, G4, VC2I1^(*), VC2S1^(*), VC2S2^(*), VC2S3^(*), VC2S4^(*), VC2G1^(*), VC2G2^(*), VC2G3^(*), VC2G4^(*) traînés en couche de forme

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
S1, S2, S3ins, S4ins, VC2S1 ^(*) , VC2S2 ^(*) , VC2S3ins ^(*) , VC2S4ins ^(*) traités	Q/S	0,020	0,030	0,045	0,020	0,035	0,050		0,070		0,090									0,025	0,035
	e	0,20	0,30	0,40	0,20 ⁽⁴⁾	0,30 ⁽⁴⁾	0,30 ⁽⁴⁾	0,50 ⁽⁴⁾	0,30 ⁽⁴⁾	0,70 ⁽⁴⁾	0,35 ⁽⁴⁾	0,90 ⁽⁴⁾	0	0	0	0	0	0	0	0,20	0,25
	v	5,0	5,0	5,0	2,0	2,0	3,5	2,0	5,0	2,0	5,0	2,0								1,0	1,0
	N	10	10	9	10	9	6	10	5	10	4	10								8	8
Q/L	100	150	225	40	70	175	100	350	140	450	180								25	35	
G1, G2, G3ins, G4ins, VC2G1 ^(*) , VC2G2 ^(*) , VC2G3ins ^(*) , VC2G4ins ^(*) traités	Q/S	0,020	0,025	0,035	0,020	0,030	0,040		0,055		0,070									0,020	0,025
	e	0,20	0,25	0,35	0,20 ⁽⁴⁾	0,25 ⁽⁴⁾	0,30 ⁽⁴⁾	0,40 ⁽⁴⁾	0,30 ⁽⁴⁾	0,55 ⁽⁴⁾	0,30 ⁽⁴⁾	0,70 ⁽⁴⁾	0	0	0	0	0	0	0	0,20	0,25
	v	5,0	5,0	5,0	2,0	2,0	3,0	2,0	3,5	2,0	5	2,0								1,0	1,0
	N	10	10	10	10	9	8	10	6	10	5	10								10	10
Q/L	100	125	175	40	60	120	80	195	110	350	140								20	25	
S3, S4, G3, G4, VC2S3 ^(*) , VC2S4 ^(*) , VC2G3 ^(*) , VC2G4 ^(*) traités	Q/S		0,025	0,035		0,025	0,035		0,045		0,060										0,025
	e	0	0,20	0,30	0	0,20 ⁽⁴⁾	0,25 ⁽⁴⁾	0,35 ⁽⁴⁾	0,30 ⁽⁴⁾	0,45 ⁽⁴⁾	0,30 ⁽⁴⁾	0,60 ⁽⁴⁾	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20
	v		5,0	5,0		2,0	2,5	2,0	3,0	2,0	4,0	2,0								0	1,0
	N		8	9		8	8	10	7	10	5	10									8
Q/L		125	175		50	90	70	135	90	240	120									25	
I1, VC2I1 ^(*) traités	Q/S		0,025	0,035		0,020	0,030		0,040		0,050										
	e	0	0,20	0,30	0	0,20 ⁽⁴⁾	0	0,30 ⁽⁴⁾	0,35 ⁽⁴⁾	0,40 ⁽⁴⁾	0,30 ⁽⁴⁾	0,50 ⁽⁴⁾	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	v		5,0	5,0		2,0		2,0	2,5	2,0	3,5	2,0								0	0
	N		8	9		10		10	9	10	6	10									
Q/L		125	175		40		60	100	80	175	100										

Q/S	(m)
e	(m)
v	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(3) Prévoir le rabotage des centimètres supérieurs.

(4) La partie supérieure peut être altérée par des problèmes de feuillette, la fermeture par compacteur à pneu ne résout pas ce problème.

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

I2, VC2I2(*), VC2F1(*), VC2F2(*), VC2F3(*), VC1F1(*), VC1F2(*), VC1F3(*), VC1I1(*), VC1I2(*), VC1S1(*), VC1S2(*), VC1S3(*), VC1S4(*), VC1G1(*), VC1G2(*), VC1G3(*), VC1G4 traités en couche de forme

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4	
I2, VC2I2(*) traités	Q/S		0,020	0,030		0,020	0,025		0,035		0,045											
	e	0	0,20	0,25	0	0,20		0,25	0,30	0,35	0,30	0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	v		5,0	5,0		2,0		2,0	2,5	2,0	3,0	2,0										
	N		10	9		10		10	9	10	7	10										
Q/L		100	150		40		50	90	70	135	90											
VC2F1(*) VC1F1(*) VC1S3(*) VC1S4(*) VC1G3(*) VC1G4(*) VC1I1(*) traités	Q/S		0,025	0,040		0,020	0,030		0,040		0,050											
	e	0	0,20	0,30	0	0,20		0,30	0,30	0,40	0,30	0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	v		5,0	5,0		2,0		2,0	2,5	2,0	3,0	2,0										
	N		8	8		10		10	8	10	6	10										
Q/L		125	200		40		60	100	80	150	100											
VC2F2(*) VC2F3(*) VC1F2(*) VC1F3(*) VC1I2(*) traités	Q/S		0,020	0,030		0,020	0,025		0,035		0,045											
	e	0	0,20	0,25	0	0,20		0,25	0,30	0,35	0,30	0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	v		5,0	5,0		2,0		2,0	2,5	2,0	3,0	2,0										
	N		10	9		10		10	9	10	7	10										
Q/L		100	150		40		50	90	70	135	90											
VC1S1(*) VC1S2(*) VC1G1(*) VC1G2(*) traités	Q/S		0,025	0,035	0,020	0,025	0,040		0,055		0,070											0,025
	e	0	0,25	0,35	0,20	0,25	0,30	0,40	0,30	0,55	0,30	0,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25
	v		5,0	5,0	2,0	2,0	3,0	2,0	3,5	2,0	5,0	2,0										1,0
	N		10	10	10	10	8	10	6	10	5	10										10
Q/L		125	175	40	50	120	80	195	110	350	140											25

Q/S	(m)
e	(m)
v	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Impose que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

CH(*) traitée en couche de forme

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4	
CH(*) traité	Q/S			0,020			0,020		0,025		0,030											
	e v	0	0	0,20 5,0	0	0		0,20 2,0		0,30 2,0	0,30 2,5	0,35 2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N Q/L			10 100				10 40		12 50	10 75	12 60										

Q/S	(m)
e	(m)
v	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Impose que $L_{\max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

Matériaux granulaires non traités^(*) en couche de forme

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4
Sables non traités	Q/S	0,020	0,030	0,045	0,020	0,035	0,050		0,070		0,090									0,025	0,035
	e	0,20	0,30	0,40	0,20 ⁽⁴⁾	0,30 ⁽⁴⁾	0,30 ⁽⁴⁾	0,50 ⁽⁴⁾	0,30 ⁽⁴⁾	0,70 ⁽⁴⁾	0,35 ⁽⁴⁾	0,90 ⁽⁴⁾	0	0	0	0	0	0	0	0,20	0,25
	v	5,0	5,0	5,0	2,0	2,0	3,5	2,0	5,0	2,0	5,0	2,0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	1,0
	N	10	10	9	10	9	6	10	5	10	4	10								8	8
Q/L	100	150	225	40	70	175	100	350	140	450	180								25	35	
Graves 100 % roulés non traités ⁽¹⁾	Q/S		0,025	0,035	0,020	0,030	0,040		0,055		0,070										0,025
	e	0	0,25	0,35	0,20	0,25	0,30	0,40	0,30	0,55	0,30	0,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25
	v	0	5,0	5,0	2,0	2,0	3,0	2,0	3,5	2,0	5,0	2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
	N		10	10	10	9	8	10	6	10	5	10									10
Q/L		125	175	40	60	120	80	195	110	350	140									25	
Graves semi-anguleuses et anguleuses non traités ⁽¹⁾	Q/S		0,025	0,035		0,025	0,035		0,045		0,060										0,025
	e	0	0,20	0,30	0	0,20	0,25	0,35	0,30	0,45	0,30	0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20
	v	0	5,0	5,0	0	2,0	2,5	2,0	3,0	2,0	4,0	2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
	N		8	9		8	8	10	7	10	5	10									8
Q/L		125	175		50	90	70	135	90	240	120									25	
R4 Li ^(*) , R4 Sa ^(*) , R4 Co ^(*) , R4 Vo ^(*) , R4Me ^(*) ? AN-G2 ^(*) non traités après élimination de la fraction 0/d	Q/S		0,020	0,025		0,020	0,030		0,040		0,050										
	e	0	0,20	0,25	0	0,20		0,30	0,30	0,40	0,30	0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	v	0	5,0	5,0	0	2,0		2,0	2,5	2,0	3,0	2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N		10	10		10		10	8	10	6	10									
Q/L		100	125		40		60	100	80	150	100										

Q/S	(m)
e	(m)
V	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Impose que $L_{max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

AM-B1(*), AM-C1a en couche de forme

Compacteur Modalités		P1	P2	P3	V1	V2	V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4	
AM-B1(*) MIDND traités et non traités	Q/S		0,020	0,025		0,015	0,025		0,035		0,045											0,015
	e v	0	0,20 5,0	0,25 5,0	0	0,20 2,0		0,25 2,0	0,30 2,5	0,35 2,0	0,30 3,0	0,45 2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,15 1,0
	N Q/L		10 100	10 125		14 30		10 50	9 85	10 70	7 135	10 90										10 15
AM-C1a Cendres volantes (CVCT) silico- alumineuses de charbon	Q/S		0,030	0,040		0,020	0,030		0,040		0,050											
	e v	0	0,25 5,0	0,35 5,0	0	0,20 2,0		0,30 2,0	0,30 ⁽¹⁾ 2,5	0,40 ⁽¹⁾ 2,0	0,30 ⁽¹⁾ 3,5	0,50 ⁽¹⁾ 2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N Q/L		9 150	9 200		10 40		10 60	8 100	10 80	6 175	10 100										

Q/S	(m)
e	(m)
v	(km/h)
N	-
Q/L	(m ³ /h.m)

(*) Impose que $L_{\max} < 2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée.

(1) S'assurer de la traficabilité du compacteur.

0	Compacteur ne convenant pas
---	-----------------------------

Traduction

TRADUCTION

Guide to earthworks, embankments and capping layers - Part 2 - Technical appendices

The earthworks described in this guide consist of creating an earthwork platform for transport infrastructure or buildings, using natural ground or external materials.

First published in 1992, revised in 2000 and commonly referred to as the GTR or Guide for Road Earthworks, this document has been updated in a 2023 edition that incorporates the European Classification and defines the conditions of use, implementation and compaction of materials for embankments and capping layers.

It offers information that can be applied to earthworks projects on infrastructure other than roads, such as railways, and to the development of other platforms, such as buildings or logistics platforms, provided that the specific rules for each are taken into account.

Guía de movimientos de tierras de rellenos y subrasantes - Entrega 2 - Anexos técnicos

Las operaciones de movimientos de tierras que se describen en esta guía consisten en crear a partir del terreno natural existente o de materiales externos, un terraplén que forme la plataforma de apoyo de infraestructuras de transporte o edificios.

Publicada por primera vez en 1992, revisada en el año 2000 y conocida comúnmente como la guía GTR de movimientos de tierras en carreteras, esta guía se actualizó en 2023 con una nueva edición que incorpora la clasificación europea y define las condiciones de uso, aplicación y compactación de los materiales en rellenos y subrasantes.

Aporta conocimientos que pueden aplicarse a proyectos de movimientos de tierras en infraestructuras distintas a las de carreteras, como pueden ser las vías férreas, así como al desarrollo de otras plataformas, como las de edificaciones o plataformas logísticas, siempre que se tengan en cuenta las normas específicas aplicables en cada caso.

© 2024 - Cerema

LE CEREMA, L'EXPERTISE PUBLIQUE POUR LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET LA COHÉSION DES TERRITOIRES

Le Cerema, Centre d'Études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement, est un établissement public qui apporte son concours à l'État et aux collectivités territoriales pour l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques au service de la transition écologique, de l'adaptation au changement climatique et de la cohésion des territoires. Il porte des missions de recherche & innovation et appuie le transfert d'innovations dans les territoires et auprès des acteurs privés.

Le Cerema agit dans 6 domaines d'activité: Expertise & Ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral. Présent partout en métropole et dans les Outre-mer par ses 27 implantations, il développe une expertise de référence au contact de ses partenaires européens et contribue à diffuser le savoir-faire français à l'international.

Le Cerema capitalise les connaissances et savoir-faire dans ses domaines d'activité. Éditeur, il mène sa mission de centre de ressources en ingénierie par la mise à disposition de près de 3000 références à retrouver sur www.cerema.fr rubrique nos publications.

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Cerema est illicite (article L.122-4 du Code de la propriété intellectuelle). Cette reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et L.335-3 du CPI.

Cet ouvrage a été imprimé sur du papier issu de forêts gérées durablement (norme PEFC) et fabriqué proprement (norme ECF). L'imprimerie Dupliprint est une installation classée pour la protection de l'environnement et respecte les directives européennes en vigueur relatives à l'utilisation d'encre végétales, le recyclage des rognures de papier, le traitement des déchets dangereux par des filières agréées et la réduction des émissions de COV.

Coordination: Direction de la Stratégie et de la Communication / Pôle éditions

Conception de la maquette graphique : Farénis

Mise en page : Gaëlle Bouché

Impression: Dupliprint, 733 rue Saint-Léonard 53100 Mayenne

Achévé d'imprimer: Septembre 2024

Dépôt légal: Août 2024

ISBN : 978-2-37180-679-5 (pdf) - 978-2-37180-613-9 (papier) - ISSN : 2276-0164

Éditions du Cerema

Cité des mobilités

25, avenue François Mitterrand CS 92803 - 69674 Bron Cedex - France

www.cerema.fr

GUIDE DES TERRASSEMENTS DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME

FASCICULE N°2 Annexes techniques

Les opérations de terrassements décrites dans le présent guide consistent à réaliser, à partir du terrain naturel en place ou de matériaux d'apport extérieur, un ouvrage en terre constituant la plateforme support des infrastructures de transport ou des bâtiments.

Édité pour la première fois en 1992, revu en 2000 et communément appelé guide GTR pour guide des terrassements routiers, ce guide est ici mis à jour en une édition 2023 qui reprend la classification européenne puis définit les conditions d'emploi, de mise en œuvre et de compactage des matériaux en remblais et en couches de forme.

Il apporte des enseignements qui peuvent s'appliquer à des projets de terrassement d'autres infrastructures que les routes, comme les voies ferrées ainsi qu'aux aménagements d'autres plateformes comme les plateformes de bâtiments ou logistiques, à condition de tenir compte des règles spécifiques à chacune d'entre elles.



EXPERTISE & INGÉNIERIE TERRITORIALE | BÂTIMENT | MOBILITÉS
| INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT | ENVIRONNEMENT &
RISQUES | MER & LITTORAL

