

## DT 10 Classes des chlorures

Classe de chlorures	Cl 1,0	Cl 0,65	Cl 0,40	Cl 0,20	Cl 0,10
Teneur maximale (en Cl <sup>-</sup> )	1%	0,65%	0,40%	0,20%	0,1%

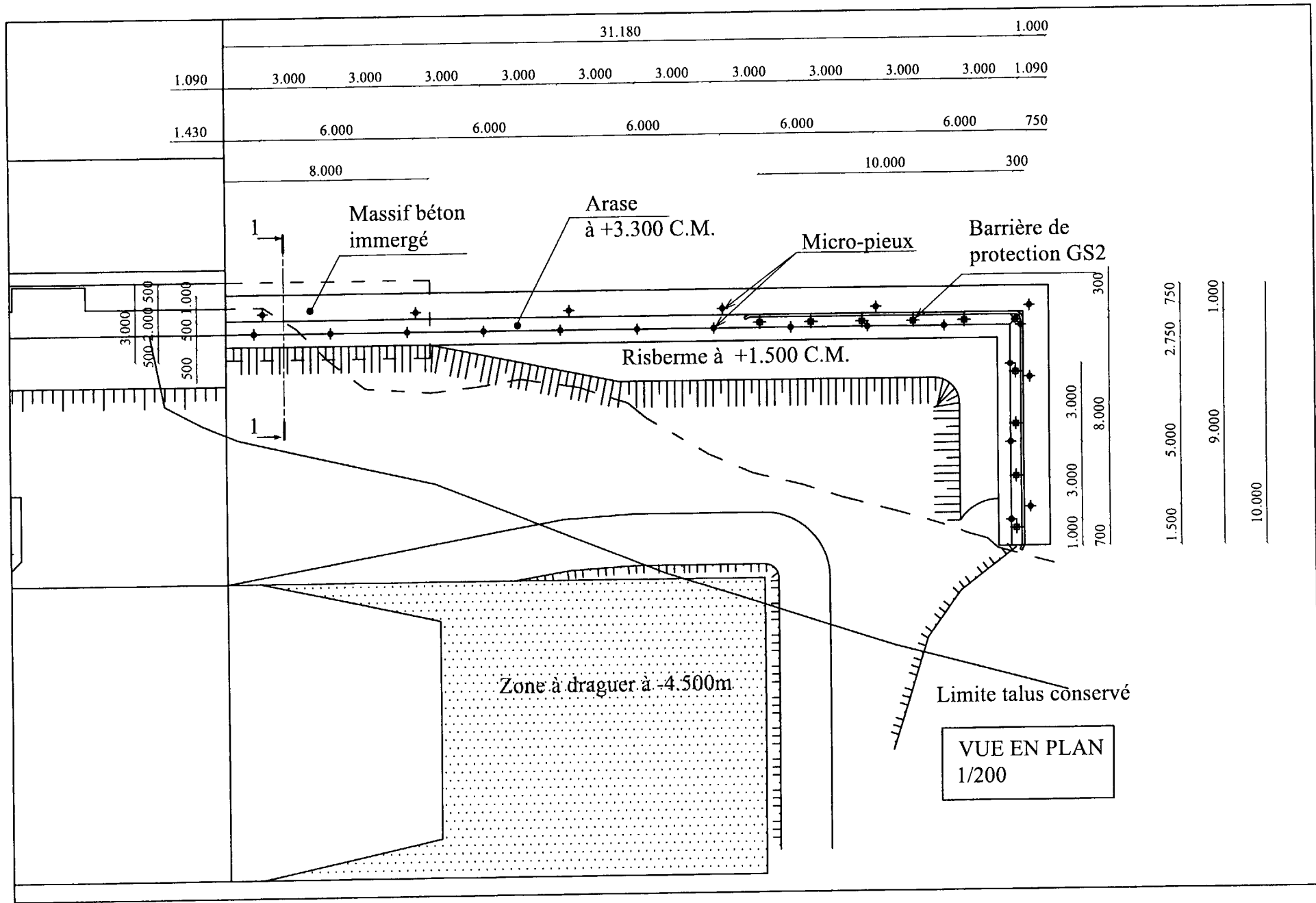
## DT 11 Classes de chlorures à respecter en fonction de l'utilisation du béton

Utilisation du béton	Classe du chlorure
Béton ne contenant ni armatures en acier, ni pièces métalliques noyées	Cl 1,0
Béton contenant des armatures en acier ou des pièces métalliques noyées et formulées avec un ciment de type CEM III	Cl 0,65
Béton contenant des armatures en acier ou des pièces métalliques noyées	Cl 0,40
Béton contenant des armatures de précontrainte en acier	Cl 0,20

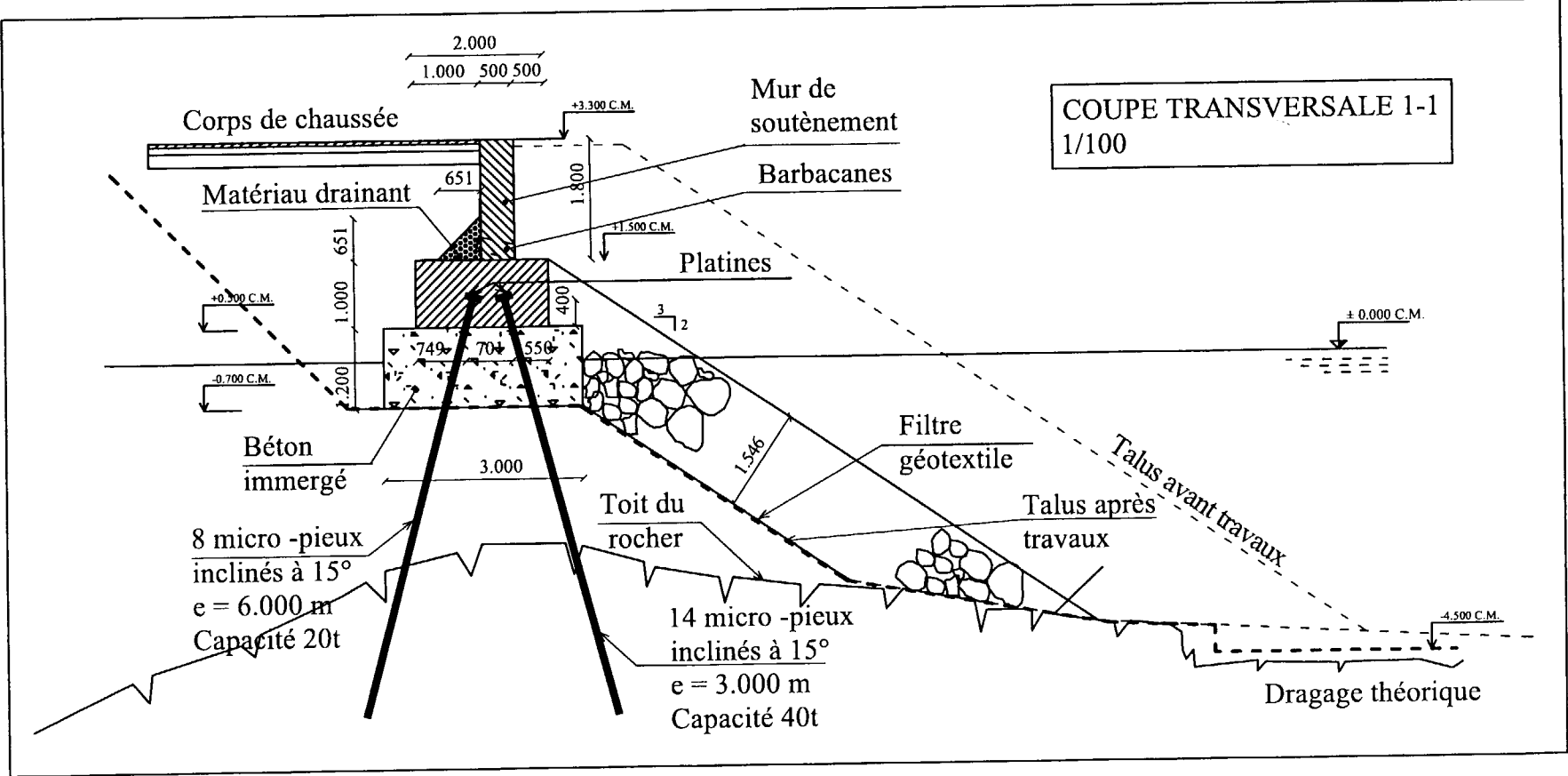
## DT 12 Valeurs limites spécifiées applicable en France à la composition et aux propriétés du béton

Classes d'exposition		Rapport $E_{eff}$ / liant éq maximal	Classe de résistance minimale	Teneur minimale en liant éq. (kg/m <sup>3</sup> )	Teneur minimale en air (%)	
Aucun risque de corrosion ou d'attaque	X0	-	-	150	-	
Carbonatation	XC1	0,65	C 20/25	260	-	
	XC2	0,65	C 20/25	260	-	
	XC3	0,60	C 25/30	280	-	
	XC4	0,60	C 25/30	280	-	
Corrosion induite par les chlorures	Eau de mer	XS1	0,55	C 30/37	330	-
		XS2	0,55	C 30/37	330	-
		XS3	0,50	C 35/45	350	-
	Chlorures autres que l'eau de mer	XD1	0,60	C 25/30	280	-
		XD2	0,55	C 30/37	330	-
		XD3	0,50	C 35/45	350	-
Attaque gel/dégel	XF1	0,60	C 25/30	280	-	
	XF2	0,55	C 25/30	300	4,0	
	XF3	0,55	C 30/37	315	4,0	
	XF4	0,45	C 30/37	340	4,0	
Environnement contenant des substances chimiques agressives	XA1	0,55	C 30/37	330	-	
	XA2	0,50	C 35/45	350	-	
	XA3	0,45	C 40/50	385	-	

# DT 13 Vue en plan mur – zone 2



DT 14 Coupe sur mur – zone 2

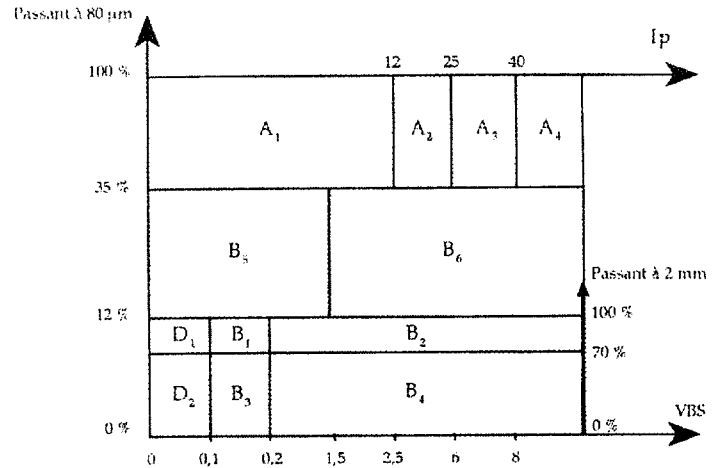


COUPE TRANSVERSALE 1-1  
1/100

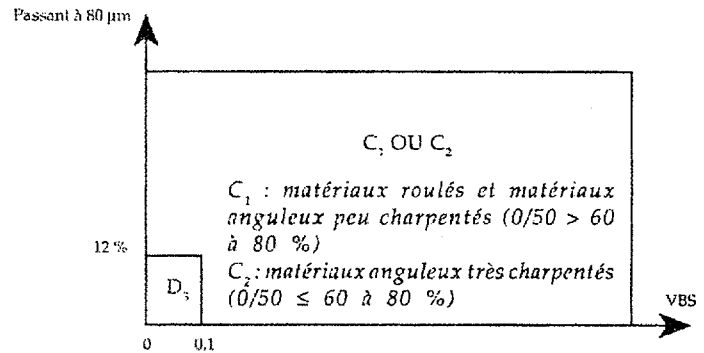
# DT 15 Classification des matériaux selon leur nature

Tableau synoptique de la classification des matériaux selon leur nature

Sols  
D<sub>max</sub> ≤ 50 mm



Sols  
D<sub>max</sub> > 50 mm



Matériaux rocheux

Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	R <sub>1</sub>
		Calcaires	R <sub>2</sub>
	Roches argileuses	Marnes, argilites, pélites ...	R <sub>3</sub>
	Roches siliceuses	Grès, poudingues, brèches ...	R <sub>4</sub>
	Roches salines	Sel gemme, gypse	R <sub>5</sub>
Roches magmatiques et métamorphiques	Granites, basaltes, andésites, gneiss, schistes métamorphiques et ardoisiers ...		R <sub>6</sub>

Matériaux particuliers

Sols organiques et sous-produits industriels	F
--	---

« Réalisation des remblais et des couches de forme, fascicule II, annexes techniques p.11 »

# DT 16 Conditions d'utilisation des matériaux en remblai

## CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

**B<sub>s</sub>** (états m, s et ts)

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
<b>B<sub>s</sub>m</b>	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)	2	0	0	0	0	2	2
		=	ni pluie, ni évaporation importante	C : compactage moyen	0	0	0	0	0	2	0
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : arrosage</b> W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage moyen	0	0	3	0	0	2	0
		-	évaporation importante	<b>Solution 2 : utilisation en l'état</b> C : compactage intense	0	0	0	0	0	1	0
<b>B<sub>s</sub>s</b>	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 en B <sub>s</sub> 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)	1	0	0	0	1	1	2
		=	ni pluie, ni évaporation importante	<b>Solution 1 : humidification</b> W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	0	0	4	0	1	2	0
		=	ni pluie, ni évaporation importante	<b>Solution 2 : utilisation en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	0	0	0	1	2
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : extraction frontale et arrosage</b> E : extraction frontale W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2	0	3	0	0	1	2
-	évaporation importante	<b>Solution 2 : humidification</b> W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	0	0	4	0	1	2	0		
<b>B<sub>s</sub>ts</b>	<b>Sols normalement inutilisables en l'état</b> Mais leur humidification dans la masse peut être envisagée pour les ramener à l'état B <sub>s</sub> s, voire B <sub>s</sub> m			NON							

« Réalisation des remblais et des couches de forme, fascicule II, annexes techniques p.34 »

# DT 17 Tableaux de compactage pour l'utilisation des matériaux en remblai

**TABLEAUX DE COMPACTAGE POUR L'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI**

**B<sub>1</sub>, C / B<sub>2</sub> (\*)**

Compacteur		F1	F2	F3	V1	V2	V3	V4	V5	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4		
Modèles																				
Energie de compactage faible	Q/S	0.090	0.130	0.200	0.060	0.095	0.145	0.195	0.235								0.065	0.100		
	e	0.30	0.45	0.60	0.30	0.40	0.30	0.60	0.40	0.80	0.45	0.95	0	0	0	0	0	0	0.20	0.30
	V	5.0	5.0	5.0	2.0	2.5	5.0	2.5	5.0	2.5	5.0	2.5							1.0	1.0
	N	4	4	3	5	5	3	5	3	5	2	4							3	3
	Q/L	450	650	1000	120	240	725	365	975	490	1175	590							65	100
Energie de compactage moyenne	Q/S	0.050	0.080	0.120	0.030	0.050	0.075	0.100	0.120										0.050	
	e	0.25	0.35	0.45	0.20	0.30	0.30	0.45	0.30	0.60	0.30	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0.20
	V	5.0	5.0	5.0	2.0	2.0	3.0	2.0	4.0	2.0	5.0	2.0								1.0
	N	5	5	4	7	6	4	6	3	6	3	7								4
	Q/L	250	400	600	60	100	225	150	400	200	600	240								50
Energie de compactage intense	Q/S		0.040	0.060		0.030	0.040	0.055	0.065											
	e		0.20	0.30		0.20		0.30	0.35	0.40	0.30	0.50	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								
	N		5	5		7		8	7	8	5	8								
	Q/L		200	300		60		80	140	110	230	130								

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

(\*) Impose que Dmax < 2/3 de l'épaisseur de la couche compactée.

0 compacteur ne convenant pas

« Réalisation des remblais et des couches de forme, fascicule II, annexes techniques p.91 »

# DT 18 Rappel des différents cas possibles de P.S.T.

<b>RAPPEL DES DIFFERENTS CAS POSSIBLES DE P.S.T. (cf. fascicule I § 3.3.2)</b>				
Cas de P.S.T.	Schéma	Description	Classe de l'arase	Commentaires
P.S.T. n°0		<p><b>Sols</b> A, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, C<sub>1</sub> se trouvant dans un état hydrique (th).</p> <p><b>Contexte</b> Zones tourbeuses, marécageuses ou inondables. PST dont la portance risque d'être quasi nulle au moment de la réalisation de la chaussée ou au cours de la vie de l'ouvrage.</p>	AR0	La solution de franchissement de ces zones doit être recherchée par une opération de terrassement (purge, substitution) et/ou de drainage (fossés profonds, rabattement de la nappe...) de manière à pouvoir reclasser le nouveau support obtenu au moins en classe AR1.
P.S.T. n°1		<p><b>Sols</b> Matériaux des classes A, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, C<sub>1</sub>, R<sub>12</sub>, R<sub>13</sub>, R<sub>34</sub> et certains matériaux C<sub>2</sub>, R<sub>23</sub> et R<sub>33</sub> dans un état hydrique (h).</p> <p><b>Contexte.</b> PST en matériaux sensibles de mauvaise portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) et sans possibilité d'amélioration à long terme (B).</p>	AR1	Dans ce cas de PST, il convient : - soit de procéder à une amélioration du matériau jusqu'à 0,5 m d'épaisseur par un traitement principalement à la chaux vive et selon une technique remblai. On est ramené au cas de PST 2, 3 ou 4 selon le contexte - soit d'exécuter une couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau de forte épaisseur (en admettant une légère réduction si l'on intercale un géotextile anticontaminant à l'interface PST - couche de forme).
P.S.T. n°2		<p><b>Sols</b> Matériaux des classes A, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, C<sub>1</sub>, R<sub>12</sub>, R<sub>13</sub>, R<sub>34</sub> et certains matériaux C<sub>2</sub>, R<sub>23</sub> et R<sub>33</sub> dans un état hydrique (m).</p> <p><b>Contexte</b> PST en matériaux sensibles à l'eau de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A). Cette portance peut cependant chuter à long terme sous l'action des infiltrations des eaux pluviales et d'une remontée de la nappe (B).</p>	AR1	Bien que les exigences requises à court terme pour la plate-forme support puissent être éventuellement obtenues au niveau de l'arase, il est cependant quasiment toujours nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme.  Si l'on peut réaliser un rabattement de la nappe à une profondeur suffisante, on est ramené au cas de PST 3.
P.S.T. n°3		<p><b>Sols</b> Mêmes matériaux que dans le cas de PST 2.</p> <p><b>Contexte</b> PST en matériaux sensibles à l'eau, de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) mais pouvant chuter à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales (B).</p>	AR1	En l'absence de mesures de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase, même situation que celle décrite dans le cas PST 2
			AR2	Classement en AR2 si des dispositions constructives de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase permettent d'évacuer les eaux et d'éviter leur infiltration dans la PST.
P.S.T. n°4		<p><b>Sols</b> Mêmes matériaux qu'en PST 1 sous réserve que la granularité permette leur traitement.</p> <p><b>Contexte</b> PST en matériaux sensibles à l'eau (en remblai ou rapportés en fond de déblai hors nappe) améliorés à la chaux ou aux liants hydrauliques selon une technique "remblai" et sur une épaisseur de 0,30 à 0,50 m. L'action du traitement est cependant durable.</p>	AR2	La portance de l'arase peut être localement élevée mais la dispersion n'autorise pas un classement supérieur. La décision de réalisation d'une couche de forme sur cette PST dépend du projet et des valeurs de portance de l'arase mesurées à court terme (après prise du liant).
P.S.T. n°5		<p><b>Sols</b> B, et D, et certains matériaux rocheux de la classe R<sub>45</sub>.</p> <p><b>Contexte</b> PST en matériaux sableux fins insensibles à l'eau, hors nappe, posant des problèmes de traficabilité.</p>	AR2	La portance de l'arase de cette PST dépend beaucoup de la nature des matériaux. Classement en AR3 si le module EV2 de l'arase est supérieur à 120 MPa.
			AR3	Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme sur cette PST ne s'impose que pour satisfaire les exigences de traficabilité.
P.S.T. n°6		<p><b>Sols</b> Matériaux des classes D<sub>1</sub>, R<sub>11</sub>, R<sub>21</sub>, R<sub>22</sub>, R<sub>32</sub>, R<sub>31</sub>, R<sub>41</sub>, R<sub>42</sub>, R<sub>43</sub>, ainsi que certains matériaux C<sub>2</sub>, R<sub>23</sub>, R<sub>33</sub> et R<sub>31</sub>.</p> <p><b>Contexte</b> PST en matériaux graveleux ou rocheux insensibles à l'eau mais posant des problèmes de réglage et/ou de traficabilité.</p>	AR3 AR4	Classement en AR3 si EV2 ≥ 120 MPa et en AR4 si EV2 ≥ 200 MPa. Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme ne s'impose que pour les exigences à court terme (nivellement et traficabilité) et peut donc se réduire à une couche de fin réglage.

(A) Comportement de la PST à la mise en œuvre de la couche de forme  
(B) Situation pendant la "phase de construction" de la chaussée.

« Réalisation des remblais et des couches de forme, fascicule II, annexes techniques p.55 »

# DT 19 Conditions d'utilisation des matériaux en couche de forme

**CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN COUCHE DE FORME**

**D<sub>31</sub> D<sub>32</sub>**

Classe de sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS	Epaisseur préconisée de la couche de forme e (en m.) et classe PF de la plate-forme support de chaussée				
					PST n° 1	PST n° 2	PST n° 3		PST n° 4
					AR 1	AR 1	AR 1	AR 2	AR 2
D <sub>31</sub>	Les sols de cette classe peuvent 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 plate-forme - soit traités avec un liant hydraulique. 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 : Elimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plate-forme  3 0 0 0	e = 0,75 ou (2)	e = 0,5 ou (2)	e = 0,4 ou (2)	e = 0,3 ou (2)	(3)
		= ou -	pas de pluie	<b>Solution 1 :</b> G : Elimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plate-forme  3 0 0 0  <b>Solution 2 :</b> G : Elimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné  2 1 1 1	e = 0,6 PF2	e = 0,4 PF2	e = 0,3 PF2	e = 0,2 PF2	
D <sub>32</sub>	Par rapport aux sols de la classe D <sub>31</sub> précédente les sols de la D <sub>32</sub> sont constitués de granulats plus friables pouvant conduire sous l'action du trafic à la formation d'éléments fins sensibles à l'eau. Pour les utiliser en couche de forme il est donc nécessaire de les traiter avec un liant hydraulique. 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	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant  NON	(1)				
		= ou -	pas de pluie	G : Elimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné  2 1 1 1		e = 0,35	e = 0,35	e = 0,35	e = 0,35

(1) Sur cette PST, la mise en œuvre d'un matériau traité répondant à une qualité "couche de forme" n'est pas réalisable. Procéder d'abord à un traitement selon une technique "remblai" et se rapporter alors au cas de PST n°4 si l'effet du traitement est durable et aux cas PST n°2 ou 3 s'il ne l'est pas.  
 (2) Si intercalation d'un géotextile à l'interface PST-couche de forme.  
 (3) Dans le cas de la PST n°4, une couche de forme conduisant à une PF2 peut se limiter à une couche de protection superficielle de quelques centimètres d'épaisseur de ce matériau. Celle-ci peut même être inutile si l'on a prévu la possibilité d'éliminer par rabotage les 5 à 10 cm supérieurs de la PST. Elle peut également être remplacée par un enduit de cure gravillonné ou éventuellement clouté, appliqué directement sur l'arase terrassement.

« Réalisation des remblais et des couches de forme, fascicule II, annexes techniques p.68 »