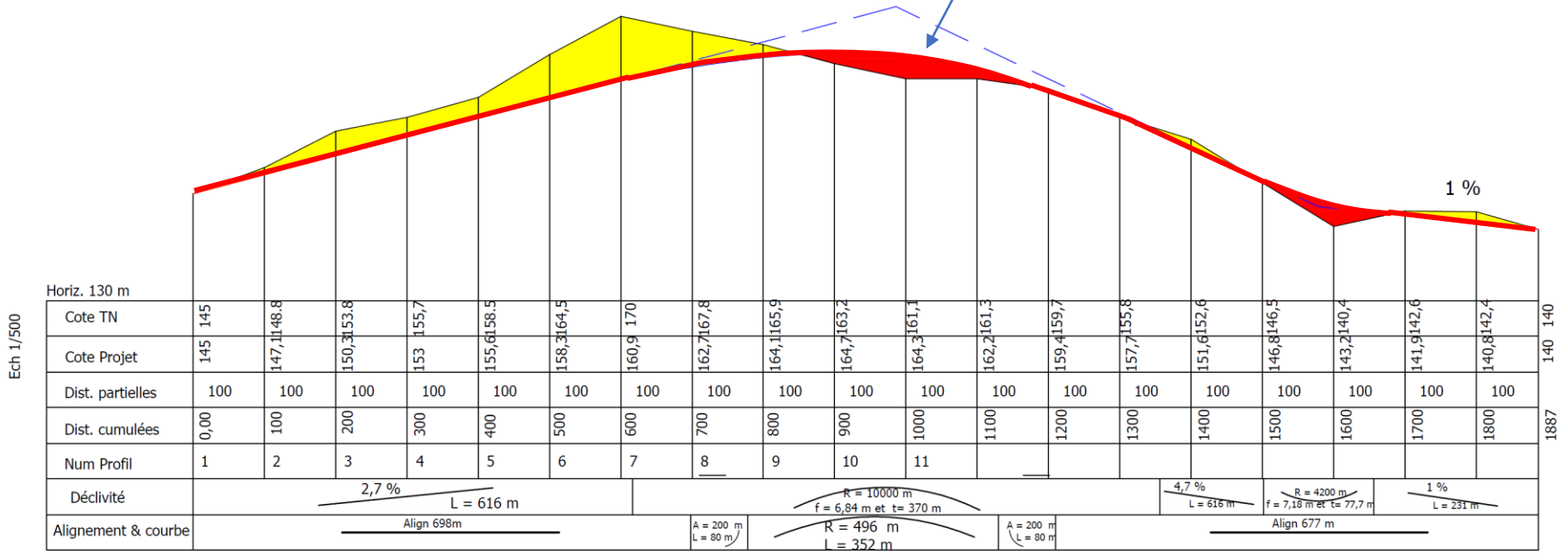
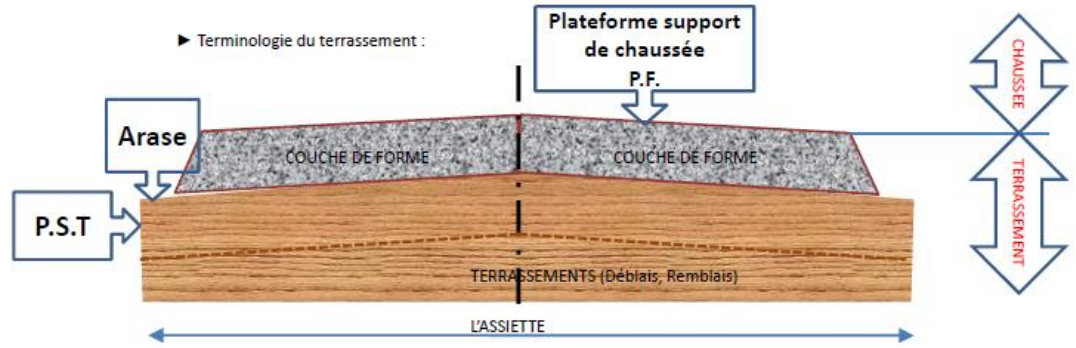


Cours Route : GV 842
TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME
Responsable Pr A. BEZZAR

CE Cours utilise quelques figures provenant du cours de :
Mr M.ROBERT (J.F.LAFON) ROUTES Materiaux , Durabilite des chaussees MASTER 2 GENIE-CIVIL,
Université PAUL SABALTIER, TOULOUSE III

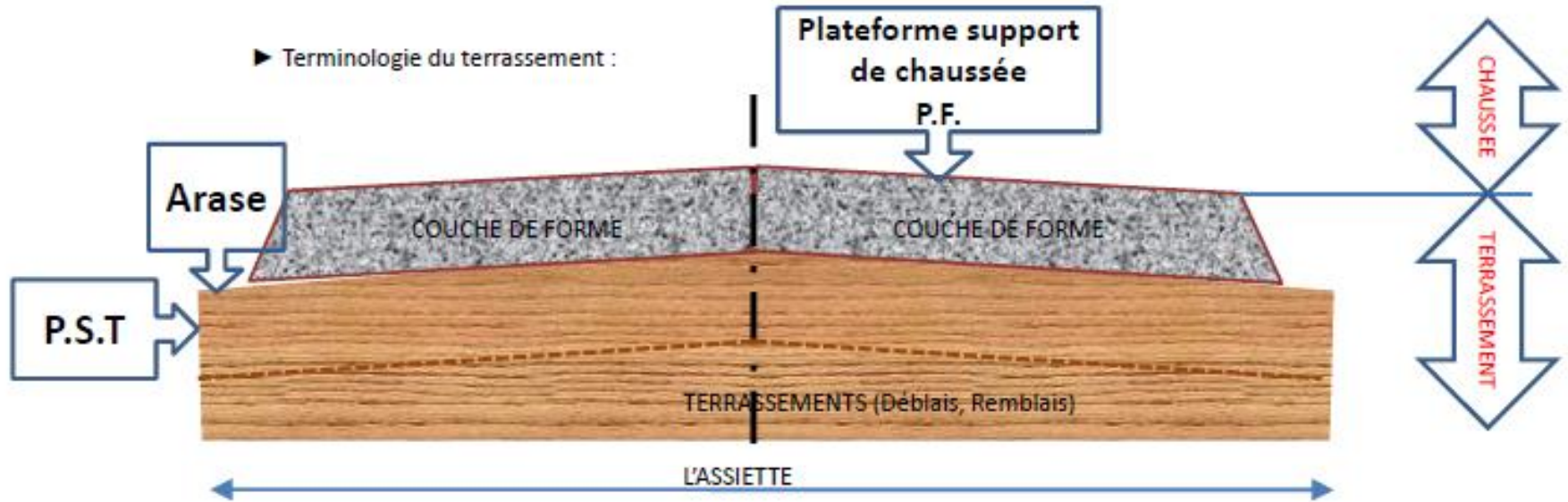
TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME



Ech 1/500

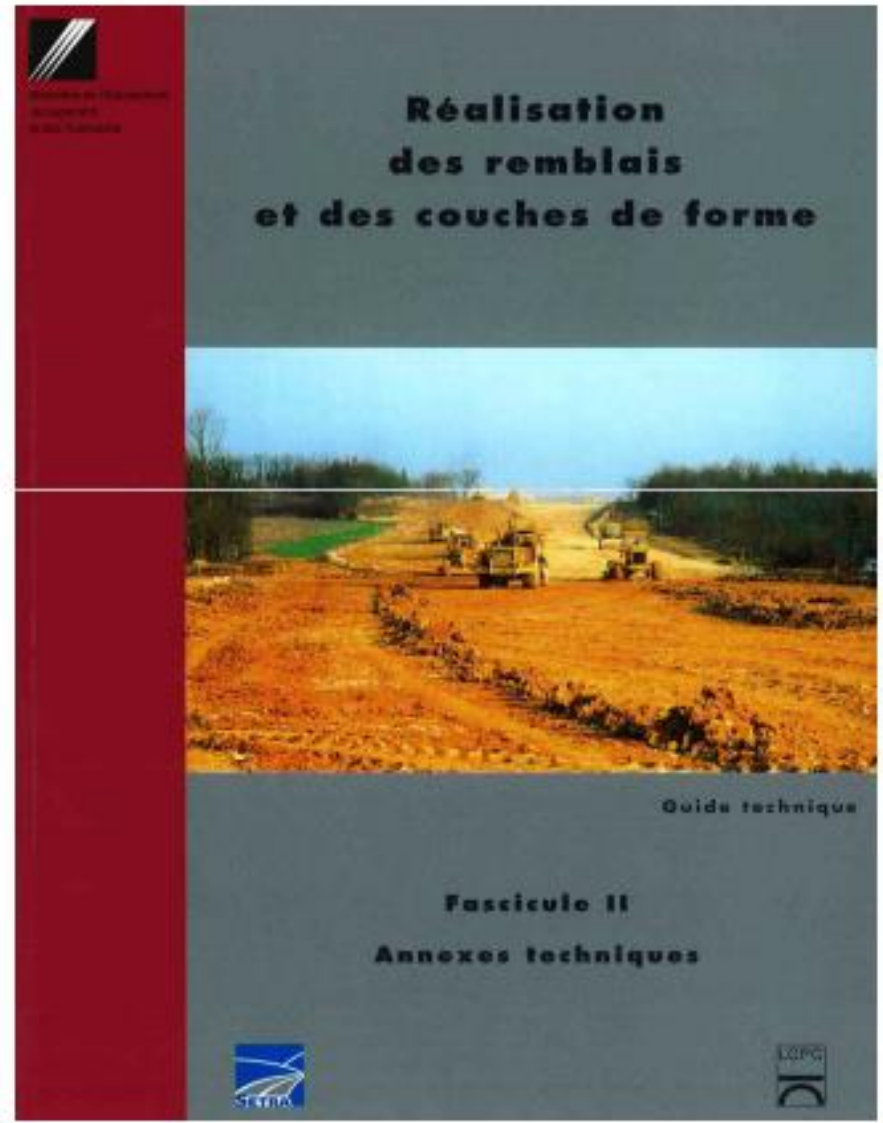
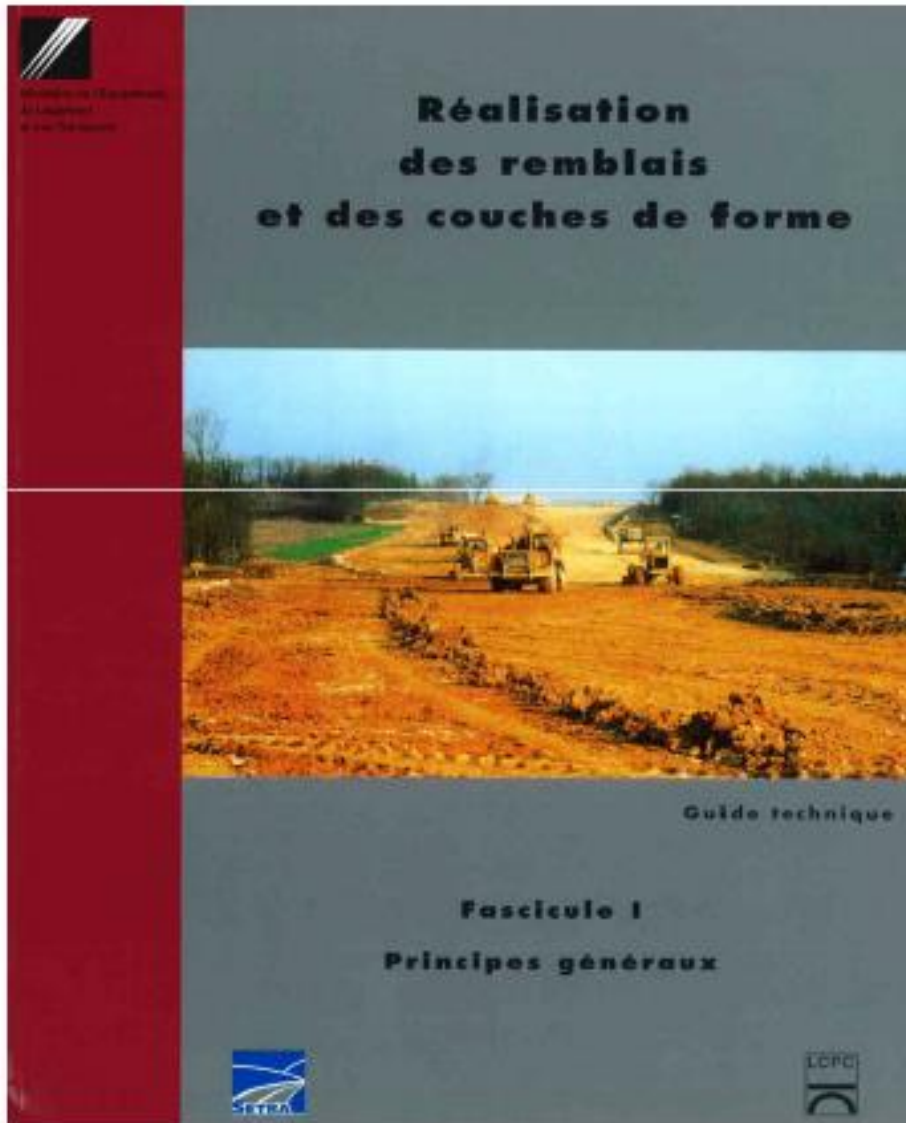
140 140
1887

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME



- Utiliser et s'adapter aux matériaux du chantier ou d'une zone extérieure la plus proche possible appelée zone d'emprunt.
- Utilisation de règles de référence à partir desquelles l'ingénieur doit en apprécier les adaptations en fonction de son expérience (⇒ pas de calcul mathématique).
- Adapter le terrain naturel au profil en long du projet et proposer une portance suffisante pour permettre la réalisation des couches de chaussées et accepter le trafic.

2000 GTR Guide Technique des Remblais et Couches de Forme



TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME

1. Classification spécifique des sols
2. Définition des modalités de mise en œuvre propres à chaque classe de sol (remblais et couches formes),
3. Détermination du compactage (remblais et couche forme),
4. Procédures et technique de contrôle (remblais et couche de forme)

Recommandation « zero emprunt, zero depot »

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 1) Classification des matériaux

► Classification des Matériaux:

GRANULO
VBS
IP

1^{er} Classement selon la nature ⇒ 6 Classes A,B,C,D,R,F (+ sous-classe)

W proctor
w
IPI

2^{ème} Classement selon l'état hydrique ⇒ 5 sous classes th,h,m,s,ts

► Réalisation des Remblais: 7 rubriques de réalisation

Situation météorologique du chantier ⇒ choix des conditions de réalisation ⇒ 7 qualités de P.S.T.

⇒ 4 classes d'Arase Associées

Contrôles de convenance

Levé topo
Portance

Module de calcul (MPa)	20	50	120	200
Classe de l'arase terrassement	AR1	AR2	AR3	AR4

► Réalisation des Couches de Forme: 4 rubriques de réalisation

Situation météorologique du chantier ⇒ choix des conditions de réalisation

⇒ épaisseur

⇒ 4 classes de P.F.

Contrôles de convenance

Levé topo
Portance
Déflexion

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 1) Classification des matériaux

- 1) Classification spécifiques des sols : Axée sur les conditions de réutilisation (\neq extraction)

\Rightarrow 6 Classes A,B,C,D,R,F (+ sous-classes)

► Classes A,B,C et D = SOLS

→ Sols = Matériaux naturels

Constitués de grains séparables

de dimensions très variables (argile \leftrightarrow blocs)

De nature et d'origine géologique diverses

→ Classes : A = SOLS FINS

B = SOLS SABLEUX ET GRAVELEUX AVEC FINES

C = SOLS COMPORTANT DES FINES ET DES GROS ELEMENTS

D = SOLS INSENSIBLES A L'EAU

→ 3 paramètres pour classifier ces sols =

Analyse Granulométrique

Indice de Plasticité (IP)

Valeur au Bleu d'un Sol (VBS)

▪ Paramètres de nature: Caractéristiques Intrinsèques Invariables

★ La Granularité

★ L'Argilosité \rightarrow 2 essais Labo =

▪ Indice de Plasticité = I_p (Limites d'Atterberg)

▪ Valeur de Bleu de Méthylène = VBS (Essai A LA TACHE)

▪ Paramètres de comportement mécanique: pour les Matériaux Granulaires en Couche de Forme

★ L.A.

★ M.D.E.

★ F.S.

▪ Paramètres d'état: Fonction de l'Environnement (Etat Hydrique)

★ Teneur en Eau: w / Essai Proctor

★ I_c : Indice de consistance

★ I.P.I. : Indice portant immédiat

★ C.B.R. : Indice portant après immersion

Essai PROCTOR Normal

Indice Portant Immédiat (IPI)

Indice (CBR)

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 1) Classification des matériaux

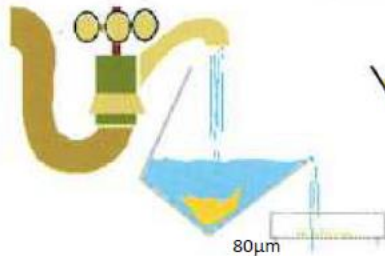
Analyse Granulométrique

Norme NF P 94- 056 → Etablir la répartition pondérale des éléments granulaires d'un matériau

► Principe: Pour les fractions de matériaux comprise entre 80µm et 50 mm. Séparer par brassage sous l'eau les grains agglomérés, puis une fois séchés, les classer au moyen d'une série de tamis et peser le refus cumulé sur chaque tamis. Rapporter à la masse totale sèche pour définir des pourcentages.

► Méthode d'essai:

1) Echantillonnage

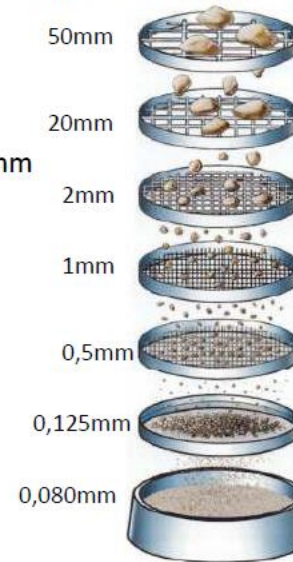


2) Lavage

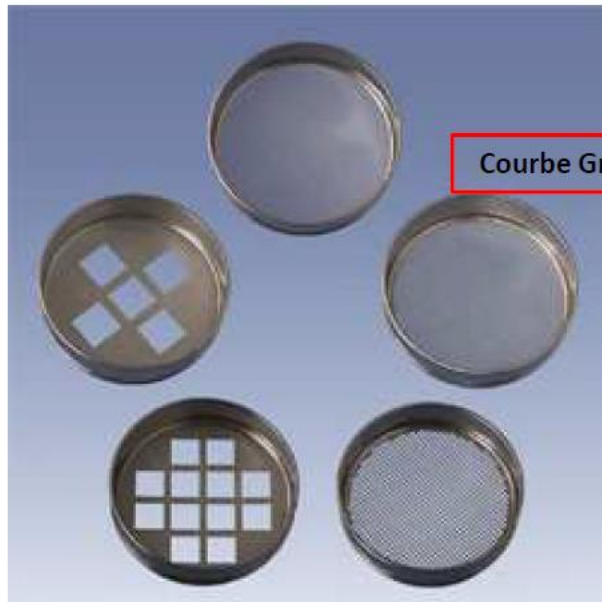
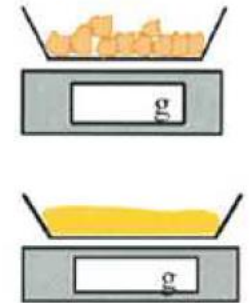
3) Etuvage



4) Criblage de la Fraction 80µm/50mm

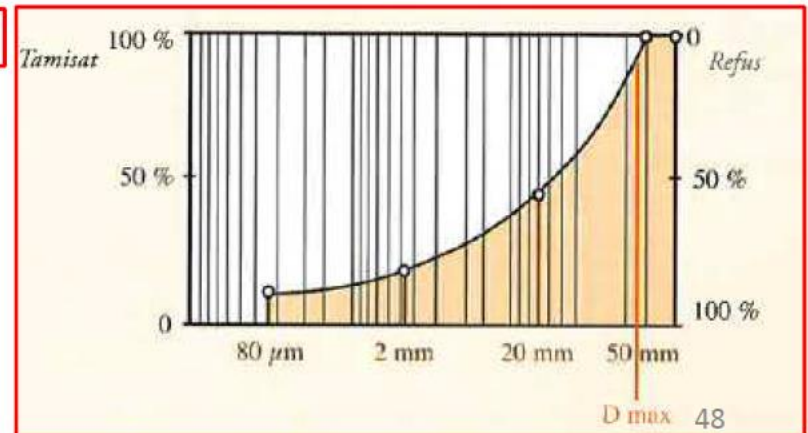


4) Pesage



Courbe Granulométrique

nt du Sol
e à l'eau)
ieux et graveleux



TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 1) Classification des matériaux

Valeur au Bleu d'un Sol (VBS)

Norme NF P 94- 068 → Caractérisation de l'argélosité d'un matériaux

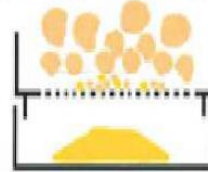
- Principe: Pour tous les sols et certains matériaux rocheux (pour les matériaux très argileux préférer les limites d'Atterberg Ip). Sur la fraction 0/5mm de tous les sables et graves. Test à la tache sur papier filtre: des doses de solution de Bleu de Méthylène sont ajoutées successivement à une suspension de la prise d'essai jusqu'à la limite d'adsorption soit atteinte.
- Méthode d'essai:

1) Echantillonnage

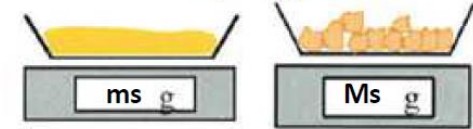
~~2) Etuvage~~



3) Criblage de la Fraction 0/5mm



4) Pesage



$$C = ms / Ms$$

5) Préparation de la Solution



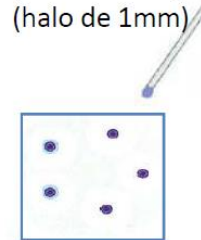
10g de bleu de méthylène anhydre / litre

6) Ajout du BM par goutte à goutte



$$B = \text{nbre goutte} \times 5\text{ml} \times 10\text{g} / 1000\text{ml}$$

7) Vérification par la tache (halo de 1mm)



$$\text{VBS} = \text{g (bleu)} / 100\text{g (0/50 mm)}$$

$$\text{VBS} = B / ms \times C \times 100$$

► 6 Seuils du GTR



TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 1) Classification des matériaux

Indice de Plasticité (IP) / Limites d'Atterberg

Norme NF P 94-051 → Caractériser l'argilosité d'un sol

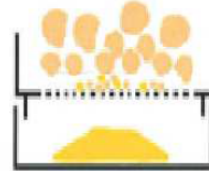
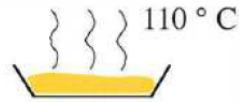
- ▶ Principe: Pour les sols comportant un % de Fines (80 μm) > 35%.
L'essai s'effectue sur la fraction 0/400 μm en 2 phases:
détermination de la teneur en eau W_c à la limite de liquidité (résistance à un cisaillement conventionnel)
détermination de la teneur en eau W_p à la limite de plasticité (résistance à la traction conventionnelle)
- ▶ Méthode d'essai:

1) Echantillonnage

2) Etuvage

3) Criblage de la Fraction 400 μm

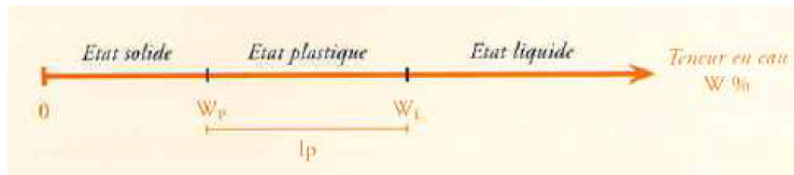
4) Pesage



5) Modification de la Teneur en eau

6) Réalisation de la rainure W_L

7) Réalisation du rouleau de sol W_p



$$IP = W_p - W_L$$

▶ Spécifications:



TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 1) Classification des matériaux

ESSAI PROCTOR NORMAL

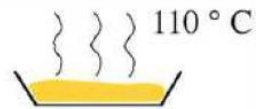
Norme NF P 94- 093 → Déterminer la masse volumique optimale sèche d'un matériau (pd OPN) et sa teneur en eau correspondante.

► Principe: Pour la fraction < 20mm de la plupart des matériaux. A 5 teneurs en eau différentes, 5 essais de compactage dans un moule avec un procédé et une énergie normalisés ⇒ mesure des masses volumiques sèches correspondantes.

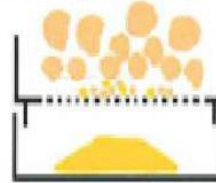
► Méthode d'essai:

1) Echantillonnage

2) Etuvage



3) Criblage de la Fraction 0/20mm



4) Pesage



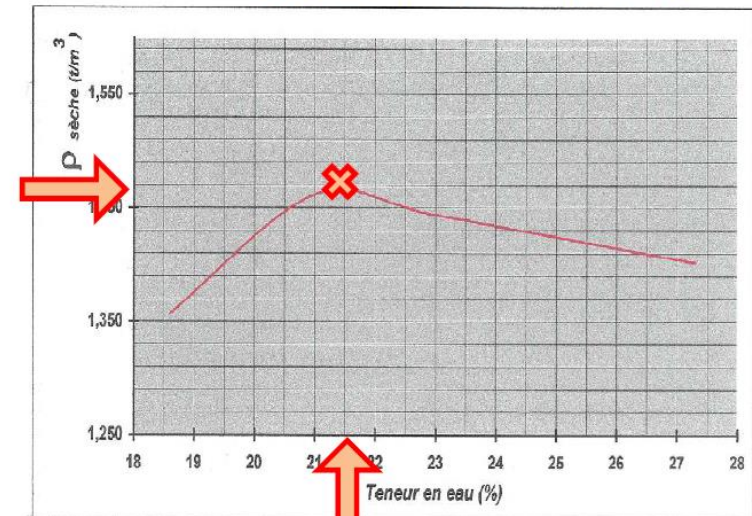
5) Préparation des matériaux
5 éprouvettes



6) Compactage



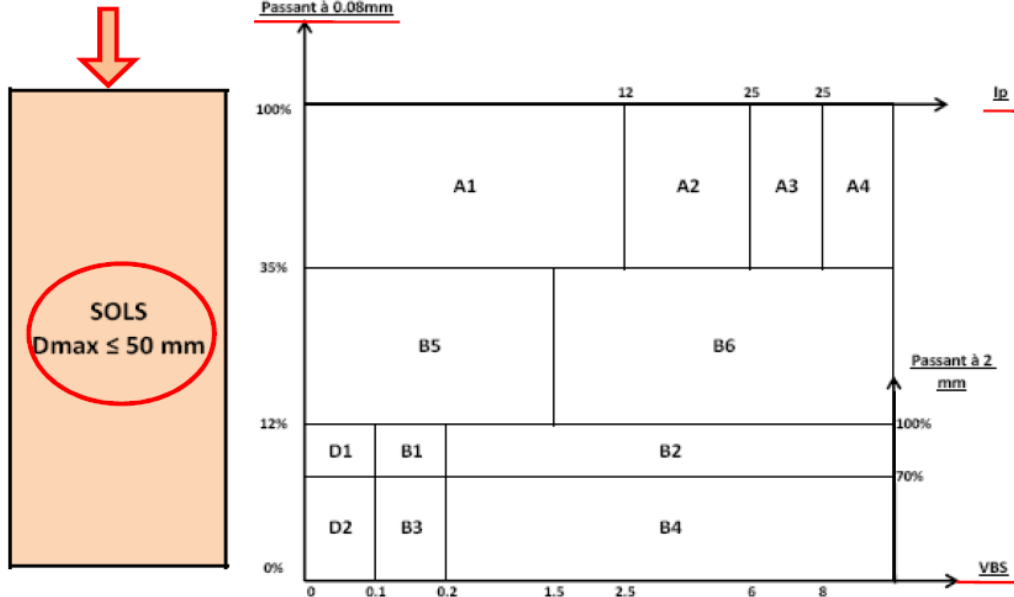
7) Mesure masse volumique sèche



$$EPN = \rho \text{ (T/m}^3\text{)} - wOPN = w \text{ (\%)}$$

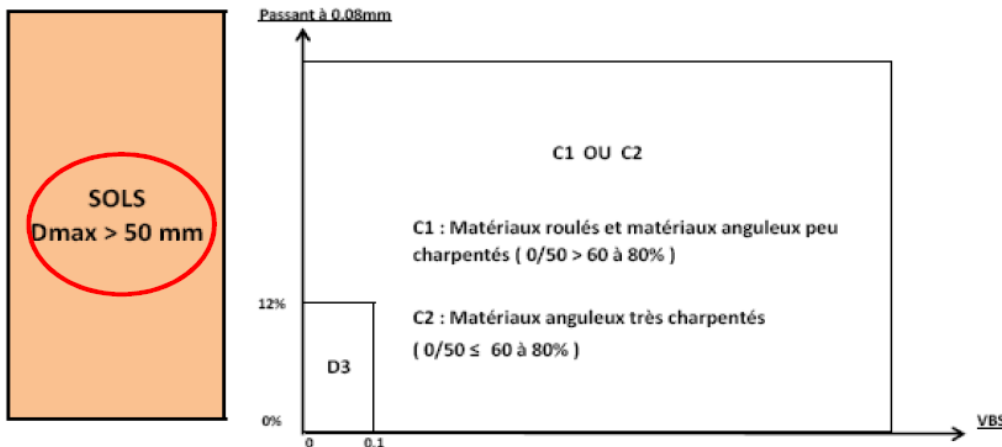
TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 1) Classification des matériaux

→ Détermination des Classes des sols (A,B,C,D): Tableau synoptique des classes



Appellation selon NFP11-300

Sols fins	A1 - A2 - A3 - A4
Sols sableux et graveleux avec fines	B1 - B2 - B3 - B4 - B5 - B6
Sols comportant des fines et des gros éléments	C1A1 - C1A2
	C2A1 - C2A2
	C1B2 - C1B4
	C2B2 - C2B4
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments	C2B5 - C2B6
	C1B1 - C1B3
	C2B1 - C2B3
Sols insensibles à l'eau	D1 - D2 - D3



TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 1) Classification des matériaux

► Classes R: Matériaux ROCHEUX

→ Classement fct() = Nature géologique
 Résultats d'essais (fragmentabilité, masse volumique...)
 Expérience

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

► Classes F: Sols Organiques et sous-produits Industriels

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

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 1) Classification des matériaux

Classe A

SOLS FINS

Classement selon la nature				Classement selon l'état hydrique		
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe
D _{max} ≤ 50mm et tamisat à 80µm > 35 %	A sols fins	$VBS \leq 2,5$ ou $I_p \leq 12$	A₁ Limons peu plastiques, loess, silts 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 VBS, compte tenu de l'imprécision attachée à la mesure de l' I_p .	$IP \leq 3$ ou $w_n \geq 1,25 w_{OPN}$	A₁th
			$3 < IP \leq 8$ ou $1,10 w_{OPN} \leq w_n < 1,25 w_{OPN}$		A ₁ h	
			$8 < IP \leq 25$ ou $0,9 w_{OPN} \leq w_n < 1,10 w_{OPN}$		A ₁ m	
			$0,7 w_{OPN} \leq w_n < 0,9 w_{OPN}$		A ₁ s	
		$w_n < 0,7 w_{OPN}$	A₁ts	A₁th		
		$12 < I_p \leq 25$ ou $2,5 < VBS \leq 6$	A₂ 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 l' I_p atteint des valeurs ≥ 12, il constitue le critère d'identification le mieux adapté.	$IP \leq 2$ ou $IC \leq 0,9$ ou $w_n \geq 1,3 w_{OPN}$	A₂th
			$2 < IP \leq 5$ ou $0,9 < IC \leq 1,05$ ou $1,1 w_{OPN} \leq w_n < 1,3 w_{OPN}$		A ₂ h	
			$5 < IP \leq 15$ ou $1,05 < IC \leq 1,2$ ou $0,9 w_{OPN} \leq w_n < 1,1 w_{OPN}$		A ₂ m	
			$1,2 < IC \leq 1,4$ ou $0,7 w_{OPN} \leq w_n < 0,9 w_{OPN}$		A ₂ s	
		$IC > 1,4$ ou $w_n < 0,7 w_{OPN}$	A₂ts	A₂th		
		$25 < I_p \leq 40$ ou $6 < VBS \leq 8$	A₃ 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 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.	$IP \leq 1$ ou $IC \leq 0,8$ ou $w_n \geq 1,4 w_{OPN}$	A₃th
			$1 < IP \leq 3$ ou $0,8 < IC \leq 1$ ou $1,2 w_{OPN} \leq w_n < 1,4 w_{OPN}$		A ₃ h	
$3 < IP \leq 10$ ou $1 < IC \leq 1,15$ ou $0,9 w_{OPN} \leq w_n < 1,2 w_{OPN}$	A ₃ m					
$1,15 < IC \leq 1,3$ ou $0,7 w_{OPN} \leq w_n < 0,9 w_{OPN}$	A ₃ s					
$IC > 1,3$ ou $w_n < 0,7 w_{OPN}$	A₃ts	A₃th				
$I_p > 40$ ou $VBS > 8$	A₄ 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 retrais ou gonflements. Leur emploi en remblai ou en couche de forme n'est normalement pas envisagé mais il peut éventuellement être décidé à l'appui d'une étude spécifique s'appuyant notamment sur des essais en vraie grandeur.	Valeurs seuils des paramètres d'état, à définir à l'appui d'une étude spécifique.		A₄th	
			A ₄ h			
			A ₄ m			
			A ₄ s			

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

Tableau I - Classification des sols A

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 1) Classification des matériaux

2) Condition d'Utilisation en Remblai (GTR):

fct (Nature du sol, météo) ⇒ 7 rubriques

▶ EXTRACTION:

- en Couche = Fragmentation, tri, Aération
- Frontale =

▶ ACTION SUR LA GRANULARITE:

- Elimination des Blocs >800mm = Permettre le compactage
- Elimination des Blocs >250mm = Permettre le Traitement
- Fragmentation = Concasseur, Dameur, ripeur

▶ ACTION SUR LA TENEUR EN EAU:

- Humidification =
- Essorage

▶ TRAITEMENT:

- Mélange des sols fins ou argileux avec =
 - Chaux
 - Ciment, cendre volante, laitier
- Epannage
- Traitement

▶ REGALAGE: 2 Epaisseurs (mince, moyenne)

▶ COMPACTAGE: 3 Niveaux d'Energie de Compactage (faible, moyen, intense)

▶ HAUTEUR DES REMBLAIS

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 2) Condition d'utilisation des Matériaux en Remblai

GTR 2000 Tableau récapitulatif des conditions d'utilisation des matériaux en remblai

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
E Extraction	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Extraction en couches (0,1 à 0,3m)
	2	Extraction frontale (pour un front de taille > 1 à 2m)
G Action sur la granularité	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Elimination des éléments > 800mm
	2	Elimination des éléments > 250 mm pour traitement
	3	Fragmentation complémentaire après extraction
W Action sur la teneur en eau	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Réduction de la teneur en eau par aération
	2	Essorage par mise en dépôt provisoire
	3	Arrosage pour maintien de l'état
	4	Humidification pour changer d'état
T Traitement	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Traitement avec un réactif ou un additif adaptés
	2	Traitement à la chaux seule
R Régilage	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Couches minces (20 à 30 cm)
	2	Couches moyennes (30 à 50 cm)
C Compactage	1	Compactage intense
	2	Compactage moyen
	3	Compactage faible
H Hauteur des remblais	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Remblai de hauteur faible (\leq 5m)
	2	Remblai de hauteur moyenne (\leq 10m)

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 2) Condition d'utilisation des Matériaux en Remblai

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code						
					E	G	W	T	R	C	H
A_{1s}	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)	1	0	0	0	1	2	2
		=	ni pluie ni évaporation importante	Solution 1 : humidification dans la masse W : humidification pour changement d'état R : régilage en couches minces C : compactage moyen	0	0	4	0	1	2	0
				Solution 2 : emploi en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	0	0	0	1	2
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de faible hauteur (≤ 5 m)	0	0	3	0	0	1	1
				Solution 2 : extraction avec arrosage superficiel E : extraction frontale W : arrosage superficiel C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2	0	3	0	0	1	2
				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)	0	0	4	0	1	1	2

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 2) Condition d'utilisation des Matériaux en Remblai

B₁, B₂ (états th, et h)

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code						
					E	G	W	T	R	C	H
B ₁	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	0	2	0
		-									
B ₂ th	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 en B ₂ h				NON						
B ₂ h	Ces sols sont très sensibles à la situation météorologique. Ils sont sujet au "matelassage", ce qui est à éviter au niveau de l'arasement. Le drainage préalable (plusieurs semaines) peut être efficace et permettre de reclasser certains d'entre eux en B ₂ 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 faible (≤ 5 m)	0	0	0	0	0	0	3
		-	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)	1	0	1	0	1	2	2
Solution 2 : aération et traitement W : réduction de la teneur en eau par aération T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen	0			0	1	1	0	2	0		

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 2) Condition d'utilisation des Matériaux en Remblais

Rôle de la partie supérieure de terrassement (PST)

→ Rôle des P.S.T. / QUALITE DE L'ARASE

► A COURT TERME - Validité du terrassement: Permettre la réalisation de la CDF

- Orniérage limité = bonne traficabilité



- Portance minimale EV2= permettre le compactage de la CDF

- 35Mpa si CDF en matériaux traité
- 20Mpa si CDF en matériaux granulaire

- Altimétrie contrôlée = assurer l'épaisseur de la CDF

⇒ **7 cas de P.S.T.** = fct (classification géotechnique des sols)
(conditions Hydrique intéressant le mètre inférieur)

► A LONG TERME - Classification du Terrassement :



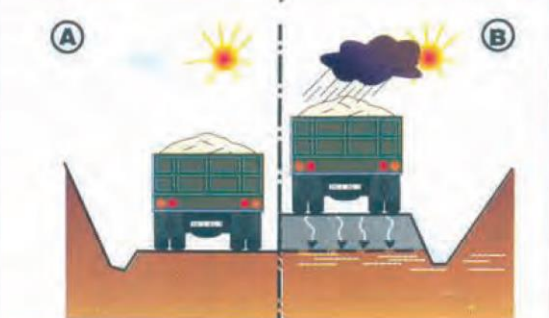
- A chaque PST est associé une ou deux classe de portance à long terme de l'arase ARi

⇒ **4 Niveaux de CLASSE d'ARASE associée**

Module de calcul (MPa)	20	50	120	200
Classe de l'arase terrassement	AR1	AR2	AR3	AR4

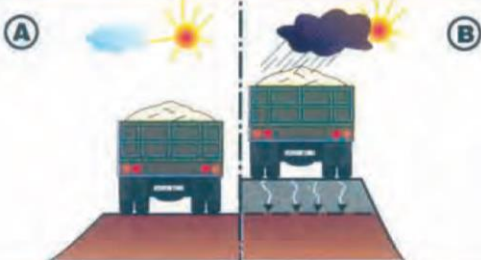


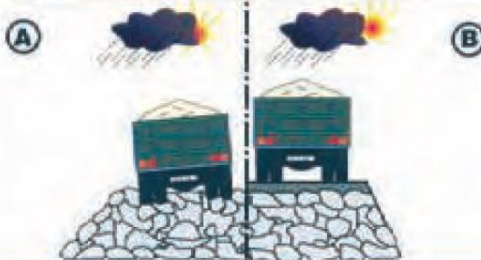
TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 2) Condition d'utilisation des Matériaux en Remblai

Rôle de la partie supérieure de terrassement (PST)

Cas de P.S.T	Schéma	Description	Classe de l'arase	Commentaires
P.S.T. n°0		<p>Sols A, B₂, B₄, B₅, B₆, C₁ se trouvant dans un état hydrique (th).</p> <p>Contexte 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>Sols Matériaux des classes A, B₂, B₄, B₅, B₆, C₁, R₁₂, R₁₃, R₃₄ et certains matériaux C₂, R₄₃ et R₆₃ dans un état hydrique (h).</p> <p>Contexte. 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>Sols Matériaux des classes A, B₂, B₄, B₅, B₆, C₁, R₁₂, R₁₃, R₃₄ et certains matériaux C₂, R₄₃ et R₆₃ dans un état hydrique (m).</p> <p>Contexte 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.

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 2) Condition d'utilisation des Matériaux en Remblai

Rôle de la partie supérieure de terrassement (PST)

<p>P.S.T. n°3</p>		<p>Sols Mêmes matériaux que dans le cas de PST 2.</p> <p>Contexte 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>	<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 de PST 2.</p> <p>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>
<p>P.S.T. n°4</p>		<p>Sols Mêmes matériaux qu'en PST 1 sous réserve que la granularité permette leur traitement.</p> <p>Contexte 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>	<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>
<p>P.S.T. n°5</p>		<p>Sols B₁ et D₁, et certains matériaux rocheux de la classe R₄₁.</p> <p>Contexte PST en matériaux sableux fins insensibles à l'eau, hors nappe, posant des problèmes de traficabilité.</p>	<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.</p> <p>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>
<p>P.S.T. n°6</p>		<p>Sols Matériaux des classes D₃, R₁₁, R₂₁, R₂₂, R₂₃, R₂₄, R₂₅, R₂₆, R₂₇, R₂₈, R₂₉, R₃₀, R₃₁, R₃₂, R₃₃, ainsi que certains matériaux C₂, R₂₁, R₄₁ et R₄₃.</p> <p>Contexte PST en matériaux graveleux ou rocheux insensibles à l'eau mais posant des problèmes de réglage et/ou de traficabilité.</p>	<p>AR3 Classement en AR3 si EV2 ≥ 120 MPa et en AR4 si EV2 ≥ 200 MPa.</p> <p>AR4 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.</p>

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 3) Condition d'utilisation en couche de Forme

3) Condition d'utilisation en couche de Forme.

⇒ Rôle de la CDF

► COURT TERME:

- Assurer Traficabilité tout temps des engins approvisionnant la CdFondation (P.L. 13T) ⇒ EV2 35 Mpa
- Permettre le Compactage efficace de la couche de fondation ⇒ déflexion <2mm
- Satisfaire les Exigences de Nivellement (garantir ép de la CdFondation) ⇒ tolérance +- 3cm
- Assurer la protection de l'A.R. vis-à-vis des agents climatiques



PST en matériaux grossiers PST en sol mou



► LONG TERME:

- Homogénéiser la portance
- Maintien de la portance dans le temps vis-à-vis des sols sensibles à l'eau
- Améliorer la portance du sols support ⇒ Economie de structure de chaussée €
- Protection thermique des sols support gélifs
- Drainage de la chaussée

⇒ Traitement des matériaux pour Couche de Forme

- ACTION SUR LA GRANULARITE:
- ACTION SUR LA TENEUR EN EAU:
- TRAITEMENT:
- PROTECTION SUPERFICIELLE: ⇒ Traficabilité, perméabilité
 - Enduit de Cure (Emulsion de Bitume + Gravillon)

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 3) Condition d'utilisation en couche de Forme

► Classification des Couches de Forme:

→ Binôme P.S.T. / Couche de Forme = Plateforme Support de Chaussée **P.F.**

→ 4 Catégories de P.F.

Module (MPa)	20	50	120	200
Classe de plate-forme	PF1	PF2	PF3	PF4

► Tableau de Dimensionnement des CdF et classification des P.F.:

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 3) Condition d'utilisation en couche de Forme

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	
B ₄₁ th		++	OU	toutes conditions météo	G : Elimination de la fraction 0/d S : Mise en œuvre d'une couche de fin réglage	1 0 0 3	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3	
B ₄₁ h	Lessive mais confiné Leurf neris l'actio Pour forme a) Eli fracti sensi élaboré peut être météor Il est tenu sur de 2 à frota trafic										
B ₄₁ m											

Rubrique	Code	Technique de préparation des matériaux	PST n° 1	PST n° 2	PST n° 3	PST n° 4
Action sur la granularité	0	Pas de condition particulière à recommander	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3
	1	Elimination de la fraction 0/d sensible à l'eau	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3
	2	Elimination de la fraction grossière empêchant un malaxage correct du sol	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3
	3	Elimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plate-forme	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3
	4	Elimination de la fraction 0/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plate-forme	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3
Action sur la teneur en eau	5	Fragmentation de la fraction grossière pour l'obtention d'éléments fins	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF3	e = 0,35 PF3
	0	Pas de condition particulière à recommander	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3
	1	Arrosage pour maintien de l'état hydrique	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3
Traitement	2	Humidification pour changer d'état hydrique	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3
	0	Pas de condition particulière à recommander	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3
	1	Traitement avec un liant hydraulique	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3
	2	Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3
	3	Traitement mixte : chaux + liant hydraulique	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3
	4	Traitement à la chaux seule	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3
Protection superficielle	5	Traitement avec un liant hydraulique et éventuellement un correcteur granulométrique	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3
	6	Traitement avec un correcteur granulométrique	e = 0,8	e = 0,5	e = 0,4	e = 0,3
	0	Pas de condition particulière à recommander	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF3	e = 0,35 PF3
	1	Enduit de cure éventuellement gravillonné	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF3	e = 0,35 PF3
	2	Enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF3	e = 0,35 PF3
	3	Couche de fin réglage	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF3	e = 0,35 PF3

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 4) Exemple d'application

2.02.3 Provenance des Matériaux

Nature des Matériaux	Provenance	Observations
<u>REMBLAIS D'EMPRUNT</u> <i>Pour sol support</i>	Soit des déblais réalisés sur le site ou d' <u>autre site</u>	Proposition de l'entreprise avec accord du Maître d'Oeuvre
<u>MATERIAUX</u> <i>Pour couche de forme</i>	Soit des déblais réalisés sur le site Soit de <u>matériaux d'apport</u>	Suivant études proposées par l'entrepreneur avec accord du Maître d'Oeuvre

2.02.4 Qualité des Matériaux

2.02.4.1 Matériaux pour couche de forme

2.02.4.1.1 Généralités

Les matériaux pour la couche de forme proviendront :

- soit des déblais réalisés sur le site avant traitement,
- soit par des matériaux d'apport à traiter de classe (A1/A2 ou C1B5) afin d'obtenir une classe mécanique 5 telle que définie par le guide technique des remblais et couche de forme,

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 4) Exemple d'application

► C.C.T.P. suite:

Module de calcul (MPa)	20	50	120	200
Classe de l'essai terrassement	AR1	AR2	AR3	AR4

Module (MPa)	20	50	120	200
Classe de plate-forme	PF1	PF2	PF3	PF4

2.07.0 SPÉCIFICATIONS DE PORTANCE

L'entreprise fera réaliser, à ses frais, des essais de réceptions. Les résultats de ces essais devront satisfaire aux conditions suivantes :

Couche	Essai de plaque ou Dynaplaque	Déflexion
Fond de forme en déblai	E V 2 ≥ 50 MPa	≤ 3 mm
Arase des terrassements	E V 2 ≥ 120 MPa	≤ 2 mm
Couche forme PF3	E V 2 ≥ 120 MPa	≤ 2 mm

Si les résultats demandés ne sont pas obtenus, il appartiendra à l'entrepreneur de prendre, à ses frais, toutes dispositions pour que ceux-ci soient respectés.
 La construction de la couche de forme ne pourra être exécutée qu'après réception de l'arase des terrassements par le maître d'œuvre.
 La construction de la chaussée ne pourra être exécutée qu'après réception de la plate-forme support chaussée par le maître d'œuvre.

► B.P.:

CONSEIL GENERAL DE LA HAUTE-GARONNE
 DIRECTION DE LA VOIE ET DES INFRASTRUCTURES
 Service des Etudes Oues

Date le 03/07/08 à 14:13:06

Page : 2

Devis : 08BR03



Numéro de Prix	Libellé	Unité	Quantité Prévue	Prix Unitaire HT.	Montant HT.
24	REMBLAIS D'EMPRUNT POUR SOL SUPPORT POUR AR2 (50MPa)	M3	63 000		
25	COUCHE DE FORME AVEC MATERIAUX D'APPORT POUR PF3 (120MPa)	M3	35 000		
26	TRAITEMENT DES REMBLAIS ISSUS DES DEBLAIS A LA CHAUX POUR AR2	M3	16 000		
27	TRAITEMENT DU SOL SUPPORT A LA CHAUX POUR AR2 (50MPa)	M2	130 000		
28	CHAUX VIVE POUR TRAITEMENT DU SOL SUPPORT	T	1 600		

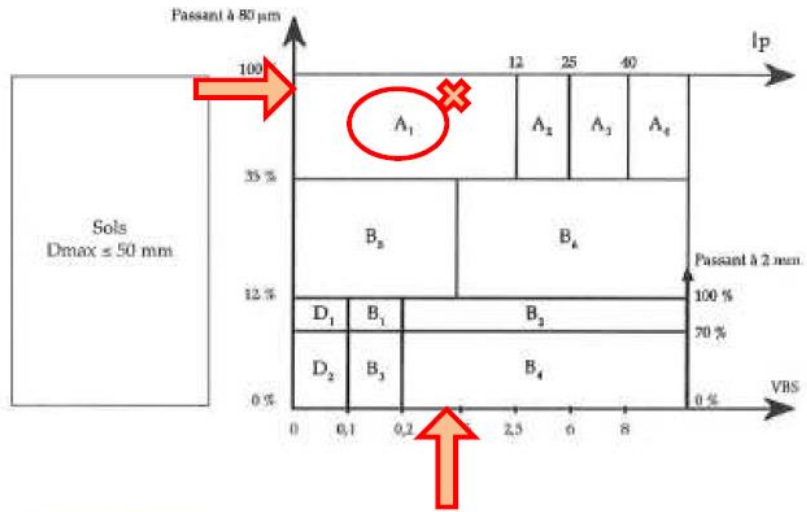
TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 4) Exemple d'application

► Recherche et reconnaissance de matériaux:

ENTREPRISE MALET
LABORATOIRE

Archivage 2008/GDCH_301

III. Caractérisation et nature des matériaux (NF P 11-300)



Ces limons sableux sont assimilables à des sols fins de classe A1 dans un état hydrique variable (sec à humide).

Les caractéristiques sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

Teneur en eau naturelle (NF P 94-050)	13 à 28 %
D max	5 mm
Valeur au bleu de méthylène (NF P 94-068)	0.8 à 1.3
Passant à 2 mm %	97 à 99
Passant à 0.08 mm %	81 à 94
Densité pd en T/m ³	1.45 à 1.75
Indice Portant Immédiat	2 à 27
Indice Portant après 4 j. d'immersion	2 à 5
Classe GTR	A1 s à h

Classe A

SOLS FINS

Classement selon la nature				Classement selon l'état hydrique		
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature	Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe
D _{max} ≤ 50mm et tamisat à 80µm > 35 %	A sols fins	VBS ≤ 2,5 ou I _p ≤ 12	A ₁ Limons peu plastiques, loess, siltis 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 _{lim} . Le temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique est relativement court, mais la perméabilité pouvant varier dans de larges limites selon la granulométrie, la plasticité et la compacité, le temps de réaction peut tout de même varier assez largement. Dans le cas de ces sols fins peu plastiques, il est souvent préférable de les identifier par la valeur de bleu de méthylène VBS, compte tenu de l'imprécision attachée à la mesure de l'Ip.	IP _i ≤ 3 ou w _n ≥ 1,25 w _{lim}	A ₁ th
					3 < IP _i ≤ 8 ou 1,10 w _{lim} ≤ w _n < 1,25 w _{lim}	A ₁ h
					8 < IP _i ≤ 25 ou 0,9 w _{lim} ≤ w _n < 1,10 w _{lim}	A ₁ m
					0,7 w _{lim} ≤ w _n < 0,9 w _{lim}	A ₁ s
					w _n < 0,7 w _{lim}	A ₁ ts77
					IP _i = 2 ou I _p = 0,9	

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 4) Exemple d'application

CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI


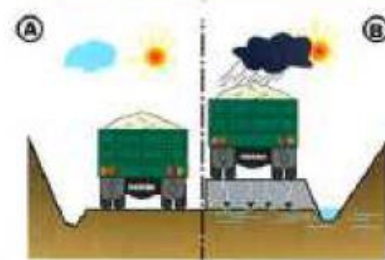

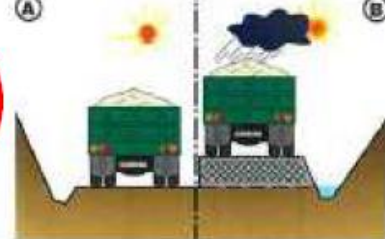
A_t (états th, h, m)

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code									
				E	G	W	T	R	C	H			
A_tth	Sols normalement inutilisables en l'état La réduction de teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou drainage préalable (plusieurs mois) peut être envisageable après étude spécifique et permettrait de les ramener en A _t h			NON									
A_th	Ces sols sont difficiles à mettre en oeuvre 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 (≤ 5m)			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 (≤ 10m)			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

Conditions du Chantier



TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 4) Exemple d'application

<p>P.S.T. n°1</p>		<p>Sols Matériaux des classes A, B₁, B₂, B₃, B₄, C₁, R₁₂, R₁₃, R₁₄ et certains matériaux C₂, R₂₃ et R₃₃ dans un état hydrique (h).</p> <p>Contexte. 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>	<p>AR1</p> <p>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 anti-contaminant à l'interface PST - couche de forme).</p>
<p>P.S.T. n°2</p>		<p>Sols Matériaux des classes A, B₁, B₂, B₃, B₄, C₁, R₁₂, R₁₃, R₁₄ et certains matériaux C₂, R₂₃ et R₃₃ dans un état hydrique (h).</p> <p>Contexte 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>	<p>AR1</p> <p>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.</p> <p>Si l'on peut réaliser un rabattement de la nappe à une profondeur suffisante, on est ramené au cas de PST 5.</p>
<p>P.S.T. n°3</p>		<p>Sols Mêmes matériaux que dans le cas de PST 2.</p> <p>Contexte 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>	<p>AR1</p> <p>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.</p> <p>AR2</p> <p>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>
<p>P.S.T. n°4</p>		<p>Sols Mêmes matériaux qu'en PST 1 sous réserve que la granularité permette leur traitement.</p> <p>Contexte 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>	<p>AR2</p> <p>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>

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 4) Exemple d'application

CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN COUCHE DE FORME

A₁, A₂

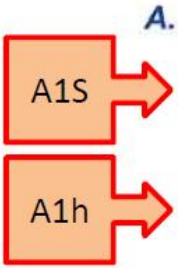
Pessimiste →

→ Optimiste

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 plateforme support de chaussée			
					PST n° 1	PST n° 2	PST n° 3	PST n° 4
					AR 1	AR 1	AR 1	AR 2
A _{1h}	La grande sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les traiter avec des liants hydrauliques associés éventuellement à de la chaux.	+ pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON				
		= ou - pas de pluie	T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 0 2 2				
A _{1m}	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 se traitent généralement en place.	+ pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON				
		= ou - pas de pluie	W : Arrosage pour maintien 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	0 1 2 2				
A _{1s}		+ pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON	e=0,35	e=0,35	e=0,35	e=0,35
		= ou - pas de pluie	W : Humidification pour changer l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	2 1 2				
A _{2h}	La sensibilité à l'eau des sols de	+ pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON				
		= ni pluie ni évaporation	T : Traitement mixte : chaux + liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 0 3 2	PF2	PF2	PF3	PF3

(1)

TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 4) Exemple d'application



A. Réemploi en remblais

Ces matériaux de classe A1 peuvent être mis en remblais à l'état naturel dans un état hydrique moyen selon les conditions de mise en œuvre définies par le GTR 2000.

En effet, ces sols changeant très rapidement de consistance pour de faibles variations de teneurs en eau, un traitement à la chaux vive s'imposera si leur état hydrique est trop élevé.

B. Réemploi en arase terrassement - Traitement à la chaux vive

Résultats d'études 2005 et 2008 : traitement à 2% de CAO

Etude	2005				2008
Teneur en eau %	19	21	23	27	20
IPI	24	31	32	23	36
CBR à 4j. immersion	25	36	44	38	51
Rapport CBR/IPI	1.1	1.2	1.4	1.7	1.4
Gonflement	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
Densité en T/m ³	1.470 à l'optimum				1.721
Teneur en eau après traitement %	21.5 à l'optimum				16.2
IPI	32 à l'optimum				***
CBR après 4 j. d'immersion	40 à l'optimum				***

L'étude CBR démontre systématiquement une insensibilisation à l'eau de ces matériaux avec des valeurs d'IPI > 20 permettant d'assurer une bonne traficabilité de chantier.

L'ensemble des résultats obtenus sont favorables à l'obtention d'une arase terrassement de classe AR2.

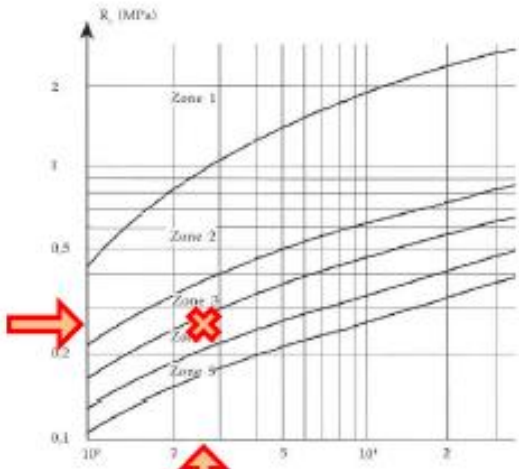


TERRASSEMENT : REMBLAIS ET COUCHE DE FORME : 4) Exemple d'application

C. Keemplo: en couche de forme-Traitement Chaux vive + liants hydrauliques

► Eude Labo complète:

Résultats d'études 2005 : traitement à 1% de CAO et 5% de Rolac 645



Traitement en centrale	Traitement en place	Classe mécanique selon le mode de traitement
Zone 1	Zone 1	1
Zone 2	Zone 1	2
Zone 3	Zone 2	3
Zone 4	Zone 3	4
Zone 5	Zone 4, 5	5

Teneur en eau %	18.5	20	25
Densité sèche en T/m ³	1.54	1.55	1.54
IPI	50	37	6
CBR à 4j. immersion	64	99	55
Rapport CBR/IPI	1.3	2.7	10
Gonflement	0	0	0
Rtb en MPa		0.31	
Rt en MPa (0.8 Rtb)		0.25	
Etb en MPa		2533	
Densité à l'optimum T/m ³		1.55	
Teneur en eau à l'optimum %		20.1	
IPI		37	
CBR après 4 j. d'immersion		99	
Zone (caractéristiques mécaniques)		4	
Classe mécanique matériaux		Classe 5	

> 1

V. Conclusion

Ces limons sableux classés en sol fin A1 peuvent être réutilisés en remblais en l'état dans la mesure où l'état hydrique est bien maîtrisé. Il devra se situer à l'état sec à moyen pour une mise en œuvre sans traitement.

Le classement de l'arase terrassement en niveau AR2 sera obtenu en procédant à un traitement à la chaux vive à 2% sur une épaisseur de 0.50 m.

La plage de teneur en eau naturelle pour le traitement à la chaux de 2 % se situe entre 20 et 30%.

Pour une réutilisation en couche de forme, le niveau de portance PF3 (EV2 ≥ 120 MPa) à long terme sera obtenu en fonction de la portance du support et de l'épaisseur de mise en œuvre suivantes : en considérant une AR2, l'épaisseur de couche de forme traitée à 1 % de chaux et 5% de ro'ac 645 sera de 35 cm (classe mécanique 5).