Recommandations pour les plateformes

Guide pour la réalisation des terrassements des plateformes de bâtiments et d'aires industrielles dans le cas de sols sensibles à l'eau

Olivier Pal - Pierre Vezole

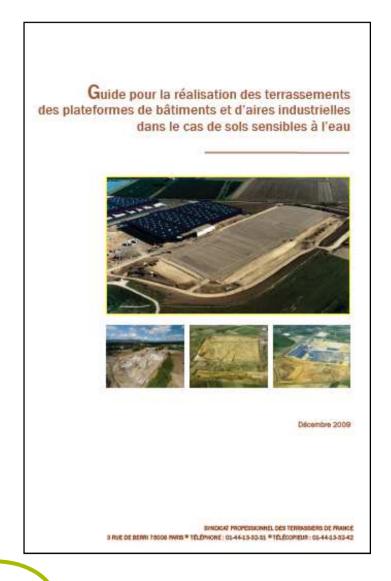


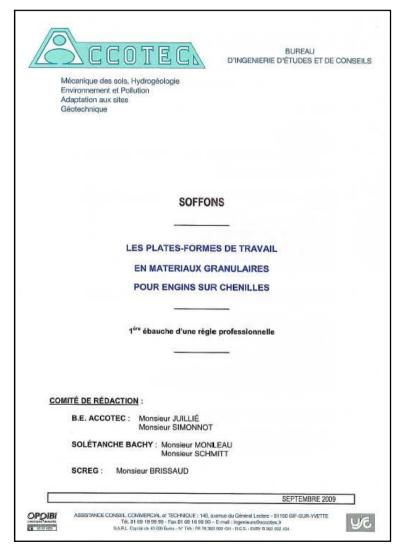


Recommandations pour les plateformes



Recommandations pour les plateformes







Recommandations pour les plateformes













Rédacteurs principaux

Maurice Bufalo – Valérian Daniel Gandille – Guintoli Pierre Vezole – Eiffage Construction



Recommandations pour les plateformes

Objectif du guide:

Proposer ou rappeler quelques règles de l'art simples et suffisantes pour traiter des cas les plus courants. Ce guide ne se substitue pas aux différentes études géotechniques préliminaires ou d'avant projet, ni évidemment aux études géotechniques de projet.

Les dispositions proposées tant au niveau de l'étude que de la réalisation, ont pour ambition d'aider à réduire voire à supprimer les risques les plus fréquents, mais ne prétendent pas être adaptées à tous les cas.

Le choix de la solution technique doit être fait ou, du moins être validé par une ingénierie géotechnique. Si cette solution n'est pas décrite dans un référentiel technique reconnu, elle doit faire l'objet d'une étude spécifique ou par une planche de convenance.



Recommandations pour les plateformes

Domaine d'application

- Le guide s'applique aux plateformes industrielles de bâtiments (à usage industriel, d'habitation, de bureaux...) et aux aires industrielles, y compris leurs aménagements périphériques (voies routières, ferroviaires... et parking) lorsque la PST est constituée de sols sensibles à l'eau.
- Il s'intéresse principalement aux condition d'utilisation et de mise en œuvre des sols à la fois à court terme (pendant les travaux) et à long terme (en service pendant la durée de vie de l'ouvrage avec pour objectif de garantir la pérennité des performances mécaniques et la stabilité dimensionnelle de la plateforme.



Recommandations pour les plateformes

Domaine d'application

Le guide ne traite pas:

- Des moyens d'obtenir un niveau de performance mécanique (voir à ce sujet le GTR ou le GTS) ni la couche de réglage fin sous le dallage.
- Des sols situés au-dessous de la PST, identifiés et caractérisés par les études géotechniques AVP et PRO.



Recommandations pour les plateformes

Une situation fréquente sur les petits chantiers...



Recommandations pour les plateformes

Un peu moins fréquente...quoique





Recommandations pour les plateformes

Mais vraie également sur les grands chantiers...



Recommandations pour les plateformes

Mais vraie également sur les grands chantiers...



Recommandations pour les plateformes

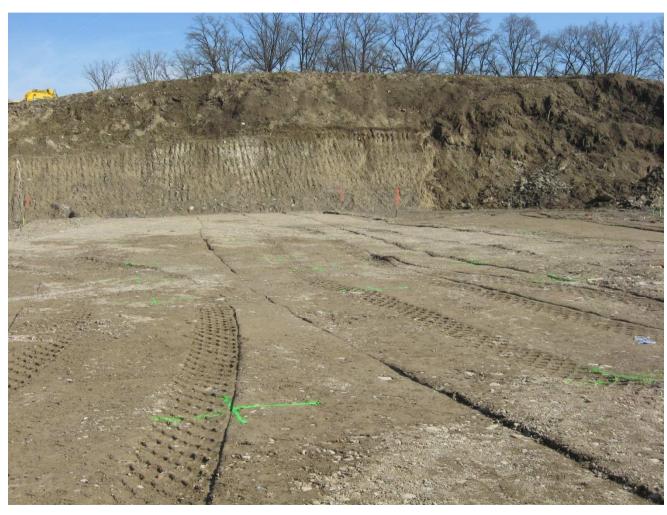
Aux conséquences réellement dangereuse!





Recommandations pour les plateformes

Mise en œuvre manifestement non conforme!



Recommandations pour les plateformes

Pour travailler par tout temps, il faut anticiper!





Recommandations pour les plateformes

Documents de références

- Les documents utilisés sont peu ou prou ceux utilisés dans le domaine des terrassements (routier, ferroviaire, etc...)
- Il n'existe que peu de différence au niveau des conditions de mise en œuvre, entre une plateforme support de dallage ou de bâtiment et une plateforme support de chaussée ou de voie ferrée.
- Ces documents définissent les règles de l'art et les conditions de réemploi et de mise en œuvre des sols naturels.



Recommandations pour les plateformes

Documents de références

- Normes
- Guides techniques du SETRA LCPC
- Réalisation des remblais et couches de forme, GTR, 2000
- Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques, application à la réalisation des remblais et couches de forme, GTS, 2000
- Conception et réalisation des terrassements, 2007
- Remblayage des tranchées, 1994 et 1999
- Caractéristiques des matériaux de remblais supports de fondations, Recommandation, 1980



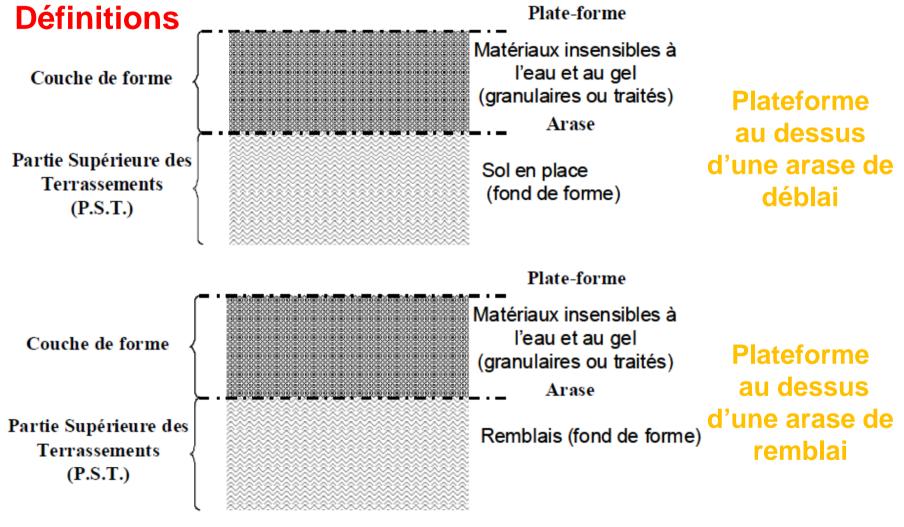
Recommandations pour les plateformes

Documents de références

- Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG) fascicule 2
 Terrassements généraux 2003
- Ce document est disponible auprès du JO et sur le site du Ministère de l'Energie, de l'Ecologie, du Développement et de la Mer (MEEDDM)
- http://www.btp.equipement.gouv.fr



Recommandations pour les plateformes



Recommandations pour les plateformes

Définitions

- La PST ou Partie Supérieure des Terrassements. Elle désigne conventionnellement le mètre supérieur des terrains rapportés (cas des remblais) ou en place (cas des déblais). La surface de la PST est dénommée - arase - , (AR)
- La CDF ou Couche De Forme. Positionnée sur l'arase, elle est constituée de matériaux granulaires ou traités, insensibles à l'eau et au gel, sur une épaisseur usuelle de 20 cm à 80 cm. La surface de la couche de forme est dénommée – plateforme – (PF)



Recommandations pour les plateformes

Domaine d'application: Les sols de la PST

Sols concernés: Ce sont principalement les matériaux sensibles à l'eau, ceux dont la consistance et le comportement changent notablement avec la teneur en eau et donc avec les conditions météorologiques. Ces changements peuvent se produire soit à très court terme, soit à beaucoup plus long terme.

Sols non concernés:

- Sols insensibles à l'eau (VBS < 0,1 selon GTR) : ces sols ne posent pas de problèmes particuliers de réutilisation et de mise en œuvre (voir GTR). Il s'agit principalement de sols sablo-graveleux propres (classe D) ou de matériaux rocheux concassées (classes R2, R4 et R6).
- Sols posant des problèmes spécifiques, susceptibles notamment d'être le siège de variations volumétriques préjudiciables : le GTR donne des indications sur la façon de les aborder, mais dans le cas où l'utilisation de tels sols est envisagée, des études particulières sont indispensables.



Recommandations pour les plateformes

Domaine d'application: Les sols de la PST

Sols non concernés (suite)...

- Des sols très plastiques ou à caractère gonflant : A4, voire A3 (NB: Dans le cas où ces sols ne sont pas réutilisés, ils doivent être purgés et substitués voir § II.4.3).
- Des sols solubles :
 - Sous emprise de bâtiment, sols dont la teneur en sels solubles est supérieure à 1 %;
 - o Hors emprise de bâtiment, sols dont la teneur en sels solubles est supérieure à 5 % (R5 ou F4).
- Des sols organiques (teneur en matières organiques supérieure à 3 %) : classes F11 et F12;
- Des sous-produits industriels : classes F2, F3, F5, F6, F7, F8 et F9;
- Des sols pollués;
- Des sols à risques : matériaux effondrables.



Recommandations pour les plateformes

Domaine d'application: Les ouvrages

Le guide traite des ouvrages « courants », ie de la catégorie 2 au sens de la norme Nf EN 1997 – 1 (Eurocode7).

Rappel important: En fonction de leur nature et du contexte certains ouvrages nécessitent des études géotechniques spécifiques réalisées dans le cadre de la norme NF P 94-500, comme par exemple :

- Talus et pentes;
- Assise compressible;
- Nappe sub-affleurante;
- Zone inondable;
- Zone à risques de cavités ou de galeries;
- Compactage des matériaux;
- Couche de forme traitée (étude de formulation en laboratoire voir GTS).



Recommandations pour les plateformes

La réalisation: Classification et définition des sols concernés

Classification

NF P 11-300 + GTR

Teneur en eau excessive

Û

Sols sensibles à l'eau

Portance et traficabilité médiocre Caractéristiques mécaniques dégradées Sensibilité au gel importante

Fragmentation ou dégradation

Sols évolutifs ou fragmentables

Court terme ou mise en œuvre Long terme après mise en œuvre



Recommandations pour les plateformes

La réalisation: Réutilisation des sols concernés

Le guide traite des cas courants, toutefois dans certains cas de figure les remblais, PST, arase ou couche de forme peuvent nécessiter des caractéristiques géomécaniques particulières (compacité, portance, épaisseurs, etc.) notamment dans les cas suivants :

- Plateforme support de voiries et parkings pour des charges lourdes particulières;
- Plateforme support de dallage (bâtiments);
- Interception des remontées capillaires;
- Plateforme de circulation des engins de chantier.

En l'absence de critères ou de spécifications précises, les documents cités en référence doivent être appliqués (GTR, GTS, etc.).



Recommandations pour les plateformes

La réalisation: Réutilisation des sols concernés

Remblais ordinaires

Le GTR définit :

- Les classes et les conditions de réutilisation des sols ;
- Les modalités de compactage (Q/S) pour obtenir le seuil de densification requis : niveau q4, soit compacité ≥ 95% de l'OPN.

- Classes d'arase
 - L'arase sert de support à la couche de forme et participe au dimensionnement de la plate forme. Les différentes classes d'arase doivent être définies conformément au tableau IX du GTR.
 - Le tableau suivant présente leurs principales caractéristiques.



Recommandations pour les plateformes

La réalisation: Réutilisation des sols concernés Partie supérieure des terrassements (PST)

Classes d'arase

Classe d'arase	AR0	AR1	AR2	AR3	AR4	
Compacité (si D ≤ 31,5 mm)		≥ 95% de l'Optimum Proctor Normal				
Portance minimum requise «EV2» (MPa)	< 20	≥ 20	≥ 50	≥ 120	≥ 200	
Commentaires	Caractéristiques insuffisantes: matériaux impropres nécessitant une substitution ou une amélioration avec, si nécessaire, un drainage	Matériau sensible à l'eau	- Matériau insensible à l'eau soit naturellement (VBS < 0,1) soit par traitement avec un réactif adapté (CBR > IPI) - Matériau sensible à l'eau mais convenablement drainé	Matériau ins à l'eau grave ou rocheux posant des de réglage d traficabilité	eleux mais problèmes	

Recommandations pour les plateformes

La réalisation: Réutilisation des sols concernés

- Amélioration de la classe d'arase:
 - Purge et substitution des matériaux impropres par des matériaux adaptés (granulaires ou traités);
 - Traitement pour les matériaux humides (les objectifs à atteindre sont décrits dans le GTS) :
 - Traitement par aération : scarification pour abaisser leur teneur en eau par évaporation ; cette méthode nécessite des conditions météorologiques favorables (soleil, vent, etc.), des surfaces disponibles et des délais suffisants;
 - Traitement à la chaux vive (ou éventuellement avec un liant hydraulique adapté).



Recommandations pour les plateformes

La réalisation: Réutilisation des sols concernés

- Amélioration de la classe d'arase:
 - Traitement avec un réactif adapté (chaux, liant hydraulique routier...): les objectifs à atteindre sont décrits dans le GTS;
 - Interposition d'un géosynthétique :
 - Soit de séparation fonction anti-contaminante, notamment en fond de purge;
 - Soit de renforcement positionné sur l'arase il permet de réduire, dans certains cas, l'épaisseur de la couche de forme granulaire (voir GTR).



Recommandations pour les plateformes

La réalisation: Réutilisation des sols concernés

- Critères décisionnels: La solution retenue et son dimensionnement doivent prendre en compte :
 - Les objectifs à atteindre (classe d'arase et éventuellement son caractère « non gélif »);
 - La qualité du sol support;
 - L'environnement hydraulique;
 - Les aspects économiques.



Recommandations pour les plateformes

La réalisation: Réutilisation des sols concernés La couche de forme (CDF)

Fonctions:

 Son rôle est essentiel pour garantir la bonne exécution et la pérennité des ouvrages qui la surmontent (dallages, assises de chaussées ou assises ferroviaires, etc.).

Elle a pour objectifs de :

- Conférer à la plateforme les caractéristiques requises;
- Homogénéiser les caractéristiques de la plate forme et garantir à long terme sa portance;
- Protéger la PST contre les effets des intempéries (eau, gel, etc.);
- Permettre un nivellement plus fin et d'atténuer les irrégularités altimétriques de l'arase;
- Assurer, le cas échéant, une fonction de drainage (couche de forme granulaire);
- Permettre la circulation de chantier.



Recommandations pour les plateformes

La réalisation: Réutilisation des sols concernés

La couche de forme (CDF): caractéristiques des matériaux constitutifs

- Couche de forme en matériaux granulaires (voir GTR):
 - Insensibles à l'eau : VBS < 0,1 ;
 - Dureté gélivité (voir § 3.2.1 du GTR) : LA et / ou MDE < 45 ;
 - D ≤ 100 mm (à déterminer en fonction de l'épaisseur de la couche et des tolérances de réglage).



Recommandations pour les plateformes

La réalisation: Réutilisation des sols concernés

La couche de forme (CDF): caractéristiques des matériaux constitutifs

- Couche de forme en matériaux traités à la chaux et/ou au liant hydraulique (voir GTS):
 - o Circulation possible si R_c > 1 MPa;
 - o Insensibles à l'eau (R_c immersion / R_c > 0,8 ou 0,6 selon VBS) et au gel (R_{tB} > 0,25 MPa) ;
 - Caractéristiques mécaniques R_t: au moins classe 5;
 - D ≤ 100 mm (critère dépendant des tolérances de réglage de la plateforme et des caractéristiques du malaxeur).
 - o II.2.4.3.



Recommandations pour les plateformes

LA REALISATION: Réutilisation des sols concernés La couche de forme (CDF): Dimensionnement de la couche de forme

Le dimensionnement doit permettre de satisfaire aux critères de performances requis dans le marché. En l'absence de critères ou de spécifications précises (à ce sujet *voir* § *II.2.1*), les documents cités en référence (GTR, GTS,...) doivent être appliqués.

Caractéristiques	Nature de la couche	Classe de plateforme			
	de forme	PF2	PF3	PF4 *	
Compacité (si D ≤ 20 mm)		≥ 98,5% de l'Optimum Proctor Normal			
Portance minimale «EV2» (MPa)		≥ 50	≥ 120	≥ 200*	
Valeur maximale de déflexion «d» (en mm)	couche de forme granulaire	≤ 200 / 100	≤ 90 / 100	≤ 60 / 100	
	couche de forme traitée à la chaux et/ou au liant hydraulique	≤ 80 / 100	≤ 60 / 100	≤ 50 / 100	



Recommandations pour les plateformes

CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME

Le drainage

La pérennité des caractéristiques d'une plateforme reposant sur un sol sensible à l'eau nécessite un drainage efficace à toutes les étapes de la construction et de la vie de l'ouvrage :

- Création de pentes et d'exutoires afin d'éviter les stagnations des eaux superficielles;
- Mise en place de tranchées, épis et couches drainants, pour rabattre la nappe sous la plateforme ou, si nécessaire, l'arase, pour les eaux internes.

NB: Pendant les travaux, l'entreprise doit prévoir un assainissement provisoire visant à limiter les effets des intempéries (pentes, fossés, etc.).



Recommandations pour les plateformes

CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME

Le drainage



NB: Pendant les travaux, l'entreprise doit prévoir un assainissement provisoire visant à limiter les effets des intempéries (pentes, fossés, etc.).



Recommandations pour les plateformes

CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME

Le drainage...délicat!





Recommandations pour les plateformes

CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME

Le drainage

Pour la phase définitive, le concepteur doit prévoir, si nécessaire après une étude hydraulique spécifique, un assainissement de la structure « PST - couche de forme » avec :

- Des dispositions constructives adaptées au contexte hydrogéologique, à la nature et à la géométrie de la plateforme;
- Des dispositifs de visite du système de drainage.



Recommandations pour les plateformes

CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME

Cas de la couche de forme granulaire

Elle est considérée comme perméable, la collecte des eaux se fait donc au niveau de l'arase. Les épaisseurs de couche de forme conseillées ci-après concernent uniquement les plates formes sous bâtiments ou sous dallages mais le dimensionnement mécanique (surcharges particulières) peut nécessiter une épaisseur plus importante.

Par ailleurs les zones de circulation (plate formes utilisées comme pistes de chantier, voiries, parkings, etc.) doivent être dimensionnées conformément au GTR.



Recommandations pour les plateformes

CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME

- Plateforme horizontale sur une arase horizontale
 - En l'absence d'exutoire gravitaire naturel, la mise en place d'une couche de forme granulaire d'environ 0,50 m d'épaisseur est nécessaire, avec, éventuellement, à sa base un géosynthétique de séparation.



Recommandations pour les plateformes

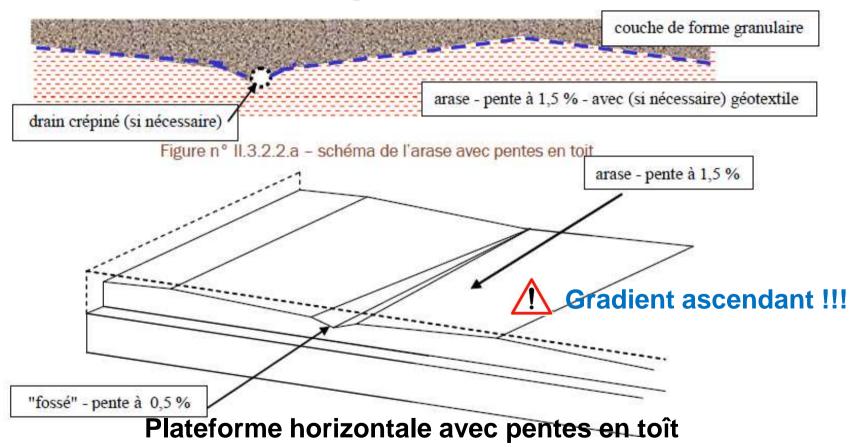
CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME

- Plateforme horizontale sur une arase pentée
 - Pour prévenir toute stagnation d'eau, on crée, au niveau de l'arase, des pentes « en toit ». L'horizontalité de la plate forme est rétablie par une épaisseur variable de la couche de forme granulaire : 0,20 m sur les lignes de faîtage est généralement suffisant pour maîtriser les effets des eaux météoriques.
- La pente visée est en principe de 1,5 % le long des «toits» et de 0,5 % pour le fil d'eau des «fossés» le long des noues (Figures n°II.3.2.2.a et b).
- En fonction des distances entre les lignes de faîtage, il peut être nécessaire de placer des drains crépinés (agricoles ou routiers) dans les « fossés ». Une nappe de géotextile de séparation, positionnée sur l'arase, peut être utile (voir § II.2.3.2)



Recommandations pour les plateformes

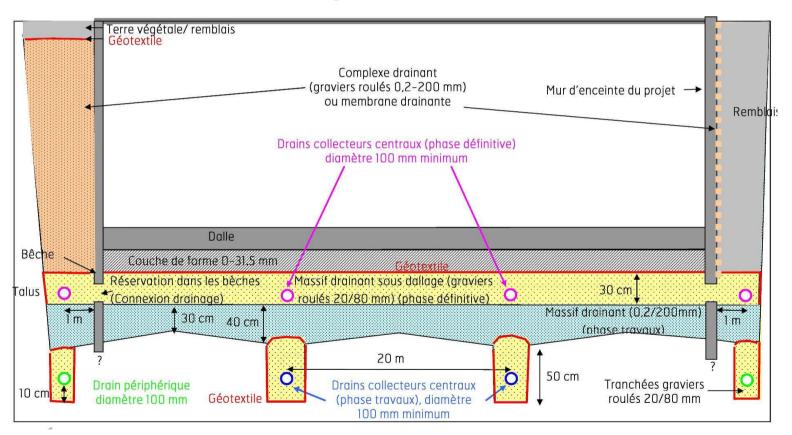
CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME



Recommandations pour les plateformes

CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME

Cas de la couche de forme granulaire



Plateforme horizontale avec pentes en toît



Recommandations pour les plateformes

CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME





Plateforme horizontale avec pentes en toit



Recommandations pour les plateformes

CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME Cas de la couche de forme granulaire

Cette méthodologie de principe nécessite une définition détaillée, préalable à l'exécution, pour éviter que des « détails » n'en compromettent l'efficacité .

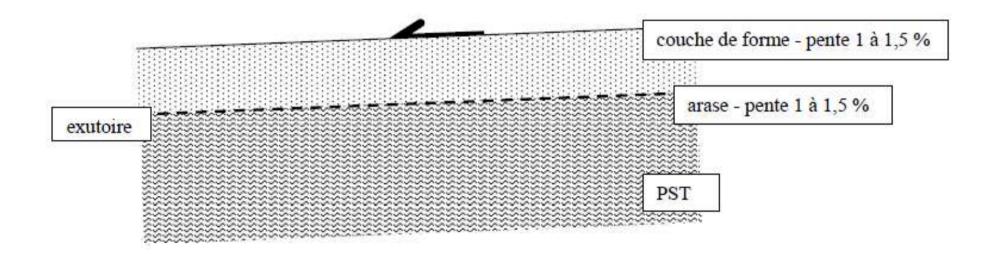
- La géométrie de la plate forme doit être déterminée en fonction des fondations qui ne doivent pas constituer ultérieurement des zones de barrage ou de stockage vis-à-vis de l'eau;
- Les tranchées des réseaux enterrés pénétrant dans l'arase doivent présenter un fil d'eau penté vers un exutoire;
- L'exécution des travaux doit être conduite à partir de l'exutoire, en progressant de l'aval vers l'amont;
- L'arase doit être compactée et « fermée » par passage d'un cylindre lisse ou d'un compacteur à pneus, puis recouverte le plus rapidement possible par la couche de forme de manière à prévenir toute action néfaste des précipitations.



Recommandations pour les plateformes

CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME

Cas de la couche de forme granulaire



Plateforme et arase à pente unique



Recommandations pour les plateformes

CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME

Cas de la couche de forme traitée

- La plateforme doit être protégée, dès la fin du traitement, contre l'évaporation ou les infiltrations par un enduit de cure, éventuellement gravillonné dans le cas où une circulation est envisagée (mono, bi ou tri-couche en fonction de l'intensité du trafic – voir GTS).
- L'enduit de cure ne constitue pas une étanchéité mais une protection contre la dessiccation.



Recommandations pour les plateformes

CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME

Cas de la couche de forme traitée

- La couche de forme traitée est considérée comme peu perméable au bout de quelques jours : en conséquence la circulation des eaux superficielles se fera donc essentiellement sur la plate forme, et l'arase se trouvera protégée des eaux superficielles.
- Elle ne participe donc pratiquement pas au système de drainage, et son épaisseur ne dépendra que de son dimensionnement mécanique.



Recommandations pour les plateformes

CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME

Cas de la couche de forme traitée

Plateforme horizontale

Dans ce cas de figure, le plus fréquent sous bâtiment, il est impératif de protéger ou de recouvrir la plateforme dans les meilleurs délais : en effet si la couche de forme traitée reste exposée pendant plusieurs mois aux intempéries, l'eau peut imbiber progressivement la PST et avoir des effets néfastes.



Recommandations pour les plateformes

CONCEPTION DU COMPLEXE: PST-COUCHE DE FORME

Cas de la couche de forme traitée

Plateforme pentée

- Il est préférable de concevoir une telle structure, surtout dans le cas de plates formes de grande surface :
 - Soit une pente unique;
 - Soit des pentes en « toit », identiques à celles réalisées sur l'arase dans le cas de la couche de forme granulaire avec des pentes qui peuvent être réduites.
- Si nécessaire, l'horizontalité de la plateforme peut être restaurée par la mise en place d'une couche de réglage en grave de granulométrie adaptée (0 / 20,0 / 31,5, etc.).
- La couche granulaire de réglage assure également une protection de la couche traitée.



Recommandations pour les plateformes

CAS PARTICULIERS

Fouilles des fondations

- Elles doivent recevoir le béton le plus rapidement possible, après leur ouverture, pour éviter la « pollution » ou l'altération du fond de fouille.
- Cependant pour éviter l'arrivée et l'accumulation d'eau dans les fouilles il est utile de mettre en œuvre des mesures préventives telles que :
 - Cordons périphériques;
 - Remblaiement de la fouille avec un matériau de perméabilité comparable à celle du terrain environnant si le béton a été mis en place.



Recommandations pour les plateformes

CAS PARTICULIERS

Fouilles des fondations



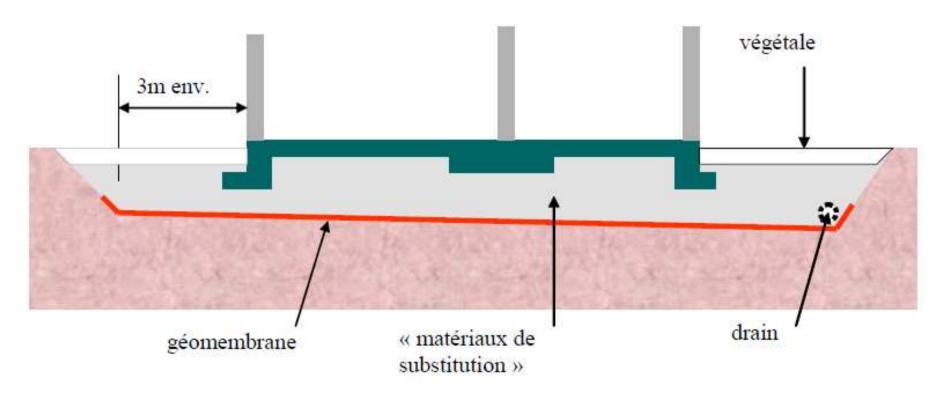




Recommandations pour les plateformes

CAS PARTICULIERS

Substitution dans le cas d'un sol sujet au retrait - gonflement

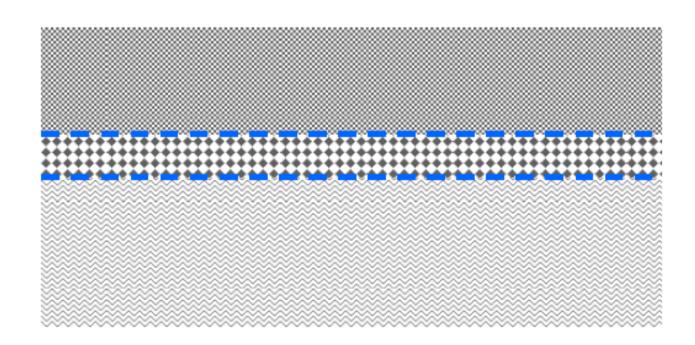




Recommandations pour les plateformes

CAS PARTICULIERS

Prévention des remontées capillaires



Remblai technique

Couche drainante

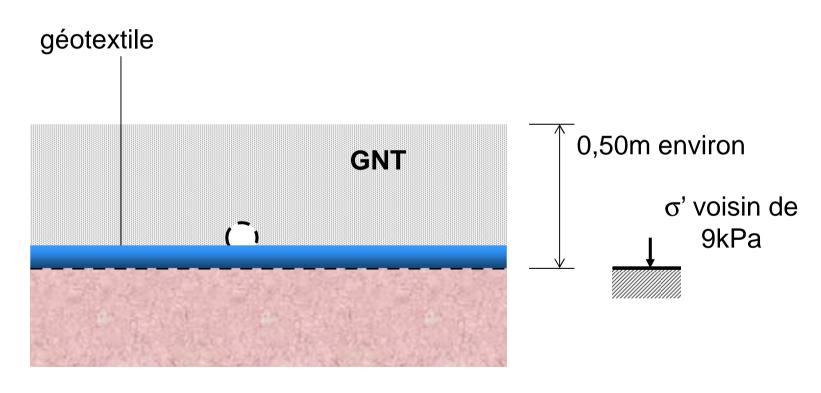
PST



Recommandations pour les plateformes

CAS PARTICULIERS

La couche de forme de référence





Recommandations pour les plateformes

CRITERES DE PERFORMANCE REQUIS SUR PF

Compacité de la CDF

- Seuil requis (GTR): niveau de compacité « q3 », soit :
 - o 98,5 % de l'OPN : moyenne sur l'épaisseur de la couche de forme;
 - o 96 % de l'OPN en fond de couche.
- La teneur en eau à la mise en œuvre doit être proche de la teneur en eau de l'OPN.
- L'appareil le plus couramment utilisé pour mesurer la teneur en eau et la densité sèche en place, est le « gamma densimètre » (de marque Troxler, Humbolt, Campbell, etc.).
- En fonction des objectifs fixés par le marché, des seuils plus sévères peuvent être requis, notamment, par exemple, en fonction des tassements admissibles au niveau de la couche de forme.



Recommandations pour les plateformes

CRITERES DE PERFORMANCE REQUIS SUR PF

Déformabilité de la plateforme

- Plusieurs essais de caractérisation sont disponibles :
 - Mesure du module de déformation EV2 :
 - Essai à la plaque de 600 mm ;
 - Dynaplaque;
 - Portancemètre ;
 - Plaque dynamique légère (pour des zones inaccessibles aux autres moyens).

NB: Dans le cas d'une couche de forme granulaire sous dallage, la norme NFP 11-213, ou DTU13.3, exige l'essai à la plaque.



Recommandations pour les plateformes

CRITERES DE PERFORMANCE REQUIS SUR PF

Déformabilité de la plateforme

- Plusieurs essais de caractérisation sont disponibles :
 - Mesure du coefficient de réaction de Westergaard : plaque de 600 mm ou de 750 mm;
 - Mesure de la déflexion : poutre Benkelman déflectographe curviamètre.

NB : Dans le cas de couches traitées aux liants hydrauliques, la mesure de la déflexion est plus pertinente que l'essai à la plaque.



Recommandations pour les plateformes

CRITERES DE PERFORMANCE REQUIS SUR PF

Essais		Normes	Valeurs	Référence
Chargement statique	Plaque	NF P 94-117.1		GTR
Chargement	Dynaplaque	NF P 94-117.2	EV2≥50 MPa	
dynamique	Portancemètre			
Chargement statique	Westergaard	NF P 94-117.3	Kw≥50 MPa / mètre	DTU 13.3
Déflexion sous un essieu de 13 tonnes	Poutre Benkelman ou Déflectographe	NF P 98-200	d ≤ 200 / 100 mm (couche de forme granulaire) d ≤ 80 / 100 mm (couche de forme traitée)	Catalogue des structures de chaussées

Seuils minimaux requis (cf plateforme de niveau PF2)



O. PAL

Recommandations pour les plateformes

CRITERES DE PERFORMANCE REQUIS SUR PF

Tolérance géométrique

Sur une surface donnée, elles sont fonction, et donc déterminées par

)

- Le type de couche sous-jacente (couche de forme pour l'arase couche de chaussées ou dallage pour la couche de forme);
- La largeur et la pente de la surface transversale à régler.
- Le type d'engin ou d'équipements utilisés pour le réglage de cette surface.

Par exemple une tolérance altimétrique inférieure ou égale au centimètre ne pourra pas être obtenue avec une niveleuse mais seulement avec une raboteuse type autograde, notamment si la surface transversale est importante.



Recommandations pour les plateformes

CRITERES DE PERFORMANCE REQUIS SUR PF

Tolérance géométrique

Niveau	Epaisseur de la couche	Nivellement altimétrique	Engin conseillé
Arase (PST)	Selon spécifications (GTR - GTS) ou critères du marché	± 5 cm	Niveleuse
Plateforme	0 à + 1 ou 2 cm / épaisseur	±3 cm (GTR)	Niveleuse asservie (avec équipements laser - GPS)
(couche de forme)	nominale	± 1 cm (DTU 13.3)	Raboteuse asservie (avec équipements laser - GPS)

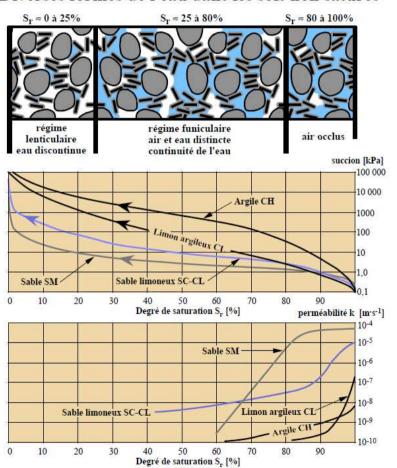
Tolérances types... à titre indicatif

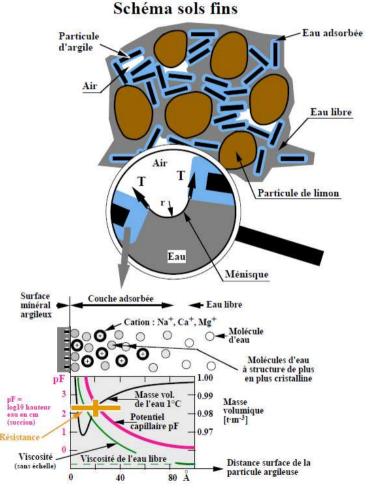


Recommandations pour les plateformes

QUELQUES RAPPELS DE MECANIQUE DES SOLS...

Diverses formes de l'eau dans les sols non saturés







Recommandations pour les plateformes

QUELQUES RAPPELS DE MECANIQUE DES SOLS...

La tension superficielle

Interface eau-air → Membrane (ép. = 1 molécule)

Traction permanente de l'ordre de 0,08N/m c'est une valeur très petite ...

mais $0.08 \text{ N} / 1.6 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2 = 500 \text{MPa} !!!$

tube capillaire : pression ?

 $u = t \cdot 2pr / pr^2 = 0.16 / r$

AN: $r = 1 \text{mm} \rightarrow 160 \text{kPa}$, ascension 16m



Recommandations pour les plateformes

QUELQUES RAPPELS DE MECANIQUE DES SOLS...

Consistance d'un sol fin ?

On part d'une boue, que l'on laisse se dessécher progressivement au soleil

Liquide de plus en plus visqueux

 $\hat{\Gamma}$

Puis pâte que l'on peut modeler (plastique)

Û

Puis pâte qui se brise quand on la déforme

Ú

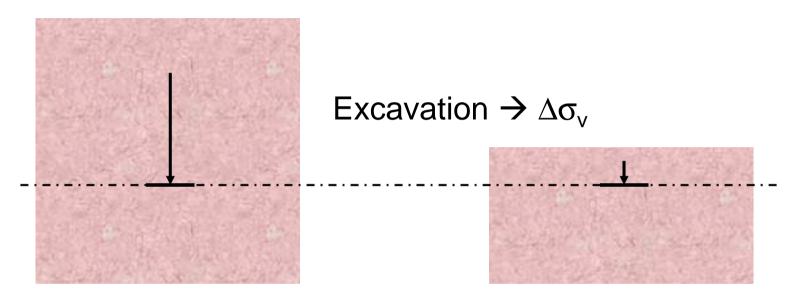
Apparition de fissures de retrait, morceaux de plus en plus fermes

La dessiccation génère une succion, qui est équilibrée par une compression du squelette granulaire



Recommandations pour les plateformes

QUELQUES RAPPELS DE MECANIQUE DES SOLS...



En l'absence de variations de la teneur en eau :

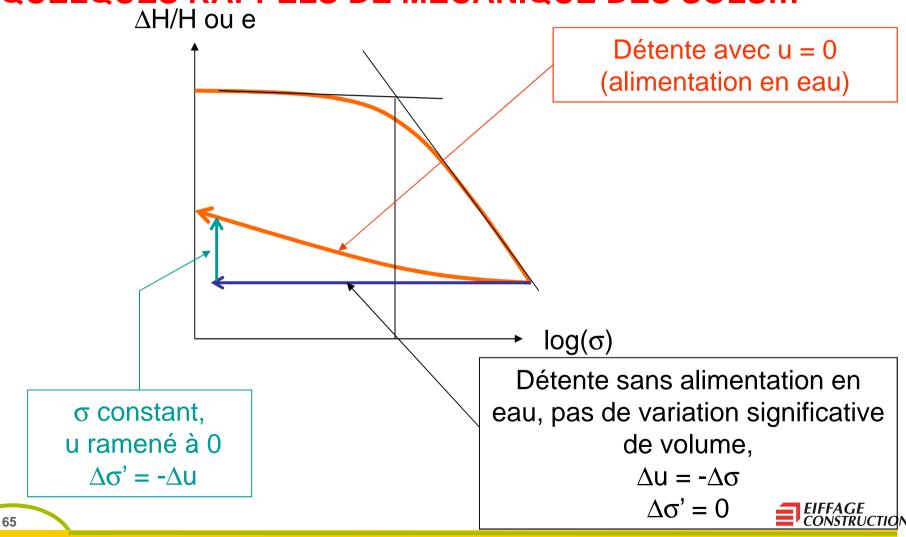
$$\Delta \sigma_{\rm v}' = 0$$
 et $\Delta u = -\Delta \sigma_{\rm v}$

Mais une alimentation en eau dissipe la succion, Le sol « gonfle » et change de consistance ...



Recommandations pour les plateformes

QUELQUES RAPPELS DE MECANIQUE DES SOLS...



Recommandations pour les plateformes

QUELQUES RAPPELS DE MECANIQUE DES SOLS...

On prévient ou on limite la détente par :

- Collecte et évacuation des eaux de pluies (surface « fermées », pentes, fossés, <u>exutoire</u>); c'est le cas des plates-formes routières; c'est le cas des phases de creusement;
- Confinement par un lest suffisant de matériaux insensibles à l'eau (GNT) avec interposition d'une nappe de géotextile anticontaminant.



Recommandations pour les plateformes

QUELQUES RAPPELS DE MECANIQUE DES SOLS...



Il est <u>FONDAMENTAL</u> de maîtriser le couple (<u>Teneur en eau – Densité sèche</u>) en référence aux essais PROCTOR Et

Il est vain de parler d'objectifs de compactage, q_i sans vérifier que la teneur en eau est adéquate



Recommandations pour les plateformes

QUELQUES RAPPELS DE MECANIQUE DES SOLS...

Le matelassage...



Recommandations pour les plateformes



O. PAL