

**BTS MAINTENANCE ET APRES VENTE DES ENGINES DE TRAVAUX
PUBLICS ET DE MANUTENTION**

SESSION 2006

U 41

1ère partie

RECHERCHE D'ADEQUATION CHANTIER ET MATERIEL

Documents techniques et plans

| | |
|--|------------------|
| BTS MAVETPM | Session 2006 |
| U.41-Recherche d'adéquation chantier et matériel | MME4RA |
| Coefficient : 2 | Durée : 2 heures |
| | Page : 5/20 |

EXTRAITS DU CCTP

ARTICLE 3 - 5 - MOUVEMENT DES TERRES

3.5.1. - Tableau des conditions d'utilisation des matériaux

(matériaux = sols + matériaux rocheux + sous produits industriels)

Les tableaux de correspondance définissent la nature et les conditions d'utilisation des types de matériaux qui seront rencontrés le plus fréquemment dans les déblais et les emprunts, selon :

- **la classification des sols** en classes et sous-classes, en faisant la distinction entre sols, matériaux rocheux, et sous produits industriels, comme définis dans le **GUIDE TECHNIQUE POUR LA REALISATION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME**, (fascicule I et II) publié en Septembre 1992 par le S.E.T.R.A. et le L.C.P.C.

Les matériaux rencontrés étant évolutifs en granulométrie entre l'extraction et la mise en oeuvre, on considérera exclusivement la nature des matériaux telle qu'elle se présente en fin de mise en oeuvre pour définir leur condition d'utilisation.

LEGENDE DE LA CLASSIFICATION DES MATERIAUX :

- A : Sols fins (A1 à A4),
- B : Sols sableux et graveleux avec fines (B1 à B6),
- C : Sols comportant des fines et des gros éléments (C1 à C2),
- D : Sols insensibles à l'eau (D1 à D3),
- R : Matériaux rocheux évolutifs et non évolutifs (R1 à R6)
- F : Sols organiques, sous produits industriels (F1 à F9)

- **les conditions d'utilisation des matériaux en remblais** les tableaux de correspondance seront complétés par le Maître d'Oeuvre en cours d'exécution dans le cas où d'autres types de sols seraient rencontrés. Les compléments résulteront de l'application du **GUIDE TECHNIQUE POUR LA REALISATION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME** publié en Septembre 1992 par le S.E.T.R.A. et le L.C.P.C.

Présentation des tableaux des conditions d'utilisation des matériaux en remblai :

Les tableaux comportent cinq colonnes;

- **dans la première colonne** est indiqué le cas envisagé, défini par la classe, la sous-classe et l'état du matériau. Lorsque l'état est caractérisé par la teneur en eau, il s'agit de l'état hydrique constaté à l'extraction. Cet état hydrique peut être plus ou moins modifié au moment de la mise en remblai suivant la situation météorologique du moment et suivant la technique de mise en oeuvre adoptée.

- **la deuxième colonne** comporte, dans un but pédagogique, des observations générales sur le comportement du matériau considéré.

- **la troisième colonne** concerne la situation météorologique durant l'extraction et la mise en remblai.

++ exprime que la situation météorologique a pour effet d'accroître la teneur en eau du matériau de manière brutale et imprévisible. Ce cas est traduit dans les tableaux par l'expression "pluie forte",

| | |
|--|------------------|
| BTS MAVETPM | Session 2006 |
| U.41-Recherche d'adéquation chantier et matériel | MME4RA |
| Coefficient : 2 | Durée : 2 heures |
| | Page : 6/20 |

+ exprime que la situation météorologique a pour effet d'accroître la teneur en eau de manière lente et relativement prévisible. Ce cas est traduit dans les tableaux par l'expression "pluie faible",

= exprime que la situation météorologique n'a pas d'action sensible sur la teneur en eau du matériau considéré. Ce cas est traduit dans les tableaux par l'expression "ni pluie - ni évaporation importante",

- exprime que la situation météorologique a pour effet de diminuer la teneur en eau du matériau. Ce cas est traduit dans les tableaux par l'expression "évaporation importante".

- dans la quatrième colonne figurent les conditions d'utilisation en remblai. Ces conditions s'appliquent au cas de matériaux indiqués dans la première colonne dans l'hypothèse de la situation météorologique portée dans la troisième

- dans la cinquième colonne figurent les codes correspondants aux différentes conditions d'utilisation.

Tableau récapitulatif des conditions pouvant être imposées pour utiliser les différents matériaux en remblai :

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

- Les tableaux des conditions d'utilisation des matériaux en remblai, ci-dessus détaillées, sont reproduites dans le dossier: Conditions d'utilisation des matériaux en remblai et tableau de compactage pour l'utilisation des matériaux en couche de forme.

| | |
|--|------------------|
| BTS MAVETPM | Session 2006 |
| U.41-Recherche d'adéquation chantier et matériel | MME4RA |
| Coefficient : 2 | Durée : 2 heures |
| | Page : 7/20 |

ARTICLE 3 - 9 - EXECUTION DES REMBLAIS

3.9.1.- Préparation du terrain sous les remblais

La terre végétale sera décapée. Elle sera mise en dépôt provisoire en vue de son utilisation ultérieure sur les talus de remblais.

L'excédent éventuel sera transporté en dépôt définitif. Les purges nécessaires en cours d'exécution seront effectuées jusqu'à la côte fixée par le maître d'oeuvre ou son représentant. Le rattrapage de niveau nécessité par les purges ou par les trous résultant de l'arrachage des souches, sera effectué avec des matériaux de déblais.

Le compactage de la surface d'appui des remblais consistera en un nombre de passes de compacteurs qui sera déterminé à la suite de l'identification et de la mesure de la teneur en eau du sol rencontré.

3.9.2.- Mise en oeuvre des remblais et du compactage

3.9.2.1. - Prescriptions générales applicables à tous les remblais

Tous les remblais devront être montés par couches élémentaires horizontales.

Les couches élémentaires devront présenter, après compactage, une pente transversale au moins égale en tout point à 4 % .

a) - Les conditions de mise en oeuvre et de compactage sont indiquées dans les tableaux de compactage reproduits dans la pièce n°6 du bordereau 2 du présent dossier de consultation des entreprises, intitulée **ANNEXES TECHNIQUES** établis selon **LE GUIDE POUR LA REALISATION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME** édité par le L.C.P.C. et le S.E.T.R.A. dans son édition de Septembre 1992, (fascicule II).

Ces tableaux indiquent les valeurs à respecter pour l'épaisseur des couches élémentaires et l'intensité de compactage, exprimée par le rapport Q/S (défini plus loin) pour les types de sol qui seront rencontrés le plus fréquemment dans les emprunts, selon :

- * le matériau tel que défini par la classification
- * le matériel de compactage utilisé (type d'engin - paramètres de construction et de fonctionnement, mode d'emploi),
- * l'épaisseur compactée,
- * l'objectif de compactage.

b) - Prescriptions pour le compactage

deux objectifs de densification, désignés symboliquement par q3 et q4 sont définis :

- q3 objectif ordinairement requis pour les couches de forme,
- q4 objectif ordinairement requis pour les remblais

Les prescriptions données dans les tableaux de compactage correspondent à la définition des modalités d'utilisation des compacteurs pour chaque couple : matériau - matériel

| | |
|--|------------------|
| BTS MAVETPM | Session 2006 |
| U.41-Recherche d'adéquation chantier et matériel | MME4RA |
| Coefficient : 2 | Durée : 2 heures |
| | Page : 8/20 |

Avec la mise en oeuvre par couche et les matériels actuels, on observe en effet une variation de la masse volumique sèche sur la hauteur de la couche compactée. Pour s'assurer d'un compactage correct, ceci conduit à considérer deux indicateurs :

ρ_{dm} : masse volumique sèche moyenne sur toute l'épaisseur de la couche compactée.

ρ_{dfc} : masse volumique sèche en fond de couche (c'est à dire la valeur moyenne sur une tranche de 8cm d'épaisseur située à la partie inférieure de la couche compactée).

Les prescriptions moyennes des tableaux ont été établies pour atteindre les valeurs moyennes minimales suivantes de ρ_{dm} et de ρ_{dfc} par nature d'ouvrage :

q3 objectif de densification pour le compactage des couches de forme :

$\rho_{dm} \geq 98,5\% \rho_d \text{ OPN}$ et

$\rho_{dfc} \geq 96\% \rho_d \text{ OPN}$

c) - Données relatives aux matériaux

Les matériaux sont identifiés en familles, classes et sous-classes d'états selon la classification définie plus haut.

d) Données relatives aux compacteurs

Classement et utilisation

Les définitions et classifications données ci-après font l'objet de la norme (P 98-736)

Les compacteurs pris en compte dans ce document ont une largeur de compactage supérieure ou égale à 1,30mètre.

Les engins utilisés ici sont les suivants :

- Les compacteurs vibrants à cylindres lisses (Vi)
- monocylindres et tandems

Les deux morphologies les plus répandues sont les monocylindres désignés par VMi et les tandems par VTi . (Vi = classe d'efficacité définie précédemment)

e) Règles de compactage

Les tableaux de compactage sont établis pour un matériau "moyen" à l'intérieur de la classe et la sous-classe correspondante. Par contre, ils correspondent à l'emploi d'un compacteur situé à la **frontière basse** de la classe d'efficacité considérée.

Une case non renseignée dans les tableaux signifie que le compacteur considéré ne permet pas d'atteindre les objectifs définis en b) ci-dessus pour une couche de plus de 0,20m.

Une valeur "plancher" de 0,30m, plus réaliste, est adoptée pour l'optimisation des débits dans le cas des vibrants.

f) - Les paramètres définissant les modalités de compactage

- le paramètre Q/S

Le nombre indiqué dans la partie supérieure de chaque case des tableaux représente une valeur du rapport Q/S, exprimé en m^3/m^2 , dans lequel Q est le volume de sol compacté pendant un temps donné, et la surface balayée par le compacteur pendant le même temps.

Le déplacement des compacteurs sur la plate forme, devra se faire suivant un plan de balayage à soumettre à l'approbation du Maître d'Oeuvre.

- l'épaisseur compactée

La valeur d'épaisseur compactée indiquée est une valeur maximale : l'épaisseur réelle doit lui être inférieure ou égale. Les valeurs d'épaisseurs maximales de couches ne sont fixées que par rapport à la seule opération de compactage; elles ne tiennent pas compte en particulier des contraintes pouvant être imposées le cas échéant sur le régalage (couches minces pour parfaire la fragmentation ou l'aération du matériau...).

| | |
|--|------------------|
| BTS MAVETPM | Session 2006 |
| U.41-Recherche d'adéquation chantier et matériel | MME4RA |
| Coefficient : 2 | Durée : 2 heures |
| | Page : 9/20 |

- la vitesse de translation

Les prescriptions relatives à la vitesse de translation sont à examiner différemment selon la famille de compacteur :

- pour les compacteurs vibrants V3 à V5, les tableaux donnent deux cas de vitesse de translation permettant d'optimiser le débit de l'atelier de compactage, en fonction des conditions réelles du chantier. La prise en compte de l'influence de la vitesse des compacteurs vibrants sur leur efficacité en profondeur a conduit à cette présentation.

- la ou les valeurs de vitesse indiquées sont des valeurs maximales (à ± 10%).

- paramètres auxiliaires

Les tableaux comportent, à titre indicatif, les valeurs d'autres paramètres utiles à la définition de l'atelier de compactage, au calcul des rendements...

* Le nombre de passes **n** est par définition un aller ou un retour de compacteur.

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

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

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

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

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

* Le débit par unité de largeur de compactage Q/L.

Il correspond au débit théorique qu'aurait un compacteur monocylindre ($n = N$) d'un mètre de largeur, en respectant les prescriptions de Q/S, e et V. On le calcule, avec les unités utilisées (Q/L en m³/h; Q/S en m et V en km/h), par :

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

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

g) - Ce tableau pourra éventuellement être complété à l'exécution, dans le cas où d'autres types de sols seraient rencontrés. Ces compléments résulteront de l'application du

GUIDE TECHNIQUE POUR LA REALISATION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME édité en septembre 1992 par le SETRA et le L.C.P.C. (fascicule II)

h)- Les mesures des teneurs en eau seront réalisées chaque matin, avant le démarrage du chantier, par l'Entreprise et à sa charge, afin de déterminer les conditions de mise en oeuvre des matériaux de remblais, devant respecter les prescriptions du tableau de correspondance. Une grille de décision facilitant l'utilisation du tableau de correspondance sera éventuellement fournie au début du chantier.

3.9.2.2 - Prescriptions applicables aux remblais rocheux

Le déchargement des déblais à réutiliser en remblais et leur réglage seront organisés de façon à obtenir un matériau aussi homogène et aussi plein que possible. A cet effet, les déblais transportés en camion ou en tombereau seront déversés sur la couche en cours de régalaie légèrement en amont de leur emplacement et mis à leur emplacement définitif au moyen d'un boueur.

La puissance de l'atelier de régalaie doit être adaptée à la dimension maximale admise.

Les actions visant à modifier la granularité du matériau entre son extraction et la fin de sa mise en remblai, conduisent :

- * à éliminer les éléments > à 800mm, cette valeur constitue en effet une limite maximum des blocs admissibles dans le corps d'un remblai compte tenu des performances des compacteurs les plus puissants actuellement,

- * à éliminer les éléments > à 250mm, cette valeur constitue la dimension maximale des blocs permettant encore un malaxage du sol avec un agent de traitement.

| | | |
|--|------------------|--------------|
| BTS MAVETPM | | Session 2006 |
| U.41-Recherche d'adéquation chantier et matériel | | MME4RA |
| Coefficient : 2 | Durée : 2 heures | Page : 10/20 |

Compte tenu du matériel de compactage et de l'épaisseur des couches mises en oeuvre, la dimension des blocs ne devra pas dépasser les 2/3 de la couche. Dans tous les cas les blocs de dimension supérieure seront fractionnés ou éliminés.

La granularité des couches constituant le remblai doit être homogène. L'intercalation de couches de matériaux fins et de couches de matériaux rocheux présentant un pourcentage de vide élevé est proscrite.

La partie supérieure du remblai, sur un mètre d'épaisseur doit être réalisée avec un matériau très homogène, dont la dimension des blocs ne dépassera pas quinze centimètres (15 cm).

Le compactage sera réalisé conformément aux prescriptions de l'article 3.9.2.1. du présent C.C.T.P.

3.9.3 - Contrôle de compactage

a) - L'Entrepreneur devra s'assurer en permanence du fonctionnement des engins de compactage, de la bonne répartition de l'effort de compactage à la surface de la couche et du respect de l'épaisseur des couches. Chaque engin de compactage devra être muni d'un compteur totalisateur kilométrique permettant l'enregistrement des distances parcourues, des horaires de marche et d'arrêt, de la vitesse.

Chaque fin de journée, l'Entrepreneur devra faire connaître et remettre au Maître d'Oeuvre:

- le nombre de mètres cubes de chaque nature de sol mis en remblai pour chaque engin de compactage,
- les bandes ou disques enregistrés sur chaque engin et évoqués ci-dessus.

Lorsque les valeurs de Q/S sont utilisées en tant que spécifications, elles doivent être interprétées de la manière suivante :

* dans le cas d'énergies de compactage intense (code 1) et moyenne (code 2), la valeur de Q/S indiquée est une valeur maximale : le Q/S réel doit être inférieur ou égal au Q/S indiqué dans le tableau. Surtout dans le cas de compactage intense, il n'y a pas d'inconvénient à ce qu'il soit très inférieur. Les cas d'insuffisances de compactage se rencontrent en effet plus fréquemment là où la difficulté de compactage requiert une énergie intense (sols secs en particulier),

* dans le cas d'énergie de compactage faible (code 3), le Q/S réel doit être proche du Q/S indiqué dans les tableaux; la valeur moyenne doit être évidemment centrée sur la valeur indiquée. Elle ne doit être ni beaucoup plus élevée, ni beaucoup plus faible; l'intervalle normalement acceptable à l'échelle de l'heure de travail est d'environ $\pm 20\%$ par rapport à la valeur indiquée. Sur les sols humides pour lesquels le compactage s'accompagne d'un phénomène de matelassage, il n'est pas bénéfique d'employer une énergie de compactage plus forte que celle prévue; elle conduirait à diminuer encore davantage la portance,

* la même valeur de Q/S du cas considéré est à prendre en compte quelle que soit la valeur réelle de l'épaisseur qui doit rester dans la limite de la valeur maximale indiquée.

b) - Insuffisance de compactage

Le Maître d'Oeuvre pourra demander à l'Entrepreneur, et aux frais de celui-ci, des reprises de compactage dans les zones insuffisamment compactées et notamment si les résultats obtenus pour le rapport Q/S sont insuffisants ou si la répartition de l'effort de compactage a été manifestement mauvaise (épaisseur des couches, balayage ou vitesse de l'engin).

c) - Dans le cas où le compacteur ne serait pas équipé d'un tachygraphe le Maître d'Oeuvre fera effectué aux frais de l'Entrepreneur tous les essais et contrôles qu'il jugera utiles.

3.9.4 - Réglage - Tolérances

L'Entrepreneur effectuera le réglage des talus par la méthode du remblai excédentaire de façon que les bords de talus après réglage soient compactés. Les talus seront réglés au fur et à mesure de leur montée.

Les tolérances d'exécution pour les plates-formes et les talus sont les suivantes :

* Profil de la forme : plus ou moins trois centimètres (+ ou - 0,03 m)

* Talus : plus ou moins cinq centimètres (+ ou - 0,05 m)

| | |
|--|------------------|
| BTS MAVETPM | Session 2006 |
| U.41-Recherche d'adéquation chantier et matériel | MME4RA |
| Coefficient : 2 | Durée : 2 heures |
| | Page : 11/20 |

ARTICLE 3 - 12 - COUCHE DE FORME EN G.N.T. 0/60 à 0/150.

La couche de forme sous la chaussée sera exécutée en concassés secondaires de 0/60. Ils doivent appartenir à la catégorie **D3**. La fourniture et le transport font partie de l'Entreprise.

Les matériaux de couche de forme seront compactés dans les mêmes conditions et suivant les mêmes prescriptions que les remblais avec pour objectif de densification q_3 selon le GTR 1992.

3.12.1 - Mise en oeuvre des graves

L'Entrepreneur devra prendre toutes précautions pour éviter la ségrégation des matériaux tant en ce qui concerne le réglage que le compactage et utiliser à cet effet des engins appropriés produisant peu de ségrégation étant précisé que les matériaux seront fournis avec une teneur en eau moyenne de 3% . Lors de la mise en oeuvre, la teneur en eau sera portée à une valeur comprise entre 5% et 7%.

La composition de l'atelier de compactage devra être adaptée à la cadence d'approvisionnement et comprendra un cylindre vibrant ayant un poids statique par centimètre de génératrice vibrante supérieur à 30 kg/cm et un compacteur à pneus lourds ayant une pression de gonflage supérieure à 8 bars et une charge par roue de 5 tonnes.

Le compactage sera poursuivi jusqu'à ce que la densité sèche des matériaux mesurée "in situ" soit égale ou supérieure à 95 % de la densité sèche de l'Optimum Proctor Modifié selon les stipulations du paragraphe 3.9.6. avec $EV2 > 700$ bars.

3.12.2 - Essais et contrôles

Tous les contrôles de portance et de taux de compactage seront effectués par le Laboratoire désigné par le Maître d'Oeuvre et seront à la charge du Maître d'Oeuvre.

3.12.3 - Réception et modalité de prise en compte des quantités

Réception:

Chaque couche sera nivelée, et la suivante ne pourra être exécutée que lorsque la réception de la précédente aura été notifiée au titulaire du lot de mise en oeuvre et au titulaire du lot de fourniture et transport des matériaux de la couche réalisée pour approbation, au titulaire du lot de mise en oeuvre et au titulaire du lot de fourniture et transport des matériaux de la couche suivante pour visa.

Modalité de prise en compte des quantités:

- les épaisseurs et largeurs à mettre en oeuvre sont celles définies aux profils en travers type.

La tolérance altimétrique par rapport à celle définie au projet sera de plus ou moins deux centimètres (2cm).

Toutes les mise en oeuvre au delà de la tolérance ne seront prises en compte que si elles ont été requises par le Maître d'Oeuvre ou son représentant par ordre de service.

Toutes les mises en oeuvre en deçà de la tolérance nécessiteront une reprise aux frais de l'entrepreneur, dans le respect des contraintes d'uni longitudinal et de dévers.

- pour la couche de forme rémunérée à la tonne, la quantité retenue sera le résultat de la moyenne entre la totalisation des bons de pesée des camions livrés sur le chantier et du produit du volume de matériau en oeuvre (déterminé par nivellements successifs contradictoires avant et après exécution de chaque couche), par la densité du matériau en oeuvre mesurée sur le chantier

- pour la couche de forme rémunérée au mètre cube, la quantité retenue correspondra au volume de matériau mis en oeuvre et compacté, déterminé par nivellements successifs et contradictoires avant et après exécution de chaque couche.

| | |
|--|------------------|
| BTS MAVETPM | Session 2006 |
| U.41-Recherche d'adéquation chantier et matériel | MME4RA |
| Coefficient : 2 | Durée : 2 heures |
| | Page : 12/20 |