



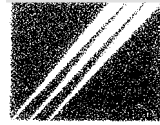
20593-5 RM



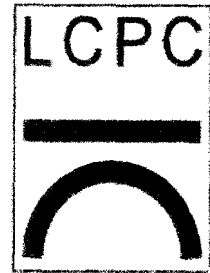
Agence de l'eau
Rhin-Meuse



Agence de l'eau
Rhin-Meuse



Ministère
de l'Équipement,
des Transports
et du Logement



**RECOMMANDATIONS DE MISE EN ŒUVRE
DE MATERIAUX DE SUBSTITUTION EN REMBLAIEMENT
DE TRANCHEES**

**Etude réalisée par le CETE de l'EST -
Laboratoire Régional des Ponts-et-Chaussées de Nancy**



CETE DE L'EST

NOTE DE SYNTHÈSE

Le programme d'étude sur site expérimental en vue d'établir des recommandations de mise en œuvre de matériaux de substitution en remblaiement de tranchée, réalisé par le CETE de l'EST - Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Nancy a été financé par :

l'Agence de l'Eau Rhin Meuse (A.E.R.M.)

et **le Ministère de l'Equipement**

- Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques des Techniques (DRAST)
- Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

Il a porté sur trois matériaux :

- le calcaire 0/50 mm du Bajocien supérieur : "oolithe de Jaumont"
- le calcaire 5/15 mm du Bajocien supérieur : "oolithe de Jaumont"
- les alluvions siliceuses 3/8 mm de la rivière Moselle.

Un quatrième matériau a été étudié selon le même protocole à la demande et pour le compte de la Société SOLODET. En accord avec cette Société, les résultats sont intégrés à la synthèse.

Le quatrième matériau est:

- le schiste de lavoir 6,3/31,5 mm du site de Sainte Fontaine (Houillères du Bassin de Lorraine).

OBJECTIFS DE L'ETUDE

Les **matériaux** utilisés en remblayage de tranchées doivent faire l'**objet** de recommandations de mise en œuvre précises et sûres pour les maîtres d'œuvre. Actuellement les tableaux de référence dans le domaine de la **réutilisation** des matériaux naturels sont ceux des guides techniques :

"Remblayage des tranchées et réfection des chaussées"
(SETRA-LCPC, mai **1994**)

"Réalisation des remblais et des couches de **forme**"
(SETRA-LCPC, sept. **1992**)

La qualité attendue par la maîtrise d'œuvre dans le remblayage de la tranchée dépend pour une bonne part de la qualité du compactage, l'objectif essentiel étant **d'éviter** les tassements ultérieurs, et d'assurer une bonne tenue mécanique des tuyaux, de la tranchée et de la chaussée.

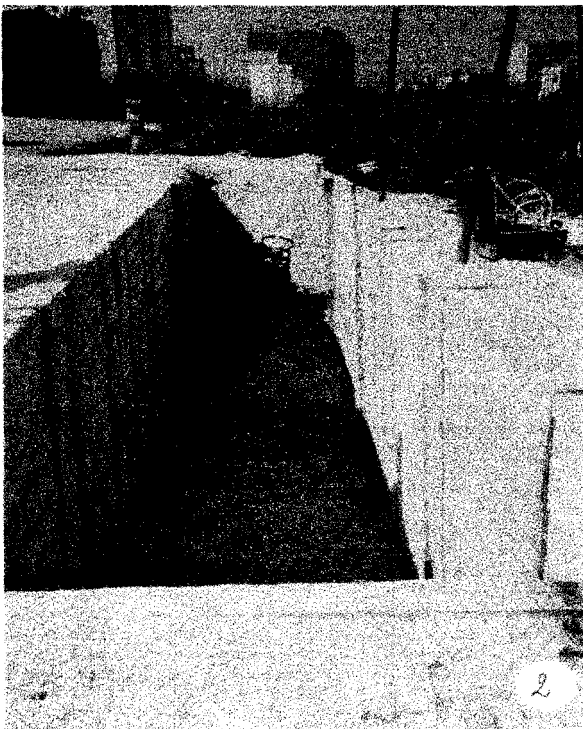
Dans ce cadre, les documents techniques cités précédemment constituent une base de référence indiscutable, concernant principalement les matériaux de réemploi constitués des **sols** naturels. Par contre, lorsque le choix de la maîtrise **d'œuvre se** porte sur des matériaux de substitution (matériaux issus de **carrière**), les recommandations de mise d'œuvre peuvent faire intervenir des notions de comportement géotechnique que le conseiller technique devra interpréter en fonction de ses connaissances régionales.

Il s'agit donc de définir pour la région Lorraine, des fiches de recommandations de mise d'œuvre des matériaux de substitution utilisés localement, prenant en compte : l'identification du matériau, ses caractéristiques au compactage, l'objectif de densification, et dans une certaine mesure la réponse du contrôle a posteriori par **PDG 1000** (par référence au fascicule 70).

LE SITE D'EXPERIMENTATION

Le site expérimental se présente comme une fosse de 12 m de long (dont 9 m utiles et 3 m servant pour l'accès au fond de fouille), 1,50 m de large et 2 m de hauteur. Les parois sont blindées selon la technique de "la berlinoise" (bastaing en sapin traité de 3 m de long, posés entre des profils HEB 140 fichés dans des fondations béton).

Le site expérimental bénéficie de l'avantage de baigner naturellement dans la nappe phréatique du calcaire ocreux dont le niveau d'eau peut être rabattu grâce à une pompe située dans une puits à proximité de la fosse. Le niveau de la nappe fluctue en fonction des conditions climatiques, et atteint en période pluvieuse la cote maximale de - 0,25 m sous le terrain naturel (ce qui fait baigner la fosse sur une hauteur d'environ 1,80 m).





CALCAIRE 5/15 DE JAUMONT

GEOLOGIE : Calcaire oolithique biodétritique du Bajocien Supérieur, jaune-ocre, tendre, poreux, très sensible à l'eau.

EXECUTION DE LA PLANCHE D'ESSAI

La fosse est séparée virtuellement en deux parties sur chacune desquelles un compactage différent du même matériau est réalisé.

Sur une demi longueur, objectif de densification recherché est : **Q3**

Sur l'autre demi longueur, objectif de densification recherché est : **Q4**

Matériels utilisés : plaque vibrante **Pq3**, pilonneuse **Pn3** (Société Wacker).

Type	Plaque vibrante PQ3	Pilonneuse Pn3
Référence	DPU 2950	BS 65 Y
Poids	192 kg	69 kg
Largeur de compactage	50 cm	28 cm

Modalités de mise en œuvre :

	Objectif de densification Q4	Objectif de densification Q3
Matériel utilisé	Pilonneuse type Pn3	Plaque vibrante type Pa3
e (épaisseur de couche)	15 cm	20 cm
épaisseur foisonnée	20 cm	25 cm
Q/L (débit / unité de largeur)	25 m ³ /h/m	20 m ³ /h/m
N (nombre de passes)	6	10
V (vitesse)	0.9 km/h	1.0 km/h

CONCLUSIONS

Les essais pénétrométriques réalisés sur la calcaire de Jaumont de coupure 5/15 mm ont permis d'établir certains résultats en matière de contrôle du compactage notamment au PDG 1000. Sur la base d'un graphique extrapolant la relation entre valeur de densité moyenne et valeurs d'enfoncement de la tige, des valeurs seuils ont été fixées pour le contrôle en Q3 et Q4. Certaines précautions doivent cependant être prises au regard de ces valeurs, notamment par rapport à la teneur en eau de mise en oeuvre, de la nature du matériel de compactage, des épaisseurs de mise en oeuvre, et du nombre de passes. Ces différents paramètres peuvent influencer les résultats du pénétromètre.

Les valeurs seuils, à partir de $z = 0,6$ m sont présentées telles que :

Objectif Q4 :	refus à 11.3 mm d'enfoncement acceptation à 7 mm d'enfoncement
Objectif Q3 :	refus à 8.8 mm d'enfoncement acceptation à 5.5 mm d'enfoncement

On retiendra aussi que le contrôle de réception ne pourra être significatif dans le cas de zone de remblayage sous niveau d'eau : il faudra effectuer l'épreuve en phase terminale de chantier alors que la nappe ou le niveau d'eau est encore rabattu par pompage. Dans le cas contraire, l'effet lubrifiant de l'eau influence de façon pessimiste les résultats pénétrométriques, et dans l'état actuel des connaissances, aucune correction ne peut être appliquée sur les valeurs d'enfoncement (fonction du degré de saturation du matériau).

L'utilisation du Panda comme appareil d'autocontrôle n'est pas contre-indiquée dans le cas du 5/15. Les essais expérimentaux ont fait apparaître en effet, que les résultats obtenus (en valeurs de résistance en pointe R_p) étaient similaires à ceux obtenus par PDG 1000. Les valeurs d'acceptation proposées en utilisant cet appareil sont : pour l'objectif Q4, $R_p \geq 13.8$ Mpa ; pour l'objectif Q3, $R_p \geq 17.6$ Mpa. Nous n'avons pas défini de seuil de refus, l'objectif du Panda étant surtout de permettre au laboratoire de contrôle de vérifier rapidement le niveau de performances atteint.

La présence d'eau influence aussi les résultats du Panda, mais d'une manière globale, la représentation sous forme graphique laisse peu apparaître ce phénomène.



5/15 mm calcaire de JAUMONT

Identification du matériau :

nature géologique calcaire oobiodétritique, appelé pierre de Metz ou pierre de Jaumont
couleur jaune
coupure granulométrique 5/15
caractéristique à vérifier passant à 5 mm (fraction sableuse) < 15% en poids

Recommandations de mise en oeuvre :

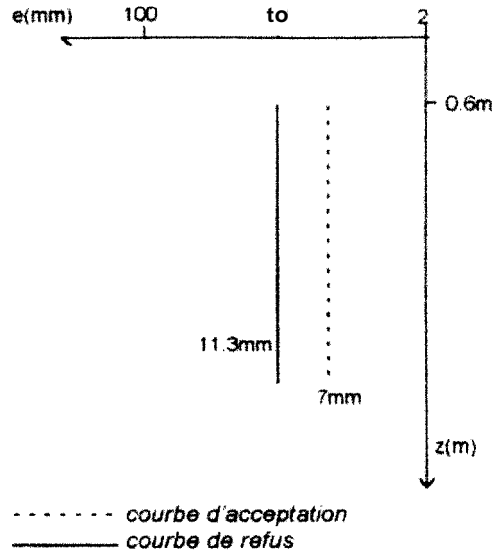
- Tableau de recommandation de mise en oeuvre se reporter au Guide de Remblayage des Tranchées (mai 94) et appliquer les recommandation pour UR matériau R₂₂
- Météo → matériau fragile créant rapidement à la mise en oeuvre, une fraction sableuse calcaire sensible à l'eau
- Compactage → provisoirement, assimilation à un matériau R₂₂ pour la mise en oeuvre (se reporter au guide remblayage des tranchées)
Il est à noter que l'utilisation de la plaque vibrante ne permet pas d'obtenir un objectif de densification Q3 avec cette coupure granulométrique
- Le contrôle de compactage par le PANDA peut être accepté. Les valeurs de R_p limites sont respectivement 13.8 et 17.6 MPa pour un objectif Q4 et Q3. La présence d'eau influence peu les mesures

Matériel de compactage :

- pilonneuse matériel adapté pour une mise en oeuvre rapide et efficace du matériau (objectif Q3 et Q4)
- plaque vibrante mise en oeuvre du matériau en faibles épaisseurs (<20 cm) - ne pas utiliser pour un compactage avec objectif Q3
- autres matériels non testés

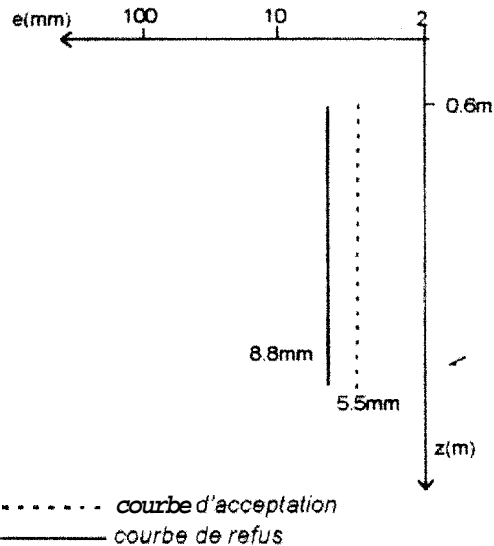
Courbe d'acceptation en PDG 1000 : densification Q4 (matériau à 7% d'humidité)

(à titre indicatif l'acceptation au Panda sera pour R_p=13.8MPa)



Courbe d'acceptation en PDG 1000 : densification Q3 (matériau à 7% d'humidité)

(à titre indicatif, l'acceptation au Panda sera pour R_p=17.6MPa)



CALCAIRE 0/50 mm DE JAUMONT

GEOLOGIE : Calcaire oolithique **biodétritique** du Bajocien Supérieur, jaune-ocre, tendre, poreux, très sensible à l'eau.

EXECUTION DE LA PLANCHE D'ESSAI

La fosse est **séparée** virtuellement en deux parties sur chacune desquelles un compactage différent du même matériau est réalisé.

Sur une demi longueur, objectif de densification recherché est : **Q3**

Sur l'autre demi longueur, objectif de densification recherché est : **Q4**

Matériels utilisés : plaque vibrante **Pq3**, pilonneuse **Pn3** (Société Wacker).

Type	Plaque vibrante PQ3	Pilonneuse Pn3
Référence	DPU 2950	BS 65 Y
Poids	192 kg	69 kg
Largeur de compactage	50 cm	28 cm

Modalités de mise en œuvre :

	Objectif de densification Q4	Objectif de densification Q3
Matériel utilisé	Pilonneuse type Pn3	Plaque vibrante type Pa3
e (épaisseur de couche)	30 cm	40
épaisseur foisonnée	35 cm	45 cm
Q/L (débit ■ unité de largeur)	45 m ³ /h/m	65 m ³ /h/m
N (nombre de passes)	6	6
V (vitesse)	0.9 km/h	1.0 km/h

CONCLUSIONS

Les essais pénétrométriques réalisés sur le calcaire de Jaumont de coupure 0/50 mm ont permis d'établir certains résultats en matière de contrôle du compactage notamment au PDG 1000. D'après les résultats d'identification du matériau 0/50 mm, il avait été établi que ce matériau se rapprochait d'un sol **B3**. La mise en Oeuvre a donc été effectuée conformément aux spécifications du guide de remblayage des tranchées.

Les profils obtenus à la pilonneuse sont très satisfaisants et sont conformes aux objectifs de densification tels qu'ils sont définis dans la base de données du PDG 1000 pour un matériau **B3**. Les profils obtenus à la plaque vibrante, par contre, montrent des insuffisances de compactage très nettes (indépendamment des courbes de référence du **B3**) essentiellement en fond de couche, et avec de très forts gradients de densité suivant les profils.

L'action de la plaque vibrante est très superficielle (de **15 à 25 cm**) et ne permet pas d'atteindre un objectif de densification satisfaisant. Sur la base des droites de refus et d'acceptation d'un **B3**, l'état de compactage serait non conforme, avec un état de défaut qualifié de gravité moyenne. De plus, on constate que malgré un compactage homogène et régulier, les profils sont très peu superposables : la nature du matériau et les effets de ségrégation font que la qualité du compactage est hétérogène au sein même des couches, et que la plaque vibrante n'agit pas aussi dynamiquement au niveau de la mise en Oeuvre du matériau, que la pilonneuse.

On arriverait à la conclusion que le compactage du calcaire 0/50 ainsi que son comportement, se rapprocherait de celui d'un **B3** ou d'un **R22** selon que l'on utilise tel ou tel type de matériel. L'action agressive de la pilonneuse autorise des épaisseurs de couches proches de celles d'un **B3** (avec les courbes de contrôles y afférent) ; alors que la plaque vibrante, avec le comportement frottant du calcaire et les effets de ségrégation, ne permet qu'une mise en Oeuvre contraignante, avec des épaisseurs de couches plus faibles que pour un **B3** et proches de celles d'un **R22**.

Les profils de contrôle obtenus au PANDA sont satisfaisants dans la mesure où les épaisseurs de couches sont visibles et ne sont pas masquées par des effets liés à la taille des grains ($D_{max} = 50 \text{ mm}$ alors que $O_{pointe} = 14 \text{ mm}$). On peut estimer que le compactage est correct pour des valeurs de résistance en pointe supérieures à 5-6 Mpa. Cet appareil de mesure est tout à fait satisfaisant dans le cadre du contrôle intérieur.

La présence d'une nappe phréatique ne modifie pas de façon significative le profil de PDG 1000 lorsque le matériau est correctement compacté. Par contre, pour le matériau faiblement compacté, le profil évolue après mise en eau et saturation du sol. Pour le contrôle au PANDA, l'influence de la nappe phréatique se traduit par une légère évolution des profils mettant surtout en évidence les gradients de densité (diminution des valeurs de pointe en fond de couche et en milieu de couche). Les valeurs de résistance en pointe mini-maxi ne changent pas significativement.



0/50 mm calcaire de JAUMONT

Identification du matériau :

nature géologique calcaire oolodétritique, appelé pierre de Metz ou pierre de Jaumont
couleur jaune
coupure granulométrique 0/50 mm
caractéristiques à vérifier refus à 50 mm < 15% en poids, et passant à 2 mm < 30%
identification sol : B₃ ou R₂₂

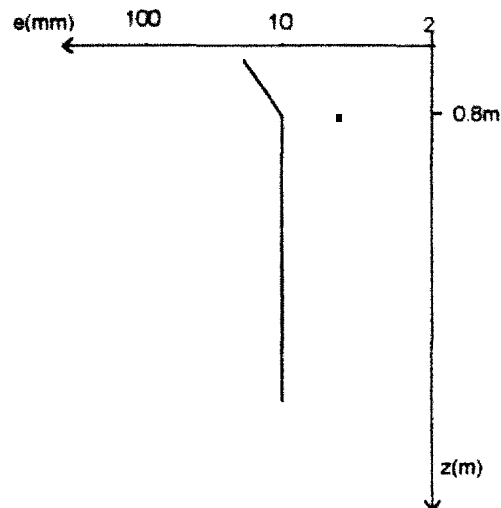
Matériel de compactage :

- **pilonneuse** : matériel adapté pour une mise en œuvre rapide et efficace du matériau (objectif Q3 et Q4) Compacteur le 0/50 selon les prescriptions d'un B3
- **plaque vibrante** mise en œuvre du matériau en faibles épaisseurs (<25 cm foisonné) - ne pas utiliser pour un compactage avec objectif Q3 Compacteur le 0/50 selon les prescriptions d'un R22.
- **autres matériels** : non testés

Recommandations de mise en œuvre :

- Tableau de recommandation de mise en œuvre. se reporter au Guide de Remblayage des Tranchées (mai 94)
- **Météo** → matériau fragile créant en surface, lors de la mise en œuvre, une fraction sableuse sensible à l'eau.
- **Compactage** → assimilation à un matériau B₃ ou R₂₂ pour la mise en œuvre.
- **Mise en œuvre** → reprise au chargeur pour bien homogénéiser le 0/50 (risque important de ségrégation) - veiller à un réglage correct des hauteurs de couches.
- Le contrôle de compactage par le PANDA peut être effectué dans le cadre du contrôle intérieur Valeurs minimales de R_p = 6 Mpa
- Contrôle de compactage au PDG 1000 possible si le matériau est saturé

Courbe d'acceptation en PDG 1000 :
densification Q4 ou Q3 (matériau à 7-10% d'humidité) se reporter aux courbes de référence du PDG 1000 pour un matériau B3.



GRAVES ALLUVIONNAIRES 3/8 mm DE LA RIVIERE MOSELLE

GEOLOGIE : Les graves alluvionnaires 3,15/8mm de la rivière Moselle, provenant ici d'une gravière des Vosges, sont un matériau issu du démantèlement du socle cristallin. Matériau dur, insensible à l'eau et au gel.

EXECUTION ET SUIVI DE LA PLANCHE D'ESSAI

La fosse est séparée virtuellement en deux parties sur chacune desquelles un compactage différent du même matériau est réalisé.

Sur une demi longueur, objectif de densification recherché est : Q3

Sur l'autre demi longueur, objectif de densification recherché est : Q4

Matériels utilisés : plaque vibrante Pq4, pilonneuse Pn3.

Type	Plaque vibrante PQ4	Pilonneuse Pn3
Référence	DPU 6055	BS 65 Y
Poids	425 kg	69 kg
Largeur de compactage	55 cm	28 cm

Modalités de mise en œuvre :

	Objectif de densification Q4		Objectif de densification Q3
Matériel utilisé	Plaque vibrante type Pq4		Pilonneuse type Pn3
e (épaisseur de couche)	30 cm		30 cm
épaisseur foisonnée	35 cm		35 cm
nombre de passes	4	8	3
% OPN	96 ‰	99%	100 ‰

CONCLUSIONS

Les graves alluvionnaires **3/8** roulées de la rivière **Moselle**, matériau insensible à l'eau et au gel présentent de bonnes caractéristiques mécaniques. L'analyse granulométrique permet d'assimiler le matériau à un sol de type D1 voire D2 (GTR 92).

Les conditions de mise d'œuvre adoptées ont montré que pour

(30 cm et 3 passes) à la pilonneuse **Pn3**,

(30 cm et 8 passes) à la plaque vibrante **Pq4**

l'objectif **q3** est facilement atteint avec ce matériau.

Les consignes de compactage selon le guide de remblayage des tranchées seront à respecter en se basant sur une identification de sol de type D1.

Comme indiqué dans le guide, ce matériau pose des problèmes de "**traficabilité**" pour des surfaces importantes (risques importants de **décompactation** en surface). Ce matériau conviendra parfaitement pour des zones de faibles largeurs où **il se compactera** facilement.

D'autre part, une mise en œuvre par matériel vibrant provoque un **réarrangement** du matériau se matérialisant en surface par des aspects ondulés : ceci ne facilite pas le passage du **compacteur**. Pour les tranchées à bords meubles, **il** n'est pas exclu que la mise en œuvre soit difficile : le matériau se compacte d'autant mieux que les bords sont rigides.

Contrôles de compactage.

Les **pénétrogrammes** obtenus avec les PDG 1000 et le PANDA (voire avec d'autres types de **pénétromètres**) permettent de retrouver les différentes couches et leurs épaisseurs. Le PANDA permet d'estimer les résistances de pointe.

Les valeurs d'enfoncement obtenues avec une **Pq4** et une **Pn3** pour un compactage **q3** sont toujours comprises dans les courbes de contrôle d'un **matériau D1** (ou D2, définies selon le CER de Rouen), même si le compactage à la pilonneuse est d'une manière générale plus efficace.



Identification du matériau :

nature géologique: alluvionnaire 3/8 roulé
couleur: gris beige
coupe granulométrique: 3,15/8 mm
caractéristique à vérifier: passant à 80 μ m inférieur à 3 %

Recommandations de mise en œuvre :

1. Tableau de recommandation de mise en œuvre : se reporter au Guide de Remblayage des Tranchées (mai 94) et appliquer les recommandations pour un matériau D1 ou D2

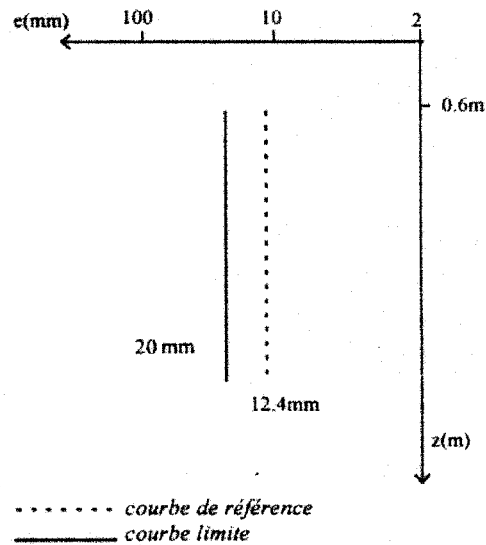
• Météo → matériau insensible à l'eau, mise en œuvre par *tout* temps.

• Le contrôle de compactage par le PANDA peut être accepté. Les valeurs de R_p limites sont supérieures 5 MPa à la pilonneuse et supérieures à 4 MPa à la plaque.

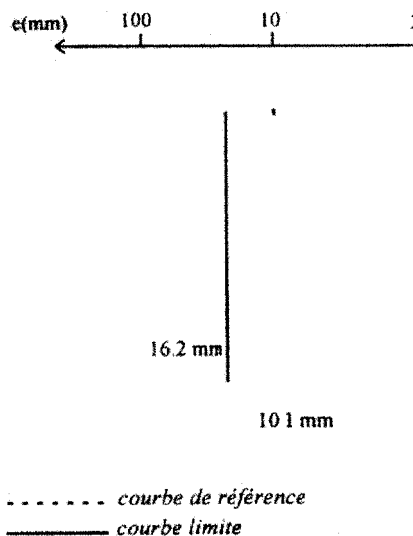
Matériel de compactage testé :

- *pilonneuse* : de type PN3
- *plaque vibrante* : de type PQ4

Courbe d'acceptation en PDG 1000 : densification q4 (matériau à 3 % d'humidité) matériau D1/D2 :



Courbe de référence au PDG 1000 : densification q3 (matériau à 3 % d'humidité) matériau D1/D2 :



SCHISTE DE LAVOIR DE SAINTE FONTAINE

DESCRIPTION: Le schiste de lavoir est un matériau naturel issu de l'exploitation du charbon du Bassin Houiller de Lorraine. Il est séparé, par densité, du charbon dans des bains de liqueurs denses au lavoir de Freyming. Matériau de couleur noire, contenant plus ou moins d'éléments gréseux grisâtres constituant les pierres de fond.

IDENTIFICATION DU MATERIAU

Le matériau approvisionné au Laboratoire provient d'une élaboration par concassage-criblage du tout-venant de lavoir. Une partie des échantillons prélevés sur le stock destiné à la fosse a été préparée selon la norme P 18.553 de sept. 1990 pour réaliser les essais d'identification suivants : granulométrie, coefficient Los Angeles (LA), micro-Deval en présence d'eau (MDE), indice de sensibilité au gel (G), détermination de la masse volumique sèche d'un élément de roche (pd), fragmentabilité (FR), et essai Proctor normal.

Les schistes de lavoir 6.3/31.5 mm sont des matériaux très sensibles à l'attrition, peu fragmentables, dont la courbe granulométrique relativement creuse (passe à 80 µm proche de 2%) permet de les assimiler à un sol insensible à l'eau de type D₂₂ (classification GTR 1992). Le dessablage du matériau (élimination de la fraction 0/6.3 mm) permet de compenser la création d'une fraction sableuse après compactage.



CETE DE L'EST

FICHE D'IDENTITE DES MATERIAUX

Date: jul-95

Entreprise: SOLODET Site de Sainte Fontaine

Classe granulaire: 6.3/31.5 mm

Nature: Schistes de lavoir concassés

MVR: 6.3/31.5 mm 2.553 Um3

Porosité: 4.5

W%: 1.7

D.H: 1.5 (21/03/96)

L.A: 23

M.D.E: 69.6

GEL: 121.7

OPN: t/m3: 1.72

W%: 4.5

IPI: 13

Propreté: Vbts:

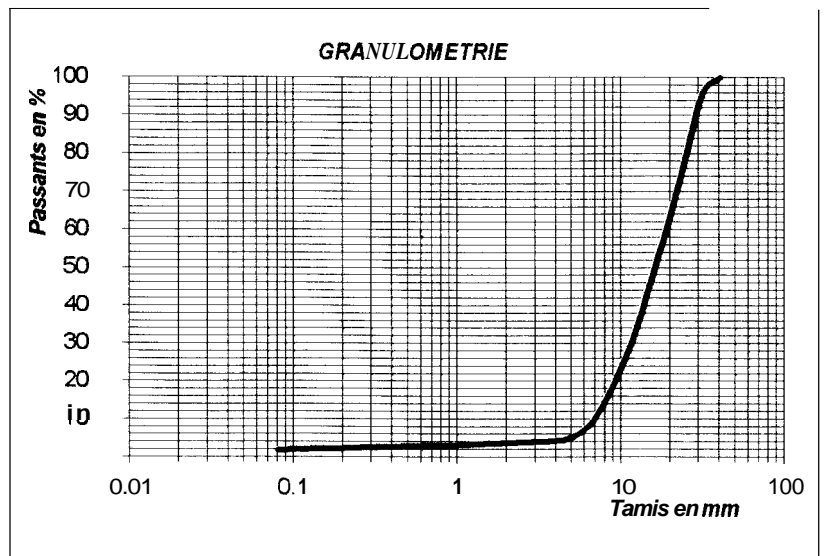
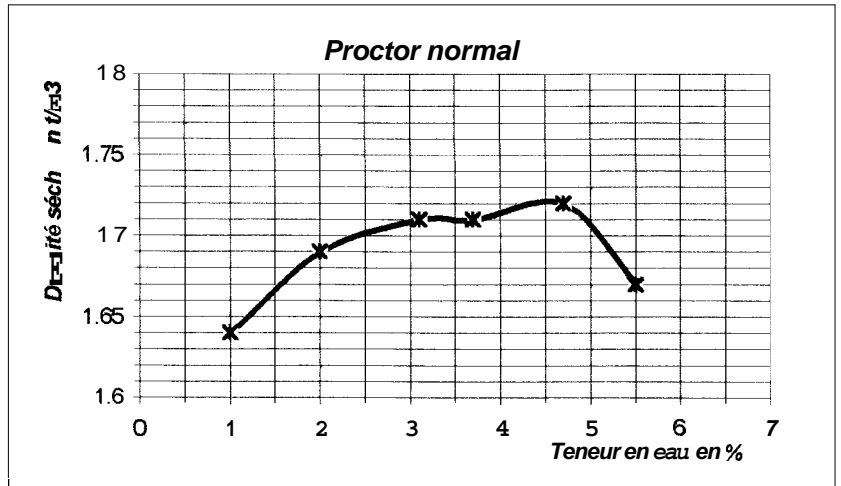
Vbta:

ES à 10%:

Fragmentabilité: 1.22

Granulométries:

Tamis en mm	1	2	Moyenne
Passants à:			
40	100	100	100
31.5	93.2	99.5	96
25	77.8	82.1	80
20	61	67.8	64
16	43.5	56.4	50
12.5	28.3	41.2	35
10	19.3	28.8	24
8	11.8	18.4	15
6.3	6.7	9.8	8.3
5	4.5	6.1	5.3
4	3.9	5	4.5
3.15	3.6	4.6	4.1
2	3.3	4	3.7
1	2.9	3.6	3.3
0.5	2.6	3.2	2.9
0.2	2.1	2.6	2.4
0.08	1.6	2.1	1.9
W%	1.7	2.2	2.0



CONCLUSION

Le **matériau** testé est un sous-produit de l'exploitation du charbon de Lorraine. **Il** s'agit d'un schiste issu des lavoirs de Freyming-Merlebach, concassé et criblé par SOLODET pour obtenir une fraction **6.3/31.5mm**.

Identification.

Matériau pouvant être assimilé à un sol insensible à l'eau, de type **D2**, pour des teneurs en fines de départ inférieures à **5 %**. **Il** convient au contact de tuyaux "inertes" (béton, **PVC**, grès, tuyaux recouverts de matière isolante), mais ne convient pas pour les tuyaux métalliques ou en béton armé.

Mise en œuvre.

Pour atteindre un objectif de densification de type remblai (**q4**) des mises en œuvre de **30 cm / 4 passes** ou de **40 cm / 6 passes** peuvent être adoptées avec une pilonneuse de type **Pn3**. Les plaques vibrantes de type **Pq3** sont peu efficaces. Il serait préférable d'utiliser des **Pq4** (matériel non testé au cours de cette **étude**).

Contrôle de compactage.

Le contrôle au **PDG 1000** se fera en utilisant les courbes de référence d'un **sol D2** (enfouissement inférieur à **20 mm** par coup). **L'autocontrôle** au PANDA validera le contrôle par l'entreprise en cours de travaux, pour des valeurs de résistance en pointe supérieures à **5 Mpa**.

En aucun cas les contrôles ne pourront être effectués si le matériau est saturé en eau par la présence d'une nappe phréatique par exemple (sous peine de pénaliser l'essai).



Identification du matériau :

nature : schiste métamorphique carboné résultat de l'exploitation des charbons lorrains.
couleur : roche noire mêlée de pierres grises
coupure granulométrique : 6.3/31.5 mm
caractéristique à vérifier : passant à 80 µm (fines < 5% en poids). Absence de sable visible.

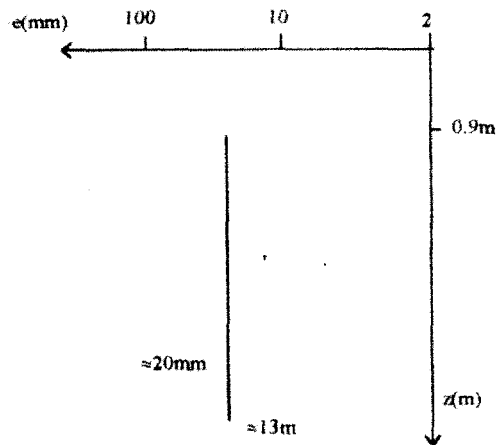
Recommandations de mise en oeuvre .

- Tableau de recommandation de mise en oeuvre pour les engins testés

	épaisseur	nb de passes
PN3	30 cm	4
	40 cm	6
PQ3	20 cm	au min. 10

- Météo → matériau insensible à l'eau. Arroser en période sèche (poussière noire).
- Compactage → difficultés probables de mise en oeuvre notamment à la plaque, si le réglage n'est pas correctement effectué. Commencer impérativement par caler les bords de fouille.
- Contrôle de compactage par PANDA : les valeurs de Rp limites sont de 5 MPa pour un objectif Q4. La présence d'eau pénalise les contrôles.

Courbe d'acceptation en PDG 1000 *densification Q4* (matériau a 2 ou 3% d'humidité) - matériau assimilé a un sol D2



ne pas exécuter de réception si matériau saturé en eau (présence de nappe phréatique par exemple).

..... courbe d'acceptation matériau
 _____ courbe de refus matériau D2

Matériel de compactage

- *pilonneuse* : matériel adapté pour une mise en oeuvre rapide et efficace du matériau (objectif Q3 et Q4).
- *plaque vibrante* : pour les catégories PQ3 mise en oeuvre du matériau en très faibles épaisseurs (<20 cm) - Préférer des catégories PQ4.
- *autres matériels* : non testés

CONCLUSION GENERALE

Quatre matériaux de substitution ont été testés en vue de leur utilisation en remblaiement de tranchée :

- calcaire 5/15 mm oolithique de Jaumont
- calcaire 0/50 mm oolithique de Jaumont
- alluvions siliceuses 3/8 mm roulées de rivière Moselle
- schiste de lavoir 6,3/31,5 de Sainte Fontaine.

Le calcaire 5/15 est à considérer comme un matériau R22 défini par le Guide de remblayage de tranchées de 1994. Des conditions spécifiques de mise en œuvre (épaisseur des couches, nombre de passes) sont à préciser selon les matériels utilisés.

Le calcaire 0/50 mm se compacte à la pilonneuse comme un 63 tandis qu'à la plaque vibrante on se référera aux prescriptions d'un R22. Les courbes de contrôle du matériau 63 du PDG 1000 sont utilisables dans les deux cas. Le contrôle de compactage au PDG 1000 peut être réalisé après mise en eau du matériau.

Le matériau alluvionnaire est assimilable à un sol de type D2 mais la courbe granulométrique "creuse" peut le qualifier de D1 et générer des problèmes de traficabilité. L'objectif de densification q3 est facilement atteint à la pilonneuse Pn3 (30 cm, 3 passes) et à la plaque vibrante Pq4 (30 cm, 8 passes).

Les schistes de lavoir nécessitent pour un objectif de densification q4 des mises en œuvre de 30 cm et 4 passes (ou 40 cm - 6 passes) qui peuvent être obtenues avec une pilonneuse Pn3. Les plaques vibrantes Pq3 sur ce matériau sont peu efficaces et le recours à des Pq4 est souhaitable.

Synthèse présentée
par **JC. PILLOY**
Chef du Pole
Eau Assainissement
Environnement

