

TP N°3

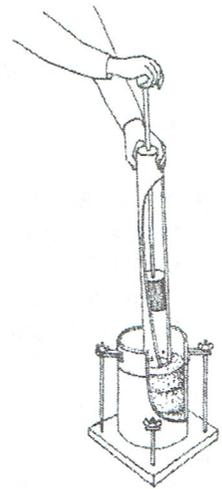
ESSAI PROCTOR

1. PRINCIPE DE L'ESSAI

L'essai Proctor a pour but de déterminer la teneur en eau optimale pour un sol de remblai donné et des conditions de compactage fixées, qui conduit au meilleur compactage possible ou encore d'avoir une capacité portante maximale.

Les caractéristiques de compactage Proctor d'un matériau sont déterminées à partir des essais dits : Essai **Proctor normal** ou Essai **Proctor modifié**.

Les deux essais sont identiques dans leur principe, seules diffèrent les valeurs des paramètres qui définissent l'énergie de compactage appliquée. Le principe de ces essais consiste à humidifier un matériau à plusieurs teneurs en eau et à le compacter, pour chacune des teneurs en eau, selon un procédé et une énergie conventionnels. Pour chacune des valeurs de teneur en eau considérées, on détermine la masse volumique sèche du matériau et on trace la courbe des variations de cette masse volumique en fonction de la teneur en eau.



2. DEFINITIONS

w est la teneur en eau, exprimée en pourcentage ;

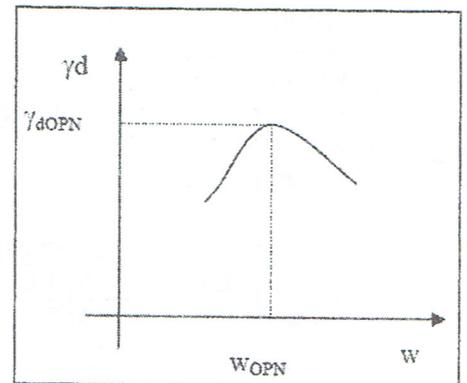
γ est la masse volumique totale t/m^3

γ_d est la masse volumique du sol sec, exprimée en t/m^3 ;

W_s : Poids des grains solide contenu dans l'échantillon

γ_w est la masse volumique de l'eau t/m^3 ;

$$\text{Poids volumique d'un sol sec : } \gamma_d = \frac{W_s}{V}$$



Énergie de compactage : $N (J/m^3) = (\text{nombre de coups par couche}) \times (\text{Nombre de couches}) \times (\text{Masse de la dame}) \times (g) \times (\text{hauteur de chute de la dame}) / (\text{Volume du sol placé dans le moule})$;

L'optimum Proctor : est la teneur en eau w pour laquelle le sol atteint, pour une énergie de compactage donnée, un γ_d maximal ;

Diagramme PROCTOR simple : C'est un diagramme qui comporte une courbe Proctor unique, donnant, pour une énergie de compactage donnée, W_{opt} et γ_d Max.

2.1. Le choix de l'intensité de compactage est fait en fonction de la surcharge que va subir l'ouvrage au cours de sa durée de vie :

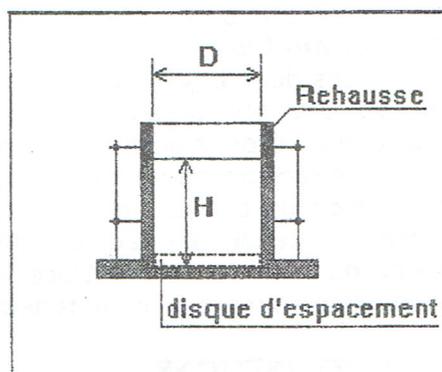
- Essai Proctor normal : Résistance souhaitée relativement faible, du type remblai non ou peu chargé,
- Essai Proctor modifié : Forte résistance souhaitée, du type chaussée autoroutière.

Le tableau ci-dessous résume les conditions de chaque essai selon le moule retenu (norme NF P 94-093) :

	Masse de la dame (Kg)	Hauteur de chute (cm)	Nombre de coups par couche	Nombre de couches	Energie de compactage KJ/m ³	
Essai Proctor	Normal	2,490	30,50	25 (moule Proctor)	3	587
				55 (moule CBR)	3	533
	Modifié	4,540	45,70	25 (moule Proctor)	5	2 680
				55 (moule CBR)	5	2 435

3. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Moule CBR (éventuellement Proctor)
- Dame Proctor normal ou modifié ;
- Règle à araser ;
- Disque d'espacement ;
- Bacs d'homogénéisation pour préparation du matériau ;
- Tamis 5 et 20 mm (contrôle et écrêtage le cas échéant de l'échantillon) ;
- Truelle, spatule, pinceau, etc....
- Éprouvette graduée 150 ml environ ;
- Petits récipients (mesures des teneurs en eau) ;
- Balance portée 20 kg, précision ± 5 g ;
- Balance de précision 200 g, précision $\pm 0,1$ g ;
- Étuve 105°C $\pm 5^\circ$ C ;
- Burette à huile.



Moule	D (mm)	H (mm)
PROCTOR	101,6	116,5
C.B.R.	152	152,5 dont disque d'espacement, épaisseur 36 mm soit hauteur utile = 116,5 mm

4. MODE OPERATOIRE

a- Préparation des échantillons pour essais :

Quantités à prélever :

La réalisation de la courbe nécessitera au moins 5 essais (1 point (w ; γ_d) par essai).

6 essais sont préférables. Pour 6 points de mesure, on prélèvera :

- Moule PROCTOR : 15 kg,
- Moule C.B.R. : 33 kg.

Contrôle de l'échantillon pour la faisabilité de l'essai :

- Si $D < 5$ tamiser le sol au tamis à 5 mm ;
- Si $D \geq 20$ mm, il faut tamiser à 20 mm le sol et peser le refus ;
- Si le refus est $\leq 25\%$, l'essai doit être réalisé dans le moule CBR, mais sans intégrer le refus (échantillon écrêté à 20 mm), et appliquer une correction sur les valeurs trouvées
- Si le refus est $> 25\%$, l'essai PROCTOR ne doit pas être réalisé (compactage hasardeux).

b- Préparation de l'échantillon :

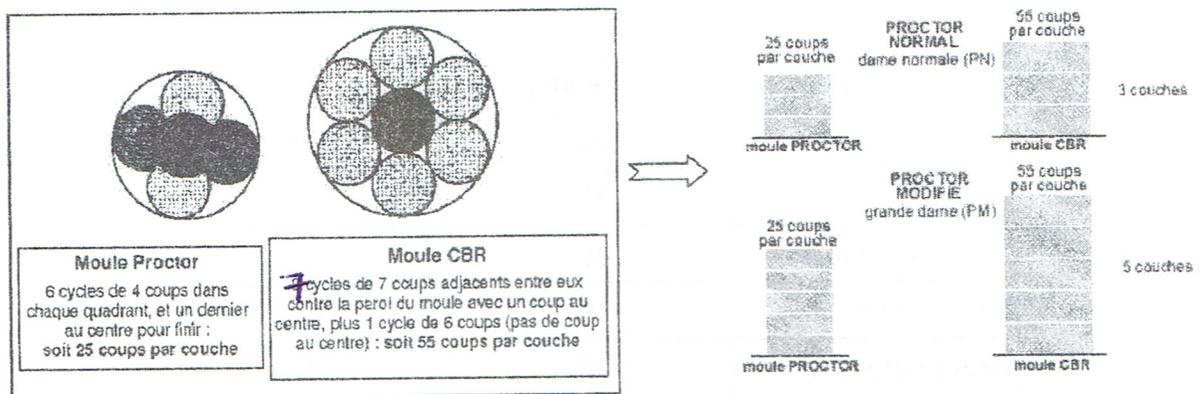
- Écraser les mottes à la main ou au malaxeur, mais pas les éléments pierreux, et homogénéiser soigneusement le matériau (sa teneur en eau doit être homogène) ;
- Sécher le matériau à l'air ou à l'étuve (3 à 5 heures à 60°C), pour faciliter le tamisage et pour débiter l'essai ;
- Écrêter à 20 mm l'échantillon (le cas échéant).
- Détermination de la teneur en eau de départ : L'expérience montre qu'il est bien d'avoir 2% de différence de teneur en eau environ entre chaque point (courbe harmonieuse). 4% est un maximum.

c- Exécution de l'essai

Pour l'essai PROCTOR NORMAL, le remplissage est fait en 3 couches.

Pour l'essai PROCTOR MODIFIÉ, le remplissage est fait en 5 couches.

L'ensemble de la surface doit être compactée pour chaque couche comme suit :



1. Peser le poids du moule ;
2. Assembler moule + embase + disque d'espacement (si moule C.B.R.) + disque de papier au fond du moule (facilite le démoulage) ;
3. Étaler une fine couche de huile aux parois intérieur du moule (facilite le démoulage) ;
4. Placer le moule sur un socle en béton ;
5. Introduire la 1ère couche et là compacter ;
3. Recommencer l'opération pour chaque couche (3 pour Proctor Normal, 5 pour Modifiée).
4. Après compactage de la dernière couche, enlever la rehausse ;
5. Araser soigneusement à partir du centre ; on veillera, au cours de l'arasement à ne pas créer de trous sur la surface arasé ;
6. Ôter l'embase et le disque d'espacement ;
7. Peser l'ensemble juste arasé ;
8. prélever 2 prises sur l'échantillon, l'une en haut et l'autre en bas ; en déterminer la teneur en eau w ; on prendra la moyenne des deux valeurs obtenues ;
8. Augmenter de 2% la teneur en eau w de votre échantillon de départ et recommencer 5 à 6 fois l'essai, après avoir à chaque fois bien nettoyer votre moule.

*** A noter que pour le moule :**

- Moule PROCTOR : 2% \Leftrightarrow environ 50 g d'eau pour 2 500 g de sol ;
- Moule C.B.R. : 2% \Leftrightarrow environ 110 g d'eau pour 5 500 g de sol.

5. EXPRESSION DES RESULTATS

Tracer la courbe $\gamma_d = f(w)$, avec pour points de la courbe les coordonnées suivantes pour chaque point :

- En abscisse : w, teneur en eau ;
- En ordonnée γ_d qui s'exprime :

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{(1 + w)} \times 100$$

Les coordonnées de l'optimum Proctor se déduisent de la courbe, elles s'expriment :

- Pour $\gamma_{d \text{ opt}}$ en KN/m³,
- Pour w_{opt} en %.

6. Ordre de grandeur

Nature du sol	$\rho_{d \text{ max}}$ en kN/m ³	w_{OPN} en %
Argile	20	20
Limon	17	17
Sable de rivière	16	6
Sable limoneux	19	12
Grave naturelle	20	8
Grave reconstituée	22	6

Essai Proctor

Date de l'essai :	Provenance :
Type d'essai :	Spécifications du moule :
Opérateur :	Diamètre moyenne (cm) :
Echantillon N° :	Hauteur moyenne (cm) :
Identification de sol :	Aire de la section (cm ²) :volume (cm ³).....

Masse volumique					
Spécifications	Point n°1	Point n°2	Point n°3	Point n°4	Point n°5
Teneur en eau :					
Masse sol humide + moule					
Masse du moule vide					
Masse sol humide					
Masse du sol humide/unité de volume γ kg/m ³					
Masse du sol sec /unité de volume γ_d kg/m ³					
Teneur en eau des spécimens					
N° tare					
Masse du sol humide + tare					
Masse du sol sec + tare					
Masse de la tare					
Masse du sol sec					
Masse d'eau évaporée					
Teneur en eau					
Teneur en eau moyenne w%					
Caractéristique de l'optimum					
Teneur en eau optimum	W _{OPN}				
Masse volumique maximum	$\gamma_{d\text{ OPN}}$				