

ESSAI CBR

ESSAI C.B.R.

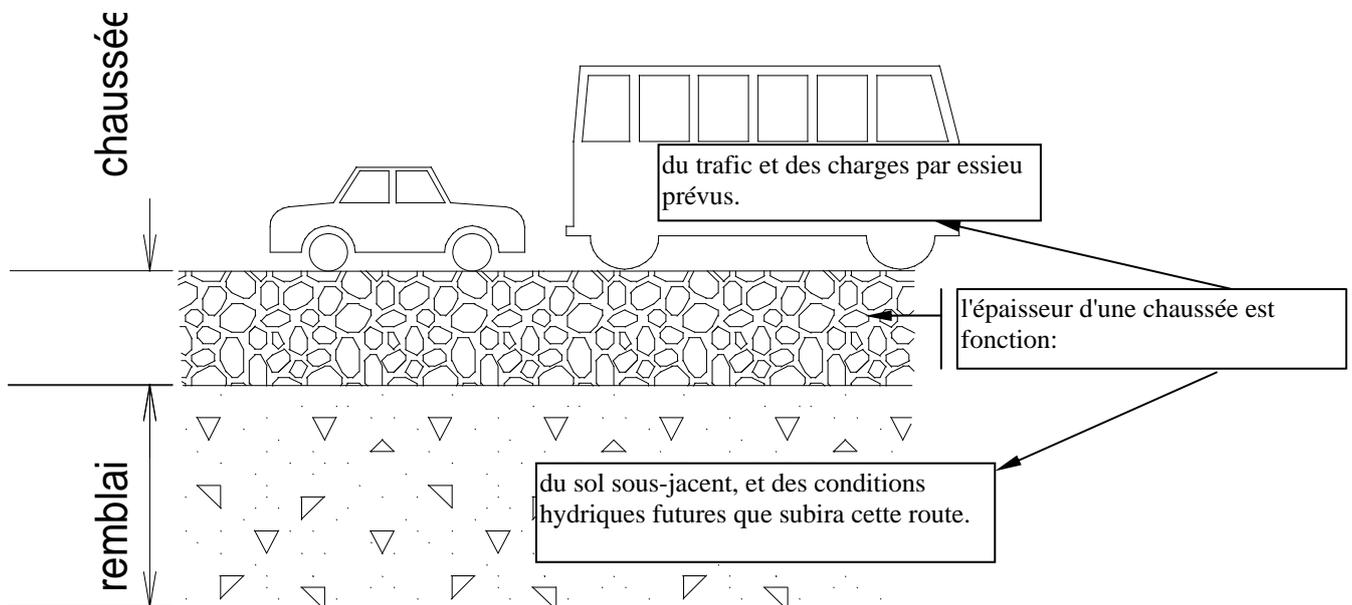
(California Bearing Ratiotest)
Norme NF P 94-078

**A. BUT DE L'ESSAI :**

L'essai CBR est un essai de portance (**aptitude des matériaux à supporter les charges**) des remblais et des couches de formes compactées des ouvrages routiers.

Il s'agit de déterminer expérimentalement des indices portants (IPI, CBR) qui permettent

- d'établir une classification des sols (GTR)
- d'évaluer la traficabilité des engins de terrassement (IPI)
- déterminer l'épaisseur des chaussées (CBR augmente \Rightarrow épaisseur diminue)

**B. PRINCIPE DE L'ESSAI :**

La charge apportée par le pneu sur la chaussée poinçonne le sol de fondation. Ce poinçonnement est d'autant plus petit que l'épaisseur de la chaussée est grande.

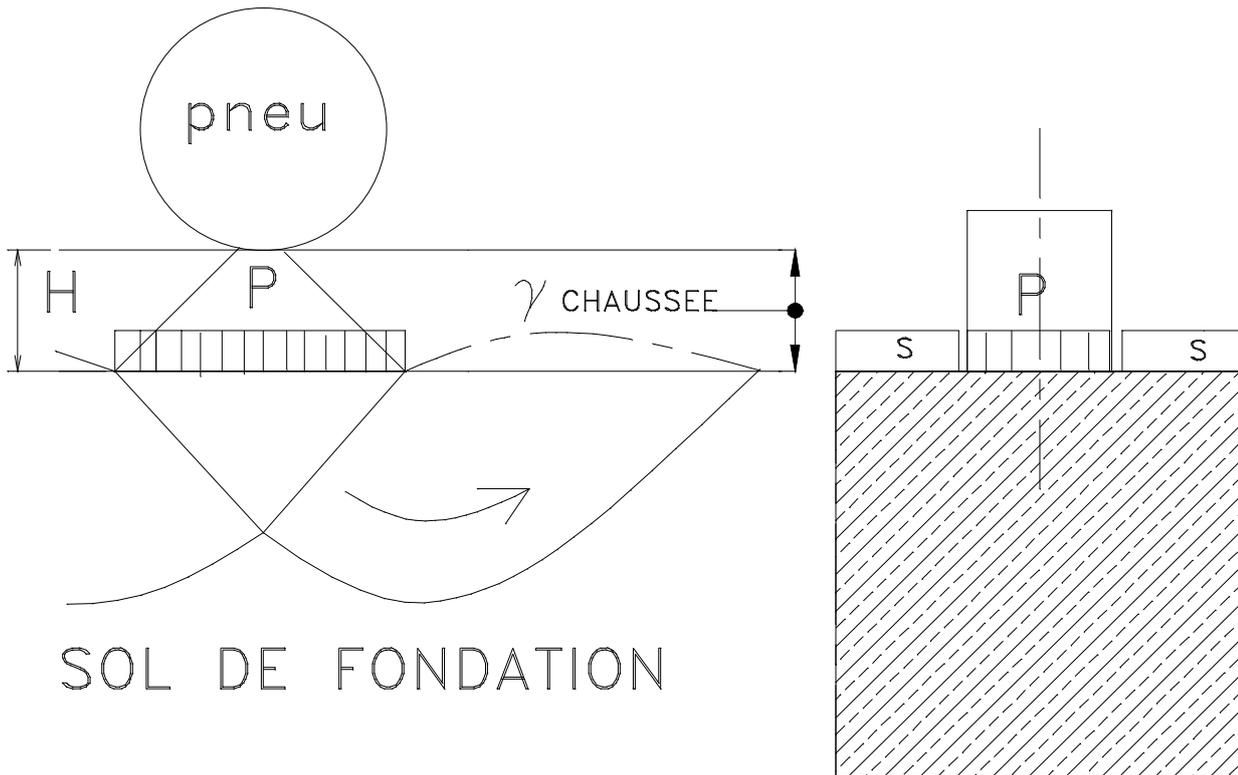
P: pression appliquée par le pneumatique sur le sol de fondation.

S: surcharge simulant l'action de la chaussée qui s'oppose au déplacement vertical du sol de fondation lors de l'action du pneu.

On peut reproduire ce phénomène en compactant le matériau dans les conditions de l'essai **Proctor dans un moule CBR** puis en mesurant les forces à appliquer sur un poinçon cylindrique pour le faire pénétrer à vitesse constante dans une éprouvette de ce matériau.

Nota : un essai Proctor sera effectué simultanément avec votre essai CBR

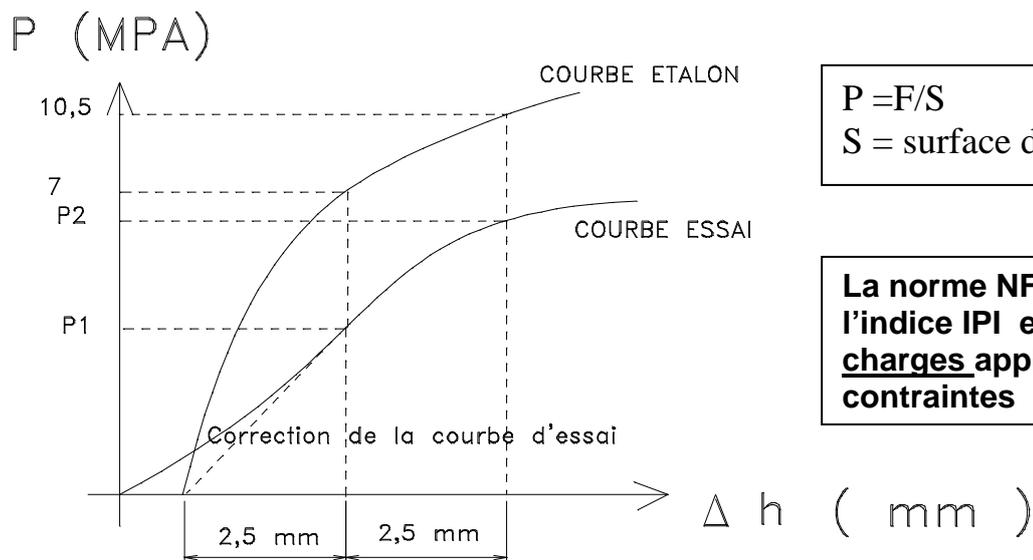
ESSAI CBR



On lui applique les conditions hydriques prévues pendant la vie de l'ouvrage:

- * **immersion** pendant 4 jours dans de l'eau.
- * pas d'immersion : essai **immédiat**.

On applique ensuite une charge voisine de ce que sera la charge de service et on **poinçonne** le matériau dans des conditions déterminées (vitesse constante et déterminée) tout en mesurant les efforts (F) et les **déplacements** (Δh) en résultant: On obtient la **courbe d'essai**.



$$P = F/S$$

S = surface du poinçon

La norme NF P 94-078 donne l'indice IPI en fonction des charges appliquées et non des contraintes

$$C.B.R. = 100 \times \text{Max} \left(P1 / 7 ; P2 / 10,5 \right)$$

Une comparaison de ces résultats avec ceux obtenus sur un **sol de référence (tout venant de concassage)** est ensuite effectuée. (**Courbe ETALON**)

On mesure **3 types d'indices** en fonction des buts fixés :

- **l'indice Portant immédiat (IPI)**: Il caractérise l'aptitude du sol à permettre la circulation des engins de chantier directement sur sa surface lors des travaux (**$H = 0 \Rightarrow$ pas de surcharges S**)
- **l' indice C.B.R. immédiat**:. Il caractérise l'évolution de la portance d'un sol support (ou constituant de chaussée) compacté à différentes teneurs en eau .
- **l' indice C.B.R.** après immersion: Il caractérise l'évolution de la portance d'un sol support (ou constituant de chaussée) compacté à différentes teneurs en eau et soumis à des variations de régime hydrique.

Analyse de la norme NF P 94 078:

① Pour quels types de sol s'applique cet essai ?

② A quelles teneurs en eau et avec quelle énergie de compactage est fait l'essai CBR de dimensionnement d'une chaussée?

③ A quelles teneurs en eau et avec quelle énergie de compactage est fait l'essai l'indice portant immédiat (IPI) dans le cas d'un matériau d'assise de chaussée.

④ A quelle vitesse d'enfoncement du piston doit-on réaliser l'essai CBR ? Quelle est la section du poinçon ?

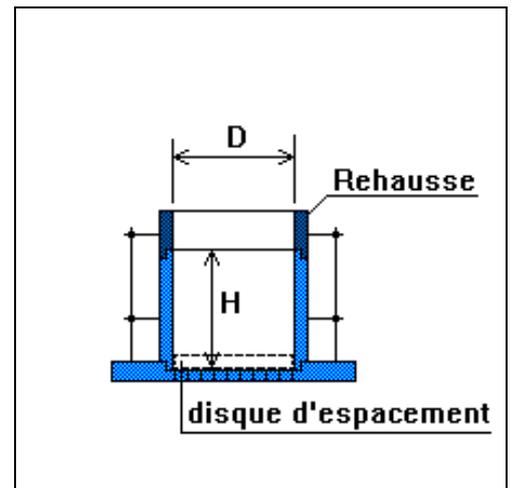
⑤ Pour quels essais doit-on interposer dans le volume libéré par le disque d'espacement une surcharge ? Dans quel but ?

C. PREPARATION DU MOULE :

Avant introduction du matériau dans le moule :

- a. Solidariser la plaque de base et le moule CBR.
- b. Placer une feuille de papier filtre au fond du moule
- c. Peser à vide l'ensemble « moule+ plaque de base».
- d. Déterminer le volume qui sera occupé par l'éprouvette de sol une fois compactée.
- e. Fixer la rehausse.

Rappel : dans le cas d'un essai IPI, le disque d'espacement n'est pas utilisé.



D. CONFECTION DES EPROUVETTES :

- Le matériau mis à votre disposition est un mélange **Argile (15%) + Sable 0/5 (55%) + Gravier 8/12 (30%)** séché à l'air ou dans une étuve. *Homogénéiser le mélange.*

Analyse de la norme NF P 94 093 (essai Proctor) :

⑥ Lorsque D_{max} est ≤ 20 mm, l'essai est réalisé normalement. Que doit-on faire si l'on a des éléments de diamètre > 20 mm ? Quelle est la valeur D_{max} du matériau mis à votre disposition ?

⑦ Déterminer la masse totale de matériau sec nécessaire pour réaliser un essai Proctor si l'on recherche également l'Indice Portant Immédiat. Justifier le choix du moule CBR.

- Diviser votre mélange en parts égales de **7kg environ**
- Etaler puis humidifier chacune des parts de votre échantillon à la teneur en eau à laquelle on veut réaliser l'essai puis malaxer à la main pour rendre le mélange le plus homogène possible.

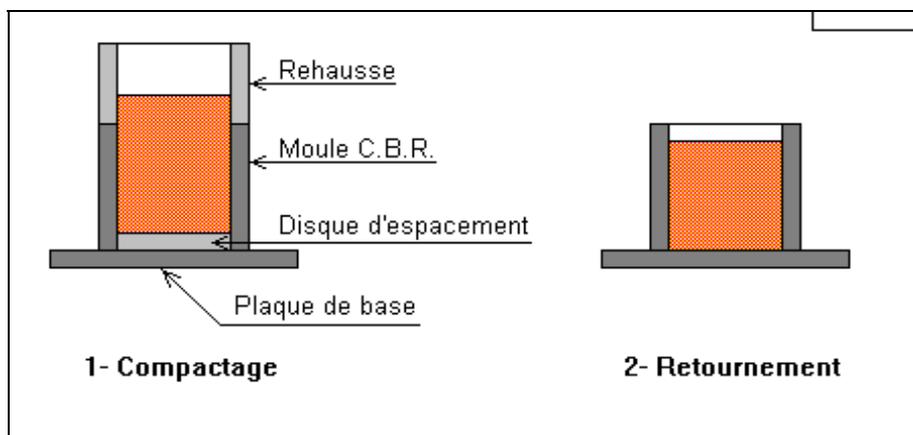
Les quantités *approximatives* de matériaux à introduire par couche sont les suivantes:

Moule	Essai P.M. (5 couches)
PROCTOR	400 g
C.B.R.	1400 g

- Cette quantité de matériau est introduite dans le moule CBR et compactée selon les conditions de l'essai Proctor modifié (voir p 11-norme NF P 94 –O93).

⑧ Quel est le nombre de coup à appliquer par couche. Faire un schéma de leur répartition.

- Retirer le rehausse puis raser soigneusement l'éprouvette (du centre vers la périphérie)
- Peser au gramme près, l'ensemble « moule, plaque de base et éprouvette de sol ».
- Désolidariser la plaque de base, retourner le moule puis fixer à nouveau la plaque de base.
- Enlever la feuille de papier filtre.



- L'éprouvette est alors prête pour l'essai de poinçonnement.

E. MODE OPERATOIRE DE L'ESSAI :

Détermination de l'indice portant immédiat (IPI) :

- # Placer l'ensemble « plaque de base, moule CBR, éprouvette » sur la presse, en position centrée par rapport au piston.
- # Procéder au poinçonnement de la manière suivante :
 - Approcher la face supérieure de l'éprouvette vers le piston jusqu'à ce qu'il vienne affleurer le matériau (*stopper dès que l'aiguille de l'anneau accuse un léger déplacement*).
 - Régler la mise à zéro du dispositif dynamométrique et celle du comparateur mesurant l'enfoncement du poinçon.
 - Exécuter le poinçonnement à vitesse constante
 - Noter les efforts de poinçonnement correspondant aux enfoncements de **0.625 - 1,25 - 2 - 2,5 - 5 - 7,5** et **10 mm** et arrêter le poinçonnement à cette valeur.

t en mn	0.5	1	1.5	2	4	6	8
Δh en mm	0.625	1.25	2	2.5	5	7.5	10
F en kN							
σ en Mpa							

- # Faire une mesure de la teneur en eau au voisinage de la zone poinçonnée et immédiatement après l'essai (au moins 2 prélèvements à gauche et à droite).

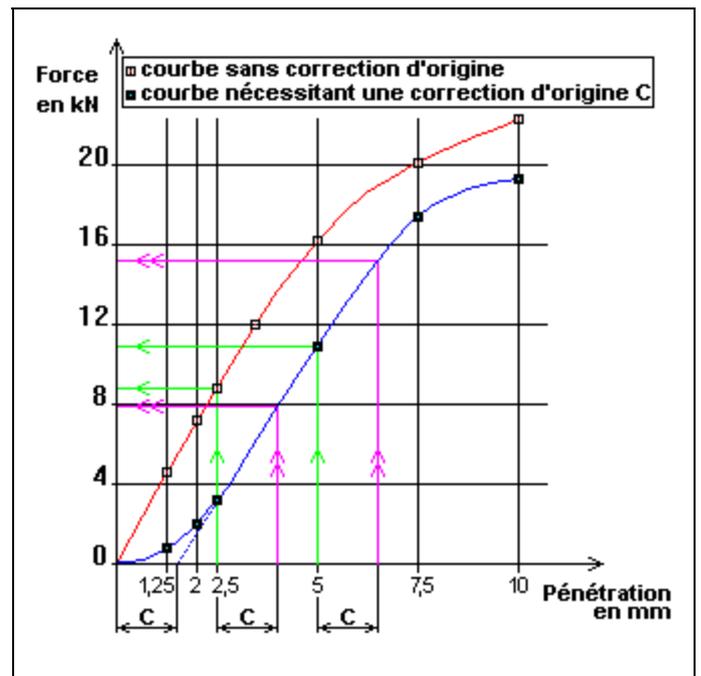
F. REALISATION DES ESSAIS :

Réaliser au moins 4 essais IPI à $w = 0\%$ puis 4% puis 8% et 12%

G. EXPLOITATION DES MESURES:

1. Pour chaque essai :

- Reporter sur un graphe *effort - déformation* les valeurs de poinçonnement mesurées pour les enfoncements prévus.
- NOTA : Si la courbe présente une concavité vers le haut au démarrage, il y a lieu de corriger l'origine de l'échelle des enfoncements.
- Déterminer l'**indice IPI** conformément à la norme
 - Déterminer la teneur en eau de compactage et la masse volumique sèche ρ_d (en t/m^3)

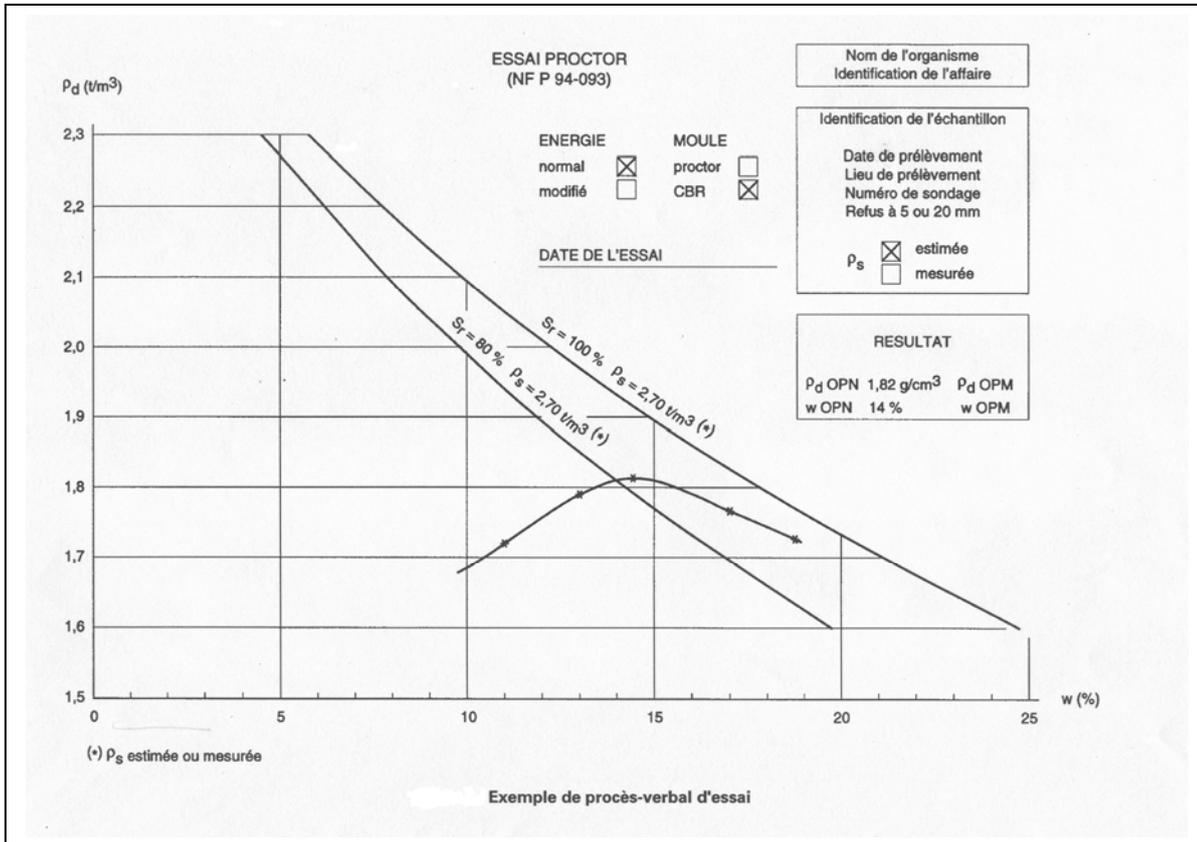


ESSAI CBR

2. Tracer les courbes (sur un même graphe) :

- **PROCTOR** : $\rho_d = f(w\%)$. Comparer les deux courbes. CALCULER SR% pour chaque essai.
- **I.P.I.** = $f(w\%)$
- **les courbes de saturation $S_r = 100\%$ et $S_r = 80\%$** conformément à la norme. Montrer l'intérêt de ces deux courbes pour vérifier vos résultats et votre procédure de compactage.

CONTROLLER VOS RESULTATS



3. Conclusion :

- Déterminer ω_{opt} et ρ_d max (Proctor) et ω_{opt} et IPI max (CBR). Commenter.
- Evaluer la sensibilité à l'eau du matériau.
- On souhaite utiliser ce matériau en remblai routier et évaluer son aptitude à supporter la circulation des engins de chantier. Classifier ce sol selon la **classification GTR**, si il est compacté à sa teneur en eau naturelle **w naturelle = 5 %**. Conclure sur les conditions d'utilisation de ce matériau en remblai routier.

NOTA : POUR LA FRACTION 0-5mm VBS = 50% (valeur au bleu de méthylène du sol)

ESSAI CBR

H. COMPTE RENDU :

Etablir un compte rendu complet comprenant en particulier :

- Un sommaire
- La présentation des objectifs
- Une description succincte du matériel et des essais réalisés.
- Le mode opératoire.
- Les problèmes rencontrés et vos observations.
- Les procès verbaux d'essais.
- L'exploitation des mesures (courbes avec échelle adaptée, détails de calculs, tableaux de résultats). L'utilisation d'un tableur est conseillé.
- Toutes les réponses, commentaires et conclusion.

BAREME		ESSAI CBR		
ESSAI	QUESTIONS	Note/ Barème		observations
	Essais réalisés w% = objectifs des essais description matériel et essais description du mode opératoire remarques sur les problèmes rencontrés volume de l'éprouvette masse du moule vide masse d'eau à rajouter MASSE SOL Wh (g) MASSE SOL SEC Ws (g) ρ_d (t/m ³) ; SR% essais IPI réalisation conformes tracé des courbes calcul IPI			
	SOUS TOTAL		7	
EXPLOITATION	w nat% = courbe SR = 80% et 100% courbe proctor wopt ρ_{dmax} courbe IPI wopt (cbr) IPI _{max} sensibilité à l'eau du sol IPI nat VBS Dmax Tamisat à 80 μ m Tamisat à 2 mm CLASSIFICATION GTR conditions d'utilisation en remblai routier conclusion générale			
	SOUS TOTAL		8	
QUESTIONS	1 2 3 4 5 6 7 8			
	SOUS TOTAL		5	
présentation générale (sommaire, pagination, orthographe, grammaire...)				
NOTE =			20	rendu le