

Tp 3 :

ESSAI CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) (NF P 94-078)

But : *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)*

3.1. 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.

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.

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 et les déplacements (pénétrations) en résultant : On obtient la courbe d'essai.

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 (pas de surcharges)
- **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.

3.2. Appareillage :

A. Matériel de confection des éprouvettes : Il comprend :

- le moule CBR ;
- les dames ou machines de compactage Proctor normal et Proctor modifié ;
- l'ensemble des accessoires (plaque de base, réhausse, disque d'espacement, règle à araser, ...) ;
- le matériel d'usage courant (balances, étuve, bacs, ...).

B. Matériel de poinçonnement : Il comprend une presse d'une capacité efficace d'au moins 50 kN. Cette presse doit être équipée :

- d'un poinçon cylindrique en acier ;
- d'un dispositif permettant l'enfoncement du poinçon à une vitesse de 1,27 mm/min ;
- d'un dispositif de mesure de l'enfoncement du poinçon ;
- d'un dispositif de mesure des efforts de poinçonnement.

C. Matériel de mise en immersion et de mesure du gonflement : Il est constitué :

- d'un ou plusieurs bacs de hauteur suffisante pour assurer l'immersion complète des éprouvettes ;
- d'un disque, dit «de gonflement», métallique ou en matière plastique perforé sur toute sa surface. Ce disque comporte, perpendiculairement en son centre, une tige de hauteur réglable, permettant de réaliser la mise à zéro du dispositif de mesure du gonflement, avant la mise en immersion ;
- d'une série d'au moins trois surcharges comportant un évidement central cylindrique permettant le passage aisé du poinçon ;
- d'un dispositif permettant la mesure du gonflement.

3.3. Exécution de l'essai :

A. Confection des éprouvettes :

Il convient tout d'abord de choisir les différents ensembles de conditions d'état du sol (masse volumique sèche, teneur en eau, état de saturation), pour lesquels on veut réaliser l'essai.

Pour chaque ensemble de conditions d'état considéré, il convient de préparer, 5,5 kg minimum de matériau dans le cas où l'on recherche l'I.CBR immédiat ou l'IPI et 7 kg minimum de matériau dans le cas où l'on recherche l'I.CBR immersion.

On procède ensuite à la préparation du sol et au compactage dans les moules.

Dans le cas où l'on détermine l'I.CBR immersion, la teneur en eau de confection de l'éprouvette est déterminée à partir du surplus de matériau, selon une des méthodes normalisées.

Le moule contenant l'éprouvette est ensuite désolidarisé de sa plaque de base, retourné pour que la face supérieure de l'éprouvette se retrouve en contact avec l'embase. Celle-ci est alors à nouveau solidarisée avec le moule. Procéder à l'extraction du disque d'espacement puis à l'exécution du poinçonnement ou à la mise en immersion selon l'indice recherché.

B. Exécution du poinçonnement :

 **Si l'objet de l'essai est la détermination de l'IPI,** placer l'ensemble embase, moule, éprouvette sur la presse, en position centrée par rapport au piston de poinçonnement et procéder au poinçonnement de la manière suivante :

- mettre en contact la surface supérieure de l'éprouvette avec le piston ;
- initialiser les dispositifs de mesure des forces et des enfoncements ;
- exécuter le poinçonnement en maintenant la vitesse de pénétration à 1,27 mm/min ;
- établir la courbe effort-déformation correspondant, au moins, aux enfoncements de 1,25 mm ; 2 mm ; 2,5 mm ; 5 mm ; 7,5 mm et 10 mm ;
- déterminer la teneur en eau de l'éprouvette selon une des méthodes normalisées.

 **Si l'objet de l'essai est la détermination de l'I.CBR immédiat,** interposer deux surcharges dans le volume libéré par le disque d'espacement. S'il est prévu que la contrainte apportée par la chaussée sur le

sol soit supérieure aux 4,6 kg des surcharges ainsi constituées, il y a lieu d'ajouter autant de surcharges que nécessaire.

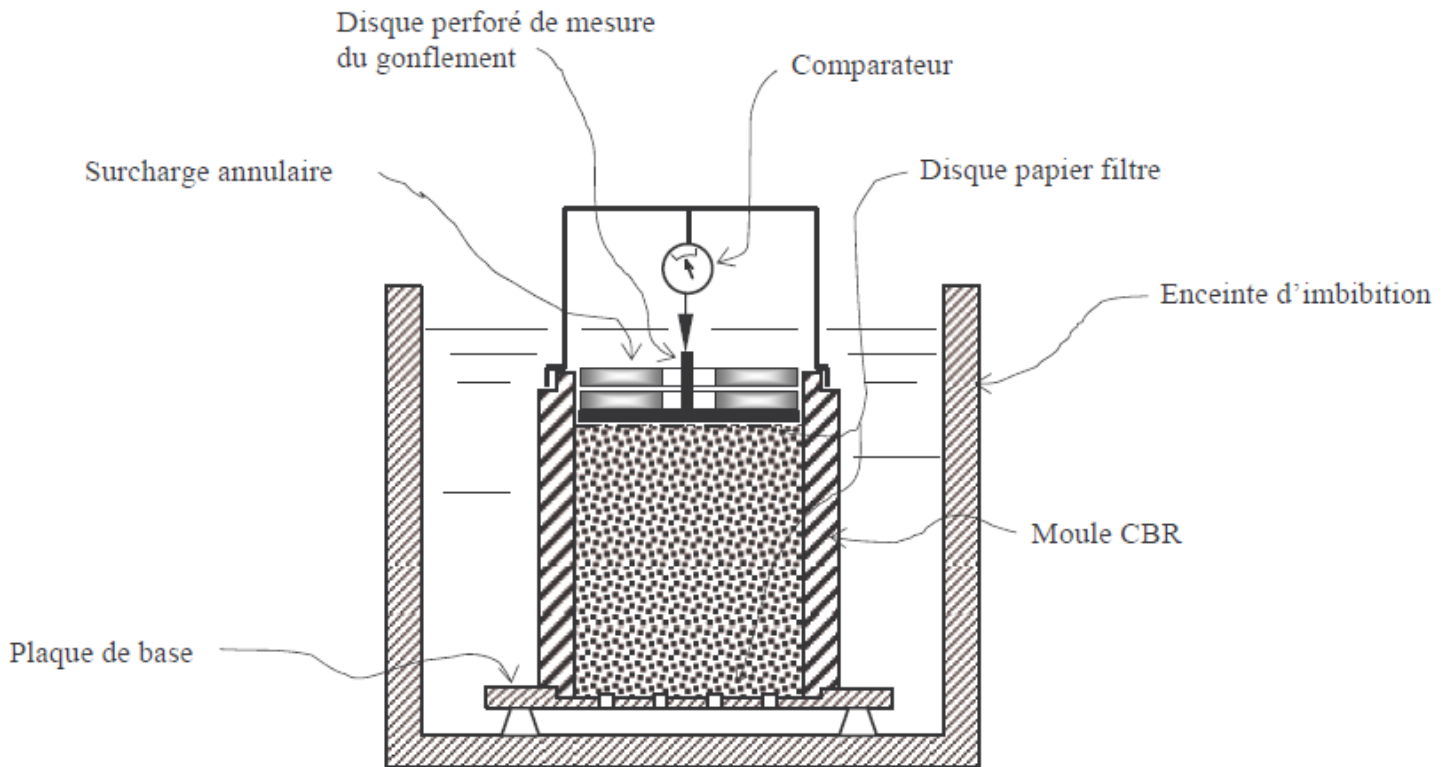
L'ensemble moule plaque de base et surcharges est alors posé sur la presse. Exécuter ensuite le poinçonnement comme indiqué précédemment.

Si l'objet de l'essai est la détermination de l'I.CBR immersion :

- positionner le disque de gonflement sur l'éprouvette avant de mettre en place les surcharges comme indiqué précédemment ;
- mettre en place et initialiser le dispositif de mesure de gonflement ;
- immerger l'ensemble de sorte que l'éprouvette soit recouverte par une hauteur d'eau d'au moins 20 mm et qu'une lame d'eau d'au moins 10 mm de hauteur soit présente sous le moule (figure 1).

Après quatre jours d'immersion, relever la valeur de gonflement total atteint.

Retirer le moule et l'éprouvette du bac à immersion, exécuter le poinçonnement comme indiqué précédemment.



3.4. Calculs et résultats

On calcule les valeurs suivantes :

$$\frac{\text{Effort de pénétration à 2,5 mm d'enfoncement (en kN)}}{13,35} \times 100$$

$$\frac{\text{Effort de pénétration à 5 mm d'enfoncement (en kN)}}{19,93} \times 100$$

- L'indice recherché est par convention la plus grande de ces deux valeurs ;
- Si nécessaire, faire une correction d'origine (figure 2).

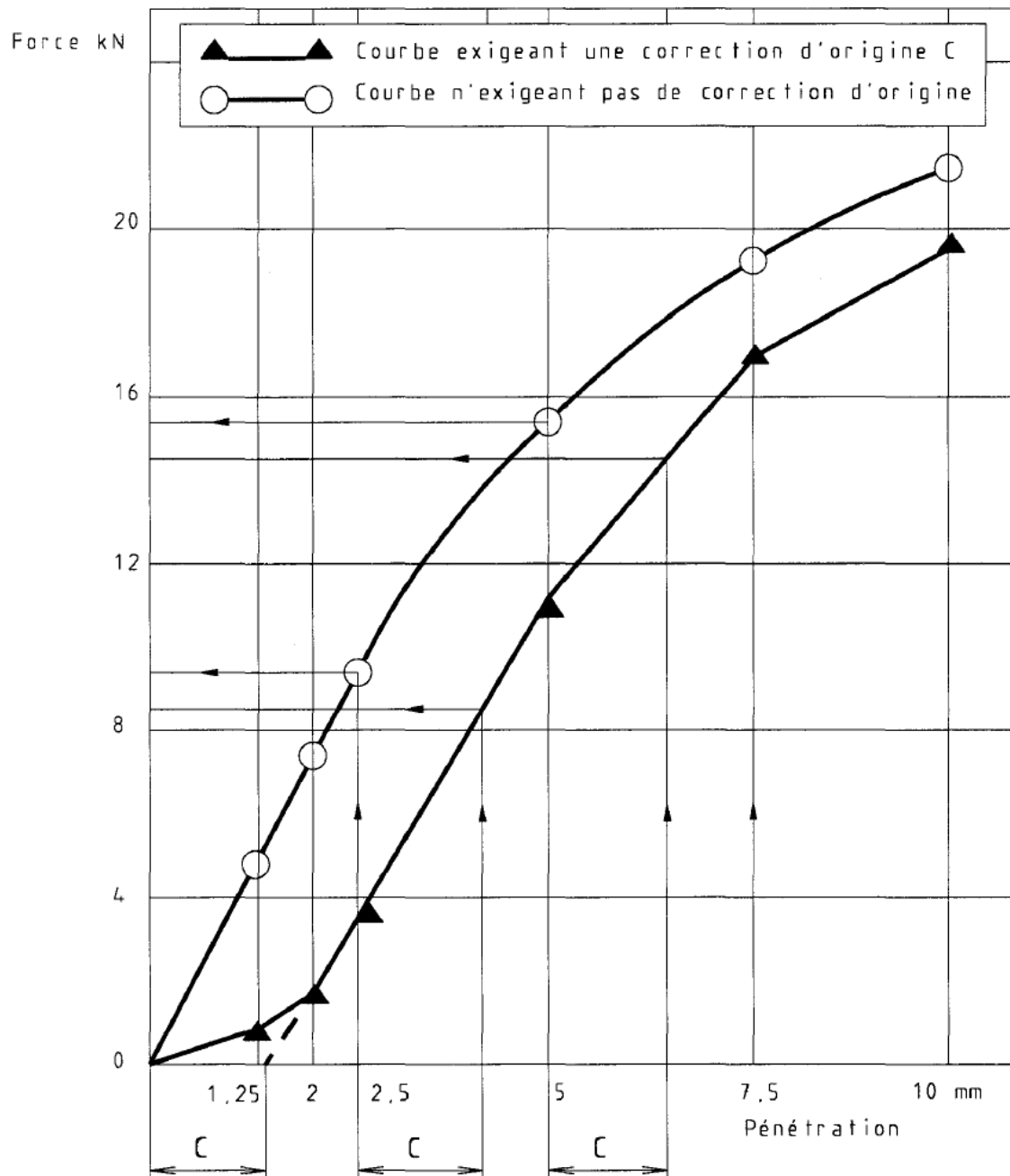


Figure 2- Tracés des courbes effort-pénétration.