



Laboratoire Génie Civil

FICHE AIDE MEMOIRE

Réf. Fiche :
ROUTE
02-03

Rédacteur : MC
Vérificateur : JPE

ESSAI CBR

Date : mars 2004

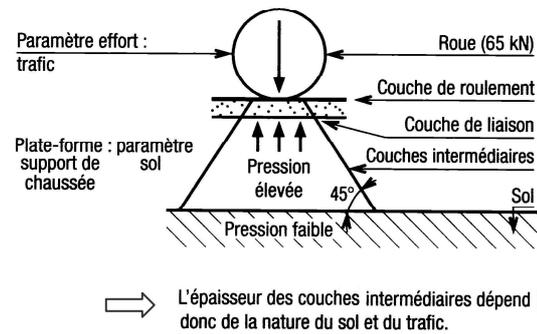
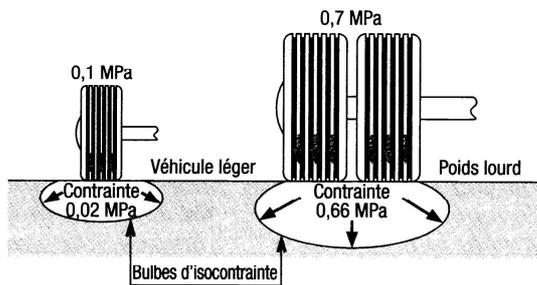
TEXTE(S) DE REFERENCE :

- ✓ Granulats , sols, ciments et bétons ; Edition Educavivre
- ✓ Norme P 94-078 - *A consulter nécessairement pour une information complète sur le sujet* –
- ✓ Fiche aide Mémoire 02-02 : Essai Proctor
- ✓ Fiche aide Mémoire 00-01 : Fonctions essentielles du portique universel

BUT DE L'ESSAI

Déterminer un indice (l'indice CBR) permettant de calculer grâce à des abaques, l'épaisseur des couches de fondation d'une route nécessaires à la constitution d'une chaussée en fonction :

- du sol sous-jacent,
- du trafic et des charges par essieu prévus,
- des conditions hydriques futures que subira cette route.



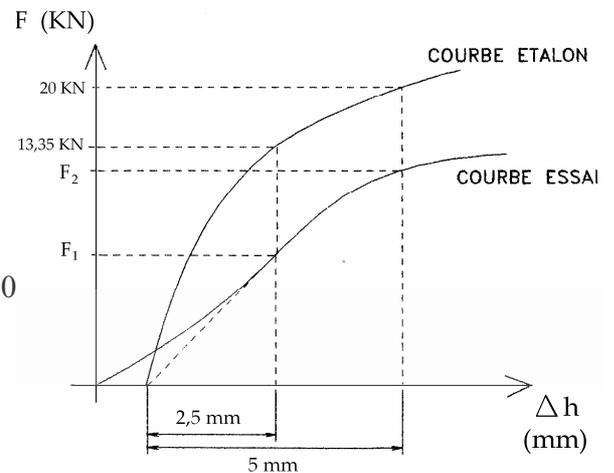
DEFINITIONS

L' **indice CBR** (I.CBR) exprime en % le rapport entre les pressions produisant dans le même temps un enfoncement donné dans le sol étudié d'une part et dans un matériau type d'autre part. Par définition cet indice est pris égal à la plus grande des deux valeurs suivantes :

$$I.CBR_{25} = \frac{\text{Force (en KN) à 2,5 mm d'enfoncement}}{13,35 \text{ KN}} \times 100$$

$$I.CBR_{50} = \frac{\text{Force (en KN) à 5 mm d'enfoncement}}{20 \text{ KN}} \times 100$$

$$I.CBR = \max (I.CBR_{25} ; I.CBR_{50})$$



Note n° : 1
Annexe : 2
Série : 02
Fiche n° : 03

Statut : **Projet**

Révision de la fiche : 0

Page : 1/7

On distingue 2 types d'essais CBR en fonction des buts fixés :

- **L'essai C.B.R. immédiat** : Mesure de la résistance au poinçonnement d'un sol compacté à sa teneur en eau naturelle. **Il caractérise l'aptitude du sol à permettre la circulation en phase de chantier** Dans les régions peu humides, le C.B.R. immédiat sert directement de référence (pas de variation hydrique).
- **L'essai C.B.R. après imbibition**: Mesure de la résistance au poinçonnement d'un sol compacté à différentes teneurs en eau puis immergé durant plusieurs jours (4 en générale). **Il caractérise l'évolution de la portance d'un sol compacté à différentes teneur en eau et/ou soumis à des variations de régime hydrique.**

PRINCIPE DE LA MÉTHODE

L'indice CBR est déterminé pour des sols à vocation routière de manière purement empirique.

Après avoir compacté le matériau dans les conditions de l'essai Proctor modifié, on lui applique les conditions hydriques prévues :

- Immersion pendant 4 jour dans l'eau,
- Immersion pendant 2 jour dans l'eau,
- Pas d'immersion : essai immédiat,
- Ect...

Le matériau à étudier étant placé dans un moule dans un état donné de densité et de teneur en eau, on applique ensuite une charge voisine de ce que sera la charge de service, puis on le poinçonne par un piston tout en mesurant les efforts et déplacements résultant.

Une comparaison de ces résultats avec ceux obtenus sur un sol de référence (californien) est ensuite effectuée (voir définition de l'indice CBR ci-avant).

MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Moule CBR,
- Dame Proctor modifié,
- Disque d'espacement,
- Règle à araser,
- 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...
- Eprouvette graduée 150 ml environ,
- Petits récipients (mesures des teneurs en eau),
- Balance portée 10 kg, précision ± 1 g,
- Balance de précision 200 g, précision $\pm 0,1$ g (teneur en eau),
- Etuve $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ (teneur en eau),
- Poinçonneuse CBR (piston de section $19,3\text{ cm}^3$; vitesse d'enfoncement $1,27\text{ mm/min}$; force maxi 50 KN) – voir à l'ETSHER le portique universel (cf. fiche aide mémoire 00-01),
- Capteur de déplacement (précision $\pm 0,01\text{ mm}$) et support associé,
- Disque de surcharge (au moins 2 disques ou encore 4 demi disques),
- Disque de papier filtre (en fond de moule CBR pour éviter le départ des fines du sol)

MODE OPERATOIRE

a/ Préparation des échantillons pour essais

Le compactage devant être fait dans les conditions de l'essai Proctor modifié, il faut réaliser au préalable l'essai PM pour pouvoir connaître la teneur en eau optimale et la densité apparente sèche maximale (voir fiche aide mémoire 02-02).

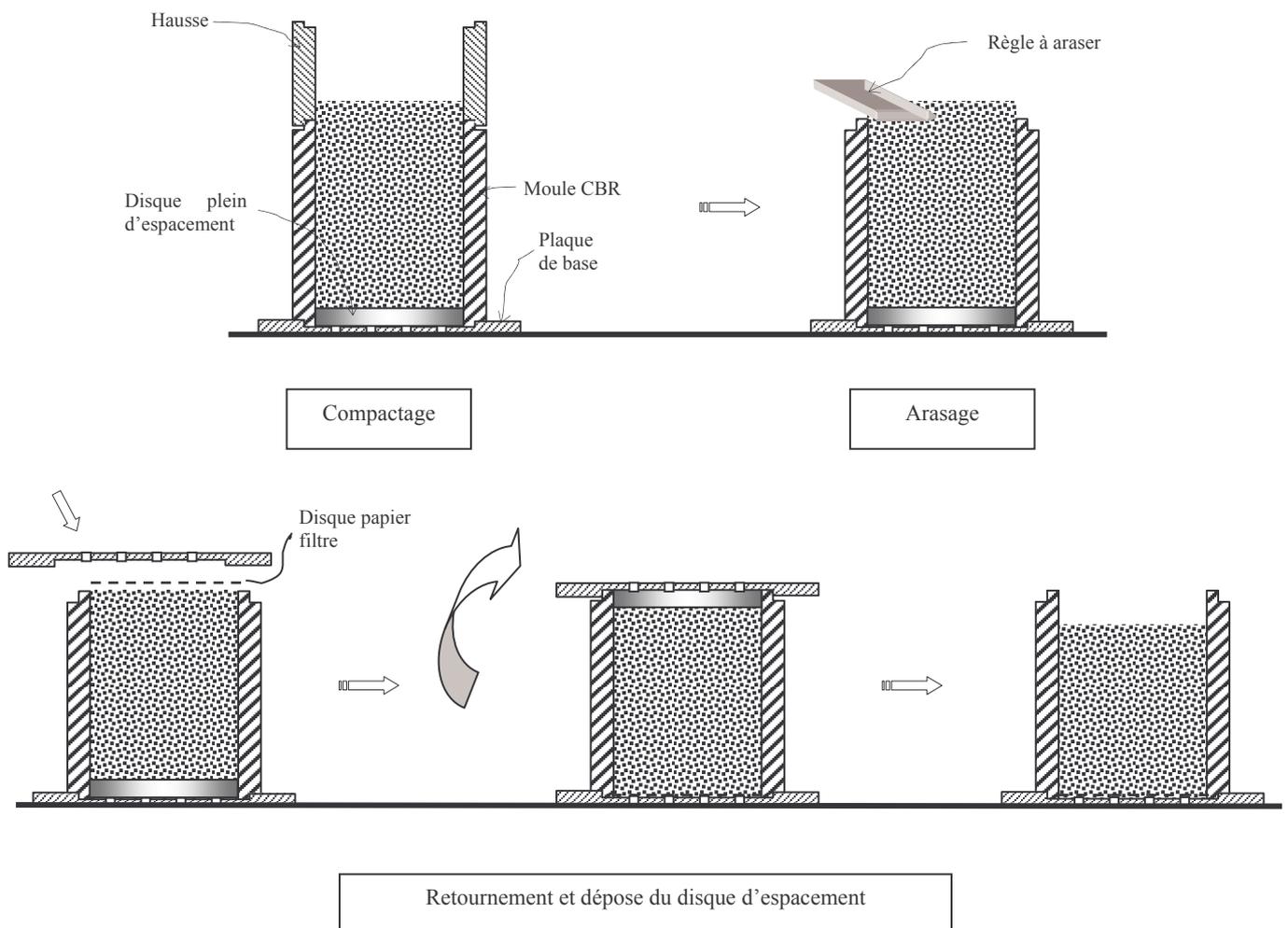
Connaissant donc ω_{opt} (teneur en eau de l'optimum Proctor modifié) :

- Partant d'un matériau sec, on le pulvérise, en brisant les mottes, mais en prenant soin de ne pas briser les graviers et pierres éventuels,
- On l'écrête en enlevant les grains supérieurs à 20 mm (tamisage) et en les remplaçant par une même masse d'éléments compris entre les tamis de 5 et 20 mm si nécessaire,
- On ajoute la quantité d'eau nécessaire pour obtenir un matériau à une teneur en eau égale à ω_{opt} .

Quantité de matériau à préparer : 10 Kg environ par essai.

b/ Exécution de l'essai

- Compactier à la teneur en eau égale à ω_{opt} suivant le processus de l'essai PM (moule CBR, dame lourde, 5 couches, 55 coups par couche),
- Araser.
- Retourner le moule pour fixer sur la plaque de base, l'extrémité qui était en haut (mettre une feuille de papier filtre).
- Enlever la plaque de base et ôter le disque d'espacement.
- Peser le moule + la plaque de base + le contenu (à 1 gramme près)



Imbibition – Mesure du gonflement

Le but de cette opération est de placer le sol dans les plus mauvaises conditions hygrométriques qu'il est susceptible de rencontrer dans la pratique.

Trois cas peuvent être envisagés :

1. Pour un terrain particulièrement sec ne risquant ni de subir des remontées d'eau (nappe phréatique profonde), ni de recevoir des eaux pluviales (revêtement étanche ou climat très sec), on pourra se dispenser de cette imbibition et faire l'essai à la teneur en eau ω_{OPM} (optimum Proctor à énergie de compactage modifiée) qui est celle à laquelle l'échantillon a été préparé.
2. Pour un terrain pouvant subir de fortes remontées d'eau, ou des inondations, ou recevoir les pluies d'un climat très humide, on procède à une imbibition complète (jusqu'à ce que la variation d'épaisseur de l'échantillon deviennent inférieure à 0,003 mm par 24 heures),
3. Dans les autres cas, qui sont les plus fréquents, on imbibe l'échantillon pendant 4 jours (96 heures \pm 1h).

L'opération d'imbibition de l'échantillons se réalise de la façon suivante :

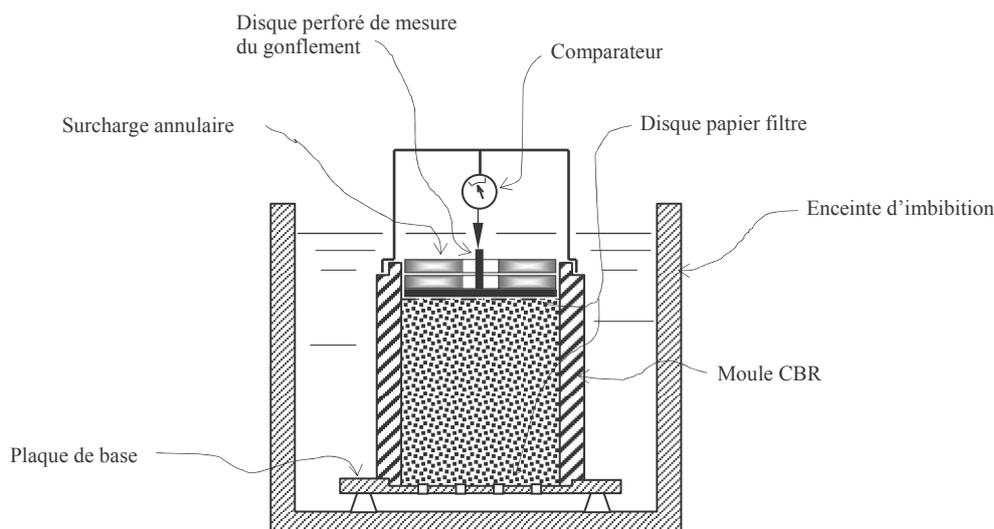
Après avoir pesé l'ensemble moule + plaque de base+ échantillon compacté, on place alors successivement un disque de papier filtre, un disque perforé de mesure du gonflement (appelé Disque perforé de mesure du gonflement), et une charge constituée par des disques annulaires de 2,265 Kg (au moins 2 ou encore 4 demi-disques), représentant l'équivalent de la contrainte imposée par la chaussée sur la plate-forme.

ATTENTION : s'il s'agit d'une piste en terre, vous ne mettez pas de disque (pas de chaussée bitumineuse => pas de surcharge ! ; à contrario, dans le cas où la chaussée impose une contrainte supérieure à celle obtenue par 2 de surcharges sur l'éprouvette, prévoir des surcharges annulaires supplémentaires en conséquence).

On met le tout dans un bac rempli d'eau, la plaque de base étant un peu écartée du fond pour permettre le passage de l'eau. Un comparateur tenu par un trépied placé sur le moule mesurera les variations de hauteur de l'échantillon.

On remplit d'eau et l'on note la lecture de la mesure donnée par le comparateur au début de l'essai.

A la fin d'une opération d'imbibition, on note le gonflement.



Poinçonnement

On utilise une presse qui est munie d'un piston de poinçonnement de diamètre 4,96 cm (section 19,3 cm²), et qui est pourvue d'un contrôleur de cadence ainsi que d'un comparateur permettant de suivre les enfoncements au 1/100ième de mm près.

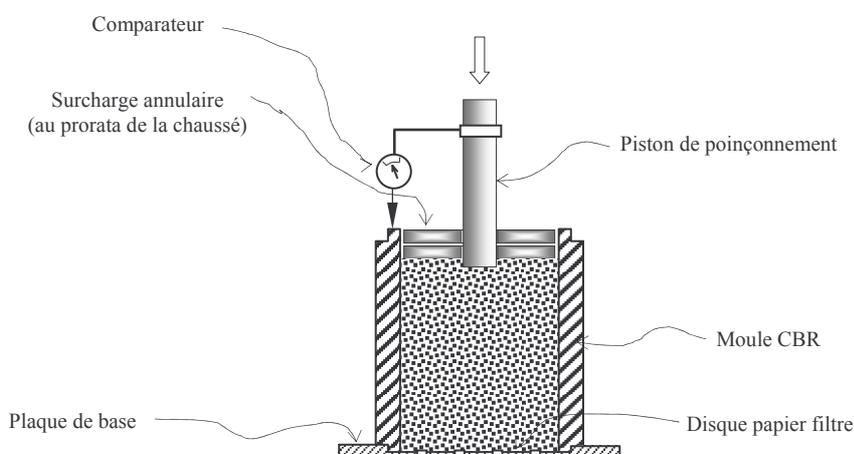
On place l'échantillon sur le plateau, bien axé sur le piston de poinçonnement. Les charges annulaires sont remises en place (leur trou central laisse le passage au piston de poinçonnement).

On amène la tige au contact du sol et quand l'aiguille dynamométrique de la presse commence à bouger, on arrête le mouvement et on met le comparateur à zéro.

Puis la presse est actionnée à une vitesse constante d'enfoncement égale à 1,27 mm/min, le mouvement étant régulé, soit de manière automatique, soit en suivant le cadencemètre de la machine.

On effectue simultanément les mesures de l'enfoncement et de la force exercée et on note (sans arrêter le poinçonnement) les forces qui correspondent aux enfoncements suivants :

Enfoncement (mm)	0,625	1,25	2,0	2,5	5,0	7,5	10,0
Temps de mesure (min)	0,5	1	1,5	2	4	6	8
Force de poinçonnement (KN)							



Mesure de la teneur en eau après poinçonnement

Cette détermination se fait à partir d'au moins 2 (4 conseillés) prélèvements que l'on fait de part et d'autre de l'emprunte, dans la région qui a été soumise au poinçonnement.

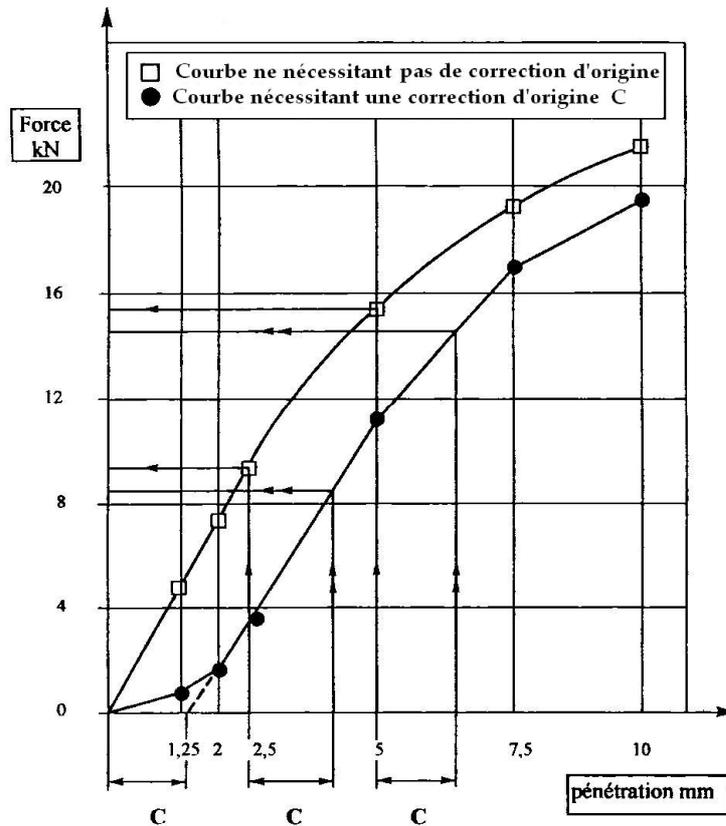
La mesure de la teneur en eau doit suivre immédiatement l'opération de poinçonnement.

EXPRESSION DES RESULTATS

Le procès verbal d'essais doit comporter les indications suivantes :

- Contrôle du poids volumique sec γ_d de l'échantillon compacté ; on doit ici retrouver le poids volumique de l'essai Proctor Modifié $\gamma_{d\text{OPM}}$. Si la différence $|\gamma_d - \gamma_{d\text{OPM}}| > 0,05 \text{ g/cm}^3$ il y a eu faute ou erreur, et il faut recommencer l'essai,
- Condition d'imbibition (le cas échéant),
- Gonflement pendant l'imbibition « g » : on l'exprime en « gonflement linéaire relatif », par rapport à la hauteur initiale h de l'échantillon : $g = \Delta h/h \cdot 100$

Il est nécessaire de tracer la courbe effort-poinçonnement avant la détermination de $F_{CBR_{25}}$; $F_{CBR_{50}}$.
En effet, un décalage de zéro peut se produire et il faut alors le corriger.



La correction d'origine étant faite, on calcule $I.CBR_{25}$; $I.CBR_{50}$, de la façon suivante :

$$I.CBR_{25} = \frac{F_{CBR_{25}}}{13,35 \text{ KN}} \times 100$$

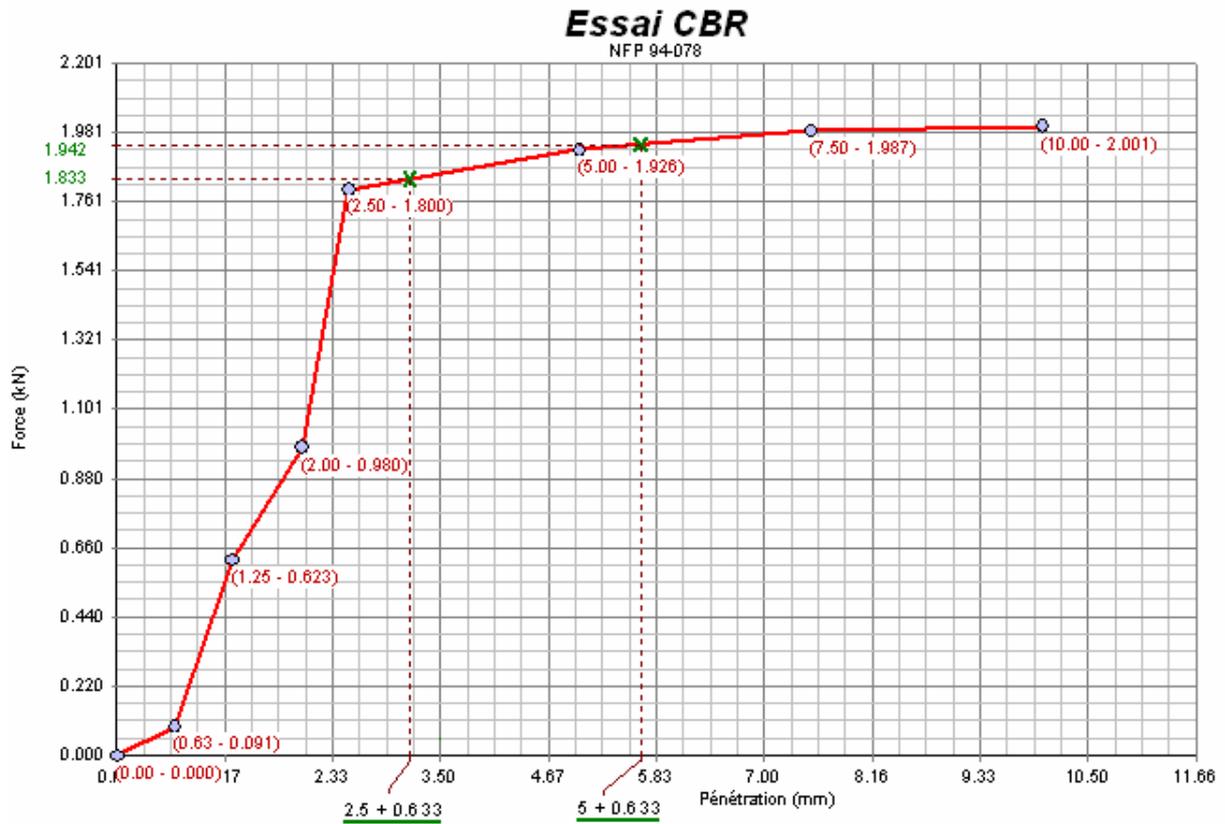
$$I.CBR_{50} = \frac{F_{CBR_{50}}}{20 \text{ KN}} \times 100$$

L'indice **I.CBR** = max ($I.CBR_{25}$; $I.CBR_{50}$) ; il s'exprime sans décimal.

On utilisera le modèle :

Essai CBR	GC-Route	A
-----------	----------	---

EXEMPLE



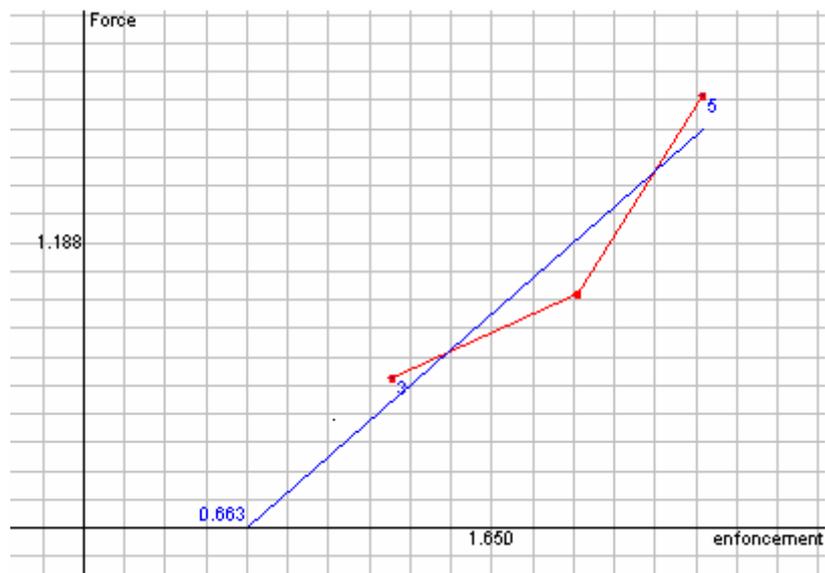
Calcul de la correction – explication

⇒ Traçons la droite équivalente en pied de pente :

Pour cela on prend pour point de départ le 3^{ième} point de la courbe de coordonnées : (1,25 ;0,623) ;

Pour point d'arrivée le 5^{ième} point de la courbe de coordonnées (2,50 ;1,800) ;

Par régression linéaire on obtient la droite équivalente qui coupe l'axe des abscisse en 0,663 ; il s'agit de la correction à appliquer.



De sorte que pour notre essai : **I.CBR** = max (I.CBR₂₅ = 13,73 ; I.CBR₅₀ = 9,74) = 14