

Présentation de laboratoire des travaux public du sud :

LTP-Sud a été créé le 12 mars 1983 par décret n° 83-186. En octobre 1989, il est devenu une entreprise autonome dont le propriétaire est le Holding Public Réalisations et Grands Travaux et en 1998, il a été transformé en filiale faisant partie du groupe LCTP et actuellement groupe GEICA.

Le LTP-Sud a pour mission d'intervenir dans les domaine des Travaux Publics et du Bâtiment. En étendant son champ d'action pratiquement sur trois quarts de la superficie de l'Algérie .Il est implanté dans plusieurs Wilaya , ce qui lui permet de répondre aux sollicitations de la clientèle sur la majeure partie du territoire national.

a) Domaine d'activité :

Les caractéristiques géologiques de l'Algérie associée à l'étendue du territoire fait en sorte que nos ingénieurs sont confrontés à divers types de sol et de roc. L'aménagement d'infrastructures requiert leur avis dans pratiquement tous types de projets :

- les études géotechniques routières ;
- les études géotechniques pour sol de fondation ;
- les études géologiques et géophysiques ;
- les études géométriques des tracés routiers ;
- les études techniques des petites retenues d'eau ;
- les études d'assainissement et d'A.E.P ;
- le contrôle et suivi de réalisations de routes, aéroports, ouvrages d'art et bâtiments ;
- contrôle des matériaux (béton, liants hydrocarbonés, granulats, eau, etc.).

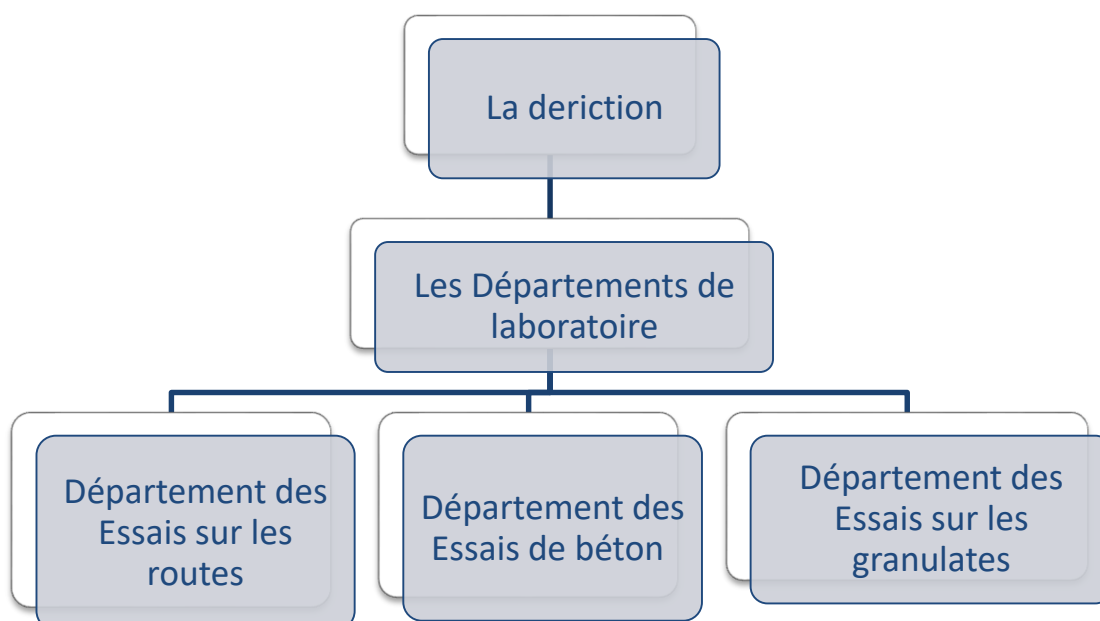
b) Champ d'action

Le L.T.P-Sud étend son champ d'action pratiquement sur $\frac{3}{4}$ de la superficie de l'Algérie. Il est implanté dans les Wilayas mentionnées ci-dessous, ce qui lui permet de répondre aux sollicitations de la clientèle sur la majeure partie du territoire national.

1. Adrar
2. El-Bayadh
3. El-Oued
4. Ghardaïa
5. Illizi
6. Laghouat
7. M'sila
8. Ouargla
9. Tamanrasset
10. In Salah



c) Organigramme de LTP-Sud ILLIZI :



1) Analyse granulométrique:

- L'essai d'analyse granulométrique selon (NF P 18-560 septembre 1990)

1- But de l'essai:

L'analyse granulométrique consiste à classer en classe granulaire un échantillon d'essai ou une masse de concassé ou roulé.

L'essai à pour but de déterminer en poids la distribution des grains du matériau, on sépare par tamisage les plus gros éléments jusqu'à 0,063 mm puis par sédimentation les éléments inférieurs à 0,063 mm.

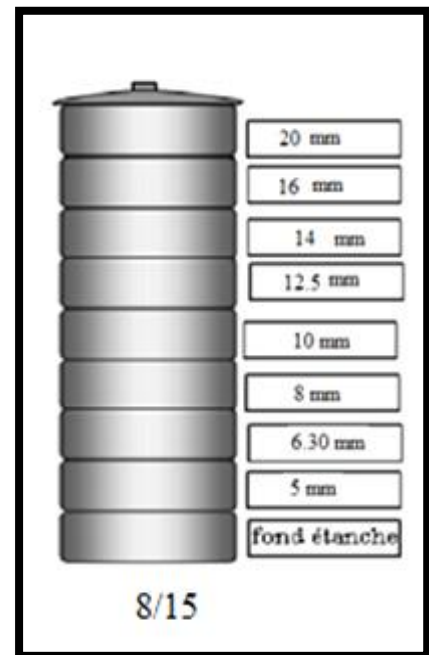
2- Principe d'essai:

L'analyse granulométrique consiste à fractionner des granulats au moyen d'une colonne de tamis dont les dimensions des mailles sont normaliser et décroissants du haut ver la base.

3- Matérielles utilisées:

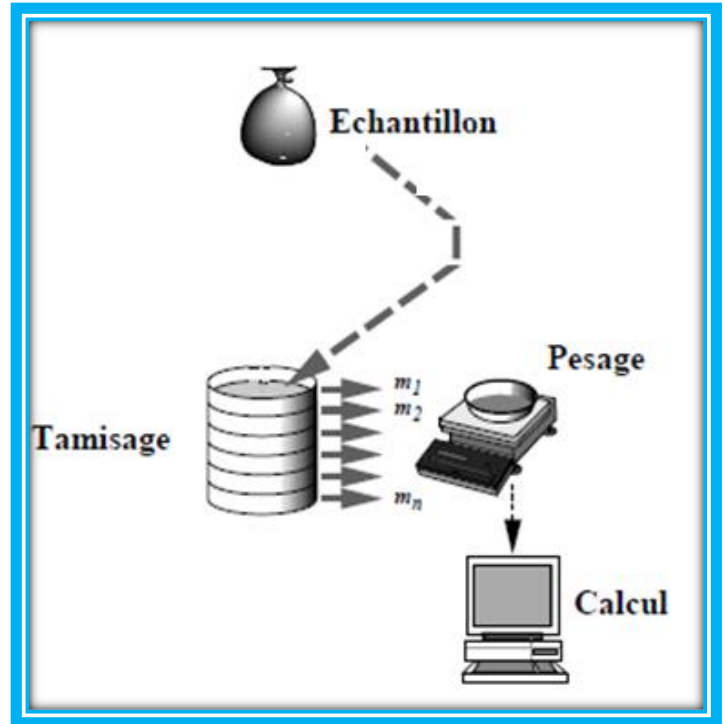
-Les dimensions de mailles et le nombre de tamis sont choisis en fonction de la nature de l'échantillon et de la précision attendue.

- Dans notre projet on s'intéresse sur une classe granulaire « 8/16 »
 - une balance ;
 - un tamiseur mécanique ;
 - une série de tares pesées préalablement ;
 - une étuve ;



4-Mode Opérateur :

- Prendre un échantillon de gravier (5000kg).
- Mettre la colonne des tamis dans l'ordre décroissant selon l'ouverture du tamis.
- Verser le sol pesé avant (5000g) dans les tamis et fermer avec le couvercle.
- Secouer la colonne de tamis afin de permettre aux granulats de passer à travers les différentes ouvertures du tamis, ce en mouvement de droite à gauche d'avant en arrière et en mouvements circulaire.
- Laisser environs 10 sec pour laisser retomber les particules les plus fines pour ne pas perdre en poids de cet échantillon.
- Procéder a une nouvelle pesée des tamis avec le nouveau tamisât.



5- Le Calcul :

- On note les masses des refus partiels (R_i), on calcule les pourcentages des refus partiels donné par la relation suivante :
- M**: la masse totale de l'échantillon (5000g)
- (R_i)** : la masse des refus Cumulés.
- On trace la courbe granulométrique après le calcul du pourcentage des tamisât partiels par la formule suivant :



$$Tamisas (i)\% = 100 - refus (i) \%$$

6- Tracé de la courbe granulométrique:

Il suffit de porter les divers pourcentages des tamisât partiels sur une feuille semi-logarithmique :

- En abscisse : les dimensions des mailles, échelle logarithmique ;
- En ordonnée : les pourcentages sur une échelle arithmétique ;
- La courbe doit être tracée de manière continue.



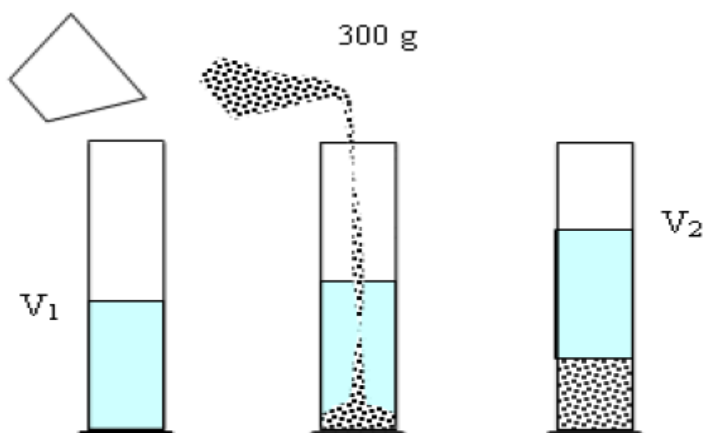
2) La Masse Volumique :

1 La masse volumique apparente :

C'est la masse de l'unité de volume apparent du corps, c'est-à-dire le Volume constitué par la matière du corps et le vide qu'elle contient.

2 La masse volumique absolue :

Le volume absolu du corps est généralement déterminé en mesurant le volume d'un liquide que déplace l'introduction de ce corps.



But de l'essai :

Cet essai permet de déterminer la masse volumique d'un corps (sable, gravier...)

Cette masse volumique intègre les grains de l'agrégat ainsi que les vides compris entre les grains.

Matériels utilisés :

- Eprouvette graduée
- Balance
- Entonnoir sur trépied
- Etuve
- Récipient de mesure 1dm³ et une règle

Matériaux utilisés :

- Gravier sec
- Sable sec

Mode opératoire

1- La masse volumique apparente :

- mettre l'échantillon dans l'étuve à 105°C pendant 24h ;
- placer le dans un entonnoir monté sur trépied ;
- placer sous l'entonnoir un récipient cylindrique vide d'un (10067cm³), précédemment pesé (M1) ;
- verser la quantité du gravier sec sur la passoire avec opercule fermé ;
- ouvrir l'opercule et le gravier descend lentement, refermer de nouveau l'opercule ;
- refaire l'opération avec la même quantité jusqu'à ce que se produise un débordement ;
- araser à l'aide d'une réglette plate, à la quelle on imprime un mouvement horizontal de va et vient ;

- peser le récipient ainsi rempli (M2) .

La masse volumique apparente est donné par :

$$\rho_v = \text{Masse des granulats (en g)} / \text{Volume du récipient (en cm}^3\text{)}$$

$$\rho_v = (M2 - M1) / V$$

Masse volumique absolue: Méthode de l'éprouvette graduée :

- remplir l'éprouvette graduée d'un volume V_1 d'eau ;
 - peser un échantillon sec de granulat et noter sa masse M ;
 - introduire cette masse dans l'éprouvette ;
 - éliminer les bulles d'air ;
 - lire le nouveau volume V_2 obtenu ;
- la masse volumique absolue est donné par :

$\rho_s = M / (V_2 - V_1)$

3) Essais mesure de coefficient d'aplatissement :

NFP-18 561 Septembre 1990

1. Principe de l'essai :

L'essai consiste à effectuer un double tamisage :

Tamisage sur tamis à mailles carrées, pour classer l'échantillon étudié en différentes classes d/D (avec $d = 1,25$) suivant leur grosseur G .

Puis tamisage des différentes classes granulaires d/D sur des grilles, constituées par des barres cylindriques parallèles fixées dans un châssis.

-le coefficient d'aplatissement global de l'échantillon est égal à la somme pondérée du coefficient d'aplatissement des différentes classes granulaires.

Mode d'opérateur :

1/ **préparation** de l'échantillon : l'échantillon est passé sur un tamis de 4mm sa masse est mesurée au gramme près.

2/a- tamisage sur un tamis à mailles carré « suivant la norme NF-P18-560 »

B-tamisage sur une grille à fentes « le tamisage sur les grille se fait manuellement »

Expression Des Résultats : Les résultats sont portés sur des feuilles d'essai

$$\text{Coefficient d'aplatissement} = \frac{\sum M_e}{M} \times 100$$



4) Coefficient d'absorption d'eau d'un gravier :

NF P 18-544 Décembre 1990

1-Introduction :

Certains matériaux granulaires peuvent présenter une porosité interne qui est préjudiciable, en particulier, à la résistance au gel des bétons.

En effet, l'eau incluse dans le granulat provoque l'éclatement du béton lorsque celui-ci est soumis de manière prolongée à des basses températures.

2-But :

Cette manipulation a pour objectif de déterminer le coefficient d'absorption d'un matériau à partir de différentes pesées.

3-Principe :

On détermine un coefficient d'absorption, qui est défini comme le rapport de l'augmentation de la masse de l'échantillon après imbibition par l'eau, à la masse sèche de l'échantillon. Cette imbibition est obtenue par immersion de l'échantillon dans l'eau pendant 24 heures à 20 °C.

Le coefficient d'absorption (Ab) est défini par la relation :

$$Ab = (Ma - Ms) / Ms \times 100 \text{ en (\%)}$$

Ms = masse de l'échantillon sec après passage à l'étuve à 105 °C.

Ma = masse de l'échantillon imbibé, surface sèche déterminée comme suit.

4-Matériels utilisés :

- étuve
- balance
- récipient de mesure

5-Mode opératoire :

a) **Préparation de l'échantillon :** il faut que l'échantillon analysé soit sec (séché dans une étuve à 105°C).

b) Exécution de l'essai :

- peser une masse Ms de l'échantillon sec
- placer cet échantillon dans l'eau et porter à l'ébullition pendant 2h pour chasser l'air des pores
- laisser refroidir dans l'eau pour accélérer le remplissage des pores
- retirer l'échantillon de l'eau et essuyer chaque grain
- peser à nouveau l'échantillon et noter Ma la nouvelle masse

5) LA PROPRETE DES GRAVIERS :

Définition et But de l'essai :

A l'instar de ce qui se pratique pour les sables, les graviers doivent être propres avant leur utilisation dans la fabrication des bétons.

Principe :

Contrairement aux sables, les graviers présentant des classes granulaires relativement grossières. Ainsi, le principe de séparation des agrégats des éléments fins ne se fera pas par sédimentation mais par lavage.

Matériel utilisé :

Tamis de maille 0.5 mm et un sceau d'eau.

Mode d'opératoire :

- peser un échantillon de gravier soit M_a et le placer dans le tamis,
- laver l'échantillon jusqu'à ce que l'eau qui traverse la tamis soit claire,
- essuyer l'excès en eau à l'aide d'un chiffon et peser la nouvelle masse, soit M_s .



La calcul :

Pour calculer la propreté :

$$P(\%) = (M_a - M_s) / M_s \times 100$$

Le gravier est propre si P (quantité d'éléments fins) $\leq 5\%$.

6)Essai L'Equivalent de Sable :

NF P-18 598 Octobre 1991

Introduction :

Le sable est un élément très essentiel qui joue un rôle très important dans la composition du béton vis-à-vis des ouvrages en béton armé, pour ça il faut être très vigilant dans le choix du sable qui convient et qui a des meilleurs caractéristiques qui donnent un béton solide homogène résistant.



But de l'essai :

Cet essai, est utilisé de manière courante pour évaluer la propreté des sable utilisés pour la composition du béton. L'essai consiste à séparer les particules fines contenues dans le sol des éléments sableux plus grossiers, une procédure normalisée permet de définir un coefficient d'équivalent de sable qui quantifie la propreté du sable.

Principe :

Sédimentation du matériau dans une solution lavant.

Appareillages :

- balance technique ;
- éprouvette ;
- entonnoir pour l'introduction du sable ;
- chronomètre ;
- solution lavant ;
- machine d'agitation ;
- règle métallique pour mesure ;
- piston taré a masse coulissante de 1kg pour la mesure de ES.

Mode d'opérateur :

- ✓ **procéder** à un quartage afin que l'échantillon soit représentatif ;
- ✓ **tamiser** l'échantillon au tamis de 5 mm (passant) ;
- ✓ **verser** une prise d'essai de 120 ± 1 g dans chacune des deux éprouvettes contenant une solution lavant et les laisser au repos 10mn ;
- ✓ **boucher** l'éprouvette puis la fixer sur le dispositif d'agitation ne sorte qu'elle subisse $90 \text{ cycles} \pm 1 \text{ cycle}$ 30 ± 1 s ;
- ✓ **laver** le mélange jusqu'à ce que le niveau atteigne le deuxième trait (repère) ;
- ✓ **laisser reposer** pendant $20 \text{ mn} \pm 10 \text{ s}$;
- ✓ **procéder** aux mesure à l'aide d'une règle la hauteur h_1 du niveau supérieur du floculat et à l'aide de piston descendu jusqu'à ce qu'il repose sur le sédiment h_2 .

Le calcul :

L'équivalent de sable est donné par la formule :

$$ES = \left(\frac{h_2}{h_1} \right) * 100$$

ES à vue	ES au piston	Nature et qualité du sable
$ES < 65\%$	$ES < 60\%$	Sable argileux : risque de retrait ou de gonflement. Sable à rejeter pour des bétons de qualité.
$65\% \leq ES < 75\%$	$60\% \leq ES < 70\%$	Sable légèrement argileux de propreté admissible pour les bétons de qualité courante quand le retrait n'a pas de conséquence notable sur la qualité du béton.
$75\% \leq ES < 85\%$	$70\% \leq ES < 80\%$	Sable propre à faible proportion de fines argileuses convenant parfaitement pour les bétons de haute qualité.
$ES \geq 85\%$	$ES \geq 80\%$	Sable très propre. L'absence presque totale de fines argileuses risque d'entraîner un défaut de plasticité du béton qu'il faudra compenser par une augmentation du dosage en eau.

7) L'essai de Los Angeles :

NFP-18573 Décembre 1990

1- But de l'essai :

L'essai Los Angeles est utilisé pour déterminer la résistance à la fragmentation d'un échantillon de granulat. Le coefficient Los Angeles obtenu est le pourcentage de l'échantillon initial passant au tamis de 1.6 mm après fragmentation dans un cylindre en présence de boulets d'acier.



2- Principe :

L'essai consiste à faire rouler dans un tambour rotatif un échantillon de granulat mélangé à des boulets d'acier. A la fin, on évalue la quantité de matériau retenu sur le tamis de 1,6 mm.

3- Matériel utilise :

- Machine Los Angeles : composée d'un cylindre et d'un moteur.
Le cylindre mesure à l'intérieur (508 +/- 5) mm et a un diamètre de (711 +/- 5) mm et fabriqué avec une tôle de 12 mm d'épaisseur.
Le moteur doit entraîner ce cylindre à une vitesse comprise entre 31 et 33 tours par minute et être équipé d'un compte tours permettant un arrêt automatique après 500 tours.
- Les boulets : boulets d'acier de diamètre compris entre 45 et 49 mm et de masse comprise entre 400 et 445 g. ils administrent au matériau des chocs durant la rotation du tambour ;



- balance ;
- tamis ;
- chronomètre ;
- un matériel pour réduire l'échantillon.

4-Mode opératoire :

Il faut préparer par lavage et tamisage les fractions suivantes : **4/6,3 - 6,3/10 - 10/14-10/25 -16/31,5 -25/50 mm**

Ces fractions sont encore divisées, dans lequel on prélève une certaine quantité, en rajoutant la masse de bille indiquée (ci-dessous)

Classe granulométrique (mm)	Nombre de boulets	Poids total de la charger (g)
4 – 6.3	7	3080 (à+20 à -150)
6.3 –10	9	3960 (à+20 à -150)
10 – 14	11	4840 (à+20 à -150)
10 – 25	11	4840 (à+20 à -150)
16 – 31.5	12	5280 (à+20 à -150)
25 – 50	12	5280 (à+20 à -150)

le LA obtenue varie suivant la coupure, il est donc conseillé de prendre toujours la même fraction pour pouvoir comparer les résultats.

Au cours de notre essai (**LOS ANGELES**), nous avons prélevé un matériau (**4/6.3**) dont la masse est **5000g (m)**. Cet échantillon est placé dans le tambour. Le tambour dispose d'une palette destinée à effectuer le malaxage du matériau. Compte tenu de la catégorie de matériau dont on dispose (**4/6,3**) nous allons choisir **7 boulets**. La durée du malaxage est de **15 minutes** ce qui correspond à **500 tours**. Notons bien que le nombre de boulets dépend de la classe granulaire du matériau. A la fin du temps séparer l'échantillon obtenu des boulets. Laver les granulats restant au tamis de 1.6 mm en éliminant tous le passant à ce tamis. Sécher et peser le refus à 1.6 mm.

5-Le calcul :

Le coefficient **LOS ANGELES** est déterminé par la formule :

$$\text{Coefficient LOS ANGELES} = \frac{M-m}{M} \times 100$$

avec **m** masse du refus à 1.6 mm. **M** masse initiale

8)Essai de Micro Deval :

NFP-18572 Décembre 1990

Définition :

L'essai consiste à mesurer l'usure des granulats soumis à l'essai produit par frottements réciproques dans un cylindre en rotation dans des conditions bien définies.

Principe d'essai :

Cet essai Micro-Deval permet de déterminer la résistance à l'usure d'un échantillon de granulat par attrition. Le coefficient Micro-Deval obtenu est le pourcentage de l'échantillon initial passant au tamis de 1.6 mm après usure par rotation dans un cylindre en présence de bille d'acier inox et d'eau. Plus le pourcentage d'usure est bas, plus l'échantillon est résistant à l'usure.

Matériel :

-cylindre d'essai ; de 1 à 4 cylindre ayant un diamètre de (200 ± 1) mm et de longueur intérieure de (154 ± 1) mm. Les cylindres doivent être étanche à l'eau et ne présente aucune aspérités intérieures, l'étanchéité étant assurée par un joint.

-Le cylindre, posé sur deux supports horizontaux, doit être entraîné par un moteur assurant une rotation de (100 ± 5) tours par minutes. Ce moteur est doté d'un compte tours qui lui permet de s'arrêter automatiquement au bout de 12000 tours, c'est à dire au bout de 2 heures.

-billes d'inox de (10 ± 0.5) mm.

Mode d'opérateur :

- ✓ l'essai doit être effectuée sur un lot de granulat ayant une granularité conforme à l'une des classes ;
- ✓ laver l'échantillon et sécher à 105°C jusqu'à masse constant ;
- ✓ tamiser à sec sur le tamis de la classe granulaire choisie (4/6.3-6.3/10-10/4) ;
- ✓ masse de l'échantillon pour essai 500g (classe 4/6.3-6.3/10-10/4) ;
- ✓ masse de l'échantillon pour 10kg (classe 25/50) ;



- ✓ Introduction de la masse de l'échantillon avec la charge abrasive correspondant à la classe granulaire ;
- ✓ choisir le type d'essai (mds ou mde) ;
- ✓ mettre les cylindres en rotation pendant 2 heures à une vitesse de 100 tr/mm ;
- ✓ tamiser le matériau sur le tamis 1.60mm ;
- ✓ laver le refus et laisser sécher à l'étuve a 105 c° puis peser ;
- ✓ expression des résultats ;

Le calcul :

Le coefficient **MDE** est déterminé par la formule :

$$\text{Coefficient MDE} = \frac{M-m}{M} \times 100$$

avec **m** masse du refus à 1.6 mm. **M** masse initial



9) L'essai de Proctor :

NFP 094-093

Le « compactage » est une réduction pratiquement instantanée du volume du sol dû à la réduction des vides d'air. Il ne y'a aucune expulsion d'eau ce qui différencie le compactage de la consolidation.

L'étude du compactage s'effectue à l'aide d'un damage normalisé connu sous le nom de « l'essai Proctor ».

BUT d'essai :

L'essai Proctor a pour but de déterminer la teneur en eau optimale (ω) pour un sol de remblai donné à laquelle doit être compactée cette sol pour obtenir la densité sèche maximum (γ_d) et des conditions de compactage fixées, qui conduit au meilleur compactage possible ou encore 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.

Principe de L'essai :

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. , appelée **courbe Proctor**.

L'essai consiste à compacter dans un moule normalisé, à l'aide d'une dame normalisée, selon un processus bien défini, l'échantillon de sol à étudier et à mesurer sa teneur en eau et son poids spécifique sec après compactage.

L'essai est répété plusieurs fois de suite sur des échantillons portés à différentes teneurs en eau. On définit ainsi plusieurs points de la courbe Proctor.

Pour ces essais on peut utiliser, selon la finesse des grains du sol, deux types de moules :

- **Le moule Proctor** : moule intérieur = **101,6 mm / H = 117 mm** (sans rehausse) Volume Proctor = **948 cm³**

- **Le moule CBR** : moule = **152 mm / H = 152 mm** (sans rehausse) dont disque d'espacement de **25,4 mm** d'épaisseur, ,
Volume CBR = **2 296 cm³**

Avec chacun de ces moules, on peut effectuer deux types d'essai (choix par rapport à l'énergie de compactage) :

1- L'essai PROCTOR NORMAL,

2-L'essai PROCTOR MODIFIÉ.

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.

NB: *Le Proctor normal est utilisé généralement pour les études de remblais en terre (barrage digues ou le compactage est moyennement..... poussé).*

-Essai Proctor modifié : *Forte résistance souhaitée, du type chaussée autoroutière.*

NB: *Le Proctor modifié correspond au compactage maximum que l'on peut obtenir sur chantier avec les rouleaux à pied de mouton.*

Il est utilisé pour le compactage des matériaux destinés à constituer la fondation ou le corps de chaussées des routes et des pistes d'aérodromes.

Le tableau ci-dessous résume les conditions de chaque essai selon le moule retenu

Essais	Masse du marteau (Kg)	Hauteur de chute du marteau (cm)	Nombre de couches	Volume du moule (cm ³)	Nombre de coups par couche	Energie de compactage (KJ/m ³)
Proctor Normal (Norme NQ 2501-250)	2,49	30,5	3	944 2 124	25 56	592 589
Proctor Modifié (Norme NQ 2501-255)	4,54	45,7	5	944 2 124	25 56	2 695 2 683

Matériel utilisé :

- moule ;
- dame Proctor ;
- règle à arase ;
- disque d'espacement ;
- grande caisse(en plastique) ;
- tamis (5cm de diamètre) ;
- spatule ;
- éprouvette graduée (pour l'eau) ;
- petits récipients (mesures des teneurs en eau) ;
- balance électrique ;
- étuve ;
- petit plat(en verre pour peser les échantillons) .

Mode opératoire :

Le matériau à étudier est tamisé.

- prendre environ **5500g** de notre matériau ;
- on ajoute 4% d'eau à et on sépare-le 5500g en 5 quantités ;
- placer les quantités dans le moule et donner 25coups pour chaque couche ;
- en lever la hausse et araser soigneusement le haut du moule ;
- peser le moule avec le sol ;
- on prend de ce moule une quantité et mettre-le dans l'étuve à 24h pour la détermination de la teneur en eau ;
- répéter les mêmes dernier étapes avec 6% , et pour 8% ;
- après compactage, on pèse le moule et on détermine la teneur en eau du matériau, ce qui permet de calculer le poids volumique sec. Le résultat de l'essai se traduit par un point de la courbe ;
- après ces calculs on passe à la construction de la courbe représentative de la variation de la poids volumique sèche γ_d en fonction de la teneur en eau $f(\omega) = \gamma_d$ (voir la courbe) et on extraite γ_d max et ω_{opt} .

- On recommence en augmentant chaque fois la teneur en eau, et l'on obtient ainsi une série de points qui dessinent la

EXPRESSION DES RESULTATS

Tracer la courbe $\gamma_d = f(\omega)$

$$\gamma_d = \frac{p_2 - p_1}{(1 + \omega)V}$$



10) Essai Détermination de la teneur en eau :

Définition :

La teneur en eau d'un sol est le rapport du poids de l'eau libre présente dans un certain volume de sol au poids des éléments solides compris dans ce volume.

Mode d'opérateur :

- ✓ préparer un échantillon représentatif de telle façon que l'essai sera réaliser sur des échantillons dont les poids varient en fonction de la granulométrie ;
- ✓ peser l'échantillon noté M_h ;
- ✓ sécher l'échantillon dans une étuve jusqu'au poids constant :
 - A 150°C pour les matériaux insensibles à la chaleur.
 - A 50°C pour les matériaux sensibles à la chaleur (débris organiques ou gypse).
- ✓ peser l'échantillon à nouveau noté M_s .

Le calcul :

La teneur en eau est déterminée par la formule suivante :

$$W(\%) = \left(\frac{\text{poids de l'eau}}{\text{poids du sol sec}} \right) * 100$$



11) Les limites d'Atterberg :

NFP 94-051

Définition :

Les limites d'atterberg sont des paramètres géotechniques destinés à identifier un sol et à caractériser son état au moyen de son indice de consistance.



But :

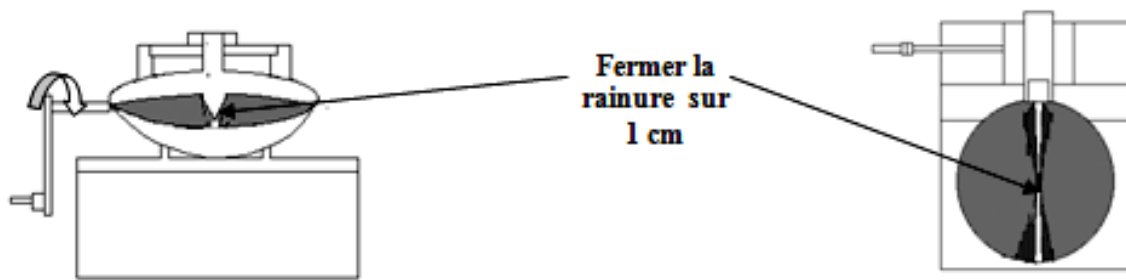
Cet essai a pour but de la détermination des deux limites d'atterberg :

- limite de liquidité.
- limite de plasticité.

Mode opératoire :

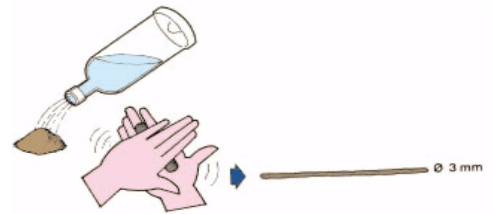
Détermination de la limite de liquidité :

- avant de procéder au l'essai il faut s'assurer que la largeur **B1** de la pente de l'outil a rainuré inférieur à **2.2mm**, la hauteur de chute de la coupelle est de **10mm**, le réglage se fait à l'aide d'une calle de contrôle.
- le tamisât sera malaxé afin d'obtenir une pâte homogène et très que fluide ;
- dans la coupelle propre verser une masse d'environ 70g de pâte ;
- partager la pâte en deux au moyen de l'outil à rainure ;
- on note le nombre N de chocs nécessaires pour que les lèvres de la rainure se rejoignent sur une longueur d'environ 1cm ;
- l'essai n'est pour suivre que lorsque N est compris entre 15 et 35 coups ;
- on prélève à l'aide d'une spatule dans la coupelle environ 5g de pâte (au voisinage de l'endroit où ils se sont renfermées afin d'en déterminer la teneur en eau).



Détermination de la limite de plasticité :

- la confection des rouleaux se fait manuellement (diamètre de 3mm et de 10cm de longueur) la limite de plasticité est obtenue lorsque les rouleaux se fissurent et que son diamètre atteint 3mm et 10cm de longueur et ne doit pas être creux ;
- une fois les fissures apparues la partie centrale du rouleau est placée dans une capsule ou boîte de pétri de masse connue ;
- La pesée immédiatement est introduite dans l'étuve, afin de déterminer sa teneur en eau.



Expression des résultats :

$$I_p = W_l - W_p$$

Tel que :

- I_p : L'indice de plasticité
- W_l : La limite de liquidité est obtenue graphiquement pour une valeur N égale à 25 coups.
- W_p : La limite de plasticité est la teneur en eau conventionnelle d'un rouleau de sol décrit ci avant.

12) Test de la résistance a la compression du beton

NFP 18-406

Control du béton durci :

Le contrôle du béton durci à pour objectif de dévoiler les caractéristiques (résistance à la compression et à la traction) du béton et sa qualité. Les essais à effectuer sont : essai à la compression (après surfaçage des éprouvettes) et essai à la traction. Avant d'effectuer l'essai d'écrasement le béton passe par les étapes suivantes :

Prélèvement de béton :

1. enduire la surface intérieure du moule par huile minérale ;
2. réorganiser l'échantillon ;
3. remplir le moule en prend en considération le serrage du béton en deux couches ;
4. procéder à la vibration de chaque couche ;
5. après le remplissage de moule enlever le béton se trouvant au-dessus du bord supérieur du moule ;
6. araser soigneusement la surface ;
7. munir les moules d'une étiquette porte la date du prélèvement, le nom du client, le nom du chantier et le numéro du PV.



Conservation des éprouvettes :

1. conserver les éprouvettes dans leur moule et protéger les contre les chocs et les vibrations, pendant un minimum de 16heures et un maximum de 3 jours, à la température de $25\text{ C} \pm 5\text{C}$;
2. démouler les éprouvettes avec soin ;
3. éviter toute perte d'humidité et tout écart par rapport à la température de conservation requise lors du transport ;
4. conserver les éprouvettes après démoulage et transport au laboratoire dan la salle de conservation a une à une température de $20\text{C} \pm 2\text{C}$ dans l'eau ou en chambre humide d'humidité relative supérieure ou égale à 95% .

Au jour de l'écrasement et avant de passer à la rectification de l'éprouvette nettoyer l'éprouvette, noter sa masse et ses dimensions (hauteur et diamètre)

But de l'essai :

L'essai a pour but de connaître la résistance à la compression du béton, qui peut être mesurée en laboratoire sur des éprouvettes.



Principe de l'essai :

L'éprouvette est cylindrique de dimensions 16 cm de diamètre, 32 cm de hauteur donc $S=200 \text{ cm}^2$

L'éprouvette doit être surfacée de façon à assurer une bonne planéité et ainsi assurer la perpendicularité. Mais comme elle ne peut jamais être plane parfaitement, elle doit être rectifiée afin de bien répartir les efforts.

L'éprouvette étudiée est soumise à une charge croissante à une vitesse de 600KN/mm jusqu'à la rupture. La résistance à la compression est le rapport entre la charge de rupture et la section transversale de l'éprouvette.

Nous mettons en place l'éprouvette sur le plateau de la presse et nous nous assurons qu'elle est bien centrée.

Nous observons ainsi petit à petit l'apparition de fissures dans l'éprouvette pour finir avec la rupture de l'éprouvette.

$$F_c = \frac{P}{S}$$

Les résultats :

Les résultats des écrasements à (7) jours d'âge sont présentés dans le tableau suivant :