

Chapitre III : Analyse et discussion des résultats

III.1-Introduction :

La méthodologie de travail consiste à reconstituer un sol avec une certaine teneur en eau et une certaine densité sèche et le charger à l'intérieur d'un moule cylindrique rigide qui empêche toute déformation radiale lors du chargement, puis l'échantillon est compacté en une seule couche au moyen d'un appareillage de compactage conçu au laboratoire.

Cet appareillage est composé d'un disque, ayant un diamètre 4.96 (mm) légèrement inférieur à celui de la bague annulaire, fixé à une tige de guidage verticale, et d'un mouton de masse M en forme de disque.

Le mouton (dame) de masse coulisse le long de la tige tombe d'une hauteur de 20 cm et vient percuter le disque en compactant le matériau dans la bague annulaire de l'odomètre. On effectue ensuite les essais de compressibilité décrit par Jennings et Knight (1975) qui consistent à charger le sol reconstitué progressivement par paliers et de mesurer la variation de la hauteur de l'éprouvette du sol pendant l'application de la charge en fonction du temps.

Le programme des essais a été effectué sur des sols reconstitués décrits précédemment, à une teneur en eau (2%) et de différentes énergies de compactage: 10-20-40 et 60 coups.

III.2- Essai œnométrique :



Fig. III.1 : odomètre.

III.2.1- odomètre :

L'odomètre utilisé pour réaliser les essais de compressibilité à déformation horizontale nulle comporte deux parties :

- Une cellule contenant l'éprouvette de sol.

Un système de mise en charge :

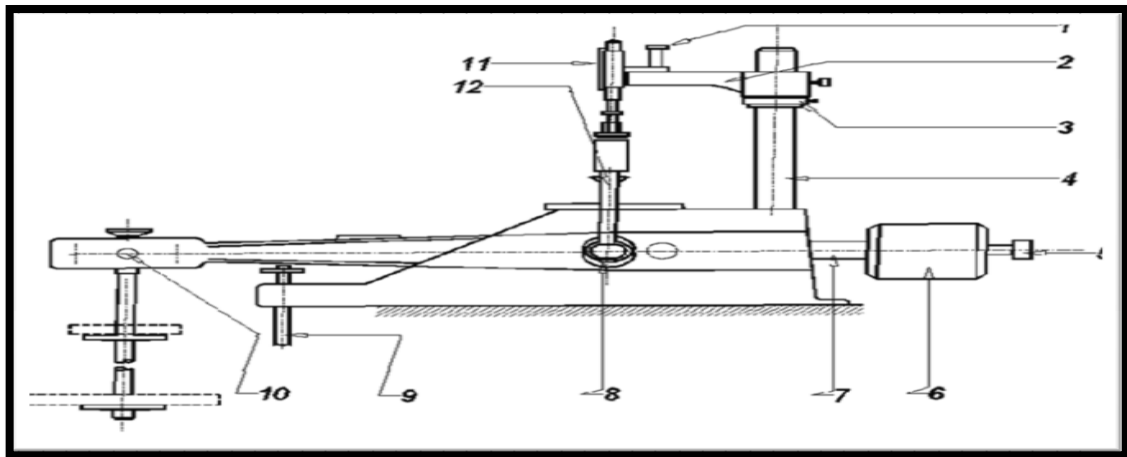


Fig. III.2 : Détail d'un odomètre.

III.2.2-Description de l'appareillage :

- 1) Vis de fixation du comparateur ;
- 2) Console coulissante sur (04);
- 3) Réglage de la hauteur du comparateur ;
- 4) Support rigide du comparateur;
- 5) Vis de réglage du contre poids ;
- 6) Contre poids ;
- 7) Barre supportant le contre poids ;
- 8) Articulation ;

9) Vérin de support ;

10) Articulation entre la poutre et les plateaux recevant les masses ;

11) Comparateur au 1/1000 mm ;

12) Traverse de mise en charge;

III.3-Principe de l'essai :

L'essai s'effectue sur une éprouvette de matériau placée dans une enceinte cylindrique rigide (oedomètre).

Un dispositif applique sur cette éprouvette un effort axial vertical, l'éprouvette étant drainée en haut et en bas est maintenue saturée pendant l'essai.

La charge est appliquée par paliers maintenus constants successivement croissants et décroissants suivant un programme défini.

Les variations de hauteur de l'éprouvette sont mesurées pendant l'essai en fonction de la durée d'application de la charge.

III.3.1-Les poids :

les poids nécessaires pour l'obtention des charges successives d'un essai complet constituent une série , chaque bâti de consolidation doit avoir sa série complète. Ce sont des disques plats fendus , permettant leur centrage et leur superposition sur le plateau de charge du bras de levier, pour nous les poids se constituent de :

0.5 – 1 – 2 – 4– 8 - (kg)

III.3.2-Cellule oedométrique :

elle comporte

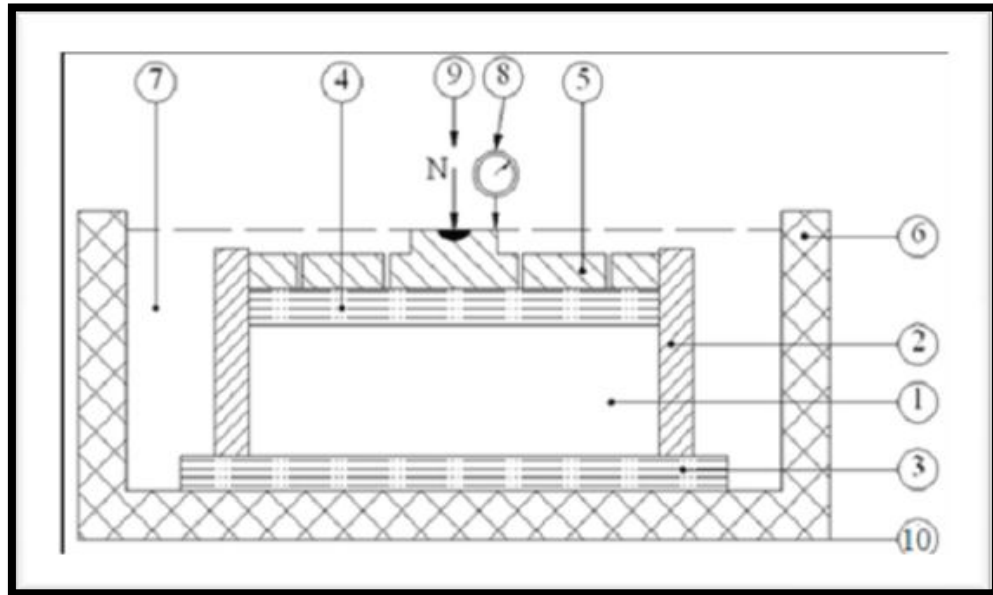


Fig. III.03 : Cellule œnométrique.

- 1) Eprouvette du sol ;
- 2) Enceinte œnométrique ;
- 3) Disque drainant inférieur ;
- 4) Disque drainant supérieur;
- 5) Dispositif de chargement ;
- 6); Réservoir
- 7) Fluide d'imbibition ;
- 8) Mesurage du déplacement ;
- 9) Effort « N » sur l'éprouvette ;
- 10) Bâti ;

Deux types de cellules oedométriques sont utilisés à l'heure actuelle. Ils se différencient par le fait que, dans un cas on peut contrôler l'écoulement de l'eau qui sort de l'éprouvette ou la pression de l'eau dans le sol pendant l'essai, tandis que, dans l'autre cas, on ne le peut pas.

1) Les cellules oedométriques ouvertes: qui ne permettent pas de contrôler l'eau pendant l'essai, ils sont constitués de :

- ✚ Une bague annulaire rigide contenant l'éprouvette de sol ;
- ✚ Deux pierres poreuses assurant le drainage des deux faces supérieure et inférieure de l'éprouvette.
- ✚ Un piston coulissant à l'inférieur de l'anneau et venant charger l'éprouvette.
- ✚ Un réservoir d'eau dans lequel l'ensemble précédent est immergé.

Un ou deux comparateurs pour mesurer les déplacements verticaux du piston, si l'on remplace la pierre poreuse inférieure par une plaque métallique, on peut réaliser les essais sur des échantillons drainés d'un seul côté.

Les éprouvettes oedométriques ont des dimensions variables selon le matériel utilisé. Les dimensions les plus fréquentes sont les suivantes :

- diamètre : 60 ou 70mm.
- hauteur : 20 ou 25mm



Fig. III.04 : composition de cellule.

III.3.3-saturation de la cellule:

Il est nécessaire de saturer toutes les conduites qui composent la cellule oedométrique, conduite de la contre pression, de la pression interstitielle et de la chambre par laquelle est appliquée la pression verticale, afin d'éviter la présence d'air; cette opération peut se faire avant la mise en place de l'éprouvette dans la cellule.

III.3.4-Dame de compactage :

Pour le compactage on utilise un appareil spécifique de poids 360.35g qui est constitué de :

- Un disque de diamètre 50.2mm.
- Fixer à une tige de guidage d'une hauteur de 220mm.
- Une dame de forme de disque de masse de 132.90g, perforée d'un trou de diamètre supérieur à celui de la tige.

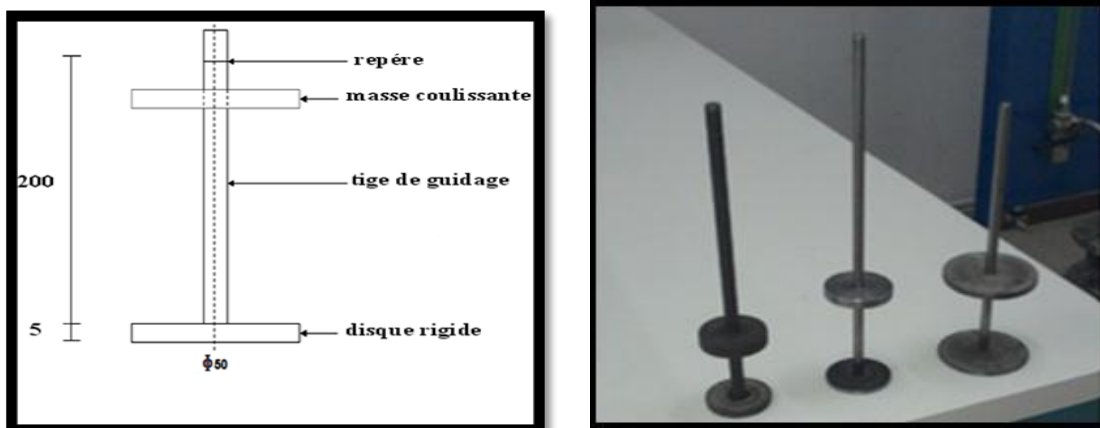


Fig. III.05 : dame de compactage.

III.4-Exécution d'essai :

Une fois la bague contenant l'éprouvette de sol est dans la cellule , cette dernière est mise en place sur le bâti de chargement de l'oedomètre.les charges sont appliquées par palier de 24 heures et chaque incrément est le double de l'incrément précédent .les tassements respectifs sont relevés sur le comparateur. Lorsqu'on arrive à une pression de 200 kpa (suggérée par knight) et que le tassement soit complètement stabilisé (comme pour les charges précédentes), le programme des essais comporte l'inondation par l'eau distillée afin de voir l'influence sur l'affaissement de ce sol.

Puis on la laisse pendant 24 heures. au cours de cette période on a relevé les lecture du comparateur aux instant suivant : 15 sec, 30sec, 1 mn , 2mn ,4mn, 8mn, 15mn, 30 mn , 1/2h ,1h ,4h ,24h (l'instant initial $t=0$, marque le début du tassement après inondation sous 200 kpa).

Le test oedométrique est alors poursuivi à son chargement maximal limite.



Fig.III.06:préparation de sol reconstitué

III.4.1-Les principaux paramètres déduits de l'essai œnométriques :

Les principaux paramètres déduits de l'essai œnométriques fournissent la compressibilité et le taux de consolidation primaire du sol. Des estimations de la contrainte de pré consolidation, du coefficient de consolidation secondaire et des paramètres de gonflement sont également parfois possibles.

Les principaux paramètres pouvant être déduits de l'essai œnométriques réalisé sur des échantillons non remaniés sont.

- 1) les paramètres de compressibilité:
- 2) le coefficient de consolidation:
- 3) la contrainte apparente de pré consolidation ou la résistance du matériau:

4) le coefficient de consolidation secondaire:

5) les paramètres de gonflement:

Les principes de l'essai œnométrique à chargement par paliers sont les suivants: le chemin de contraintes correspond à une déformation unidimensionnelle, le drainage est axial et unidimensionnel.

Les chemins de contraintes et les conditions de drainage sous des fondations sont généralement tridimensionnels et des différences peuvent apparaître au niveau des valeurs calculées pour le tassement ou pour sa vitesse.

La petite dimension de l'éprouvette ne permet généralement pas de représenter correctement les hétérogénéités présentes dans les sols naturels.

L'analyse d'un essai de consolidation repose généralement sur l'hypothèse que le sol est saturé. Dans le cas de sols non saturés, certains paramètres déduits de l'essai peuvent ne pas avoir de signification physique.

III.4.2-mise en place de l'éprouvette:

mettre l'éprouvette de sol entre deux papiers filtres et placer l'ensemble troussé + échantillon dans le logement prévu à cet effet, au niveau de la partie supérieure de la cellule doit être assemblée à la partie inférieure.

➤ Détermination l'indice de vide e et potentiel de collapse :

Quelques caractéristiques initiales de l'éprouvette peuvent être déterminées de la façon suivante :

$$\gamma_h = M/V \dots \dots \dots (2.1)$$

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \times h_0$$

γ_h : La masse volumique du sol humide

M : est la masse de l'éprouvette du sol

V : volume de bague annulaire

d : est son diamètre.

h₀ : est sa hauteur

$$\gamma_d = \gamma_h / (1 + w_0) \dots \dots \dots (2.2)$$

$$e_0 = (\gamma_s / \gamma_d) - 1 \dots \dots \dots (2.3)$$

γ_d : La masse volumique du sol sec

w₀ : est la teneur en eau initiale

e₀ : L'indice des vides initial

γ_s : est la masse volumique des grains solides

L'indice des vides **e** peut être aussi calculé de la manière suivante :

$$e = (H - h_p) / h_p \dots \dots \dots (2.4)$$

$$h_p = P_{sec} / (\gamma_s \times S) \dots \dots \dots (2.5)$$

$$H = h_0 - \Delta h$$

P_{sec}: poids de sol sec

S: section droite de l'éprouvette

h₀: hauteur initiale de la cellule œnométrique

Δh : tassement observé au cours d'un cycle de chargement de 24 h.

$$C_p = \left(\frac{\Delta h}{h_0} \right) \times 100\% \cong \left(\frac{\Delta e}{1 + e_0} \right) \times 100\% \dots \dots \dots (2.6)$$

$$\Delta e = (1 + e_0) / h_0 \times \Delta h \dots \dots \dots (2.7)$$

Donc l'indice de vide est égal :

$$e = e_0 - \Delta e \dots \dots \dots (2.8)$$

Et le potentiel de collapse est égal :

$$C_p = (\Delta e / (1 + e_0)) \times 100\% \dots \dots \dots (2.9)$$

- **L'énergie de compactage E_c :**

La procédure que nous avons utilisée, pour compacter le sol, est une consolidation dynamique. Elle consiste à laisser tomber en chute libre une masse M (ou mouton) sur une hauteur constante H , cette masse coulisse librement sur une tige verticale et vient percuter un disque, lui-même compactant l'échantillon de sol. L'énergie de compactage totale mise en jeu pour une éprouvette, étant le travail de la masse M sur une hauteur H et s'exprime par la relation :

$$E_c = M \cdot g \cdot H \cdot (2 \cdot N) \dots \dots \dots (2.10)$$

Où :

N : le nombre des chocs de la masse M sur le disque pour une seule couche de sol:

g : accélération de la pesanteur.

III.4.3-La relation entre l'indice des vides et le logarithme de la contrainte effective :

A partir des résultats de essai œnométriques, on trace une courbe avec en ordonnée, sur une échelle arithmétique

<de chargement ou de déchargement, et en abscisse, sur une échelle logarithmique, les pressions d'essai.

N ^o essais	Type de sol reconstitue	Teneur en eau(%)	de coupE _c N ^o
01	01	2	10
02	01	2	10
03	01	2	10
04	02	2	20
05	02	2	20
06	02	2	20
07	03	2	40
08	03	2	40
09	03	2	40
10	04	2	60
11	04	2	60
12	04	2	60

Tableau III.01 : Programme des essais œnométrique.

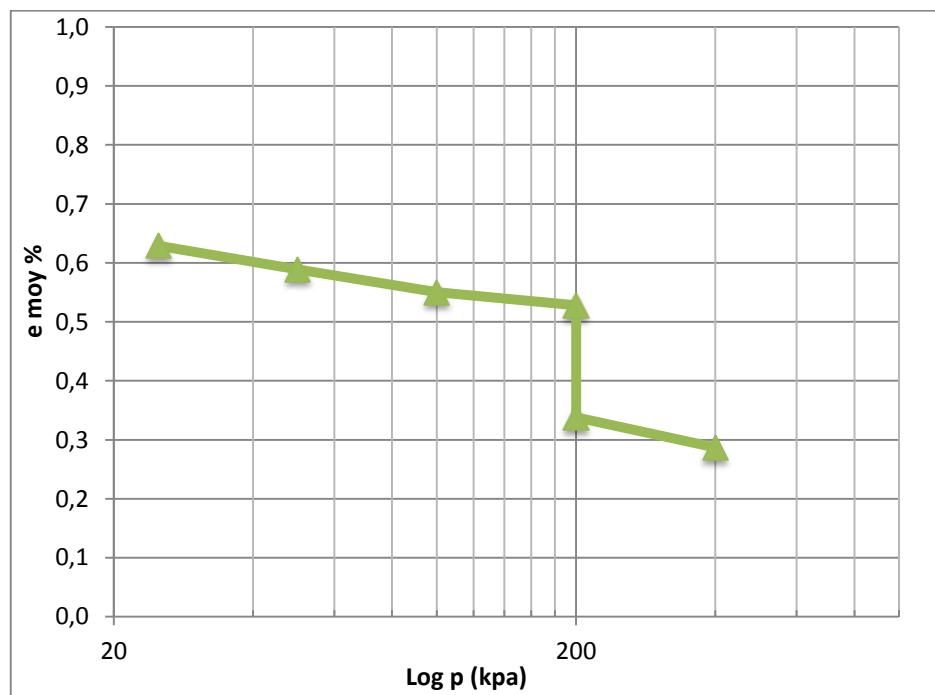
Essai	N° COUPS	H _o (mm)	W _o (%)	γ_s (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	γ_{amoy} (g/cm ³)	e _o
01	10	20	2	2.64	1.60	1.60	0.65
02	10	20	2	2.64	1.62		0.62
03	10	20	2	2.64	1.60		0.65
04	20	20	2	2.64	1.64	1.65	0.60
05	20	20	2	2.64	1.66		0.59
06	20	20	2	2.64	1.65		0.60
07	40	20	2	2.64	1.74	1.73	0.51
08	40	20	2	2.64	1.71		0.54
09	40	20	2	2.64	1.74		0.51
10	60	20	2	2.64	1.83	1.83	0.44
11	60	20	2	2.64	1.84		0.43
12	60	20	2	2.64	1.84		0.43

Tableau(III.2) : caractéristiques initiales du sol reconstitué au laboratoire.

III.5-Résultats de calcul de ΔH et l'indice de vide

❖ Sol reconstitués sol (1) moyenne.

Pression (Kpa)	ΔH (mm)	$H_1 = H_0 - \Delta H$ (mm)	$e = (H_1 - H_s)/H_s$	$C_P(\%)$
25	0.511	19.489	0.629	8.42
50	0.985	19.015	0.589	
100	2.051	17.949	0.550	
200	2.301	17.699	0.528	
200	3.986	16.014	0.338	
400	4.601	15.399	0.287	

Tableau III-3 : la moyenne des résultats de l'essai œdométrique ($W_0 = 2\%$, $EC = 10$ coups)Figure (III .7): Courbe œdométrique ($\log p$, e moy), $w_0 = 2\%$, $Ec = 10$

❖ sol reconstitué sol (2) moyenne.

Pression (Kpa)	ΔH (mm)	$H_1 = H_0 - \Delta H$ (mm)	$e = (H_1 - H_s)/H_s$	$C_p(\%)$
25	0.408	19.592	0.691	7.94
50	0.772	19.228	0.660	
100	1.420	18.580	0.604	
200	2.210	17.790	0.536	
200	3.799	16.221	0.400	
400	4.120	15.880	0.371	

Tableau III-4 : la moyenne des résultats de l'essai œnométrique ($W_0 = 2\%$, $EC = 20$ coups).

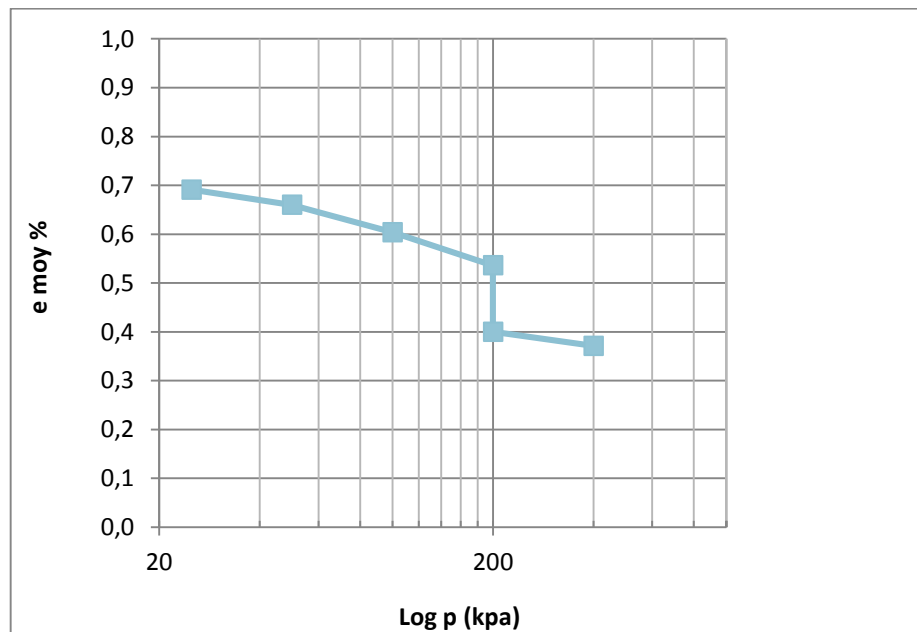
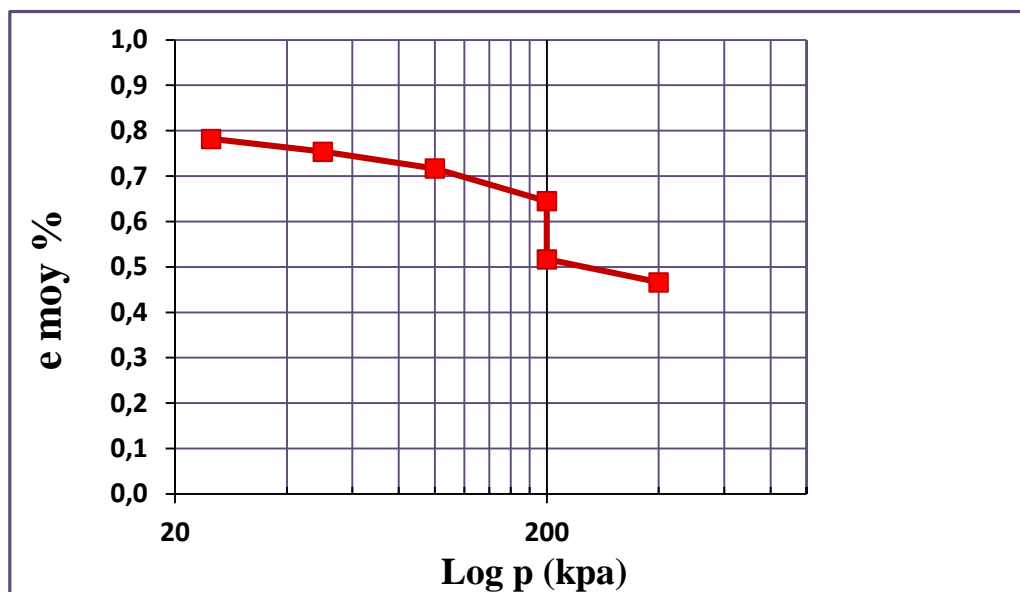


Figure (III .8): Courbe œnométrique ($\log p$, e_{moy}), $w_0 = 2\%$, $Ec = 20$

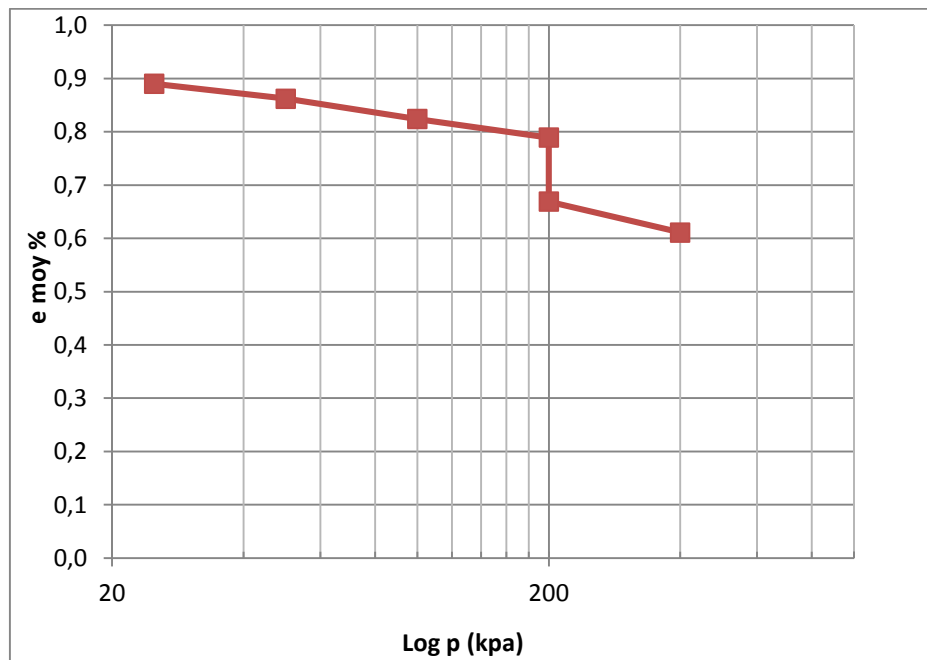
❖ sol reconstitue sol (3) moyenne

Pression (Kpa)	ΔH (mm)	$H_1 = H_0 - \Delta H$ (mm)	$e = (H_1 - H_s)/H_s$	$C_p(\%)$
25	0.388	19.612	0.782	7.04
50	0.700	19.300	0.754	
100	1.108	18.892	0.717	
200	1.904	18.096	0.645	
200	3.312	16.688	0.517	
400	3.872	16.128	0.466	

Tableau III-5 : la moyenne des résultats de l'essai œdométrique ($w_0 = 2\%$, $EC = 40$ coups).Figure (III .9): Courbe œdométrique ($\log p$, e moy), $w_0 = 2\%$, $Ec = 40$

❖ sol reconstitue sol (4) moyenne

Pression (Kpa)	ΔH (mm)	$H_1 = H_0 - \Delta H$ (mm)	$e = (H_1 - H_s)/H_s$	$C_p(\%)$
25	0.299	19.701	0.890	6.22
50	0.590	19.41	0.862	
100	0.987	19.013	0.824	
200	1.355	18.645	0.789	
200	2.600	17.4	0.669	
400	3.211	16.789	0.611	

Tableau III-6 : la moyenne des résultats de l'essai œdométrique ($W_0 = 2\%$, $EC = 60$ coups).Figure (III .10) : Courbe œnométrique ($\log p$, e moye), $w_o = 2\%$, $Ec = 60$

Essai	Ec	w _o (%)	Cp moy (%)
01	10	2	8.42
02	10	2	
03	10	2	
04	20	2	7.94
05	20	2	
06	20	2	
07	40	2	7.04
08	40	2	
09	40	2	
10	60	2	6.22
11	60	2	
12	60	2	

Tableau (III.7) : Résultats de calcul de Cp moy

III.6.Essai de cisaillement direct sur les sols

6.1But de l'essai :

Il s'agit de déterminer les caractéristiques mécaniques d'un sol en procédant au cisaillement rectiligne d'un échantillon sous charge constante. L'essai de cisaillement permet de tracer la courbe intrinsèque du sol étudié, et de déterminer son angle de frottement interne ϕ et sa cohésion C (dans notre cas la cohésion est nulle). Ces valeurs servent entre autre à déterminer la contrainte admissible par le sol dans le cas de fondations superficielles et la poussée du sol sur un mur de soutènement.

6.2Principe de l'essai de cisaillement:

L'échantillon de sol à étudier est placé entre deux demi-boîtes qui peuvent se déplacer horizontalement l'une par rapport à l'autre. Un piston d'exercer sur le sol une contrainte normale σ déterminée. La demi-botte inférieure est entraînée horizontalement à vitesse constante. La force totale de cisaillement F est mesurée à l'aide d'un anneau dynamométrique fixé aux demi-boîtes supérieures. Un comparateur mesure la déformation verticale de l'échantillon. L'échantillon subit donc un cisaillement direct et rectiligne suivant un plan un posé sur lequel on exerce une contrainte normale déterminée.

6.3. Appareillage

Appareillage spécifique :

La machine de cisaillement

Elle comporte essentiellement:

- Un chariot Porte- boîte, entraîné horizontalement à Vitesse constante, entraînant lui-même la demi-boîte inférieure et l'éprouvette d'essai.
- Un anneau dynamométrique, retenant les demi-boîtes supérieures, dont les déformations indiquent les efforts tangentiels développés dans le plan de cisaillement.
- Un système levier-étrier, appliquant sur le piston de la boîte les charges normales désirées, trois l'aide de différent poids.

❖ BOITE DE CASAGRANDE

IL existe différent modèles de boîte de cisaillement, dans laquelle est mise l'éprouvette d'essai, mais tous répondent au même principe.

- ✓ Une boîte de cisaillement comporte essentiellement:
- ✓ Une demi-boîte inférieure, munie d'une pierre poreuse plate, striée ou dentée,
- ✓ Une demi-boîte supérieure
- ✓ Un piston muni a sa base d'une pierre poreuse plate, striée ou dentée, glissant librement dans les demi-bottes supérieures et transmettant à l'éprouvette l'effort vertical exercé,
- ✓ Deux goupilles, solidarissant les deux demi-pointes, avant l'essai.

Les dimensions intérieures des demi-boîtes couramment utilisées sont de (6*6 cm) pour les sols cohérents homogènes,

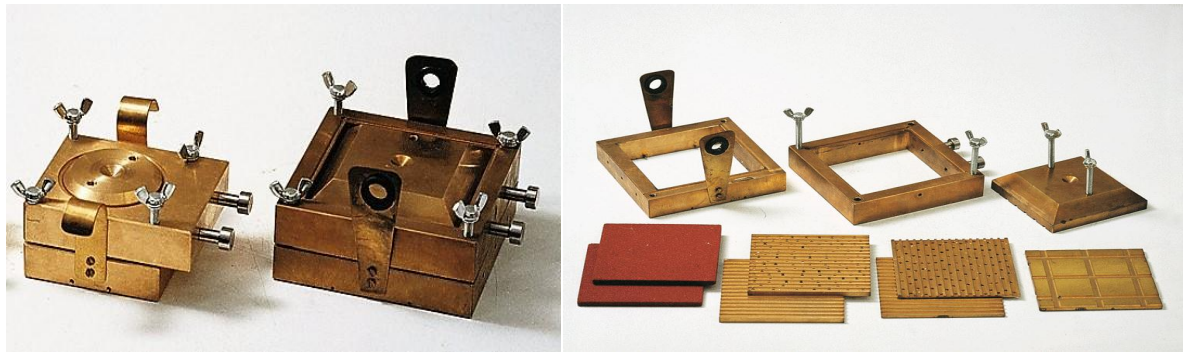


Figure (III .11):la boîte de casagrande

6.4 Procédure d'essais

a. Mise en place de la boîte sur la machine

- ◆ Placer l'étrier de charge sur le piston de la boîte,
- ◆ Placer le comparateur vertical et le mettre à zéro,
- ◆ Monter l'anneau dynamométrique sur la machine, le relier à la boîte et compenser les jeux en mettant l'anneau légèrement en traction et en ramenant lentement le comparateur de l'anneau au zéro,
- ◆ Appliquer sur l'éprouvette la charge normale désirée. Les pressions normales peuvent être les suivants : 100, 200 et 400 Kpa.
- ◆ Pour appliquer cette charges normales, placer sans choc des poids convenables sur le plateau de la machine et s'assurer que le bras de levier est horizontal à l'aide du niveau prévu à cet effet.
- ◆ Mettre à zéro le comparateur du dispositif de compensation de la déformation de l'anneau, si l'appareil est muni d'un tel dispositif.
- ◆ Désolidariser les demi-boîtes en enlevant les goupilles.
- ◆ Mettre en route à la vitesse désirée.

b. Vitesse de l'essai

- ◆ La vitesse sera de l'ordre de 1mm/mn

c. Lectures

- ◆ Lalecture de l'anneau se fait au cours de l'essai chaque un déplacement de mm (environ toutes les 15 secondes pour les essais à 1mm/mn.
- ◆ Arrêter l'essai lorsque la contrainte de cisaillement est devenue constante ou si elle continue à croître, lorsqu'on a une déformation horizontale relative d'environ 10%.

d. Fin de l'essai

- ◆ Enlever les poids du plateau de charge.
- ◆ Débloquer l'anneau dynamométrique.
- ◆ Enlever la boîte du chariot de la machine.
- ◆ Sortir l'éprouvette de la boîte.
- ◆ Nettoyer la boîte de cisaillement.

6.5. Préparation du sol reconstitué

Le sol de l'essai est constitué de sable et de l'argile selon les proportions mentionnées au paragraphe (II-2-4). On amène le sol à la teneur en eau voulue par ajout de l'eau distillée, l'ensemble sol - eau doit être bien homogénéisé dans un mortier en porcelaine. La gâchée de sol est ensuite versée dans le moule de boîte de cisaillement puis compactée à l'aide de la dame de compactage.

Le compactage du sol consiste à laisser tomber le mouton qui coulisse à travers la tige de la dame d'une hauteur $H=15$ cm, ce qui va percuter le carré qui transmet le choc à l'échantillon. Pour la rendre parfaitement plane, la face supérieure de l'éprouvette doit être arasée à l'aide d'une lame rigide.

EC	10			20			40			60		
F (contraintes)	100	200	400	100	200	400	100	200	400	100	200	400
Tangentiel	92.50	159.72	251	103.89	167.50	248	111.31	172.22	269.54	96.01	190.01	265.3
cohésion	25.28			40.28			50.4			2.01		
fonction d'angle frottement interne φ	42.38			38.83			37.15			36.97		
potentiel de collapse Cp%	8.42			7.94			7.04			6.22		

Tableau (III.8) : Résultats de calcul

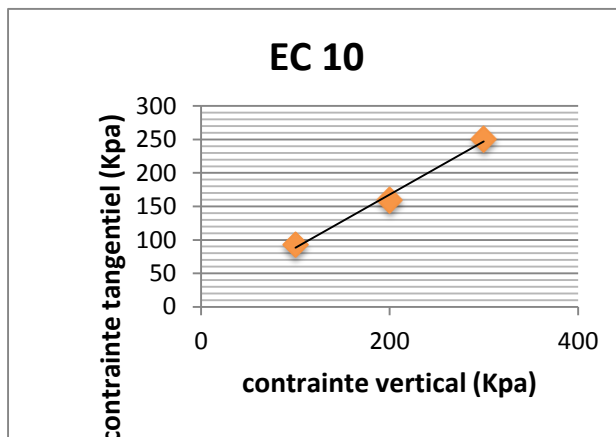


Figure (III .12): Courbe de cisaillement

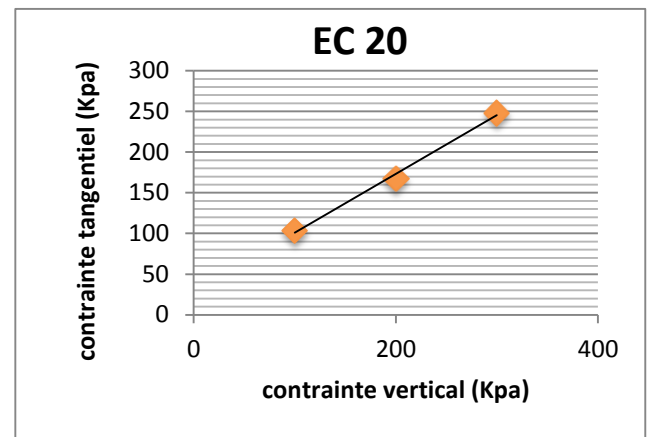
 $w_o = 2\%$, $E_c = 10$ 

Figure (III .13): Courbe de cisaillement

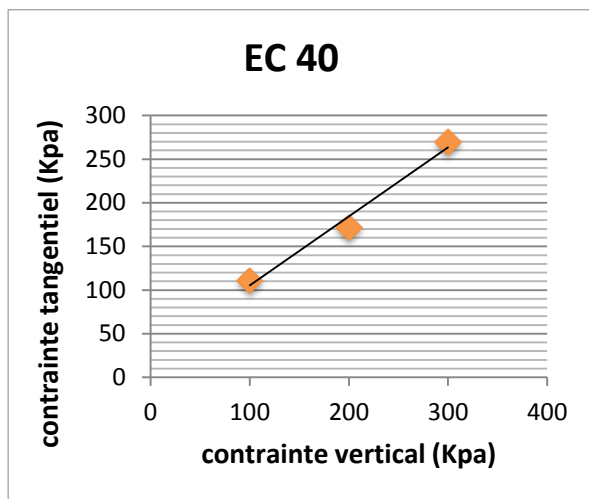
 $w_o = 2\%$, $E_c = 20$ 

Figure (III .14): Courbe de cisaillement

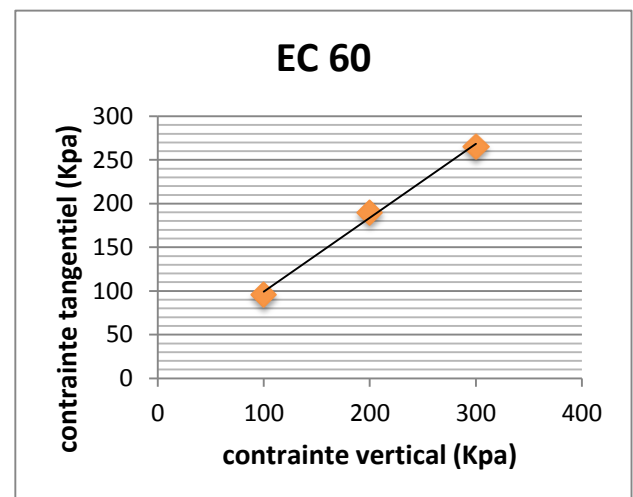
 $w_o = 2\%$, $E_c = 40$ 

Figure (III .15): Courbe de cisaillement

 $w_o = 2\%$, $E_c = 60$

III.7 : analyse et discussion des résultats :**III.7.1.Vérification l’Affaissabilité du sol reconstitué**

D’après la classification de Jennings et Knight (1975), les résultats obtenus pour le sol : tableaux (III.3)

- Pour $w = 2\%$, $Ec = 10, 20, 40, 60$
- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| *Le sol reconstitué $EC=10$ | $C_{p(moy)} = 8.42 > 1\%$. |
| * Le sol reconstitué $EC=20$ | $C_{p(moy)} = 7.94 > 1\%$. |
| * Le sol reconstitué $EC=40$ | $C_{p(moy)} = 7.04 > 1\%$. |
| * Le sol reconstitué $EC=60$ | $C_{p(moy)} = 6.22 > 1\%$. |

$C_p > 1\%$ Donc ces sols sont affaissables

III.7.2 Vérification du la répétabilité des essais oedométraique

Généralement trois tests sont suffisants pour vérifier si l’intervalle de confiance des résultats est acceptable. Pour cela nous avons choisi arbitrairement trois échantillons du même sol et la même teneur en eau ($w = 2\%$) et le même nombre coups ($EC=20$). Les résultats des trois tests sont représentés dans le tableau III.10.

La variance de l’indice des vides e est donnée par la formule suivante :

$$\bullet \sigma^2 = \sum_{i=1}^3 \frac{(e_i - e_{moy})^2}{3} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\bullet e_{moy} = \sum_{i=1}^3 \frac{e_i}{3} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\bullet e_i = \sqrt{\sigma^2} \dots\dots\dots(2.13)$$

❖ Où :

e_{moy} : Indice des vides moyen.

e_i : Indice des vides.

σ : écart type.

Charges (kg)	Indices des vides (%)			e moy	σ Ecart type	Δe Max	$\Delta e \leq 2.8 \sigma$	
	Essai N°1	Essai N° 2	Essai N° 3					
0.5	69.9	68.4	69	69.1	0.62	1.5	1.74	Ok
1.0	66.9	65.1	66	66.0	0.73	1.8	2.04	Ok
2.0	60.2	59.5	61.5	60.4	0.83	2	2.32	Ok
4.0	52.6	53.2	55	53.6	1.02	2.4	2.85	Ok
4.0	38.5	40.5	41	40.0	1.08	2.5	3.02	Ok
8.0	36.1	38.2	37	37.1	0.86	2.1	2.41	Ok

Tableau (III.9) : Essais répétables ($w=2\%$. $E_c=20$. Inondation par eau distillée).

On montre dans les tableaux (III.9) $\Delta e \leq 2.8\sigma$ qui L'intervalle de confiance est acceptable.

Donc les essais sont répétables

III.7.3 Variation de degré de collapse en fonction du temps :**III.7.3.1 Définition du degré de collapse :**

En définit le degré de collapse DC, comme étant le rapport entre le potentiel de collapse à l'instant (t) pendant l'inondation à l'eau et le potentiel de collapse final Cp soit :

$$DC = \frac{cp(t)}{cp} * 100\%$$

Temps (min)	Masse sur les plateaux Kg	Contrainte Normale kpa	1		2		3		4	
			w _o =2% Ec=10		w _o =2% Ec=20		w _o =2% Ec=40		w _o =2% Ec=60	
			Δh moy	e moy	Δh moy	e moy	Δh moy	e moy	Δh moy	e moy
	0.5	25	0.511	0.629	0.408	0.691	0.388	0.782	0.299	0.890
	1.0	50	0.985	0.589	0.772	0.660	0.700	0.754	0.590	0.862
	2.0	100	1.699	0.530	1.420	0.604	1.108	0.717	0.987	0.824
	4.0	200	2.301	0.528	2.210	0.536	1.904	0.645	1.355	0.789
0	inondation									
0,15			3.015		2.687		2.201		1.400	
1			3.078		2.727		2.265		1.430	
2			3.145		2.849		2.345		1.533	
4			3.200		2.881		2.428		1.594	
8			3.420		3.014		2.540		1.720	
15			3.598		3.149		2.630		1.850	
30			3.611		3.390		2.754		1.938	
1h			3.699		3.496		2.822		2.057	
2h			3.751		3.555		2.935		2.175	
8h			3.875		3.682		3.033		2.402	
24h			3.986	0.338	3.799	0.400	3.312	0.517	2.600	0.669
	8	400	4.601	0.287	4.120	0.371	3.872	0.466	3.211	0.611

Tableau (IIL10) : Résultats de calcul de Δh moy, et l'indice de vide moy(e moy)

	Δh moy (t) (mm)			
Temps (min)	$w_o=2\%$ Ec=10	$w_o=2\%$ Ec=20	$w_o=2\%$ Ec=40	$w_o=2\%$ Ec=60
0.5	0.714	0.477	0.297	0.045
1	0.777	0.517	0.361	0.278
2	0.844	0.639	0.441	0.381
4	0.899	0.671	0.524	0.442
8	1.119	0.804	0.636	0.568
15	1.297	0.939	0.726	0.698
30	1.31	1.180	0.850	0.786
60	1.398	1.286	0.918	0.905
120	1.45	1.341	1.031	1.023
480	1.574	1.472	1.129	1.250
1440	1.685	1.589	1.408	1.448

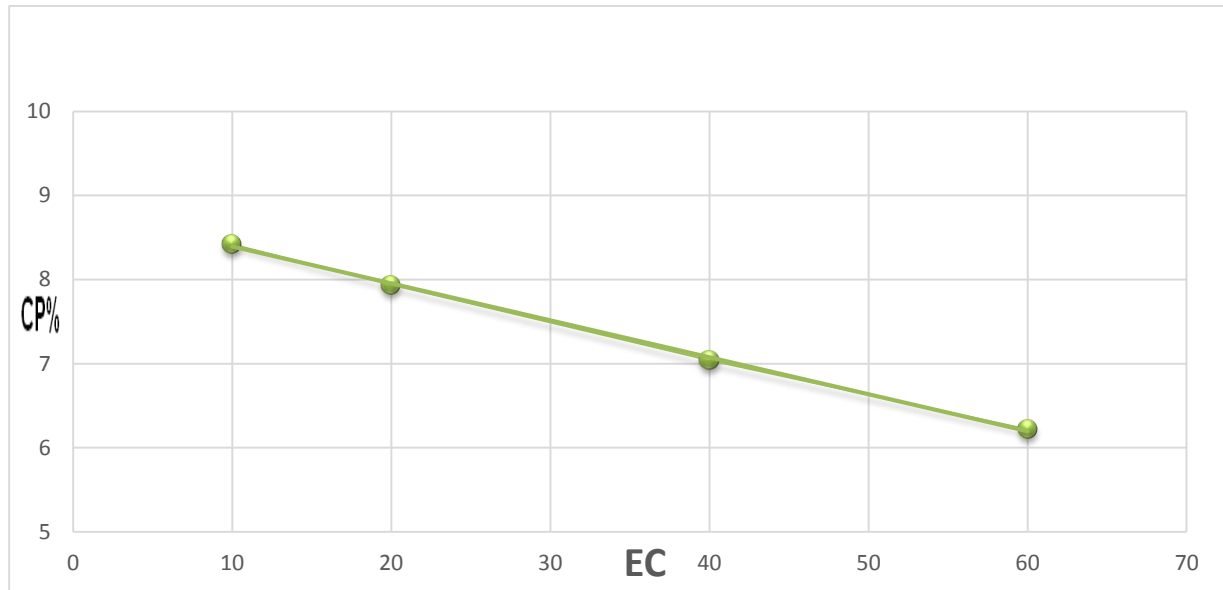
Tableau (III.11) : Résultats de calcul de Δh moy (t)moyenne

	DC %			
Temps (min)	$w_o=2\%$ Ec=10	$w_o=2\%$ Ec=20	$w_o=2\%$ Ec=40	$w_o=2\%$ Ec=60
0.5	42.37	30.04	21.09	3.1
1	46.11	32.54	25.65	19.20
2	50.08	40.23	31.35	26.31
4	53.35	42.22	37.21	30.55
8	66.40	50.62	45.20	39.25
15	76.97	59.42	51.62	48.21
30	77.74	65.12	60.54	54.25
60	82.96	72.85	65.23	62.51
120	86.96	79.56	73.23	70.62
480	93.41	87.42	80.23	86.35
1440	100	100	100	100

Tableau (III.12) : Résultats de calcul de degré de collapse DC moy

D'après les résultats du tableau III.15 on constate que le degré du collapse (DC) atteint les valeurs de 76.97 % à 48.21% pour les 4 niveaux de compactage du sol reconstitué, pendant les quinze(15) premières minutes ce qui explique le caractère brusque de l'affaissement de ces sols.

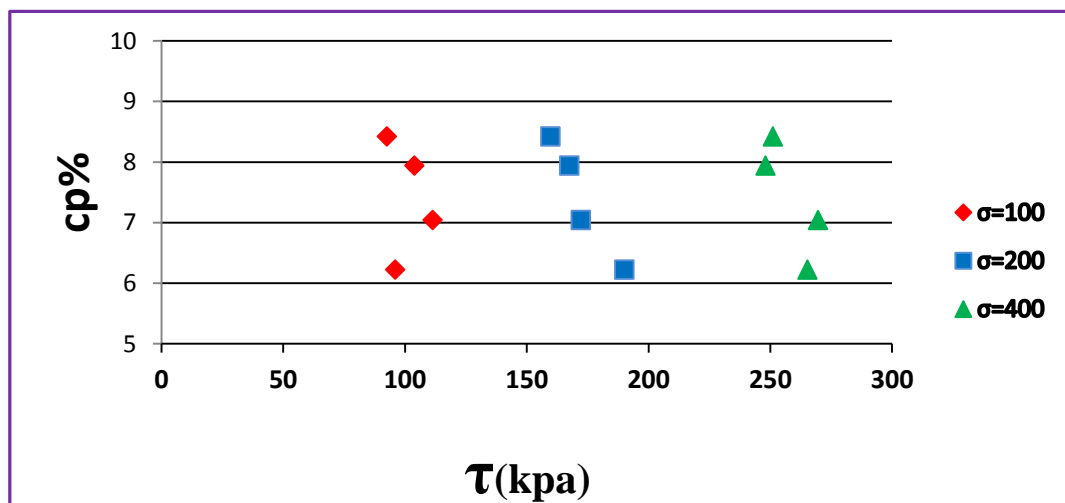
III.7.4 Influence de la densité sèche sur l'affaissement des sols



Figure(III.16) : Courbe de variation de Cp en fonction d'énergie de compactage EC

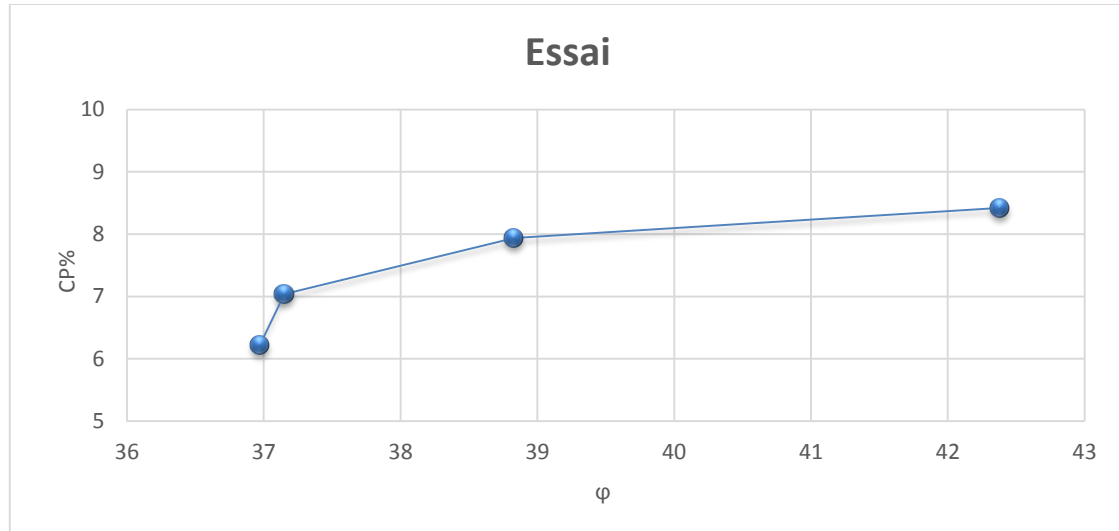
D'après le figure (III.6) on peut conclure que le potentiel de collapse (Cp) diminue avec l'augmentation de le l'énergie de compactage(EC)

III.7.5 Influence du potentiel d'effondrement sur la résistance de cisaillement des sols affaissables



Figure(III.17) : Courbe de variation de Cp en fonction de contrainte tangentielle τ (kpa)

Pour teneur en eau fixe ($w_0=2\%$) quand le potentiel d'effondrement diminue, la résistance de cisaillement des sols affaissables a tendance à augmenter sensiblement

III.7.5 Influence du potentiel d'effondrement avec angle frottement interne

Figure(III.18) : Courbe de variation de du potentiel de collapse C_p en fonction d'angle frottement interne ϕ

La figure (III.18) montre la variation du potentiel de collapse C_p en fonction de l'angle frottement interne ϕ . On peut voir d'après cette courbe que le potentiel de collapse diminue avec la diminution de l'angle frottement interne ϕ