

I.1. Introduction

Dans le domaine des travaux publics, bâtiment ou hydraulique, le sol est le premier champ qui fait l'objet de différentes études afin de connaître les caractéristiques géotechniques de ce dernier et les paramètres qui peuvent influencer sur leur comportement notamment:

- Degré de saturation.
- Teneur en eau.
- Résistance au cisaillement (Angle de frottement " ϕ " et la cohésion "C").
- La granulométrie du sol.
- Plasticité du sol.

I.2. Différents paramètres influant sur le comportement des sols

L'augmentation du degré de saturation a une relation directe avec le déclenchement du phénomène de liquéfaction c'est-à-dire plus le degré de saturation est élevé, plus les surpressions interstitielles augmentent rapidement, de même le sol saturé pousse 2.5 fois que le sol à son état sec. D'autre part l'augmentation de degré de saturation des sols fins et argileux diminue la résistance au cisaillement et le rend gonflant.

La chute de degré de saturation (séchage), pour les sols argileux et gonflants provoque le problème de retrait.

La mesure de la teneur en eau d'un sol, d'un granulat ou d'un matériau de façon plus générale est une action des plus courantes en géotechnique et également des plus fondamentales. Cette valeur permet en effet d'exprimer beaucoup d'autres valeurs en les ramenant à une expression de masse sèche (elle est importante et permettra de décider du traitement ou du compactage à apporter au sol), La teneur en eau d'un matériau est variable dans le temps et dépend de nombreux paramètres.

La teneur en eau joue un rôle très important en ce qui concerne le comportement mécanique des milieux granulaires. En effet, ces études donnent l'impression qu'on peut traiter la partie solide et la partie liquide du matériau comme deux phases séparées, et tant que les contacts entre les grains sont gardés, il y a donc des forces de contact.

En ce qui concerne la résistance du matériau, ces études montrent une croissance avec l'augmentation de la teneur en eau.

La densité chute soit par excès de compactage, soit par l'octroi à l'eau, et sera influée sur le comportement du sol, il devient lâche, et perd sa portance.

Le sol de nature lâche dans son état initial, considéré comme un sol impraticable, nécessitant un traitement spécial.

Comme il est connu dans le domaine des travaux publics ou génie civil, la granulométrie du sol a une importance pour identifier le sol, et toute changement sera influe directement sur le comportement du sol.

La granulométrie est définie comme la distribution des grains en fonction de leur taille. Cette distribution joue un rôle important sur le comportement mécanique des matériaux granulaires. Nous avons déjà mentionné que le matériau doit se dilater afin qu'il puisse se déformer par la suite.

Le mécanisme de cette déformation est représenté par le glissement des grains les uns sur les autres. Cela est possible en présence de vides entre les grains, et ainsi dans certains cas de granulométrie, les grains les plus petits vont remplir les vides. Ce nouvel arrangement donne une structure plus rigide et par conséquent une résistance plus grande.

La détermination de la plasticité de sol joue un rôle important pour l'identification du sol, dans le cas d'un sol argileux très plastique pose un problème de tassement et de portance.

I.3. Quelques définitions

I.3.1. Degrés de saturation

Le degré de saturation noté S_r est le rapport entre le volume d'eau et le volume des vides dans un sol, c'est un paramètre sans dimension qui est souvent exprimé en pourcentage.

$$S_r = \frac{V_w}{V_v}$$

Avec:

V_v : Volume des vides;

V_w : Volume d'eau que contient l'échantillon de sol.

Le degré de saturation est contrôlé lors d'un essai triaxial par le coefficient de Skempton qui peut être lié au degré de saturation par la relation suivante (Lade et Hermandy 1977):

$$B = \frac{1}{1 + n.k_s} \left(\frac{S_r}{k_w} + \frac{1 - S_r}{u_a} \right)$$

K_s et K_w désignent les modules de déformation volumiques du squelette solide et de l'eau pure; n est la porosité du sol, u_a est la pression interstitielle.

Teneur en eau

C'est un poids d'eau rapportée au poids du sol sec d'un matériau ou d'un sol, exprimée en (%). Pour un échantillon humide dont le poids W_h devient W_s après dessiccation, la teneur en eau est donnée par:

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} = \frac{(W_h - W_s)}{W_s}$$

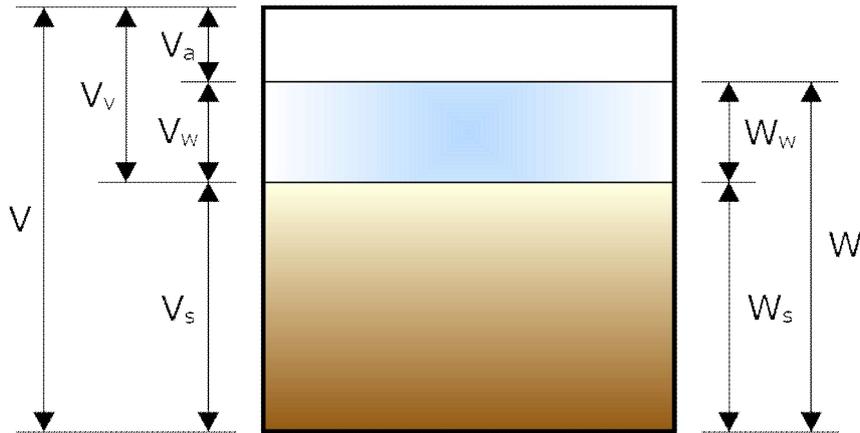


Figure I.1: Paramètres caractéristiques des sols

I.3.2. Angle de frottement " ϕ " et la cohésion "C"

Ces deux paramètres déterminés à partir de l'essai de cisaillement rectiligne à la boîte de Casagrande, dont la courbe de résistance au cisaillement est décrite par ces deux paramètres.

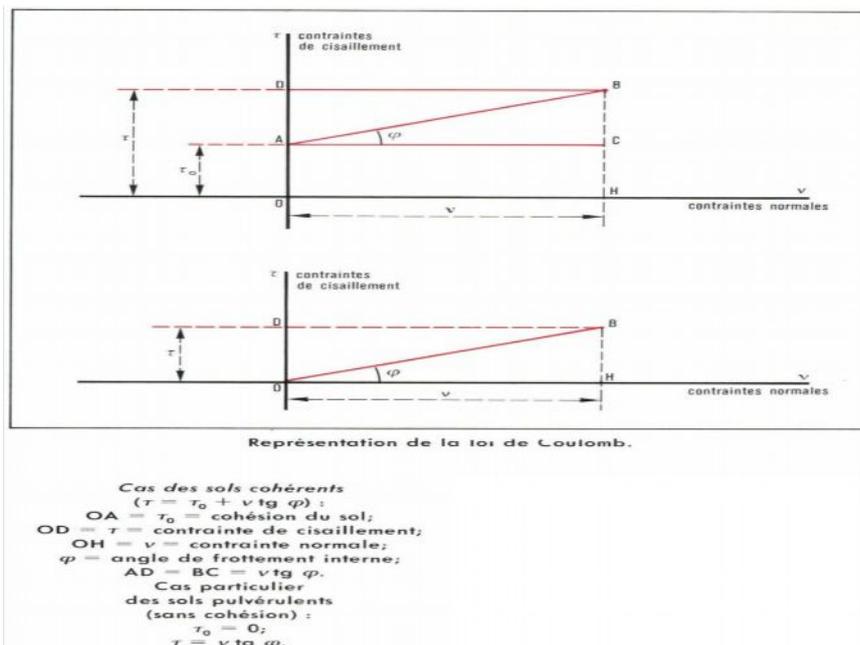
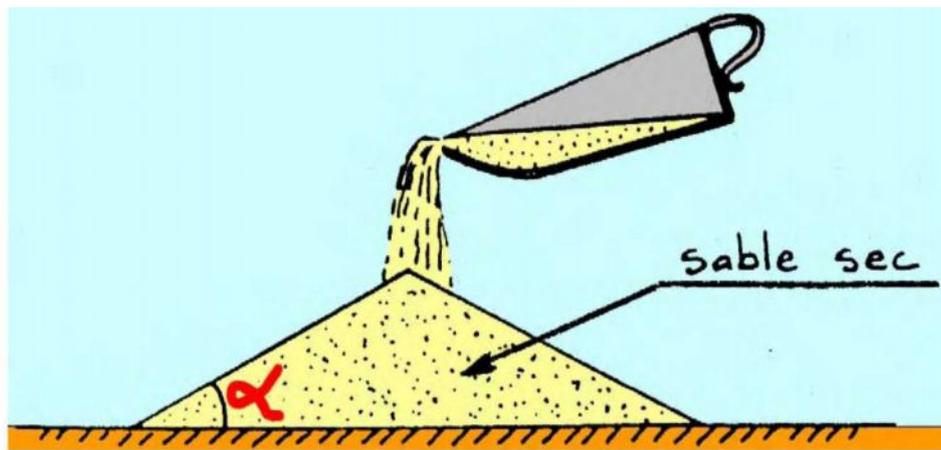


Figure I.2: Paramètres déterminés à partir de l'essai de cisaillement

I.3.3. Angle de frottement " ϕ "

En pratique l'angle de frottement " ϕ " d'un sol est approximativement égal à l'angle du talus naturel c'est-à-dire l'angle de frottement interne correspond à l'angle formé naturellement par un matériau mis en tas, par rapport à l'horizontale. Il dépend du type de sol et plus particulièrement de l'éroulé de ses grains: plus ces derniers sont anguleux, plus l'angle de frottement interne sera élevé. Ainsi, cet angle sera nettement plus élevé dans le cas de graviers que pour un sol à forte teneur en argiles.



frottement interne assimilé au frottement entre deux solides

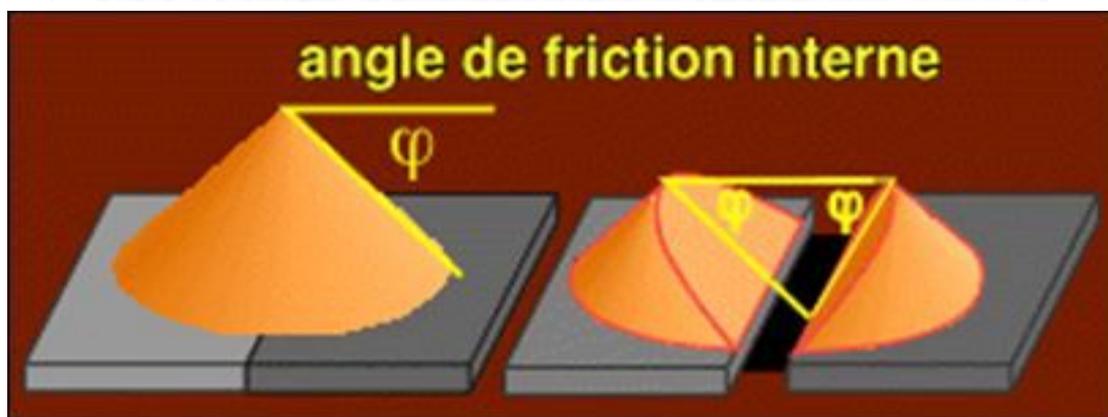
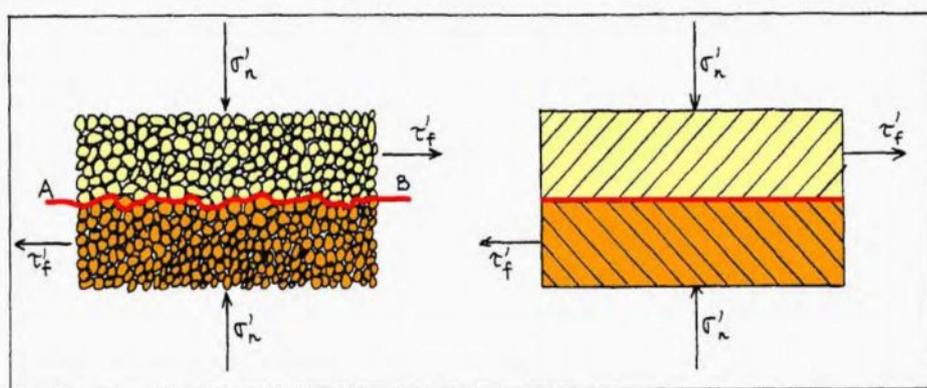


Figure I.3: Angle de frottement interne déterminé à œil

I.3.4. Cohesion "C"

La cohésion d'un sol est la propriété qui permet de s'opposer au glissement des grains qui le compose et de résister à un effort de cisaillement, c'est-à-dire de s'opposer au glissement d'une couche. La cohésion ne se définit que dans le domaine sur consolidé. Et on peut alors avancer qu'un sol argileux normalement consolidé n'aura pas de cohésion.

Autrement dit, un sol cohérent est un sol sur consolidé, et inversement, un sol sur consolidé aura une cohésion ; de là, il y a équivalence entre sur consolidation et cohésion.

I.3.5. La granulométrie du sol.

La granulométrie est l'opération consistant à étudier la répartition des différents grains d'un échantillon. La courbe granulométrique représente le pourcentage en poids des grains de dimension inférieure à (D) en fonction de la dimension (D) d'un grain. On l'obtient par tamisage pour les grains de dimension supérieure à 80 mm et par densimétrie pour les grains de dimension inférieure à 80 mm. En densimétrie, (D) est le diamètre d'une sphère de même poids que le grain. En tamisage c'est la maille du tamis.

Soit D_x la dimension de grain correspondant à x% en poids de tamisât (ce qui passe au travers du tamis). On appelle coefficient d'uniformité (ou de Hazen) le rapport défini par:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Un sol tel que $C_u < 3$ est dit à granulométrie uniforme ; un sol tel que $C_u > 3$ est dit à granulométrie étalée.

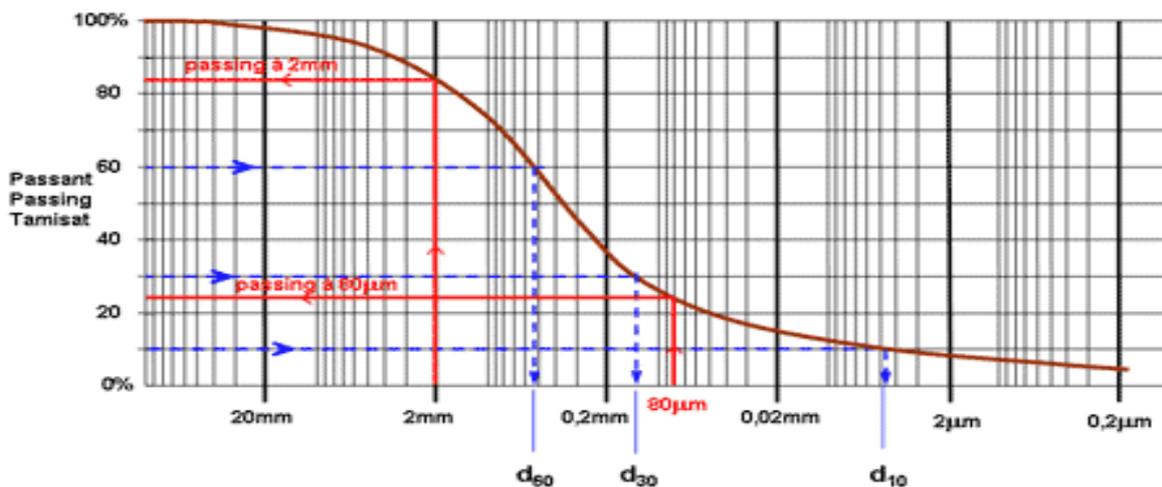


Figure I.4: Courbe granulométrique d'un sol

I.3.6. Plasticité du sol

L'indice de plasticité s'exprime en pourcentage du poids sec de l'échantillon de sol. Il indique l'étendu de la gamme des teneurs en eau entre lesquelles le sol reste plastique. En général, l'indice de plasticité ne dépend que de la quantité d'argile présente dans le sol. Il indique la finesse du sol et sa capacité de changer de forme sans varier de volume. Une w_p élevée est le signe d'un excès d'argile ou de colloïdes dans le sol. Sa valeur est nulle toutes les fois que la valeur w_p est supérieure ou égale à la valeur w_L .

L'indice de plasticité donne aussi une indication de la compressibilité. Plus I_p est élevé, plus la compressibilité du sol est grande. Les tableaux 12 et 13 donnent des exemples de valeurs d'indice de plasticité.

<i>Catégorie</i>	<i>Sol</i>	<i>IP (pourcentage)</i>	<i>Degré de plasticité</i>
I	Sable ou limon	0- 1	Non plastique
	+ traces d'argile	1- 5	Très faible plasticité
	+ un peu d'argile	5-10	Faible plasticité
II	Limon argileux	10-20	Moyenne plasticité
III	Argile silteuse	20-35	Grande plasticité
	Argile	>35	Très grande plasticité

Figure I.5: Plasticité de divers sols limoneux ou argileux.

I.3.7. Cas pathologiques



Figure I.6: Cas pathologiques (Loma Prieta, USA, 1989)



Figure I.7: Cas pathologiques (Niigata, Japon, 1964)



Figure I.8: Cas pathologiques (Kobe, Japon, 1995)



Figure I.9: Cas pathologiques (Retrait-gonflement des sols argileux)

I.4. Conclusion

Cette contribution bibliographique a mis en évidence l'ensemble des aspects liés au comportement du sol des sols, l'influence de plusieurs paramètres comme degrés de saturation et la teneur en eau, ainsi quelques cas pathologiques liés au mauvais comportement du sol.