

1.6. Contrainte sur une facette horizontale

La contrainte en un point donné sur une facette horizontale est égale au poids par unité de surface élémentaire de la colonne de sol situé au-dessus du point considéré (Figure 9).

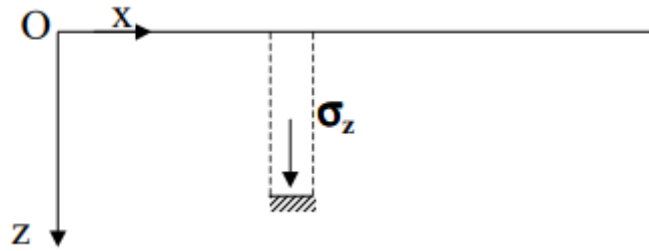


Figure 9. Contrainte sur une facette horizontale

1.7. Contrainte sur une facette verticale

Le calcul de la contrainte sur une surface verticale fait intervenir le comportement du squelette granulaire. On suppose que son comportement est identique à celui qu'il a en petites déformations (élastiques linéaires).

1.8. Contrainte totale

Soit un massif de sol fin saturé, homogène et isotrope. Si on considère le sol de manière globale (sans distinguer la phase solide et la phase liquide) on peut assimiler le sol à un milieu continu et étudier les contraintes qui s'exercent sur une facette donnée en un point donné de ce massif, les contraintes sont alors appelées contraintes totales.

Le tenseur des contraintes ainsi défini ne permet pas d'étudier complètement le comportement du sol (la compressibilité, le cisaillement...). En effet les deux phases du sol – grains solides et eau - n'obéissent pas à la même loi de comportement.

1.9. Contrainte effective ou intergranulaire

L'idée de séparer les contraintes pour chaque phase revient à Terzaghi qui a postulé l'existence d'un nouveau tenseur des contraintes, le tenseur des contraintes effectives qui gouverne le comportement du squelette granulaire seul.

1.10. Pression interstitielle

C'est la pression existant dans l'eau interstitielle. Il s'agit d'une contrainte du type hydrostatique, c'est-à-dire normale à la section considérée.

Notation : - composantes de la contrainte totale : σ, τ .

- composantes de la contrainte effective : σ', τ' .

- composante de la pression interstitielle : μ

1.11. Cas des sols saturés

1.11.1. Contraintes normales

Soit un cylindre de sol saturé repose sur une toile de tamis tendue à proximité immédiate du fond d'un réservoir de section S (Figure 10).

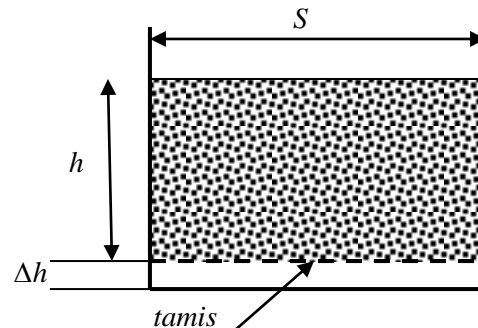


Figure 10. Contraintes normales

L'eau interstitielle est libre et le niveau de la nappe correspond à celui de la surface du sol. D'autre part, on suppose que le récipient a un poids négligeable et que Δh est négligeable.

a/ Si l'ensemble est posé sur une balance, le poids mesuré sera :

$$P = S \cdot h \cdot \gamma_{sat}$$

et la contrainte sur le fond sera la contrainte totale $\sigma = \frac{P}{S}$

$\sigma = h \gamma_{sat}$ (poids de la colonne de sol saturé)

b/ Supposons que l'on ait un dispositif permettant de ne mesurer que les forces exercées sur le tamis.

La pression de l'eau s'exerçant sur les deux faces du tamis, on aura : $P' = S \cdot h \gamma'$

et la contrainte sur le tamis est la contrainte effective :

$$\sigma' = \frac{P'}{S} = h \gamma' \text{ (poids de la colonne de sol déjaugé)}$$

c/ La pression interstitielle au niveau du fond est : $\mu = \gamma_w h$

En comparant a/, b/ et c/ on voit que : $\sigma = \sigma' + \mu$ puisque $\gamma_{sat} = \gamma' + \gamma_w$

De nombreuses études ont confirmé la validité de ces relations pour les sols saturés, tant pulvérulents que cohérents.

Dans les sols saturés, la contrainte normale totale est égale à la somme de la contrainte effective et de la pression interstitielle.

1.11.2. Contrainte tangentielle

La résistance de l'eau au cisaillement étant nulle, mis à part les phénomènes de viscosité, on

a : $\tau' = \tau$

1.11.3. Contrainte réel – principe de superposition

Le sol est assimilé à un milieu semi-indéfini élastique à surface horizontale. Le calcul des contraintes dans un massif pesant et chargé est basé sur l'utilisation du principe de superposition (*l'effet produit par l'action simultanée de plusieurs forces est égal à la somme de ceux produits par chacune des forces agissant séparément*) (Figure 11).

La contrainte réelle s'exerçant à la profondeur z sur une facette horizontale, σ_z , est égale à la somme de la contrainte naturelle σ_v , due au poids du sol sus-jacent et de la contrainte due aux surcharges $\Delta\sigma_z$.

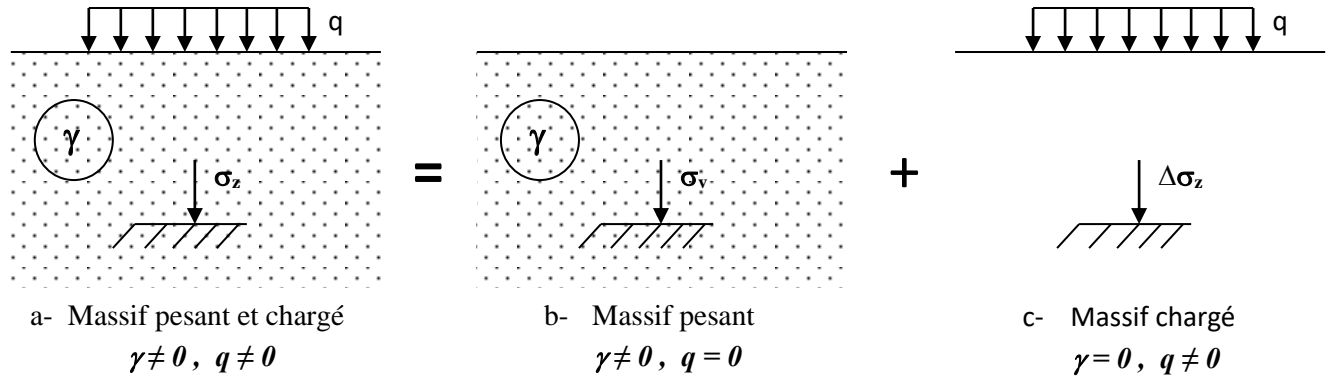


Figure 11. Principe de superposition

1.11.4. Contrainte naturelle

On appelle contrainte naturelle la contrainte s'exerçant dans un sol à surface libre horizontale, sur une facette horizontale, avant tout chargement; elle correspond généralement au poids des terres qui surmontent le point considéré. La facette considérée ayant sa normale verticale, la contrainte normale correspondante est notée : σ_v .

1.12. Calcul des contraintes verticales

1.12.1. sol homogène à surface horizontale : $\sigma_v = \gamma z$

1.12.2. sol homogène à surface inclinée : $\sigma_v = \gamma z \cdot \cos\beta$

1.12.3. sol stratifié à surface horizontale : $\sigma_v = \sum_{i=1}^{i=n} \gamma_i \cdot h_i$

1.12.4. sol inondé à surface horizontale :

- 1- nappe phréatique au niveau du sol,
- 1- nappe phréatique au-dessus de la surface du sol,
- 2- nappe phréatique au-dessous de la surface du sol.