

R	-	-	Indice de résistance résiduelle défini par : $R = (t_f - \bar{t}) / (t_f - t_R)$
r_u	-	-	Coefficient de pression interstitielle rapport entre la pression interstitielle en place et la charge totale des terres : $r_u = u / (\gamma \cdot z)$

6 - INDICES

Indice :	se rapporte à :
a	Air, actif (poussée) ou admissible
c	Cohésion ou consolidation
cd	Essai consolidé drainé
cu	Essai consolidé non drainé
d	Etat sec
f	Rupture ou final
h	Horizontal
i	Immédiat ou initial
l	Limite
p	Passif (butée) ou préconsolidation
q	Surcharge
r	Radial ou remanié
R	Résiduel
s	Particules solides
t	Temps
u	Conditions non drainées ou pression interstitielle
uu	Essai non consolidé non drainé
v	Vertical
w	Eau
x, y	Deux axes orthogonaux horizontaux
z	Axe vertical
γ	Poids du terrain
\varnothing	Angle de frottement interne
0	Conditions au repos ou conditions initiales
1, 2, 3	Directions principales

REMARQUES :

Les unités indiquées pour chaque symbole sont celles qui sont recommandées mais on peut utiliser tout autre multiple ou sous-multiple de l'unité de base.

ex : kPa est recommandé, mais on peut utiliser : Pa, MPa, ...

m est recommandé, mais on peut utiliser : cm, ...

Dans la pratique de la Mécanique des Sols, on admet toujours que g vaut 10 m/s^2 d'où $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

Conventions adoptées :

- pour les dimensions : L : longueur

T : temps

M : masse

- pour les unités : m, s, kg, N, Pa (unités S.I.)

° : degré (angle)

1 : pour les grandeurs sans dimensions exprimées, nombre réel (ex : $S_r = 0,93$)

% : pour les mêmes grandeurs qui peuvent être exprimées également en pour-cents (ex : $S_r = 93 \%$)

- : pour les grandeurs qui sont définies en pour-cents (ex : $w_L = 45$).

SYMBOLES, UNITÉS ET DÉFINITIONS

La Société Internationale de Mécanique des Sols et de la Géotechnique (I.S.S.M.G.E.) recommande d'utiliser les notations et symboles indiqués ci-après. (Congrès International de Tokyo, 1977).

Le système d'unités utilisé est le système international (S.I.), légal en France (décret du 3 mai 1961).

1 - GÉNÉRALITÉS

L, l	L	m	Longueur
B, b	L	m	Largeur
H, h	L	m	Hauteur
D, z	L	m	Profondeur
d, D	L	m	Diamètre
A	L ²	m ²	Aire
V	L ³	m ³	Volume
t	T	s	Temps
v	LT ⁻¹	m/s	Vitesse
a	LT ⁻²	m/s ²	Accélération
g	LT ⁻²	m/s ²	Accélération de la pesanteur (g = 9,81 m/s ²)
m	M	kg	Masse
r	ML ⁻³	kg/m ³	Masse volumique
g	ML ⁻² T ⁻²	kN/m ³	Poids volumique
F	-	1	Coefficient de sécurité
—	-	1	3,14159
e	-	1	2,71828
ln x	-	1	Logarithme népérien de x
lg x	-	1	Logarithme décimal de x

2 - CONTRAINTES ET DÉFORMATIONS

u	ML ⁻¹ T ⁻²	kPa	Pression interstitielle pression (en excès sur la pression atmosphérique) de l'eau dans les vides d'un sol parfaitement saturé
u _w	ML ⁻¹ T ⁻²	kPa	Pression de l'eau interstitielle pression de l'eau existant dans les interstices d'un sol partiellement saturé
u _a	ML ⁻¹ T ⁻²	kPa	Pression de l'air interstitiel pression de l'air existant dans les interstices d'un sol partiellement saturé

- SYMBOLES - 2 -

σ	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Contrainte normale totale contrainte (en excès sur la pression atmosphérique) agissant perpendiculairement à un plan donné
σ'	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Contrainte normale effective contrainte normale transmise par contacts intergranulaires ($\sigma' = \sigma - u$ pour les sols saturés)
τ	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Contrainte de cisaillement contrainte agissant tangentiellement à un plan donné
σ_1	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Contrainte principale majeure contrainte maximale agissant sur l'un des trois plans orthogonaux où les contraintes de cisaillement sont nulles
σ_2	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Contrainte principale intermédiaire contrainte intermédiaire agissant sur l'un des trois plans orthogonaux où les contraintes de cisaillement sont nulles
σ_3	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Contrainte principale mineure contrainte minimale agissant sur l'un des trois plans orthogonaux où les contraintes de cisaillement sont nulles
σ_{oct}	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Contrainte moyenne ou contrainte normale octaédrique $\sigma_{oct} = (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)/3$
τ_{oct}	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Contrainte de cisaillement octaédrique $\tau_{oct} = \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} / 3$
ε	-	1 , %	Déformation relative linéique (ou dilatation linéique) variation de longueur d'une longueur unité dans une direction donnée (le terme "dilatation linéique" n'est à utiliser que dans le cas où les accroissements de longueur sont comptés positivement)
γ	-	1 , %	Distorsion variation d'angle de deux plan primitivement perpendiculaires (exprimée en radian).
ε_1	-	1 , %	Déformation relative principale majeure dilatation maximale relative à l'une des trois directions orthogonales pour lesquelles la distorsion est nulle
ε_2	-	1 , %	Déformation relative principale intermédiaire dilatation intermédiaire relative à l'une des trois directions orthogonales pour lesquelles la distorsion est nulle
ε_3	-	1 , %	Déformation relative principale mineure dilatation minimale relative à l'une des trois directions orthogonales pour lesquelles la distorsion est nulle
	-	s^{-1}	Vitesse de déformation linéique relative vitesse de variation de ε
	-	s^{-1}	Vitesse de distorsion vitesse de variation de γ
ν	-	1	Coefficient de Poisson rapport entre les deux déformations linéaires relatives respectivement perpendiculaire et parallèle à la direction d'une sollicitation uniaxiale
E	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Module de déformation linéaire quotient de la variation d'une contrainte principale par la déformation linéaire relative obtenue dans la même direction, les autres contraintes restant inchangées
G	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Module de cisaillement quotient de la variation d'une contrainte de cisaillement par la distorsion correspondante (les autres contraintes restant constantes)
K	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Module de compressibilité quotient de la variation de la contrainte de isotrope par la variation relative de volume qu'elle provoque

μ	-	1	Coefficient de frottement rapport maximal entre contrainte de cisaillement et contrainte normale au point de contact entre deux corps solides
η	$ML^{-1}T^{-1}$	kPa.s	Coefficient de viscosité dynamique contrainte de cisaillement nécessaire pour maintenir une différence de vitesse égale à l'unité entre deux plans parallèles du fluide distants d'une longueur unitaire

3 - PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU SOL

3 - 1 - MASSES ET POIDS VOLUMIQUES

ρ_s	ML^{-3}	kg/m ³	Masse volumique des particules solides quotient de la masse des particules solides par leur volume
γ_s	$ML^{-2}T^{-2}$	kN/m ³	Poids volumique des particules solides quotient du poids des particules solides par leur volume
ρ_w	ML^{-3}	kg/m ³	Masse volumique de l'eau
γ_w	$ML^{-2}T^{-2}$	kN/m ³	Poids volumique de l'eau
ρ	ML^{-3}	kg/m ³	Masse volumique du sol quotient de la masse totale du sol par son volume
γ	$ML^{-2}T^{-2}$	kN/m ³	Poids volumique du sol quotient du poids total du sol par son volume
ρ_d	ML^{-3}	kg/m ³	Masse volumique du sol sec quotient de la masse des particules solides par le volume total du sol
γ_d	$ML^{-2}T^{-2}$	kN/m ³	Poids volumique du sol sec quotient du poids des particules solides par le volume total du sol
ρ_{sat}	ML^{-3}	kg/m ³	Masse volumique du sol saturé quotient de la masse totale du sol complètement saturé par son volume total
γ_{sat}	$ML^{-2}T^{-2}$	kN/m ³	Poids volumique du sol saturé quotient du poids total du sol complètement saturé par son volume total
ρ'	ML^{-3}	kg/m ³	Masse volumique du sol déjaugé différence entre la masse volumique du sol et la masse volumique de l'eau
γ'	$ML^{-2}T^{-2}$	kN/m ³	Poids volumique du sol déjaugé différence entre le poids volumique du sol et le poids volumique de l'eau
e	-	1	Indice des vides rapport entre le volume des vides et le volume des particules solides
n	-	1 , %	Porosité rapport entre le volume des vides et le volume total du sol
w	-	-	Teneur en eau rapport entre le poids de l'eau interstitielle et le poids des grains solides (exprimé en pour-cents)
S_r	-	1 , %	Degré de saturation rapport entre le volume de l'eau interstitielle et le volume des vides

3 - 2 - CONSISTANCE

w_L	-	-	Limite de liquidité teneur en eau d'un sol remanié au point de transition entre les états liquide et plastique (déterminé par un essai normalisé de laboratoire)
-------	---	---	---

w_p	-	-	Limite de plasticité teneur en eau d'un sol remanié au point de transition entre les états plastique et solide (déterminé par un essai normalisé de laboratoire)
w_s	-	-	Limite de retrait teneur en eau maximale pour laquelle une réduction de la teneur en eau ne cause plus de diminution de volume du sol
I_p	-	-	Indice de plasticité différence entre les limites de liquidité et de plasticité
I_L	-	-	Indice de liquidité $I_L = (w_L - w) / I_p$
I_C	-	-	Indice de consistance $I_C = (w - w_p) / I_p$
e_{max}	-	1	Indice des vides dans l'état le plus lâche maximum de l'indice des vides obtenu dans un essai normalisé de laboratoire
e_{min}	-	1	Indice des vides dans l'état le plus dense minimum de l'indice des vides obtenu dans un essai normalisé de laboratoire
I_D	-	1, %	Indice de densité $I_D = (e_{max} - e) / (e_{max} - e_{min})$

3 - 3 - GRANULOMÉTRIE

D, d	L	mm	Diamètre de grain taille de grain déterminée dans l'analyse granulométrique, par tamisage ou sédimentométrie
D_n, d_n	L	mm	Diamètre à n pour-cent diamètre correspondant à un tamisat de n pour-cent sur la courbe granulométrique (n% des particules ont des dimensions inférieures à ce diamètre)
C_u	-	1	Coefficient d'uniformité $C_u = d_{60} / d_{10}$
C_c	-	1	Coefficient de courbure $C_c = d_{30}^2 / (d_{60} \cdot d_{10})$

3 - 4 - PROPRIÉTÉS HYDRAULIQUES

h	L	m	Charge hydraulique ou potentiel hydraulique somme de la hauteur piézométrique (u / γ_w) et de la hauteur géométrique (z) au-dessus d'un niveau de référence
q	L^3T^{-1}	m^3/s	Débit volume d'eau percolant à travers une section donnée d'un sol, par unité de temps
v	LT^{-1}	m/s	Vitesse d'écoulement débit qui s'écoule à travers une section totale unitaire du milieu, perpendiculaire à la direction de l'écoulement
i		1	Gradient hydraulique perte de charge hydraulique par unité de longueur dans la direction de l'écoulement
k	LT^{-1}	m/s	Coefficient de perméabilité (ou conductivité hydraulique) quotient de la vitesse d'écoulement par le gradient hydraulique correspondant (v / i)
j	$ML^{-2}T^{-2}$	kN/m^3	Force de filtration (ou d'écoulement) force volumique exercée sur des grains solides du sol par un écoulement : $j = i \cdot \gamma_w$

4 - PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU SOL

4 - 1 - PRÉLÈVEMENT

C_a	-	%	Indice de surface (d'un carottier) $C_a = (D_2^2 - D_1^2)/D_1^2$ avec D_1 : diamètre intérieur de la trousse, D_2 : diamètre extérieur de la trousse
C_i	-	%	Indice de jeu intérieur (d'un carottier) $C_i = (D_3 - D_1)/D_1$ avec D_1 : diamètre intérieur de la trousse, D_3 : diamètre intérieur du conteneur
C_0	-	%	Indice de jeu extérieur (d'un carottier) $C_0 = (D_2 - D_4)/D_4$ avec D_2 : diamètre extérieur de la trousse, D_4 : diamètre extérieur du corps du carottier

4 - 2 - CONSOLIDATION (UNIDIMENSIONNELLE)

m_v	$M^{-1}LT^2$	$(kPa)^{-1}$	Coefficient de compressibilité quotient de la variation relative de volume par la variation correspondante de la contrainte effective normale : $m_v = (e_0 - e) / [(1 + e_0) \cdot \Delta \sigma']$
E_{oed}	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Module œdométrique défini par : $E_{\text{oed}} = 1/m_v$
C_c	-	1	Indice de compression pente de la courbe de compression vierge dans un diagramme semi-logarithmique "contrainte effective-indice des vides" : $C_c = - \Delta e / \Delta \lg \sigma'$
C_s	-	1	Indice de gonflement pente moyenne d'un cycle déchargement-rechargement dans un diagramme semi-logarithmique "contrainte effective-indice des vides" : $C_s = - \Delta e / \Delta \lg \sigma'$
C_a	-	1	Taux de consolidation secondaire pente de la partie finale de la courbe "variation relative de volume-logarithme du temps" dans un diagramme semi-logarithmique : $C_a = - \Delta e / [(1 + e_0) \cdot \Delta \lg t]$
c_v	L^2T^{-1}	m^2/s	Coefficient de consolidation verticale $c_v = k / (m_v \cdot \gamma_w)$
d	L	m	Distance de drainage épaisseur de la couche drainée sur une face seulement ou demi-épaisseur de la couche drainée sur les deux faces
T_v	-	1	Facteur temps $T_v = t \cdot c_v / d^2$, t étant le temps écoulé depuis l'application d'une variation de contrainte normale totale
U	-	1, %	Degré de consolidation rapport de l'augmentation moyenne de la contrainte effective à un instant donné à l'augmentation finale moyenne de la contrainte effective
σ'_{v0}	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Contrainte effective verticale initiale en place contrainte verticale effective existant en place préalablement au prélèvement ou à l'excavation
σ'_p	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Pression de préconsolidation pression verticale effective maximale subie dans le passé
σ'_c	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Pression de consolidation pression verticale effective pour laquelle le sol passe de l'état dit <i>surconsolidé</i> à l'état dit <i>normalement consolidé</i> dans le processus de consolidation

4 - 3 - RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT

τ_f	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Résistance au cisaillement contrainte de cisaillement, lors de la rupture, dans le plan de rupture, en un point donné
c'	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Cohésion effective
φ', Φ'	-	°	Angle de frottement effectif paramètres de résistance au cisaillement en contraintes effectives, définis par l'équation : $\tau_f = c' + \sigma' \tan \varphi'$
c_u	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Cohésion apparente résistance au cisaillement du sol non drainé
φ_u, Φ_u	-	°	Angle de frottement apparent paramètres de résistance au cisaillement en contraintes totales, définis par l'équation : $\tau_f = c_u + \sigma \tan \varphi_u$ pour les sols cohérents saturés en sollicitation non drainée, c_u est appelé également cohésion non drainée
S_t	-	-	Sensibilité rapport entre les cohésions non drainées d'un sol à l'état intact et à l'état remanié : $S_t = c_u / c_r$
τ_R	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Résistance résiduelle au cisaillement résistance ultime; dans le plan de rupture, que le sol conserve aux grands déplacements
c'_R	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Cohésion résiduelle
φ'_R, Φ'_R	-	°	Angle de frottement résiduel paramètres de résistance résiduelle au cisaillement, définis par l'équation : $\tau_R = c'_R + \sigma' \tan \varphi'_R$

4 - 4 - ESSAIS EN PLACE

4 - 4 - 1 - ESSAI DE PÉNÉTRATION STATIQUE (CPT)

q_c	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Résistance de pointe statique (ou résistance de cône) pression moyenne agissant sur la pointe conique dans l'essai normalisé de pénétration statique
f_s	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Frottement latéral unitaire frottement latéral par unité de surface du manchon de frottement dans l'essai normalisé de pénétration statique au cône

4 - 4 - 2 - ESSAI DE PÉNÉTRATION DYNAMIQUE

$q_d,$ q_{dA}, q_{dB}	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Résistance de pointe dynamique pression moyenne agissant sur la pointe conique dans l'essai normalisé de pénétration dynamique (q_{dA} et q_{dB} pour les essais de type A et B, respectivement)
$r_d,$ r_{dA}, r_{dB}	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Résistance dynamique résultat normalisé de l'essai de pénétration dynamique (r_{dA} et r_{dB} pour les essais de type A et B, respectivement)
$N_d,$ N_{dA}, N_{dB}	-	-	Nombre de coups par 20 cm résultat normalisé de l'essai de pénétration dynamique (N_{dA} et N_{dB} pour les essais de type A et B, respectivement)

4 - 4 - 3 - ESSAI SPT (STANDARD PENETRATION TEST)

N	-	-	Nombre de coups SPT résultat normalisé de l'essai SPT (nombre de coups pour 30 cm)
-----	---	---	---

4 - 4 - 4 - ESSAI DE PÉNÉTRATION PAR CHARGES WST (WEIGHT SOUNDING TEST)

N_{ht}	-	-	Nombre de demi-tours pour 20 cm résultat normalisé de l'essai de pénétration par charges
----------	---	---	---

4 - 4 - 5 - ESSAI PRESSIOMÉTRIQUE

p_l	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Pression limite pressiométrique pression limite définie dans l'essai pressiométrique normal Ménard
E_M	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Module pressiométrique module conventionnel défini dans l'essai pressiométrique normal Ménard

5 - PROBLÈMES PRATIQUES

5 - 1 - POUSSÉE DES TERRES

δ	-	°	Angle de frottement sol-mur angle de frottement entre le mur et le sol adjacent
a	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Adhésion sol-mur adhésion entre le mur et le sol adjacent
K_a, K_p	-	-	Coefficients de poussée et de butée des terres coefficients sans dimension intervenant dans les expressions de poussée et de butée
K_0	-	-	Coefficient de pression des terres au repos rapport entre les contraintes effectives horizontale et verticale à déformation horizontale nulle et lorsque la surface libre du sol est horizontale

5 - 2 - FONDATIONS

b, B	L	m	Largeur de la fondation
l, L	L	m	Longueur de la fondation
d, D	L	m	Profondeur de la fondation au-dessous du niveau du terrain
Q	MLT^{-2}	kN	Charge (axiale) appliquée
q	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Pression (axiale) appliquée
q_l	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Pression limite
Q_p	MLT^{-2}	kN	Force de résistance de pointe
q_p	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Pression de résistance de pointe (d'un pieu)
Q_s	MLT^{-2}	kN	Résistance latérale totale
q_s	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Résistance latérale unitaire
H	MLT^{-2}	kN	Force latérale appliquée à une fondation
s	L	m	Tassement
e	L	m	Excentricité distance du point d'application de la force à l'axe de la base de la fondation
δ	-	°	Inclinaison de la charge angle de la charge avec la normale à la base de la fondation
k_s	$ML^{-2}T^{-2}$	kN/m^3	Module de réaction quotient de la variation de la contrainte verticale sur une plaque rigide par la variation correspondante de tassement vertical de la plaque
N_c, N_q, N_γ	-	-	Facteurs de capacité portante coefficients sans dimensions intervenant dans les expressions de la capacité portante en fonction de c et ϕ
i_c, i_q, i_γ	-	-	Coefficients de correction d'inclinaison coefficients de correction des facteurs de capacité portante dans le cas d'une charge inclinée

5 - 3 - PENTES

h, H	L	m	Hauteur verticale du talus
d, D	L	m	Profondeur du substratum rigide sous le pied du talus
β	-	°	Angle d'inclinaison du talus avec l'horizontale
$\bar{\tau}$	$ML^{-1}T^{-2}$	kPa	Résistance au cisaillement moyenne mobilisée le long de la surface de glissement