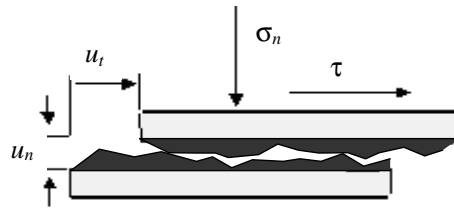


Récapitulatif des formules essentielles

Modèles de discontinuités rocheuses

- Notations



- Discontinuité dans un matériau continue sous contrainte σ

Contrainte dans la matrice environnante: σ

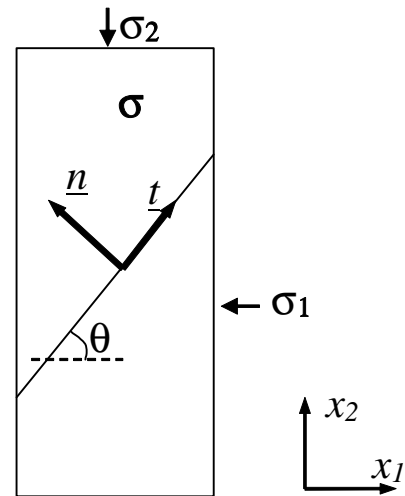
Vecteur normal au plan de la discontinuité : \underline{n}

Direction du cisaillement: \underline{t}

Vecteur contrainte : $\underline{\sigma} = \sigma \cdot \underline{n}$

Contrainte normale : $\sigma_n = \underline{n} \cdot \underline{\sigma} = \underline{n} \cdot \sigma \cdot \underline{n}$

Contrainte de cisaillement : $\tau = \underline{t} \cdot \underline{\sigma} = \underline{t} \cdot \sigma \cdot \underline{n}$



- Comportement élastique linéaire :

$$\underline{\sigma} = \mathbf{R} \cdot \underline{U}$$

\mathbf{R} : tenseur de raideur élastique (symétrique et défini-positif)

En 3D :

$$\underline{U} = \begin{bmatrix} u_t \\ u_n \end{bmatrix}, \quad \underline{\sigma} = \begin{bmatrix} \tau \\ \sigma_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{R} = \begin{bmatrix} \mathbf{R}_T & \underline{V} \\ {}^t\underline{V} & \mathbf{R}_{nn} \end{bmatrix}$$

En 2D :

$$\begin{bmatrix} \tau \\ \sigma_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{tt} & R_{tn} \\ R_{nt} & R_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_t \\ U_n \end{bmatrix}$$

R_{tt} et R_{nn} : Raideurs tangente et normale, $R_{tn} = R_{nt}$ terme relié à la dilatance élastique

- Elasticité non linéaire pour le comportement normal

Modèle de Goodman pour les joints rocheux profonds :
$$\frac{|\sigma_n| - |\sigma_i|}{|\sigma_i|} = a \left(\frac{|\Delta u_n|}{|\Delta u_n| - e} \right)^t$$

Avec : σ_i contrainte initiale (in situ en profondeur), e : épaisseur du joint, a et t paramètres

Modèle hyperbolique de Bandis (fractures et interfaces) :

Compression et fermeture négatives :
$$\sigma_n = \frac{k_0 u_n}{1 + u_n / e}$$

Avec : k_0 raideur normale au voisinage de la contrainte nulle, e : fermeture maximale

- Critère de résistance de Mohr-Coulomb (compression négative):

$$f(\underline{\sigma}) = \|\underline{\tau}\| + \sigma_n \tan \phi - c \leq 0$$

avec c : cohésion, ϕ : angle de frottement

- Modèle de comportement élasto-plastique non associé :

$$\underline{U} = \underline{U}^e + \underline{U}^p$$

Avec :

\underline{U}^e : déformation élastique, $\underline{U}^e = \mathbf{R}^{-1} \underline{\sigma}$

\underline{U}^p : déformation plastique :

$$\underline{R\grave{e}gles\ d'\acute{e}coulement}: \begin{cases} \dot{\underline{U}}^p = \lambda \frac{\partial g}{\partial \underline{\sigma}}, & \lambda \geq 0 \\ \lambda = 0 & \text{si } f < 0 \text{ ou si } f = 0 \text{ et } \dot{f} < 0 \end{cases}$$

- Plasticité associé: $g = f$
- Plasticité non associée: $g(\underline{\sigma}) = \|\underline{\tau}\| + \sigma_n \tan \psi$

Avec ψ : angle de dilatance