

CH-I- Comportement élastoplastique des matériaux

I-Définition

Un comportement du type élastique linéaire ne peut être utilisé qu'en première approche car il ne permet pas de prendre en compte les déformations irréversibles surtout que la plus part des matériaux ont un comportement élastoplastique.

Un corps est dit avoir un comportement élasto-plastique quand au-delà d'un certain niveau de chargement (*seuil de plasticité*), il présente des déformations irréversibles (plastiques) à coté de déformations réversibles (élastiques). D'une façon plus générale et pour les cas tridimensionnels, le seuil de plasticité est défini par une surface dans l'espace des contraintes (σ_{ij}) décrite par une fonction $F(\sigma_{ij})$ dite *fonction de charge ou surface de charge* telle que :

si

$F(\sigma_{ij}) < 0$ correspond à l'intérieur du domaine, les déformations sont élastiques

$F(\sigma_{ij}) = 0$ correspond à la frontière du domaine, les déformations élastiques sont accompagnées de déformation plastiques.

$F(\sigma_{ij}) > 0$ correspond à l'extérieur du domaine ; c'est un état de contrainte physiquement impossible.

II-Types essentiels de modèles élasto-plastiques

Pour les milieux élasto-plastiques deux types essentiels de comportement :

II-1-Les modèles des milieux parfaitement élasto-plastiques.

Dans ces modèles on ne tient compte ni de l'écrouissage ni d'un quelconque autre effet.

Le diagramme de la figure.1, donne un exemple d'un matériau élasto-plastique parfait travaillant en traction et en compression

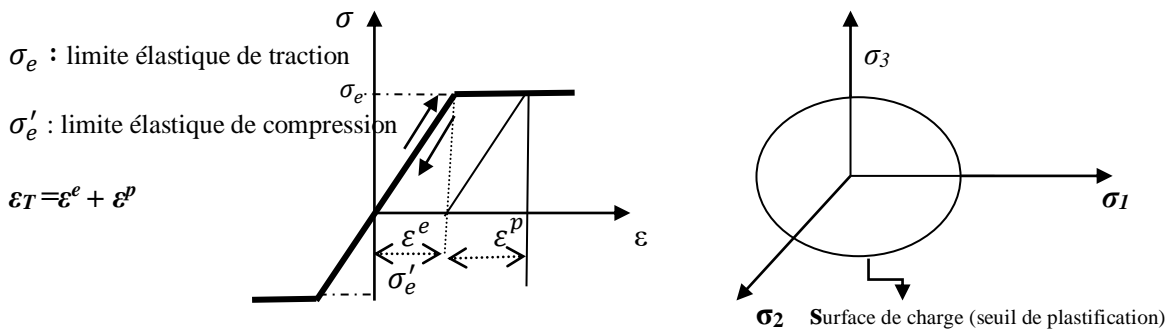


Fig1 : Diagramme traction-compression matériau parfaitement plastique

II-2- Modèles des milieux avec écrouissage

L'évolution des déformations plastiques dans le cas des matériaux écrouissables conduits à un changement de limite élastique (appelé écrouissage) figure.2. La surface de charge se dilate et se déplace au fur et à mesure que les déformations plastiques évoluent.

Différentes théories ont été échaufaudées pour décrire l'écrouissage.

-La théorie de l'écrouissage **isotrope** de Taylor qui fait dépendre l'écrouissage d'un paramètre scalaire unique (**K**) figure (2b)

- la théorie de l'écrouissage **cinématique** de Prager, pour laquelle les frontières d'élasticité successives se déduisent de la frontière initiale par translation dans l'espace des contraintes. Dans ce cas l'écrouissage dépend d'un paramètre tensoriel (**X**) figure (2c).

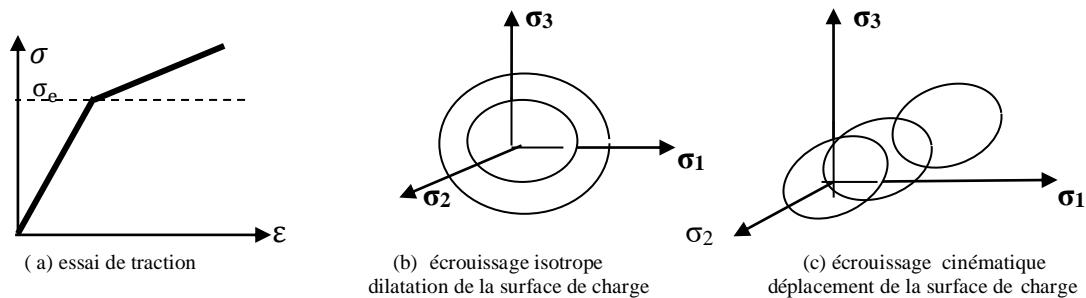


Fig2 : diagramme de traction de matériau écrouissable

II-3-Rigide plastique

Ce cas est illustré sur la figure 3. Il ne fait point état des déformations élastiques

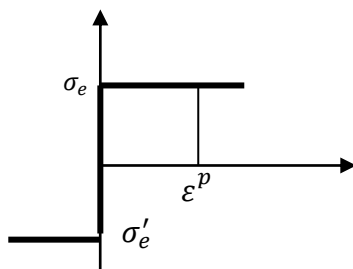


Fig3 : Diagramme traction compression pour un matériau rigide plastique

Cette loi est généralement utilisée pour modéliser les scellements des barres de renforcement dans les sols.

II-4-Fluage

Une pièce soumise à un effort P, par exemple de traction, figure 4. Si cet effort est maintenu longtemps, la déformation sera en fonction du temps. Si on supprime la charge, les déformations ainsi créées ne se résorbent pas. Ce phénomène est dit fluage (plastification).

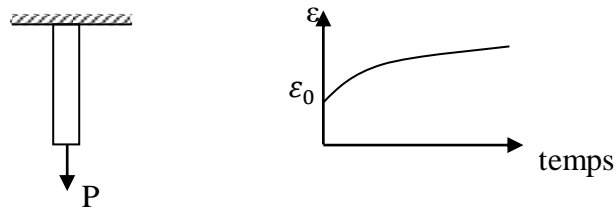


Fig.4 : fluage

Les matériaux sujets au fluage donnent lieu à un autre phénomène : la relaxation des contraintes

II-5-Relaxation des contraintes

En relaxation, les déformations élastiques initiales se transforment par effet de fluage partiellement ou complètement en déformation plastique dont la conservation n'exige l'application d'aucun effort, ce qui conduit à la diminution de l'effort initial σ_0 figure 5.

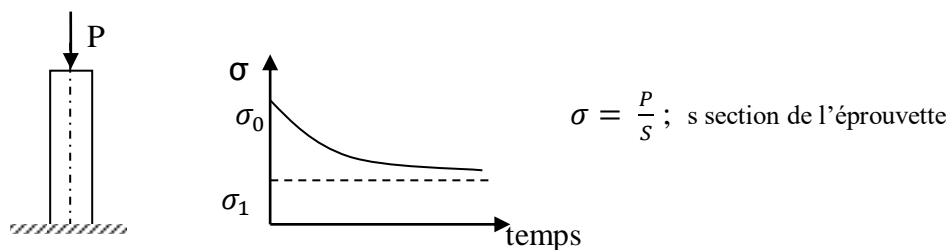


Fig 5 : relaxation

II-6-Fatigue des matériaux

L'expérience montre qu'un échantillon d'un matériau métallique soumis à un chargement cyclique peut se briser, même si la charge ne dépasse pas la limite d'élasticité du matériau. Un tel phénomène est appelé fatigue des matériaux figure 6.

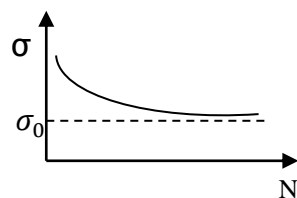


Fig6 : courbe de fatigue