

Chapitre Premier

Comportement in-situ et en laboratoire

2ème Partie

Concepts théoriques

- ❑ *Lois de comportement et lois physiques*
- ❑ *Milieu continu et structure interne des sols*
- ❑ *Ecriture d'une loi de comportement*
- ❑ *Lois de comportement simples*



lombalgie-le-penseur - Franck Teillard

LOIS DE COMPORTEMENT ET LOIS PHYSIQUES

❑ Lois de comportement et lois physiques

- **But**

Prédire le comportement des sols à court terme « CT » (*Tassement immédiat*) et à long terme « LT » (*Tassement de consolidation*).

- **Hypothèses**

Les lois générales de la physique ne permettent pas de distinguer le comportement des différents matériaux (*qui ne se déforment pas de la même façon*). La loi de comportement associée à un matériau donné doit caractériser son évolution sous l'effet d'actions extérieures connues.

⇒ Les sols sont assimilés à des milieux continus équivalents (*Conservation de l'énergie et conservation de la quantité de mouvement*).

- **Simplifications**

L'aspect rhéologique du comportement des sols est abordé en négligeant les aspects thermiques, physico-chimiques et vieillissants.

MILIEU CONTINU ET STRUCTURE INTERNE DES SOLS

❑ Milieu continu et structure interne des sols

- **Définition**

- Milieu poreux à 2 phases (*Solide + Liquide*) : **Sol saturé**.
- Milieu poreux à 3 phases (*Solide + Liquide + Gaz*) : **Sol non saturé**.

- **Sols saturés**

- **Hypothèse** : Les phases solides et liquides ne se déplacent pas l'une par rapport à l'autre (*Continuité de la matière*).
- **Problème** : Les deux phases n'obéissent pas à la même loi de comportement.
- **Solution** : Principe des contraintes effectives (*Principe de Terzaghi*) : ce postulat permet de décrire le comportement des phases solide et liquide et de leur interaction.
- **Bases** : Equations de continuité pour chaque phase + Loi de comportement des particules solides + Loi de Darcy pour l'écoulement du liquide.

- **Sols non saturés**

Les concepts développés pour les sols saturés ne leur sont pas adaptés.

ÉCRITURE D'UNE LOI DE COMPORTEMENT

❑ Écriture d'une loi de comportement

- **Procédure d'élaboration**

L'élaboration d'un modèle de comportement obéit aux étapes suivantes :

- ✓ Relation fonctionnelle entre les tenseurs des contraintes et des déformations.
- ✓ Analyse des données expérimentales (*Résultats d'essais triaxiaux et œdométriques*).
- ✓ Mise en évidence des mécanismes physiques de déformation.

- **Forme et paramètres constitutifs**

- De manière générale, la loi de comportement est de forme incrémentale en petites déformations (*Hypothèse des Petites Perturbations : HPP*).
- Une bonne loi de comportement doit avoir une forme suffisamment simple et adaptée à son implémentation dans un code de calcul numérique.
- Une loi de comportement doit comporter un nombre restreint de paramètres (*10 paramètres semblent être une limite plus que raisonnable*).
- Les paramètres du modèle de comportement doivent être facilement identifiables sur des résultats d'essais classiques de laboratoire.

LOIS DE COMPORTEMENT SIMPLES

□ Lois de comportement simples

- **Forme générale**

$$\mathcal{F}(\bar{\sigma}, \bar{\varepsilon}, d\bar{\sigma}, d\bar{\varepsilon}) = 0$$

- **Comportement élastique linéaire**

$$\bar{\sigma} = \bar{\bar{C}} \bar{\varepsilon} \quad \Leftrightarrow \quad \sigma_{ij} = C_{ijkl} \varepsilon_{kl}$$

- **Comportement hypo-élastique**

$$d\bar{\sigma} = \bar{\bar{A}}(\bar{\sigma}) d\bar{\varepsilon} \quad \Leftrightarrow \quad d\sigma_{ij} = A_{ijkl}(\sigma_{rs}) d\varepsilon_{kl}$$

- **Comportement hyper-élastique**

$$\bar{\sigma} = \frac{\partial W(\bar{\varepsilon})}{\partial \bar{\varepsilon}} \quad \Leftrightarrow \quad \sigma_{ij} = \frac{\partial W(\varepsilon_{rs})}{\partial \varepsilon_{ij}}$$

- **Comportement plastique**

$$d\bar{\varepsilon}^p = d\lambda \frac{\partial f(\bar{\sigma})}{\partial \bar{\sigma}} \quad \Leftrightarrow \quad d\varepsilon_{ij}^p = d\lambda \frac{\partial f(\sigma_{rs})}{\partial \sigma_{ij}}$$

Merci de votre attention

Fin de la 2^{ème} Partie
Fin du Chapitre Premier