

## Chapitre 5 : Modélisation numérique en géotechnique avec PLAXIS

Logiciel : PLAXIS 2D

- Présentation de PLAXIS (2D / 3D, applications)
- Création du modèle géotechnique (géométrie, matériaux, conditions aux limites)
- Simulation d'un cas réel : tassement d'une semelle circulaire sur sable
- Post-traitement : déformations, contraintes, efforts internes
- Analyse des résultats et validation des hypothèses géotechniques

□ **TP complet** : Projet de modélisation d'un ouvrage géotechnique sous PLAXIS (étape par étape)

---

### 1. Introduction

Dans un contexte où les projets géotechniques deviennent de plus en plus complexes et où la précision des résultats est cruciale, les logiciels de **calcul par éléments finis** comme **PLAXIS** permettent d'aller au-delà des méthodes traditionnelles. Ils offrent la possibilité de **modéliser finement le comportement du sol**, de prendre en compte des chargements complexes, des phases de construction successives et des lois de comportement avancées.

Ce chapitre constitue une **initiation structurée à PLAXIS**, logiciel de référence pour les ingénieurs géotechniciens, et vise à rendre les étudiants capables de modéliser un cas géotechnique simple mais réaliste.

## 2. Objectifs du chapitre

- Comprendre les principes de base de la **modélisation par éléments finis**
- Apprendre à **naviguer dans l'interface de PLAXIS**
- Savoir construire un modèle géotechnique simple en 2D
- Effectuer un **calcul de tassement ou de stabilité** avec interprétation des résultats
- Identifier les **avantages et limites** de la modélisation numérique

## 3. Pourquoi PLAXIS ?

- Outil reconnu mondialement, utilisé dans les grands projets d'infrastructure
- Permet une **modélisation réaliste du sol et des structures**
- Compatible avec des lois de comportement complexes (Mohr-Coulomb, Hardening Soil, etc.)
- Prise en compte des phases de construction, drainage, fluage, interactions sol-structure
- Modules spécialisés (PLAXIS 2D, PLAXIS 3D, PlaxFlow, Thermal...)

## 4. Prise en main de PLAXIS 2D

### 4.1 L'environnement de travail

- **Workflow** en 6 étapes : *Project* → *Geometry* → *Materials* → *Mesh* → *Phases* → *Run & Output*
- Fichiers associés : .p2dx, .p2d

#### 4.2 Création de la géométrie

- Outils de dessin (polygones, lignes)
- Définition des **strates, fondations, structures de soutènement**

#### 4.3 Propriétés des matériaux

- Sols : modèle **Mohr-Coulomb**, paramètres ( $E$ ,  $c$ ,  $\varphi$ ,  $\gamma$ ,  $\nu$ ,  $K_0$ )
- Structures : béton, acier, interfaces sol-structure
- Conditions de drainage : sol perméable, imperméable, nappe

#### 4.4 Maillage

- Maillage automatique ou raffinement manuel
- Importance de la taille et de la qualité du maillage

#### 4.5 Phases de calcul

- Création de **phases de construction** (excavation, remblai, chargement)
- Paramètres de la phase (drainé/non drainé, type de calcul)
- Calcul statique, consolidation ou dynamique

### 5. Résultats et interpretation

- Visualisation des **déplacements, contraintes, pressions interstitielles**
- Extraction des résultats en **coupe, courbes, animations**
- Vérification des **critères de rupture** (FEM shear strain, safety phase)

### 6. Étude de cas guidée : tassement d'une semelle circulaire sur sable

#### ➤ Objectif :

- Simuler l'installation d'une semelle circulaire chargée sur un sol sableux

➤ **Étapes :**

- a. **Géométrie** : couche de sable de 5 m d'épaisseur, semelle rigide  $\varnothing = 2$  m
- b. **Matériau** : sable (Mohr-Coulomb,  $E = 25$  MPa,  $\varphi = 32^\circ$ ,  $\gamma = 18$  kN/m<sup>3</sup>)
- c. **Conditions limites** : appuis latéraux et bas, nappe absente
- d. **Chargement** : 200 kPa appliqué progressivement
- e. **Résultats attendus** : courbe tassement vs charge, iso-déplacements, zones plastiques

## 7. Autres applications possibles en PLAXIS 2D (à explorer en TP ou mini-projets)

Application	Objectif pédagogique
Excavation d'une tranchée	Analyse des déplacements et stabilité
Chargement d'un remblai sur sol compressible	Étude de la consolidation
Mur de soutènement rigide ou souple	Analyse de poussée active/passive
Tassement sous bâtiment rectangulaire	Interaction sol-structure

## 8. Conseils pédagogiques et bonnes pratiques

- Toujours **vérifier les unités** (kPa, m, MN/m<sup>3</sup> ...)
- **Comparer les résultats numériques** avec les calculs manuels simplifiés
- **Utiliser des cas simples pour débiter**, avant d'introduire des lois de comportement complexes

- Garder en tête que **le modèle numérique n'est qu'une approximation**, tributaire des hypothèses de départ

## 9. Conclusion

PLAXIS est un **outil puissant mais exigeant**, qui offre aux géotechniciens une capacité unique de **modélisation fine** et de **prévision du comportement du sol** face à des sollicitations complexes. Ce chapitre a permis de poser les bases nécessaires à l'utilisation du logiciel, avec un premier cas d'application simple mais concret.

Les étudiants sont maintenant mieux préparés à utiliser PLAXIS pour des **projets géotechniques réels**, à condition de toujours **confronter le numérique à la réalité du terrain** et aux lois de la mécanique des sols.