

CHAPITRE II:**Présentation de l'outil de simulation numérique****II.1 Introduction**

PLAXIS est un programme d'éléments finis en deux dimensions spécialement conçu pour réaliser des analyses de déformation et de stabilité pour différents types d'applications géotechniques. Les situations réelles peuvent être représentées par un modèle plan ou axisymétrique. Le programme utilise une interface graphique pratique permettant aux utilisateurs de générer rapidement un modèle géométrique et un maillage d'éléments finis basés sur la coupe verticale de l'ouvrage à étudier. Les utilisateurs sont supposés être capables de travailler dans un environnement Windows.

L'utilisation de PLAXIS consiste en quatre sous-programmes (Input, Calculations, Output, Curves) :

**a) Le programme d'entrée de données (Input)**

Le programme contient tout ce qui est nécessaire pour créer et modifier un modèle



géométrique, pour générer le maillage d'éléments finis correspondant et pour générer les conditions initiales.

b) Le programme de calcul (Calculations)

Ce programme contient tous les éléments pour définir et amorcer un calcul par la méthode des éléments finis. Au début du programme de calcul, l'utilisateur doit choisir le projet pour lequel les calculs vont être définis.

c) Le programme de résultats (Output)

Ce programme contient tous les éléments qui permettent de voir les résultats des données générées et des calculs d'éléments finis. Au début du programme de résultats, l'utilisateur doit choisir le modèle et la phase de calcul appropriée ou le numéro du pas pour lequel les résultats seront affichés.

d) Le programme courbes (Curves)



Ce programme contient tout le nécessaire pour générer des courbes charges- déplacements, des chemins de contrainte et des courbes contraintes-déformations.

II.2 Les modèles de comportement utilisés dans PLAXIS

PLAXIS propose différents modèles qui permettent de simuler le comportement d'un sol.

II.2.1 Comportement élastoplastique

Le comportement élastoplastique peut être représenté par un modèle monodimensionnel, en série un ressort de raideur K , pour symboliser l'élasticité du matériau, à un patin de seuil S_0 (figure II.1).

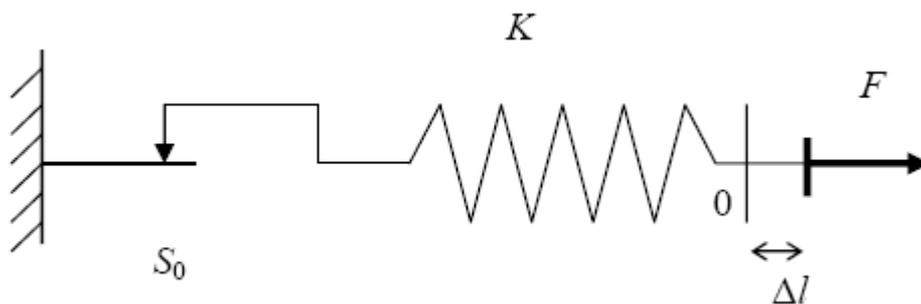


Figure II.1 Modèle monodimensionnel du comportement élastoplastique

La courbe effort-déplacement ou contrainte-déformation que l'on trouve est présentée sur la Figure II.2

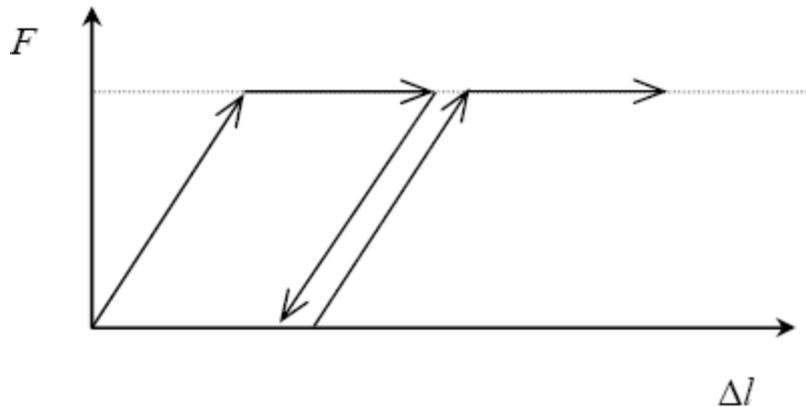


Figure II.2 Représentation du comportement élastique parfaitement plastique

Le type de comportement représenté par les figures II.1 et II.2 est un comportement élastique-plastique sans écrouissage. La figure II.3 représente un comportement élastique-plastique avec écrouissage.

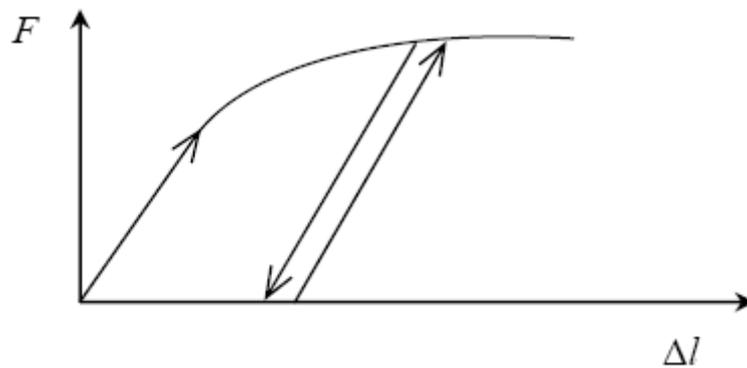


Figure II.3 Représentation du comportement élastoplastique avec écrouissage

II.2.2 Modèle élastique linéaire :

ce modèle représente la loi de Hooke pour l'élasticité linéaire et isotrope. Le modèle comporte deux paramètres de rigidité élastique, le module d'Young E et le coefficient de poisson ν .

Le modèle linéaire élastique est très limité pour simuler le comportement d'un sol. Il est utilisé principalement pour des structures rigides massives placées dans le sol.

II.2.3 Modèle de Mohr-Coulomb :

Ce modèle bien connu est utilisé généralement comme une première approximation du comportement d'un sol. Ce modèle comporte cinq paramètres : le module d'Young E , le coefficient de poisson ν , la cohésion c , l'angle de frottement ϕ , et l'angle de dilatance ψ .

Le modèle de Mohr-Coulomb est un modèle élastique parfaitement plastique (sans écrouissage). Dans le plan de Mohr, la droite intrinsèque est représentée par :

$$\zeta = \sigma_n \tan \phi + c$$

Où σ_n et ζ sont respectivement les contraintes normales et de cisaillement, et c et ϕ respectivement la cohésion et l'angle de frottement du matériau. (E.Flavigny 2007)

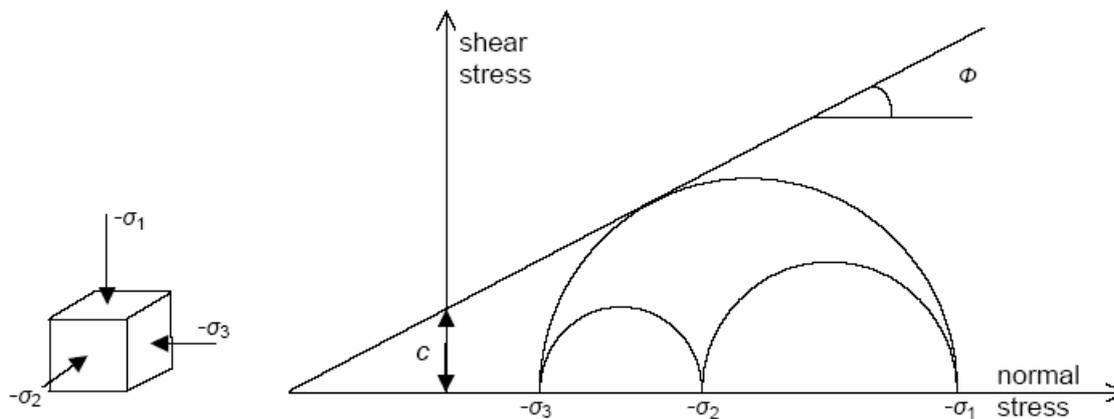


Figure II.4 Courbe intrinsèque du modèle de Mohr-Coulomb.

Le critère de Coulomb à trois dimensions suppose que la contrainte intermédiaire n'intervient pas. La forme du critère est celle d'une pyramide irrégulière construite autour de la trisectrice (Figure II.5) sur l'hexagone irrégulier de Mohr-Coulomb.

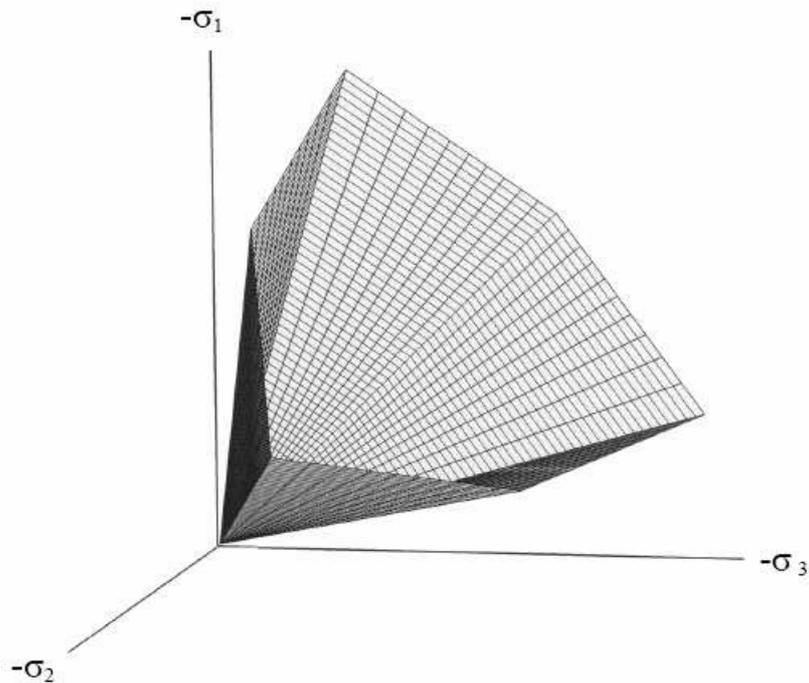


Figure II.5 : Représentation du critère Mohr-coulomb dans l'espace des contraintes

(E.Flavigny 2007)

II.2.4 Modèle pour les roches fracturées (jointed rock model) :

C'est un modèle élasto-plastique anisotrope, pour le quel le cisaillement plastique peut se produire seulement dans un nombre limité de directions de cisaillement. Ce modèle peut être utilisé pour simuler le comportement des roches stratifiées ou fracturées.

II.2.5 Modèle de sol avec écouvissage (Hardening Soil Model)

C'est un modèle hyperbolique de type élasto-plastique formulé dans le cadre de la plasticité avec écouvissage en cisaillement. De plus, ce modèle prend en compte l'écouvissage en compression pour simuler le compactage irréversible d'un sol sous son premier chargement en compression. Ce modèle du deuxième ordre permet de simuler le comportement des sables, des graves, mais aussi de sols plus mous comme les argiles et les limons. (E.Flavigny 2007)

II.2.6 Modèle pour les sols mous (Soft Soil Model) :

C'est un modèle de type Cam-Clay qui permet de simuler le comportement de sols mous comme des argiles normalement consolidées ou de la tourbe. Ce modèle s'applique très bien aux situations où la consolidation primaire est prépondérante.

II.2.7 Modèle pour les sols mous avec fluage (Soft Soil creep Model) :

C'est un modèle du deuxième ordre formulé dans le cadre de la viscoplasticité. Ce modèle permet de simuler le comportement des sols mous, comme les argiles ou les tourbes normalement consolidées, en fonction du temps. Ce modèle prend en compte la compression logarithmique.

(E.Flavigny 2007)

II.2.8 Modèle défini par l'utilisateur

Cette option permet de définir et d'utiliser des lois de comportement autres que les modèles standard de PLAXIS.

II.3 Les types de comportement des matériaux

Dans plaxis, tous les paramètres de modélisation sont sensés de représenter les caractéristiques effectives du sol, c'est-à-dire la relation entre les contraintes et les déformations pour le squelette solide. Une caractéristique importante des sols est la présence d'eau interstitielle. Les pressions interstitielles influencent significativement la réponse du sol. Pour permettre la prise en compte des interactions squelette solide-eau dans la réponse du sol, Plaxis offre le choix entre trois types de comportements pour chaque modèle de sol.

(E.Flavigny 2007)

II.3.1 Comportement drainé.

Avec cette option, aucune surpression interstitielle n'est générée. C'est évidemment le cas pour des sols secs et pour des sols totalement drainés du fait de leur forte perméabilité (comme les sables) et /ou à cause d'un faible accroissement du chargement. Cette option peut aussi être utilisée pour simuler le comportement du sol à long terme sans avoir besoin de modéliser l'histoire précise du chargement non drainé et de la consolidation.

II.3.2 Comportement non drainé.

Cette option est utilisée pour permettre la génération complète des surpressions interstitielles. L'écoulement de l'eau interstitielle peut parfois être négligé du fait des faibles perméabilités (pour les argiles) et/ou à cause d'une vitesse de chargement élevée.

II.3.3 Le comportement non poreux.

En utilisant cette option pour une couche de sol, aucune pression ni surpression interstitielle ne sera prise en compte dans cette couche. Cela peut s'appliquer à la modélisation du béton et des roches ou au comportement des structures. Le comportement non poreux est souvent utilisé en combinaison avec le modèle élastique linéaire. Il n'est pas nécessaire de fournir un poids volumique saturé ni des perméabilités pour les matériaux non poreux.

II.4 Conclusion :

Nous avons exploré la possibilité offerte par les logiciels disponibles dans le domaine géotechnique afin de réaliser une modélisation numérique << une étape très importante qui conditionne la qualité du comportement des sols et des ouvrages >> ;

Plaxis V8 est un des logiciels les plus utilisés dans le champ d'activité de la mécanique des sols. Le sol y est modélisé par sa loi de comportement et un certain nombre de modèles de comportement qui sont déjà implémentés afin de simuler le comportement d'un sol. Notre choix s'est porté précisément sur l'utilisation de plaxis pour contribuer au maximum à l'étude de la problématique des fondations superficielles dénivelées vu les avantages offerts dans la manipulation << facile à mettre en œuvre >> et dans l'exploitation des résultats.