

Introduction

On se propose de modéliser un cas simple d'excavation avec simulation d'une tranchée dont les parois sont soutenues par des butons.

A2.1. Le problème.

La fouille s'étend sur 30 mètres de large et 20 mètres de profondeur. Les deux parois de palplanches sont maintenues en tête par une série de butons (voir figure 1). Du fait de la symétrie du problème, on ne modélise qu'une demi fouille.

PLAXIS offre la possibilité intéressante d'activer ou de désactiver des éléments du modèle. Ainsi, on peut choisir un modèle représentatif de l'état initial du problème, c'est-à-dire avant excavation, et simuler l'excavation dans les calculs en désactivant les éléments de sol correspondant à la partie à excaver. Le fait de choisir les éléments à désactiver au cours du calcul permet de simuler l'excavation en plusieurs étapes avec mise en place immédiate ou non des ancrages. Dans notre cas, on excave en deux fois dix mètres, la série de butons étant activée lors de la première étape. Finalement, on peut activer ou désactiver tous les types d'éléments (sol, ancrages, palplanches, interfaces).

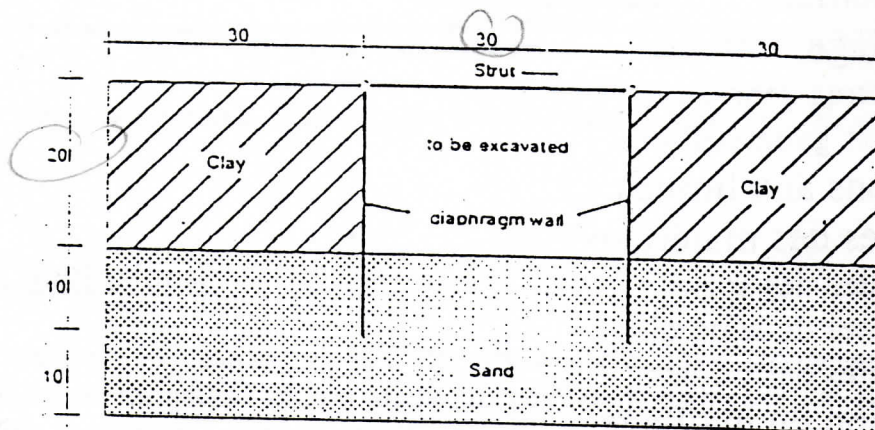


Figure 1 : Vue en coupe de l'excavation.

A2.2. Le Maillage.

a) Paramètres généraux.

- Choisir *New project* d'après la boîte de dialogue *Create / Open project*.
- Dans *General settings*, choisir le nom du problème, se placer en déformation plane et choisir ici des éléments à 6 nœuds.
- Dans l'onglet *Dimension*, garder les unités par défaut et entrer les valeurs de 45 mètres en horizontal et de 40 mètres en vertical.
- Cliquer sur OK.

General settings

Dimensions

Units

Length: m

Force: kN

Time: day

Stress: kN/m²

Weights: kN/m³

Geometry dimensions

Left: 0.000 m

Right: 45.000 m

Bottom: 0.000 m

Top: 40.000 m

Grid

Spacing: 1.000 m

Number of intervals: 1

☐ Set as default

Figure 2 : Données d'entrée

b) Contours géométriques.

- Tracer le premier contour correspondant à l'extérieur du modèle. Cliquer sur le bouton droit pour interrompre le tracé. Puis reprendre l'icône d'entrée géométrique pour tracer la séparation entre les différentes couches de sol. Deux zones de sol sont ainsi détectées.
- La paroi : sélectionner l'icône et placer le curseur au point (30, 40). Cliquer pour commencer le tracé et descendre ensuite jusqu'à la cote 10.0. Cliquer une nouvelle fois pour arrêter le tracé.
- Pour indiquer les deux phases d'excavation, reprendre le tracé géométrique pour positionner un trait horizontal à 10 m. de profondeur dans la fouille.
- Les interfaces : elles sont ici nécessaires entre la paroi et le sol. Cliquer sur le bouton interface. Les flèches dessinées sur le bouton indiquent comment sera tracée l'interface.
- Déplacer le curseur jusqu'à la tête de la paroi et cliquer sur le bouton gauche pour commencer le tracé. On le déplace jusqu'au pied de paroi ; cliquer de nouveau. L'interface est alors générée du côté gauche de la paroi. Générer ensuite l'interface du côté droit et cliquer sur le bouton droit pour terminer le tracé.
- Les interfaces sont signalées sur le tracé par des pointillés. Les signes + et - qui leurs sont affectés permettent de les distinguer.
- Le bouton de tête : il agit comme un ancrage dont l'extrémité médiane est fixe (le milieu de la fouille) et il faudra tenir compte dans les données de sa rigidité. Par

défaut, l'action est horizontale. Sélectionner l'icône et placer l'ancrage en tête de paroi. Dans la boîte de dialogue, préciser que la demi-longueur est de 15m.

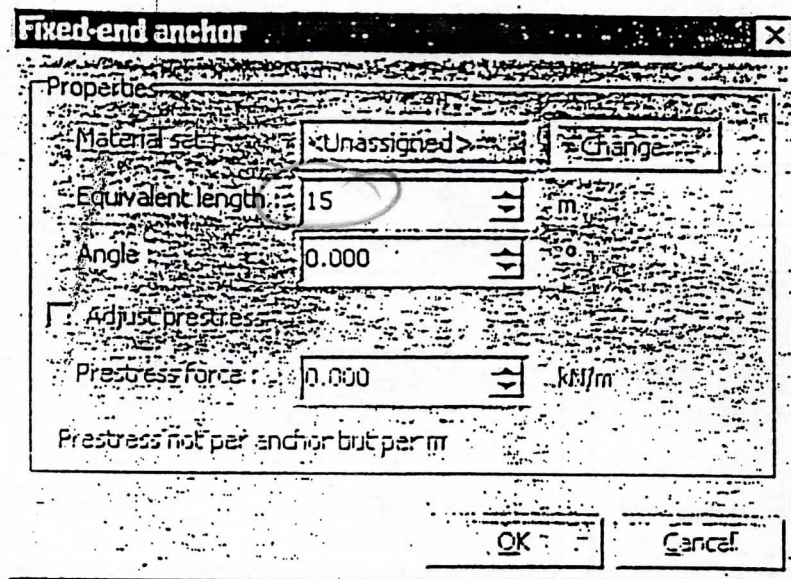


Figure 3 : Définition du bouton

La géométrie du modèle est présentée figure 4.

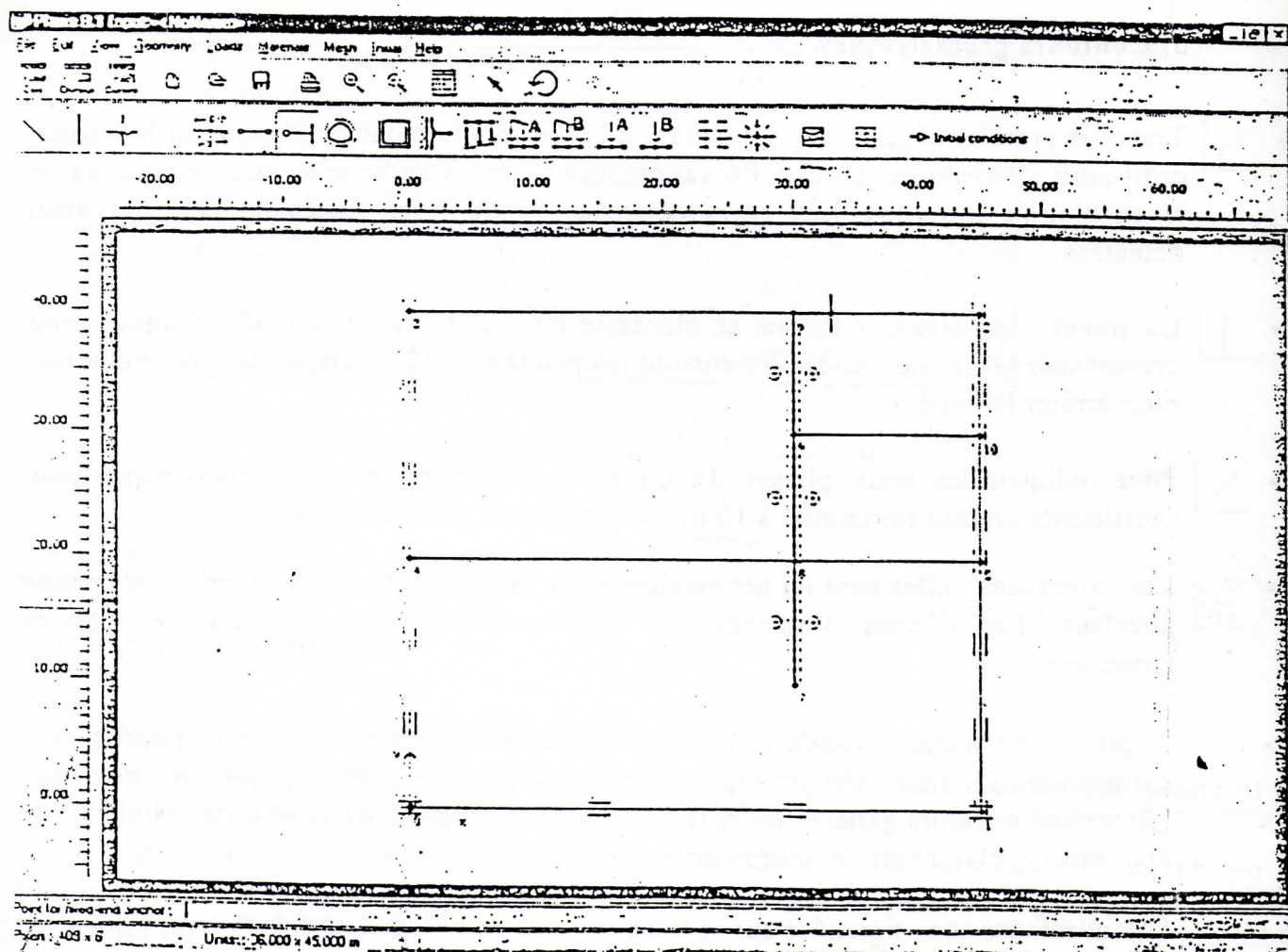



Figure 4 : Géométrie du modèle


A2.3. Conditions aux limites.

-  Pour créer les conditions aux limites, l'option par défaut est dans cette géométrie valable : cliquer donc sur l'icône correspondante. Il n'y a pas, par ailleurs, de forces concentrées ou réparties à rajouter, mais cela se ferait à ce niveau.

A2.4. Propriétés des matériaux.

Les propriétés des deux types de sol, les propriétés des interfaces, les propriétés de la paroi et celle du buton doivent maintenant être saisies.

a) Propriétés des sols.

-  Cliquer sur l'icône correspondante. On choisira le modèle de Mohr-Coulomb drainé parce que l'on s'intéresse au comportement à long terme.

- Entrer les propriétés données dans le tableau 1.

Pour les interfaces, on va dans la fiche correspondante et l'on entre un facteur de réduction de 0.5 et de 0,67. Le paramètre R_{inter} est défini ci-dessous :

$$\tan \phi_{interface} = R_{inter} \tan \phi_{soil}$$

et

$$c_{inter} = R_{inter} c_{soil}$$

Remarque : ici $c_{soil} = c_{ref}$ (voir tableau 1).

Paramètre	Nom	Couche d'argile	Couche de sable	Unité
Modèle du matériau	<i>Model</i>	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	-
Type de comportement du matériau	<i>Type</i>	Drainé	Drainé	-
Poids volumique "non saturé"	γ_{unsat}	16	17	kN/m ³
Poids volumique "saturé"	γ_{sat}	18	20	kN/m ³
Perméabilité horizontale	k_x	0.001	1.0	m/day
Perméabilité verticale	k_v	0.001	1.0	m/day
Module d'Young (constant)	E_{ref}	10000	40000	kN/m ²
Coefficient de Poisson	ν	0.35	0.3	-
Cohésion (constant)	c_{ref}	5.0	1.0	kN/m ²
Angle de frottement	ϕ	25	32	°
Angle de dilatance	ψ	0.0	2.0	°
Résistance d'interface	R_{inter}	0.5	0.67	-

Tableau 1 : Propriétés des couches de sable et d'argile ainsi que des interfaces.

On affecte ces propriétés aux couches de sols en faisant glisser l'icône du sol de la base de données jusqu'aux différents domaines du dessin.

b) Propriétés de la paroi.

Pour la paroi, on saisi les propriétés présentées dans le tableau 2 en choisissant les matériaux de type poutre (*plate*).

Paramètre	Nom	Valeur	Unité
Type de comportement	<i>Material type</i>	Elastic	
Rigidité normale	<i>EI</i>	$7,5 \cdot 10^6$	kN/m
Rigidité de flexion	<i>EI</i>	$1,0 \cdot 10^6$	kNm ² /m
Epaisseur équivalente	<i>d</i>	1,265	m
Poids	<i>w</i>	10,0	kN/m/m
Coefficient de Poisson	<i>v</i>	0,0	-

Tableau 2 : Propriétés de la paroi.

c) Propriétés des butons.

Enfin, il est nécessaire de définir l'ancrage (*Strut*) par ses propriétés de raideur : on suppose ici avoir un espacement de 5 m. entre les butons.

Paramètre	Nom	Valeur	Unité
Type de comportement	<i>Material type</i>	Elastic	
Rigidité normale	<i>EI</i>	$2 \cdot 10^9$	kN
Espacement dans la direction perpendiculaire à la figure	<i>L_v</i>	5,0	m
Effort maximal	<i>F_{max}</i>	$1 \cdot 10^{15}$	kN

Tableau 3 : Propriétés de l'ancrage.

Dans les deux cas ci-dessus, on affecte les propriétés aux éléments correspondants en faisant glisser l'icône du matériau de la base de données jusqu'aux différents domaines du dessin.

On obtient alors la figure 5.