

## SSNP104 – Test de semelle rigide avec la loi de Mohr-Coulomb

---

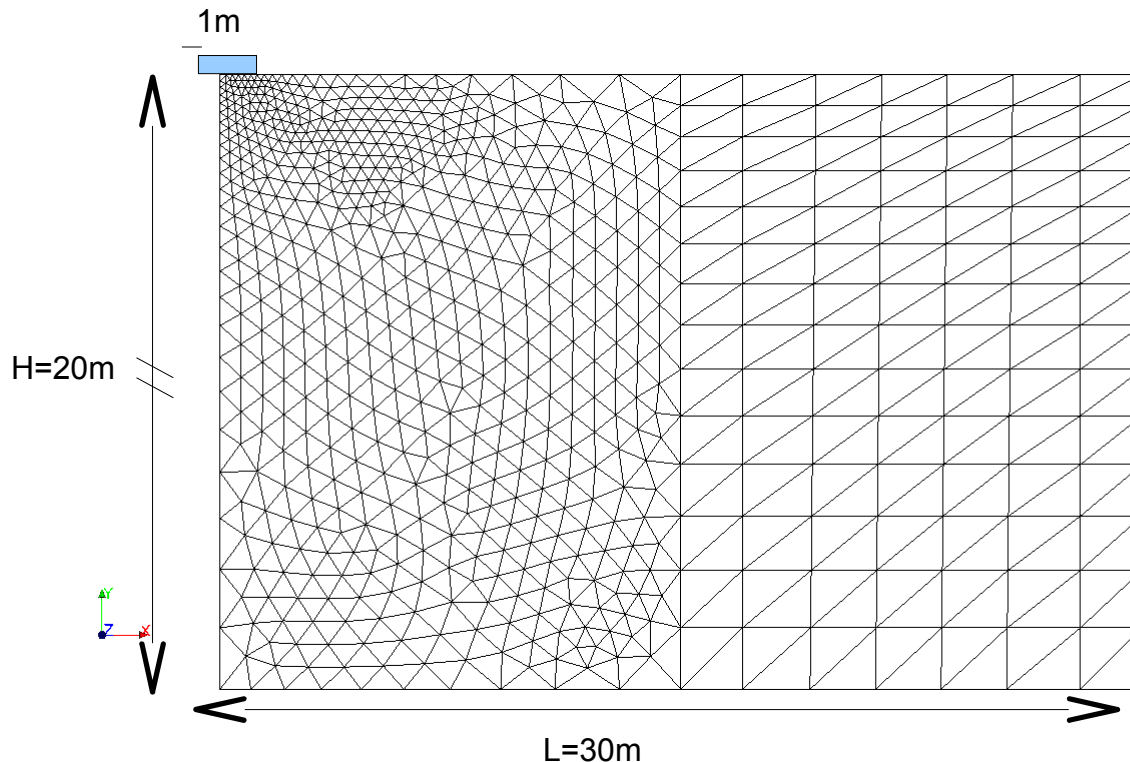
### Résumé

On réalise un *test de semelle rigide* posée sur un sol modélisé avec *la loi de Mohr-Coulomb*. Ce test comporte deux modélisations :

- une modélisation 2D ;
- une modélisation 3D ;

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



Le maillage ci-dessus représente une semelle rigide reposant sur un demi-espace de sol. La fondation a une largeur de  $2\text{m}$ . Elle est soumise à un enfoncement verticale linéaire en fonction du temps. En exploitant la symétrie verticale du problème, seule une moitié du sol est représenté. Le modèle de sol représenté a une géométrie rectangulaire de hauteur  $H=20\text{m}$  et de largeur  $L=30\text{m}$ . Le maillage, raffiné autour de la fondation, comporte 1297 éléments TRIA3.

### 1.2 Propriétés de matériaux

Les propriétés élastiques sont :

- module d'Young :  $E=9\text{GPa}$
- module de cisaillement :  $\nu=0,25$
- densité :  $\rho=2000\text{kg.m}^{-3}$

Les paramètres de la loi de Mohr-Coulomb sont :

- angle de frottement :  $\varphi=32^\circ$
- angle de dilatance :  $\psi=32^\circ$
- cohésion :  $c_0=4,21\text{MPa}$

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

L'essai consiste à imposer un déplacement vertical sur l'interface sol/fondation représentée par le groupe de mailles *APPUI*.

Les conditions limites sont donc les suivantes :

- Les conditions de symétrie :

- $u_x=0$  sur les groupes de mailles latérales Left et Right
- Les conditions d'adhérence sol/fondation :
  - $u_x=0$  sur le groupe de mailles *APPUI*
- Les conditions de surface libre :
  - $P_n=0$  sur le groupe de maille *Freesurf*

Le sol est soumis à la pesanteur.

Le chargement s'effectue en deux phases :

- Initialisation :

Le modèle est purement élastique linéaire et est soumis à son poids propre (condition géostatique). Le coefficient de poussée des terres est  $K_0=1$

- chargement de la fondation :

déplacement vertical  $u_y$  imposé sur le groupe de maille *APPUI* et variant linéairement entre  $t \in [0-200]$  secondes de  $0\text{ cm}$  à  $-20\text{ cm}$  (enfouissement). Le nombre de pas de temps est de  $N=100$

## 1.4 Résultats

On compare la résultante verticale de la force nodale `FORC_NODA_Y` sur la fondation (groupe de mailles *APPUI*) à  $t=200\text{s}$ . A cet instant, on atteint la charge limite de la fondation rigide [1].

Le calcul 2D (modélisation **A**) sert de référence.

## 2 Modélisation A

---

### 2.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation **A** est bidimensionnelle.

Le maillage, raffiné autour de la fondation, comporte 1297 éléments TRIA3.

Le pas de temps est de  $\Delta t = 2 \text{ sec}$ , soit 100 incréments temporels. Le redécoupage du pas de temps est activé en cas de non convergence.

Le critère de convergence global est  $\text{RESI\_GLOB\_RELA} = 10^{-6}$ .

### 2.2 Grandeurs testées et résultats

#### 2.2.1 Valeurs testées

On compare la résultante verticale de la force nodale `FORC_NODA_Y` sur la fondation (groupe de mailles `APPUI`) à  $t = 200 \text{ s}$ . Cette modélisation sert de référence. Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

|                       |                             |
|-----------------------|-----------------------------|
| $t = 200 \text{ sec}$ | Solution de référence       |
| $F_y$                 | $-2,022757350693\text{E}+8$ |

**Tableau 2.2.1-1 : Validation des résultats pour la modélisation A**

## 3 Modélisation B

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation **B** est tridimensionnelle.

Elle est construite à partir d'une extrusion du maillage de la modélisation **A** dans la direction ( $Oz$ ). L'épaisseur dans cette direction est de  $1\text{ m}$  et est constituée d'un seul élément. Le maillage, raffiné autour de la fondation, comporte 1297 éléments TRIA3.

Le pas de temps est de  $\Delta t = 2\text{ sec}$ , soit 100 incréments temporels. Le redécoupage du pas de temps est activé en cas de non convergence.

Le critère de convergence global est  $\text{RESI\_GLOB\_RELA} = 10^{-6}$ .

### 3.2 Grandeurs testées et résultats

#### 3.2.1 Valeurs testées

On compare la résultante verticale de la force nodale  $\text{FORC\_NODA\_Y}$  sur la fondation (groupe de mailles  $\text{APPUI}$ ) à  $t=200\text{ s}$ . La modélisation **A** sert de référence. Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

| $t=200\text{ sec}$ | Solution de référence       | Erreur relative admissible [%] |
|--------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| $F_y$              | $-2,022757350693\text{E}+8$ | 6,E-3                          |

Tableau 3.2.1-1 : Validation des résultats pour la modélisation B

## 4 Références

---

- 1 E. S. Sorensen, *Elasto-plastic strain hardening Mohr-Coulomb Model. Derivation and Implementation into the Finite Element Method using principal stress space*. Master thesis, Aalborg University, 2012.