FORMA40 - Travaux pratiques - formation « Génie Civil » : étude d'une plaque console soumise à la pesanteur et à la flexion

Résumé :

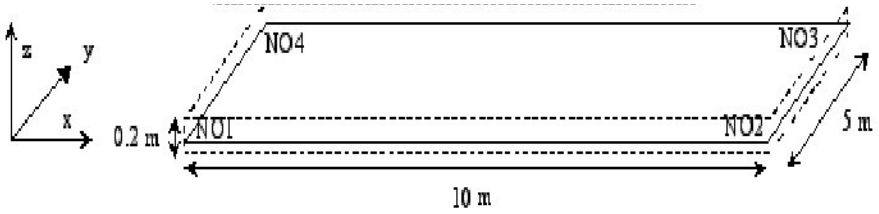
Ce test est un test permettant de débuter avec les calculs en Génie Civil. Il a pour but de représenter une plaque console en béton armé modélisée, soit à l'aide d'une modélisation de plaque (modélisation B) , soit par une modélisation $3D$ (modélisation A), et de s'initier aux post-traitements.

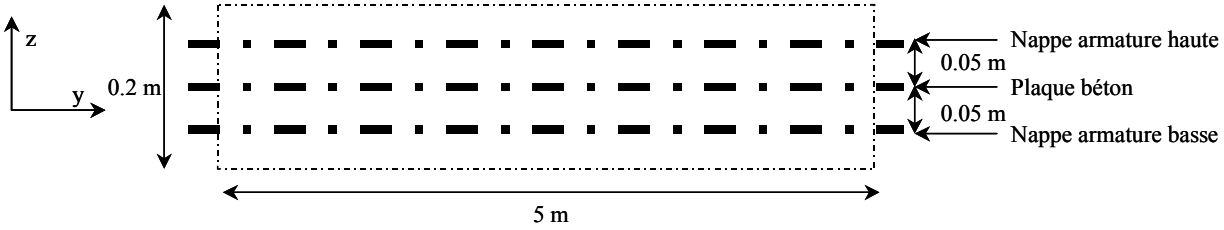
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On cherche à modéliser une console en béton armé de dimension $10\,m \times 5\,m \times 0{,}2\,m$ possédant deux nappes d'armatures longitudinales insérées dans le béton avec $5\,cm$ d'enrobage.





1.2 Propriétés des matériaux

Les aciers et le béton sont supposés élastiques.

Console en béton :

$E = 3 \times 10^{10}\,Pa$,

$\nu = 0{,}0$ pour comparer à la modélisation coque,

$\rho = 2500\,kg/m^3$

Épaisseur de la console : $0.2\,m$;

Nappes d'armature en acier :

$E = 2 \times 10^{11}\,Pa$, $\nu = 0{,}3$, $\rho = 7800\,kg/m^3$

Nappe d'armatures haute : section par mètre linéaire = $0{,}2\,m^2/ml$;
excentrement = $0.05\,m$;
orientation : Ox

Nappe d'armatures basse : section par mètre linéaire = $0{,}2\,m^2/ml$;
excentrement = $-0.05\,m$;
orientation : Ox

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1.3 Conditions aux limites et chargements

Les conditions aux limites et les chargements se décomposent de la manière suivante :
Dans un premier temps, soit entre $t=0$ et $t=1$ les chargements sont les suivants :

- Bord $NO1NO4\ \ (B0X)$ encastré et bord $NO2NO3\ \ (B1X)$ bloqué suivant Oz.
- Pesanteur

Dans un second temps soit entre $t=1$ et $t=2$, on modifie la condition sur le bord pour appliquer un déplacement suivant Oz :

- $DZ=-0,1\,m$ sur le bord $NO2NO3\ \ (B1X)$ (chargement de flexion)

2 Solution de référence

Il s'agit d'un test inspiré du cas-test SSLS132.
Les valeurs de référence sont uniquement des valeurs de non-régression.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation A

3.1 Déroulement du TP

Il s'agit de mener le calcul en modélisant le béton à l'aide d'éléments $3D$ et les armatures en acier avec des éléments GRILLE_MEMBRANE. Le fichier de commandes *Code_Aster* sera généré à l'aide d'AsterStudy.

3.2 Réalisation du maillage

Option en temps limité : on propose de lire le maillage (forma40a.mmed) qui a été réalisé avec un script *Salomé*. Le fichier est récupérable dans le répertoire d'installation de salome_meca (chemin : *XXX/salome_meca/VYYY/tools/Code_aster_stable_ZZZZ/share/aster/tests*).

Option en temps non contraint : l'utilisateur peut réaliser le maillage, en veillant à faire passer le maillage par les surfaces où sont situées les nappes d'armatures.

3.3 Calcul élastique

Il s'agit de définir le fichier le fichier de commandes permettant de réaliser cette étude. Les différentes étapes sont indiquées ci-dessous :

Lire le maillage au format MED (LIRE_MAILLAGE).
Affecter les modélisations aux différents groupes de mailles (AFFE_MODELE / 3D et GRILLE_MEMBRANE).
Définir les caractéristiques des éléments de structures (AFFE_CARA_ELEM, mot-clé GRILLE pour les éléments GRILLE_MEMBRANE) à savoir la section et le repère permettant de définir le repère local.
Définir les propriétés matériaux de l'acier et du béton (DEFI_MATERIAU) et les affecter (AFFE_MATERIAU).
Créer la discrétisation temporelle à l'aide de DEFI_LIST_REEL.
Définir les conditions aux limites et les chargements (AFFE_CHAR_MECA, mots-clés DDL_IMPO et PESANTEUR). Remarque : le chargement sur le bord $B1X$ nécessite de définir une fonction multiplicatrice à l'aide de la commande DEFI_FONCTION qui sera appliqué au chargement via le mot-clé FONC_MULT sous EXCIT ou d'utiliser AFFE_CHAR_MECA_F.
Utiliser STAT_NON_LINE pour le calcul élastique (COMPORTEMENT/RELATION='ELAS') avec la liste d'instant définie précédemment.
Imprimer le résultat au format MED (IMPR_RESU/FORMAT='MED').
Sauvegarder et lancer le calcul.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3.4 Post-traitement

3.4.1 Dépouillement de base avec *Paravis*

Importer le fichier MED dans *Salomé* sous *Paravis.*
Tracer la déformée (filtre *Warp by Vector*).
Visualiser les contraintes aux points de Gauss (filtre ELGA field To Point Gaussian) .
Compléter le fichier de commande en calculant différentes grandeurs intéressantes : déformations (type ELGA ou ELNO), contraintes et/ou déformations équivalentes. Relancer le calcul puis visualiser les différentes grandeurs sous *Salomé*.

3.4.2 Tracer de la courbe force-déplacement dans *Code_Aster*

En reprenant le fichier de commande initial ou en définissant un nouveau *stage*, faire les post-traitements permettant de tracer la courbe force-déplacement.

Calculer les forces nodales à l'aide de la commande CALC_CHAMP.
Récupérer la résultante des efforts appliquées à l'aide de la commande POST_RELEVE_T.
Récupérer le déplacement suivant Z du bord $NO2NO3$ à l'aide de la commande POST_RELEVE_T.
Imprimer les deux tables pour visualiser les informations contenues.
Tracer la courbe force-déplacement au format *XMGRACE* à l'aide de la commande IMPR_FONCTION. Pour cela récupérer les fonctions à tracer à l'aide de RECU_FONCTION en appliquant les filtres nécessaires. (Ne pas oublier de préciser l'unité et de définir le fichier de sortie pour pouvoir visualiser directement la courbe).

3.4.3 Suggestions d'autres post-traitements

Récupérer les déformations le long d'une ligne (par exemple du point $(0,2.5,0)$ au point $(10.,2.5,0)$ à l'aide de la commande MACR_LIGN_COUP. Imprimer la courbe à l'aide de la commande IMPR_TABLE.
Imprimer la contrainte maximale obtenue dans le béton puis dans les aciers à l'aide de la commande POST_RELEVE_T(OPERATION='EXTREMA').

3.5 Grandeurs testées et résultats

Valeur des composantes de contraintes :

Localisation	Identification	Référence	Tolérance
Bord $B1X$	Résultante effort DZ	$3{,}16529\times10^{5}$	$0{,}001$ %
	Contrainte maximale dans la nappe d'acier ACM	$2{,}70282\times10^{6}$	$0{,}001$ %
	Contrainte maximale dans le béton	$1{,}61016\times10^{7}$	$0{,}001$ %

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Modélisation B

4.1 Déroulement du TP

Il s'agit de mener le calcul en utilisant uniquement des éléments de structures à savoir les éléments DKT pour le béton et des éléments GRILLE_EXCENTREE pour les armatures, en générant le fichier de commandes *Code_Aster* à l'aide d'AsterStudy.

4.2 Réalisation du maillage

Réaliser le maillage du béton à l'aide de Salomé. Dupliquer les mailles pour pouvoir représenter les 2 nappes d'armatures.

4.3 Calcul élastique

On définira dans le fichier de commandes ou dans AsterStudy, les différentes commandes nécessaires à la réalisation de cette étude. Les différentes étapes sont indiquées ci-dessous.

Lire le maillage au format MED (LIRE_MAILLAGE).
Affecter les modélisations aux différents groupes de mailles (AFFE_MODELE / DKT et GRILLE_EXCENTREE).
Définir les caractéristiques des éléments de structures (AFFE_CARA_ELEM, mot-clé COQUE pour le béton modélisé par des DKT, mot-clé GRILLE pour les éléments GRILLE_EXCENTREE) .
Définir les propriétés matériau de l'acier et du béton (DEFI_MATERIAU/ ELAS puis AFFE_MATERIAU).
Affecter les conditions aux limites et les chargements (AFFE_CHAR_MECA, mots-clés DDL_IMPO et PESANTEUR).
Créer la discrétisation temporelle à l'aide de DEFI_LIST_REEL.
Utiliser STAT_NON_LINE pour le calcul élastique (COMPORTEMENT/RELATION='ELAS') avec la liste d'instant définie précédemment.
Imprimer le résultat au format MED (IMPR_RESU/FORMAT='MED') .
Lancer le calcul .

4.4 Post-traitement

Post-traiter les informations souhaitées, comme pour le cas $3D$.

4.5 Grandeurs testées et résultats

Valeur des composantes de contraintes :

Localisation	Identification	Référence	Tolérance
Bord $B1X$	Résultante effort DZ	$2{,}95443\times10^{5}$	$0{,}001$ %

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

	Contrainte maximale dans la nappe d'acier ACM	$2,88427\times10^{6}$	$0,001$ %
	Contrainte maximale dans le béton	$2,44314\times10^{7}$	$0,001$ %

Remarque : il est également possible de réaliser cette étude en maillant les armatures explicitement. Dans ce cas, le maillage des armatures doit utiliser les mêmes nœuds que le béton.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)