

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

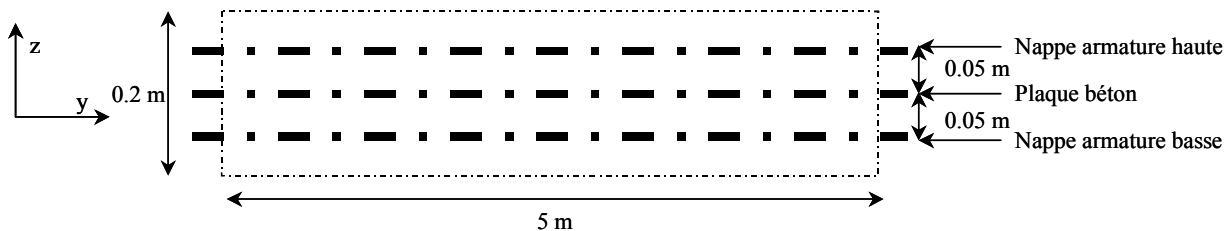
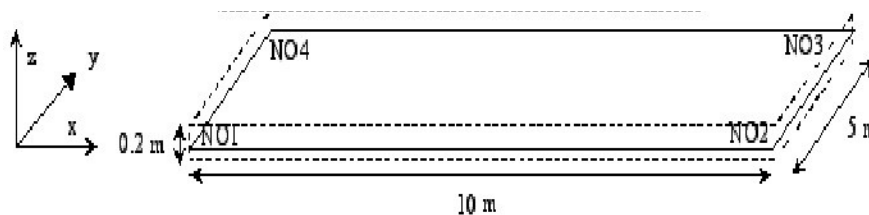
Résumé :

Ce test est un test permettant de débiter 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 β), soit par une modélisation βD (modélisation A), et de s'initier aux post-traitements.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On cherche à modéliser une console en béton armé de dimension $10\text{ m} \times 5\text{ m} \times 0,2\text{ m}$ 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 : $E = 3 \times 10^{10} \text{ Pa}$, $\nu = 0,0$ pour comparer à la modélisation coque,
 $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$

Épaisseur de la console : $0,2\text{ m}$;

Nappes d'armature en acier : $E = 2 \times 10^{11} \text{ Pa}$, $\nu = 0,3$, $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$

Nappe d'armatures haute : section par mètre linéaire = ;
excentrement = $0,05\text{ m}$;
orientation : Ox

Nappe d'armatures basse : section par mètre linéaire = ;
excentrement = $-0,05\text{ m}$;
orientation : Ox

1.3 Conditions aux limites et chargements

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

- Bord $NO1NO4$ ($B0X$) encastré et bord $NO2NO3$ ($B1X$) bloqué suivant Z
- Pesanteur

Dans un second temps (entre $t=1$ et $t=2$) on applique :

- $DZ = -0,1 m$ 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.

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.

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

On définira dans le fichier de commandes, à l'aide d'Eficas lancé dans Salomé 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) ;
Créer les mailles associées aux nappes d'armatures (CREA_MAILLAGE) ; ¹
Définir les propriétés matériau de l'acier et du béton (DEFI_MATERIAU/ ELAS puis AFFE_MATERIAU) ;
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)
Définir les conditions aux limites et les chargements (AFFE_CHAR_MECA, mots-clés DDL_IMPO et PESANTEUR). On propose d'imposer le chargement de flexion dans un second temps. Ce qui nécessite de définir une fonction multiplicatrice à l'aide de la commande DEFI_FONCTION ou d'utiliser AFFE_CHAR_MECA_F ;
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

¹ Dans le cas, où les armatures ne sont placées que dans une direction (comme c'est le cas ici), cette opération n'est pas nécessaire. En revanche, elle est indispensable si vous avez 2 directions. Il est toutefois conseillé d'avoir réalisé l'opération dans Salomé.

3.4 Post-traitement

3.4.1 Dépouillement de base avec Paravis

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

3.4.2 Tracer de la courbe force-déplacement dans Code_Aster

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

calculer les forces nodales à l'aide de la commande <code>CALC_CHAMP</code> ;
recupérer la résultante des efforts appliquées à l'aide de la commande <code>POST_RELEVE_T</code> ;
recupérer le déplacement suivant z du bord <i>N02N03</i> à l'aide de la commande <code>POST_RELEVE_T</code> ;
imprimer les deux tables pour visualiser les informations contenues ;
tracer la courbe force-déplacement au format <i>XMGRACE</i> à l'aide de la commande <code>IMPR_FONCTION</code> . Pour cela récupérer les fonctions à tracer à l'aide de <code>RECU_FONCTION</code> en appliquant les filtres nécessaires. (Ne pas oublier de préciser l'unité et de rajouter un fichier de sortie dans <i>ASTK</i> , 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 <code>MACR_LIGN_COUP</code> . Imprimer la courbe à l'aide de la commande <code>IMPR_TABLE</code> .
Imprimer la contrainte maximale obtenue dans le béton puis dans les aciers à l'aide de la commande <code>POST_RELEVE_T (OPERATION='EXTREMA')</code> .

3.5 Grandeurs testées et résultats

Valeur des composantes de contraintes :

Localisation	Identification	Référence	Tolérance
Bord <i>B1X</i>	Résultante effort <i>DZ</i>	$3,16529 \times 10^5$	0,001 %
	Contrainte maximale dans la nappe d'acier <i>ACM</i>	$2,70282 \times 10^6$	0,001 %
	Contrainte maximale dans le béton	$1,61016 \times 10^7$	0,001 %

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 (<code>LIRE_MAILLAGE</code>).
Définir les propriétés matériau de l'acier et du béton (<code>DEFI_MATERIAU/ ELAS</code> puis <code>AFFE_MATERIAU</code>).
Affecter les modélisations aux différents groupes de mailles (<code>AFFE_MODELE / DKT</code> et <code>GRILLE_EXCENTREE</code>).
Définir les caractéristiques des éléments de structures (<code>AFFE_CARA_ELEM</code> , mot-clé <code>COQUE</code> pour le béton modélisé par des <code>DKT</code> , mot-clé <code>GRILLE</code> pour les éléments <code>GRILLE_EXCENTREE</code>).
Affecter les conditions aux limites et les chargements (<code>AFFE_CHAR_MECA</code> , mots-clés <code>DDL_IMPO</code> et <code>PESANTEUR</code>).
Créer la discrétisation temporelle à l'aide de <code>DEFI_LIST_REEL</code> .
Utiliser <code>STAT_NON_LINE</code> pour le calcul élastique (<code>COMPORTEMENT/RELATION='ELAS'</code>) avec la liste d'instant définie précédemment.
Imprimer le résultat au format MED (<code>IMPR_RESU/FORMAT='MED'</code>).
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 <code>B1X</code>	Résultante effort <code>DZ</code>	$2,95443 \times 10^5$	0,001 %
	Contrainte maximale dans la nappe d'acier <code>ACM</code>	$2,88427 \times 10^6$	0,001 %

Contrainte maximale dans le béton	$2,44314 \times 10^7$	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.