

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

---

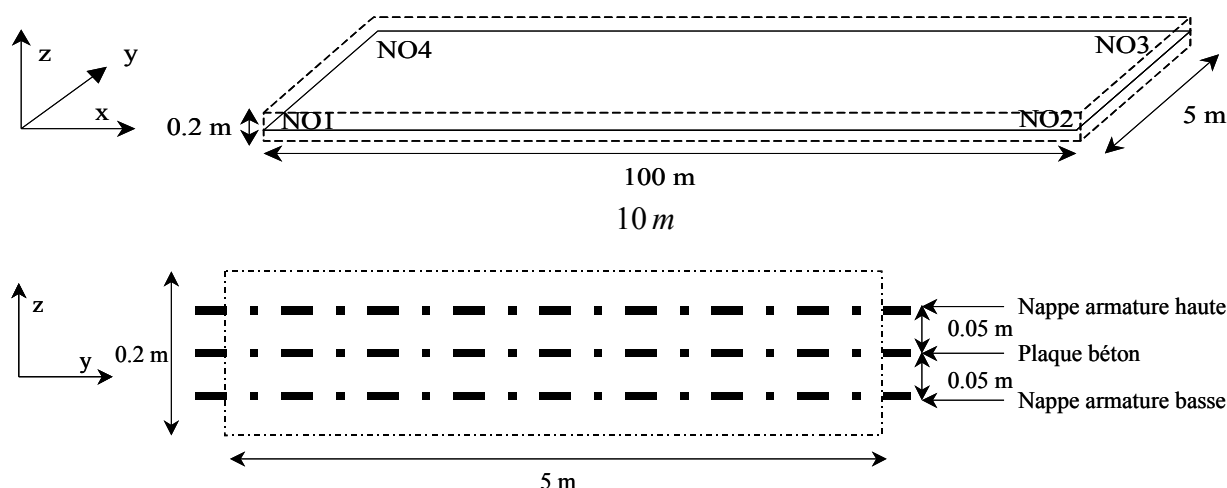
### **Résumé :**

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, soit par une modélisation 3D , 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 insérées dans le béton avec  $5\text{cm}$  d'enrobage.



### 1.2 Propriétés des matériaux

Les aciers et le béton sont supposés élastiques.

**Console en béton :**  $E = 3 \times 10^{10} \text{ Pa}$ ,  $\nu = 0,2$ ,  $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$

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 =  $0,2\text{ m}^2/\text{ml}$  ;  
excentrement =  $0,05\text{ m}$  ;

Nappe d'armatures basse : section par mètre linéaire =  $0,2\text{ m}^2/\text{ml}$  ;  
excentrement =  $-0,05\text{ m}$  ;

### 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 :

- $DZ = -0,1\text{ m}$  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 Déroutement 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'*Eficas*.

### 3.2 Réalisation du maillage

Le maillage pourra être réalisé avec *Salomé*. On suggère ici de définir explicitement les surfaces où seront situées les nappes d'armatures.

Si besoin, le maillage au format MED est fourni.

### 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 ( <code>LIRE_MAILLAGE</code> ) ;
Créer les mailles associées aux nappes d'armatures ( <code>CREA_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 / 3D</code> et <code>GRILLE_MEMBRANE</code> ) ;
Définir les caractéristiques des éléments de structures (mot-clé <code>GRILLE</code> pour les éléments <code>GRILLE_MEMBRANE</code> )
Définir les conditions aux limites et les chargements (mot-clé <code>DDL_IMPO</code> et <code>PESANTEUR</code> sous <code>AFFE_CHAR_MECA</code> ). On propose d'imposer le chargement de flexion dans un second temps. Ce qui nécessite de définir un fonction multiplicatrice à l'aide de la commande <code>DEFI_FONCTION</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>COMP_INCR/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

### 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 <code>ELGA</code> ou <code>ELNO</code> ), 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> ;
récupérer la résultante des efforts appliquées à l'aide de la commande <code>POST_RELEVE_T</code> ;
récupérer le déplacement suivant $Z$ du bord <code>NO2NO3</code> 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 <code>XMGRACE</code> 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 <code>ASTK</code> , 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 (100.,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>BIX</i>	Résultante effort <i>DZ</i>	$3,16529 \times 10^5$	0,001 %
	Contrainte maximale dans le béton	$1,61016 \times 10^6$	0,001 %
	Contrainte maximale dans la nappe d'acier <i>ACP</i>	$2,70282 \times 10^7$	0,001 %

## 4 Modélisation B

### 4.1 Déroutement 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` pour les armatures, en générant le fichier de commandes `Code_Aster` à l'aide d'`Eficas`.

### 4.2 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 ( <code>LIRE_MAILLAGE</code> ).
Créer les mailles associées aux nappes d'armatures ( <code>CREA_MAILLAGE</code> ).
Définir les propriétés matériau de l'acier et du béton ( <code>DEFI_MATERIAU/ ELAS</code> puis <code>AFPE_MATERIAU</code> ).
Affecter les modélisations aux différents groupes de mailles ( <code>AFPE_MODELE / DKT</code> et <code>GRILLE_EXCENTREE</code> ).
Définir les caractéristiques des éléments de structures (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 (mot-clé <code>DDL_IMPO</code> et <code>PESANTEUR</code> sous <code>AFPE_CHAR_MECA</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>COMP_INCR/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 .

### 4.3 Post-traitement

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

### 4.4 Grandeurs testées et résultats

Valeur des composantes de contraintes :

Localisation	Identification	Référence	Tolérance
Bord <i>BIX</i>	Résultante effort <i>DZ</i>	$2,95443 \times 10^5$	0,001 %
	Contrainte maximale dans le béton	$2,88427 \times 10^6$	0,001 %
	Contrainte maximale dans la nappe d'acier <i>ACP</i>	$2,44314 \times 10^7$	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.