SSLX103 – Flexion d'une poutre en béton armé 3D avec armatures modélisées par des barres

Résumé :

L'objectif de ce test est de valider la modélisation des aciers par des éléments barres linéaires SEG2 dans du béton modélisé par des éléments volumiques quadratiques.
On compare deux modélisations :

- un élément volumique quadratique contient un élément barre linéaire
- un élément volumique quadratique contient deux éléments barres linéaires

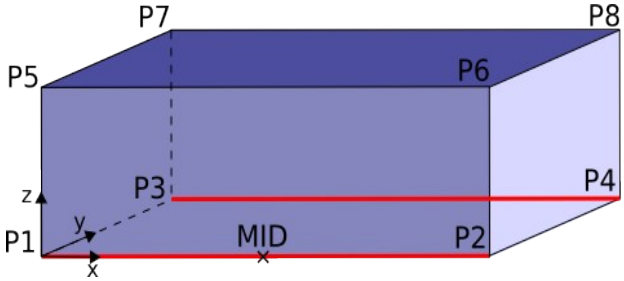
à un calcul de référence où les éléments barres sont quadratiques obtenus avec Castem.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On considère une poutre en béton de longueur $l=5\,m$ et de section carrée de $w=h=1\,m$ de coté. Elle contient deux armatures longitudinales $P1P2$ et $P3P4$. La section des deux barres est de $0{,}003\,m^2$.



1.2 Propriétés du matériau

Le matériau béton est élastique isotrope avec les propriétés suivantes :
- $E=30\,GPa$
- $\nu=0.2$

Le matériau acier est élastique isotrope avec les propriétés suivantes :
- $E=200\,GPa$
- $\nu=0.25$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Le bord $P1P3P7P5$ est bloqué.
On impose un déplacement de $0{,}001\,m$ suivant la direction z au bord $P2P4P8P6$.

1.4 Conditions initiales

Néant

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

2 Solution de référence

Il s'agit de valider l'utilisation d'éléments linéaires pour représenter les aciers présents dans du béton représenté par des éléments volumiques.

Deux modélisations sont possibles :

- Modélisation A : un élément volumique quadratique contient un élément barre linéaire. Les nœuds milieu des éléments volumiques quadratiques ne sont pas reliés aux barres (L) .
- Modélisation B : un élément volumique quadratique contient deux éléments barres linéaires. Tous les nœuds volumiques sont reliés à des nœuds des aciers (LL) .

La solution de référence a été obtenue avec CASTEM 2000. Le maillage utilisé contient le même nombre de mailles mais les éléments barres modélisant les armatures sont quadratiques (Q) .

Les résultats en terme de contrainte dans le béton, déplacement et effort dans l'acier sont comparés.

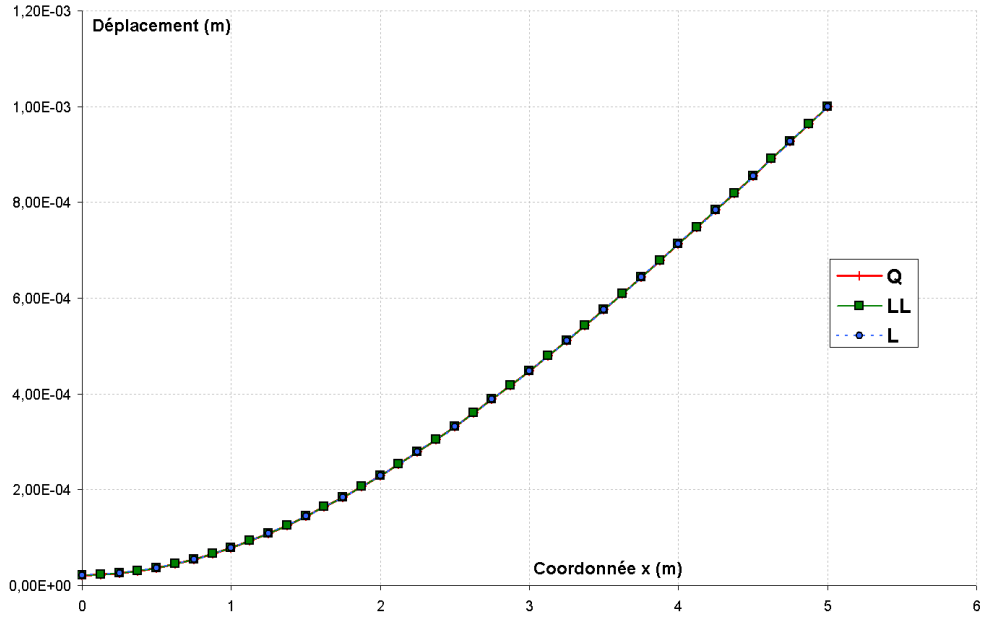


Illustration 1: Déplacement le long de la poutre

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

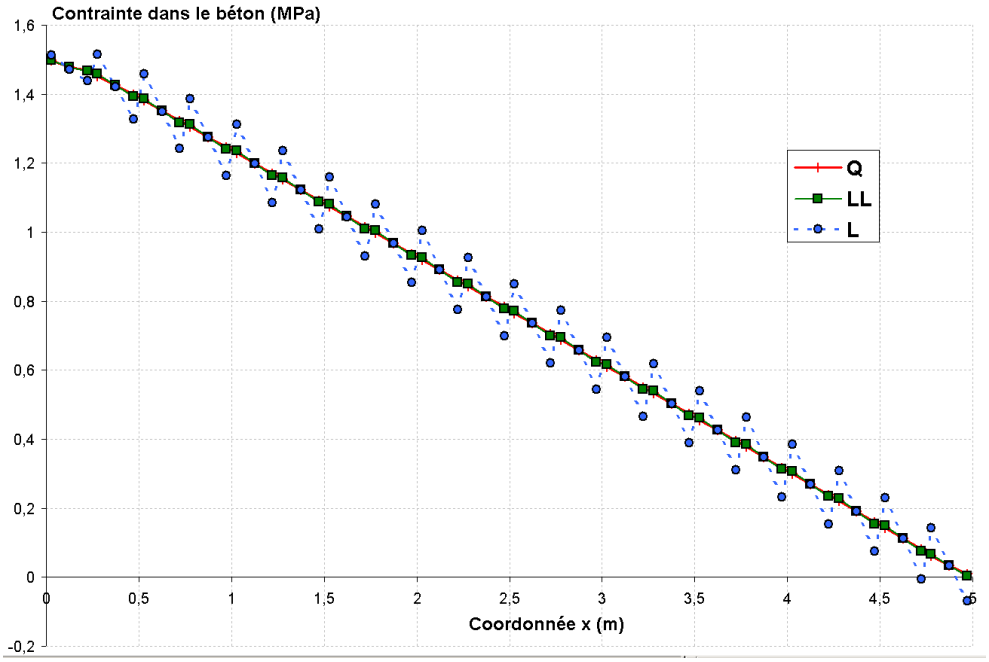


Illustration 2: Contraintes dans le béton

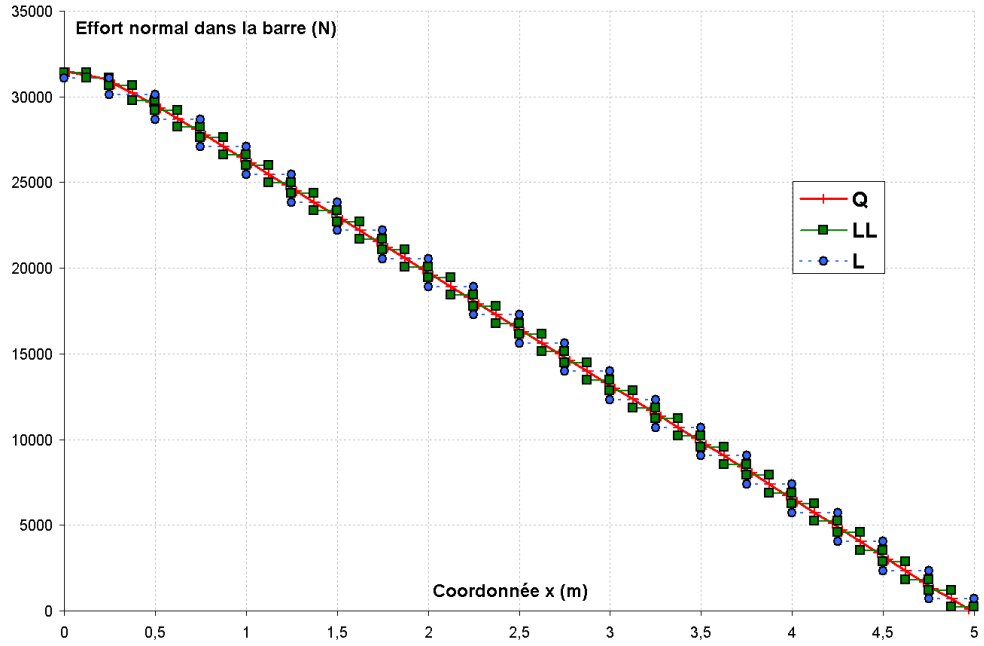


Illustration 3: Effort dans la barre

Il en résulte que la modélisation B (LL) est très proche du modèle Castem quadratique Q . La modélisation A (L) n'est pas suffisante et on peut observer des oscillations sur les contraintes dans le béton.
Le modèle (LL) est donc préconisé pour la modélisation d'éléments barres en conjonction avec des éléments quadratiques volumiques.

2.1 Références bibliographiques

[1] NECS. NOTE D'ETUDE : Étude de la modélisation béton armé : maille de béton quadratique avec élément barre linéaire . N001_A301_2012_ET_EDF. 2012.

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

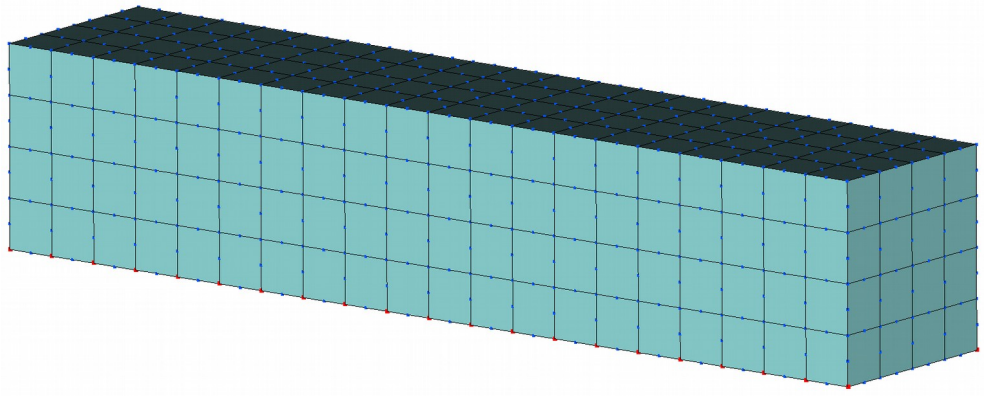
3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise les modélisations 3D et BARRE.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 320 éléments de type HEXA20 et 40 éléments de type SEG2.



3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste le déplacement, les contraintes dans le béton et l'effort dans la barre $P1P2$ au milieu de la poutre.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Point MID - DZ	'SOURCE EXTERNE'	3.31642E-04	1%
Point MID - DZ	'NON_REGRESSION'	3.3164387632833E-04	0.1%
Elément 755 - $SIXX$ point 19	'SOURCE EXTERNE'	7.65317E+05	12%
Elément 755 - $SIXX$ point 19	'NON_REGRESSION'	8.4944649489882E+05	0.1%
Elément 11 - N	'SOURCE EXTERNE'	16260	5%
Elément 11 - N	'NON_REGRESSION'	15620.717115628	0.1%

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

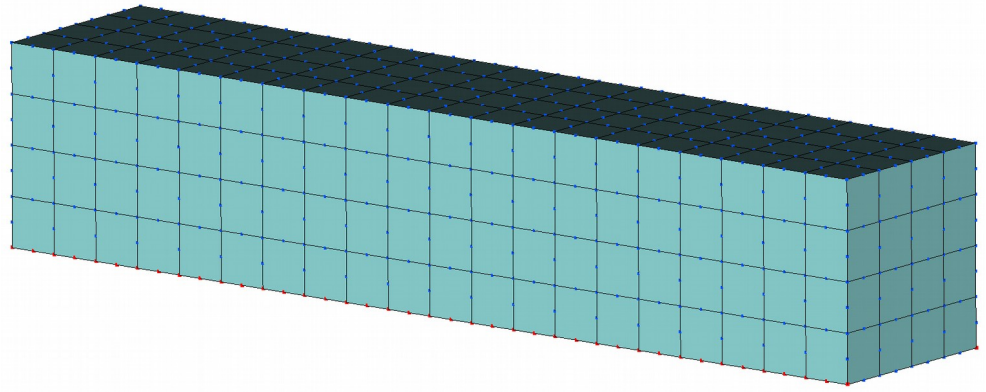
4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise les modélisations 3D et BARRE.

4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 320 éléments de type HEXA20 et 80 éléments de type SEG2.



4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste le déplacement dans le coin haut gauche de la plaque.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Point MID - DZ	'SOURCE EXTERNE'	3.31642E-04	1%
Point MID - DZ	'NON_REGRESSION'	3.3164387632833E-04	0.1%
Elément 795 - $SIXX$ point 19	'SOURCE EXTERNE'	7.65317E+05	1%
Elément 795 - $SIXX$ point 19	'NON_REGRESSION'	7.7144384489479E+05	0.1%
Elément 21 - N	'SOURCE EXTERNE'	16260	1%
Elément 21 - N	'NON_REGRESSION'	16131.31000564	0.1%

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

5 Synthèse des résultats

On constate que la modélisation B (LL) est très proche du modèle Castem quadratique Q . La modélisation A (L) n'est pas suffisante et on peut observer des oscillations sur les contraintes dans le béton.

Utiliser deux éléments linéaires par éléments volumiques est donc préconisé pour la modélisation du béton armé .

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