

---

## SSNP166 - Poutre entaillée en flexion trois points

---

### Résumé :

L'étude de ce problème permet de caractériser l'énergie nécessaire à la propagation d'une fissure dans une poutre en béton. Il permet de valider la loi de comportement `CZM_EXP_MIX` par comparaison à l'expérience du comportement global Force-Déplacement d'une poutre entaillée sur deux appuis simple.

Il correspond à l'un des essais expérimentaux de la thèse de Per-Erik Peterson [bib1].

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

Pour valider la loi cohésive `CZM_EXP_MIX` plus spécifique aux matériaux quasi-fragiles, on modélise une poutre entaillée en béton soumise à de la flexion 3 points, en s'appuyant sur les données expérimentales de la thèse de P.-E. Peterson [bib1]. Cet essai fait en effet partie des références expérimentales les plus fréquentes pour valider les modèles d'endommagement surfacique ou volumique du béton.

Une poutre de longueur  $2\text{ m}$ , de hauteur  $200\text{ mm}$  et d'épaisseur  $50\text{ mm}$ , entaillée en son milieu sur  $100\text{ mm}$  (la moitié de la hauteur de la poutre) est en appui simple sur ses deux extrémités.

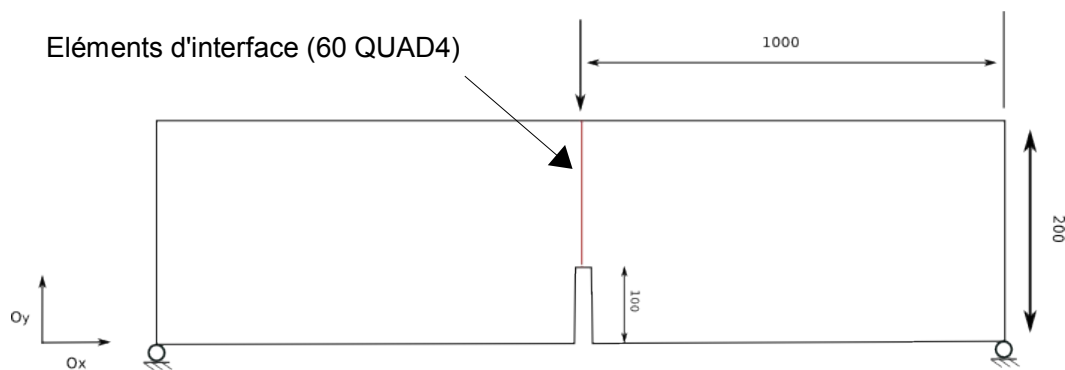


Figure 1 : Représentation de la Poutre en flexion 3 points. L'épaisseur est de  $50\text{ mm}$

### 1.2 Propriétés du matériau

La loi utilisée est la loi `CZM_EXP_MIX`.

Les paramètres matériaux sont définis sous les mot-clés `RUPT_FRAG` ou `RUPT_FRAG_FO`

Module d'Young:  $E = 30\text{ GPa}$

Coefficient de Poisson  $\nu = 0.2$

Densité d'énergie de surface critique  $G_c$  : `GC = 137 N/m`

contrainte critique  $\sigma_c$  : `SIGM_C = 3,3 MPa`

Pénalisation du lagrangien `PENA_LAGR = 300`

Rigidité du glissement `RIGI_GLIS = 10` (valeur par défaut)

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

**Encastrement** : Les déplacements imposés suivant  $Oy$  sont nuls aux 2 points d'appuis (`GROUP_NO` : `CL1` et `CL2`). On bloque le déplacement suivant  $Ox$  sur l'un des deux appuis.

**Déplacement** : On applique un déplacement imposé suivant  $Oy$  au dessus de la fissure (`GROUP_NO` : `Dpl`).



## 2 Solution de référence

### 2.1 Résultat Expérimental

La solution de référence est la courbe expérimentale issue de la thèse de Peterson [1] visible sur la Figure 2. Il s'agit de la force exercée sur la poutre en fonction du déplacement du centre de la poutre suivant l'axe Oy

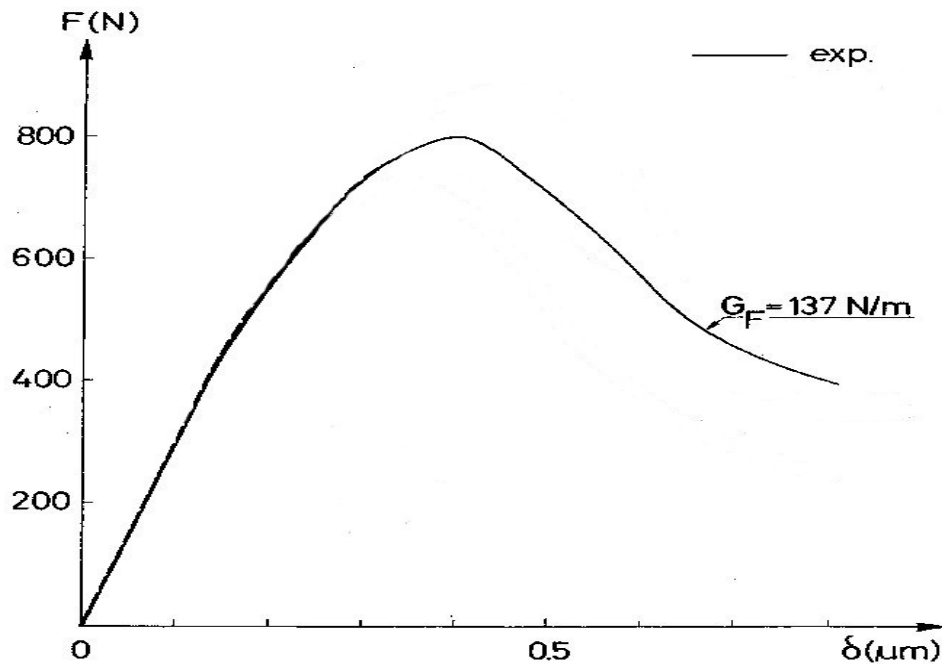


Figure 2 : Résultats expérimentaux pour deux types de béton [1]

#### Remarque :

La Figure 2 est un graphe extrait de la Thèse de P-E. Petersson. Elle comporte une erreur sur l'échelle en déplacement. L'ouverture est en millimètre et non en micromètre.

### 2.2 Référence Bibliographique

- [1] Thèse de Per-Eric Petersson : « Crack growth and development of fracture zones in plain concrete and similar materials »

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation en déformations planes `D_PLAN` pour l'élément élastique et `PLAN_INTERFACE` pour les éléments d'interface



Figure 3 : Maillage la poutre

### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 3000  
1400 TRIA3  
67 QUAD4

### 3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la force résultante et l'ouverture de la fissure à deux instants : incrément 9 près du pic et incrément 15 dans la zone post-pic.

Grandeur testée	Référence	Tolérance ( % )
Force à l'incrément 9	7,78D+02	0,46
Ouv à l'incrément 9	3.65D-01	6e-3
Force à l'incrément 15	5.92D+02	1,08
Ouv à l'incrément 15	6.07D-01	0,08

## 4 Synthèse des résultats

---

La loi exponentielle permet de retrouver le pic de l'essai expérimental avec une erreur inférieure à 2 % ainsi que la courbe post-pic contrairement à une loi cohésive linéaire.