

Manuel de Validation**Fascicule V6.03 : Statique non linéaire des systèmes plans****Document : V6.03.126**

SSNP126 - Validation de la loi de comportement JOINT_BA (liaison acier- béton) en 2D plan

Résumé :

Validation de la loi de comportement JOINT_BA de la liaison acier – béton en utilisant l'élément de joint 2D plan. Cet élément joint est encastré en deux nœuds et lié à un élément cube avec les caractéristiques d'un matériau élastique quelconque. En appliquant un chargement monotone en glissement sur l'élément cube, on vérifie la dégradation de l'interface, ainsi que le passage des petites déformations au début de l'expérience, aux grands glissements observables à partir du pic de la résistance de la liaison. Dans ce cas test, les paramètres utilisés ne correspondent pas aux données d'un cas expérimental particulier. Cependant, la validation est effectuée par comparaison avec des résultats obtenus avec le code FEAP du Professeur Taylor, de Berkeley, logiciel dans lequel cette formulation a été implantée.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

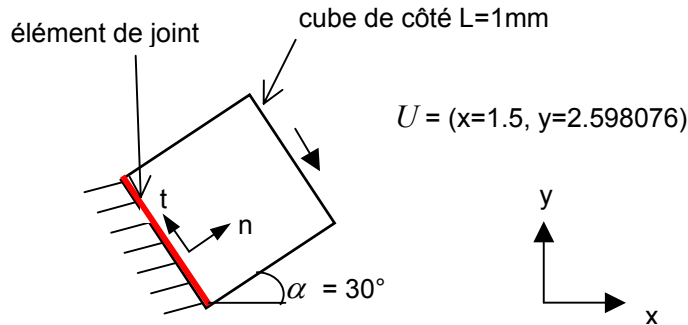


Figure 1.1-a : Géométrie et conditions aux limites

1.2 Propriétés du matériau

Cube : élastique

$$E = 2.1 \times 10^{+6} \text{ MPa}, \nu = 0$$

Élément de joint :

- loi de comportement ELAS avec les paramètres suivants :
 $E = 2.1 \times 10^{+6} \text{ MPa}, \nu = 0$
- loi de comportement JOINT_BA avec les paramètres suivants :

– Paramètres initiaux :

coefficient de pénétration : $H_{pen} = 0.64 \text{ mm}$ (mot clé : HPEN)

module de rigidité : $G_{lia} = 6.65 \times 10^{+3} \text{ MPa}$ (mot clé : GTT)

– Paramètres d'endommagement tangentiel :

seuil de déformation élastique : $\varepsilon_\gamma^0 = 5 \times 10^{-4}$ (mot clé : GAMD0)

coefficient d'endommagement région 1 : $Ad_1 = 1.0$ (mot clé : AD1)

coefficient d'endommagement région 1 : $Bd_1 = 0.5$ (mot clé : BD1)

seuil des grands glissements : $\varepsilon_\gamma^2 = 9.6 \times 10^{-1}$ (mot clé : GAMD2)

coefficient d'endommagement région 2 : $Ad_2 = 6 \times 10^{-5} \text{ MPa}^{-1}$ (mot clé : AD2)

coefficient d'endommagement région 2 : $Bd_2 = 1.0$ (mot clé : BD2)

- Paramètres pour le frottement des fissures et confinement :

frottement :	γ	= 10.0 MPa	(mot clé : VIFROT)
écrouissage cinématique :	α	= 4×10^{-1} MPa ⁻¹	(mot clé : FA)
confinement :	c	= 1.0	(mot clé : FC)

- Paramètres d'endommagement normal :

déformation normale critique (ouverture) :	ε_N^0	= 9×10^{-1}	(mot clé : EPSTRO)
coefficient d'endommagement normal :	Ad_N	= 1×10^{-9} MPa ⁻¹	(mot clé : ADN)
coefficient d'endommagement normal :	Bd_N	= 1.5	(mot clé : BDN)

1.3 Conditions aux limites et chargements

Déplacements imposés nuls sur la face gauche de l'élément de joint.

Le chargement mécanique est imposé sous forme de déplacements imposés sur la face droite du cube en incréments de $0.01 * U$ à chaque pas de temps, de 0 à 300.

1.4 Remarque

- La loi de comportement de l'élément de joint est donnée localement (repère (n, t)), les calculs du système sont effectués dans le repère global (x, y). Le changement de base a été pris en compte dans les calculs. Le cas test a été développé avec une rotation de 30° dans le but de valider ce changement de base.

2 Solution de référence

Il s'agit d'une comparaison code-code. La référence utilisée est le code FEAP version 7.4 du Professeur R. L. Taylor, de l'Université de Californie, Berkeley. Les résultats ont été obtenus avec les mêmes paramètres géométriques et matériels, ainsi que la même discrétisation en temps.

3 Bibliographie

- [1] TAYLOR R.L. – FEAP : A Finite Element Analysis Program ® version 7.4. User, Theory, Programmer & Example Manuals - University Of California at Berkeley, USA, December 2000.

4 Modélisation A

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation en déformations planes (mot clé D_PLAN) pour le cube de côté 1.
Modélisation fissure plane (mot clé PLAN_JOINT) pour l'élément de joint.

Le cube est un QUAD4.

L'élément de joint est un QUAD4 dégénéré (nœuds confondus).

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 6

Nombre et type de mailles : 2 QUAD4.

4.3 Fonctionnalités testées

La loi de comportement JOINT_BA version locale en 2D.

Commandes	Options		
DEFI_MATERIAU	JOINT_BA	HPEN GTT GAMD0 AD1 BD1 GAMD2 AD2 BD2 VIFROT FA FC EPSTR0 ADN BDN	
STAT_NON_LINE	COMP_INCR	RELATION	JOINT_BA

5 Résultats de la modélisation A

5.1 Grandeurs testées et résultats

On teste les composantes yy et xy de l'élément qui correspondent aux composantes normale et tangentielle de la loi locale de comportement dans l'interface, à partir du champ de contraintes SIEF_ELGA ainsi que la valeur de l'endommagement D_T (qui correspond à la deuxième variable du champ VARI_ELGA). Les valeurs sont testées au point de Gauss 1 de l'élément joint, à 4 pas de temps différents : au début de chargement, pendant la phase de croissance de l'endommagement, après le pic de la résistance maximale de la liaison et à la fin du chargement.

Champ SIEF_ELGA composante SIGN

Identification	Référence	Code_Aster	% différence
Pour un déplacement imposé $U_{TT} = 0.2 \text{ mm}$	-9.94080 E-02	-1.00976 E-01	1.577
Pour un déplacement imposé $U_{TT} = 0.8 \text{ mm}$	-1.54560 E-01	-1.52328 E-01	-1.444
Pour un déplacement imposé $U_{TT} = 1.2 \text{ mm}$	-1.44060 E-01	-1.47200 E-01	2.180
Pour un déplacement imposé $U_{TT} = 3.0 \text{ mm}$	-1.06920 E-01	-1.06914 E-01	-0.006

Champ SIEF_ELGA composante SITX

Identification	Référence	Code_Aster	% différence
Pour un déplacement imposé $U_{TT} = 0.2 \text{ mm}$	-7.58900 E+00	-7.65768 E+00	0.905
Pour un déplacement imposé $U_{TT} = 0.8 \text{ mm}$	-1.17960 E+01	-1.15521 E+01	-2.068
Pour un déplacement imposé $U_{TT} = 1.2 \text{ mm}$	-1.09950 E+01	-1.11632 E+01	1.530
Pour un déplacement imposé $U_{TT} = 3.0 \text{ mm}$	-8.15940 E+00	-8.10802 E+00	-0.630

Champ VARI_ELGA composante v2 (variable d'endommagement tangentiel)

Identification	Référence	Code_Aster	% différence
Pour un déplacement imposé $U_{TT} = 0.2 \text{ mm}$	9.97203 E-01	9.97203 E-01	-2.19 E-05
Pour un déplacement imposé $U_{TT} = 0.8 \text{ mm}$	9.98948 E-01	9.98915 E-01	-0.003
Pour un déplacement imposé $U_{TT} = 1.2 \text{ mm}$	9.99369 E-01	9.99309 E-01	-0.006
Pour un déplacement imposé $U_{TT} = 3.0 \text{ mm}$	9.99854 E-01	9.99821 E-01	-0.003

6 Synthèse des résultats

La comparaison des résultats issus du *Code_Aster* et ceux obtenus numériquement par le code FEAP du Professeur Taylor de Berkeley sont satisfaisants (l'écart maximum est de 2.18% sur les contraintes).

L'objectif de la modélisation est de tester la stabilité de la loi de comportement en utilisant les éléments joints déjà existants dans le *Code_Aster* : on peut considérer que l'implantation de la loi est correcte. Cependant, étant donné que la résistance maximale de la liaison entre les armatures d'acier et le béton est atteinte au-delà du cadre des petites déformations, il faut faire attention au choix des incréments de temps notamment lorsque JOINT_BA est utilisée en combinaison avec d'autres lois de comportement non- linéaires (loi MAZARS, par exemple).