

Manuel de Validation**Fascicule V6.02 : Statique non linéaire des structures linéiques****Document : V6.02.101**

SSNL101 - Comportement non-linéaire d'un élément d'armement de ligne

Résumé :

On considère dans ce test, 1 élément discret à 2 nœuds soumis à un effort transversal en analyse statique non linéaire.

L'élément a un comportement régi par une relation non linéaire exprimée en effort et déplacement unidirectionnel dans la direction transversale et locale y .

L'intérêt du test est de simuler de manière exhaustive les trajets de chargement possible, en charge et décharge, dans chacun des domaines de la relation de comportement : élastique, plastique et ultime.

La dimension réduite du problème à 1 inconnue (le déplacement transversal de l'extrémité) permet d'avoir comme solution le résultat d'1 expression algébrique exactement retrouvée par *Aster*.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

1 élément discret de taille nulle à 2 nœuds.

Repère local = repère global.

1 matrice de rigidité 'K_TR_D_L' affectée par défaut :

1.6 N/m en translation, 1.9 N/m en rotation.

Les caractéristiques de rigidité selon la direction locale y (ici égale à l'axe global Y) sont modifiées par une relation de comportement de type 'ARME' en effort-déplacement introduite par un matériau caractéristique.

1.2 Propriétés de matériaux

Liées à un comportement incrémental 'ARME' à 5 paramètres : d_e (mot-clé 'DLE') = 0.048 m, d_l ('DLP') = 0.7 m, K_{el} ('KYE') = 1.67 E4 N/m, K_{pl} ('KYP') = 2.9 E3 N/m, K_G ('KYG') = 1 E6 N/m.

" d_e " déplacement limite du domaine élastique,

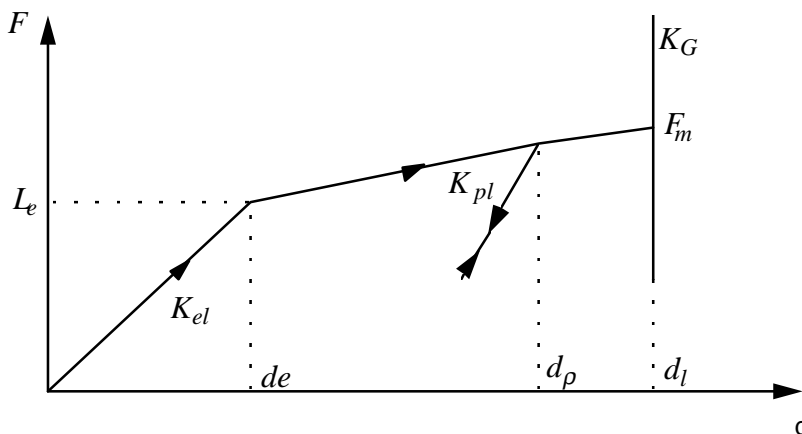
" d_l " déplacement limite du domaine plastique,

" K_{el} " pente du domaine élastique,

" K_{pl} " pente du domaine plastique,

" K_G " pente ultime,

Comportement d'un bras d'armement en sollicitation longitudinale



$$d_e = 0.048 \text{ m}, d_l = 0.7 \text{ m}, L_e = 800 \text{ N}, F_m = 2800 \text{ N}$$

Comportement unidirectionnel en force-déplacement à 1 variable interne : $d_p - d_e$ défini par 5 paramètres : d_e , d_l , K_{el} , K_{pl} et K_G .

Affecté à un élément discret à 2 nœuds.

1.3 Conditions aux limites et chargements

Encastrement en un des 2 nœuds.

Force imposée dans la direction locale y (= globale Y) sur le second nœud, par incréments de charge. Un incrément unitaire valant 500 N.

1.4 Conditions initiales

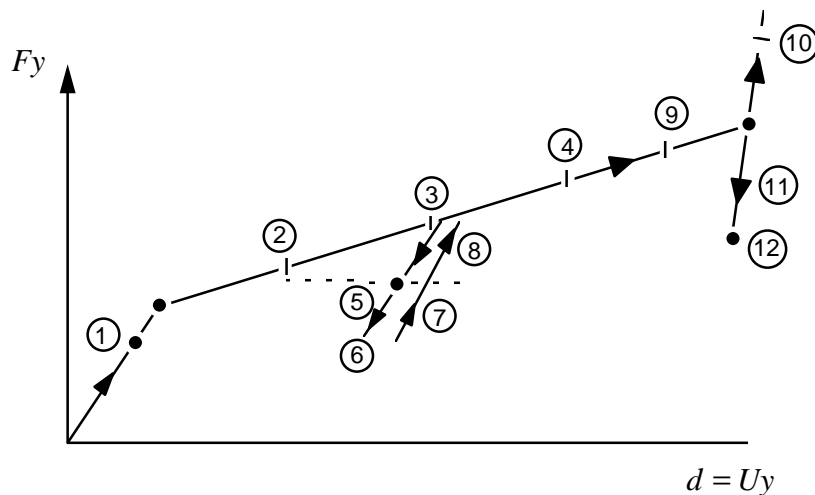
Déplacements, efforts et variables internes nuls.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

On reproduit sur un élément un parcours de chargement dans chacun des 3 domaines (élastique, plastique, limite) d'une relation de comportement unidirectionnelle (direction locale y). Les paramètres sont décrits sur la figure 1 jointe.

Le trajet de charge comporte 12 étapes ainsi définies :



2.2 Résultats de référence

Calculs directs sur la courbe limite de la relation de comportement :

$$F_y = k_{el} \cdot U_y \quad \text{si } U_y < d_e$$

$$F_y = k_{el} \cdot d_e + k_{pl}(U_y - d_e) \quad \text{si } U_y \in [d_e, d_l]$$

$$\text{Vari} = U_y - d_e$$

$$\text{Varimax} = d_l - d_e$$

$$F_y = k_{el} \cdot d_e + k_{pl}(d_l - d_e) + k_G(U_y - d_l) \quad \text{si } \text{Vari} = \text{Varimax}$$

2.3 Incertitude sur la solution

Solution exacte : F_y imposée et U_y déduit directement des relations en [§2.2].

2.4 Références bibliographiques

- [1] Note HM-77/94/368, G. DEVESA. "Etude dynamique de rupture de conducteur et de décharge de givre sur une ligne expérimentale à moyenne tension".

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Un élément DIS_TR_L à 2 nœuds de taille nulle (idem [§1.1]).

Un nœud N2 : on bloque tout.

Un nœud N3 : on impose F_y par pas de 500 N avec la carte de temps :

t	0.	4.	6.	10.	12.
F(t)	0.	4.	2.	6.	4.

3.2 Caractéristiques du maillage

1 SEG2.

2 nœuds.

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes	Mot-clé facteur	Mot-clé	Clé
DEFI_MATERIAU	ARME	KYE, DLE, DYP, DLP, KYG	[U4.23.01]
STAT_NON_LINE	COMP_INCR	RELATION: 'ARME'	[U4.32.01]

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
Déplacement Uy : Nœud N3, Ordre 2 ($F_y = 1000$)	$1.1641 \cdot 10^{-1}$	idem	0
Déplacement Uy : Nœud N3, Ordre 8 ($F_y = 2000$)	$4.6124 \cdot 10^{-1}$	idem	0
Déplacement Uy : Nœud N3, Ordre 10 ($F_y = 3000$)	$7.0030 \cdot 10^{-1}$	idem	0
Variable interne 1 : Ordre 2 ($F_y = 1000$)	$6.8414 \cdot 10^{-2}$	idem	0
Variable interne 1 : Ordre 8 ($F_y = 2000$)	$4.13241 \cdot 10^{-1}$	idem	0
Variable interne 1 : Ordre 10 ($F_y = 3000$)	$0.52 \cdot 10^{-1}$	idem	0

4.2 Remarques

Générale :

Le comportement 'ARME' est utilisable également en Analyse dynamique non-linéaire mais n'est pas testé.

4.3 Paramètres d'exécution

Version : 3.03.07

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire : 8 MW

Temps CPU User : 9.1 secondes

5 Synthèse des résultats

La dimension réduite du problème permet de n'avoir qu'une inconnue, le déplacement transversal U_y lié à la variable interne, solution exacte calculable par une expression algébrique et retrouvée par Aster à l'identique.