

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 une inconnue (le déplacement transversal de l'extrémité) permet d'avoir comme solution le résultat d'une expression algébrique exactement retrouvée par Aster.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Un élément discret de taille nulle à 2 nœuds.

Repère local = repère global.

Une matrice de rigidité $K_{TR_D_L}$ affectée par défaut :

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

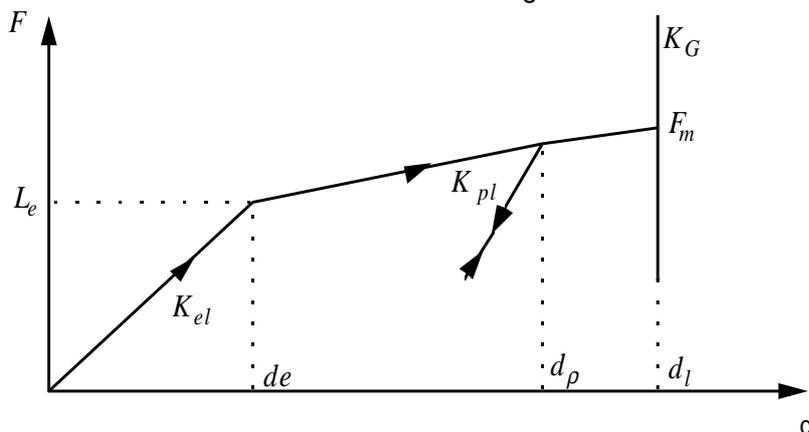
Les caractéristiques de rigidité selon la direction locale y (ici égale à l'axe global Y) sont modifiées par une relation de comportement de type ARME en effort-déplacement introduite par un matériau caractéristique.

1.2 Propriétés de matériaux

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



$$d_e = 0.048 m, \quad d_l = 0.7 m, \quad L_e = 800 N, \quad F_m = 2800 N$$

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 (identique au Y global) sur le second nœud, par incréments de charge. Un incrément unitaire valant $500 N$.

1.4 Conditions initiales

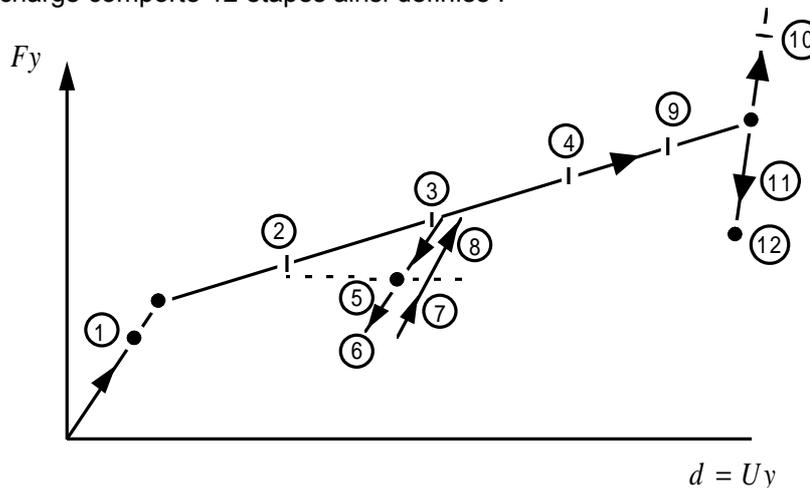
Déplacements, efforts et variables internes nuls.

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 :

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

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

$$Vari = U_y - d_e$$

$$Varimax = d_l - d_e$$

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

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

Note HM-77/94/368, G. DEVESA. "Étude 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 Grandeurs testées et résultats

Identification	Référence	Aster	% différence
Déplacement Uy : Nœud N3, Ordre 2 ($F_y = 1000\text{N}$)	1.16E-001	idem	0
Déplacement Uy : Nœud N3, Ordre 8 ($F_y = 2000\text{N}$)	4.61E-001	idem	0
Déplacement Uy : Nœud N3, Ordre 10 ($F_y = 3000\text{N}$)	7.00E-001	idem	0
Variable interne 1 : Ordre 2 ($F_y = 1000\text{N}$)	6.84E-002	idem	0
Variable interne 1 : Ordre 8 ($F_y = 2000\text{N}$)	4.13E-001	idem	0
Variable interne 1 : Ordre 10 ($F_y = 3000\text{N}$)	5.20E-002	idem	0

3.4 Remarques

Générale :

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

4 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.