# SSNL116 - Tronçon de câble à isolation gazeuse

**Résumé :**

Le problème est quasi-statique non linéaire en mécanique des structures.

On analyse le comportement d'un tronçon de câble à isolation gazeuse, enfoui à une faible profondeur modélisé par des barres. L'interaction avec le sol est prise en compte par des éléments de barre à comportement non linéaire. Dans le sens vertical, ce comportement est asymétrique.

Une seule modélisation met en œuvre ce câble à isolation gazeuse (C.I.G.), dont le maillage est obtenu par un programme fortran associé au test.

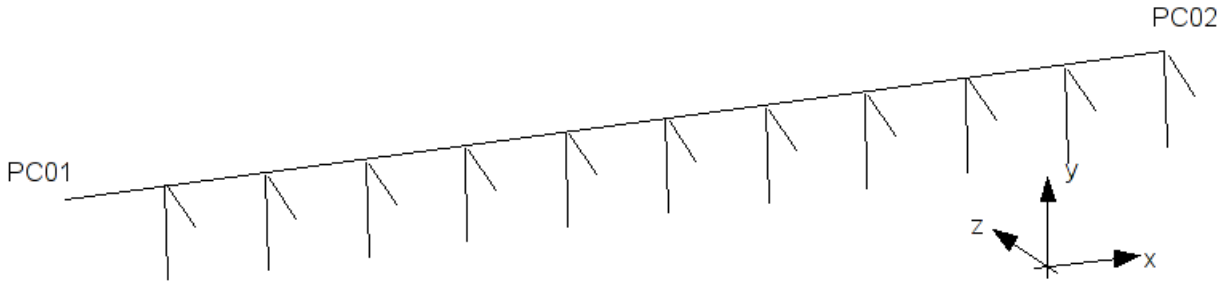


Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 1 Problème de référence

## 1.1 Géométrie

Un tronçon de C.I.G (correspondant à une expérience effectuée sur le site des Renardières). Le câble est modélisé par des éléments de poutre multifibre d'Euler . Pour modéliser le comportement du sol, à chaque maille de la ligne, on associe 6 barres : 3 en chaque nœud de la maille. En chaque nœud, une barre est orientée dans la même direction que le C.I.G, et permet de prendre en compte les efforts axiaux du sol sur le C.I.G. Un barre est orientée suivant la verticale, et permet de prendre en compte l'action (asymétrique) du sol suivant la verticale. La troisième est orientée de façon à compléter le trièdre.




Les caractéristiques des sections sont :
- Éléments de POUTRE : section circulaire, Rayon extérieur 0.25765, épaisseur 0.01
- Éléments de BARRE : section quelconque, d'aire $A=1$ (sans signification physique)

## 1.2 Propriétés de matériaux

| | | |
|---|---|---|
| C.I.G | | |
| élasticité | $E=7.2\text{E}10\ Pa$<br>$\nu=0,3$ | $\alpha=22.4\text{E}-6$ |
| plasticité des poutres avec écrouissage | $D_SIGM_EPSI=0.$ | $SY=75.E6$ |
| Barres horizontales | | |
| élasticité | $E=5000000.\text{Pa}$<br>$\nu=0,3$ | $\alpha=0.$ |
| Écrouissage linéaire | $D-SIGM-EPSI=1000000\ Pa$ | $SY=5000.\ Pa$ |
| Barres verticales | | |
| élasticité | $E=5000000.\text{Pa}$<br>$\nu=0,3$ | $\alpha=0.$ |
| Écrouissage linéaire | $DT_SIGM_EPSI=1000000.$<br>$DC-SIGM-EPSI=1000000.$ | $SY_C=10000.0$<br>$SY_T=5000.0000000000$ |

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

Les extrémités (non connectées au CIG) de toutes les barres sont bloquées. Le point $PC01$ est encastré. Le point $PC02$ a tous ses degrés de liberté bloqués, sauf $DZ$ pour lequel on impose l'histoire de déplacement suivante :



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

| 12Instant | $DZ(m)$ |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 1 | -0.004 |
| 2 | -0.004 |
| 3 | 0.002 |
| 4 | 0.002 |

# 2 Solution de référence

## 2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Solution de non régression.

## 2.2 Résultats de référence

Valeurs du déplacement vertical et de l'effort normal dans la barre verticale au nœud à $t=0.1, 1., 2.6$ et $4$s .

| Instant | $Dz$ | $N$ |
|---|---|---|
| 0.1 | –4.0E-04 | –2000 |
| 1. | –4.0E-03 | –12000 |
| 2.6 | –4.0E-04 | 5200 |
| 4. | 2.0E-03 | 7600 |

## 2.3 Incertitude sur la solution

Solution de non régression.

## 2.4 Références bibliographiques

[1] J.C. MASSON, A. STROOBANT : « Etude des déplacements et des contraintes dus aux échauffements cycliques d 'une maquette enterrée de Câble à Isolation Gazeuse » Note EDF RETD HT-2C/99/22/A



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

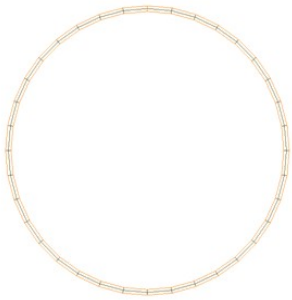
# 3 Modélisation A

## 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation: 10 éléments de poutre multifibre pour le C.I.G, 60 éléments de barre

## 3.2 Caractéristiques du maillage

- Maillage de la poutre : 70 mailles SEG2
- Maillage de la section : 108 nœuds; 72 QUAD4



## 3.3 Grandeurs testées et résultats

Déplacement vertical $Dz$ , au point $PC02$

| Instant | Point | Identification | | Type de Référence | Référence | Tolérance |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.1 | PC02 | DEPL | DZ | NON-REGRESSION | −4.0E−04 | 0.10 % |
| 1.0 | PC02 | DEPL | DZ | NON-REGRESSION | −4.0E−03 | 0.10 % |
| 2.6 | PC02 | DEPL | DZ | NON-REGRESSION | −4.0E−04 | 0.10 % |
| 4.0 | PC02 | DEPL | DZ | NON-REGRESSION | 2.0E−03 | 0.10 % |

Effort normal $N$ , au point $PC02$ , dans la barre verticale.

| Instant | Maille | Nœud | Identification | | Type de Référence | Référence | Tolérance |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.1 | MV01F010 | PC02 | EFGE_ELNO | N | NON-REGRESSION | −2000 | 0.10 % |
| 1.0 | MV01F010 | PC02 | EFGE_ELNO | N | NON-REGRESSION | −12000 | 0.10 % |
| 2.6 | MV01F010 | PC02 | EFGE_ELNO | N | NON-REGRESSION | 5200 | 0.10 % |
| 4.0 | MV01F010 | PC02 | EFGE_ELNO | N | NON-REGRESSION | 7600 | 0.10 % |

Efforts généralisés $N$ , $MT$ , $MFY$ , $MFZ$ , au nœud NP01_006.

| Instant | Maille | Nœud | Identification | | Type de Référence | Référence | Tolérance |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.1 | MP01_005 | NP01_006 | EFGE_ELNO | N | NON-REGRESSION | 0. | 1.0E−03 |
| 1.0 | MP01_005 | NP01_006 | EFGE_ELNO | MT | NON-REGRESSION | 0. | 1.0E−03 |
| 2.6 | MP01_005 | NP01_006 | EFGE_ELNO | MFY | NON-REGRESSION | 1087.2296 | 0.10 % |
| 4.0 | MP01_005 | NP01_006 | EFGE_ELNO | MFZ | NON-REGRESSION | 0. | 1.0E−03 |

| Instant | Maille | Point | Sous-point | Identification | | Type de Référence | Référence | Tolérance |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.1 | MP01_005 | 1 | 1 | VARI_ELGA | V1 | NON-REGRESSION | 0. | 1.E−03 |



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

## 3.4 Remarques

Le programme permettant de construire le maillage ainsi que les données de ce programme sont associés au test (fichiers ssnl116a.38 et ssnl116a.39).



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

# 4 Synthèse des résultats

Ce test permet de valider le comportement VMIS_ASYM_LINE sur une structure réelle.



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