SSND116 - Loi de comportement DIS_CONTACT en statique

Résumé :

Ce test valide l'utilisation de la loi de comportement DIS_CONTACT pour le contact-frottement sur des discrets en statique.

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

1 Problèmes de référence

1.1 Géométrie

Des discrets, de type POI1 ou SEG2 avec un comportement de type DIS_CONTACT.

1.2 Modélisation A

Ce cas modélise un discret élastique en parallèle d'un discret de choc.

1.2.1 Propriétés des matériaux

Raideur du discret élastique K_T_D_L , dans le repère GLOBAL : (K_{el} , K_{el} ,0) avec $K_{el}=1$
Pour le discret DIS_CONTACT

RIGI_NOR K_n	1.0
RIGI_TAN K_t	0.5
COULOMB μ	0.5
DIST_1	0.5
DIST_2	0.0

Tableau 1.2.1-a: Paramètres matériaux du discret de choc

1.2.2 Conditions aux limites et chargements

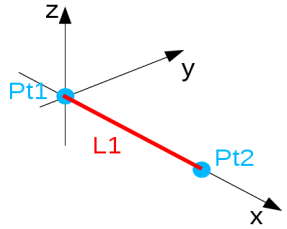
Une extrémité est encastrée.
L'autre extrémité :
$DZ=0$,
$FX=-1$,
$FY=2$.
Les chargements FX et FY sont affectés des fonctions du temps suivantes :

Temps	Fonction affectant FX	Fonction affectant FY
0.0	0.0	0.0
1.0	1.0	0.0
1.5	1.0	1.0
2.0	1.0	0.0

Tableau 1.2.2-a: Fonctions multiplicatrices du chargement

1.3 Modélisation B

Ce cas modélise un discret de type SEG2.



$Pt\,1=(0.0,0.0,0.0)$
$Pt\,2=(1.0,0.0,0.0)$

$L\,1:(PT\,1,PT\,2)$

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

1.3.1 Propriétés des matériaux

Le comportement du discret est DIS_CONTACT, le matériau est DIS_CONTACT.

Pour le trajet de chargement 1 :

```
MAT1 = DEFI_MATERIAU(
    DIS_CONTACT= _F(RIGI_NOR=10000.0, RIGI_TAN=20000.0, COULOMB=0.3,
                AMOR_TAN=10.0, DIST_1=0.5, DIST_2=0.5),
)
```

La longueur du discret est de $1\,m$, avec la prise en compte de DIST_1 et DIST_2, il est initialement en contact sans création d'effort.

Pour le trajet de chargement 2 :

```
MAT2 = DEFI_MATERIAU(
    DIS_CONTACT= _F(RIGI_NOR=10000.0, RIGI_TAN=20000000.0, COULOMB=0.3,
                AMOR_TAN=10.0, DIST_1=0.5, DIST_2=0.5),
)
```

La longueur du discret est de $1\,m$, avec la prise en compte de DIST_1 et DIST_2, il est initialement en contact sans création d'effort.

Pour le trajet de chargement 3 :

```
MAT1 = DEFI_MATERIAU(
    DIS_CONTACT= _F(RIGI_NOR=10000.0, RIGI_TAN=20000.0, COULOMB=0.3,
                AMOR_TAN=10.0, DIST_1=0.5, DIST_2=0.75),
)
```

La longueur du discret est de $1\,m$, avec la prise en compte de DIST_1 et DIST_2, il est initialement en contact avec la création d'un effort correspondant à un enfoncement de $0.25\,m$

1.3.2 Conditions aux limites et chargements

Le nœud $Pt\,2$ est bloqué.
Au nœud $Pt\,1$ on impose les déplacements en fonction du temps suivant X, Y, Z.

1.3.2.1 Trajet de chargement n°1

Temps	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00
Ux	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.00	-0.50	0.00	2.00	2.00	2.00
Uy & Uz	0.00	0.00	1.00	1.50	1.00	0.50	0.25	0.10	0.10	0.10	0.31	0.35

Tableau 1.3.2.1-a: Fonctions de chargement n°1.

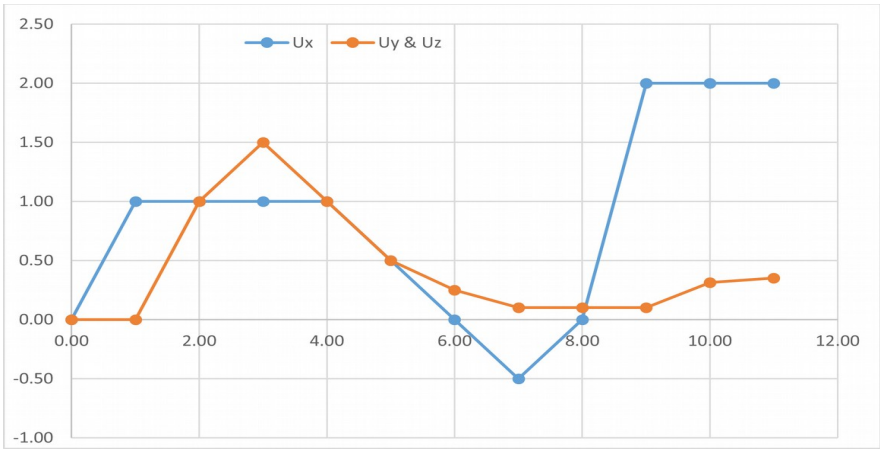


Figure 1.3.2.1-a : Trajet de chargement n°1.

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

Avec :

- Ux représente le déplacement dans l'axe du discret. Un déplacement négatif correspond au "décollement" du discret.
- Uy , Uz représente le déplacement dans le plan tangent au discret.

1.3.2.2 Trajet de chargement n°2

Ce trajet est circulaire et permet de vérifier que l'effort de frottement est dans la direction de la vitesse de déplacement.

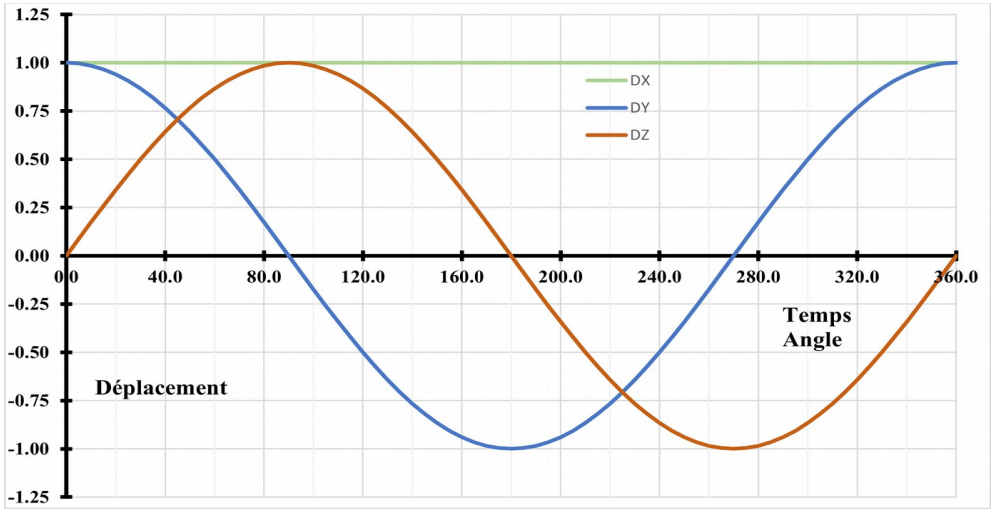


Figure 1.3.2.2-a : Trajet de chargement n°2.

Avec :

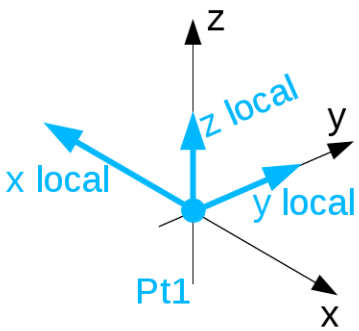
- Dx représente le déplacement dans l'axe du discret. Le discret est toujours en contact.
- Dy , Dz représente le déplacement dans le plan tangent au discret.

1.3.2.3 Trajet de chargement n°3

Ce trajet correspond au trajet n°1 dans le plan tangent. Comme ce discret est initialement enfoncé de $0.25\,m$, le déplacement suivant l'axe X est décalé de $-0.25\,m$ pour obtenir les mêmes résultats.

1.4 Modélisation C

Ce cas modélise un discret de type POI1.



Les propriétés matériaux et les trajets de chargements sont identiques à ceux de la modélisation B.

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

2 Solution de référence

2.1 Modélisation A

2.1.1 Résultats de référence

Pour le déplacement suivant x , il est donné par la partie « normale » des discrets en parallèle, ce qui donne :

$F_x = K_{el} u_x + K_n (u_x + DIST_1)$ si $u_x < -DIST_1$,

$F_x = K_{el} u_x$ sinon.

On obtient :

Temps	u_x
0.5	-0.5
1.0	-0.75
2.0	-0.75

Tableau 2.1.1-a: Solution de référence

Pour le déplacement suivant y, il est donné par la partie « tangentielle » des discrets en parallèle, ce qui donne :

$$F_y = k_t (u_y - \delta_y^0) + k_{el} u_y \quad \text{si} \quad |k_t|(u_y - \delta^0) \le \mu |F_x| \ ,$$
$$\delta = \delta^0$$

$$F_y = \mu |F_x| sgn(u_y - \delta^0) + k_{el} u_y$$
$$\delta = u - sgn(u_y - \delta^0) \mu K_n (u_x + DIST_1) / K_t \quad \text{sinon.}$$

On a noté la fonction « signe » sgn .

On obtient :

Temps	u_y
1.05	0.1333333
1.50	1.875
1.55	1.74166666
2.00	0.125

Tableau 2.1.1-b: Solution de référence

2.1.2 Incertitude sur la solution

Aucune incertitude (solution analytique).

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

2.2 Modélisations B & C

2.2.1 Résultats de référence

2.2.1.1 Trajets de chargement 1 et 3

Les formules sont identiques à celles de la modélisation A, avec les caractéristiques des discrets issues des matériaux utilisés pour les modélisations B et C.

Pour les instants $[1.5, 3.5, 4.0]$ l'effort normal dans le discret est

$$N_1 = RIGI_NOR \ . \ Ux = 10000.0 \ . \ 1.0$$

Pour les instants $[9.0, 10.0, 11.0]$ l'effort normal dans le discret est

$$N_2 = RIGI_NOR \ . \ Ux = 10000.0 \ . \ 2.0$$

Ce qui donne, avec un coefficient de frottement de 0.3

$$Seuil_1 = \frac{0.3\,N_1}{\sqrt{2}}, \ Seuil_2 = \frac{0.3\,N_2}{\sqrt{2}}$$

INST	N	VY	VZ
1.50	-10000.0	-Seuil1	-Seuil1
3.50	-10000.0	Seuil1	Seuil1
4.00	-10000.0	Seuil1	Seuil1
6.00	0.0	0.0	0.0
9.00	-20000.0	0.0	0.0
10.00	-20000.0	-Seuil2	-Seuil2
11.00	-20000.0	-Seuil2	-Seuil2

Tableau 2.2.1.1-a: Solution de référence, modélisations B et C, trajets 1 et 3

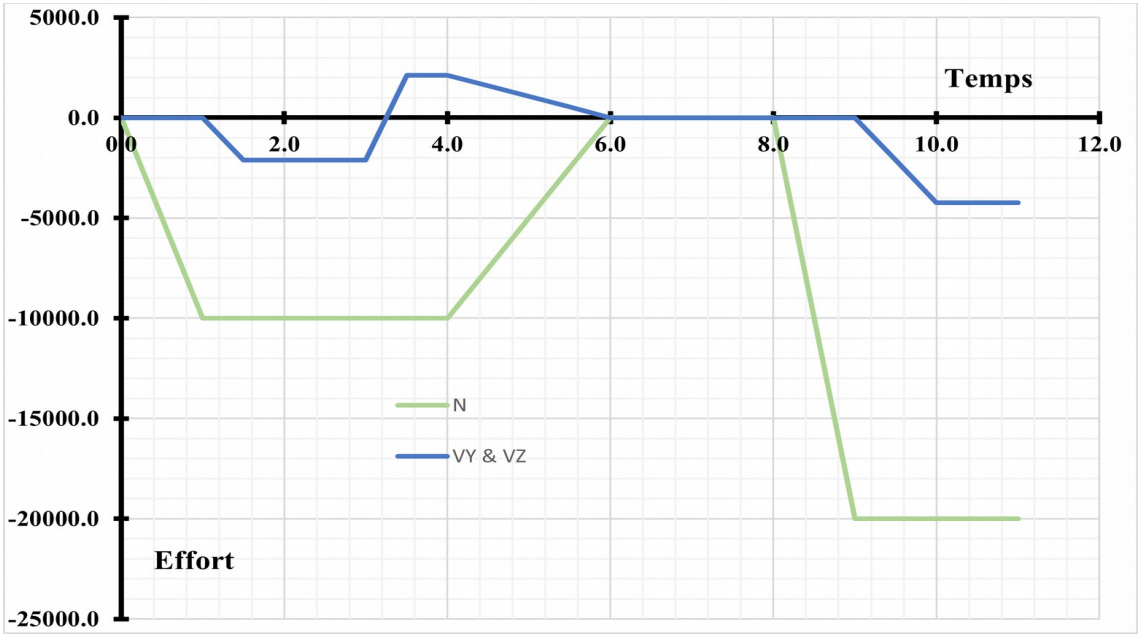


Figure 2.2.1.1-a : Efforts dans le discret en fonction du temps.

2.2.1.2 Trajet de chargement 2

Les efforts dans le plan tangent sont vérifiés pour plusieurs angles :

$$[0,30,45,60,90,120,135,150,180,210,225,240,270,300,315,330,360]$$

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

Les efforts dans le plan tangent sont donnés par les expressions suivantes :

$$V_Y = RIGI_NOR \ . D_x \mu \sin(Angle)$$
$$V_z = RIGI_NOR \ . D_x \mu \cos(Angle)$$

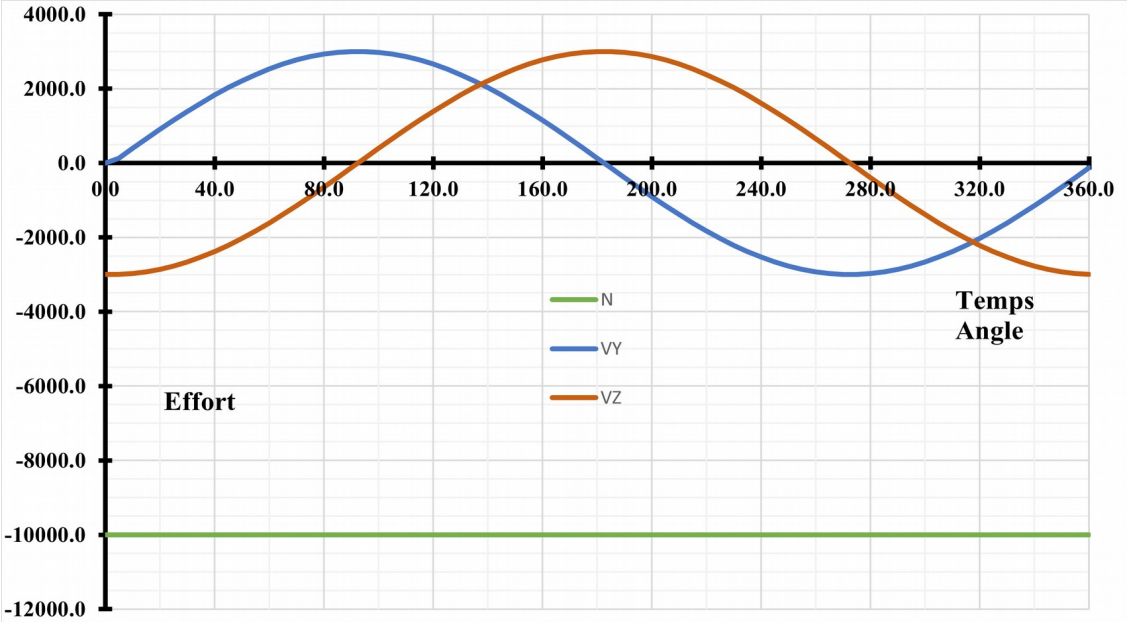


Figure 2.2.1.2-a : Efforts dans le discret en fonction du temps.

2.2.2 Incertitude sur les solutions

Aucune incertitude (solutions analytiques).

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Le calcul est fait avec les ressorts représentés par des discrets s'appuyant sur des SEG2 , le nœud encastré est à [0,0,0], l'autre nœud est à [1,0,0].

3.2 Grandeurs testées et résultats

Identification	Type de référence	Valeur de référence
Point Vertex_2 – DEPL DX INST=0.5	'ANALYTIQUE'	-0.500
Point Vertex_2 – DEPL DX INST=1.0	'ANALYTIQUE'	-0.750
Point Vertex_2 – DEPL DX INST=2.0	'ANALYTIQUE'	-0.750
Point Vertex_2 – DEPL DY INST=1.05	'ANALYTIQUE'	0.1333333
Point Vertex_2 – DEPL DY INST=1.5	'ANALYTIQUE'	1.875
Point Vertex_2 – DEPL DY INST=1.55	'ANALYTIQUE'	1.74166666
Point Vertex_2 – DEPL DY INST=2.0	'ANALYTIQUE'	0.125

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

4 Modélisation B et C

4.1 Grandeurs testées et résultats, trajet 1 et 3

Les efforts au nœud $PT1$.

INST	Type de référence	N	VY	VZ	Tolérance
1.50	Analytique	-10000.0	-2121.32034	-2121.32034	1.0E-03
3.50	Analytique	-10000.0	2121.32034	2121.32034	1.0E-03
4.00	Analytique	-10000.0	2121.32034	2121.32034	1.0E-03
6.00	Analytique	0.0	0.00000	0.00000	1.0E-03
9.00	Analytique	-20000.0	0.00000	0.00000	1.0E-03
10.00	Analytique	-20000.0	-4242.64069	-4242.64069	1.0E-03
11.00	Analytique	-20000.0	-4242.64069	-4242.64069	1.0E-03

4.2 Grandeurs testées et résultats, trajet 2

Les efforts au nœud $PT1$.

INST	Type de référence	N	VY	VZ	Tolérance
0.00E+00	Analytique	-1.00E+04	-8.602540E-07	-3.000000E+03	1.0E-03
3.00E+01	Analytique	-1.00E+04	1.385246E+03	-2.661033E+03	1.0E-03
4.50E+01	Analytique	-1.00E+04	2.026771E+03	-2.211832E+03	1.0E-03
6.00E+01	Analytique	-1.00E+04	2.530174E+03	-1.611899E+03	1.0E-03
9.00E+01	Analytique	-1.00E+04	2.997145E+03	-1.308582E+02	1.0E-03
1.20E+02	Analytique	-1.00E+04	2.661033E+03	1.385246E+03	1.0E-03
1.35E+02	Analytique	-1.00E+04	2.211832E+03	2.026771E+03	1.0E-03
1.50E+02	Analytique	-1.00E+04	1.611899E+03	2.530174E+03	1.0E-03
1.80E+02	Analytique	-1.00E+04	1.308582E+02	2.997145E+03	1.0E-03
2.10E+02	Analytique	-1.00E+04	-1.385246E+03	2.661033E+03	1.0E-03
2.25E+02	Analytique	-1.00E+04	-2.026771E+03	2.211832E+03	1.0E-03
2.40E+02	Analytique	-1.00E+04	-2.530174E+03	1.611899E+03	1.0E-03
2.70E+02	Analytique	-1.00E+04	-2.997145E+03	1.308582E+02	1.0E-03
3.00E+02	Analytique	-1.00E+04	-2.661033E+03	-1.385246E+03	1.0E-03
3.15E+02	Analytique	-1.00E+04	-2.211832E+03	-2.026771E+03	1.0E-03
3.30E+02	Analytique	-1.00E+04	-1.611899E+03	-2.530174E+03	1.0E-03
3.60E+02	Analytique	-1.00E+04	-1.308582E+02	-2.997145E+03	1.0E-03

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

5 Synthèse des résultats

On retrouve les résultats analytiques.

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