

---

## Notice d'utilisation des éléments discrets

---

### Résumé :

Ce document est une notice d'utilisation pour les modélisations des éléments discrets.

Les éléments discrets interviennent dans la modélisation numérique de raideurs, d'amortissements ou masses localisés sur un nœud ou entre deux nœuds.

Ils sont utilisables en mécanique linéaire ou non-linéaire.

## Table des matières

1 Introduction.....	3
2 Affectation des propriétés des discrets.....	4
2.1 Mailles supports des discrets.....	4
2.2 Discrétisation spatiale et affectation d'une modélisation.....	4
2.3 Degrés de liberté.....	4
2.3.1 Mailles support des matrices.....	4
2.3.2 Modèle : AFFE_MODELE.....	4
2.3.3 Caractéristiques élémentaires, opérateur AFFE_CARA_ELEM.....	4
2.3.4 Matériaux : DEFI_MATERIAU.....	6
2.3.5 Chargements et conditions limites : AFFE_CHAR_MECA et AFFE_CHAR_MECA_F.....	8
3 Résolution.....	10
3.1.1 Calculs linéaires : MECA_STATIQUE et autres opérateurs linéaires.....	10
3.1.2 Calculs non linéaires : STAT_NON_LINE et DYNA_NON_LINE.....	10
3.1.3 Calculs non linéaires explicites sur base modale : DYNA_VIBRA (TRAN/GENE) / DYNA_TRAN_MODAL.....	10
4 Calculs supplémentaires et post-traitements.....	11
4.1.1 Calculs par éléments : opérateurs CALC_CHAMP.....	11
4.1.2 Calculs de quantités sur tout ou partie de la structure : opérateur POST_ELEM.....	11
4.1.3 Calculs du décollement : opérateur POST_DECOLLEMENT.....	11
5 Remarques.....	12
5.1.1 Longueur des éléments discrets.....	12
5.1.2 Transmission des efforts.....	12
6 Exemples.....	13
6.1.1 Éléments de masse.....	13
6.1.2 Éléments de raideur.....	14
6.1.3 Éléments d'amortissement.....	18
6.1.4 Autres utilisations.....	19
7 Bibliographie.....	22

## 1 Introduction

---

Les éléments discrets sont utilisés pour modéliser très simplement des masses , des ressorts ou encore des amortisseurs.

Ils sont utilisés pour affecter des propriétés ponctuelles à des nœuds du maillage et définir des masses ponctuelles, raideurs et amortissement d'appuis.

Ces modélisations sont utilisables en mécanique linéaire et non linéaire, sous l'hypothèse de petits déplacements.

Trois catégories d'éléments de discrets sont décrites dans ce document :

- masse,
- raideur,
- amortisseur,

Dans une première partie, on présente la mise en donnée des propriétés des éléments discrets avec les différentes options disponibles.

On donne dans la seconde et troisième partie les opérateurs de calcul et de post-traitement pour les éléments discrets.

La dernière partie donne une liste de cas tests, exemples d'utilisation des discrets.

## 2 Affectation des propriétés des discrets

### 2.1 Mailles supports des discrets

Les mailles supports des éléments discrets sont des POI1 (maille à un nœud) ou SEG2 (segment à deux nœuds).

### 2.2 Discrétisation spatiale et affectation d'une modélisation

Dans cette partie, on décrit le choix et l'affectation d'une des modélisations discrètes ainsi que les degrés de liberté et les mailles associées. La plupart des informations décrites sont extraites des documentations d'utilisation des modélisations :

- [U3.11.02] : Modélisations DIS\_T et DIS\_TR.
- [U3.13.09] : Modélisation 2D\_DIS\_T et 2D\_DIS\_TR.

### 2.3 Degrés de liberté

Les degrés de liberté de discrétisation sont définis en chaque nœud de la maille support. Les composantes, dépendant de la modélisation choisie, sont données dans le tableau suivant.

**Modélisation Degrés de liberté (à chaque nœud)**

Modélisation	Degrés de liberté
2D_DIS_T	DX DY
2D_DIS_TR	DX DY DRZ
DIS_T	DX DY DZ
DIS_TR	DX DY DZ DRX DRY DRZ

#### 2.3.1 Mailles support des matrices

Modélisation	Maille	Élément fini
2D_DIS_T	POI1	MECA_2D_DIS_T_N
	SEG2	MECA_2D_DIS_T_L
2D_DIS_TR	POI1	MECA_2D_DIS_TR_N
	SEG2	MECA_2D_DIS_TR_L
DIS_T	POI1	MECA_DIS_T_N
	SEG2	MECA_DIS_T_L
DIS_TR	POI1	MECA_DIS_TR_N
	SEG2	MECA_DIS_TR_L

**Remarque :**

Dans un maillage, pour transformer un nœud en une maille POI1, on peut utiliser la commande CREA\_MALLAGE avec le mot clé CREA\_POI1 (voir [U4.23.02]).

#### 2.3.2 Modèle : AFFE\_MODELE

L'affectation de la modélisation passe par l'opérateur AFFE\_MODELE [U4.41.01].

AFFE_MODELE	
AFFE	
PHENOMENE :	'MECANIQUE'
MODELISATION	'2D_DIS_T'
	'2D_DIS_TR'
	'DIS_T'
	'DIS_TR'

#### 2.3.3 Caractéristiques élémentaires, opérateur AFFE\_CARA\_ELEM

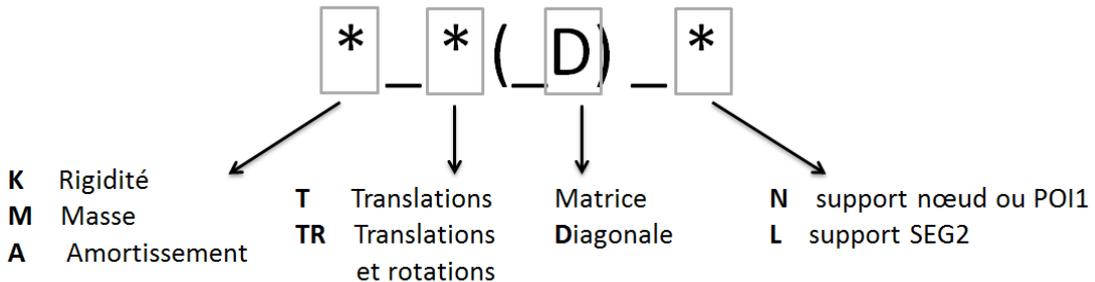
Dans cette partie, les opérands caractéristiques des éléments discrets sont décrits. La documentation d'utilisation de l'opérateur AFFE\_CARA\_ELEM est [U4.42.01].

Ces mots clés permettent d'affecter directement à des entités (mailles ou nœuds), qui supportent des éléments de type DIS\_T, DIS\_TR (DISCRET) ou 2D\_DIS\_T, 2D\_DIS\_TR (DISCRET\_2D), des **matrices de rigidité, de masse ou d'amortissement**.

Les caractéristiques peuvent être définies par un des quatre mots clés suivants et régissent le comportement élastique linéaire.

### 2.3.3.1 Mot clef : DISCRET ou DISCRET\_2D

Les caractéristiques des discrets sont décrites par la nomenclature suivante :



Les possibilités d'affectation des matrices sont :

- Matrices de rigidité  
K\_T\_D\_N, K\_TR\_D\_N, K\_T\_D\_L, K\_TR\_D\_L, K\_T\_N, K\_TR\_N, K\_T\_L, K\_TR\_L
- Matrices de masse  
M\_T\_D\_N, M\_TR\_D\_N, M\_T\_D\_L, M\_TR\_D\_L, M\_T\_N, M\_TR\_N, M\_T\_L, M\_TR\_L
- Matrices d'amortissement  
A\_T\_D\_N, A\_TR\_D\_N, A\_T\_D\_L, A\_TR\_D\_L, A\_T\_N, A\_TR\_N, A\_T\_L, A\_TR\_L

Le nombre de valeurs nécessaires pour définir les matrices est fonction de la caractéristique choisie dans [U4.42.01].

Par défaut, les caractéristiques sont données dans le repère global. Le repère local peut être défini pour un nœud, une maille POI1 ou maille SEG2 grâce au mot clé ORIENTATION de AFFE\_CARA\_ELEM et en précisant REPERE='LOCAL'.

Remarques :

- L'indice *T* ou *TR* doit être compatible avec la définition des modèles dans AFFE\_MODELE : DIS\_T ou DIS\_TR
- On peut appliquer des caractéristiques de masses et de rigidité sur une même maille. Si on affecte seulement une masse sur un discret, on obtient l'alarme DISCRETS\_27 pour indiquer qu'une raideur nulle est considérée. L'alarme DISCRETS\_26 est émise dans le cas où on affecte seulement une raideur. Pour supprimer ces alarmes il faut renseigner les différentes matrices.
- Le mot clé AMOR\_HYST= $amor_h$  permet de construire une matrice de rigidité complexe (modélisation de l'amortissement hystérique); la matrice construite est :  $(1 + j.amor_h).K$  où  $K$  est la matrice  $K_*$  dont les valeurs sont fournies dans la même occurrence du mot clé DISCRET. La matrice de rigidité complexe sera construite lors d'un appel à CALC\_MATR\_ELEM [U4.61.01] avec l'option AMOR\_HYST (voir test SDDL313 et [R5.05.04]).
- La définition complète des matrices de rigidité, masse ou amortissement permet de définir des éléments excentrés. Le cas test SDNL113 donne l'exemple de masses excentrées ( V5.02.113).

### 2.3.3.2 Mot clef : RIGI\_PARASOL

Cette fonctionnalité correspond à une méthodologie utilisée pour déterminer les caractéristiques d'éléments discrets (ressorts de translation et/ou de rotation) à appliquer aux nœuds d'un radier à partir de raideurs globales.

Cette option est disponible en 3D et en 2D. Dans le cas 3D le radier sera modélisé par une surface, dans le cas 2D il sera modélisé par une ligne (test SSNL130 [V6.02.130]). Dans le cas 2D, les discrets sont des 2D\_DIS\_TR ou 2D\_DIS\_T.

Le mot clef facteur RIGI\_PARASOL répartit 6 raideurs globales proportionnellement aux surfaces des éléments entourant ses nœuds.

Cas tests : SSLS118C et D [V2.03.118] et SSNL130 A et B [V6.02.130]

### 2.3.3.3 Mot clef : RIGI\_MISS\_3D

Ce mot-clé va affecter les termes exacts d'une matrice d'impédance calculée par MISS3D pour tous les degrés de liberté d'interface (3 fois le nombre de nœuds) et pour une fréquence d'extraction donnée. L'affectation de ces termes (modélisation DIS\_T) se fait alors aux mailles ponctuelles POI1 des nœuds de la fondation surfacique.

Cas test : SDNX101A [V5.05.101].

### 2.3.3.4 Mot clef : MASS\_AJOU

Dans cette nouvelle option MASS\_AJOU, on répartit aux nœuds de l'interface fluide-structure via des caractéristiques M\_T\_N des valeurs élémentaires de masse directionnelle obtenues par intégration de la pression normale à chaque élément (à partir de fonctions de répartition de cette pression normale dépendant des coordonnées, en particulier de l'altitude) afin d'exprimer des relations de Westergaard par exemple ou plus simplement l'expression de la pression hydrostatique.

L'affectation de ces termes (modélisation DIS\_T à déclarer dans AFFE\_MODELE) se fait alors aux mailles ponctuelles POI1 des nœuds de l'interface fluide-structure à l'aide du mot-clé GROUP\_MA\_POI1 du mot clef facteur MASS\_AJOU.

Cas test : FDLV112C [V8.01.112].

### 2.3.3.5 Mot clef : MASS\_REP

L'objectif est de prendre en compte simplement une masse et de la répartir sur une surface. L'option MASS\_REP, permet de répartir aux nœuds des discrets de caractéristique 'M\_T\_D\_N' des valeurs de masse obtenues au prorata de l'aire des mailles surfaciques ou de la longueur des mailles linéiques.

L'affectation (modélisation 'DIS\_T' à déclarer dans AFFE\_MODELE) se fait sur des mailles ponctuelles de type POI1.

Cas test : ZZZ384A [V1.01.384].

## 2.3.4 Matériaux : DEFI\_MATERIAU

La définition des paramètres décrivant le comportement non linéaire d'un matériau s'effectue à l'aide de l'opérateur DEFI\_MATERIAU [U4.43.01] et le choix du comportement dans le mot clef COMPORTEMENT de STAT\_NON\_LINE ou DYNA\_NON\_LINE.

Le détail des lois de comportements des discrets est donné dans la documentation [R5.03.17] Relations de comportement des éléments discrets, excepté pour la loi ARME et la loi ASSE\_CORN [R5.03.32].

- ARME

La loi de comportement ARME permet de modéliser le comportement d'un armement de ligne aérienne. Il s'agit d'une loi de comportement tri-linéaire non-linéaire (avec décharge) pouvant représenter la rupture d'un armement de ligne aérienne.

Cas test : SSNL101 [V6.02.101].

- ASSE\_CORN [R5.03.32]

La loi de comportement ASSE\_CORN permet de modéliser le comportement non-linéaire de cornières de pylônes (DIS\_TR). La loi représente à la fois le comportement en traction de l'assemblage et la relation moment-rotation autour de l'axe des boulons, perpendiculaire à l'assemblage. Les autres directions de chargement présentent un comportement élastique linéaire décrit par des caractéristiques classiques de rigidité.

Cas test : SSNL102A [V6.02.102].

- DIS\_BILI\_ELAS [R5.03.17]  
La loi de comportement DIS\_BILI\_ELAS permet de modéliser un comportement élastique bilinéaire en translation, dans chaque direction. Les coefficients de la loi bi-linéaire peuvent dépendre de la température.  
Cas test : SSND103A/B/C [V6.08.103].
- DIS\_CHOC [R5.03.17]  
La loi de comportement DIS\_CHOC permet de modéliser le contact avec choc et frottement entre deux structures, via deux types de relations :
  - la relation de contact unilatéral qui exprime la non inter-pénétrabilité entre les corps solides,
  - la relation de frottement de Coulomb qui régit la variation des efforts tangentiels dans le contact.Cas tests :
  - SDLS119A/B [V2.03.119] Prise en compte du décollement
  - SSND116A Contact avec frottement (étude statique)
  - SDND100C [V5.01.100] Contact avec frottement (étude dynamique)
  - SDND102B/C [V5.01.102] Choc entre masses en dynamique
  - SSNL130A/B [V6.02.130] Étude statique avec RIGI\_PARASOL
- DIS\_ECRO\_CINE [R5.03.17]  
La loi de comportement DIS\_ECRO\_CINE est une loi de comportement élastoplastique à écrouissage cinématique non linéaire.  
Cas tests : SSND102A/B [V6.08.102] (étude statique)
- DIS\_GOUJ2E\_ELAS ou \_PLAS [R5.03.17]  
Ces lois de comportement permettent de modéliser une relation de comportement de type élastoplastique à écrouissage isotrope, liant les efforts dans l'élément discret à la différence de déplacement des deux nœuds dans la direction  $y$  locale. Les équations sont déduites du comportement 3D VMIS\_ISOT\_TRAC [R5.03.02].  
Cas tests : ZZZZ120 [V1.01.120]
- DIS\_GRICRA [R5.03.17]  
Le comportement DIS\_GRICRA permet de modéliser le comportement en translation et en rotation des ressorts de liaison grille-crayon des assemblages combustibles. Ce comportement est disponible pour des mailles SEG2.  
Cas tests: SSNL131 [V6.02.131]
- DIS\_VISC [R5.03.17]  
La loi de comportement DIS\_VISC permet de modéliser un comportement rhéologique viscoélastique non linéaire, de type Zener étendu, permettant de schématiser le comportement d'un amortisseur uni axial.  
Cas tests: SSND101A/B/C/D [V6.08.103] (étude statique) et SDND107A/B/C/D/E [V5.01.107] (étude dynamique).

Ces relations lient directement les efforts et les déplacements, au lieu d'être formulées entre contraintes et déformations. Elles ne sont valables qu'en petits déplacements.

Les lois de comportements sont disponibles pour les opérateurs non-linéaires STAT\_NON\_LINE et DYNA\_NON\_LINE.

Certaines modélisations peuvent également être pris en compte pour des analyses transitoires linéaires via l'opérateur DYNA\_VIBRA : DIS\_VISC, CHOC,...

Comportement dans STAT_NON_LINE DYNA_NON_LINE	Type d'élément (modélisation) dans AFFE_MODELE	Mots clé dans DEFI_MATERIAU	AFFE_CARA_ELEM mots clé sous DISCRET
ARME	DIS_T, DIS_TR	ARME	CARA : 'K_T_D_L' CARA : 'K_TR_D_L' CARA : 'K_T_D_N' CARA : 'K_TR_D_N'
ASSE_CORN	DIS_T, DIS_TR	ASSE_CORN	CARA : 'K_T_D_L' CARA : 'K_TR_D_L' CARA : 'K_T_D_N' CARA : 'K_TR_D_N'
DIS_BILI_ELAS	DIS_T, 2D_DIS_T, DIS_TR, 2D_DIS_TR éléments discrets 2D ou 3D à un ou deux nœuds en translation / rotation	DIS_BILI_ELAS	CARA : 'K_T_D_L' CARA : 'K_TR_D_L' CARA : 'K_T_D_N' CARA : 'K_TR_D_N'
DIS_CHOC contact et choc avec frottement de Coulomb	DIS_T, 2D_DIS_T éléments discrets 2D ou 3D à deux nœuds en translation.	DIS_CONTACT	CARA : 'K_T_D_L' CARA : 'K_T_D_N' Pour le calcul de rigidité élastique et de modes propres
DIS_ECRO_CINE	DIS_T, D_DIS_T, DIS_TR, 2D_DIS_TR éléments discrets 2D ou 3D à un ou deux nœuds en translation / rotation	DIS_ECRO_CINE	CARA : 'K_T_D_L' CARA : 'K_TR_D_L' CARA : 'K_T_D_N' CARA : 'K_TR_D_N'
DIS_GOUJ2E_ELAS DIS_GOUJ2E_PLAS	2D_DIS_T élément discret 2D à deux nœuds en translation	TRACTION	CARA : 'K_T_D_L'
DIS_GRICRA	DIS_TR éléments discrets 3D à deux nœuds en translation / rotation	DIS_GRICRA	CARA : 'K_TR_L' Pour le calcul de rigidité élastique et de modes propres
DIS_VISC	DIS_T, 2D_DIS_T, DIS_TR, 2D_DIS_TR éléments discrets 2D ou 3D à un ou deux nœuds en translation / rotation	DIS_VISC	CARA : 'K_T_D_L' CARA : 'K_TR_D_L' CARA : 'K_T_D_N' CARA : 'K_TR_D_N'

## 2.3.5 Chargements et conditions limites : AFFE\_CHAR\_MECA et AFFE\_CHAR\_MECA\_F

La documentation d'utilisation d'AFFE\_CHAR\_MECA et AFFE\_CHAR\_MECA\_F est [U4.44.01] .

Les chargements supportés sont les suivants :

- **PESANTEUR**

Ce chargement permet d'appliquer un chargement de type pesanteur.  
Modélisations supportées : 2D\_DIS\_T, 2D\_DIS\_TR, DIS\_T, DIS\_TR  
Cas tests: SDDL04A [V2.01.004]

- **LIAISON\_ELEM**

Les éléments discrets peuvent être utilisés dans le cadre de liaison entre des morceaux de structure de modélisations différentes.

Les options possibles sont 3D\_POU, 2D\_POU, COQ\_POU et PLAQ\_POUT\_ORTH. L'option 3D\_POU permet de raccorder une partie massive avec un nœud à 6 degrés de libertés. Cas test SDLV122A/B [V2.04,122].

- L'option 2D\_POU permet de relier les mailles d'une partie surfacique 2D avec un élément discret. Cas test SSLX100F/G [V3.05.100].

- L'option `COQ_POU` permet de raccorder une partie maillée en coque avec un nœud d'un élément discret. Cas test `SDLL135F` [V2.02.135].
- L'option `PLAQ_POUT_ORTH` permet de raccorder une partie maillée avec des éléments `TRIA3` et `QUA4` avec une partie modélisée par un élément discret.
- **DDL\_IMPO/LIAISON\_DDL/ LIAISON\_UNIF /LIAISON\_SOLIDE**  
Les conditions aux limites sur les nœuds des éléments discrets à 2 nœuds (maille `SEG2`) peuvent être définies avec ces opérateurs.

## 3 Résolution

### 3.1.1 Calculs linéaires : MECA\_STATIQUE et autres opérateurs linéaires

Les calculs linéaires s'effectuent en petites déformations. Plusieurs opérateurs de résolution linéaires sont disponibles pour les études suivantes :

- **Analyse statique : opérateurs MECA\_STATIQUE / MACRO\_ELAS\_MULT**  
Résolution d'un problème de mécanique statique linéaire.  
Cas tests : SDDL105A [V2.01.105]
- **Analyse modale : opérateurs MODE\_ITER\_SIMULT / MODE\_ITER\_INV**  
Calcul des valeurs et vecteurs propres.  
Cas tests : SDDL27A/E [V2.01.027]
- **Analyse dynamique : opérateurs DYNA\_VIBRA / TRAN/PHYS**  
Calcul de la réponse dynamique transitoire à une excitation temporelle quelconque.  
Cas tests : SDDL106A [V2.01.106]
- **Analyse dynamique : opérateurs DYNA\_VIBRA / HARM/PHYS**  
Calcul de la réponse dynamique transitoire à une excitation harmonique.  
Cas tests : SDDL106A [V2.01.106]
- **Analyse dynamique : opérateurs DYNA\_VIBRA / TRAN/GENE**  
Calcul de la réponse dynamique transitoire à une excitation temporelle sur base modale  
Cas tests : SDDL22A [V2.01.022]
- **Analyse dynamique : opérateurs DYNA\_VIBRA / HARM/GENE**  
Calcul de la réponse dynamique transitoire à une excitation harmonique sur base modale.  
Cas tests : SDDL21B [V2.01.021]

### 3.1.2 Calculs non linéaires : STAT\_NON\_LINE et DYNA\_NON\_LINE

Pour les lois de comportement non-linéaires, cf §2.1.4, les opérateurs non-linéaires doivent être utilisés :

- **Analyse statique : opérateurs STAT\_NON\_LINE**  
Calcul de la réponse statique non-linéaire  
Cas tests : SSVN503 [V6.04.503]
- **Analyse dynamique : opérateurs DYNA\_NON\_LINE**  
Calcul de la réponse dynamique non-linéaire  
Cas tests : SSVN104 [V5.03.104]

### 3.1.3 Calculs non linéaires explicites sur base modale : DYNA\_VIBRA (TRAN/GENE) / DYNA\_TRAN\_MODAL

Certains comportements non-linéaires pour des éléments discrets peuvent être utilisés dans l'opérateur dynamique DYNA\_VIBRA. Dans ce cas, la modélisation des éléments discrets n'est pas obligatoire et la loi de comportement peut être définie directement entre deux nœuds ou groupes de nœuds :

- Modélisation d'un CHOC : étude de structures dont les déplacements sont limités en un ou plusieurs points par la présence d'un obstacle.  
Cas test : SDND104A [V5.01.104]
- Modélisation d'un amortisseur visqueux non-linéaire de type 'Zener'.  
Cas test : SDND107C [V5.01.107]
- Modélisation d'une non-linéarité de type effort-déplacement.  
Cas test : SDND103A [V5.01.103]

## 4 Calculs supplémentaires et post-traitements

### 4.1.1 Calculs par éléments : opérateurs CALC\_CHAMP

Les options de post-traitement disponibles via CALC\_CHAMP sont :

- SIEF\_ELGA
- SIEF\_ELNO
- EFGE\_ELGA
- EFGE\_ELNO

Tous ces champs donnent le calcul des efforts généralisés par élément aux points de gauss ou aux nœuds à partir des déplacements dans le repère local de l'élément.

Pour les discrets de type 'POI1', le point de Gauss est à la même position que le nœud. Pour un discret de type 'SEG2', le point de Gauss est au milieu du segment (Cas test `zzzz266A` ).

Il n'y a pas d'options de post-traitement des déformations, car les lois de comportement sont exprimées en forces-déplacements et non en contraintes-déformations.

### 4.1.2 Calculs de quantités sur tout ou partie de la structure : opérateur POST\_ELEM

L'opérateur POST\_ELEM (documentation [U4.81.22]) permet de calculer des quantités sur tout ou partie de la structure. Les quantités calculées correspondent à des options de calcul particulières de la modélisation affectée.

Les options disponibles pour les éléments discrets sont :

- MASS\_INER : calcul des caractéristiques géométriques (volume, centre de gravité, matrice d'inertie).
- ENER\_POT : calcul de l'énergie potentielle de déformation à l'équilibre à partir des déplacements en mécanique linéaire des milieux continus (2D et 3D) et en mécanique linéaire pour les éléments de structures.
- ENER\_CIN : calcul de l'énergie cinétique à partir d'un champ de vitesse ou à partir d'un champ de déplacement et d'une fréquence (uniquement pour les éléments de structure et les éléments 3D).

Les options ENER\_ELAS et ENER\_TOTALE ne sont pas encore disponibles pour les éléments discrets.

### 4.1.3 Calculs du décollement : opérateur POST\_DECOLLEMENT

Cet opérateur de post-traitement calcule la surface de contact ou décollée entre le radier et le sol lors d'un calcul d'interaction sol/structure (ISS), mené avec l'opérateur DYNA\_NON\_LINE .

Ce post-traitement peut être utile par exemple pour une modélisation du sol avec des éléments dont les caractéristiques sont renseignées à l'aide RIGI\_PARASOL et affecté de la loi de comportement DIS\_CHOC (voir cas test `zzzz200D` [V1.01.200] ).

## 5 Remarques

### 5.1.1 Longueur des éléments discrets

Pour les éléments discrets dont la maille support est un élément à deux nœuds `SEG2`, la longueur de l'élément n'intervient pas dans la réponse de l'élément, hormis pour la loi de comportement `DIS_CHOC`.

En effet pour les autres lois de comportement, la relation est exprimée en fonction des déplacements relatifs des deux nœuds.

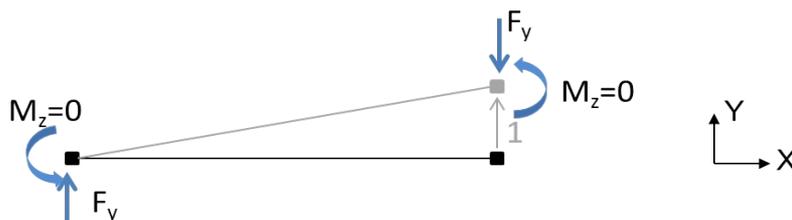
Pour la loi `DIS_CHOC`, la longueur de l'élément intervient dans la détermination de l'état de contact ou de décollement en comparant le déplacement des nœuds en fonction de la longueur de l'élément et des valeurs `DIST_1` et `DIST_2`.

### 5.1.2 Transmission des efforts

Il n'y a pas de transmission du moment lié à un couple de force. On illustre cette limitation dans le cas où on impose un déplacement `DY` entre deux nœuds d'un élément discret `DIS_TR` ou `DIS_T`.

Les deux forces `FY` de réactions nodales sont égales et opposées mais ce couple n'engendre pas de moments pour le cas `DIS_T` et pour le cas `DIS_TR` si les termes de couplages (translation-rotation) sont supposés nuls.

Pour des éléments discrets de grande longueur, on pourra donc trouver un bilan global des moments non souhaité.

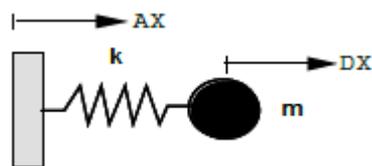


## 6 Exemples

Les cas-tests retenus illustrent les différentes utilisations possibles des éléments discrets.

### 6.1.1 Éléments de masse

Modélisation d'une masse ponctuelle M\_T\_D\_N



SDLD34

**Titre :** Lâcher d'un simple masse-ressort

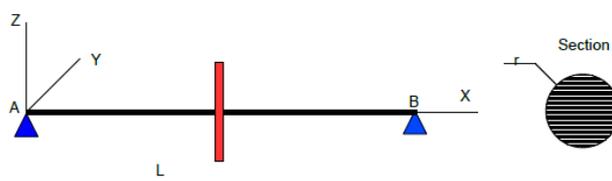
**Documentation V :** [V2.01.034]

**Modélisations :**

SDLD34A DIS\_T / M\_T\_D\_N

SDLD34B DIS\_T / M\_T\_D\_N

Modélisation d'une masse ponctuelle M\_TR\_D\_N en rotation



SDLL123

**Titre :** Fréquence d'une ligne d'arbre simplifiée avec gyroscopie

**Documentation V :** [V2.02.123]

**Modélisations :**

SDLL123A DIS\_TR / M\_TR\_D\_N

SDLL123B DIS\_TR / M\_TR\_D\_N

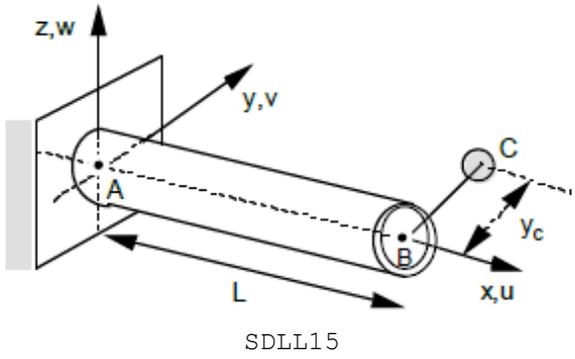
SDLL123C DIS\_TR / M\_TR\_D\_N

SDLL123D DIS\_TR / M\_TR\_D\_N

SDLL123E DIS\_TR / M\_TR\_D\_N

SDLL123F DIS\_TR / M\_TR\_D\_N

## Modélisation de masse excentrée



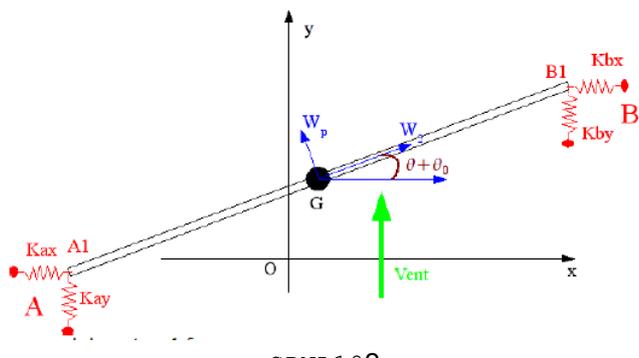
**Titre :** Poutre élancée, encastée-libre avec masse ou inertie excentrée

**Documentation V :** [V2.02.015]

**Modélisations :**  
SDLL15A DIS\_TR / M\_TR\_D\_N

## 6.1.2 Éléments de raideur

### Modélisation de raideurs aux appuis

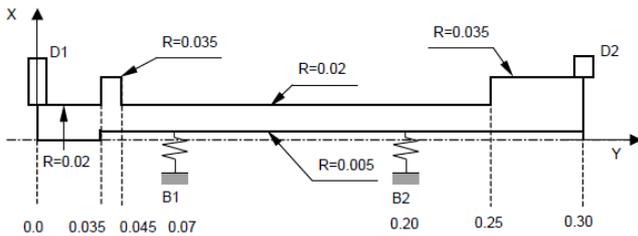


**Titre :** Poutre soumise à un champ de vitesse de vent

**Documentation V :** [V5.02.102]

**Modélisations :**  
SDNL102A DIS\_T / K\_T\_D\_L

## Modélisation de matrices de raideur et d'amortissement non symétriques



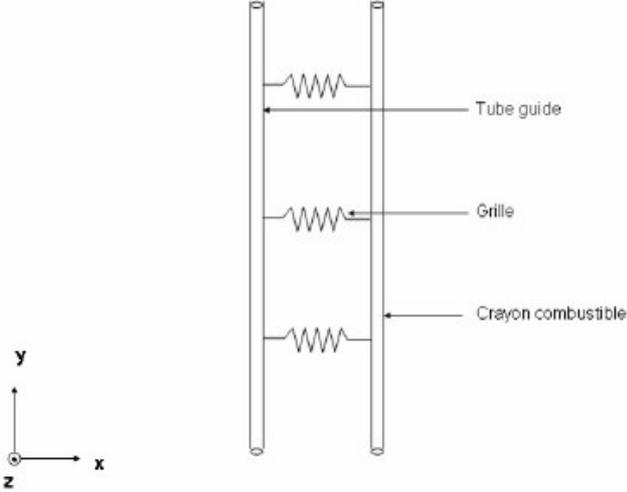
SHLL103A

**Titre :** Réponse harmonique d'un rotor avec deux disques et deux paliers non symétriques, soumis à l'effet gyroscopique

**Documentation V :** [V2.06.103]

**Modélisations :**  
SHLL103A DIS\_TR / K\_TR\_N/ A\_TR\_N

## Modélisation d'éléments structurels simples

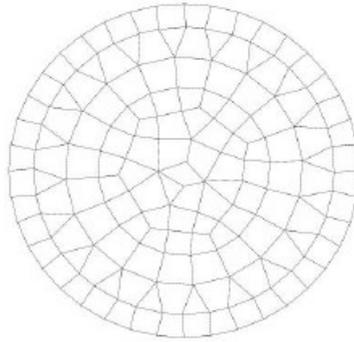


**Titre :** Identification d'efforts fluides sur une structure filaire

**Documentation V :** [V2.03.139]

**Modélisations :**  
SDLS139A DIS\_TR / K\_TR\_D\_N

## Modélisation des raideurs du sol réparties



SDLS118C

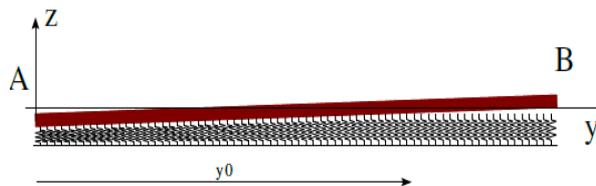
**Titre :** Réponse d'une fondation circulaire rigide à une excitation sismique variable en espace

**Documentation V :** [V2.03.118]

### Modélisations :

SDLS118C DIS\_TR / K\_TR\_D\_N  
SDLS118D DIS\_TR / K\_TR\_D\_N

## Modélisation de raideurs de sol réparties avec décollement



SSNL130

**Titre :** Plaque indéformable sur un tapis de ressorts

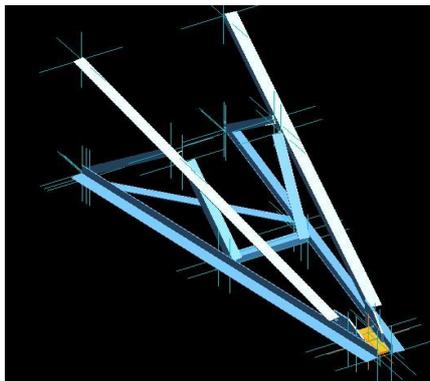
**Documentation V :** [V6.02.130]

### Modélisations :

SSNL130A DIS\_T / K\_T\_D\_L  
SSNL130B 2D\_DIS\_T / K\_T\_D\_L

Remarque: Utilisation de la loi DIS\_CHOC

## Modélisation d'un assemblage boulonné



SSNL135

**Titre :** Détermination des charges de ruine de la console MEKELEC

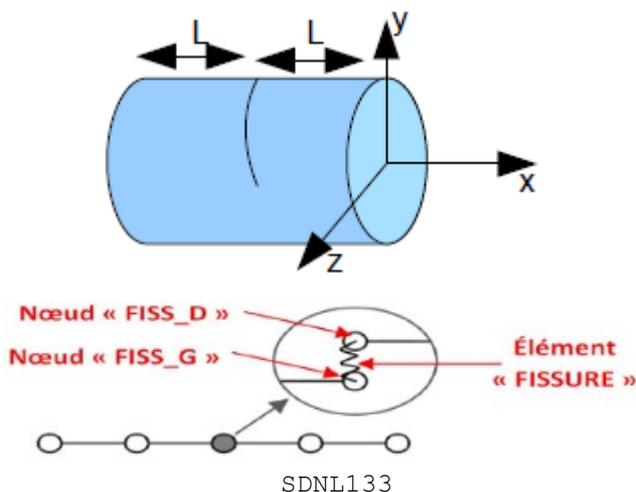
**Documentation V :** [v3.03.020]

### Modélisations :

SSNL135A	DIS_TR
SSNL135B	DIS_TR
SSNL135C	DIS_TR

Remarque: Chaque boulon est représenté par un élément discret de longueur nulle et sa raideur  $K_{TR\_D\_L}$ .

## Modélisation d'une fissure d'un rotor



**Titre :** Rotor fissuré tournant, soumis à un effort de flexion

**Documentation V :** [v5.02.133]

### Modélisations :

SDNL133A	DIS_TR
SDNL133A	DIS_TR
SDNL133A	DIS_TR

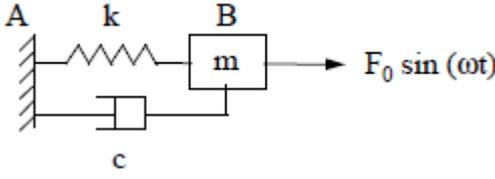
Voir la documentation Notice de mise en œuvre de calculs de rotors [U2.06.32].

## 6.1.3 Éléments d'amortissement

Les documentations de modélisation de l'amortissement mécanique sont :

- [R5.05.04] Modélisation de l'amortissement en dynamique linéaire
- [U2.06.03] Notice de modélisation de l'amortissement mécanique

Modélisation de l'amortissement visqueux



SDLD321

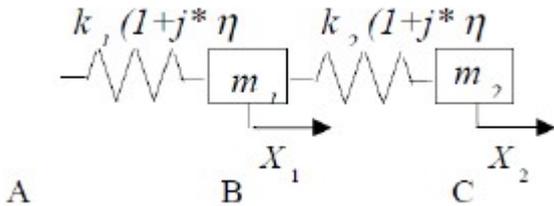
**Titre :** Réponse dynamique transitoire d'un oscillateur harmonique avec amortissement variable

**Documentation V :** [V2.01.321]

**Modélisations :**

SDLD321A	DIS_T / K_T_D_L M_T_L A_T_D_L
SDLD321B	DIS_T / K_T_D_L M_T_L A_T_D_L
SDLD321C	DIS_T / K_T_D_L M_T_L A_T_D_L

Modélisation de l'amortissement hystérétique



SDLD313

**Titre :** Système masse ressort à 2 degrés de liberté avec amortissement hystérétique

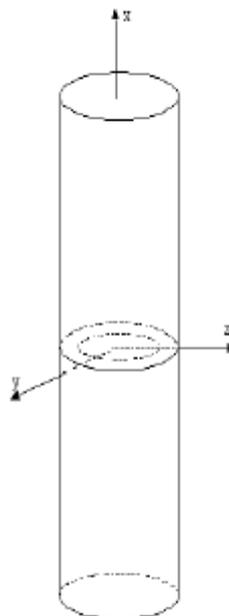
**Documentation V :** [V2.01.313]

**Modélisations :**

SDLD313A	DIS_T / K_T_D_L M_T_L
----------	-----------------------

## 6.1.4 Autres utilisations

Application de chargement ou conditions aux limites ponctuelles.



SSNV166

**Titre :** Cylindre fissuré sous chargements multiples

**Documentation V :** [V6.04.166]

**Modélisations :**

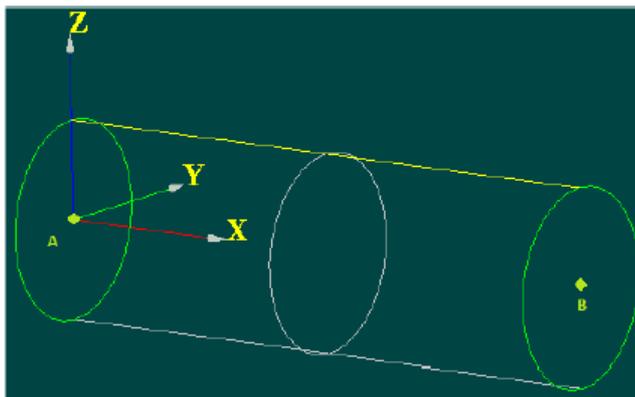
SSNV166A DIS\_TR /K\_TR\_D\_N M\_TR\_D\_N

SSNV166B DIS\_TR /K\_TR\_D\_N M\_TR\_D\_N

SSNV166C DIS\_TR /K\_TR\_D\_N M\_TR\_D\_N

(raideur et masse nulles)

Dans ce modèle 3D, on applique un chargement de torsion et flexion sur la face supérieure du cylindre via une maille POI1 et une liaison LIAISON\_ELEM.



SDLL135

**Titre :** Réponse dynamique d'une poutre-tuyau encastree-libre.

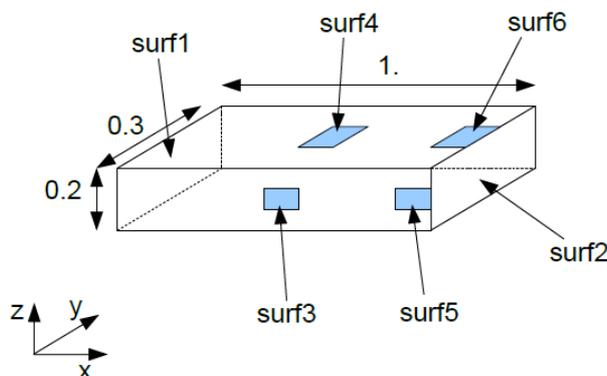
**Documentation V :** [V2.02.135]

**Modélisations :**

SDLL135F DIS\_TR /K\_TR\_D\_N M\_TR\_D\_N  
(raideur et masse nulles)

Dans ce modèle DKT, les nœuds situés dans la section A sont liés (LIAISON\_ELEM) à un élément discret DIS\_TR (maille de type point POI1 située en A) à 6 degrés de liberté, qui lui est totalement fixe.

Modélisation d'un modèle constitué de nœuds pour la projection de résultats.



SDLV131

**Titre :** Simulation d'une jauge de déformation par la commande OBSERVATION

**Documentation V :** [V2.04.131]

**Modélisations :**

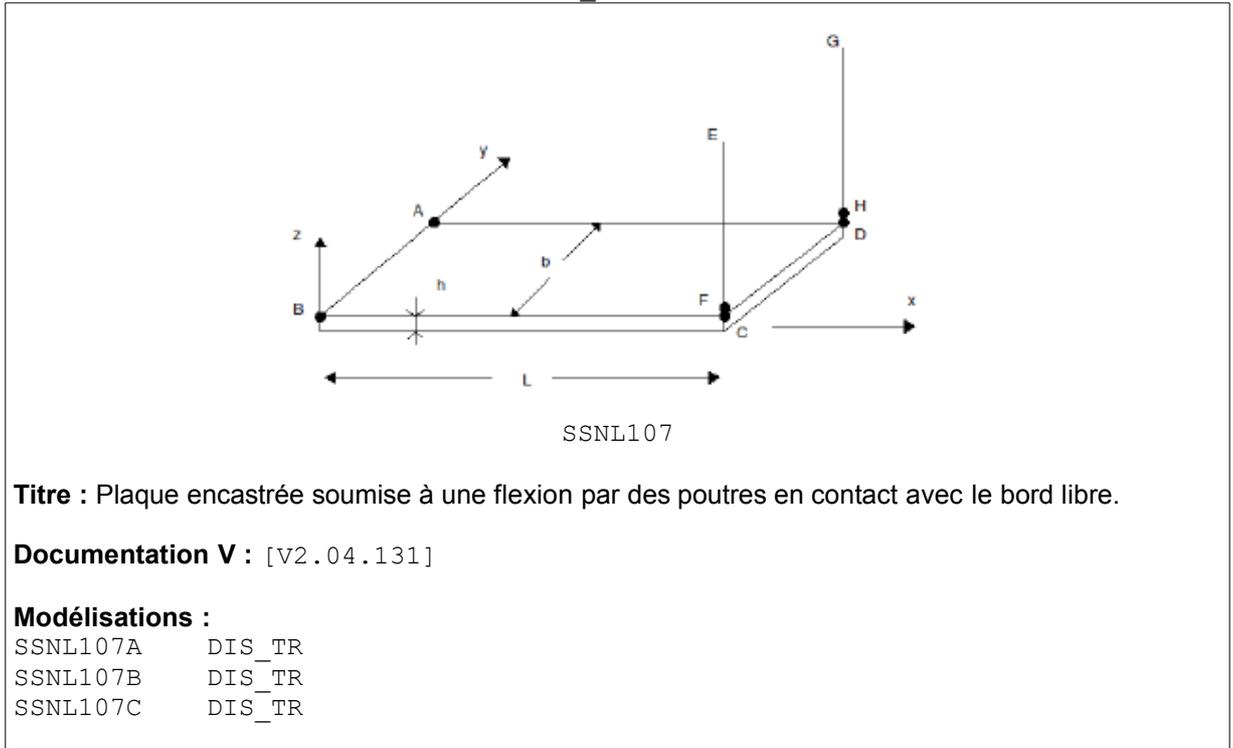
SDLV131A DIS\_T  
SDLV131B DIS\_T  
SDLV131C DIS\_T  
SDLV131D DIS\_T

Création de modèle numérique pour la comparaison de résultats expérimentaux :

- SDLS112B : Extrapolation de mesures sur un modèle 2D (test de GARTEUR)
- SDLV122A : Extrapolation de mesures locales sur un modèle complet ( 3D ) [V2.04.122] .

- SDLD104A/B : Extrapolation de mesures locales sur un modèle complet (discret).

Prise en compte du contact (via opérateur `DEFI_CONTACT`) entre deux mailles `POI1` de raideur nulle.



## 7 Bibliographie

---

- 1 Opérateur CREA\_MAILLAGE [U4.23.02].
- 2 Opérateur AFFE\_MODELE [U4.41.01].
- 3 Opérateur DEFI\_MATERIAU [U4.43.01].
- 4 Opérateur AFFE\_CARA\_ELEM [U4.42.01].
- 5 Opérateur AFFE\_CHAR\_MECA et AFFE\_CHAR\_MECA\_F [U4.44.01].
- 6 Opérateur CALC\_MATR\_ELEM [U4.61.01].
- 7 Opérateur CALC\_CHAMP [U4.81.04].
- 8 Opérateur POST\_ELEM [U4.81.22].
- 9 Modélisations DIS\_T et DIS\_TR [U3.11.02].
- 10 Modélisations 2D\_DIS\_T et 2D\_DIS\_TR [U3.13.09].
- 11 Relations de comportement des éléments discrets [R5.03.17].
- 12 Loi de comportement de l'assemblage ASSE\_CORN [R5.03.32].
- 13 Modélisation de l'amortissement en dynamique linéaire [R5.05.04].
- 14 Notice de modélisation de l'amortissement mécanique [U2.06.03].