
Macro commande SIMU_POINT_MAT

1 But

Calculer l'évolution mécanique d'un point matériel, en quasi-statique non linéaire.

Tous les comportements disponibles dans `STAT_NON_LINE` [U4.51.03] le sont également ici.

Le but de cette macro-commande est de simplifier au maximum les données : il suffit de fournir :

- 1) Le comportement et le matériau ;
- 2) Les fonctions définissant l'évolution des composantes de contraintes ou de déformations choisies ;
- 3) La discrétisation en temps.

Ceci permet en particulier de calculer l'évolution du tenseur des contraintes dans le cas de déformations imposées, ou l'inverse (cas courants en identification de paramètres matériau)

Produit une structure de données de type `table` contenant, en fonction du temps, l'évolution de toutes les composantes des tenseurs de contraintes et de déformations, ainsi que les variables internes.

2 Syntaxe

```
statnl [evol_noli] = STAT_NON_LINE (

♦   /   COMP_INCR      =_F (voir le document [U4.51.11] ),
    /   COMP_ELAS      =_F (voir le document [U4.51.11] ),

♦   INCREMENT          =_F ( voir le document [U4.51.03]),

◇   NEWTON              =_F (  voir le document [U4.51.03]),

◇   RECH_LINEAIRE      =_F (  voir le document [U4.51.03]),

◇   ARCHIVAGE          =_F (  voir le document [U4.51.03]),

◇   CONVERGENCE        =_F (  voir le document [U4.51.03]),

◇   SUIVI_DDL          =_F (  voir le document [U4.51.03]),

♦   MATER               =   mater,                                [mater]

◇   MODELISATION        =   / '3D'                                [DEFAULT]
                        / 'C_PLAN'
                        / 'D_PLAN'

◇   MASSIF              =   / 'ANGL_REP'                            [R]
                        / 'ANGL_EULER'                            [R]

◇   ANGLE               =   angz,                                [R]

◇   SIGM_IMPOSE=_F( ◇   SIXX = sigxx                                [fonction]
                    ◇   SIYY = sigyy                                [fonction]
                    ◇   SIZZ = sigzz                                [fonction]
                    ◇   SIXY = sigxy                                [fonction]
                    ◇   SIXZ = sigxz                                [fonction]
                    ◇   SIYZ = sigyz                                [fonction]
                    ),

◇   EPSI_IMPOSE=_F( ◇   EPXX = epsxx                                [fonction]
                    ◇   EPHY = epsyy                                [fonction]
                    ◇   EPZZ = epszz                                [fonction]
                    ◇   EPXY = epsxy                                [fonction]
                    ◇   EPXZ = epsxz                                [fonction]
                    ◇   EPYZ = epsyz                                [fonction]
                    ),
◇   SIGM_INIT=_F( ◇   SIXX = sigxx                                [R]
                  ◇   SIYY = sigyy                                [R]
                  ◇   SIZZ = sigzz                                [R]
                  ◇   SIXY = sigxy                                [R]
                  ◇   SIXZ = sigxz                                [R]
                  ◇   SIYZ = sigyz                                [R]
                  ),
◇   EPSI_INIT=_F( ◇   EPXX = epsxx                                [R]
                  ◇   EPHY = epsyy                                [R]
                  ◇   EPZZ = epszz                                [R]
                  ◇   EPXY = epsxy                                [R]
                  ◇   EPXZ = epsxz                                [R]
                  ◇   EPYZ = epsyz                                [R] ),
◇   VARI_INIT=_F( ◇   VALE = vari                                    [R]
◇   INFO = / 1,                                                [DEFAULT]
           / 2, );
```

3 Opérandes

3.1 Opérande MATER

♦ **MATER** = mater,

Ce mot-clé permet de renseigner le nom du matériau (mater) défini par `DEFI_MATERIAU` [U4.43.01], où sont fournis les paramètres nécessaires au comportement choisi.

3.2 Mots-clés COMP_INCR/COMP_ELAS

La syntaxe de ces mots clés est décrite dans le document [U4.51.11].

3.3 Mot clé INCREMENT/NEWTON/CONVERGENCE/SUIVI_DDL/ARCHIVAGE

La syntaxe de ces mots-clés est décrite dans le document [U4.51.03].

Le mot-clé `INCREMENT` définit les intervalles de temps pris dans la méthode incrémentale.

Les mots-clés `NEWTON`, `CONVERGENCE`, `RECH_LINEAIRE`, facultatifs, permettent de modifier les valeurs par défaut des paramètres de convergence de la méthode de Newton.

Le mot-clé `SUIVI_DDL` permet de suivre l'évolution en un point de un ou plusieurs champs au cours des itérations de Newton.

Le mot clé `ARCHIVAGE` permet de définir la stratégie d'archivage des résultats au cours du temps.

3.4 Mot clé MODELISATION

Ce mot-clé permet de définir la dimension du problème traité : 3D (par défaut) ou bien 2D : déformation plane ou contrainte plane.

Dans le cas 2D, les composantes des tenseurs fournis sous les mots-clés `SIGM_IMPOSE`, `EPSI_IMPOSE`, `SIGM_INIT`, `EPSI_INIT` sont au nombre de 4 : XX, YY, ZZ et XY.

3.5 Mots clés SIGM_IMPOSE/EPSI_IMPOSE

3.5.1 Opérandes SIXX, SIYY, SIZZ, SIXY, SIXZ, SIYZ

Ces mot-clés permettent de définir des composantes du tenseur de contraintes imposées au point matériel, par l'intermédiaire de fonctions du temps. Ces fonctions peuvent être définies à l'aide de `DEFI_FONCTION` [U4.31.02] ou à l'aide de `FORMULE` [U4.31.05].

Par défaut, les composantes non affectées sont identiquement nulles.

3.5.2 Opérandes EPXX, EPHY, EPZZ, EPXY, EPXZ, EPHY

Ces mot-clés permettent de définir des composantes du tenseur de déformation imposées au point matériel, par l'intermédiaire de fonctions du temps. Ces fonctions peuvent être définies à l'aide de `DEFI_FONCTION` [U4.31.02] ou à l'aide de `FORMULE` [U4.31.05].

Par défaut, les composantes non affectées sont laissées sans valeur (pas de déformation imposée).

3.5.3 Compatibilité des opérandes

Pour une composante donnée, on ne peut définir à la fois une contrainte imposée et une déformation imposée.

3.6 Opérande ANGLE

Ce mot-clé permet de spécifier un angle (en degrés) pour effectuer une rotation d'ensemble autour de Z appliquée à la fois au chargement, au maillage, et au dépouillement. Ceci permet surtout de vérifier la fiabilité de l'intégration du comportement, comme dans les tests COMP001, COMP002.

Par défaut, la rotation est identiquement nulle.

Dans le cas de matériaux possédant une orientation intrinsèque (orthotropie, comportements cristallins), il convient d'utiliser également le mot-clé MASSIF, avec une première valeur d'angle identique à celle fournie sous ANGLE.

3.7 Mot clé MASSIF

3.7.1 Opérandes ANGL_EULER / ANGL_REP

Ces mot-clés permettent de définir une orientation intrinsèque au matériau (orthotropie, comportements cristallins), et permettent de faire appel dans la macro-commande au mot-clé MASSIF de AFFE_CARA_ELEM A [U4.42.01].

Par défaut, l'orientation est nulle, et on ne fait pas appel à AFFE_CARA_ELEM.

3.8 Mots clés SIGM_INIT/EPSI_INIT/VARI_INIT

Ces mots clés permettent de définir un état initial par la donnée :

- 1) des composantes des contraintes initiales (toutes les composantes ne sont pas nécessaires, par défaut on prend la valeur 0),
- 2) des composantes des déformations initiales (si le mot clé EPSI_INIT est présent, il faut fournir toutes les composantes des déformations initiales : 4 en 2D, et 6 en 3D)
- 3) l'ensemble des variables internes initiales pour le comportement utilisé.

Cette fonctionnalité est illustrée dans le test SSNV160E :

3.9 Opérande INFO

◇ **INFO = inf**

Permet d'effectuer dans le fichier message diverses impressions intermédiaires.

4 Fonctionnement de la macro_commande

Cette macro_commande a pour but de restreindre au strict nécessaire les données relatives à une simulation sur un point matériel pour un modèle de comportement incrémental.

Le fonctionnement interne allège donc le fichier de commandes de l'utilisateur, en réalisant des opérations répétitives pour ce genre de situations :

1. vérifications préliminaires ;
 2. création d'un maillage d'un seul élément à un seul point de Gauss (un tétraèdre à quatre noeuds en 3D, un triangle à trois noeuds en 2D)
 3. affectation d'un modèle 3D ou C_PLAN ou D_PLAN
 4. affectation du matériau sur ce maillage ;
 5. affectation des chargements :
- en ce qui concerne les déformations imposées, pour chaque composante affectée via un des mots-clés de EPSI_IMPOSE, création d'un chargement unitaire en déformation qui sera multiplié par la fonction du temps fournie pour cette composante par l'utilisateur ;
 - en ce qui concerne les contraintes imposées, pour chaque composante affectée via un des mots-clés de SIGM_IMPOSE, création d'un chargement unitaire en contraintes qui sera multiplié par la fonction du temps fournie pour cette composante par l'utilisateur ;
 1. récupération des mots-clés de STAT_NON_LINE. Tous les mots-clés ayant des valeurs par défaut sont utilisés, sauf s'ils sont surchargés par l'utilisateur (NEWTON, CONVERGENCE, SUIVI_DDL, ARCHIVAGE, RECH_LINEAIRE) et de l'état initial.

Après l'appel à STAT_NON_LINE, l'ensemble des résultats (six ou quatre composantes de contraintes et de déformations, variables internes) sont stockés dans une table. Pour chaque composante (colonne de la table) figure l'évolution en fonction du temps.

5 Exemple d'utilisation

Cet exemple est issu du test SSNV160E :

```
# TITRE CAS TEST HYDROSTATIQUE CAM_CLAY EN 3D; AVEC SIMU_POINT_MAT

# CARACTERISTIQUES DU MATERIAU

MATER=DEFI_MATERIAU(ELAS=_F(E=7.74E6,NU=0.285),
    CAM_CLAY=_F(MU = 6.E6,
        PORO=0.66,
        LAMBDA=0.25,
        KAPA=0.05,
        M=0.9,
        PRES_CRIT=3.E5),,);

# CHARGEMENT
PRESS2=DEFI_FONCTION(NOM_PARA='INST',
    NOM_RESU='PRESSION',
    VALE=(0.0,0.0,
        100.0,-100000.0,
        600.0,-320000.0,
        1000.0,-350000.0,
        5000.0,-500000.0,
        8000.0,-800000.0),
    PROL_DROITE='CONSTANT');

# LISTE DES INSTANTS DE CALCUL

LI1=DEFI_LIST_REEL(DEBUT=0.0,
    INTERVALLE=( _F(JUSQU_A=1000.0,NOMBRE=10,,),
        _F(JUSQU_A=1.E4,NOMBRE=60,,),,));

SXXINI= -7.99000E+05
EXXINI= -1.82689E-02

RESU3=SIMU_POINT_MAT(
    COMP_INCR=_F(RELATION='CAM_CLAY',ITER_INTE_MAXI=100,ITER_INTE_PAS=-10,,),
    NEWTON=_F(MATRICE='TANGENTE',REAC_ITER=1,,),
    CONVERGENCE=_F(ITER_GLOB_MAXI=20,,),
    MATER = MATER,
    INCREMENT=_F(LIST_INST=LI1,INST_INIT= 7990.,INST_FIN = 8000.),
    SIGM_INIT=_F(SIXX=SXXINI,SIYY=SXXINI,SIZZ=SXXINI,,),
    EPSI_INIT=_F( EPXX=EXXINI,EPYY=EXXINI,EPZZ=EXXINI,
        EPXY=0.,EPYZ=0.,EPXZ=0.,),
    VARI_INIT=_F( VALE=( 3.99500E+05,1.0,7.99000E+05,4.63066E-10,
        1.94773E-02,2.99086E-17,1.79821E+00),),
    SIGM_IMPOSE=_F( SIXX=PRESS2, SIYY=PRESS2, SIZZ=PRESS2,,),
    ARCHIVAGE=_F( ARCH_ETAT_INIT='OUI'),
    );
IMPR_TABLE(TABLE=RESU3)
```