

## PLEXU09 – Validation de VMIS\_JOHN\_COOK dans CALC\_EUROPLEXUS

---

### Résumé :

Ce test valide l'utilisation de la loi de comportement VMIS\_JOHN\_COOK dans CALC\_EUROPLEXUS. Il valide également la fonctionnalité `VARI_INT = 'OUI'` de `ETAT_INIT` et l'utilisation en dehors de CALC\_EUROPLEXUS de la macro-commande `LIRE_EUROPLEXUS`.

Modélisation A : reproduction du test EPX `bm_ini_med_ecro_vmjc` qui valide la prise en compte de variables internes en état initial (issu de Code\_Aster) pour la loi VMIS\_JOHN\_COOK (VMJC de EPX).

Modélisation B : test de non régression pour valider la bonne traduction des paramètres matériaux.

## 1 Détails sur les transformations des variables internes pour la loi VMIS\_JOHN\_COOK

### 1.1 Description

On note les variables internes de Code\_Aster avec le suffixe V et les variables internes d'EPX avec le suffixe ECR suivi du numéro de composante.

#### 1.1.1 Code\_Aster

La loi VMIS\_JOHN\_COOK dans Code\_Aster possède 5 variables internes.

|    |          |                                                                            |
|----|----------|----------------------------------------------------------------------------|
| V1 | EPSPEQ   | Déformation plastique équivalente (déviatorique) cumulée                   |
| V2 | INDIPLAS | Indicateur de plasticité (0 : seuil non atteint, 1 ou > 1 : seuil atteint) |
| V3 | DEPSPEQ  | Incrément de déformation plastique équivalente                             |
| V4 | DINSTM   | Incrément de temps                                                         |
| V5 | DDISSM   | Vitesse de dissipation mécanique                                           |

#### 1.1.2 EPX

La loi VMJC d'EPX possède 8 variables internes. Voici les informations issues de la documentation d'EPX :

|      |                                                           |
|------|-----------------------------------------------------------|
| ECR1 | current hydrostatic pressure                              |
| ECR2 | current equivalent stress (Von Mises)                     |
| ECR3 | current equivalent plastic strain                         |
| ECR4 | current yield stress                                      |
| ECR5 | sound speed                                               |
| ECR6 | equivalent strain rate (Von Mises)                        |
| ECR7 | failure flag (0=virgin Gauss Point, 1=failed Gauss Point) |
| ECR8 | damage parameter for the Johnson-Cook criterion           |

### 1.2 Passage Code\_Aster vers EPX

#### 1.2.1 ECR1

On calcule la trace de la matrice des contraintes grâce à `CALC_CHAMP/CHAM_UTIL/CRITERE = 'TRACE'` sur le champ `SIEF_ELGA`. La valeur obtenue pour chaque point de Gauss est ensuite divisée par 3 pour obtenir *ECR1*.

#### 1.2.2 ECR2

*ECR2* correspond à la composante *VMIS* du champ `SIEQ_ELGA`.

#### 1.2.3 ECR3

*ECR3* correspond à la composante *VI* du champ *VARI\_ELGA*.

## 1.2.4 ECR4

*ECR4* correspond à la composante *VMIS* du champ *SIEQ\_ELGA*, valeur à laquelle on ajoute un *epsilon* égal à  $10E-6$ . Ce choix a été fait dans le cadre de la thèse d'Emricka Julian. Il permet que les calculs avec la loi VMJC d'EPX fonctionnent avec l'état initial donné.

## 1.2.5 ECR5

*ECR5* : valeur mise à 0. car calculée totalement par EPX à chaque instant.

## 1.2.6 ECR6

Cette valeur correspond à une vitesse de déformation qui est toujours nulle en sortie d'un calcul statique. Elle est donc mise à 0. car il n'est pas prévu de donner un état initial issu d'un calcul dynamique à *CALC\_EUROPLEXUS*.

## 1.2.7 ECR7 et ECR8

Ces deux variables concernent uniquement la mécanique de la rupture. Elles sont mises à 0. .

## 1.3 Passage EPX vers Code\_Aster

Les transformations lors de ce passage ne peuvent être faites qu'à partir de valeurs présentes dans le champ de variables internes issus d'EPX.

Pour cette loi, la transformation consiste seulement à mettre la composante *ECR3* en *VI* et à mettre les 4 autres composantes à 0. .

## 2 Modélisation A

### 2.1 But

Le but de ce test est de valider l'envoi et la transformation (pour la loi VMIS\_JOHN\_COOK) d'un champ de variables internes en état initial d'un calcul EPX via CALC\_EUROPLEXUS. Il valide également la transformation des variables internes dans le sens EPX vers Code\_Aster pour la loi VMIS\_JOHN\_COOK et l'utilisation de LIRE\_EUROPLEXUS en dehors de CALC\_EUROPLEXUS.

### 2.2 Description

Ce test est l'équivalent du « bench » EPX bm\_ini\_med\_ecro\_vmj.

Il s'agit d'un cube formé par un seul élément. La face inférieure est encastrée et on applique un chargement (déplacement imposé selon X) sur la face supérieure. Ce calcul est fait avec l'opérateur STAT\_NON\_LINE afin de produire un état initial pour le calcul EPX.

On lance ensuite CALC\_EUROPLEXUS avec cet état initial (déplacements + contraintes + variables internes) et sans chargement supplémentaire que ceux ayant permis d'obtenir l'état initial.

On vérifie alors que les variables internes initiales et en état final sont bien les mêmes que dans bm\_ini\_med\_ecro\_vmj grâce au mot-clé COURBE (et à TEST\_TABLE) et que les variables internes récupérées par Code\_Aster en fin de calcul sont bien celles attendues.

Les variables internes ne doivent normalement pas évoluer puisque qu'aucun chargement supplémentaire n'a été ajouté. Cependant, certaines composantes qui ne dépendent pas des valeurs calculées sont recalculées totalement par EPX à chaque itération. C'est le cas de ECR5.

### 2.3 Principe de validation

Comparaison avec le cas test EPX ou références analytiques.

### 2.4 Valeurs testées

Dans ce premier tableau des numéros des variables internes sont ceux d'EPX.

| Maille | Instant | Composante  | Point | Valeur de référence | Tolérance |
|--------|---------|-------------|-------|---------------------|-----------|
| M1     | 0.      | $V1 = ECR1$ | 1     | 4.078819E+2         | 1E-4      |
| M1     | 0.      | $V2 = ECR2$ | 2     | 1.420337E+2         | 1E-4      |
| M1     | 0.      | $V3 = ECR3$ | 3     | 5.773488E-3         | 1E-4      |
| M1     | 0.      | $V4 = ECR4$ | 4     | 1.561430E+2         | 1E-4      |
| M1     | 0.004   | $V1 = ECR1$ | 1     | 4.078819E+2         | 1E-4      |
| M1     | 0.004   | $V2 = ECR2$ | 2     | 1.420337E+2         | 1E-4      |
| M1     | 0.004   | $V3 = ECR3$ | 3     | 5.773488E-3         | 1E-4      |
| M1     | 0.004   | $V4 = ECR4$ | 4     | 1.561430E+2         | 1E-4      |
| M1     | 0.004   | $V5 = ECR5$ | 5     | 4019.1847623425019  | 1E-4      |

On teste ensuite la valeur des variables internes dans le résultat Aster en sortie de CALC\_EUROPLEXUS.

| Maille | Instant | Composante | Point | Valeur de référence | Tolérance |
|--------|---------|------------|-------|---------------------|-----------|
| M1     | 0.      | <i>VI</i>  | 3     | 5.773488E-3         | 1E-4      |
| M1     | 0.004   | <i>VI</i>  | 3     | 5.773488E-3         | 1E-4      |

Enfin on teste la valeur des variables internes dans le résultat Aster en sortie de LIRE\_EUROPLEXUS.

| Maille | Instant | Composante | Point | Valeur de référence | Tolérance |
|--------|---------|------------|-------|---------------------|-----------|
| M1     | 0.      | <i>VI</i>  | 3     | 5.773488E-3         | 1E-4      |
| M1     | 0.004   | <i>VI</i>  | 3     | 5.773488E-3         | 1E-4      |

## 3 Modélisation B

---

### 3.1 But

La modélisation A ne permet pas de s'assurer que les paramètres matériaux ont été traduits correctement. Le but de ce test est compléter cela.

### 3.2 Description

Sur le même modèle que la modélisation A, on applique une pression sur la face supérieure du cube suffisamment forte pour sortir de la partie élastique de la loi. Le calcul est lancé sans état initial.

### 3.3 Principe de validation

Après avoir vérifié que la traduction des paramètres matériaux était bien faite dans le fichier de commande EPX créé, on applique des tests de non-régression à ce calcul.

### 3.4 Valeurs testées

| Maille | Composante  | Point | Valeur de référence | Tolérance |
|--------|-------------|-------|---------------------|-----------|
| M1     | <i>SIXX</i> | 1     | -150717574.84       | 1E-6      |
| M1     | <i>SIYY</i> | 3     | -150717574.84       | 1E-6      |
| M1     | <i>SIZZ</i> | 5     | -150729740.85       | 1E-6      |

## 4 Conclusion

---

Les tests ont permis de montrer que :

- la loi VMIS\_JOHN\_COOK était bien prise en compte,
- un champ de variables internes pouvait être envoyé en plus des champs de déplacements et de contraintes dans l'état initial,
- la transformation des variables internes de Code\_Aster vers EPX était conforme à la demande,
- la transformation des variables internes d'EPX vers Code\_Aster aussi,
- l'utilisation de LIRE\_EUROPLEXUS en dehors de CALC\_EUROPLEXUS est opérationnelle.