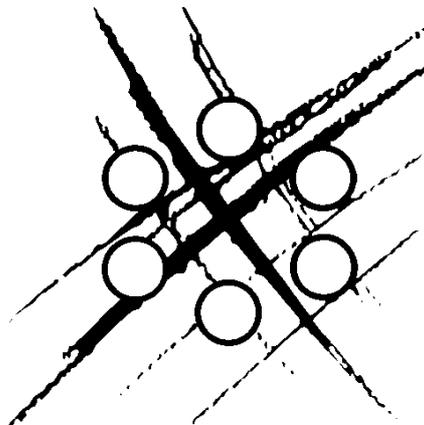


		CEA/DEN/DANS/DM2S/SEMT/DYN DO 52 15/09/11  11MVD000057 diffusé le : 15/09/11
RAPPORT TECHNIQUE DEN		Page 1 / 36

DIRECTION DE L'ENERGIE NUCLEAIRE
DIRECTION DELEGUEE AUX ACTIVITES NUCLEAIRES DE SACLAY
DEPARTEMENT DE MODELISATION DES SYSTEMES ET STRUCTURES
SERVICE D'ETUDES MECANIKES ET THERMIQUES



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

Référence DEN/DANS/DM2S/SEMT/DYN/RT/11-022/A

V. Faucher

Commissariat à l'Energie Atomique
DEN/DANS/DM2S/SEMT
Centre de Saclay BAT 607 - PC 115
91191 Gif/Yvette cedex - France
Tél. : 01 69 08 23 60 Fax : 01 69 08 87 84 Courriel : catherine.borgoltz@cea.fr



energie atomique • énergies alternatives

SEMT/DYN/RT/11-022

Indice A

08/09/2011

Page 2 / 36

Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

NIVEAU DE CONFIDENTIALITE

DO	DR	CCEA	CD	SD
X				

PARTENAIRES/CLIENTS	REFERENCE DE L'ACCORD OU DU CONTRAT	TYPE D'ACTION
EDF	11-445	CE

REFERENCES INTERNES CEA

DIRECTION D'OBJECTIFS	PROGRAMME	PROJET	EOTP
DISN	Simulation	MECAN	A-MECAN-03-01

S'IL S'AGIT DU LIVRABLE D'UN JALON :

JALON	INTITULE DU JALON
	SO

S'agit-il d'une synthèse ? oui non

SUIVI DES VERSIONS

INDICE	DATE	NATURE DE L'EVOLUTION	PAGES, CHAPITRES
A	08/09/2011	Document initial	

	NOM	FONCTION	VISA	DATE
REDACTEUR	V. FAUCHER			13/09/2011
VERIFICATEUR	F. BLIARD			13/09/2011
APPROBATEUR	T. LAPORTE	Chef de laboratoire		13/09/2011
AUTRE VISA				
ÉMETTEUR	C. DELLIS	Chef de service		22/09/2011



*Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation*

MOTS CLEFS

EUROPLEXUS, plateforme SALOME, mise en données interactive, XDATA

RESUME / CONCLUSIONS

Le présent document s'inscrit dans le processus de mise à disposition des utilisateurs du programme EUROPLEXUS d'un environnement interactif pour la mise en données des calculs par l'intermédiaire de la plateforme libre SALOME. Il fait suite à la synthèse des actions 2010 effectuées sur le sujet dans le cadre de la fiche CEA/EDF MIDES.

L'objectif est de décrire l'outil disponible avant un premier déploiement pour un panel d'utilisateurs avancés, composé de l'équipe de développement EUROPLEXUS au laboratoire CEA/DEN/DANS/DM2S/SEMT/DYN et des ingénieurs impliqués dans le développement EPX au département EDF R&D/AMA. Sont concernées par cette description :

- la procédure d'installation de l'outil, à partir des prérequis que sont une installation de la plateforme SALOME, une installation de XDATA et une version du code source LaTeX de la documentation d'EUROPLEXUS,
- l'utilisation de l'outil pour la mise en données de 3 tests au contenu significatif, avec des remarques concernant la logique d'utilisation et l'ergonomie venant compléter les conclusions exprimées dans la référence, en signalant les évolutions et améliorations depuis le dernier état considéré.

L'outil est caractérisé par la relecture générique du code source LaTeX de la documentation d'EUROPLEXUS, géré en configuration au même titre que le code source Fortran, permettant une intégration systématique de la majorité des directives du programme et une prise en compte des évolutions continues des fonctionnalités du code. Il est fonctionnel et sa compatibilité avec la version 2011.2 de la plateforme SALOME-MECA, construite sur la base de la plateforme SALOME 6.3.0, a été testée avec succès.

Les directions de développements à venir portent principalement sur la relecture de fichiers de données EUROPLEXUS existants, pour assurer une gestion sécurisée et pérenne des cas de calcul avec la plate-forme SALOME, ainsi que sur les travaux d'amélioration/correction issus du retour des premières utilisations du module par les équipes du CEA/DEN/DANS/DM2S/SEMT/DYN et de EDF R&D/AMA.

RESUME / CONCLUSIONS de niveau DO en cas de niveau confidentialité supérieur du document

SO



*Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation*

Diffusion initiale interne CEA

Diffusion électronique du document complet

CEA/DEN/DANS :

DM2S/SEMT/DYN T. Laporte, F. Bliard, H. Bung, P. Galon, V. Faucher
DM2S/SEMT/DIR C. Dellis

DM2S/SFME V. Bergeaud, E. Adam, D. Caruge

DM2S/DIR E. Proust, C. Chaigneau

CEA/DEN :

DISN/Simulation C. Poussard
DPIE/SA2P Y. Kayser

Diffusion électronique du résumé

CEA/DEN/DANS :

DM2S/SEMT/BCCR
DM2S/SEMT/EMSI
DM2S/SEMT/LISN
DM2S/SEMT/LM2S
DM2S/SEMT/LTA

DM2S/SFME
DM2S/SERMA

DPC/SCCME

DMN/SRMA

CEA/DEN :

DISN/Gen2&3 M. Durin



energie atomique • énergies alternatives

SEMT/DYN/RT/11-022
Indice A
08/09/2011
Page 5 / 36

*Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation*

Diffusion initiale externe CEA

Diffusion électronique du document complet

EDF :

R&D/AMA
R&D/DIR

V. Godard, C. Durand, S. Potapov, A. Assire
O. Marchand



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

SOMMAIRE

1	ELEMENTS DE CONTEXTE	8
2	INSTALLATION DE L'OUTIL DE MISE EN DONNEES	8
2.1	PREREQUIS	8
2.2	PROCEDURE D'INSTALLATION	9
2.2.1	Installation de la version de développement de XDATA	9
2.2.2	Installation de l'outil de mise en données EUROPLEXUS	9
2.3	RAPPEL DES VARIABLES D'ENVIRONNEMENT A POSITIONNER APRES INSTALLATION	10
3	UTILISATION DU MODULE DE MISE EN DONNEES	10
3.1	PRESENTATION DE L'OUTIL ET LOGIQUE DES COMMANDES	10
3.1.1	Exemple élémentaire d'entrée de données	11
3.1.2	Logique générique de saisie hiérarchique des données	15
3.2	INTERACTION AVEC LE MAILLAGE POUR LES COMMANDES DEMANDANT UN SUPPORT GEOMETRIQUE	17
3.3	SAUVEGARDE D'UNE ETUDE	21
3.4	EXPORT D'UN FICHER DE COMMANDE POUR EUROPLEXUS	21
4	AMELIORATIONS APPORTEES A L'OUTIL DE MISE EN DONNEE DEPUIS LA VERSION 2010	22
4.1	AMELIORATIONS D'ERGONOMIE	22
4.2	AMELIORATION DE LA GENERATION DU FICHER DE DONNEES POUR EUROPLEXUS	24
5	MISE EN ŒUVRE DE L'OUTIL POUR LA MISE EN DONNEES DE TESTS AU CONTENU SIGNIFICATIF	25
5.1	TEST BM_CONTACT_AUTO.EPX	25
5.2	TEST BM_DEBR.EPX	29
5.3	TEST BM_FLSR.EPX	32
6	CONCLUSION	35
	REFERENCES	36



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

Liste des figures

FIGURE 1 : MENU <i>EUROPLEXUS</i>	11
FIGURE 2 : SELECTION DE LA SOUS-DIRECTIVE <i>TYPE OF MESH, PROBLEM AND LISTING</i> DU GROUPE A	12
FIGURE 3 : BOITE DE DIALOGUE APRES SELECTION D'UNE SOUS-DIRECTIVE	12
FIGURE 4 : SELECTION D'UN MOT-CLE POUR LE CHAMP <i>DPLA_OR_CPLA_OR_AXIS_OR_TRID</i>	13
FIGURE 5 : CHAMP <i>DPLA_OR_CPLA_OR_AXIS_OR_TRID</i> RENSEIGNE	14
FIGURE 6 : REFERENCE DE L'ACTION DANS L' <i>OBJECT BROWSER</i>	14
FIGURE 7 : SELECTION DU BLOC DE SYNTAXE INTRODUIT PAR <i>CASTEM</i> DANS LE CHAMP <i>CASTEM_OR_IDEA_OR_MEDL</i>	15
FIGURE 8 : BOITE DE DIALOGUE POUR LE BLOC DE SYNTAXE SELECTIONNE	16
FIGURE 9 : SELECTION DU MOT-CLE <i>CASTEM</i> POUR LE CHAMP <i>CASTEM</i>	16
FIGURE 10 : BOITE DE DIALOGUE POUR LE MOT-CLE <i>CASTEM</i>	17
FIGURE 11 : MAILLAGE DANS LE MODULE <i>GEOM</i>	18
FIGURE 12 : GROUPE D'ELEMENTS SURFACIQUES <i>S12</i> AUXQUELS AFFECTER LE MATERIAU	19
FIGURE 13 : SELECTION DE LA DIRECTIVE POUR LE MATERIAU ELASTIQUE LINEAIRE	19
FIGURE 14 : SELECTION D'UN OBJET MAILLAGE DANS L' <i>OBJECT BROWSER</i> POUR RENSEIGNER LE CHAMP <i>LECTURE</i>	20
FIGURE 15 : INTERACTION ENTRE MODULES <i>EPX</i> (ANCIENNEMENT <i>DATA</i>) ET <i>SMESH</i>	20
FIGURE 16 : BOITE DE DIALOGUE POUR LA GENERATION DU FICHER POUR <i>EUROPLEXUS</i>	22
FIGURE 17 : BOITE DE DIALOGUE INITIALE POUR LA DIRECTIVE <i>LINE</i>	23
FIGURE 18 : PROCEDURE / <i>LECTURE</i> / ASSOCIEE AU MOT-CLE <i>NU</i>	23

Liste des tableaux

TABEAU 1 : COMPOSANTS POUR L'INSTALLATION DE L'OUTIL DE MISE EN DONNEES POUR <i>EUROPLEXUS</i>	9
--	---



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

1 Éléments de contexte

Le présent document s'inscrit dans le processus de mise à disposition des utilisateurs du programme EUROPLEXUS d'un environnement interactif pour la mise en données des calculs par l'intermédiaire de la plateforme libre SALOME. Il fait suite à la synthèse des actions 2010 [R1] effectuées sur le sujet dans le cadre de la fiche CEA/EDF MIDES.

L'objectif est de décrire l'outil disponible avant un premier déploiement pour un panel d'utilisateurs *avancés*, composé de l'équipe de développement EUROPLEXUS au laboratoire CEA/DEN/DANS/DM2S/SEMT/DYN et des ingénieurs impliqués dans le développement EPX au département EDF R&D/AMA. Sont concernées par cette description :

- ✓ la procédure d'installation de l'outil, à partir des prérequis que sont une installation de la plateforme SALOME, une installation de XDATA et une version du code source LaTeX de la documentation d'EUROPLEXUS,
- ✓ l'utilisation de l'outil pour la mise en données de 3 tests au contenu significatif, avec des remarques concernant la logique d'utilisation et l'ergonomie venant compléter les conclusions exprimées dans la référence [R1], en signalant les évolutions et améliorations depuis le dernier état considéré.

Pour rappel, EUROPLEXUS est un logiciel de simulation en dynamique rapide destiné à l'analyse de structures et de fluides en interaction, soumis à des chargements transitoires brutaux. Il repose sur une discrétisation de l'espace par éléments finis, volumes finis ou particules (SPH ou éléments discrets) et sur une discrétisation du temps par le schéma explicite des différences centrées.

Le principe de l'outil d'assistance à la mise en données à développer est dans un premier temps de permettre de renseigner interactivement les directives définissant un cas de calcul EUROPLEXUS, conformément à la documentation du programme (affectation des éléments, des propriétés géométriques et des matériaux aux différents objets du maillage, définition du chargement, des conditions aux limites et des paramètres de calcul...). Cette première phase utilise des menus spécifiques aux directives EUROPLEXUS, générés à l'aide de l'outil XDATA. La seconde phase de la mise en données est la génération par SALOME d'un fichier ASCII destiné à l'exécution d'EUROPLEXUS en ligne de commande.

La documentation d'EUROPLEXUS [R2] est produite par l'intermédiaire de l'outil de rédaction LaTeX. De ce fait, elle se présente sous la forme d'une collection de fichiers au format ASCII, gérés en configuration par l'atelier logiciel EUROPLEXUS exactement comme le code source du programme. La phase de génération des menus dans SALOME par XDATA repose alors sur une relecture automatique des fichiers ASCII, comprenant du code LaTeX, pour :

1. extraire les blocs textuels contenant la syntaxe de chaque directive EUROPLEXUS,
2. interpréter ces blocs pour produire les menus permettant de saisir les données requises.

L'outil proposé repose sur la production générique et automatique de menus à partir de la documentation, ce qui est motivé par :

- ✓ le grand nombre de directives contenues dans la documentation,
- ✓ la robustesse du fonctionnement de l'outil de mise en données face à des modifications futures de la documentation.

Les directives syntaxiques pour la rédaction de la documentation ne sont pas originellement orientées vers la génération d'un code interprétable par une procédure automatique. Des améliorations leur ont déjà été apportées [R1] et la démarche de progrès est encore en cours.

2 Installation de l'outil de mise en données

2.1 Prérequis

On décrit dans ce chapitre les composants nécessaires à la construction de l'outil de mise en données. Ils sont rassemblés dans le Tableau 1.



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

Nom du composant	Version utilisée pour le présent rapport
Plateforme SALOME	SALOME 5.1.4, téléchargée sur le site http://www.salome-plateform.org
Logiciel XDATA	Version de développement datée du 1 ^{er} septembre 2011 - Archive <i>xdata-2011-09-01.tar.gz</i>
Documentation EUROPLEXUS	Fichiers LaTex (extension <i>.tex</i>) datant du 7 septembre 2011
Module EPX pour la génération des menus	Archive <i>EPX_SRC-0.1.1.tgz</i>

Tableau 1 : Composants pour l'installation de l'outil de mise en données pour EUROPLEXUS

Remarque : La compatibilité du module EPX a été testée avec succès avec la version 2011.2 de la plateforme SALOME-MECA, construite sur la base de SALOME 6.3.0, pour préparer l'interaction future entre EUROPLEXUS et les autres programmes intégrés à cette plateforme, tels que *Code_Aster*.

2.2 Procédure d'installation

On ne décrit pas la procédure d'installation de la plateforme SALOME. Se référer au site <http://www.salome-plateform.org> si nécessaire. Au préalable à toute installation, on positionne l'environnement à partir de la version de SALOME considérée par la commande :

```
source /opt/salome_5.1.4/env_products.sh
```

On nomme *INSTALL* le répertoire global d'installation de l'outil. On y fait référence dans les chemins donnés dans les paragraphes suivants par la syntaxe *\$INSTALL*. L'arborescence des répertoires proposée dans la suite est indicative.

2.2.1 Installation de la version de développement de XDATA

L'installation est classique à partir de l'archive contenant les sources du logiciel :

1. Décompression de l'archive dans le répertoire *\$INSTALL/install_xdata/xdata-2011-09-01_src*
2. Création du répertoire d'installation *\$INSTALL/install_xdata/xdata-2011-09-01_install*
3. Dans le répertoire *\$INSTALL/install_xdata/xdata-2011-09-01_src*, exécution des commandes :

```
configure --prefix=$INSTALL/install_xdata/xdata-2011-09-01_install  
make  
make install
```

Les variables d'environnement *PYTHONPATH* et *PATH* doivent être mises à jour :

```
export PYTHONPATH=$INSTALL/install_xdata/xdata-2011-09-01_install/lib/python2.4/  
site-packages/xdata:$PYTHONPATH  
export PATH=$INSTALL/install_xdata/xdata-2011-09-01_install/bin:$PATH
```

2.2.2 Installation de l'outil de mise en données EUROPLEXUS

Avant la construction de l'outil, le chemin d'accès du répertoire contenant les sources LaTex de la documentation d'EUROPLEXUS doit être indiqué. On les place dans le répertoire *\$INSTALL/manuel_EPX* et on positionne la variable d'environnement *EPX_TTX_DOC* :

```
export EPX_TTX_DOC=$INSTALL/manuel_EPX
```

A nouveau, on suit une procédure classique pour l'installation :

1. Décompression de l'archive *EPX_SRC.tgz* dans le répertoire *\$INSTALL/install_mides/EPX_SRC* (un fichier *README* est présent dans ce répertoire rappelant les étapes suivantes)



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

2. Création du répertoire `$INSTALL/install_mides/EPX_BUILD` pour contenir les objets construits à partir des sources,
3. Création du répertoire `$INSTALL/install_mides/EPX_INSTALL` pour contenir le module de mise en données installé.
4. Dans le répertoire `$INSTALL/install_mides/EPX_BUILD`, exécution des commandes :

```
../EPX_SRC/build_configure  
../EPX_SRC/configure --prefix=$INSTALL/install_mides/EPX_INSTALL  
make install
```

La variable d'environnement `EPX_ROOT_DIR` est positionnée pour indiquer le répertoire d'installation de l'outil :

```
export EPX_ROOT_DIR=$INSTALL/install_mides/EPX_INSTALL
```

2.3 Rappel des variables d'environnement à positionner après installation

Avant d'utiliser l'outil de mise en données pour EUROPLEXUS sous la forme d'un module pour SALOME, il est nécessaire de positionner les variables d'environnement évoquées dans les paragraphes précédents. Le plus simple est de créer un fichier `$INSTALL/install_mides/env_EPX.sh` contenant les lignes suivantes :

```
source /opt/salome_5.1.4/env_products.sh  
export PYTHONPATH=$INSTALL/install_xdata/xdata-2011-09-01_install/lib/python2.4/  
site-packages/xdata:$PYTHONPATH  
export PATH=$INSTALL/install_xdata/xdata-2011-09-01_install/bin:$PATH  
export EPX_TTX_DOC=$INSTALL/manuel_EPX  
export EPX_ROOT_DIR=$INSTALL/install_mides/EPX_INSTALL  
export SALOME_MODULES=GEOM,SMESH,EPX
```

La dernière ligne indique les modules à charger au démarrage de SALOME. Le module de mise en données EUROPLEXUS est nommé à présent `EPX`. Le nom du module pendant le développement étant anciennement `DATA`, on retrouve ce nom sur les captures d'écran des paragraphes suivants.

Il suffit ensuite d'exécuter la commande suivante pour disposer de l'environnement adéquat :

```
source $INSTALL/install_mides/env_EPX.sh
```

3 Utilisation du module de mise en données

3.1 Présentation de l'outil et logique des commandes

L'activation du module pour la mise en données d'EUROPLEXUS se fait en cliquant dans la barre d'outils sur l'icône `EPX` (anciennement `DATA`), placée avec les icônes des autres modules chargés, comme `GEOM` et `SMESH` en suivant la variable `SALOME_MODULES` positionnée au § 2.3.

Un menu *Europlexus* apparaît alors dans la barre supérieure. Ce menu contient les différentes directives permettant la constitution d'un jeu de données EUROPLEXUS (cf. Figure 1).

Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

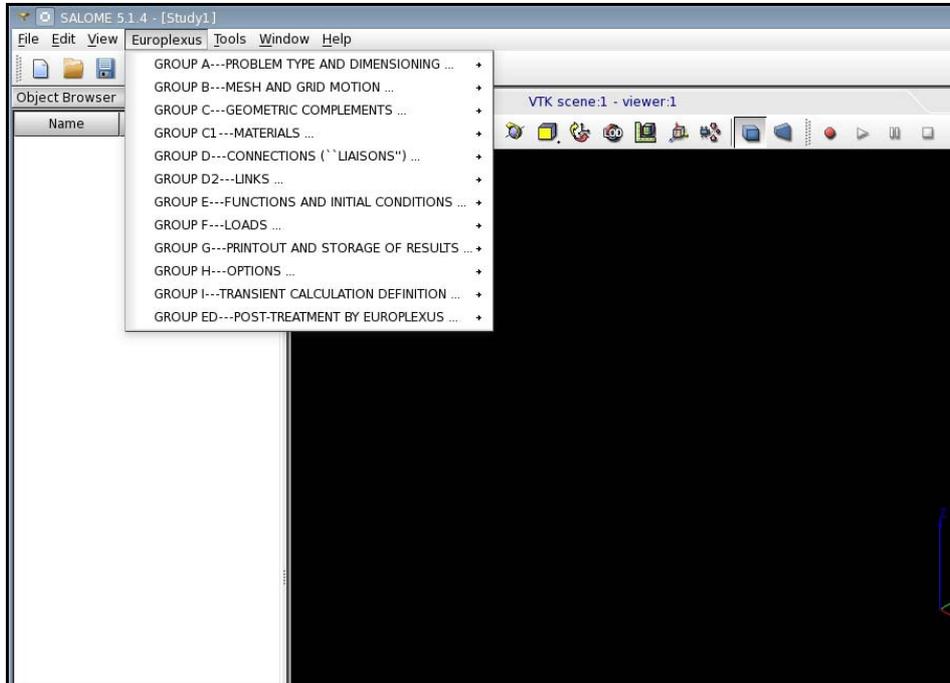


Figure 1 : Menu Europlexus

Le premier niveau de ce menu reprend les groupes de données tels qu'ils apparaissent dans la documentation destinée aux utilisateurs (cf. http://europlexus.jrc.ec.europa.eu/public/manual_html/index.html).

Chaque directive peut être renseignée dans n'importe quel ordre dans l'interface graphique. La remise en ordre des données selon celui de la documentation est assurée au moment de l'exportation du fichier de commande correspondant pour EUROPLEXUS (cf. § 3.4).

Dans la version actuelle de l'outil, **il n'y a pas d'assistance pour le choix des directives à utiliser pour constituer un jeu de données fonctionnel dans EUROPLEXUS**. Le principe de l'outil est de permettre la construction interactive d'un jeu de données en suivant la même logique que l'utilisateur muni de la documentation et rédigeant directement le fichier ASCII destiné à EUROPLEXUS. Les avantages principaux de l'outil sous sa forme présente sont :

- ✓ la visualisation hiérarchique des directives à renseigner dans les menus et du jeu de données au cours de sa construction,
- ✓ l'interaction entre le maillage visualisé à l'écran et les directives.

Remarque : Une bulle d'aide (*tooltip*) est activée lorsque la souris est placée sur une directive dans le menu Europlexus (cf. Figure 13 pour un exemple). Elle reprend le contenu du paragraphe *Object*, s'il existe, positionné classiquement dans la documentation avant le paragraphe *Syntax* contenant la description des commandes de la directive. Cette fonctionnalité est encore en cours de développement et pour l'instant, apparaît dans la bulle le texte au format LaTeX avant interprétation. Il peut ainsi s'avérer difficilement lisible, lorsque ce paragraphe contient des formules mathématiques par exemple.

3.1.1 Exemple élémentaire d'entrée de données

Pour ce premier exemple, on décrit l'entrée du mot-clé définissant le type du problème considéré (choix entre *DPLA* pour 2D déformation plane, *CPLA* pour 2D contraintes planes, *AXIS* pour 2D axisymétrique et *TRID* pour 3D), figurant classiquement au début d'un fichier de commande EUROPLEXUS.

La démarche commence par la sélection dans le menu de la sous-directive correspondante dans le groupe A, telle qu'elle figure dans la documentation (cf. Figure 2),

Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
 Description de l'outil et de son utilisation

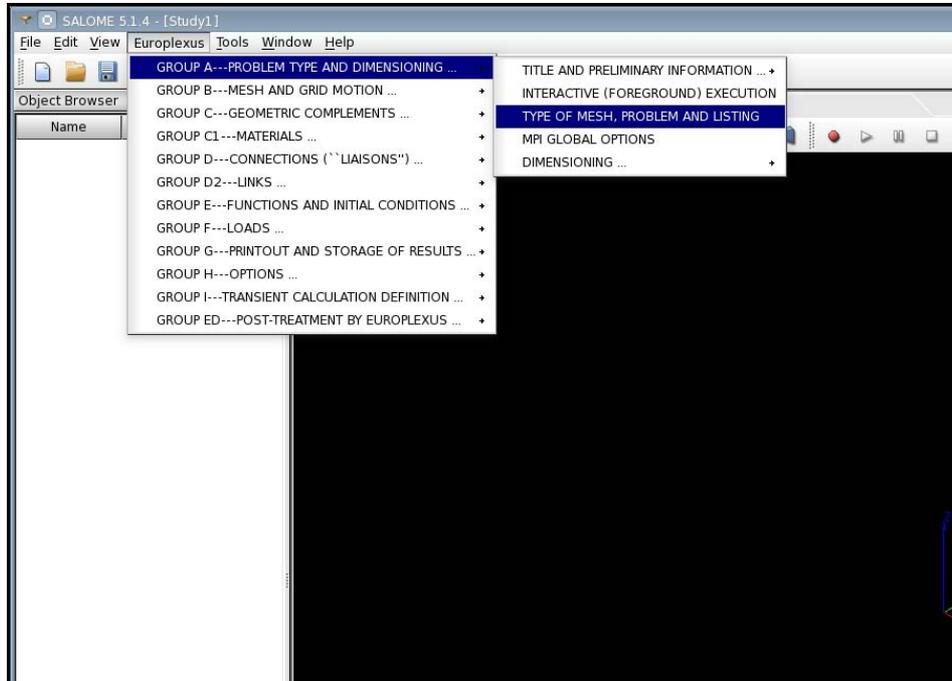


Figure 2 : Sélection de la sous-directive *Type of mesh, problem and listing* du groupe A
 Ceci ouvre une boîte de dialogue avec les différents mots-clés de la sous-directive (cf. Figure 3).

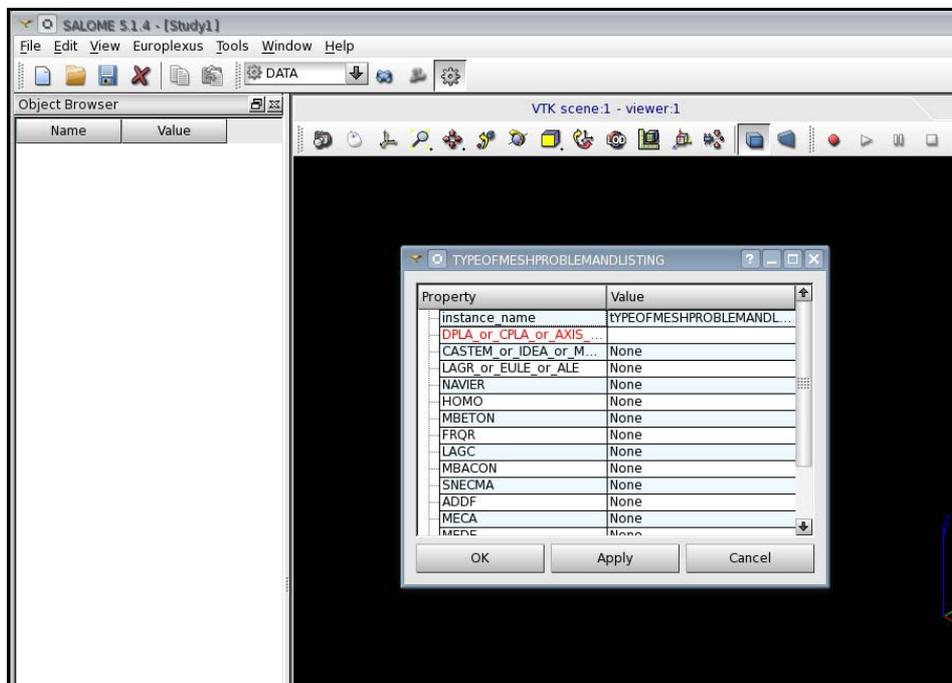


Figure 3 : Boîte de dialogue après sélection d'une sous-directive

Le choix entre les mots-clés précités apparaît en haut de la boîte de dialogue en rouge. Le nom du champ correspondant est composé d'un assemblage des mots-clés possibles, ici *DPLA_or_CPLA_or_AXIS_or_TRID*.

*Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation*

Remarque : les champs marqués en rouge dans une boîte de dialogue sont les champs qui doivent être renseignés obligatoirement pour la sous-directive considérée. La boîte de dialogue ne peut être fermée sans qu'une valeur leur ait été attribuée.

Pour introduire une valeur pour le champ *DPLA_or_CPLA_or_AXIS_or_TRID*, il faut faire un clic-droit dans la colonne *Value* en face du champ souhaité, sélectionner *New* et choisir parmi les mots-clés possibles pour ce champ (cf. Figure 4).

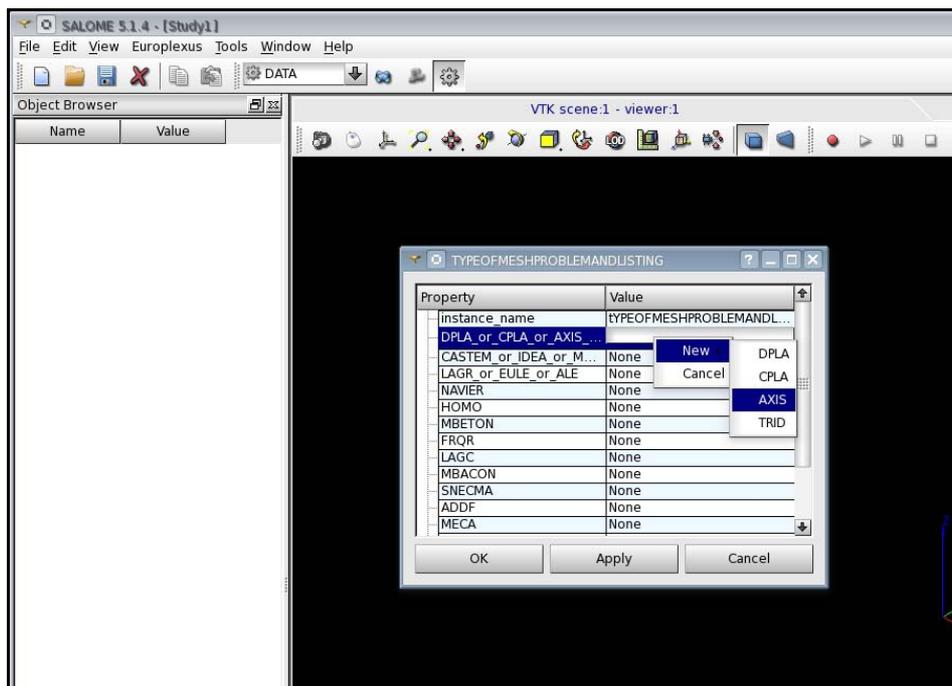


Figure 4 : Sélection d'un mot-clé pour le champ *DPLA_or_CPLA_or_AXIS_or_TRID*

Sélectionner *TRID* affecte la valeur au champ dans la case *Value* (cf. Figure 5). Tous les champs obligatoires ayant été renseignés (aucun n'apparaît plus en rouge), on peut fermer la boîte de dialogue en cliquant sur *OK*.

Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
 Description de l'outil et de son utilisation

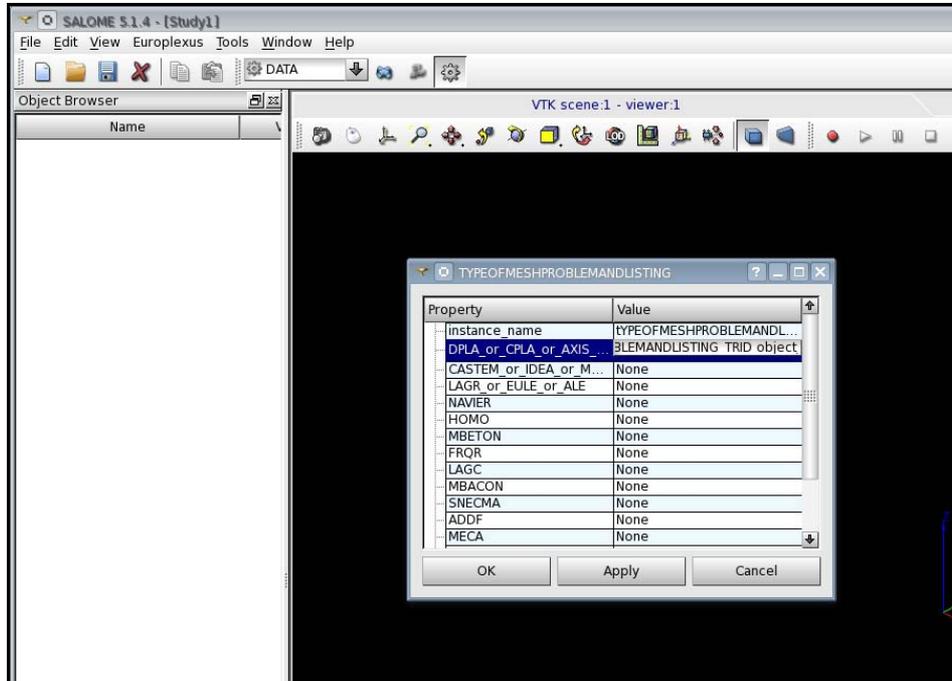


Figure 5 : Champ *DPLA_or_CPLA_or_AXIS_or_TRID* renseigné

La référence à la sous-directive ainsi complétée, avec les valeurs associées aux mots-clés qu'elle contient, apparaît à gauche dans l'*Object Browser*. *None* est la valeur associée à un mot-clé si aucune autre valeur n'a été entrée (cf. Figure 6).

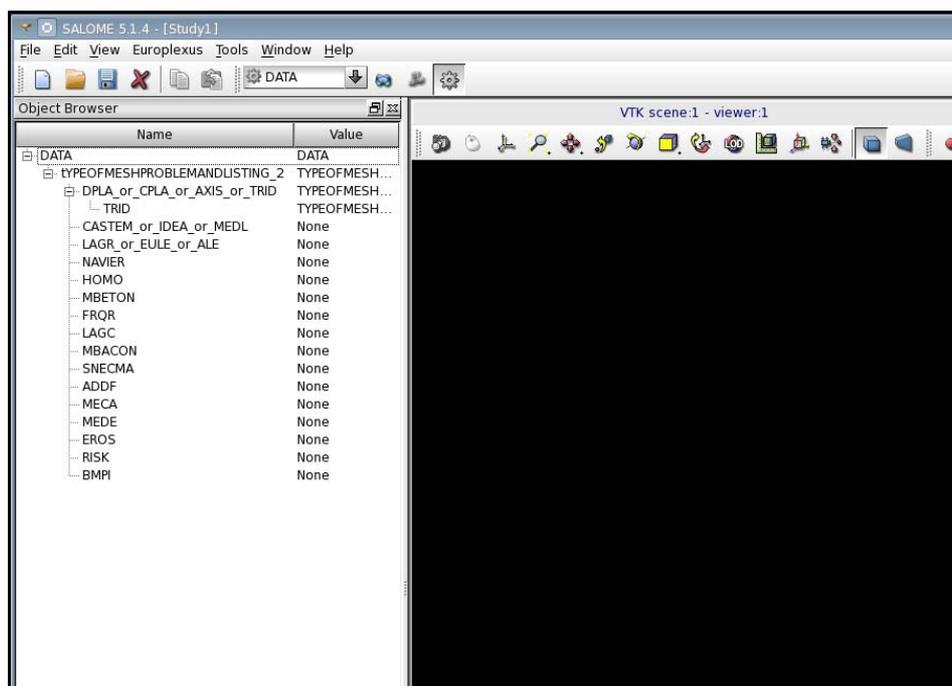


Figure 6 : Référence de l'action dans l'*Object Browser*

*Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation*

3.1.2 Logique générique de saisie hiérarchique des données

Contrairement à la situation du paragraphe précédent, les éléments d'une liste optionnelle ne sont généralement pas des mots-clés seuls, mais des blocs de syntaxe complets, comprenant eux-mêmes un ou plusieurs mots-clés, obligatoires ou facultatifs, et des valeurs numériques ou des objets du maillage associés.

Un exemple est donné à partir de la boîte de dialogue associée à la sous-directive *Type of mesh, problem and listing* décrite ci-dessus en considérant le champ *CASTEM_or_IDEA_or_MEDL*, destiné à la définition du format du maillage pour le calcul.

La syntaxe correspondante dans la documentation est :

```

$[
  "CASTEM" <${ "FORM" ; "UNFO" }$> <${ ndis ; 'file_name' }$> 'nomobjet' ;
  "IDEA" <${ ndidea ; 'file_name' }$> < "REWR" > < "MAPP" > ;
  "MEDL" 'file_name' ;
]$

```

Le champ apparaissant dans la boîte de dialogue est formé à partir du premier mot-clé de chaque bloc de syntaxe possible.

Comme précédemment, on entre les données correspondant à ce champ par un clic-droit dans la colonne *Value* et la sélection d'un mot-clé dans la liste déroulée par l'option *New* (cf. Figure 7).

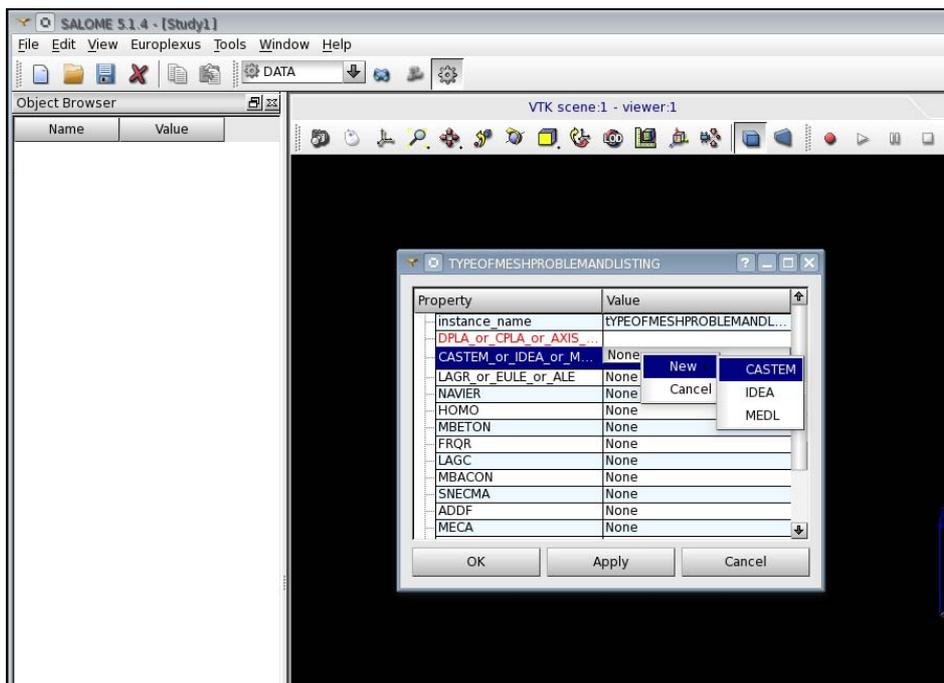


Figure 7 : Sélection du bloc de syntaxe introduit par *CASTEM* dans le champ *CASTEM_or_IDEA_or_MEDL*

Contrairement au paragraphe précédent, ceci provoque l'ouverture d'une seconde boîte de dialogue correspondant au bloc de syntaxe sélectionné (cf. Figure 8).

Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

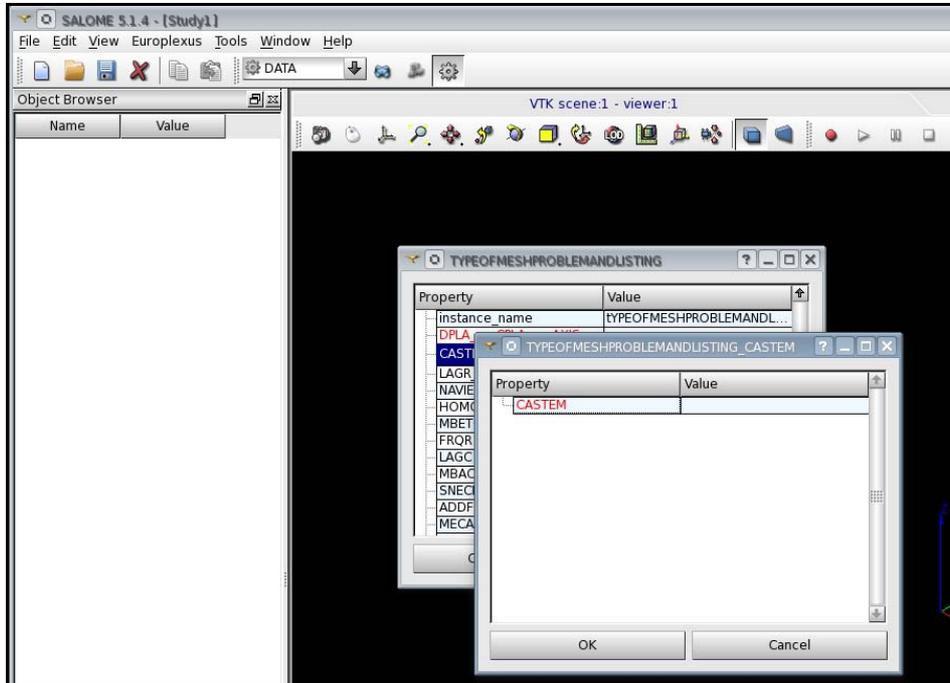


Figure 8 : Boîte de dialogue pour le bloc de syntaxe sélectionné

Le bloc de syntaxe ne contient qu'un seul mot-clé, logiquement obligatoire, disposant de paramètres propres. Pour le sélectionner et renseigner les données associées, il faut faire un nouveau clic-droit dans la colonne *Value* et sélectionner le seul mot-clé possible (*CASTEM* en l'occurrence) pour ouvrir la boîte de dialogue dédiée aux paramètres spécifiques de ce mot-clé (cf. Figure 9 et Figure 10).

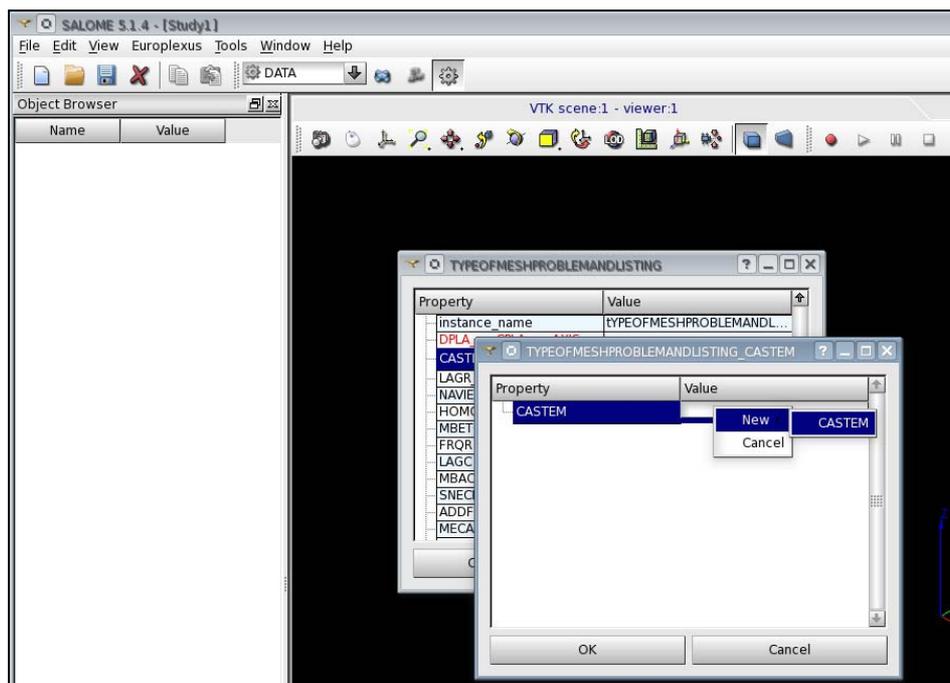


Figure 9 : Sélection du mot-clé *CASTEM* pour le champ *CASTEM*

Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

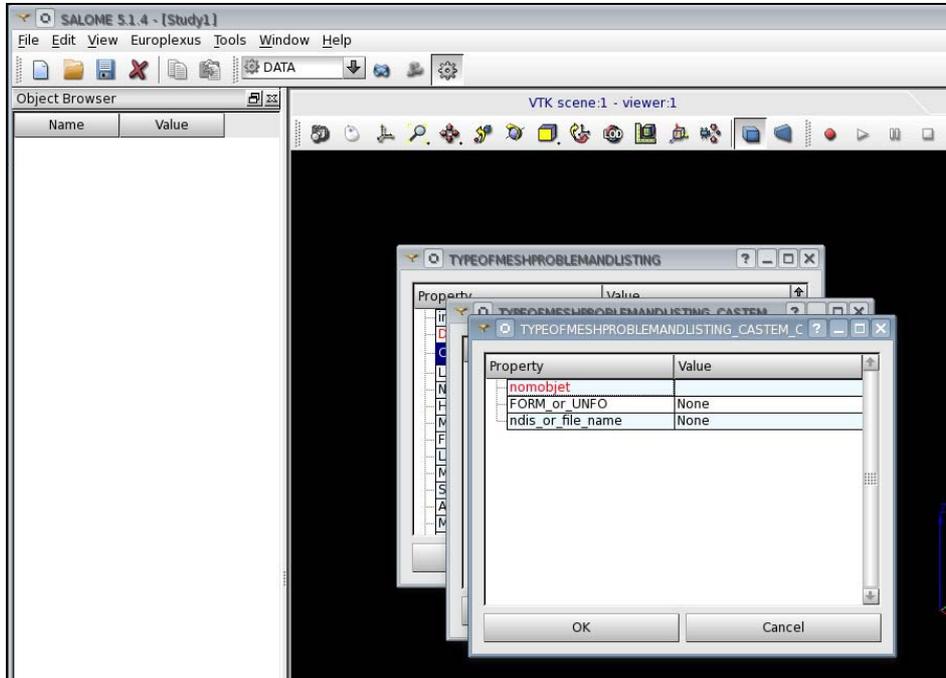


Figure 10 : Boîte de dialogue pour le mot-clé *CASTEM*

Cette démarche peut paraître redondante, par la création successive de deux objets successifs de nom *CASTEM* dans la case *Value* d'une boîte de dialogue, mais il s'agit bien de deux opérations logiques différentes et nécessaires pour assurer la généralité du fonctionnement de l'outil de mise en données pour l'intégralité des commandes d'EUROPLEXUS figurant dans la documentation :

1. dans le premier cas, on choisit le bloc de syntaxe associé au maillage au format *CASTEM*, qui aurait pu contenir plus d'un seul champ,
2. dans le second cas, on renseigne les informations pour le champ *CASTEM*, qui, comme pour le paragraphe précédent, aurait pu demander un choix entre plusieurs mots-clés.

Des simplifications mineures d'ergonomie pourront être apportées pour accélérer certaines opérations dans des cas simples, mais le fonctionnement actuel est logique et générique en rapport avec la stratégie de rédaction de la syntaxe des commandes EUROPLEXUS.

3.2 Interaction avec le maillage pour les commandes demandant un support géométrique

Dans le § 3.1, les commandes entrées sont indépendantes du maillage de calcul et le module *EPX/DATA* peut fonctionner indépendamment de tout maillage chargé dans le module *SMESH* de SALOME. Il en va différemment pour un certain nombre de directives EUROPLEXUS, comme lors de l'affectation d'un matériau à un groupe d'éléments du maillage.

On prend pour exemple le matériau élastique linéaire, nommé *LINE* dans le programme.

La première action consiste à disposer d'un maillage dans le module *SMESH* de SALOME. Celui-ci peut être construit à partir d'une géométrie définie dans le module *GEOM* ou importé, par l'intermédiaire par exemple d'un fichier au format *MED*. Dans le cas présent, on considère le cas d'une poutre caisson de section rectangulaire (cf. Figure 11).

Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

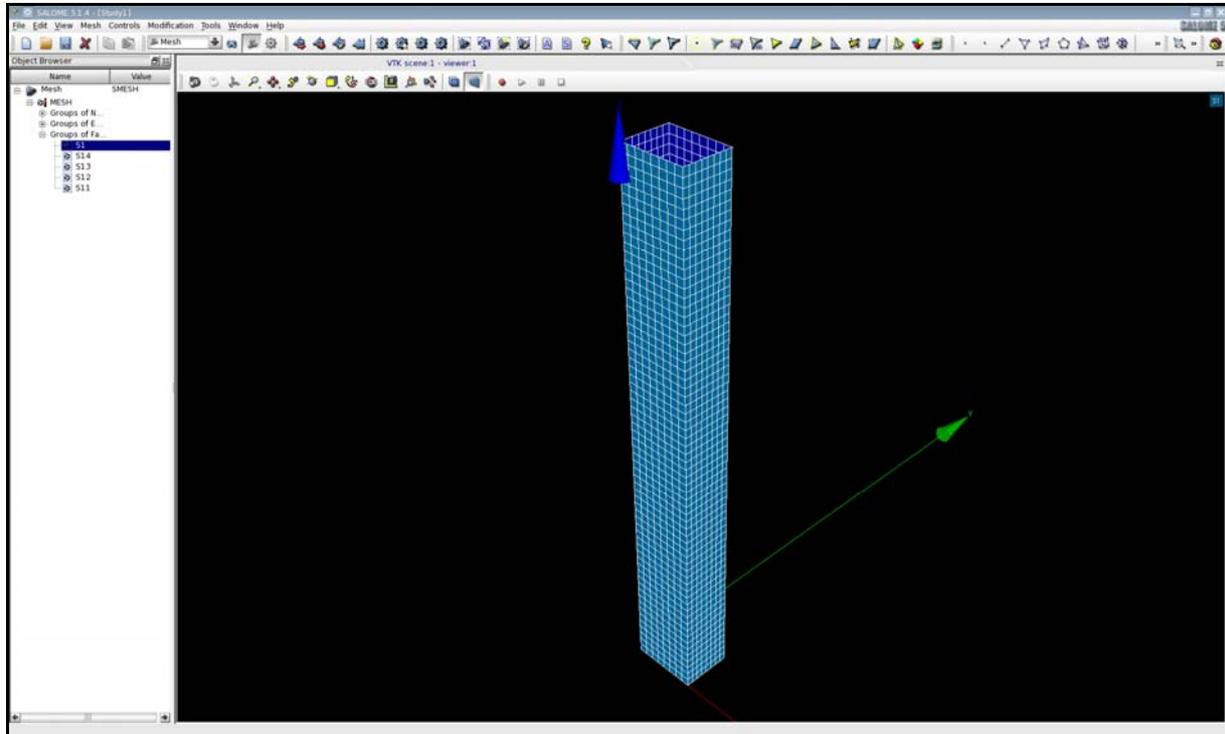


Figure 11 : Maillage dans le module *GEOM*

On cherche ensuite à affecter le matériau *LINE* à une des faces de la poutre, distinguée sur la Figure 12. Le groupe d'éléments surfaciques correspondants, nommé *S12*, existe dans le maillage (il peut le cas échéant être créé simplement avec les outils du module *SMESH*). Le nom *S12* apparaît dans l'arborescence du maillage dans l'*Object Browser* (cf. Figure 12).

Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

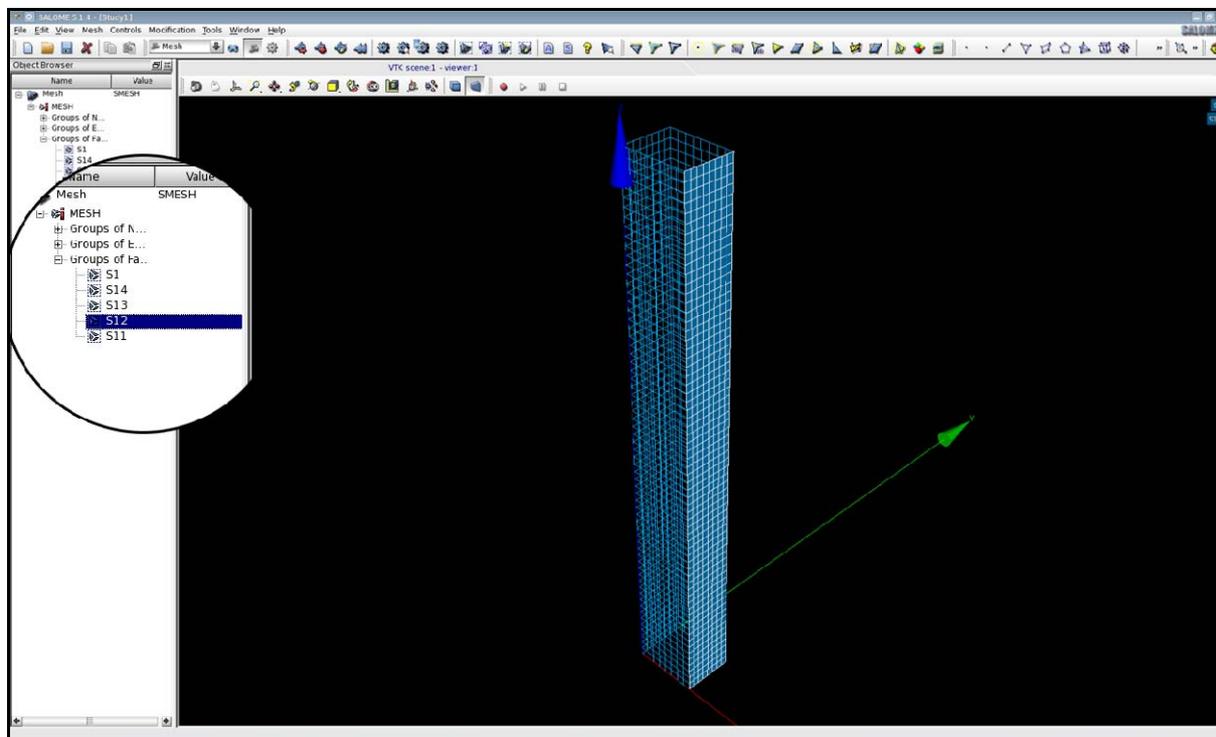


Figure 12 : Groupe d'éléments surfaciques S12 auxquels affecter le matériau

On active alors le module *EPX/DATA* et suivant la logique décrite au § 3.1.2, on renseigne la directive pour le matériau linéaire élastique en la choisissant dans le menu *Europlexus* (cf. Figure 13).

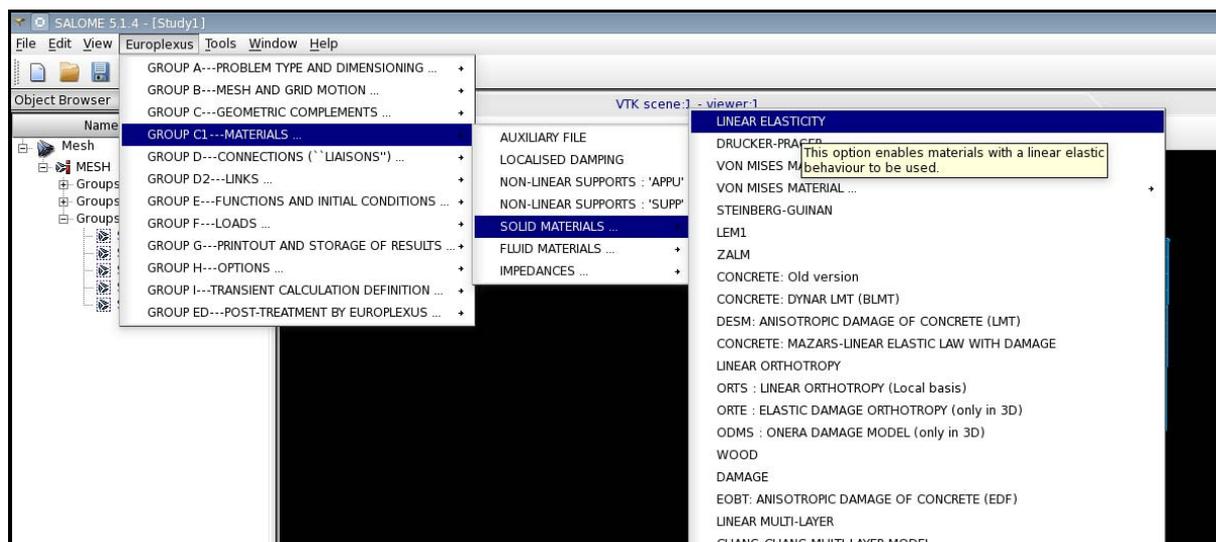


Figure 13 : Sélection de la directive pour le matériau élastique linéaire

L'entrée des paramètres numériques pour le matériau est conforme au mode de saisie des données décrit précédemment. L'interaction avec le maillage intervient au moment de renseigner le champ de nom *LECTURE*. Pour renseigner ce champ, il est possible de donner classiquement le nom du groupe en saisie textuelle, mais aussi de cliquer sur l'objet souhaité dans la fenêtre de visualisation (en prenant garde aux superpositions d'objets affichés) ou encore de cliquer sur l'objet dans l'*Object Browser*, ce dernier mode étant le plus ergonomique, comme l'illustre la Figure 14.

Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

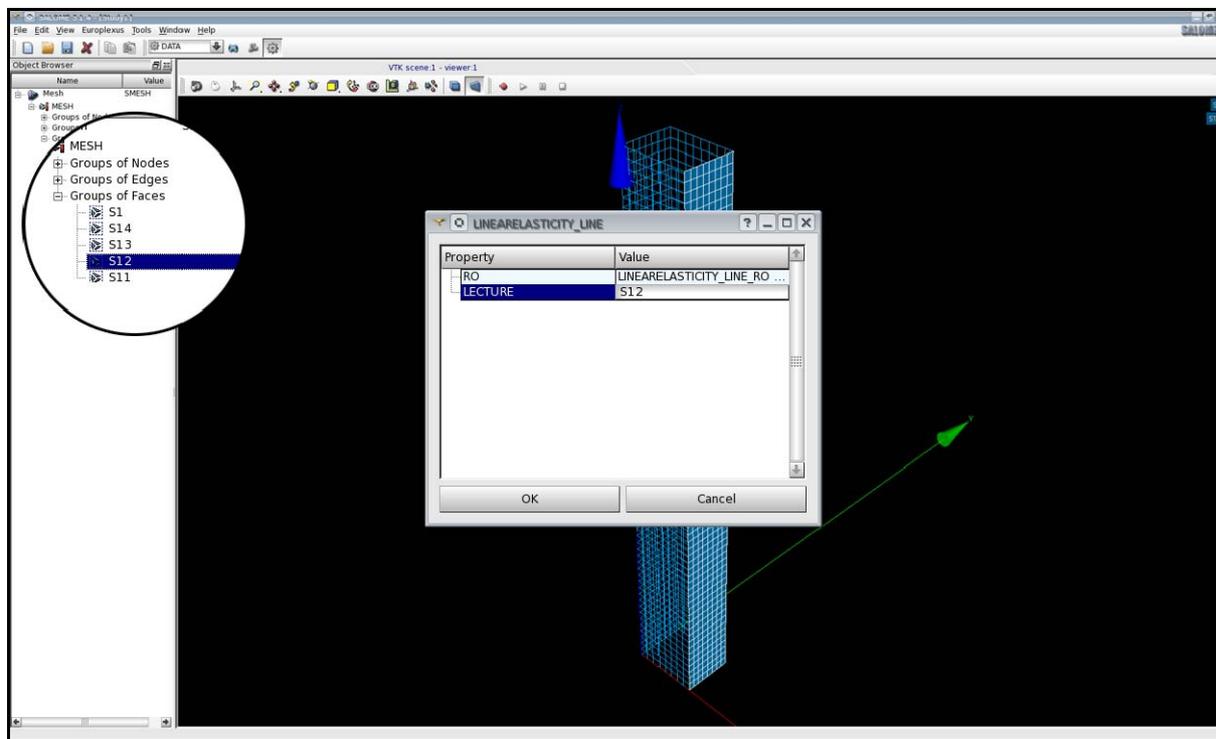


Figure 14 : Sélection d'un objet maillage dans l'*Object Browser* pour renseigner le champ *LECTURE*

Une fois la directive complétée, elle apparaît dans l'*Object Browser* dans le volet *EPX/DATA* et au niveau du champ *LECTURE*, l'objet donné apparaît en rouge s'il s'agit d'un objet maillage. Le menu contextuel qui lui est associé propose d'activer le module *SMESH* pour interagir avec lui (cf. Figure 15).

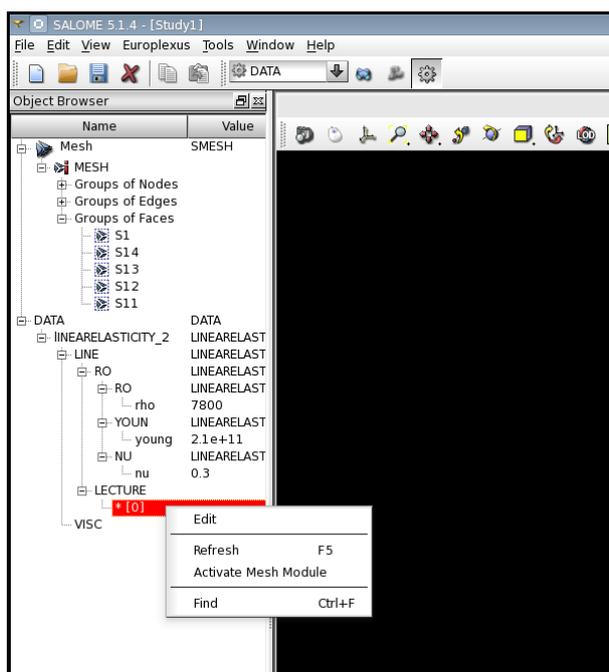


Figure 15 : Interaction entre modules *EPX* (anciennement *DATA*) et *SMESH*



*Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation*

Remarque : Si des modifications sont apportées au maillage avec le module *SMESH* pour créer des groupes de nœuds ou de mailles utilisés ensuite dans les directives EUROPLEXUS, il ne faut pas oublier de sauver le maillage avec ces modifications.

3.3 Sauvegarde d'une étude

Pour sauvegarder le travail effectué dans SALOME pour la mise en données d'un calcul EUROPLEXUS, deux voies sont envisageables.

1. Utiliser comme fichier de sauvegarde le fichier de données EUROPLEXUS produit (cf. § suivant) : il contient effectivement toutes les informations saisies par l'utilisateur, mais sa relecture dans l'interface SALOME n'est pas possible pour l'instant.

Ceci est dû au fait que la procédure de relecture devra être capable d'interpréter tous les fichiers de données EUROPLEXUS, pas seulement ceux générés avec la plateforme SALOME, ce qui signifie gérer complètement le format libre de rédaction de ces fichiers. Ceci représente un travail à venir en cours d'analyse.

2. Utiliser la fonction interne de SALOME permettant de sauver une étude au format HDF (fonction *Save As* dans le menu *File*). Cette voie est opérationnelle dès à présent pour les nouvelles études, mais ne permet naturellement pas de reprendre d'anciens jeux de données, disponibles uniquement sous la forme de fichiers de données EUROPLEXUS.

Remarque importante : La relecture d'une étude suppose que les objets internes à XDATA sont inchangés, ce qui n'est pas le cas lorsque le module de mise en données est reconstruit avec une nouvelle version de la documentation.

Dans un contexte de production, avec une version d'EUROPLEXUS figée et un module de mise en données conforme à sa documentation, cela ne pose pas de problème.

Il en va différemment dans un contexte de développement et d'amélioration continue des pages de documentation. Une fois disponible, la première méthode de sauvegarde, avec le fichier de données EUROPLEXUS comme référence, sera alors la seule sécurisée.

3.4 Export d'un fichier de commande pour EUROPLEXUS

Une fois les différentes directives nécessaires au calcul par EUROPLEXUS renseignées à l'aide des menus et boîtes de dialogue interactifs, le fichier de commande au format ASCII à passer en argument du programme est obtenu par la commande *Export EPX* dans le menu *File* du module *EPX/DATA*. Une boîte de dialogue demande alors le répertoire où créer le fichier et le nom du jeu de données (cf. Figure 16).

Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

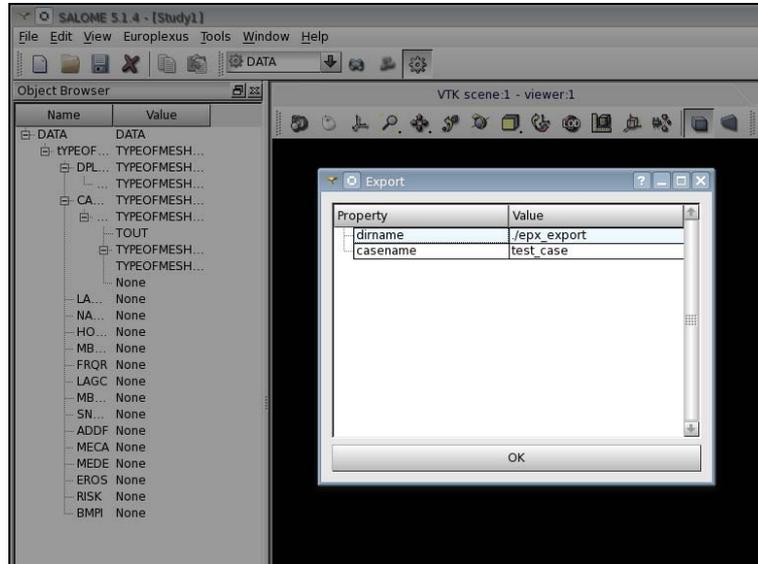


Figure 16 : Boîte de dialogue pour la génération du fichier pour EUROPLEXUS

4 Améliorations apportées à l'outil de mise en donnée depuis la version 2010

Deux catégories d'améliorations sont principalement considérées :

1. ergonomie de l'outil pour la saisie des données,
2. conformité du fichier exporté pour EUROPLEXUS à la documentation.

A cela s'ajoutent de nombreux travaux de maintenances correctives pour la gestion sans erreurs de l'interaction avec le maillage ou de la sauvegarde/reprise des études.

4.1 Améliorations d'ergonomie

Les travaux d'ergonomie portent d'une part sur la réduction maximale du nombre de clics en respectant la logique exposée au § 3.1.2, et d'autre part sur la cohérence des données figurant dans les boîtes de dialogue proposées à l'utilisateur.

Pour le premier point, il s'agit de l'élimination de boîtes de dialogue inutiles, par exemple lorsqu'un mot-clé n'a pas d'attribut.

Il convient de souligner que l'approche choisie pour le module de mise en données conserve un nombre de clics important. Pour un certain nombre d'options, comme la saisie des paramètres d'une loi de comportement, correspondant le plus souvent à une série d'associations mot clé / valeur, une boîte de dialogue spécifique pourrait permettre une saisie plus directe. Cela irait toutefois à l'encontre de la généralité de l'approche et conduirait à des cas particuliers en grand nombre en raison du choix historique d'une absence d'uniformité pour la syntaxe des directives EUROPLEXUS.

Même au sein du groupe des lois de comportement, si les plus simples, telles que l'élasticité linéaire pour les structures ou le modèle de gaz parfait pour les fluides, obéissent à une logique triviale aisément traduisible dans une boîte de dialogue générique, il n'en est pas de même quand interviennent des variables plus complexes qu'un simple paramètre numérique, comme une courbe de traction pour un loi élasto-plastique ou des paramètres liés à la rupture par exemple.

Le second point est associé au fait que la documentation d'EUROPLEXUS, qui sert de base à la mise en données, a pour objectif initial une lecture par un humain et non une interprétation systématique par une procédure informatique. Ainsi, l'association thématique de certains mots-clés peut être faite automatiquement par un lecteur averti, alors que l'interprétation systématique peut opérer des regroupements inopportuns.

*Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation*

A titre d'exemple, on considère l'exemple élémentaire de la loi de comportement linéaire élastique, rencontré au § 3.2. La syntaxe de cette directive, extraite de la documentation est :

```
"LINE" "RO" rho "YOUN" young "NU" nu
      <"VISC" visc "KRAY" kray "MRAY" mray> /LECTURE/
```

Logiquement, les paramètres numériques (RO, YOUN, NU...) doivent être regroupés et le résultat est affecté à des éléments du maillage via la procédure générique /LECTURE/, correspondant au champ *LECTURE* vu précédemment dans les boîtes de dialogue du module de mise en données.

Initialement, en l'absence de tout symbole hiérarchique, cette logique n'est pas respectée avec l'interprétation systématique : la procédure /LECTURE/ est identifiée comme attribut du mot-clé obligatoire la précédant, soit NU dans ce cas. On obtient alors pour la directive la boîte de dialogue suivante donnée par la Figure 17.

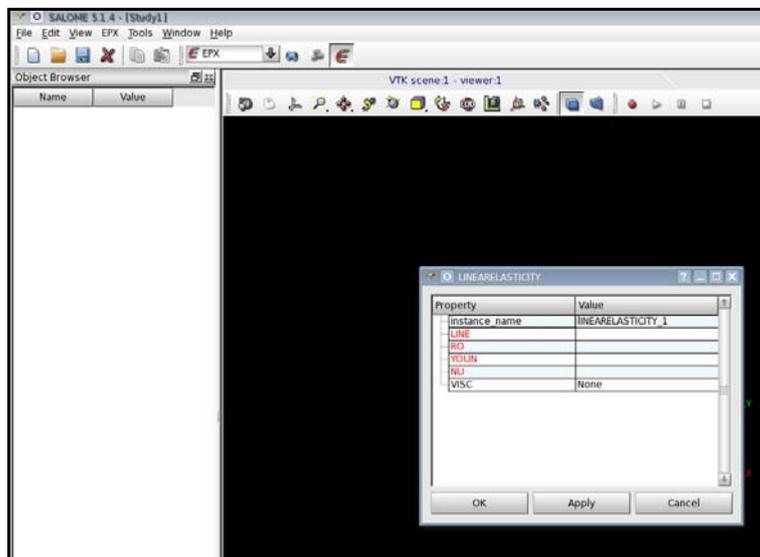


Figure 17 : boîte de dialogue initiale pour la directive *LINE*

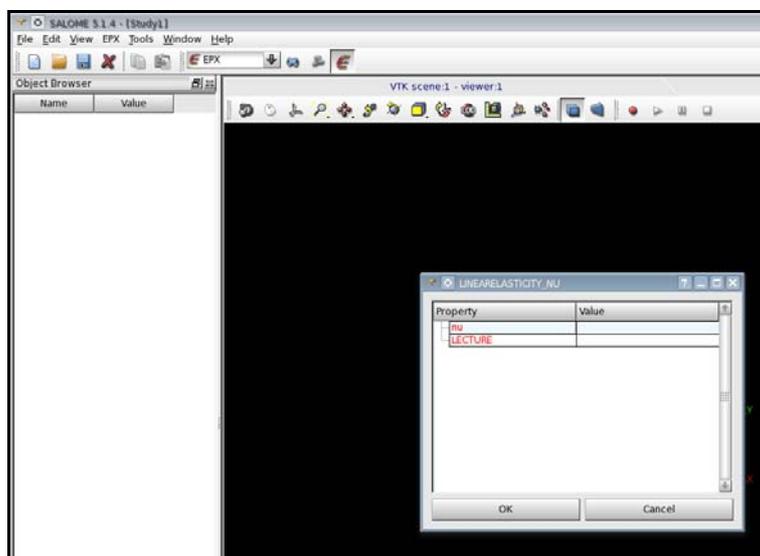


Figure 18 : procédure /LECTURE/ associée au mot-clé NU



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

La procédure `/LECTURE/` n'apparaît pas dans la boîte de dialogue de la directive `LINE` comme attendu (cf. Figure 17), mais se trouve masquée dans les attributs du mot-clé `NU` (cf. Figure 18). Ce n'est pas un problème majeur dans la mesure où l'attribution d'une valeur au champ `NU` étant obligatoire, l'utilisateur atteindra nécessairement la procédure `/LECTURE/`. Néanmoins, il semble indispensable de rechercher une solution à ce type de situation pour des raisons évidentes d'ergonomie.

La solution proposée consiste en une possibilité d'enrichissement de la documentation pour forcer le groupement thématique de mots-clés, avec la syntaxe `![...]!`. Dans le code source LaTeX de la page de la documentation correspondant à la directive `LINE`, le bloc de syntaxe devient :

```
"LINE"  ![ "RO" rho "YOUN" young "NU" nu
          <"VISC" visc "KRAY" kray "MRAY" mray> ]! /LECTURE/
```

La nouvelle boîte de dialogue pour la directive est alors montrée par la Figure 14 au § 3.2. Sont alors correctement distingués le bloc correspondant à l'entrée des paramètres numériques (désigné par le champ `RO`) et la procédure `/LECTURE/`.

Remarque 1 : La syntaxe `![...]!` est destinée à aider l'interprétation automatique correcte des blocs de syntaxe. Pour ne pas alourdir la documentation destinée aux lecteurs, elle est filtrée au moment de la compilation du code LaTeX.

Remarque 2 : L'enrichissement de la syntaxe LaTeX des directives avec `![...]!` est un processus progressif et continu dépendant du retour d'expérience à venir des utilisateurs et développeurs d'EUROPLEXUS avec le module de mise en données.

4.2 Amélioration de la génération du fichier de données pour EUROPLEXUS

Les exemples de mise en données figurant dans la référence [R1] reproduisent de manière satisfaisante les fichiers de données modèles proposés pour une première implémentation de l'outil de mise en données dans SALOME. Néanmoins, ce ne sont pas des fichiers fonctionnels pour EUROPLEXUS, en raison d'erreurs dans l'ordre d'écriture des mots-clés à l'intérieur de certaines directives.

La raison de ces erreurs est simple : l'ordre des mots-clés pour une directive dans la documentation fait référence pour la rédaction d'un fichier de données correct, mais il ne peut pas être respecté dans les boîtes de dialogue générées par XDATA. En effet, dans une boîte de dialogue, les champs sont rangés de telle sorte que les champs obligatoires apparaissent en premier et les champs optionnels en second. Cela impose de réordonner les attributs d'un mot-clé selon cette contrainte au moment de la création des boîtes de dialogue. Dans le module initial, l'ordre ainsi obtenu remplace l'ordre dans la documentation et est utilisé au moment de l'écriture du fichier.

Pour illustrer cette situation, on considère le test `bm_flsr.epx` (cf. § 5), contenant l'affectation du matériau `GAZP` (gaz parfait pour les fluides). La syntaxe de la directive est :

```
"GAZP"  "RO" rho "GAMMA" gamma "PINI" pini <"VISC" mu > ...
... < "CV" cv > < "PREF" pref > /LECTURE/
```

La procédure `/LECTURE/` étant obligatoire et le mot-clé optionnel `PREF` étant utilisé, on obtient dans le fichier exporté :

```
GAZP RO 1 GAMMA 1.400000E+00 PINI 1.000000E+05 LECT air TERM PREF
1.000000E+05
```

`PREF` est alors mal placé (après la procédure `/LECTURE/`) et la lecture dans EUROPLEXUS produit une erreur à cet endroit. La solution, intégrée à l'outil actuel, est de conserver pour l'export du fichier EUROPLEXUS l'ordre dans lequel les mots-clés sont rencontrés dans la documentation, ce qui impose de gérer une correspondance supplémentaire entre l'ordre des attributs pour la saisie et l'ordre d'écriture.

A ceci s'ajoute des corrections ponctuelles, par exemple pour l'écriture particulière de la directive `GEOM`, ainsi que des améliorations de mise en forme du fichier exporté, pour une meilleure lisibilité. Ces points sont illustrés au § 5.



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

5 Mise en œuvre de l'outil pour la mise en données de tests au contenu significatif

Trois tests sont proposés pour illustrer la mise en œuvre de l'outil de mise en données. Ils ont déjà servi de référence pour la construction de la première version de l'outil (cf. [R1]). La comparaison entre les fichiers exportés par la version 2010 et par la version actuelle illustre les améliorations décrites au § 4. Dans les trois cas, le fichier de données EUROPLEXUS actuellement produit est exécuté sans erreur.

Certaines différences entre les fichiers exportés, notamment dans la directive *DIME* proviennent uniquement d'une évolution de la documentation entre les deux utilisations de l'outil. Elles ne sont pas commentées.

De même, l'outil proposé dans la référence [R1] ne permettait pas l'interaction avec le maillage dans la plateforme SALOME. Par conséquent, les objets maillages figurant dans la procédure /LECTURE/ (identifiée par la syntaxe LECT ... TERM dans les fichiers de données) sont de simples chaînes de caractères entrées par l'utilisateur, sans format particulier. Au contraire, dans la version actuelle de l'outil, ils apparaissent sous la forme de chaînes formatées entre guillemets et sont générés automatiquement à partir du nom des objets figurant dans le maillage.

5.1 Test bm_contact_auto.epx

Il s'agit du crash d'un corps creux de section rectangulaire, avec flambage et auto-contact. Il met principalement en œuvre des interfaces de contact par pénalité avec gestion de l'auto-contact pour des éléments de coque.

On donne le fichier de données initial, le fichier de données exporté figurant la référence [R1] et le fichier généré par le module actuel, dans lequel sont identifiées en rouge les corrections et en vert les améliorations de mise en forme.

Fichier initial

```
Impact sur un corps creux avec auto-contact

ECHO
MEDL
'/home/europlex/Etudes_EPX/tests_EPX_Salome/bm_contact_auto.med'

TRID

DIME
  Q4GS 2080
  BLOQ 500 DEPL 50 FCOEF 1 LIAI 500
TERM

GEOM Q4GS S1 TERM

COMPLEMENT EPAIS 9.14E-4 LECT S1 TERM

MATE VMIS ISOT RO 7800 YOUNG 2.E11 NU .3 ELAS 2.5E8
      TRAC 9      2.5E8      0.00125
                4.0E8      0.02
                5.5E8      0.1
                6.25E8     0.2
                6.5E8      0.3
                6.55E8     0.4
                6.55E8     0.5
                6.55E8     1.
                6.55E8     100.
      LECT S1 TERM

LINK COUP
  BLOQ 123456 LECT LGP1 TERM
  BLOQ 12456  LECT LGP2 TERM
  VITE 3 -15. FONC 1 LECT LGP2 TERM

LINK DECO
  GLIS 8
```



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

```
PENA SELF PFSI 1.E-1 PGAP 1.E-3
CMAI LECT S11 TERM INTE LECT P11 TERM CESC LECT S1 TERM
PENA SELF PFSI 1.E-1 PGAP 1.E-3
CMAI LECT S11 TERM INTE LECT PE1 TERM CESC LECT S1 TERM
PENA SELF PFSI 1.E-1 PGAP 1.E-3
CMAI LECT S12 TERM INTE LECT P11 TERM CESC LECT S1 TERM
PENA SELF PFSI 1.E-1 PGAP 1.E-3
CMAI LECT S12 TERM INTE LECT PE2 TERM CESC LECT S1 TERM
PENA SELF PFSI 1.E-1 PGAP 1.E-3
CMAI LECT S13 TERM INTE LECT P11 TERM CESC LECT S1 TERM
PENA SELF PFSI 1.E-1 PGAP 1.E-3
CMAI LECT S13 TERM INTE LECT PE3 TERM CESC LECT S1 TERM
PENA SELF PFSI 1.E-1 PGAP 1.E-3
CMAI LECT S14 TERM INTE LECT P11 TERM CESC LECT S1 TERM
PENA SELF PFSI 1.E-1 PGAP 1.E-3
CMAI LECT S14 TERM INTE LECT PE4 TERM CESC LECT S1 TERM
```

FONC NUM 1 TABL 2 0. 1. 1. 1.

```
ECRI TFREQ 1.E-4 NOPO NOEL
FICH ALIC TEMPS TFREQ 1.E-6
ELEM LECT 176 1615 1839 TERM
FICH PVTK TFREQ 1.2E-4 GROUP AUTO
VARI DEPL VITE ACCE FEXT ECRO
```

OPTION NOTEST STEP IO

CALCUL TINI 0. TFIN 6.E-3

FIN

Fichier exporté de la référence [R1]

```
$ INPUT DATA ECHO AND INPUT CHECK UP
ECHO

$ TYPE OF MESH, PROBLEM AND LISTING
TRID MEDL 'bm_contact_auto.med'

DIME
$ DIMENSIONS RELATIVE TO GROUP D (CONNECTIONS)
BLOQ 500 FCOE 1 LIAI 500

$ DIMENSIONS RELATIVE TO GROUP F (LOADS)
DEPL 50

TERM

GEOM
$ MESH BY MEANS OF GIBI OR CASTEM2000
'Q4GS' LECT S1 TERM

TERM

COMPL
$ THICKNESS OR SECTION
EPAI 9.140000E-04 LECT S1 TERM

MATE
$ ISOTROPIC VON MISES
VMIS ISOT RO 7800 YOUN 2.000000E+11 NU 3.000000E-01 ELAS 2.500000E+08
TRAC 9 2.500000E+08 1.250000E-03 4.000000E+08 2.000000E-02 5.500000E+08
1.000000E-01 6.250000E+08 2.000000E-01 6.500000E+08 3.000000E-01
6.550000E+08 4.000000E-01 6.550000E+08 5.000000E-01 6.550000E+08 1
6.550000E+08 100 LECT S1 TERM

LINK COUP
$ BLOCKAGES
BLOQ 123456 LECT LGP1 TERM
```



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

```
$ BLOCKAGES
BLOQ 12456 LECT LGP2 TERM

$ IMPOSED MOTIONS
VITE 3 -15 FONC 1 LECT LGP2 TERM

LINK DECO
$ SLIDING LINES AND SLIDING SURFACES
GLIS 8 CMAI LECT S11 TERM INTE LECT P11 TERM CESC LECT S1 TERM PENA PFSI
1.000000E-01 PGAP 1.000000E-03 SELF CMAI LECT S11 TERM INTE LECT PE1
TERM CESC LECT S1 TERM PENA PFSI 1.000000E-01 PGAP 1.000000E-03 SELF
CMAI LECT S12 TERM INTE LECT P11 TERM CESC LECT S1 TERM PENA PFSI
1.000000E-01 PGAP 1.000000E-03 SELF CMAI LECT S12 TERM INTE LECT PE2
TERM CESC LECT S1 TERM PENA PFSI 1.000000E-01 PGAP 1.000000E-03 SELF
CMAI LECT S13 TERM INTE LECT P11 TERM CESC LECT S1 TERM PENA PFSI
1.000000E-01 PGAP 1.000000E-03 SELF CMAI LECT S13 TERM INTE LECT PE3
TERM CESC LECT S1 TERM PENA PFSI 1.000000E-01 PGAP 1.000000E-03 SELF
CMAI LECT S14 TERM INTE LECT P11 TERM CESC LECT S1 TERM PENA PFSI
1.000000E-01 PGAP 1.000000E-03 SELF CMAI LECT S14 TERM INTE LECT PE4
TERM CESC LECT S1 TERM PENA PFSI 1.000000E-01 PGAP 1.000000E-03 SELF

INIT
$ FUNCTIONS
FONC 1 TABL 2 0 1 1 1

ECRI
$ SELECTIVE PRINTOUTS ('ECRIURE')
TFRE 1.000000E-04

$ NODES OR ELEMENTS TO BE PRINTED
NOPOINT NOELEM

$ RESULT FILES
FICHIER ALIT TFRE 1.000000E-06 ELEM LECT 176 1615 1839 TERM

$ RESULT FILES
FICHIER PVTK TFRE 1.200000E-04 GROU AUTO VARI DEPL VITE FEXT ACCE ECRO

OPTI
$ OPTIONS RELATED TO THE TIME-STEP
NOTEST STEP IO

$ ``CALCUL`` DIRECTIVE
CALCUL TINI 0 TEND 6.000000E-03

FIN
```

Fichier exporté actuel

```
$ TITLE
Impact sur un corps creux avec auto-contact (titre manquant)

$ INPUT DATA ECHO AND INPUT CHECK UP
ECHO

$ TYPE OF MESH, PROBLEM AND LISTING (ordre rétabli sans
MEDL '/u2/vfaucher/Devel/EPX_Salome/bm_contact_auto.med' TRID erreur initiale)

GEOM
$ MESH BY MEANS OF GIBI OR CASTEM2000
Q4GS 'S1' (correction de l'écriture des objets maillage)

TERM

COMPL
$ THICKNESS OR SECTION
EPAI 9.140000E-04 LECT 'S1' TERM
```

Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

```
MATE
$ ISOTROPIC VON MISES
VMIS ISOT RO 7.800000E+03 YOUN 2.100000E+11 NU 3.000000E-01 ELAS
2.500000E+08 TRAC 9
2.500000E+08 1.250000E-03
4.000000E+08 2.000000E-02
5.500000E+08 1.000000E-01
6.250000E+08 2.000000E-01
6.500000E+08 3.000000E-01
6.550000E+08 4.000000E-01
6.550000E+08 5.000000E-01
6.550000E+08 1.000000E+00
6.550000E+08 1.000000E+02 (mise en forme en colonnes pour la liste de points de la courbe de traction)
LECT 'S1' TERM

LINK COUP
$ BLOCKAGES
BLOQ
123456 LECT 'LGP1' TERM
12456 LECT 'LGP2' TERM (mise en forme pour la liste des blocages)

$ IMPOSED MOTIONS
VITE 3 -1.500000E+01 FONC 1 LECT 'LGP2' TERM

LINK DECO
$ SLIDING LINES AND SLIDING SURFACES
GLIS 8
PENA PFSI 1.000000E-01 PGAP 1.000000E-03 SELF CMAI LECT 'S11' TERM INTE
LECT 'P11' TERM CESC LECT 'S1' TERM
PENA PFSI 1.000000E-01 PGAP 1.000000E-03 SELF CMAI LECT 'S11' TERM INTE
LECT 'PE1' TERM CESC LECT 'S1' TERM
PENA PFSI 1.000000E-01 PGAP 1.000000E-03 SELF CMAI LECT 'S12' TERM INTE
LECT 'P11' TERM CESC LECT 'S1' TERM
PENA PFSI 1.000000E-01 PGAP 1.000000E-03 SELF CMAI LECT 'S12' TERM INTE
LECT 'PE2' TERM CESC LECT 'S1' TERM
PENA PFSI 1.000000E-01 PGAP 1.000000E-03 SELF CMAI LECT 'S13' TERM INTE
LECT 'P11' TERM CESC LECT 'S1' TERM
PENA PFSI 1.000000E-01 PGAP 1.000000E-01 SELF CMAI LECT 'S13' TERM INTE
LECT 'PE3' TERM CESC LECT 'S1' TERM
PENA PFSI 1.000000E-01 PGAP 1.000000E-03 SELF CMAI LECT 'S14' TERM INTE
LECT 'P11' TERM CESC LECT 'S1' TERM
PENA PFSI 1.000000E-01 PGAP 1.000000E-03 SELF CMAI LECT 'S14' TERM INTE
CESC LECT 'S1' TERM (ordre corrigé
et mise en forme
améliorée pour les
surfaces de contact)

$ FUNCTIONS
FONC 1 TABL 2
0.000000E+00 1.000000E+00
1.000000E+00 1.000000E+00

ECRI
$ SELECTIVE PRINTOUTS ('ECRITURE')
TFRE 1.000000E-04

$ NODES OR ELEMENTS TO BE PRINTED
NOPOINT NOELEM

$ RESULT FILES
FICHIER ALIT TFRE 1.000000E-06 ELEM LECT 176 1615 1839 TERM

$ RESULT FILES
FICHIER PVTK TFRE 1.200000E-04 GROU AUTO VARI DEPL VITE FEXT ACCE ECR0

OPTI
$ OPTIONS RELATED TO THE TIME-STEP
NOTEST STEP IO

$ ``CALCUL`` DIRECTIVE
CALCUL TINI 0.000000E+00 TEND 6.000000E-03
```



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

FIN

5.2 Test bm_debr.epx

Ce test fait intervenir la rupture des éléments solides, la génération de débris sous la forme d'éléments ponctuels et le contact entre solides et points matériels par la méthode des *pinballs* [R3].

Comme précédemment, on donne le fichier de données initial et les fichiers exportés par la préversion de l'outil et par la version actuelle.

Fichier initial

```
Rupture colonne et impact des debris sur un plaque
ECHO
TRID LAGR EROS 0.0
MEDL
'/home/europlex/Etudes_EPX/tests_EPX_Salome/bm_debr.med'
DIME
  NPOIN 24464  NDDL 75381      !! SUR-DIMENSION de NPOI et NDDL
  CUB8 2560 CL3Q  64 DEBR 20480 ZONE 4
  Q4GR 600 BLOQ 2000
TERM
GEOM
  CUB8 stru
  Q4GR cibl
  CL3Q pres
TERM
COMP
  EPAI 1.E-2 LECT cibl TERM
  DEBR ROF 1.0
    FILL PLEV 1
    RO 2500. DRAG 1.D0 IMPA OBJE LECT stru TERM
MATE
  VM23 RO 2500 YOUN 7E10 NU 0.23 ELAS 1.756E10
    FAIL PEPS LIM1 0.05
    TRAC 2 1.756E10 0.15 1.8E10 1.15
    LECT stru TERM
  IMPE PIMP RO 1.0 PRES -1.E9
    LECT pres TERM

  VMIS ISOT RO 7800 YOUNG 2.E11 NU .3 ELAS 2.5E8
    TRAC 8 2.5E8 0.00125
      4.0E8 0.02
      5.5E8 0.1
      6.25E8 0.2
      6.5E8 0.3
      6.55E8 0.4
      6.55E8 0.5
      6.55E8 1.
    LECT cibl TERM
LINK COUP
  BLOQ 123 LECT pcib TERM
  PINBALL BODY MLEV 0 LECT stru TERM
    BODY MLEV 0 LECT cibl TERM
ECRI TFRE 5.E-4 POIN LECT 3043 3958 TERM NOEL
  FICH ALIC TEMP TFREQ 5.E-5
    POIN LECT 3043 3958 TERM
  FICH PVTK TFREQ 2.E-4 GROUP AUTO
    VARI DEPL VITE ACCE ECRO FAIL
OPTI NOTE CSTA 0.5 STEP IO
CALC TINI 0. TEND 10.E-3
FIN
```



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

Fichier exporté de la référence [R1]

```
$ INPUT DATA ECHO AND INPUT CHECK UP
ECHO

$ TYPE OF MESH, PROBLEM AND LISTING
TRID MEDL 'bm_depr.med' LAGR EROS 0.000000E+00

DIME
$ NODES AND ZONES OF ELEMENTS
NPOI 24464 NDDL 75831 ZONE 4

$ DIMENSIONS RELATIVE TO GROUP D (CONNECTIONS)
BLOQ 2000

TERM

GEOM
$ MESH BY MEANS OF GIBI OR CASTEM2000
'CUB8' LECT stru TERM 'Q4GR' LECT cibl TERM 'CL3Q' LECT pres TERM

TERM

COMPL
$ THICKNESS OR SECTION
EPAI 1.000000E-02 LECT cibl TERM

MATE
$ ISOTROPIC VON MISES
VMIS ISOT RO 7800 YOUN 2.000000E+11 NU 3.000000E-01 ELAS 2.500000E+08
TRAC 8 2.500000E+08 1.250000E-03 4.000000E+08 2.000000E-02 5.500000E+08
1.000000E-01 6.250000E+08 2.000000E-01 6.500000E+08 3.000000E-01
6.550000E+08 4.000000E-01 6.550000E+08 5.000000E-01 6.550000E+08 1 LECT
cibl TERM

$ VON MISES (ISPRA IMPLEMENTATION)
VM23 RO 2500 YOUN 7.000000E+10 NU 2.300000E-01 ELAS 1.756000E+10 TRAC 2
1.756000E+10 1.500000E-01 1.800000E+10 1.150000E+00 LECT stru TERM FAIL
PEPS LIM1 5.000000E-02

$ IMPOSED PRESSURE
IMPE PIMP RO 1.000000E+00 PRES -1.000000E-09 LECT pres TERM

LINK COUP
$ BLOCKAGES
BLOQ 123 LECT pcib TERM

$ IMPACT/CONTACT BY THE PINBALL MODEL
PINB BODY LECT stru TERM MLEV 0 BODY LECT cibl TERM MLEV 0

ECRI
$ SELECTIVE PRINTOUTS ('ECRITURE')
TFRE 5.000000E-04

$ NODES OR ELEMENTS TO BE PRINTED
POINT LECT 3043 3958 TERM NOELEM

$ RESULT FILES
FICHER ALIT TFRE 5.000000E-05 POINT LECT 3043 3958 TERM

$ RESULT FILES
FICHER PVTK TFRE 2.000000E-04 GROU AUTO VARI DEPL VITE ACCE FAIL ECR0

OPTI
$ OPTIONS RELATED TO THE TIME-STEP
NOTEST CSTAB 5.000000E-01 STEP IO

$ ``CALCUL`` DIRECTIVE
CALCUL TINI 0 TEND 1.000000E-02

FIN
```

Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

Fichier exporté actuel

```
$ TITLE
Rupture colonne et impact des debris sur un plaque (titre manquant)

$ INPUT DATA ECHO AND INPUT CHECK UP
ECHO

$ TYPE OF MESH, PROBLEM AND LISTING
MEDL '/u2/vfaucher/Devel/EPX_Salome/bm_debr.med' TRID LAGR EROS (ordre rétabli sans
0.000000E+00 erreur initiale)

DIME
$ NODES
NPOI 24464 NDDL 75381

$ NUMBER OF ELEMENTS
DEBR 20480

TERM

GEOM
$ MESH BY MEANS OF GIBI OR CASTEM2000

CUB8 'STRU'
Q4GR 'CIBL' (correction de l'écriture des objets maillage
CL3Q 'PRES' et amélioration de la mise en forme)

TERM

COMPL
$ THICKNESS OR SECTION
EPAI 1.000000E-02 LECT 'CIBL' TERM

$ FLYING DEBRIS MODEL
DEBR ROF 1.000000E+00 FILL PLEV 1 RO 2.500000E+03 DRAG 1.000000E+00 IMPA
OBJE LECT 'STRU' TERM

MATE
$ ISOTROPIC VON MISES
VMIS ISOT RO 7.800000E+03 YOUN 2.100000E+11 NU 3.000000E-01 ELAS
2.500000E+08 TRAC 8
2.500000E+08 1.250000E-03
4.000000E+08 2.000000E-02
5.500000E+08 1.000000E-01
6.250000E+08 2.000000E-01
6.500000E+08 3.000000E-01
6.550000E+08 4.000000E-01
6.550000E+08 5.000000E-01
6.550000E+08 1.000000E+00 (mise en forme en colonnes pour la liste de points de la courbe de traction)
LECT 'CIBL' TERM

$ VON MISES (ISPRA IMPLEMENTATION)
VM23 RO 2.500000E+03 YOUN 7.000000E+10 NU 2.300000E-01 ELAS 1.756000E+10
FAIL PEPS LIM1 5.000000E-02 TRAC 2
1.756000E+10 1.500000E-01
1.800000E+10 1.150000E+00 (ordre corrigé et mise en forme en colonnes pour la liste des points
LECT 'STRU' TERM de la courbe de traction)

$ IMPOSED PRESSURE
IMPE PIMP RO 1.000000E+00 PRES -1.000000E+09 LECT 'PRES' TERM

LINK COUP
$ BLOCKAGES
BLOQ 123 LECT 'PCIB' TERM

$ IMPACT/CONTACT BY THE PINBALL MODEL
```



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

PINB

```
BODY MLEV 0 LECT 'STRU' TERM  
BODY MLEV 0 LECT 'CIBL' TERM
```

(ordre corrigé et mise en forme améliorée
pour le contact par pinballs)

ECRI

```
$ SELECTIVE PRINTOUTS ('ECRITURE')  
TFRE 5.000000E-04
```

```
$ NODES OR ELEMENTS TO BE PRINTED  
POINT LECT 3043 3958 TERM NOELEM
```

```
$ RESULT FILES  
FICHIER ALIT TFRE 5.000000E-05 POINT LECT 3043 3958 TERM
```

```
$ RESULT FILES  
FICHIER PVTK TFRE 2.000000E-04 GROU AUTO VARI DEPL VITE ACCE FAIL ECRO
```

OPTI

```
$ OPTIONS RELATED TO THE TIME-STEP  
NOTEST CSTAB 5.000000E-01 STEP IO
```

```
$ ``CALCUL`` DIRECTIVE  
CALCUL TINI 0.000000E+00 TEND 1.000000E-02
```

FIN

5.3 Test bm_flsr.epx

Ce dernier test met en œuvre l'interaction fluide-structure. Le calcul utilise le formalisme ALE et l'approche FLSR (maillages découplés pour fluide et structure, cf. référence [R4]). On présente les mêmes fichiers que pour les deux tests précédents.

Fichier initial

```
Test 2D FLSR + EROS + MPI  
$  
ECHO  
DPLA ALE EROS 0.0  
MEDL  
'/home/europlex/Etudes_EPX/tests_EPX_Salome/bm_flsr.med'  
DIME  
PT2L 2000 PT3L 2000 CAR1 4000 CL22 2000 ED01 2000 ZONE 3  
NALE 20000 NBLE 10000  
TERM  
GEOM CAR1 flui ED01 stru CL22 abso TERM  
COMP EPAI 0.1 LECT stru TERM  
COUL roug LECT expl TERM  
turq LECT air TERM  
GRIL LAGR LECT pstru TERM  
EULE LECT pflui TERM  
MATE  
GAZP RO 1.0 GAMM 1.4 PINI 1.E5 PREF 1.E5  
LECT air TERM  
GAZP RO 1.0 GAMM 1.4 PINI 1.E7 PREF 1.E5  
LECT expl TERM  
VM23 RO 7800. YOUNG 1.6E11 NU 0.333 ELAS 1.05E8  
FAIL PEPS LIM1 0.03  
TRAC 2 1.05E8 .656256E-3 1.6105E10 1.00066  
LECT stru TERM  
IMPE ABSI LECT abso TERM  
LINK COUP  
FLSR STRU LECT stru TERM  
FLUI LECT flui TERM  
GAMM 1.13  
dele 1.5 DGRI  
REGI 'r_in' TOUT LECT r1 TERM  
'r_out' TOUT LECT r2 TERM
```



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

```
'r_mid' TOUT LECT r3 TERM
'r_abs' TOUT LECT abso TERM
ECRI FREQ 100 POIN LECT 2652 TERM NOEL
FICH ALIC TEMP TFREQ 1.E-5 POIN LECT 2652 TERM
FICH PVTK TFREQ 7.E-4 GROUP AUTO
      VARI DEPL VITE FEXT ACCE ECRO FAIL

OPTI PAS AUTO CSTA 0.5 STEP IO

CALCUL TINI 0. TEND 0.035D0

FIN
```

Fichier exporté de la référence [R1]

```
$ INPUT DATA ECHO AND INPUT CHECK UP
ECHO

$ TYPE OF MESH, PROBLEM AND LISTING
DPLA MEDL 'bm_flgslr.med' ALE EROS 0.000000E+00

DIME
$ NODES AND ZONES OF ELEMENTS
ZONE 3

$ GRID MOTION (A.L.E.)
NALE 20000 NBLE 10000

TERM

GEOM
$ MESH BY MEANS OF GIBI OR CASTEM2000
'CAR1' LECT flui TERM 'ED01' LECT stru TERM 'CL22' LECT abso TERM

TERM

$ GRID MOTION IN AN A.L.E. COMPUTATION
GRILLE LAGRANGE LECT pstru TERM EULE LECT pflui TERM

COMPL
$ THICKNESS OR SECTION
EPAI 1.000000E-01 LECT stru TERM

$ ELEMENT COLORS
COUL 'roug' LECT expl TERM 'turq' LECT air TERM

MATE
$ VON MISES (ISPRA IMPLEMENTATION)
VM23 RO 7800 YOUN 1.600000E+11 NU 3.330000E-01 ELAS 1.050000E+08 TRAC 2
1.050000E+08 6.562560E-04 1.610500E+10 1.000660E+00 LECT stru TERM FAIL
PEPS LIM1 3.000000E-02

$ PERFECT GAS
GAZP RO 1 GAMMA 1.400000E+00 PINI 1.000000E+05 LECT air TERM PREF
1.000000E+05

$ PERFECT GAS
GAZP RO 1 GAMMA 1.400000E+00 PINI 1.000000E+07 LECT expl TERM PREF
1.000000E+05

$ ABSORBING MATERIAL (Jrc implementation)
IMPE ABSI LECT abso TERM

LINK COUP
$ FLUID-STRUCTURE COUPLING 2
FLSR STRU LECT stru TERM FLUI LECT flui TERM GAMM 1.130000E+00 DELE
1.500000E+00 DGRI

ECRI
```



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

```
$ SELECTIVE PRINTOUTS ('ECRITURE')
FREQ 100

$ NODES OR ELEMENTS TO BE PRINTED
POINT LECT 2652 TERM NOELEM

$ RESULT FILES
FICHIER ALIT TFRE 1.000000E-05 POINT LECT 2652 TERM

$ RESULT FILES
FICHIER PVTK TFRE 7.000000E-04 GROU AUTO VARI DEPL VITE FEXT ACCE FAIL
ECRO

$ OUTPUT REGIONS
REGION 'r_in' LECT r1 TERM TOUT 'r_out' LECT r2 TERM TOUT 'r_mid' LECT
r3 TERM TOUT 'r_abs' LECT abso TERM TOUT

OPTI
$ OPTIONS RELATED TO THE TIME-STEP
PAS AUTOMATIQUE CSTAB 5.000000E-01 STEP IO

$ ``CALCUL`` DIRECTIVE
CALCUL TINI 0 TEND 3.500000E-02

FIN
```

Fichier exporté actuel

```
$ TITLE
Test 2D FLSR + EROS (titre manquant)

$ INPUT DATA ECHO AND INPUT CHECK UP
ECHO

$ TYPE OF MESH, PROBLEM AND LISTING
MEDL '/u2/vfaucher/Devel/EPX_Salome/bm_flsr.med' DPLA ALE EROS
0.000000E+00 (ordre rétabli sans
erreur initiale)

DIME
$ GRID MOTION (A.L.E.)
NALE 20000 NBLE 10000

TERM

GEOM
$ MESH BY MEANS OF GIBI OR CASTEM2000

CAR1 'FLUI'
ED01 'STRU' (correction de l'écriture des objets maillage
CL22 'ABSO' et amélioration de la mise en forme)

TERM

$ GRID MOTION IN AN A.L.E. COMPUTATION
GRILLE LAGRANGE LECT 'PSTRU' TERM EULE LECT 'PFLUI' TERM

COMPL
$ THICKNESS OR SECTION
EPAI 1.000000E-01 LECT 'STRU' TERM

MATE
$ VON MISES (ISPRA IMPLEMENTATION)
VM23 RO 7.800000E+03 YOUN 1.600000E+11 NU 3.330000E-01 ELAS 1.050000E+08
FAIL PEPS LIM1 3.000000E-02 TRAC 2
1.050000E+08 6.562560E-04
1.610500E+10 1.000660E+00 (ordre corrigé et mise en forme en colonnes pour la liste des points
LECT 'STRU' TERM de la courbe de traction)
```



Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation

```
$ PERFECT GAS
GAZP RO 1.000000E+00 GAMMA 1.400000E+00 PINI 1.000000E+05 PREF
1.000000E+05 LECT 'AIR' TERM (ordre corrigé)

$ PERFECT GAS
GAZP RO 1.000000E+00 GAMMA 1.400000E+00 PINI 1.000000E+07 PREF
1.000000E+05 LECT 'EXPL' TERM (ordre corrigé)

$ ABSORBING MATERIAL (Jrc implementation)
IMPE ABSI LECT 'ABSO' TERM

LINK COUP
$ FLUID-STRUCTURE COUPLING 2 (FLSR)
FLSR STRU LECT 'STRU' TERM FLUI LECT 'FLUI' TERM GAMM 1.130000E+00 DELE
1.500000E+00 DGRI

ECRI
$ SELECTIVE PRINTOUTS ('ECRITURE')
FREQ 100

$ NODES OR ELEMENTS TO BE PRINTED
POINT LECT 2652 TERM NOELEM

$ RESULT FILES
FICHIER ALIT TFRE 1.000000E-05 POINT LECT 2652 TERM

$ RESULT FILES
FICHIER PVTK TFRE 7.000000E-04 GROU AUTO VARI DEPL VITE FEXT ACCE FAIL
ECRO

$ OUTPUT REGIONS
REGION
'r_in' TOUT LECT 'R1' TERM
'r_out' TOUT LECT 'R2' TERM
'r_mid' TOUT LECT 'R3' TERM
'r_abs' TOUT LECT 'ABSO' TERM (ordre corrigé et mise en forme améliorée)

OPTI
$ OPTIONS RELATED TO THE TIME-STEP
PAS AUTOMATIQUE CSTAB 5.000000E-01 STEP IO

$ ``CALCUL`` DIRECTIVE
CALCUL TINI 0.000000E+00 TEND 3.500000E-02

FIN
```

6 Conclusion

Une première version du module de mise en données d'un calcul EUROPLEXUS dans la plateforme SALOME est décrite. Cet outil est caractérisé par la relecture générique du code source LaTeX de la documentation d'EUROPLEXUS, géré en configuration au même titre que le code source Fortran, permettant une intégration systématique de la majorité des directives du programme et une prise en compte des évolutions continues des fonctionnalités du code.

La syntaxe des commandes d'EUROPLEXUS étant peu contrainte, avec de nombreux branchements possibles au sein des directives, l'utilisation de boîtes de dialogue fortement standardisées est impossible. Il en résulte une logique et une ergonomie particulières pour le module, décrite en détail dans le présent rapport.

Le module de mise en données est fonctionnel et sa capacité à produire interactivement des jeux de données corrects pour EUROPLEXUS est illustrée sur 3 tests de taille réduite mettant en œuvre des fonctionnalités caractéristiques de l'utilisation courante du programme : contact sous plusieurs formes, rupture, interaction fluide-structure...

Les directions de développements à venir portent principalement sur la relecture de fichiers de données EUROPLEXUS existants, pour assurer une gestion sécurisée et pérenne des cas de calcul avec la plate-forme



*Mise en données pour EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA
Description de l'outil et de son utilisation*

SALOME, ainsi que sur les travaux d'amélioration/correction issus du retour des premières utilisations du module par les équipes du CEA/DEN/DANS/DM2S/SEMT/DYN et de EDF R&D/AMA.

Références

- [R1] *Assistance à la mise en données EUROPLEXUS dans SALOME avec XDATA – Synthèse des actions 2010*, V. Faucher, rapport CEA SEMT/DYN/RT/10-030/A, janvier 2011.
- [R2] http://europlexus.jrc.ec.europa.eu/public/manual_html/index.html
- [R3] *A General Impact-Contact Algorithm Base on Hierarchic Pinballs for the EUROPLEXUS Software System*, F. Casadei, note technique CCR-Ispra I.03.176, décembre 2003.
- [R4] *Use of EUROPLEXUS for Building Vulnerability Studies - Progress Report 4*, F. Casadei, note technique CCR-Ispra PUBSY JRC44636, avril 2008.