

Introduire une nouvelle modélisation dans AFFE_MODELE

Résumé :

Ce document décrit ce qu'il faut faire pour introduire une nouvelle modélisation dans l'opérateur `AFFE_MODELE` de *Code_Aster* .

En quelques mots, il faut :

- Introduire un petit bloc de texte dans le catalogue des phénomènes et modélisations,
- Écrire un ou plusieurs catalogues d'éléments.
- Écrire les routines de calculs élémentaires spécifiques aux éléments de cette nouvelle modélisation.

L'objet de ce document est uniquement de présenter le catalogue `phenomene_modelisation__`.cata et la structure générale d'un catalogue de `type_element`.

Le reste des actions à faire est décrit dans le document [D5.02.05] « Introduire un nouveau calcul élémentaire ».

Table des Matières

1 Introduction.....	3
2 Modification du catalogue des phénomènes et modélisations.....	3
2.1 Présentation du catalogue phenomene_modelisation__cata.....	3
2.1.1 Mots clés : MODELISATION__, DIM__, CODE__.....	4
2.1.2 ATTRIBUT__.....	4
2.1.3 MAILLE__, ELEMENT__.....	5
2.2 Introduction d'une nouvelle modélisation dans le catalogue phenomene_modelisation__cata....	6
3 Création des catalogues d'éléments.....	7
3.1 Présentation d'un catalogue d'éléments générique gener_xxxx.cata.....	7
3.2 Écriture d'un catalogue d'élément générique gener_xxxx.cata.....	8

1 Introduction

Le choix de la modélisation s'effectue à travers l'opérateur `AFFE_MODELE` de `Code_Aster`. Par exemple, l'utilisateur écrira dans son fichier de commande :

```
MOME = AFFE_MODELE (MAILLAGE = MAIL,  
                    AFFE=_F (TOUT = 'OUI', MODELISATION = 'AXIS_JOINT_HMS',  
                             PHENOMENE = 'MECANIQUE'))
```

Dans l'objectif de pouvoir proposer à l'utilisateur d'autres modélisations, on va décrire dans ce document une méthodologie pour introduire une nouvelle modélisation dans `Code_Aster`.

Introduire une modélisation dans `Code_Aster` nécessite de se poser les questions suivantes :

- Dans quel phénomène vais-je ajouter ma modélisation ?
- Quelles sont les dimensions géométriques et topologiques des éléments finis ?
- Quelles sont les mailles concernées par cette modélisation ?
- Quels sont les éléments « principaux » et les éléments de bord ?
- Quels sont les attributs que l'on peut définir ?
- Quels sont les calculs réalisables avec cette modélisation ?

Nous répondrons à ces questions dans ce document.

D'autres questions relatives aux éléments finis sont traitées dans d'autres documents :

- [D5.02.01] Comment introduire une nouvelle grandeur ou de nouvelles composantes (CMP) dans une grandeur existante ?
- [D5.02.02] Comment introduire un nouveau type de maille (`type_maille`) ou un nouvel élément de référence (`ELREFE`) ?
- [D5.02.05] Comment introduire un nouveau calcul élémentaire ?

2 Modification du catalogue des phénomènes et modélisations

- Catalogue à modifier : `phenomene_modelisation__.cata`
- Localisation : `.../catalo/compelem`

2.1 Présentation du catalogue `phenomene_modelisation__.cata`

Ce catalogue se décompose en 3 parties : une partie dédiée au phénomène mécanique, une autre au phénomène thermique, et une autre au phénomène acoustique.

Pour chaque phénomène, un bloc correspondant à chaque modélisation est présenté. Par exemple, pour la modélisation `'AXIS_JOINT_HMS'` du phénomène `'MECANIQUE'`, nous avons :

```
PHENOMENE__ MECANIQUE          CODE__ 'ME'  
...  
MODELISATION__ 'AXIS_JOINT_HMS'  DIM__ 2 2  CODE__ 'JH2'  
  ATTRIBUT__ THM=OUI  AXIS=OUI  
  MAILLE__ QUAD8      ELEMENT__ HM_J_AXQ8S
```

MAILLE__ SEG3 ELEMENT__ HM_J_AXSE3

Nous allons présenter les mot-clés de ce bloc :

- MODELISATION__
- DIM__
- CODE__
- ATTRIBUT__
- MAILLE__
- ELEMENT__

2.1.1 Mots clés : MODELISATION__, DIM__, CODE__

- Le mot-clé MODELISATION__ fournit le nom de la modélisation. Dans l'exemple ci-dessus, il s'agit de la modélisation 'AXIS_JOINT_HMS'.
- Le mot-clé DIM__ fournit respectivement la dimension topologique et la dimension géométrique :
 - La dimension géométrique correspond à dimension de l'espace ambiant (3 ou 2),
 - la dimension topologique correspond à la dimension des éléments « principaux » de la modélisation.

Dans cet exemple, la dimension topologique est identique à la dimension géométrique, mais ce n'est pas toujours le cas.

Par exemple, une modélisation 'DKT' (coques minces) recueille des éléments dont les mailles support sont de dimension 2 (triangles, quadrangles), pourtant les nœuds du maillage sont exprimés dans le repère 3D (suivant X, Y, Z). On a donc pour cette modélisation: DIM__ 2 3

- Le mot-clé CODE__ fournit comme son nom l'indique, un code. Il s'agit d'une chaîne de 3 caractères permettant d'identifier la modélisation. Pour la modélisation 'AXIS_JOINT_HMS', le code choisi est 'JH2'. Ce « code » est forcément différent pour toutes les modélisations. C'est une forme d'alias (sur 3 caractères exactement) du nom de la modélisation.

2.1.2 ATTRIBUT__

A la seconde ligne, on a la possibilité de fournir un ou plusieurs attributs derrière le mot-clé facultatif ATTRIBUT__.

Exemple : ATTRIBUT__ THM=OUI AXIS=OUI

A quoi servent-ils?

Ils permettent de fournir des informations dans le source fortran et d'envisager des traitements en fonction de ces informations. Dans l'exemple ci-dessus, l'attribut AXIS=OUI peut être interrogé dans une routine de calcul élémentaire afin de modifier le poids d'intégration des points de Gauss.

La définition des attributs est présentée sous forme de commentaires dans le catalogue `phenomene_modelisation__.cata`. On présente succinctement quelques attributs dans le tableau ci-dessous:

Attributs	Descriptions
DIM_TOPO_MODELI	Dimension topologique de la modélisation à laquelle appartient l'élément
DIM_COOR_MODELI	Dimension de l'espace du maillage
DIM_TOPO_MAILLE	Dimension topologique de la maille
CODPHE	« code » du phénomène ('TH' / 'ME' / 'AC')
CODMOD	« code » de la modélisation (par exemple 'CQ3' pour la modélisation COQUE_3D)
CODTMA	« code » du type de la maille ('TR3' : triangle à 3 nœuds, ...)
ALIAS8	Chaîne de 8 caractères formée par la concaténation de 3 codes (phénomène, modélisation, type de maille)
AXIS	'OUI' si l'élément est axisymétrique
D_PLAN	'OUI' si l'élément est en déformation plane
C_PLAN	'OUI' si l'élément est en contrainte plane
FOURIER	'OUI' si l'élément est destiné à une étude par décomposition en mode de Fourier
INCO	Type de l'élément incompressible : nombre de champs, méthode de stabilisation, ...
LUMPE	'OUI' si l'élément est lumpé
TUYAU	'OUI' si l'élément est un élément de tuyau
GRILLE	'OUI' si l'élément est un élément de grille
THM	'OUI' si l'élément est un élément de THM
XFEM	Type de l'élément XFEM (Heavyside, cracktip, mixte)
...	

Tableau 2.1.2-1: Liste de quelques attributs

Remarques :

les 7 premiers attributs de cette liste (ALIAS8, DIM_TOPO_MODELI, DIM_COOR_MODELI, DIM_TOPO_MAILLE, CODPHE, CODMOD, CODTMA) n'ont pas à être définis explicitement dans le catalogue. Ils sont « calculés » à partir des informations obligatoires du catalogue : mots clés DIM__, CODE__, ...

Les différents attributs définis dans ce catalogue sont affectés à l'ensemble des `type_element` de la modélisation. Si l'on veut qu'un attribut ne soit associé qu'à un seul `type_element`, il faut alors définir cet attribut dans la rubrique « ENTETE__ » du catalogue du `type_element`.

Attention : Lorsqu'un élément fini est utilisé par plusieurs modélisations (c'est souvent le cas des éléments de bord), il peut y avoir ambiguïté sur la valeur des attributs de cet élément fini. L'élément héritera de TOUS les attributs définis dans l'ensemble des modélisations qui l'utilisent. Si un même attribut est défini plusieurs fois avec des valeurs différentes, on lui affecte la valeur « ### ». C'est toujours le cas de figure de l'attribut CODMOD.

Comment récupérer la valeur de l'attribut dans le source fortran ?

Les routines `lteatt.F90` et `teattr.F90` permettent d'accéder aux attributs d'un `type_element`.

2.1.3 MAILLE__, ELEMENT__

Dans les lignes suivantes, on renseigne les types de mailles et les types d'éléments que l'on souhaite attacher à la modélisation.

Sur la même ligne, on renseigne le type de maille et le type d'élément fini associé.

Dans notre exemple, la ligne :

```
MAILLE__ QUAD8      ELEMENT__  HM_J_AXQ8S
```

signifie que l'on attribue pour cette modélisation, l'élément de type `HM_J_AXQ8S` à la maille quadrangulaire à 8 nœuds de type `QUAD8`.

Cet élément est dit « **principal** » car il s'agit d'un élément dont la dimension de la maille correspond à la dimension topologique de la modélisation (égale à 2 pour cet exemple).

Les éléments dont la dimension de la maille est inférieure à la dimension topologique de la modélisation sont appelés élément « **de bord** » (ou de peau), c'est à dire qu'ils bordent les éléments principaux.

Pour cet exemple, l'élément `HM_J_AXSE3` correspond à l'élément de bord de l'élément principal `HM_J_AXQ8S`.

2.2 Introduction d'une nouvelle modélisation dans le catalogue `phenomene_modelisation__.cata`

Tout d'abord, il faut se placer dans la partie correspondant au phénomène de votre modélisation (`MECANIQUE` , `THERMIQUE` ou `ACOUSTIQUE`). Ensuite place à l'écriture du bloc correspondant à votre modélisation.

Vous devez commencer par :

- choisir un nom pour votre modélisation (au plus 16 caractères),
- attribuer un code à votre modélisation (3 caractères exactement),
- connaître la dimension topologique de votre modélisation.

A ce stade, et en ayant pris connaissance du paragraphe 4 , vous pouvez écrire la première ligne (en respectant l'indentation) :

```
MODELISATION__ xxxx      DIM__  xxxx  xxxx      CODE__  xxxx
```

Ensuite, à la ligne suivante, on vous donne la possibilité d'ajouter ou non des attributs à votre modélisation. Vous pouvez vous en passer si vous pensez ne pas en avoir besoin dans le source fortran.

L'étape suivante consiste à choisir :

- les types de mailles que vous souhaitez associer à votre modélisation. Vous pouvez consulter le catalogue `type_maille__.cata` du répertoire `compelem` pour prendre connaissance des types de mailles présents dans `Code_Aster` ainsi que de leurs éléments de référence ,
- le nom du type de l'élément fini que vous souhaitez associer à chaque type de maille. Vous devez déterminer un nom d'au plus 16 caractères qui soit suffisamment explicite pour connaître le type de sa maille à la lecture de son nom.

Vous pouvez donc ajouter les lignes suivantes :

MAILLE__ xxxx ELEMENT__ xxxx

Nous venons de répondre à quelques questions concernant la nouvelle modélisation.

Pour aller plus loin, il faut écrire le (ou les) catalogue(s) décrivant les nouveaux éléments finis de la modélisation, ainsi que les routines fortran `te00ij.f` réalisant leurs calculs élémentaires.

Dans le paragraphe suivant, nous décrivons (assez succinctement) le catalogue des `type_element`.

Pour de plus amples détails sur ce catalogue et sur l'écriture des routines fortran associées, on se reportera au document [D5.02.05] « Introduire un nouveau calcul élémentaire »

3 Création des catalogues d'éléments

- Les catalogues d'éléments sont localisés dans `.../catalo/typelem`
- Ils portent tous (ou presque) un nom commençant par « gener ».

3.1 Présentation d'un catalogue d'éléments générique `gener_xxxx.cata`

Nous allons présenter les grandes lignes. Pour plus d'informations, le lecteur est invité à consulter la documentation D5.02.05 (« *introduire un calcul élémentaire* »).

Nous allons présenter un extrait du catalogue `gener_th3d_3.cata` afin de se familiariser avec les mots-clés du catalogue et les différentes parties qui le compose. Nous allons mettre en avant l'option de calcul `FLUX_ELGA` qui permet de calculer le flux thermique aux points de Gauss de l'élément à partir du champ de température. Nous allons restreindre cet option à l'élément principal `THER_HEX20`.

```
GENER_TH3D_3
TYPE_GENE__
ENTETE__ ELEMENT__ THER_HEX20          MAILLE__ HEXA20
  ELREFE__  H20          GAUSS__ RIGI=FPG27 MASS=FPG27 GANO=FPG8
  ELREFE__  QU8          GAUSS__ RIGI=FPG9  MASS=FPG9
MODE_LOCAL__
  CMATERC = ADRSJEVE ELEM__ (I1 )
  CCAMASS = CAMASS  ELEM__ (C ALPHA BETA KAPPA X Y Z)
  NGEOMER = GEOM_R  ELNO__ IDEN__ (X Y Z)
  EFLUXPG = FLUX_R  ELGA__ RIGI__ (FLUX FLUY FLUZ)
VECTEUR__
  MVECTTR = VTEM_R DDL_THER
MATRICE__
  MMATTTR = MTEM_R DDL_THER DDL_THER
OPTION__
  FLUX_ELGA 62 IN__ CCAMASS PCAMASS NGEOMER PGEOMER
                    CMATERC PMATERC DDL_THER PTEMPER
                    CTEMPSR PTEMPSR
                    OUT__ EFLUXPG PFLUX_R
```

Texte 1: Extrait du catalogue `gener_th3d_3.cata`

- On commence par écrire le nom du catalogue (`GENER_TH3D_3`) et son type (`TYPE_GENE__`) à la ligne suivante.
- Pour chaque élément à référencer dans le catalogue, il faut écrire un bloc `ENTETE__`. Dans l'exemple décrit ci-dessus, on restreint le catalogue à l'élément `THER_HEX20`, d'où la présence d'un seul bloc `ENTETE__`. On référence dans le bloc `ENTETE__` : le type de maille (`MAILLE__`), les éléments de référence (`ELREFE__`) et les familles de points de Gauss (`GAUSS__`) qui seront utilisées dans les calculs élémentaires.
- Le bloc suivant correspond aux modes locaux (`MODE_LOCAL__`) : on y définit les modes locaux utilisés pour l'ensemble des options de calcul. Il faut préciser pour chaque `mode_local` : la grandeur et les composantes ainsi que la « localisation » du champ (`ELNO`, `ELGA` ou `ELEM`).
- Le dernier bloc est le bloc des options (`OPTION__`) : on y définit les options calculées par les `type_element`. Pour chaque option, on précise : le nom de l'option calculée (`FLUX_ELGA`),

le numéro de la routine fortran `te00ij` qui réalise le calcul (62), les couples (mode local, paramètre) des champs d'entrée, et les couples (mode local, paramètre) des champs de sortie.

3.2 Écriture d'un catalogue d'élément générique `gener_xxxx.cata`

Vous devez en général écrire 2 catalogues d'éléments :

- un premier correspondant aux éléments principaux,
- un second correspondant aux éléments de bord.

Par exemple, pour la modélisation 3D du phénomène thermique, les catalogues d'éléments sont :

- `gener_th3d_3.cata` pour les éléments principaux,
- `gener_th3d_2.cata` pour les éléments de bord.

L'écriture d'un catalogue d'éléments se décompose par les étapes suivantes:

- On commence par choisir un nom à attribuer à votre catalogue (de préfixe « `gener_` »).
- Il faut pouvoir l'intégrer aux catalogues d'éléments présents dans Code_aster. A la première ligne du catalogue, il faut écrire : `%& AJOUT TYPELEM`
- Après avoir écrit le nom du catalogue et son type, il faut écrire les blocs d'entête. Pour chaque élément principal ou pour chaque élément de bord (défini dans le catalogue `phenomene_modelisation__.cata` propre à votre modélisation), vous devez écrire le bloc `ENTETE__` comme décrit dans le paragraphe 8 .
- Ensuite, on écrit les options de calculs relatives à votre modélisation derrière `OPTION__`, comme décrit dans le paragraphe 8 .