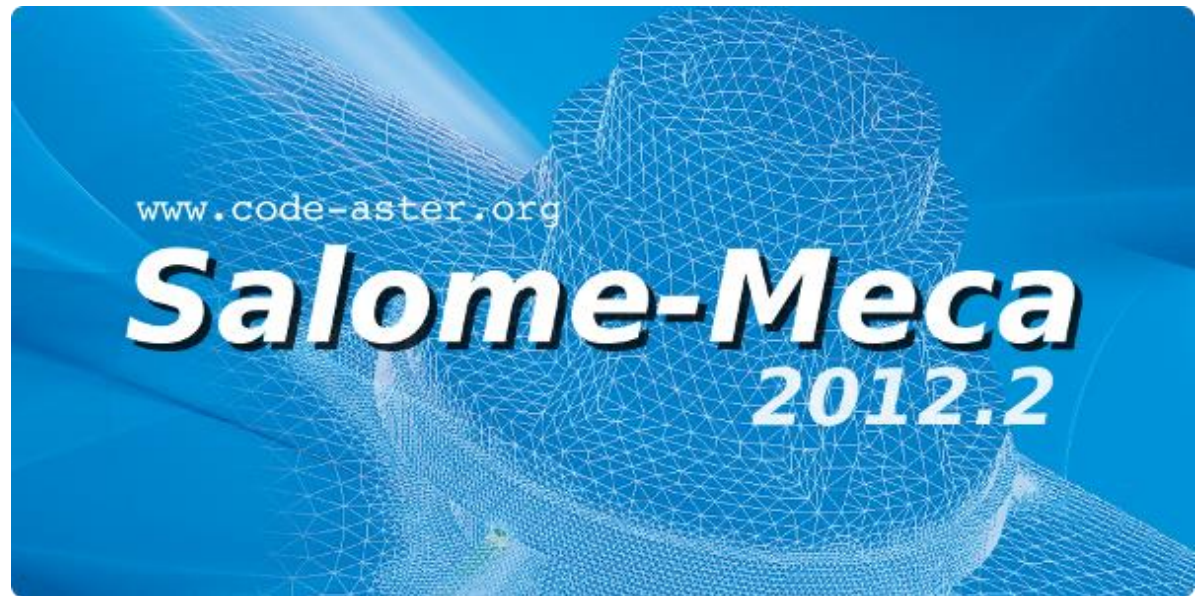


構造要素の概要



Code_Aster, Salome-Meca course material

GNU FDL licence (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>)



定義と記述

定義

中立軸/面を持つ構造のモデル化

問題の規模削減のための制約が強い仮定(はり理論, 平板やシェルの理論)

◆ 離散要素(0D)

- ばね, 質点 / 慣性, 減衰

◆ はり, 棒, ケーブル(1D)

- 真直または曲りはり, ピン連結棒

◆ 配管(1D)

- 直管または曲り管(エルボ)

◆ 平板とシェル(2D)

- 平らな中立面を有する薄肉構造(平板モデル)または曲面(シェルモデル)

離散要素

- ▶ 質点, ばね, ダンパのモデル化
- ▶ 対象要素
 - POI1 or SEG2
- ▶ *Code_Aster*でのモデル化
 - DIS_T, DIS_TR, 2D_DIS_T, 2D_DIS_TR
- ▶ 使用方法
 - ばね, 質量 / 慣性, 減衰

はり, 棒, ケーブル要素(1/2)

◆ 中立繊維を持つ細長い構造のモデル化

◆ 対象要素

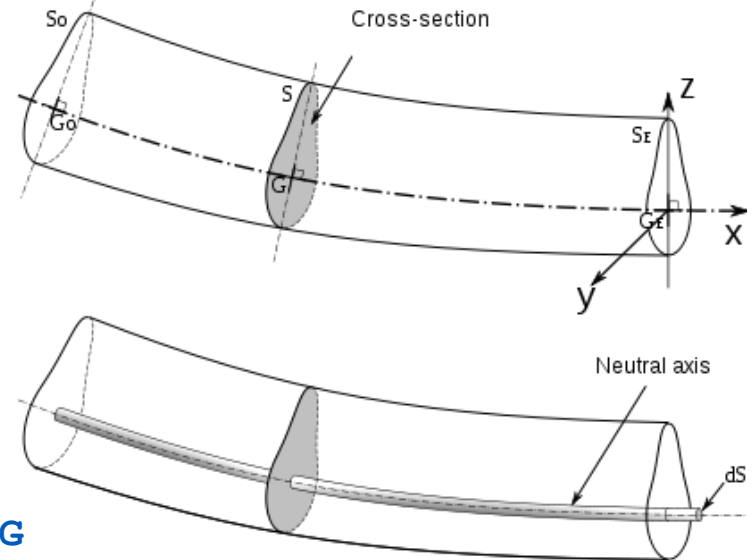
- `SEG2`

◆ `Code_Aster`でのモデル化

- 真直はり : `POU_D_E`, `POU_D_T`, `POU_D_TG`
- 曲りはり : `POU_C_T`
- 多芯繊維はり : `POU_D_EM`, `POU_D_TGM`
- 棒 : `2D_BARRE`, `BARRE`
- ケーブル : `CABLE`

◆ 使用方法

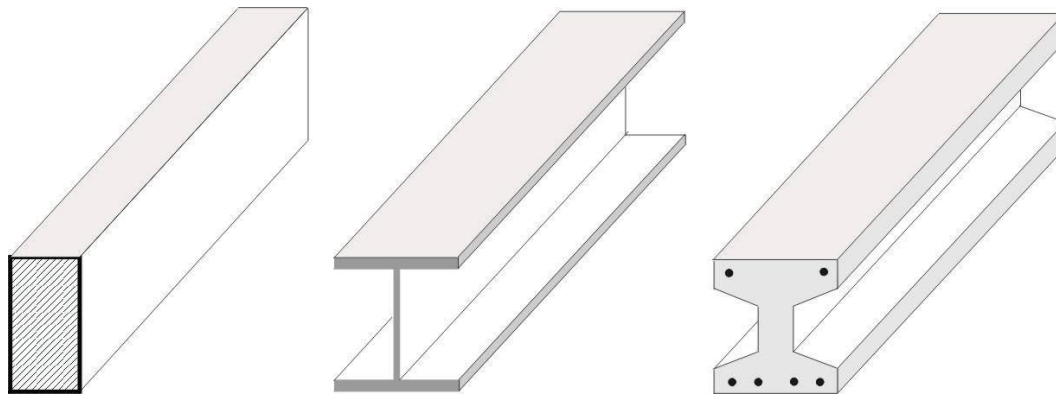
- 細長い構造 : 2方向の寸法がもう1方向よりも十分に小さい



はり, 棒, ケーブル要素 (2/2)

正しいモデルの選択

- ◆ Euler はり ($POU_D_E^*$): 極端に細長い
- ◆ Timoshenko はり ($POU_*_T^*$): 細長い
- ◆ 反り ($POU_D_TG^*$): 薄肉部 (I型, H型, L型)
- ◆ 多芯繊維 (POU_*_M): 材料非線形
- ◆ 棒: 補強, 引張/圧縮応力
- ◆ ケーブル: 引張荷重



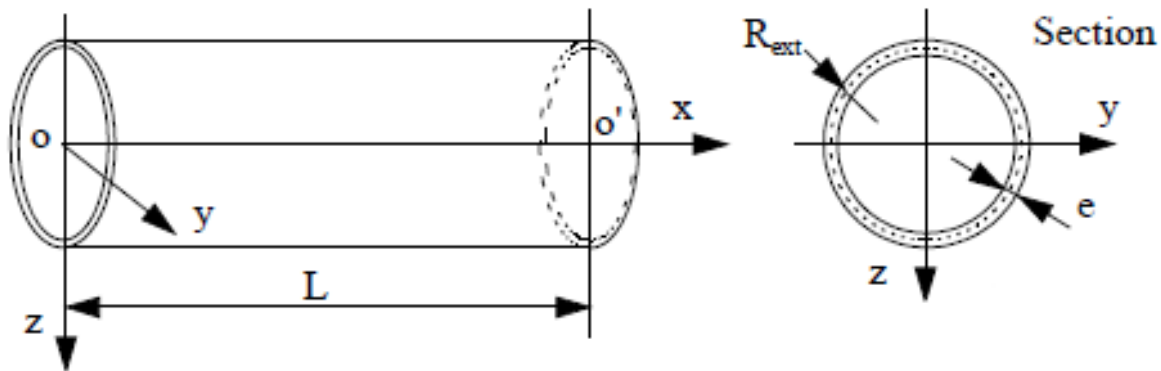
配管要素(1/2)

- ▶ 直管または曲り管のモデル化
- ▶ 対象要素
 - `SEG3` ou `SEG4` (曲がった管)
- ▶ *Code_Aster* でのモデル化
 - `TUYAU_3M` (直管と曲り管), `TUYAU_6M` (直管)
- ▶ 使用方法
 - 直管または曲り管

配管要素 (2/2)

正しいモデルの選択

- ◆ はりとシェルの混合定式化
- ◆ シェルの変位のフーリエ級数への分解
 - ◆ `TUYAU_3M`: 3 フーリエモード
 - ◆ `TUYAU_6M`: 6 フーリエモード
- ◆ 薄肉管: 肉厚/半径比が 0.1 未満: `TUYAU_6M`
- ◆ 塑性: `TUYAU_6M`



平板とシェル要素 (1/2)

▶ 中立面を持つ薄い構造のモデル化

▶ 対象要素

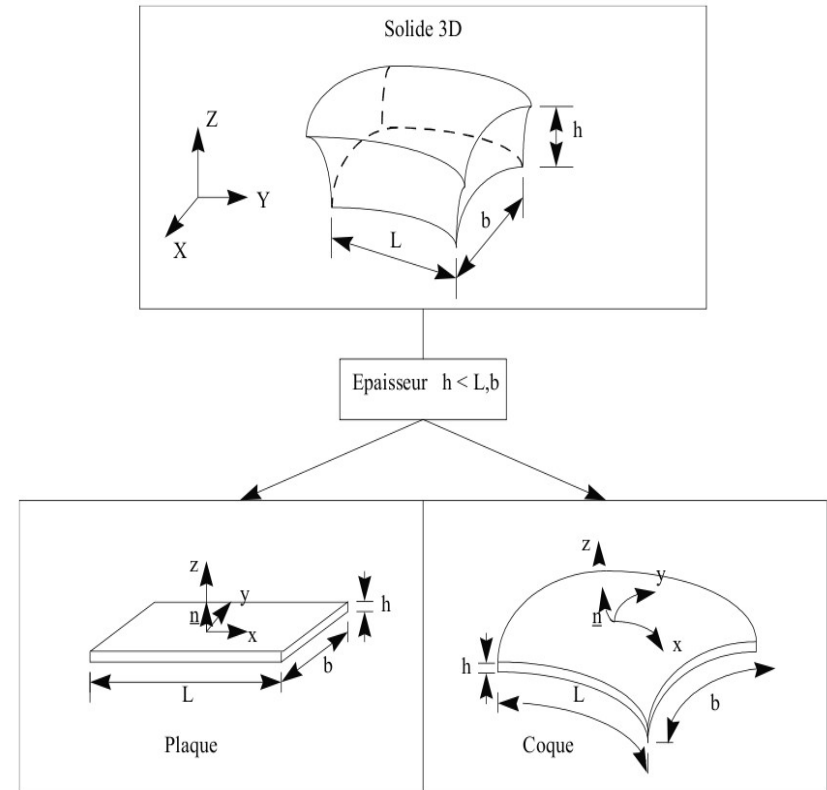
- **TRIA3, QUAD4**
- **TRIA7, QUAD9 (COQUE_3D)**

▶ Code_Asterでのモデル化

- 平板 : **DKT, DST, Q4G, DKTG**
- シェル : **COQUE_3D**

▶ 使用方法

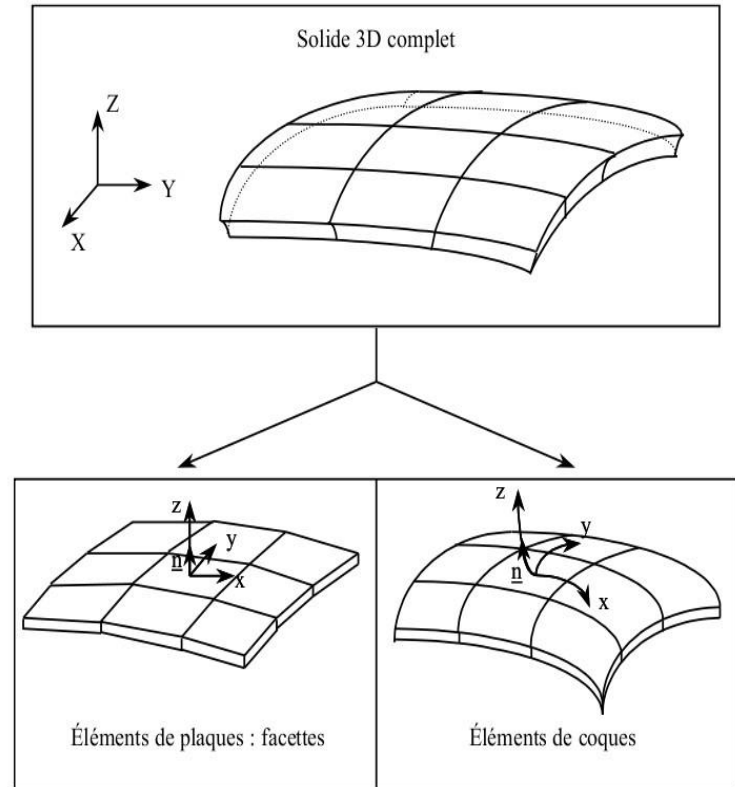
- 薄い構造 : 1方向の寸法が他の2方向よりも小さい



平板とシェル要素 (2/2)

正しいモデルの選択

- ▶ **平板構造:**
 - ▶ **DKT, DST, Q4G**
- ▶ **曲面構造:**
 - ▶ **COQUE_3D**
- ▶ **薄肉構造 (板厚/長さ比が 約1/10):**
 - ▶ **DST, Q4G**
- ▶ **材料非線形:**
 - ▶ **DKT, COQUE_3D**
- ▶ **大変形:**
 - ▶ **COQUE_3D**



構造要素の特性

概要

▶ 要素特性を定義するコマンド `AFFE_CARA_ELEM` [u4.42.01]

▶ 幾何学的特性はメッシュ情報として与えられない

- 離散要素(ばね, 質量 / 慣性, 減衰): 剛性, 質量マトリックス, 減衰マトリックス; 方向
- はり: 断面, 中立軸に対する主軸の方向, 曲りはり要素の曲率, 一般特性
- 棒とケーブル: 断面積
- 配管: 断面, 傾斜面と層の数
- シェル: 板厚; 接平面の参照フレーム; 層の数; 方向

離散要素の特性

◆ 定義コマンド `AFFE_CARA_ELEM` / `DISCRET`

```
cara=AFFE_CARA_ELEM(MODELE=model,  
                    DISCRET=( _F(REPERE='LOCAL',  
                                  CARA='K_T_D_L',  
                                  MAILLE=('AB','FG'),  
                                  VALE=(1.E5,0.,1.E5,)),  
                              _F(REPERE='LOCAL',  
                                  CARA='M_T_L',  
                                  MAILLE=('AB','FG'),  
                                  VALE=(0.,0.,0.,0.,0.,  
                                        0.,0.,0.,0.,0.,  
                                        0.,0.,0.,0.,0.,  
                                        0.,0.,0.,0.,0.,0.)),  
                              ORIENTATION=_F(MAILLE=('AB','FG'),  
                                              CARA='VECT_Y',  
                                              VALE=(-1.,0.,0.)),),),);
```

参照フレームの選択

離散要素のタイプの選
択:ばね, 質量, 減衰

エンティティの選択:
節点, 節点グループ,
要素, 要素グループ

マトリックスの係数

方向の選択

はり要素の特性

◆ 定義コマンド AFFE_CARA_ELEM / POUTRE

```
cara=AFFE_CARA_ELEM(MODELE=model,  
                    POUTRE=_F(GROUP_MA=('POU_D_T','POU_C_T'),  
                               SECTION='GENERALE',  
                               CARA=('A','IY','IZ','AY','AZ','JX'),  
                               VALE=(0.11780973E-2,0.125172834E-6,  
                                     0.125172834E-6,1.3096094,  
                                     1.3096094,0.250345668E-6),),  
                    ORIENTATION=_F(MAILLE=('POU_D_T','POU_C_T'),  
                                     CARA='ANGL_VRIL',  
                                     VALE=30.),),  
                    DEFI_ARC=_F(MAILLE='CD',  
                                 ORIE_ARC=90.,  
                                 RAYON=2.82800,),  
                    _F(MAILLE='DE',  
                        ORIE_ARC=90.,  
                        RAYON=2.82800,),),);
```

断面形状の選択 ←

断面特性の選択 ←

方向の選択 ←

曲りはり要素の曲率の定義 ←

棒要素およびケーブル要素の特性

◆ 定義コマンド `AFFE_CARA_ELEM` / `BARRE`

```
cara=AFFE_CARA_ELEM(MODELE=model,  
                    BARRE=_F(GROUP_MA='TOUT',  
                              SECTION='GENERALE',  
                              CARA='A',  
                              VALE=2.827e-05,)),);
```

断面形状の選択 ←

断面特性 ←

◆ Defined in the command `AFFE_CARA_ELEM` / `CABLE`

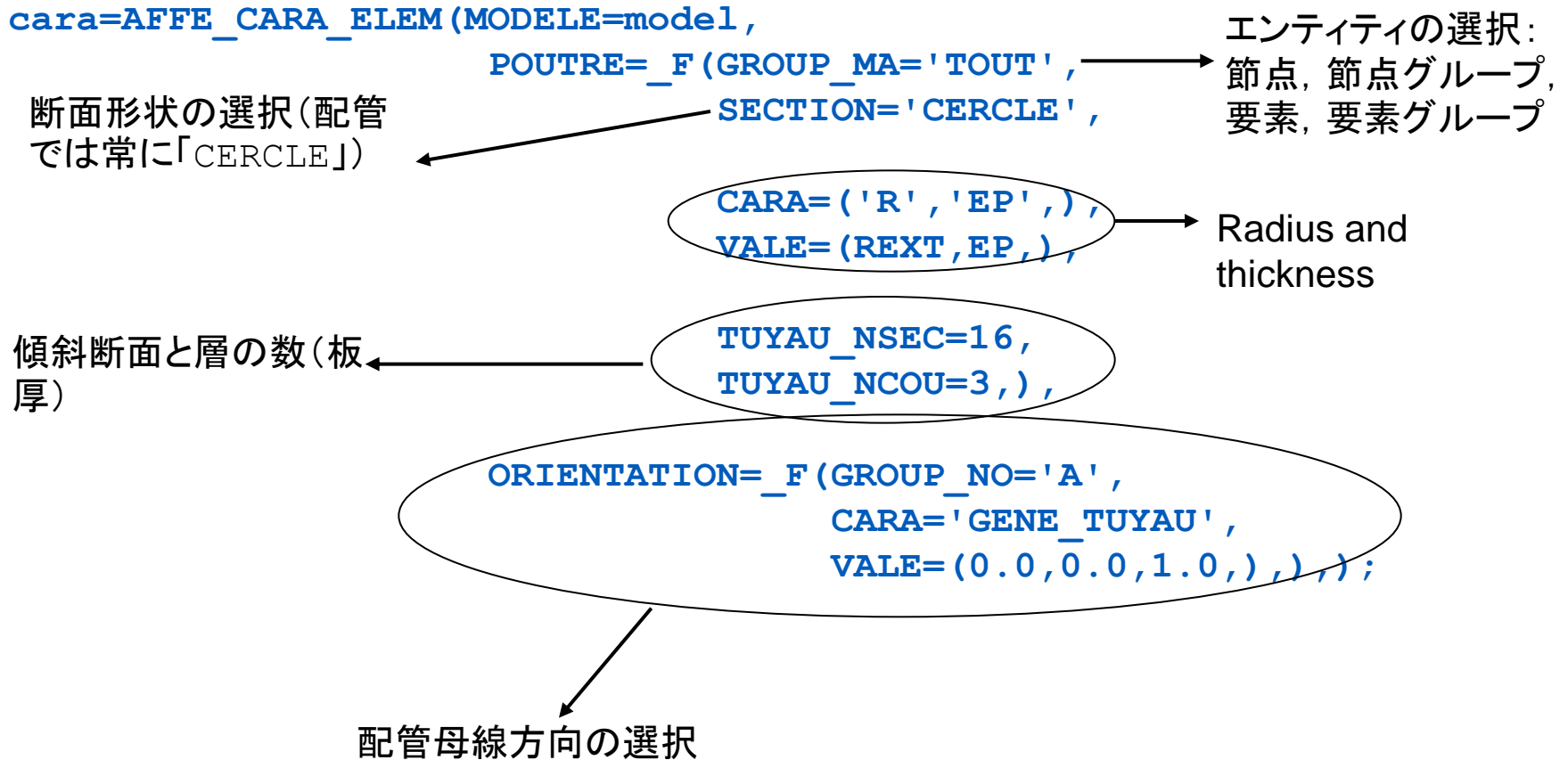
```
cara=AFFE_CARA_ELEM(MODELE=model,  
                    CABLE=_F(GROUP_MA='TOUT',  
                              SECTION=1.3,  
                              N_INIT=3000.,)),);
```

断面積 ←

ケーブルの初期張力 ←

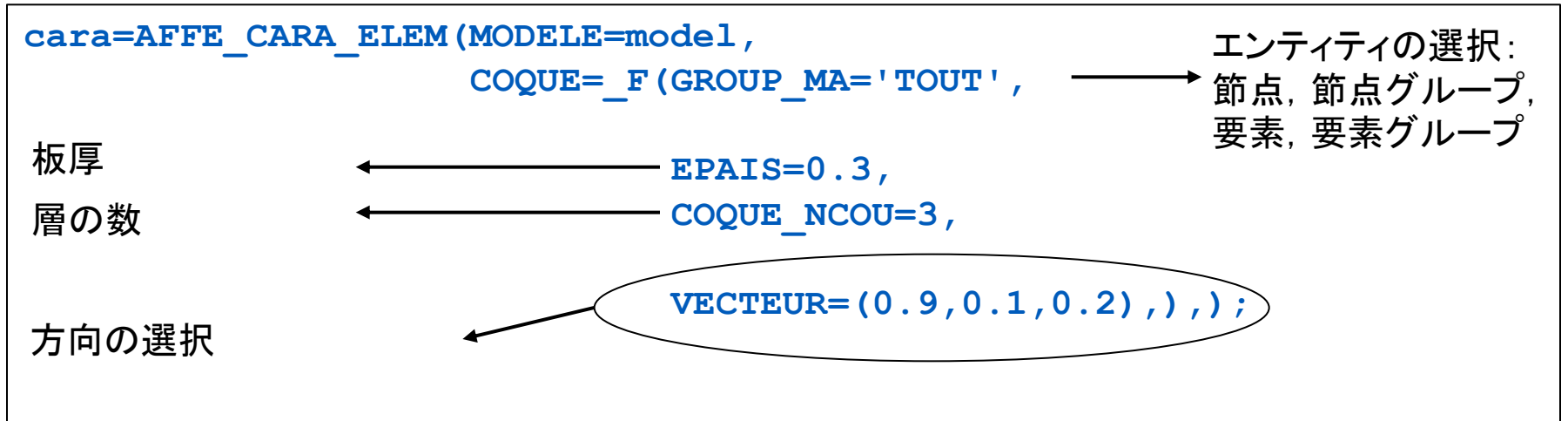
配管要素の特性

◆ 定義コマンド `AFFE_CARA_ELEM` / `POUTRE`



平板要素とシェル要素の特性

◆ 定義コマンド `AFFE_CARA_ELEM` / `COQUE`



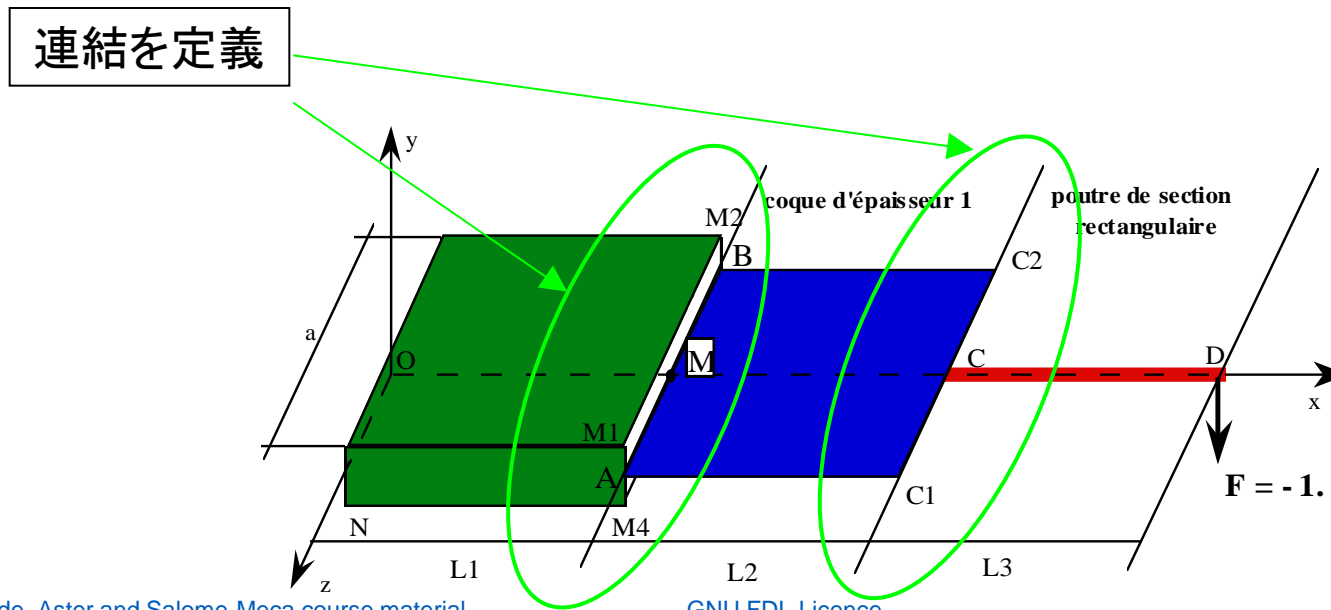
注意！

- 多層とは材料が多層構造ということではない！
- multi-layers == 板厚方向に積分点を増やしたもの
- multi-material == 複合材料(1層が1材料)

モデルの連結

モデルの混合

- ▶ 計算時間とメモリの節約のため
- ▶ 異なる部材を連結する必要
- ▶ 線形関係の定義
- ▶ 定義するコマンド `AFFE_CHAR_MECA` [u4.44.01]

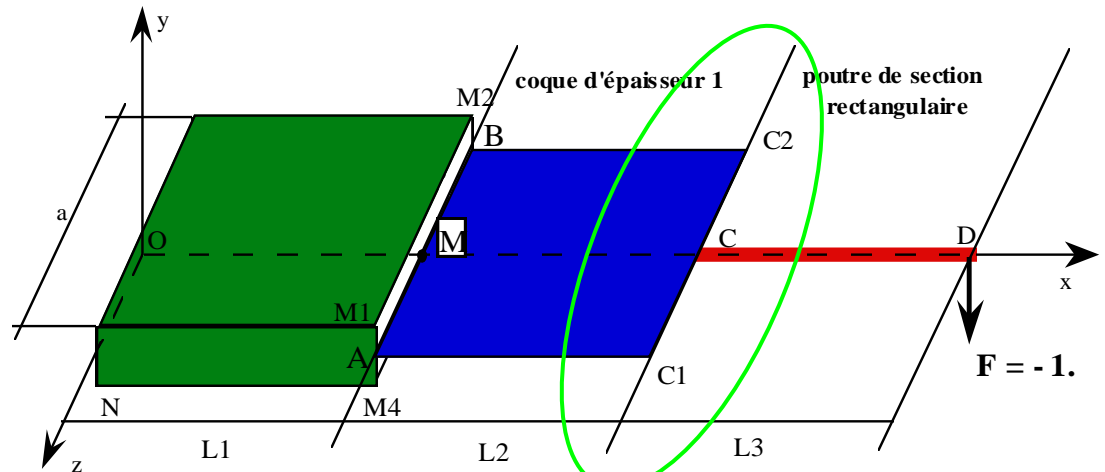


はりモデルの連結

◆ 定義コマンド `AFFE_CHAR_MECA` / `LIAISON_ELEM`

◆ `3D_POU` / `2D_POU`

◆ `COQ_POU`

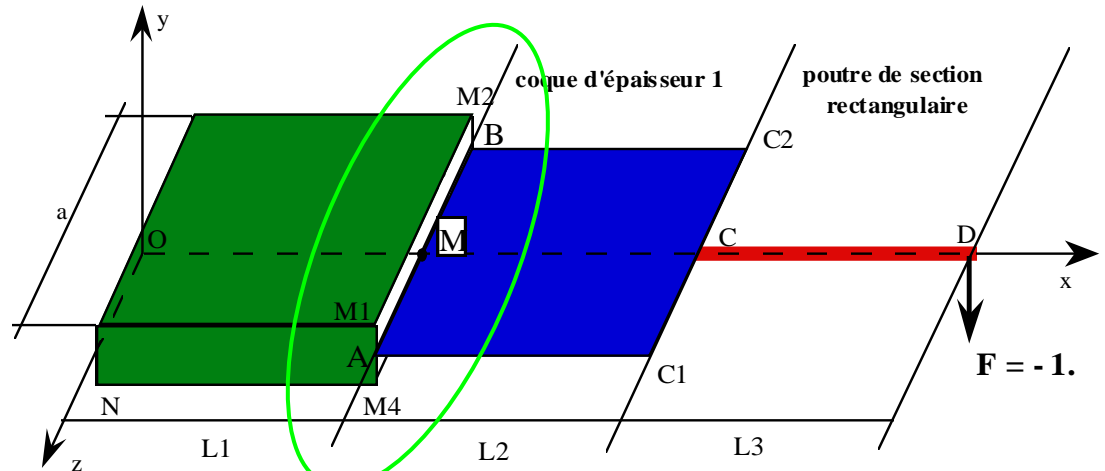


```
char=AFFE_CHAR_MECA(  
  MODELE=model,  
  LIAISON_ELEM=_F(OPTION='COQ_POU',  
    CARA_ELEM=CAREL,  
    AXE_POUTRE=(1.,0.,0.),  
    GROUP_MA_1='C1C2',  
    GROUP_NO_2='C'),);
```

シェルモデルの連結

◆ 定義コマンド `AFFE_CHAR_MECA` / `LIAISON_MAIL`

- ◆ `COQUE`
- ◆ `MASSIF_COQUE`
- ◆ `COQUE_MASSIF`



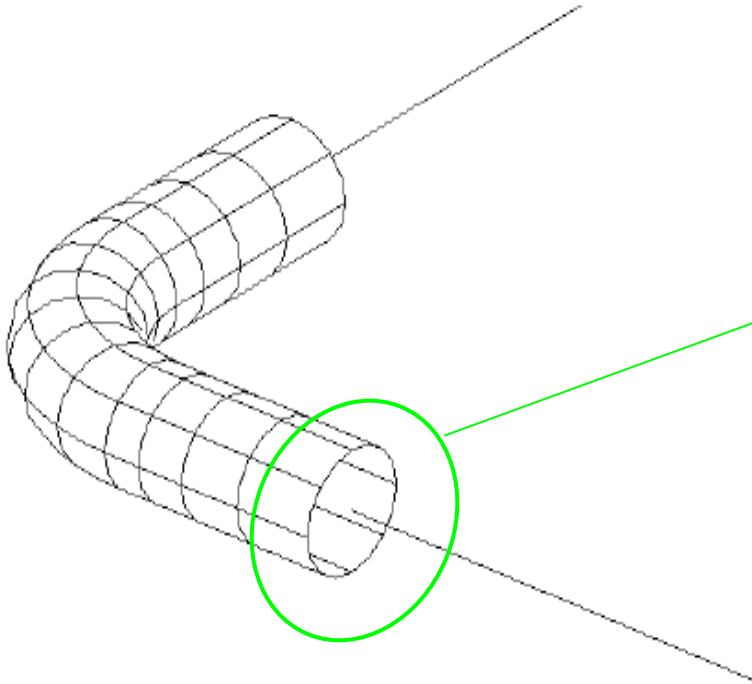
```
char=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=model,  
                    LIAISON_MAIL=_F(  
                        TYPE_RACCORD='MASSIF_COQUE',  
                        GROUP_MA_ESCL='AB',  
                        GROUP_MA_MAIT='M1M2M3M4'),);
```

配管モデルの連結

◆ 定義コマンド `AFPE_CHAR_MECA` / `LIAISON_ELEM`

◆ `COQ_TUYAU`

◆ `3D_TUYAU`



```
char=AFPE_CHAR_MECA(  
    MODELE=model,  
    LIAISON_ELEM=_F(  
        OPTION='COQ_TUYAU',  
        GROUP_MA_1='CERCL2',  
        GROUP_NO_2='NOPOU1',  
        CARA_ELEM=CAREL1,  
        AXE_POUTRE=(COS30,0.5,0.0,)  
    ),);
```

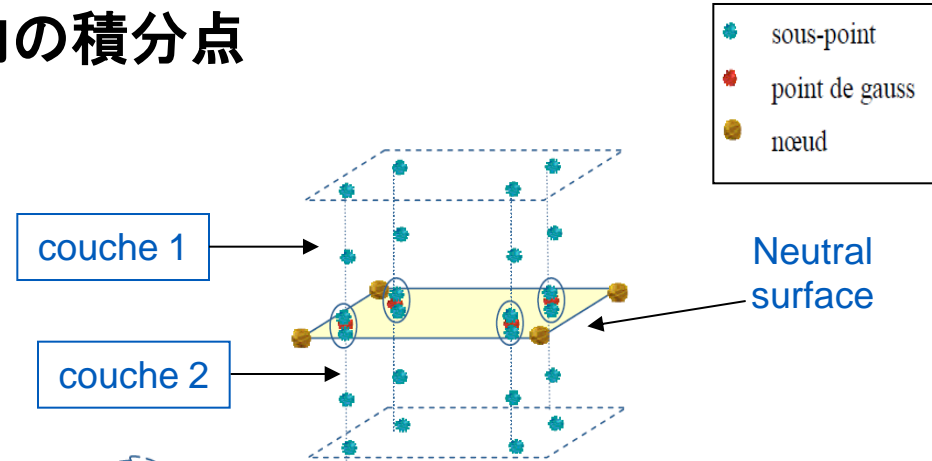
構造要素のポスト処理

サブポイントの概念

サブポイントとは構造要素板厚内の積分点

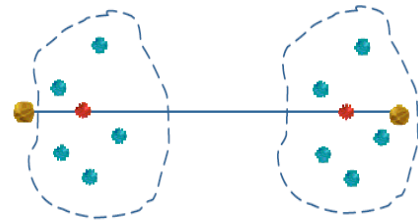
平板とシェル :

- 1層あたり3つのサブポイント
- 例: QUAD4はガウス点4つ
- $NBSP=3 \times NCOU$



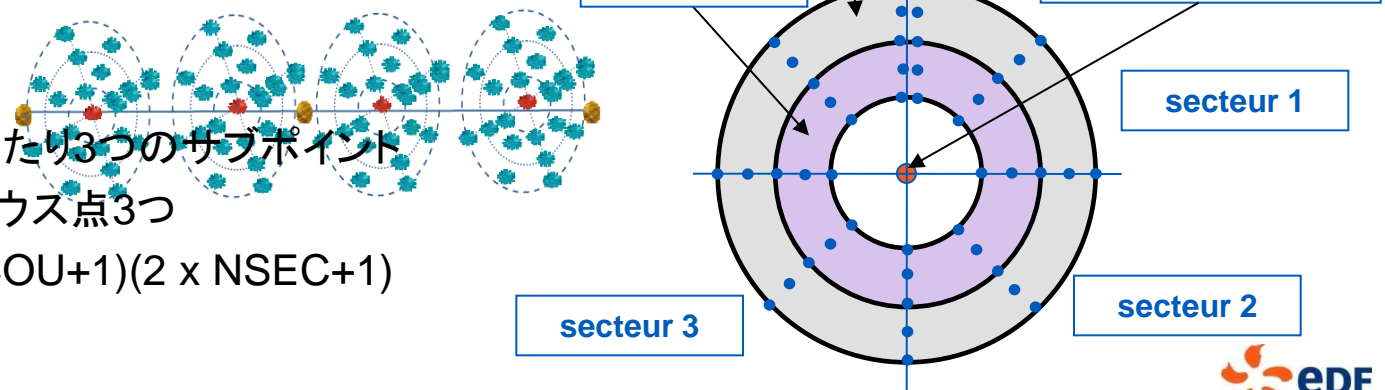
多芯繊維はり :

- 1層あたり1サブポイント
- 例: SEG2はガウス点2つ
- $NBSP=NB FIBRE$



配管 :

- 層と傾斜断面あたり3つのサブポイント
- 例: SEG3はガウス点3つ
- $NBSP=(2 \times NCOU+1)(2 \times NSEC+1)$



ポスト処理

- ◆ ポスト処理は通常オペレータ (**CALC_CHAMP**) を使用して行うが
 - ◆ 「場」はユーザーフレーム上で与えられる
 - ◆ 「*_**ELGA**」場は全サブポイントに定義される
 - ◆ 「*_**ELNO**」場は「*_**ELGA**」場上の全サブポイント場から計算される
 - ◆ 「*_**NOEU**」場は1層中、1ポイントに対して「*_**ELNO**」場から定義される
 - ◆ 層とサブポイント上の情報を抽出するにはコマンド **POST_CHAMP** が必要
- ◆ **MODI_REPERE** コマンドを使用して参照フレームを変更する

可視化

- ▶ サブポイント上の場を可視化するのは不可能
- ▶ `POST_CHAMP` コマンドを使用して層とサブポイント上の情報を抽出しておく必要がある

End of presentation

Is something missing or unclear in this document?
Or feeling happy to have read such a clear tutorial?

Please, we welcome any feedbacks about Code_Aster training materials.
Do not hesitate to share with us your comments on the Code_Aster forum
[dedicated thread](#).