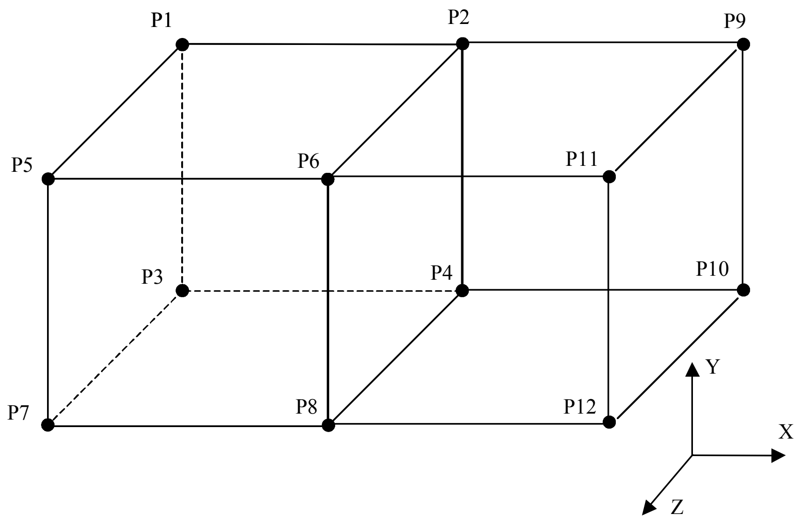
SSLV140 - Calcul de modules effectifs par une méthode Python

Résumé :

On présente ici un test ayant une référence analytique. La géométrie traitée est un ensemble de deux cubes ayant des propriétés élastiques différentes. Le but est de trouver le module d'Young du mélange constitué de ces deux cubes suivant deux directions.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



On définit les surfaces suivantes :

- Face $YZ1$: contenant les nœuds $P1$, $P3$, $P5$ et $P7$.
- Face $YZ2$: contenant les nœuds $P9$, $P10$, $P11$ et $P12$.
- Face $XY1$: contenant les nœuds $P1$, $P2$, $P9$, $P3$, $P4$ et $P10$.
- Face $XY2$: contenant les nœuds $P5$, $P6$, $P11$, $P7$, $P8$ et $P12$.
- Face $XZ1$: contenant les nœuds $P3$, $P4$, $P10$, $P7$, $P8$ et $P12$.
- Face $XZ2$: contenant les nœuds $P1$, $P2$, $P9$, $P5$, $P6$ et $P11$.

et les éléments suivants :

- Elément $M1$: contenant les nœuds $P1$, $P2$, $P3$, $P4$, $P5$, $P6$, $P7$ et $P8$.
- Elément $M2$: contenant les nœuds $P2$, $P9$, $P4$, $P10$, $P6$, $P11$, $P8$ et $P12$.

1.2 Propriétés de matériaux

Deux matériaux sont utilisés :

- Matériau $MAT1$ attribué à l'élément $M1$:

  Module d'Young : $E1=200000\,MPa$

  Coefficient de Poisson : $\nu_1=0.3$

- Matériau $MAT2$ attribué à l'élément $M2$:

  Module d'Young : $E2=100000\,MPa$

  Coefficient de Poisson : $\nu_2=0.3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Premier calcul :
C'est un calcul de traction simple suivant la direction X :

- On impose une déformation élastique linéaire $\varepsilon_{xx}=1$ sur la surface $YZ2$.
- La surface $YZ1$ ne se déplace pas suivant la direction X .

Deuxième calcul :
C'est un calcul de traction simple suivant la direction Y :

- On impose une déformation élastique linéaire $\varepsilon_{yy}=1$ sur la surface $XZ2$.
- La surface $XZ1$ ne se déplace pas suivant la direction Y .

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Selon la théorie générale de l'homogénéisation des matériaux composites [bib1], les modules d'Young effectifs E_{xx}^{eff} et E_{yy}^{eff} suivant les directions X et Y d'un mélange ayant la forme donnée ci-dessus, sont donnés par les formules suivantes :

$$\frac{1}{E_{xx}^{eff}}=\frac{f_1}{E_1}+\frac{f_2}{E_2}$$
$$E_{yy}^{eff}=f_1 E_1+f_2 E_2$$

f_1 et f_2 sont les fractions volumiques de chaque matériau, dans notre cas :

$$f_1=f_2=0.5$$

2.2 Références bibliographiques

1) M. BORNET, T. BRETHEAU et P. GILORMINI : Homogénéisation en mécanique des matériaux (T1). Hermes Science Publications - 2001.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 12.
Modélisation `3D` : 2 éléments de volume quadratiques : `HEXA8`.

3.2 Fonctionnalités testées

Des commandes Python sont insérées directement dans le fichier de commandes ASTER. Ces commandes sont utilisées pour écrire des fonctions de post-traitement sur les champs de résultats, comme les moyennes, la trace d'un tenseur de déformations ou de contraintes, ... etc. Les champs de résultats sont récupérés par la commande `EXTR_COMP`.

3.3 Valeurs testées

Premier calcul :
Le module d'Young suivant la direction X dans ce cas est la moyenne des contraintes σ_{xx} :

$$E_{xx}^{eff} = \langle \sigma_{xx} \rangle$$

Deuxième calcul :
Le module d'Young suivant la direction Y dans ce cas est la moyenne des contraintes σ_{yy} :

$$E_{yy}^{eff} = \langle \sigma_{yy} \rangle$$

Identification	Référence	*Aster*	% différence
$\langle \sigma_{xx} \rangle$	133333	134134	1.00
$\langle \sigma_{yy} \rangle$	150000	150000	0.00

4 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont en parfait accord avec la solution de référence.