Opérateur CALC_MATE_HOMO

1 But

Commande dédiée aux calculs des propriétés thermiques et thermoélastiques linéaires homogénéisées pour des structures hétérogènes périodiques à pas rectangulaire avec des cellules de base tridimensionnelles symétriques par rapport aux trois plans du référentiel cartésien, cf. [R5.03.37].

Deux situations peuvent être traitées :

- une homogénéisation tridimensionnelle , pour des cellules de base périodiques dans les trois directions spatiales ;
- une homogénéisation dans le cadre de la théorie des plaques hétérogènes, en cinématique de Love-Kirchhoff, en flexion-membrane , pour des cellules de base périodiques dans les d eux directions spatiales du plan tangent à la plaque ou à la coque, la troisième direction spatiale correspondant à l'épaisseur de celle-ci.

Les cas de type périodique à « pas hexagonal » peuvent également être traités en définissant une « sous-cellule » périodique et symétrique à pas carré.

Le matériau équivalent calculé par CALC_MATE_HOMO est orthotrope : les coefficients homogénéisés sont donnés selon les axes du référentiel cartésien du maillage de la cellule de base.

La table produite contient : la matrice d'élasticité orthotrope homogénéisée, les coefficients de dilatation orthotrope homogénéisés, un indicateur d'isotropie transverse le cas échéant, la masse volumique homogénéisée, la matrice de conductivité orthotrope homogénéisée, la capacité calorifique homogénéisée.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Syntaxe

```
[ tab_aster ] = CALC_MATE_HOMO

                (     ♦     MAILLAGE = ma     ,                        [maillage]
                      ♦     AFFE =      (_F(
                                  ♦     /     TOUT     =  'OUI' ,
                                        /     GROUP_MA =  lgma  ,      [l_gr_maille]
                      ♦     MATER =     /     mat   ,                  [mater]
                                         ),),

                      ♦     VARC =      (_F(
                      ♦     VALE_VARC   /     lvale ,                  [lr]
                      ♦     NOM_VARC =  /     'TEMP',
                                        /     'IRRA',
                                               ),),

                      ♦     TYPE_HOMO =  / 'MASSIF',
                                         / 'PLAQUE',

           # (obligatoire si TYPE_HOMO 'PLAQUE')
                      ♦     VECT_NORM = / 'X',
                                        / 'Y',
                                        / 'Z',

                      ◊     UNITE =           unit,                    [I]
                      ◊     CORR_MECA = CO('obj')
                      ◊     CORR_THER = CO('obj')
                      ◊     INFO  =     /     1,                       [DEFAUT]
                                         /    2
                )
```


Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Opérandes

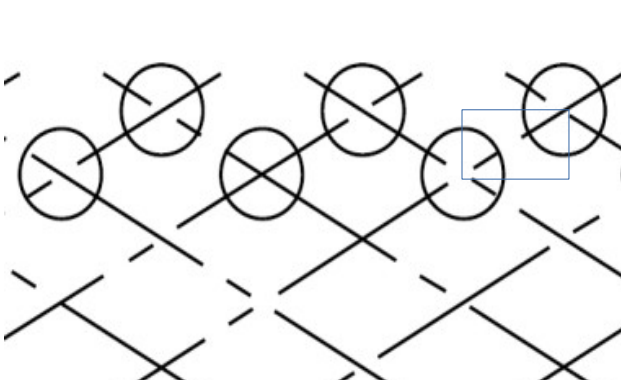
3.1 Mot clé MAILLAGE

Nom du maillage de la cellule de base que l'on veut utiliser pour le calcul d'homogénéisation.

Remarques :

- Le maillage est celui d'un octant de la cellule de base $(x \geq 0\ ;\ y \geq 0\ ;\ z \geq 0)$ pour une homogénéisation périodique en vue d'une analyse tridimensionnelle
- Le maillage est celui d'un quadrant de la cellule de base pour u ne homogénéisation e n vue d'une analyse avec des éléments de plaques ou coques en cinématique de Love-Kirchhoff
- Le maillage est forcément réalisé avec des mailles tridimensionnelles
- Le maillage peut comporter des cavités
- Seuls les groupes de mailles volumiques sont utilisés, il n'est pas nécessaire d'en définir d'autres.
- Aucun groupe n'est nécessaire si on utilise TOUT='OUI' dans AFFE.

Exemple : structure perforée à pas régulier rectangulaire



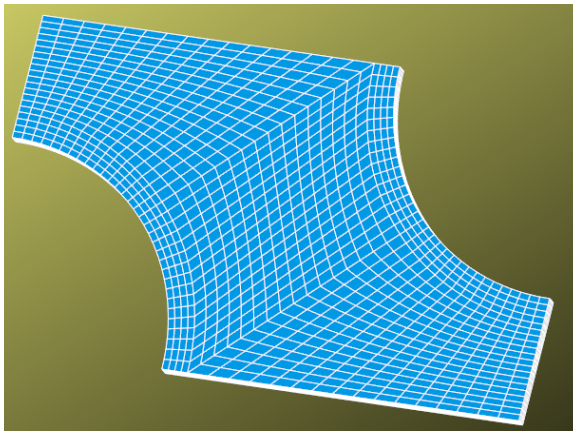


Figure 3.1-a : Schéma de la structure hétérogène ; maillage de cellule de base périodique.

3.2 Mot clé facteur AFFE

Le mot clé facteur AFFE permet d'affecter les différents concepts matériaux affectés aux groupes de mailles constituant la cellule de base.

Remarques :

- Les matériaux affectés sont obligatoirement isotropes
- Les matériaux sont obligatoirement des fonctions
- Les matériaux ELAS_FO, THER_FO ou THER_NL sont obligatoires
- L'intersection des groupes d'affectation doit être vide
- La règle de surcharge s'applique

3.3 Mot clé facteur VARC

Le mot clé facteur VARC permet de définir la variable de commande qui servira pour extraire les paramètres élastiques et thermiques des matériaux de la cellule de base, ainsi que les valeurs de la variable de commande, identique sur toute la cellule de base : température, irradiation.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3.4 Opérande TYPE_HOMO

Définit le type d'approche sur laquelle on applique la méthode d'homogénéisation :

- MASSIF pour une homogénéisation tridimensionnelle en vue d'une analyse tridimensionnelle en éléments finis massifs et
- PLAQUE pour une homogénéisation en vue d'une analyse avec des éléments de plaques ou coques en cinématique de Love-Kirchhoff.

3.5 Opérande VECT_NORM

Si TYPE_HOMO est PLAQUE , il est nécessaire de définir l'axe normal de la plaque, et ce mot-clé est alors obligatoire.

3.6 Opérande UNITE

Unité logique pour sauvegarder au format MED les champs de correcteurs

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Généralités

Cette macro-commande sert à calculer les propriétés de conduction thermique et thermoélastiques équivalentes pour des structures périodiques par une méthode d'homogénéisation.

Dans le cas général ce type d'opération n'est pas automatisable, car la définition des périodicités est liée à la structure à traiter.

Afin de parvenir à une procédure automatisée il est nécessaire de restreindre l'utilisation de CALC_MATE_HOMO aux cellules de base à motif de parallélépipède, afin que les couples de faces en vis-à-vis soient triviaux à identifier. Cela n'a aucun impact sur le s structure s à pas rectangulaire, mais en revanche cela oblige à trouver un motif periodique à pas rectangulaire dans les autres situations (pour un pas hexagonal voir les cas- test s hplv105c ou hplv106)

De plus, afin de tirer profit des symétries l'utilisation de CALC_MATE_HOMO est restreinte aux cellules de base qui sont également symétriques par rapport aux 3 axes : cela conduit à un matériau équivalent orthotrope. Le maillage correspond ainsi au premier octant de la cellule de base $(x \geq 0 \ ; \ y \geq 0 \ ; \ z \geq 0)$. Ce choix conduit à un matériau équivalent orthotrope, et à l'absence de couplage flexion-membrane pour les plaques homogénéisées.

5 Conditions aux limités appliquées pour MASSIF

Pour l'élasticité on applique un PRE_EPSI=-1, alors que pour le correcteur de dilatation le PRE_EPSI est égal aux coefficients de dilatation ALPHA, et les conditions aux limites sont :

Correcteurs χ^{11} χ^{22} χ^{33} χ^{dil} χ^{pres}	$x=0 \rightarrow u_x=0$ sur x_{min} et x_{max}
	$y=0 \rightarrow u_y=0$ sur y_{min} et y_{max}
	$z=0 \rightarrow u_z=0$ sur z_{min} et z_{max}
Correcteur χ^{12}	$x=0 \rightarrow u_y=u_z=0$ sur x_{min} et x_{max}
	$y=0 \rightarrow u_x=u_z=0$ su y_{min} et y_{max}
	$z=0 \rightarrow u_z=0$ sur z_{min} et z_{max}
Correcteur χ^{13}	$x=0 \rightarrow u_y=u_z=0$ sur x_{min} et x_{max}
	$y=0 \rightarrow u_y=0$ su y_{min} et y_{max}
	$z=0 \rightarrow u_x=u_y=0$ sur z_{min} et z_{max}
Correcteur χ^{23}	$x=0 \rightarrow u_x=0$ sur x_{min} et x_{max}
	$y=0 \rightarrow u_x=u_z=0$ su y_{min} et y_{max}
	$z=0 \rightarrow u_x=u_y=0$ sur z_{min} et z_{max}

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Pour la conduction thermique en plus d 'un PRE_ GRAD_TEMP =-1 :

Correcteur ζ^1	$x=0 \rightarrow T°=0$ sur x_{min} et x_{max}
Correcteur ζ^2	$y=0 \rightarrow T°=0$ sur y_{min} et y_{max}
Correcteur ζ^3	$z=0 \rightarrow T°=0$ sur z_{min} et z_{max}

6 Conditions aux limités appliquées pour PLAQUE

Pour la mécanique de membrane en plus d'un PRE_EPSI=-1 :

Correcteurs χ^{11}_{memb} χ^{22}_{memb}	$u_x=0$ sur x_{min} et x_{max} $u_y=0$ sur y_{min} et y_{max} $u_z=0$ sur z_{min}
Correcteur χ^{12}_{memb}	$u_y=0$ sur x_{min} et x_{max} $u_x=0$ sur y_{min} et y_{max} $u_z=0$ sur z_{min}

Pour la mécanique de flexion en plus d 'un PRE_EPSI=+ Z :

Correcteurs χ^{11}_{flex} χ^{22}_{flex}	$u_x=0$ sur x_{min} et x_{max} et z_{min} $u_y=0$ sur y_{min} et y_{max} et z_{min} $u_z=0$ sur un point quelconque
Correcteur χ^{12}_{flex}	$u_y=0$ sur x_{min} et x_{max} et z_{min} $u_x=0$ sur y_{min} et y_{max} et z_{min} $u_z=0$ sur un point quelconque

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

7 Paramètres de sortie pour chaque TYPE_HOMO

MASSIF	PLAQUE
A1111	MEMB_L
A1122	MEMB_T
A1133	MEMB_LT
A1212	MEMB_G_LT
A2222	FLEX_L
A2233	FLEX_T
A2323	FLEX_LT
A3131	FLEX_G_LT
A3333	RHO
ALPHA_L	CISA_L (nul dans la version actuelle)
ALPHA_N	CISA_T (nul dans la version actuelle)
ALPHA_T	ALPHA_L (nul dans la version actuelle)
E_L	ALPHA_T (nul dans la version actuelle)
E_N	
E_T	
G_LN	
G_LT	
G_TN	
K11	
K22	
K33	
LAMBDA_L	
LAMBDA_N	
LAMBDA_T	
NU_LN	
NU_LT	
NU_NL	
NU_NT	
NU_TL	
NU_TN	
RHO	
RHO_CP	
ISOTRANS (Numériquement nul si isotrope transverse)	

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

8 Exemples

Consulter le cas-test :

HPLV106 : Paramètres homogénéisés d'un composite fibre de verre/résine, [V7.03.106].

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)