

Master M2E2, Micro-systèmes Multiphysiques

TD/TP #4 : couplage acoustique/élastique

Vincent Laude

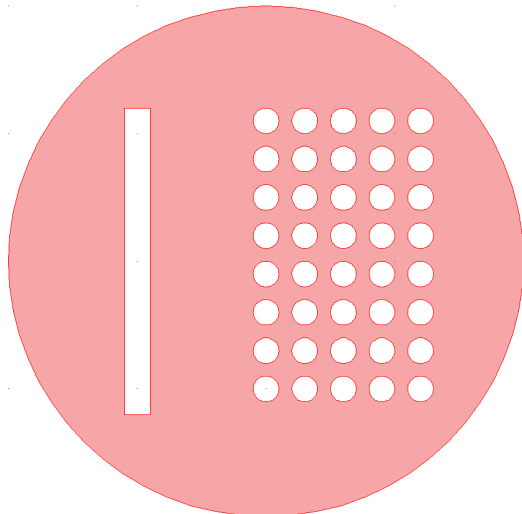
14 octobre 2015

1 Diffusion d'une onde acoustique par une bulle d'air

On veut modéliser la diffusion par une bulle d'air d'une onde acoustique générée par un transducteur ultrasonore dans l'eau. L'eau est modélisée par $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ et $c_s = 1480 \text{ m/s}$ (vitesse acoustique), l'air par $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$ et $c_s = 343 \text{ m/s}$. On simplifie le modèle à 2 dimensions. On modélise le transducteur par une boîte rectangulaire de hauteur 12 cm et d'épaisseur 1 cm. On modélise la bulle d'air par un cercle de rayon 5 mm.

1. Ouvrir Comsol 3.5, choisir "2D", mode "Acoustics/Time-harmonic analysis". Créer un cercle d'eau de 10 cm de rayon. Ajouter à gauche le transducteur et à droite la bulle d'air.
2. Définir les conditions aux limites pour le transducteur : toutes les faces assurent la continuité des pressions sauf la face de droite qui applique une pression de 1 Pa.
3. Définir les conditions aux limites extérieures comme "radiation/cylindrical wave". Expliquer à quoi elles servent ?
4. Mailler, résoudre et observer la diffusion pour des fréquences variant de 10 à 150 kHz. Trouver un maillage qui assure un calcul correct pour toutes les fréquences (décrire les caractéristiques de ce maillage). Sauver l'image à 100 kHz et insérer dans le compte-rendu.

2 Cristal phononique



On considère maintenant l'arrangement périodique de 5 par 8 tiges d'acier dans l'eau représenté ci-dessus. Les dimensions du transducteur et du cercle extérieur sont identiques à la question précédente. Les tiges d'acier ont un rayon de 5 mm. la période est de 15 mm.

1. Ouvrir Comsol 3.5, choisir "2D", "Multiphysics" et ajouter les modes "Acoustics/Time-harmonic analysis" et "Structural Mechanics/Plane strain". Sélectionner le mode "Acoustics" Créer le dessin ci-dessus.
2. On représente d'abord l'acier par un fluide équivalent en utilisant sa masse volumique (7850 kg/m^3) et la vitesse longitudinale $\sqrt{c_{11}/\rho}$ avec $c_{11} = \frac{(1-\nu)E}{(1+\nu)(1-2\nu)}$ ($E = 200 \text{ GPa}$ et $\nu = 0.33$). Définir les constantes de tous les domaines.
3. Définir les conditions aux limites (nota : elles sont identiques à la question précédente).
4. Mailler, résoudre et observer le résultat pour des fréquences variant de 10 à 120 kHz. Trouver un maillage qui assure un calcul correct pour toutes les fréquences. Sauver l'image à 85 kHz et insérer dans le compte-rendu (nota : à cette fréquence vous devez voir l'effet d'une *bande interdite phononique*). Commenter les différents effets observés en fonction de la fréquence. En particulier, y a-t-il une bande de fréquence (ne contenant pas 85 kHz) dans laquelle on observe clairement la bande interdite phononique ?

3 Couplage acoustique / élastique

On reprend exactement le même problème qu'à la question précédente, mais on représente l'acier par un milieu solide élastique, ce qui est en principe beaucoup plus proche de la réalité.

1. Ouvrir le fichier .mph de la question précédente pour récupérer tout le dessin et les définitions.
2. Identifier dans l'interface les domaines de type "acoustique" et de type "élastique" (cocher ou décocher "Active in this domain" dans l'onglet "Subdomain settings"). Entrer les constantes matériaux de l'acier.
3. Dans le module "Plain strain", entrer les conditions aux limites suivantes autour des tiges d'acier : " $F_x = n_x * p$ " et " $F_y = n_y * p$ ". Quel est le sens physique de cette expression ?
4. Dans le module "Acoustics", entrer les conditions aux limites suivantes autour des tiges d'acier : normal acceleration " $a_n = (u * n_x + v * n_y) * (2 * 3.141592 * \text{freq_aco})^2$ ". Quel est le sens physique de cette expression ?
5. Mailler, résoudre et observer le résultat pour des fréquences variant de 10 à 120 kHz. Trouver un maillage qui assure un calcul correct pour toutes les fréquences. Sauver l'image à 8.5 kHz et insérer dans le compte-rendu. Le résultat est-il différent du cas (simplifié) acoustique pur ? Observer les déplacements dans les tiges.