

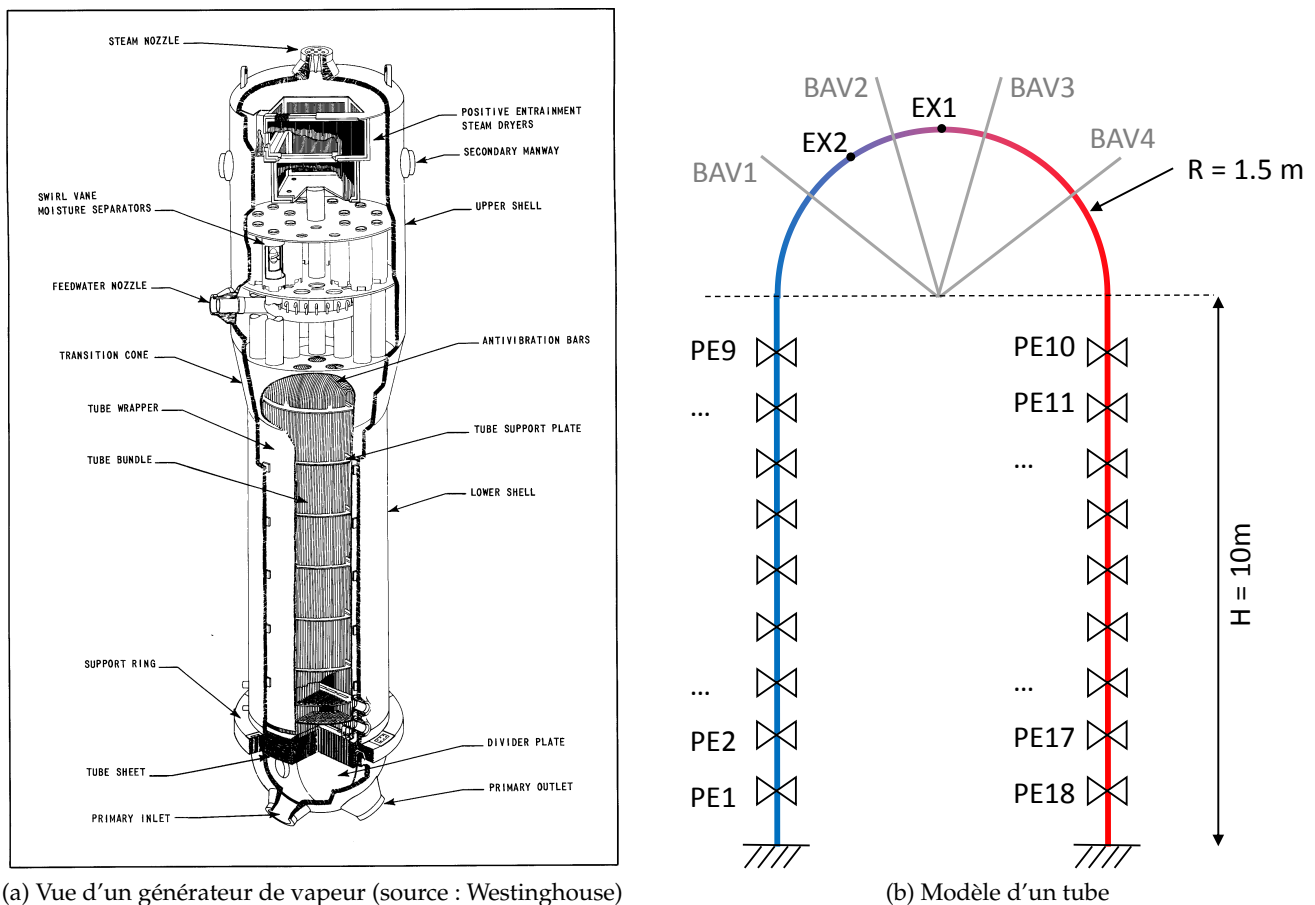
Master MS2 - 5AG17 Dynamique des Structures Février 2019

Devoir Personnel évalué : réponse vibratoire d'un tube de Générateur de Vapeur

Description du problème et consignes

Le générateur de vapeur est un composant qui a pour fonction d'assurer l'échange de chaleur entre les circuits primaire et secondaires des Réacteurs à Eau Pressurisée. L'ensemble des tubes est désigné par "Tube bundle" sur la Figure 1a. On propose ici de réaliser l'analyse vibratoire préliminaire d'un tube de générateur de vapeur aux caractéristiques fictives.

A cette fin, on s'appuiera sur une modélisation approchée du problème décrite figure 1b et fournie dans le jeu de donnée Cast3M nommé "devoir-2019.dgibi". Il faut compléter, commenter, analyser les résultats de ce jeu de données. Toutes les réponses aux questions posées ci-après doivent apparaître dans cet unique fichier. Merci de renvoyer ce fichier (renommé "devoir-numéro_étudiant-2019.dgibi") par mail à benoit.prabel@cea.fr avant le 04/03/2019.



(a) Vue d'un générateur de vapeur (source : Westinghouse)

(b) Modèle d'un tube

FIGURE 1 – Générateur de vapeur

Pris en main du modèle

A partir du jeu de données fourni, répondez aux questions suivantes :

1. Quel type d'éléments est utilisé? Cela vous semble-t-il justifié? Combien d'éléments comporte le maillage fourni? Cela vous semble-t-il suffisant? Comment pourrait-on le savoir?
2. Les points PE1, PE2, ... représentent les plaques entretoises percées. Combien y en a-t-il? Par les orifices circulaires de ces plaques passent les tubes avec un jeu très petit. On adopte une modélisation de type "appui simple glissant". Quels sont par conséquent les degrés de liberté à bloquer?

3. Quel est le nom des points positionnés en face des Barres Anti-Vibratoire ?

Analyse modale

On calcule les 40 premiers modes propres en négligeant la présence des Barres Anti-Vibratoires (BAV*) mais en considérant les Plaques Entretoises (PE) comme des appuis simples.

4. Existe-t-il des modes doubles ? Lesquels ?
5. Classez les 10 premiers modes selon qu'ils sont hors-plan ou plan.
6. Si du fluide au repos avait été présent à l'intérieur du tube, quelle caractéristique matériau, aurait-on dû modifier ? Comment aurait alors varier les fréquences propres ?

Réponse à une excitation harmonique

On considère deux excitations harmoniques :

- $F^1(t) = 5 \sin \Omega t$ appliquée au point PEX1 dans la direction Y ,
- $F^2(t) = 5 \sin \Omega t$ appliquée au point PEX2 dans le plan (X, Z) .

On va calculer la réponse établie du système à ces excitations.

7. Rappelez l'équation d'équilibre dynamique discrétisée en l'absence d'amortissement.
8. Vu la forme particulière du chargement (mono-harmonique), donnez l'expression de la solution en régime établi $u(t) = \dots$
9. Injectant l'expression précédente dans l'équation d'équilibre, transformez le système d'équations différentielles en système d'équations algébriques linéaires avec pour paramètres Ω .
10. Utilisez la boucle BOMEG pour calculer l'évolution avec Ω des réponses aux points PEX1 et PEX2 pour les deux chargements.
11. Où se situent les pics de résonance pour le premier chargement ? pour le second ? Expliquez les éventuelles différences.
12. Est-il possible de donner immédiatement la réponse au chargement combiné $F^1(t) + F^2(t)$? Quelle est-elle ? Justifiez. Cela aurait-il été possible si les deux chargements n'étaient pas orthogonaux ?

Analyse linéaire par intégration temporelle

On va désormais calculer par intégration temporelle sur base modale la réponse du système à l'aide de l'opérateur DYNE. On considère l'excitation précédente F^1 avec $\Omega = 15.4$ Hz. Cette partie peut être réalisée indépendamment de la précédente.

13. On va dans un premier temps réaliser le calcul sur 2.1 s. Combien de périodes de chargement cela représente-t-il environ ? Formez le chargement et tracez son évolution temporelle sur les 2 premières secondes afin de vérifier son allure.
14. Quel type de schéma utilise DYNE ? Est-il explicite ou implicite ? Existe-t-il une condition de stabilité ? Si oui, laquelle ?
15. Choisissez un pas de temps de calcul en le justifiant.
16. Réalisez le calcul et visualisez les évolutions temporelles.
17. Calculez la transformée de Fourier du déplacement en PEX1 selon Y . Interprétez chaque pic observé (fréquence, origine). Parmi les 10 premiers modes, expliquez pourquoi certains "ne répondent pas".
18. Que faudrait-il faire pour atteindre le régime stationnaire ? Recommencez le calcul en adoptant un temps final de 29.9 s. On gardera cette valeur pour la suite du devoir.

Analyse non-linéaire par intégration temporelle

On considère désormais la présence des BAV 2 et 3. Elles limitent les vibrations du cintre vers les Y positifs et négatifs et impliquent donc 4 contacts potentiels.

19. Complétez la description des "liaisons" définissant les forces de choc sachant que la NORMALE est un vecteur (type POINT) dirigé vers l'intérieur du massif.
20. Réalisez le calcul, visualisez les évolutions temporelles sur une plage adéquate et calculez la transformée de Fourier en PEX1 selon Y .
21. Que constatez-vous ? Détaillez votre réponse. Le mouvement vous semble-t-il périodique ?
22. Recommencez avec un pas de temps 8 fois plus petit. La réponse est-elle la même ? Que concluez-vous sur le choix du pas de temps ?

Bon courage !