FDLV114 - Réponse sismique d'un réservoir cylindrique

Résumé :

L'objectif de ce test est de valider la réponse sismique d'un réservoir cylindrique.

En particulier dans la modélisation A on valide la prise en compte de la contribution impulsive du fluide contenu dans le réservoir par une méthode de masse ajoutée, le calcul du facteur de participation et des masses modales effectives des modes humides.

La fréquence fondamentale est comparée au résultat donnée par le logiciel NOVAX. De même on compare la réponse du réservoir rempli à un spectre de sol avec les résultats donnés par NOVAX.

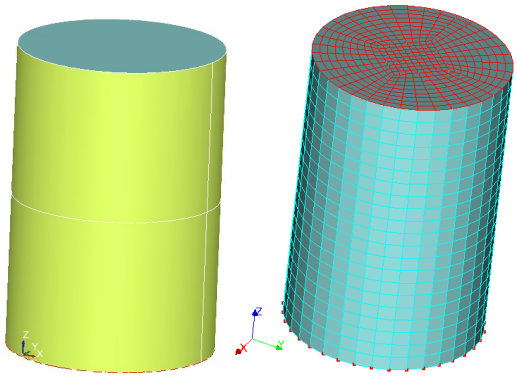
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie, matériaux et conditions aux limites

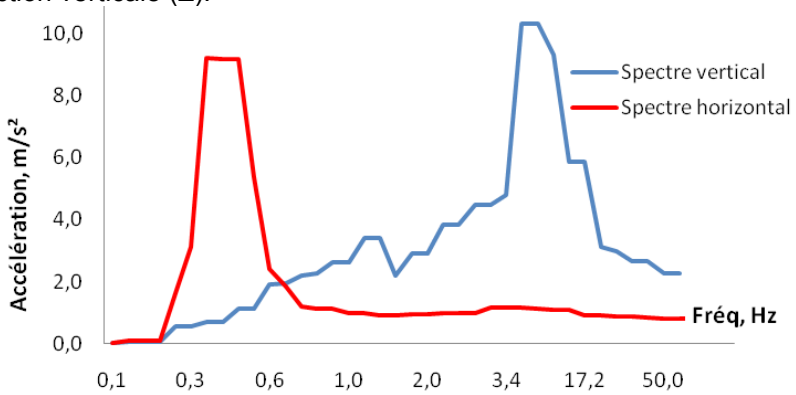
Il s'agit d'une structure à géométrie simple, de type cylindre mince, remplie à ras bord et soumise à une excitation sismique définie avec des spectres de sollicitation.

- paramètres géométriques du cylindre :
  - rayon R = 7 m,
  - hauteur H = 21 m,
  - épaisseur de la tôle e = 15 mm,
- paramètres matériau :
  - module d'Young de la structure (acier) $E = 1{,}95 \cdot 10^{11}$ Pa,
  - coefficient de Poisson ν = 0,3,
  - masse volumique de la structure ρ = 7850 kg/m^3,
  - masse volumique du liquide (eau) ρ_L = 1000 kg/m^3,
  - amortissement c = 4%,
- conditions aux limites :
  - base du cylindre (surface inférieure) bloquée suivant des trois degrés de liberté (DDL) de translation,
  - pression nulle au niveau de la surface libre du fluide.



1.2 Excitation sismique

Le chargement sismisque est donné par un spectre de sol dans les deux directions horizontales (X et Y) et dans la direction verticale (Z).



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

2 Solution de référence

La solution de référence est donnée par un logiciel utilisé par le CEA et AREVA : NOVAX. Dans le compte-rendu [1], on trouvera les détails des résultats, ainsi que la comparaison avec les logiciels ANSYS et SYSTUS ou avec l'approche réglementaire préconisée par l'Eurocode 8.

[1] CR-AMA-14.014 Benchmark EDF-AREVA sur la modélisation de l'interaction fluide-structure en séisme (projet P11Q7 « GEN4 : phase 3 »)

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation DKT pour l'enveloppe du réservoir et des éléments 3D pour le fluide.

3.2 Grandeurs testées et résultats

On teste la fréquence du premier mode mouillé.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	'SOURCE_EXTERNE'	4,29 Hz	3%

On teste aussi la réponse en déplacement au sommet du réservoir au séisme dans la direction horizontale.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Sommet du cylindre DX	'SOURCE_EXTERNE'	2,47 mm	14%

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Dans la modélisation B, on fait le même calcul que dans la modélisation A, toutefois en le décomposant en une première partie où on obtient explicitement le potentiel fluide associé aux modes de structure du réservoir.

4.2 Grandeurs testées et résultats

La masse ajoutée du premier mode est calculée par projection du potentiel fluide de déplacement sur lui-même. Le résultat est comparé avec celui donné par l'opérateur CALC_MATR_AJOU.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Masse ajoutée du premier mode sur lui-même	'AUTRE_ASTER'	96633 kg	0,1 %

On déduit ensuite les potentiels en pression et en vitesse par un facteur ω ou ω^2, ω étant la fréquence du mode en question.

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

5 Synthèse des résultats

Ce tes valide le calcul et la prise en compte des facteurs de participation calculés sur une base modale généralisée. Ils sont calculés dans le cas particulier de modes avec masse ajoutée et utilisés pour déterminer la réponse sismique d'un réservoir cylindrique rempli d'eau.

Les résultats sont relativement éloignés de la référence (écart de 15 % par rapport à d'autres logiciels). Ces différences sont dues au fait que pour s'en approcher il faut utiliser une base modale en air étendue (jusqu'à 300 Hz). Le calcul est faisable (inférieur à une heure de calcul) mais ne rentre alors plus dans le cadre de la vérification élémentaire.

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