SDLS300 - Aéroréfrigérant soumis à une excitation sol

Résumé :

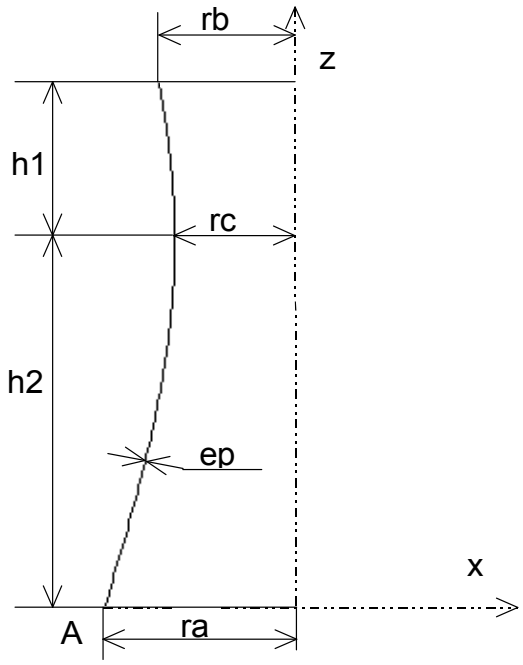
Le domaine d'application de ce test est l'analyse sismique. La structure étudiée est un aéroréfrigérant soumis à une excitation sol.
Les déplacements sont calculés le long d'une méridienne dans le plan XZ.
L'objectif est de tester les déplacements axiaux, tangentiels et normaux pour les recombinaisons modales CQC et $SRSS$, pour des éléments coque 3D.
Les déplacements de référence proviennent de résultats obtenus par plusieurs codes de calcul.

On s'intéresse plus particulièrement au calcul des fréquences propres de ce système. Les valeurs de référence sont obtenus sur un modèle de Fourier avec le logiciel de calcul de structures SAMCEF.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



La structure est définie par deux arcs d'hyperbole.

Dimensions :

$ra = 55.587\,m$
$rb = 37.515\,m$
$rc = 35.532\,m$
$h1 = 30.16\,m$
$h2 = 107.01\,m$
$ep = 0.305\,m$

1.2 Propriétés des matériaux

$E = 2.76\text{E}10\,Pa$
$\nu = 0.166$
$\rho = 2244\,Kg/m^3$

1.3 Conditions aux limites et chargement

Conditions aux limites

Encastrement de l'aéroréfrigérant au niveau du sol.

Chargement :

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

L'aéroréfrigérant est soumis à une excitation dans la direction x au niveau de l'encastrement. Le calcul est réalisé à partir du spectre de réponse en vitesse [Figure 1.3-a].

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

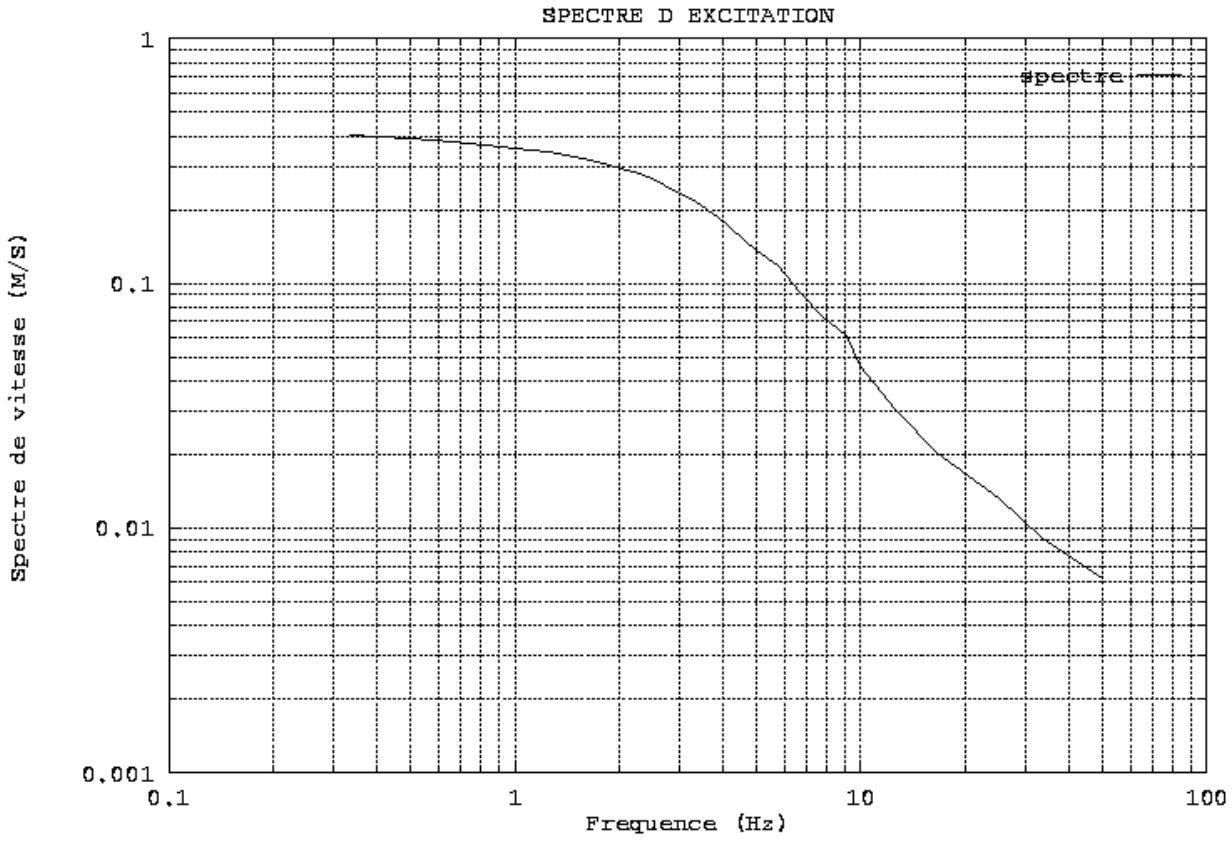


Figure 1.3-a : Spectre de réponse en vitesse

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

L'analyse spectrale est réalisée avec le code CASTEM 2000.

2.2 Résultats de référence

1) Fréquences calculées avec SAMCEF.
2) Déplacements axiaux, tangentiels et normaux le long de la paroi située dans le plan xOz (x et z positifs) pour les recombinaisons modales CQC et $SRSS$. (Calculés en prenant en compte 4 modes).

Afin d'améliorer l'identification des modes, on évalue le spectre avec un modèle de Fourier. Cette modélisation a été réalisée avec le logiciel SAMCEF. Le spectre étant très dense, le tableau suivant ne présente que les fréquences inférieures à $4\,Hz$.

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

N° harmonique	Fréquences
4	1,14
5	1,17
3	1,24
4	1,35
6	1,45
5	1,50
2	1,53
6	1,62
7	1,70
3	1,73
5	1,93
8	1,96
7	2,03
6	2,09
9	2,26
7	2,28
6	2,42
8	2,45
4	2,47
7	2,55
10	2,60
8	2,67
1	2,80
9	2,82
11	2,98
5	3,01
8	3,04
8	3,10
7	3,10
2	3,20
10	3,21
9	3,29
9	3,37
12	3,40
6	3,56
11	3,65
9	3,70
10	3,80
3	3,81
8	3,83
13	3,86
9	3,91

2.3 Incertitude sur la solution

Comparaisons entre codes.

2.4 Références bibliographiques

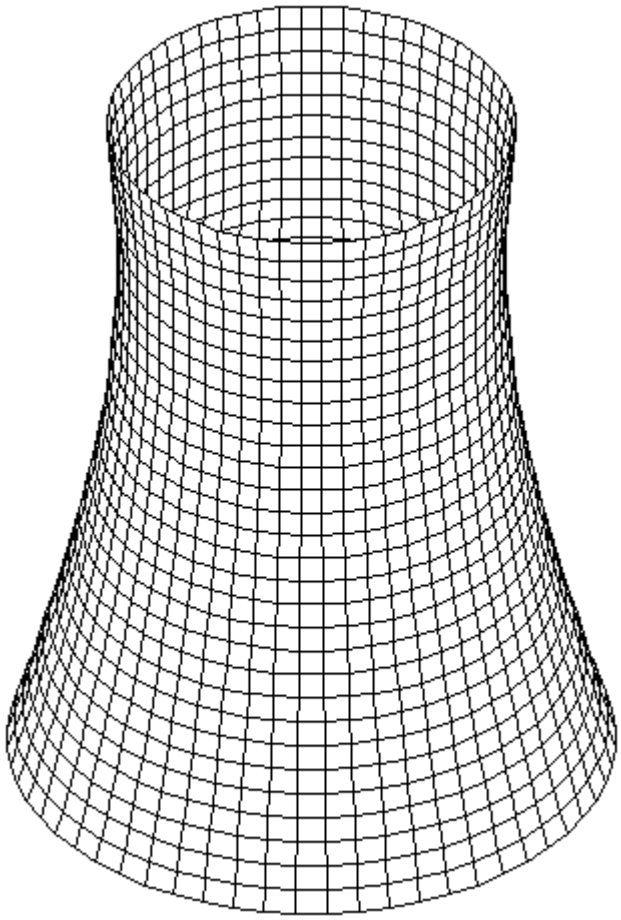
Le cas test est inspiré de la référence suivante :

1) P.L. GOULD and S.H. ABU SITTA : Dynamic response of structures to wind and earthquake loading PENTECH PRESS

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation



3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est constitué de 1860 nœuds et de 1800 éléments coque DKT.

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

3.3 Grandeurs testées et résultats

Fréquences propres (Hz)

Seules les fréquences ayant une masse effectives supérieure à 0.1% sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Numéro du mode	Réf (SAMCEF)	*Code_Aster*	Ecart entre SAMCEF et *Code_Aster* en %
1	2.80058	2.80065	0.003
2	2.80058	2.80065	0.003
3	5.92549	5.92490	-0.010
4	5.92549	5.92490	-0.010

Ces quatre modes permettent d'obtenir une bonne représentation de la masse dans la direction d'excitation puisque la masse effective suivant x s'élève à 83.2%

Déplacement horizontal $x(m)$:

Altitude	CASTEM 2000		*Code_Aster*		Écart (%)	
(m)	CQC	SRSS	CQC	SRSS	CQC	SRSS
13.3	1.318E-03	1.316E-03	1.538 E-03	1.432 E-03	16.653	8.740
26.8	1.484E-03	1.485E-03	2.853 E-03	2.669 E-03	92.155	79.744
40.3	1.898E-03	1.898E-03	4.456 E-03	4.249 E-03	134.714	123.819
49.4	2.4448E-03	2.442E-03	5.693 E-03	5.495 E-03	132.872	124.948
63.08	3.278E-03	3.275E-03	7.822 E-03	7.657 E-03	138.603	133.751
76.8	4.570E-03	4.568E-03	1.026 E-02	1.014 E-02	124.510	121.860
90.7	5.918E-03	5.918E-03	1.293 E-02	1.283 E-02	118.516	116.802
100	7.023E-03	7.024E-03	1.477 E-02	1.467 E-02	110.294	108.862
109.3	7.677E-03	7.677E-03	1.658 E-02	1.648 E-02	115.998	114.614
127.9	9.053E-03	9.054E-03	1.990 E-02	1.975 E-02	119.818	118.117

Déplacement vertical $z(m)$:

Altitude	CASTEM 2000		*Code_Aster*		Écart (%)	
(m)	CQC	SRSS	CQC	SRSS	CQC	SRSS
13.3	4.534E-04	4.540E-04	8.297 E-04	8.101 E-04	82.955	78.407
26.8	6.832E-04	6.832E-04	1.712 E-03	1.674 E-03	150.528	145.025
40.3	1.091E-03	1.091E-03	2.464 E-03	2.408 E-03	125.872	120.680
49.4	1.510E-03	1.510E-03	2.892 E-03	2.823 E-03	91.521	86.877
63.08	1.794E-03	1.795E-03	3.424 E-03	3.337 E-03	90.769	85.848
76.8	1.944E-03	1.945E-03	3.840 E-03	3.737 E-03	97.437	92.035
90.7	2.024E-03	2.025E-03	4.173 E-03	4.056 E-03	106.143	100.213
100	2.114E-03	2.115E-03	4.372 E-03	4.244 E-03	106.767	100.630
109.3	2.187E-03	2.188E-03	4.564 E-03	4.427 E-03	108.645	102.266
127.9	2.356E-03	2.358E-03	4.959 E-03	4.803 E-03	110.427	103.663

3.4 Remarques

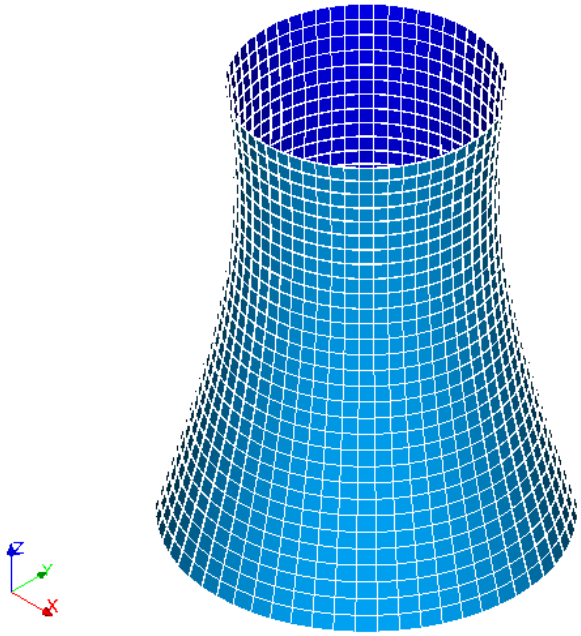
Ces quatre modes permettent d'obtenir une bonne représentation de la masse dans la direction d'excitation puisque la masse effective suivant x s'élève à 83.2% .
Le calcul est effectué sans la prise en compte des modes négligés.

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise la modélisation COQUE_SOLIDE.



4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est constitué de 3720 nœuds et de 1800 éléments HEXA9.

4.3 Grandeurs testées et résultats

Fréquences propres (Hz)

Seules les fréquences ayant une masse effectives supérieure à 0.1% sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Numéro du mode	Réf (SAMCEF)	Ecart entre SAMCEF et *Code_Aster* en %
1	2.80058	0,23%
2	2.80058	0,23%
3	5.92549	0,14%
4	5.92549	0,14%

Ces quatre modes permettent d'obtenir une bonne représentation de la masse dans la direction d'excitation puisque la masse effective suivant x s'élève à 83.2%

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

5 Synthèse des résultats

On s'intéresse aux deux cents premiers modes de la structure : ceux-ci sont situés dans la bande $0-7\,Hz$.
On retrouve bien ces fréquences avec *Code_Aster* avec un écart maximum par rapport à la solution de référence de 1.7%.

Quatre modes permettent d'obtenir une masse effective cumulée suivant x et y de 83.2%. La masse effective cumulée suivant z est nulle. Ces bilans de masse effective sont identiques à ceux obtenus avec SAMCEF.

Pour le calcul sismique, les déplacements obtenus sont éloignés de la solution de référence. Cependant, on peut émettre quelques doutes sur la validité de ces résultats de référence, étant donnée la mauvaise représentation de la masse : en effet, pour ce calcul de référence, la masse effective cumulée dans la direction x représente 43% de la masse totale. C'est pourquoi cette partie du calcul a été mise en commentaire dans le cas-test.

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