

Sources : http://www.ac-grenoble.fr/lycee/roger.deschaux/documents/Cours/sismique/dynamique_des_structures_vibratoire.pdf

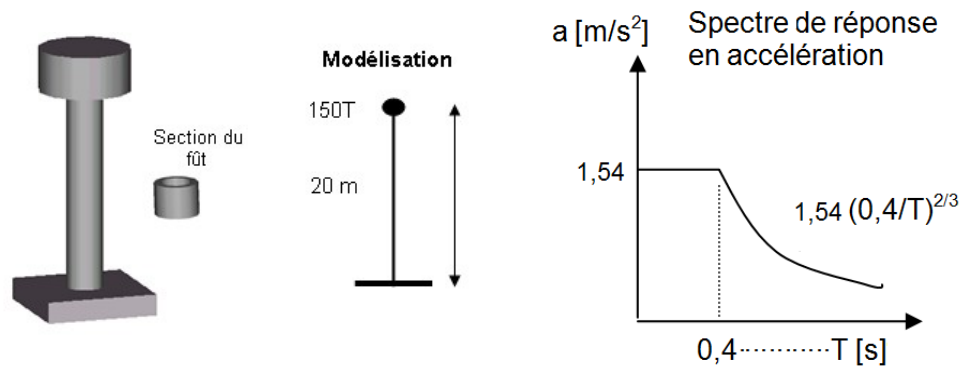
Mise en situation



Le château d'eau ci-contre, a un réservoir de 120 m³. La masse de béton équivalente à l'ensemble, est d'environ 30 T. L'ensemble est à 20 mètres de hauteur.

Le réservoir repose sur un fût que l'on peut considérer cylindrique, en béton armé B25, de diamètre extérieur 2 m et d'épaisseur 30 cm.

Il est sur une zone sismique, dont le spectre réglementaire de réponse en accélération horizontale est donné ci-dessous.



Problématique

Dans le contexte du développement durable, il est important qu'une installation telle qu'un château d'eau puisse résister aux séismes de manière à :

- Garantir l'accès à l'eau potable pour la population
- Limiter les conséquences économiques d'un séisme
- Limiter la consommation d'énergie grise qu'impliquerait une reconstruction de l'édifice

Travail demandé

Le but est ici d'étudier l'influence de l'épaisseur de la paroi du château d'eau d'une part sur les forces sismiques qu'il peut subir et d'autre part sur les contraintes que cela provoque dans sa structure.

Identification des paramètres influents

Vous disposez de 3 vidéos montrant le comportement, sur banc d'essais, d'une structure équivalente à celle du château d'eau.

- Après avoir consulté ces vidéos, complétez le tableau de synthèse ci-dessous.

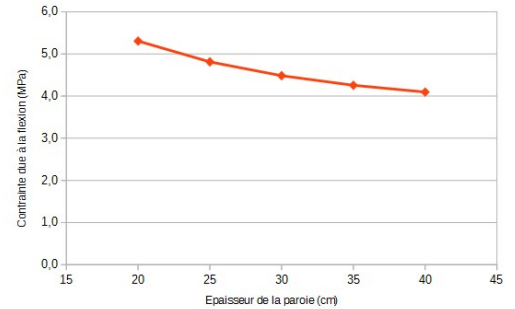
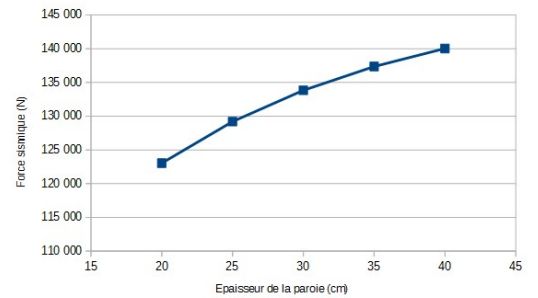
Nom de la vidéo	Variation du paramètre	Raideur de la structure	Fréquence propre de la structure
influencedelahauteur	Quand la hauteur de la structure ↗	↘	↘
influencedelamasse	Quand la masse de la structure ↗		
influencedumatériau	Quand le module d'Young du matériau ↗		

Caractérisation du comportement sismique du château d'eau

Extrait d'une note de calculs :



Masse suspendue : m	kg	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000
Module d'Young : E	MPa	32 164	32 164	32 164	32 164	32 164
Hauteur : L	m	20	20	20	20	20
Diamètre extérieur : D	m	2	2	2	2	2
Épaisseur : e	cm	20	25	30	35	40
Diamètre intérieur : d	m	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
Moment quadratique : I	m ⁴	0,46	0,54	0,60	0,65	0,68
Raideur en flexion : k	N/m	5 592 906	6 475 738	7 198 593	7 782 076	8 245 369
Fréquence propre : F0	Hz	0,97	1,05	1,10	1,15	1,18
Période propre : T0	s	1,03	0,96	0,91	0,87	0,85
Accélération : a	m/s ²	0,82	0,86	0,89	0,92	0,93
Force sismique : F	N	123 040	129 201	133 839	137 362	140 036
Moment fléchissant : M _{z,max}	N.m	2 460 807	2 584 013	2 676 789	2 747 241	2 800 711
Contrainte due à la flexion : σ _{max}	MPa	5,3	4,8	4,5	4,3	4,1



Interprétation des résultats

- Comment évolue la force sismique quand l'épaisseur de la paroi diminue et est-ce a priori favorable pour la tenue de l'édifice ?

- Comment évolue la contrainte dans le béton quand l'épaisseur de la paroi diminue ?

Conclusion provisoire : Les réponses aux deux questions précédentes peuvent sembler contradictoires.

Vérification de la note de calculs

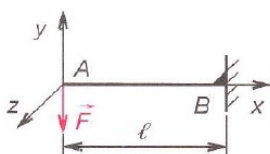
L'interprétation des résultats précédents, montre qu'il serait plus prudent de vérifier les résultats présentés dans la note de calcul, avant de donner une conclusion définitive.

Pour les vérifications nous prendrons une épaisseur de 30 cm.

Consultez le document ressource "02_DRConstructionsismique_b" avant de poursuivre.

- Calculer la raideur : k

Sachant que le château d'eau est assimilable à une poutre en console et dont la flèche maxi est :

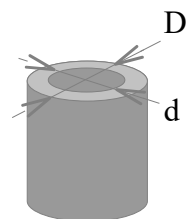


$$f_{max} = \frac{F \cdot l^3}{3 E \cdot I_{Gz}}$$

avec : E = 32164 Mpa

L = 20,00 m

I = π.(D⁴ - d⁴)/64 pour un cylindre
comme montré ci-contre



- Calculer la période d'oscillation : T_0 (DR page 3, points 1. et 2)

- Calculer l'accélération maximum : a (DR page 3, point -3 et spectre page précédente)

- Calculer la force sismique maximale équivalente : F (DR page 3, point 4)

- Pourquoi la force sismique diminue quand l'épaisseur de la paroi diminue ?

- Calculer le moment fléchissant max : $M_{fz_{max}}$ (voir DR de RDM)

- Calculer la contrainte max : σ_{max} (voir DR de RDM)

- Pourquoi la contrainte due à la flexion augmente t-elle quand l'épaisseur de la paroi diminue ?

- La note de calcul est-elle vérifiée ? _____

- Proposez une conclusion à l'étude ?

