

ETUDE DE STABILITÉ NON LINÉAIRE D'UN RÉSERVOIR SOUS SOLLICITATION SISMIQUE

Nicolas Greffet, Aimery Assire, Jérôme Pigat, Jean-Michel Proix
(EDF R&D, Département AMA)

Un réservoir potentiellement sensible au flambage

L'objectif principal de cette étude est de qualifier une méthodologie de simulation d'une solution de renfort pour un réservoir métallique, afin d'assurer une marge de sécurité suffisante vis-à-vis d'un séisme de niveau réglementaire. En effet, des études (utilisant des approches codifiées et numériques) ont montré que la bache présenterait une instabilité de type flambage et que les points d'ancrage seraient endommagés.

Dans cette étude, nous allons donc chercher à modéliser de manière fine le comportement non linéaire d'un réservoir soumis à l'action du fluide contenu et à une sollicitation sismique, traitée réglementairement. Ce problème présente des non linéarités géométriques et comportementales, pouvant mener à une instabilité.

Une modélisation élasto-plastique, grands déplacements, en coques minces volumiques

L'étude a été effectuée avec le code éléments finis *Code_Aster*. Pour des considérations géométriques (rayon/épaisseur~1000), la modélisation de la structure se fait avec des éléments de type coques minces volumiques (COQUE_3D).

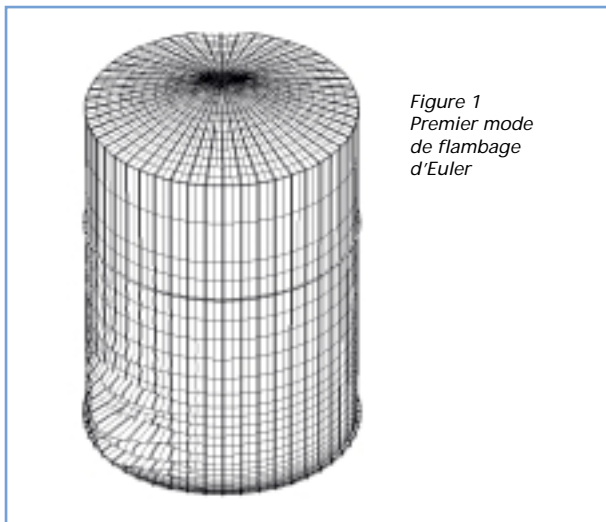


Figure 1
Premier mode
de flambage
d'Euler

Dans les calculs élasto-plastiques, les sollicitations sont représentées par des pressions suiveuses et afin de tenir compte des grandes transformations, nous utilisons les déformations de Green-Lagrange (GREEN_GR). Les calculs élasto-plastiques seront de type quasi-statique, avec résolution par méthode de résidu en équilibre, pilotée en effort (STAT_NON_LINE) avec solveur de type multi-frontal (MULT_FRONT) et renumérotation Metis.

La qualification de la discrétisation spatiale se fait au travers d'une analyse de stabilité élastique, au sens d'Euler (MODE_ITER_SIMULT). Les résultats (1) sont cohérents avec les calculs existants (charge critique calculée par Blevins et calcul ABAQUS).

La validation de la relation de comportement élastoplastique (écrouissage isotrope non-linéaire) introduite pour de l'acier type 304L, est assurée par comparaison avec des résultats ABAQUS.

La charge critique élastoplastique est environ deux fois plus faible que la valeur calculée précédemment en élasticité. En effet, on constate l'apparition d'une rotule plastique au niveau d'un des plis de flambage, qui accélère la ruine de la structure(2).

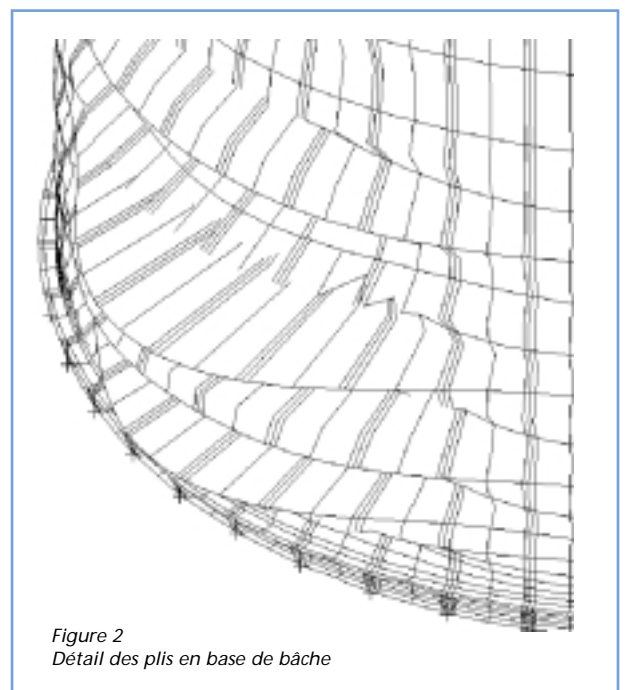


Figure 2
Détail des plis en base de bache

Recherche
& Développement

Stratégie de renforcement de la structure

L'étape suivante est le calcul d'un renfort, afin d'assurer la tenue au séisme avec une marge suffisante. Ce renfort, un composite multicouche à fibres de carbones, est appliqué sur la face externe du réservoir. Le comportement orthotrope (ELAS_ORTH), en élasticité linéaire et grandes transformations, a été développé dans *Code_Aster* pour les coques volumiques afin de le modéliser. Son dimensionnement, en terme d'épaisseur, est obtenu par une étude paramétrique. La figure 3 montre l'influence d'un renfort sur la virole de base, partie maillée finement.

L'apport du renfort se traduit par un retardement significatif de l'apparition de la plasticité et du mode de flambage (gain de l'ordre de 20% sur la

charge critique), localisée en bas de réservoir, au niveau des plis de flambage.

Cette solution de renfort, en accord avec les solutions présentes dans la littérature, est proposée, pour réduire la sensibilité au flambage de ce réservoir.

En perspective, pour une représentation plus fine de la physique de ce problème, le fluide contenu dans le réservoir pourrait être pris en compte directement, par une modélisation fluide-structure couplée. De même, on pourrait introduire un modèle de sol, en interaction avec la structure, sous l'action d'un séisme. Cette étude pourrait se poursuivre par l'analyse du comportement postcritique, menée grâce une stratégie de pilotage, de type longueur d'arc, par exemple.

