

Tenue à la pression des tapes GV mécano-vissées

N. Ranchon, S. Gouater (SOM-ORTEC), Y. Mézière (EDF / DIN / SEPTEN)

Contexte et objectif

Les tapes GV mécano-vissées ont comme fonction d'assurer l'étanchéité dans les boîtes à eau des générateurs de vapeur lors des opérations de déchargement/rechargement du combustible en période d'arrêt de tranche. La tape se compose de trois éléments (fig. 1) :

- un élément circulaire constitué de deux parties latérales, évidées en leur centre et reliés entre elles par deux charnières ;
- un élément central rectangulaire s'encastant dans l'emboîtement prévu à cet effet dans l'élément circulaire et comprenant deux étriers de renfort munis d'une poignée ;
- deux étriers de sécurité indépendants prenant appui sur la couronne de fixation après montage.

Un joint élastomère circulaire permet d'assurer l'étanchéité entre la tape et son support. La fixation de l'ensemble est assurée par 20 vis M20.



Figure 1 : Tape GV mécano-vissée (étriers de sécurité non mis en place).

L'objectif de cette étude est de vérifier la tenue mécanique à la pression de la tape GV, par calcul éléments finis. Elle se décline en 2 parties principales : d'une part la vérification de la tape soumise à différentes pressions (pression de service, d'épreuve, exceptionnelle d'exploitation, d'intégrité mécanique) et le calcul de la pression ultime d'autre part.

Modélisation de la tape GV

La tape et les étriers de renfort sont en alliage d'aluminium, les étriers de sécurité sont en acier pour trempe et revenu, les vis sont en acier inoxydable.

En l'absence de données précises relatives au comportement des matériaux :

- les parties métalliques sont modélisées par un comportement élastoplastique bilinéaire basé sur les valeurs codifiées de $R_{p0,2}$, R_m et $A\%$;
- le joint élastomère est modélisé par un comportement élastique dont le module d'Young a été identifié en utilisant un essai d'écrasement (les valeurs disponibles ne permettant pas d'identifier un comportement non-linéaire) ;
- les vis sont modélisées par un critère de plasticité global dont l'identification a été réalisée suivant le cas test "SSNL106" (poutre élastoplastique en traction et en flexion pure).

En préalable à la modélisation de l'ensemble de la structure, un modèle local (fig. 2) a été mis en œuvre afin de valider une méthode de calcul permettant de prendre en compte les vis, le couple de serrage et l'écrasement du joint. Afin d'éviter l'interpénétration entre les différentes pièces, des zones de contact sont définies (surface supérieure du support et surface supérieure du joint, surface supérieure du joint et surface inférieure de la tape). La méthode de contact utilisée dans Code_Aster est la "méthode contrainte" laquelle traite les contacts sans frottement par la méthode des contraintes actives. Pour appliquer le couple de serrage, la méthode retenue est la "méthode du gradient thermique" qui consiste à imposer un champ de température aux éléments constituant la vis.

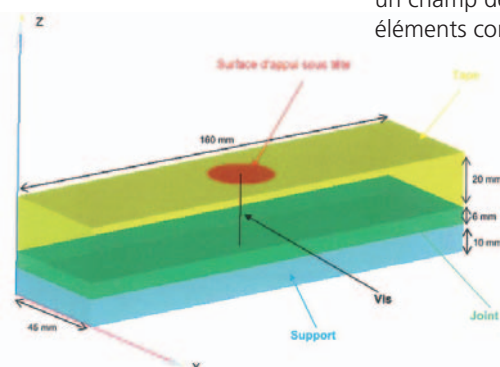


Figure 2 : Géométrie du modèle local.

Tenue à la pression des tapes GV mécano-vissées

N. Ranchon, S. Gouater (SOM-ORTEC), Y. Mézière (EDF / DIN / SEPTEN)

La modélisation à l'aide de Code_Aster d'une tape GV mécano-vissée soumise à un chargement de pression est réalisée afin de déterminer, d'une part, son comportement élastoplastique jusqu'à la pression maximale de 5 bars relatifs de manière à obtenir le torseur des efforts sur les vis pour les différentes situations du fonctionnement normal ou incidentelles, et, d'autre part, la pression ultime (rupture de la structure déterminée par la divergence du modèle de plasticité parfaite).

Compte tenu des symétries, seul un quart de structure est modélisé (fig. 3 et fig. 4) à l'aide d'éléments volumiques hexaédriques linéaires pour les parties volumiques et en éléments poutre pour les parties filaires.

Avec ces éléments, la convergence est rapide. En effet, la complexité de la modélisation provient du fait que la tape est formée de plusieurs parties, de la présence d'un joint élastomère entre la tape et le support ce qui conduit à la prise en compte de nombreuses zones de contact.

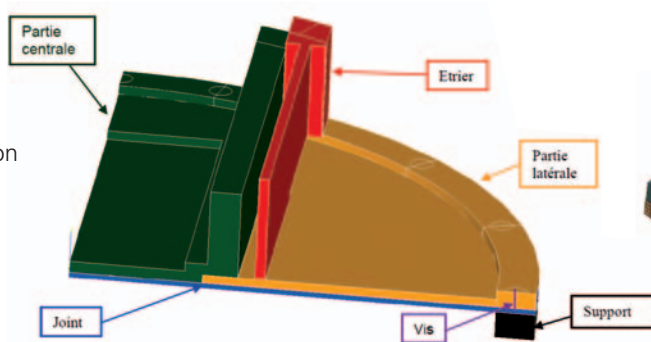


Figure 3 : Géométrie du modèle global.

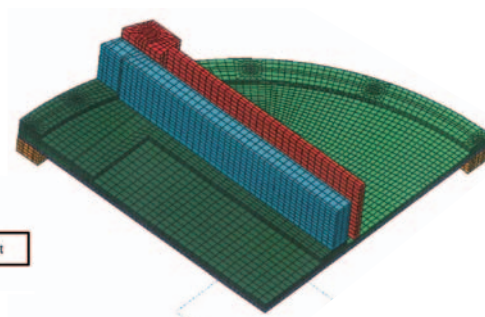


Figure 4 : Maillage du modèle global.

Résultats

Les résultats obtenus montrent que l'intégrité mécanique de la tape GV correctement montée est garantie (les déplacements résultants sont illustrés sur la figure 5). En effet, la valeur de la pression ultime est égale à environ 9.8 bars relatifs (résultat illustré sur la figure 6). Cette valeur est d'ailleurs cohérente avec celle obtenue lors d'un essai réalisé en octobre 1994 sur le site du Rivier d'Allemont : 9.4 bars relatifs.

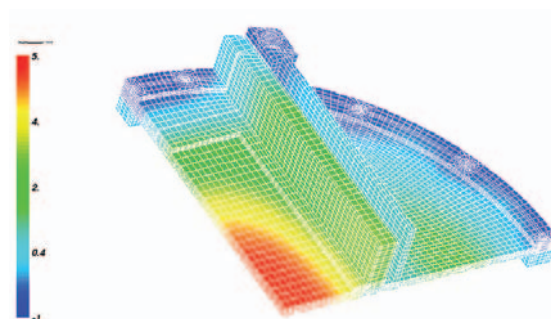


Figure 5 : Déplacement axial Uz (mm) de la tape pour la pression d'intégrité mécanique (5 bars).

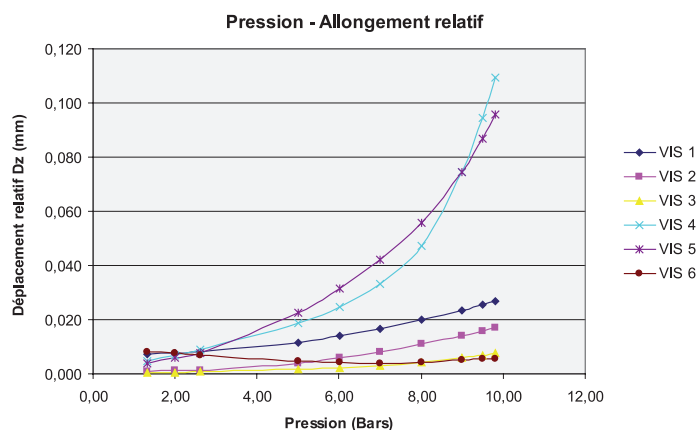


Figure 6 : Déplacement axial Uz (mm) des vis de la tape.