

Tenue mécanique des supports M de cuve du palier 900 MWe

N. Rupin, P. Le Delliou (EDF / R&D / MMC)

Contexte et objectifs

Les supports M (appelés encore supports intérieurs ou guides radiaux) sont des pièces situées en partie basse de la cuve des REP (fig. 1). Leur rôle est de positionner et de maintenir les structures internes inférieures dans la cuve, en limitant leur déplacement radial. Les cuves du palier 900 MWe comportent quatre supports. Ces supports sont en alliage 600 (ou Inconel 600) – les soudures

étant en alliage 182 – et à ce titre sont potentiellement sujets à la corrosion sous contrainte en milieu primaire.

L'un des objectifs du projet RAMEX est d'étudier la réparabilité des supports M dans l'hypothèse de la découverte de défauts lors d'une inspection. Un type de réparation envisagé est l'élimination des défauts par affouillement sans rechargement. Il est bien sûr nécessaire de justifier la tenue mécanique des supports et de la cuve en toute situation après réparation.

La méthodologie de justification consiste à montrer que

l'appareil sous pression constitué par la cuve sur laquelle sont soudés les supports vérifie les règles de conception du Code RCC-M (§ B 3200 pour les matériels de niveau 1), y compris en présence d'un affouillement sur un support M.

Méthodologie d'étude

La première étape de l'étude consiste à mailler le support et une partie de la cuve (sur 60° de circonférence). Les différents matériaux constitutifs doivent être représentés : acier ferritique de la cuve, revêtement en acier inoxydable, bloc support en alliage 600 et soudure en alliage 182. Des segments d'appui sont ensuite définis pour couvrir toutes les zones sensibles : bloc support, joint soudé et paroi de la cuve.

On utilise la commande POST_RCCM, option 'UNITAIRE', pour effectuer l'analyse sur un segment d'appui selon le § B 3200 du RCC-M. Cette option utilise une description enveloppe des situations de fonctionne-

ment, description adaptée au cas où l'évolution temporelle des pressions et des torseurs d'effort au cours de la situation n'est pas connue. Chaque situation est définie par deux états extrêmes - A et B - pour la pression et la dilatation thermique, les autres chargements étant soit constants, soit définis en fonction du temps (transitoires thermiques). Pour chacune des 6 composantes du torseur d'effort et pour la pression, on fournit une table contenant le profil des contraintes le long du segment d'appui calculées pour une valeur unité des composantes et de la pression. De même, pour chaque transitoire thermique, on fournit une table contenant le profil des contraintes le long du segment d'appui pour chaque instant de calcul retenu.

Pour l'étude des supports M, on utilise 3 composantes du torseur pour décrire les chargements appliqués sur l'aile du support : effort radial, effort tangentiel et effort vertical (fig. 2).

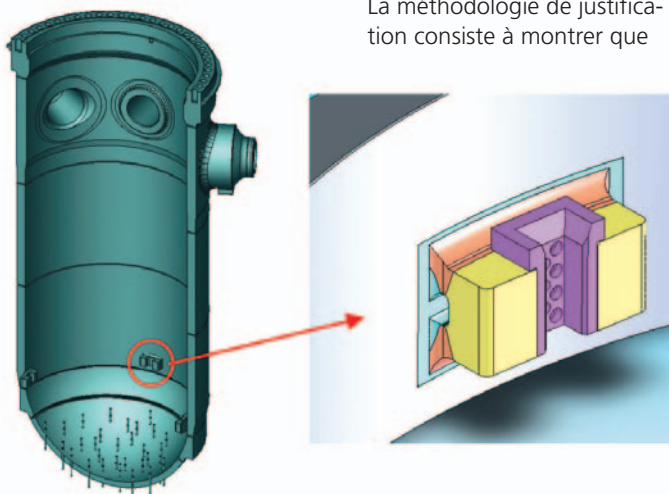


Figure 1 : Vue d'ensemble des supports M du palier 900 MWe.

Tenue mécanique des supports M de cuve du palier 900 MWe

N. Rupin, P. Le Delliou (EDF / R&D / MMC)

Les calculs élastiques (charge-ments mécaniques unitaires et transitoires thermiques) sont effectués à l'aide de l'opérateur MECA_STATIQUE. Les contraintes sont dépouillées le long de lignes de coupe définies par un point origine, un point extrémité et un nombre de points de discrétisation (opérateur MACR_LIGN_COUPE). Les différentes tables obtenues sont stockées dans des fichiers (opérateur IMPR_TABLE).

Les calculs avec l'opérateur POST_RCCM sont effectués en post-traitement, après avoir rechargé les différentes tables (opérateur LIRE_TABLE). Le traitement d'un grand nombre de segments d'appui et de situations a été automatisé à l'aide de boucles Python.

Résultats et enseignements tirés

L'étude du support sain a été réalisée avec un maillage réglé réalisé avec Gibi (mailles hexaédriques). Afin d'étudier le support affouillé, il a été fait appel au logiciel Salomé car ce dernier permet de créer l'affouillement par une simple opération booléenne au niveau de la CAO.

En revanche, il produit un maillage libre tétraédrique (fig. 3).

Plusieurs difficultés ont été rencontrées lors de l'utilisation de Salomé (versions 3 et 4), mais celles-ci ont été résolues efficacement par l'équipe de développement. Cette étude a, au final, conduit à une amélioration significative de l'outil.

Sur le support sain, les contraintes équivalentes linéarisées obtenues avec le maillage Gibi ont été comparées avec celles provenant du maillage Salomé/NETGEN. Des écarts assez importants ont été observés dans certaines zones, dus aux types de mailles et aux différences de discrétisation locales.

Les critères portant sur les contraintes équivalentes linéarisées sont respectés sur les structures saines et affouillées. Les facteurs d'usage en fatigue sont faibles. Les règles de conception du § B3200 du RCC-M dédiées à des récipients sous pression ne sont pas très bien adaptées à ce type de structure massive. Des calculs élastoplastiques ont donc été réalisés pour évaluer de façon plus réaliste le comportement des supports en situation accidentelle.

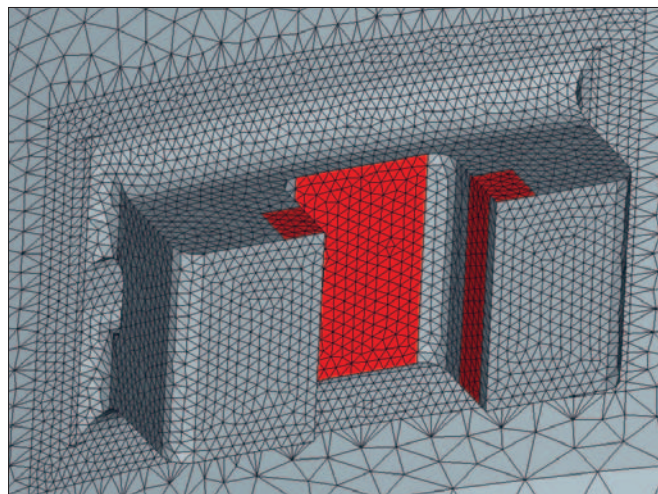


Figure 2 : Application des efforts sur le support (maillage Salomé du support sain).

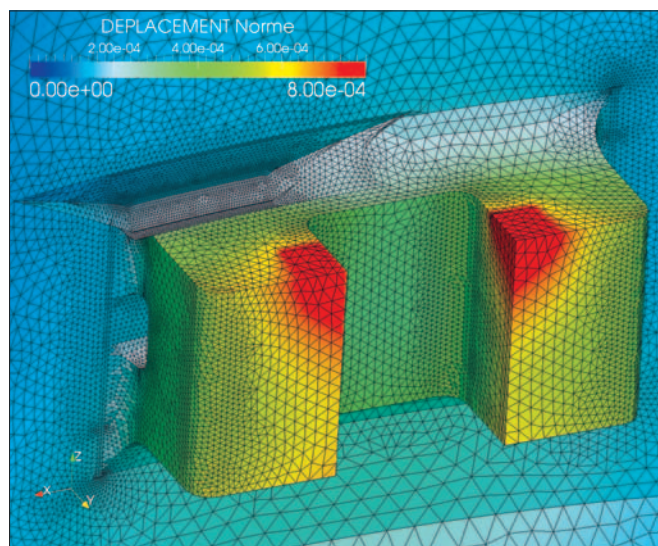


Figure 3 : Maillage Salomé affouillement 2 - norme du déplacement pour un chargement vertical unitaire sur le support.