

APPLICATIONS

CONTRAINTES RESIDUELLES DE DETENSIONNEMENT DANS UNE LIAISON BI-METALLIQUE

Les liaisons entre les gros composants et les tuyauteries des centrales REP sont réalisées en deux étapes, à cause de la nature des aciers employés (ferritique pour les gros composants, inox pour les tuyauteries). Ceci impose de procéder, en usine, à l'assemblage d'un embout austénitique par soudage, ce qui est appelé traditionnellement une "liaison bi-métallique". Cette liaison est détensionnée en usine, c'est-à-dire portée à 610 °C pendant un certain temps, puis refroidie lentement (20 °C par heure). En service, les défauts sont apparus sur cette liaison, défauts expliqués par le phénomène de corrosion sous tension. Les niveaux de contrainte justifiant cette hypothèse ne peuvent provenir des chargements de service, et seules les contraintes résiduelles de fabrication peuvent apporter une explication. Il était donc indispensable de les connaître et de confirmer les valeurs expérimentales relevées (RNE-EMA).

Puisqu'il s'agit de calculer les contraintes et les déformations résiduelles dues au détensionnement, nous utilisons un modèle de comportement élasto-plastique dans lequel les caractéristiques mécaniques dépendent de la température.

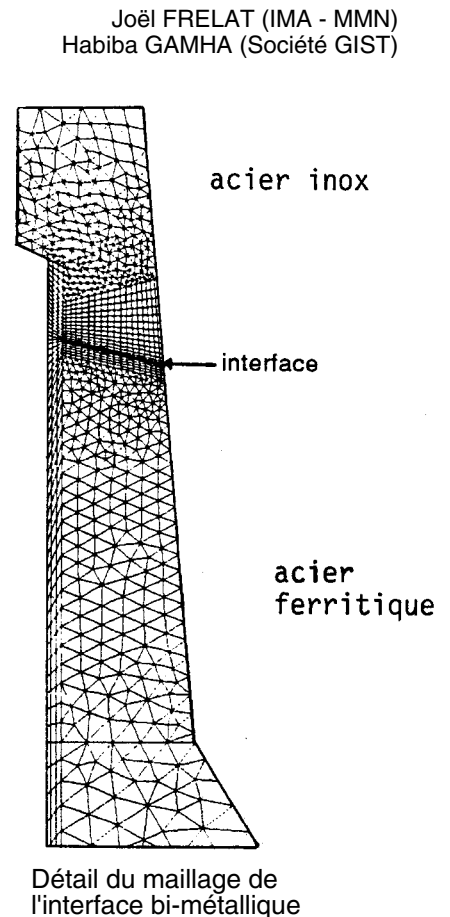
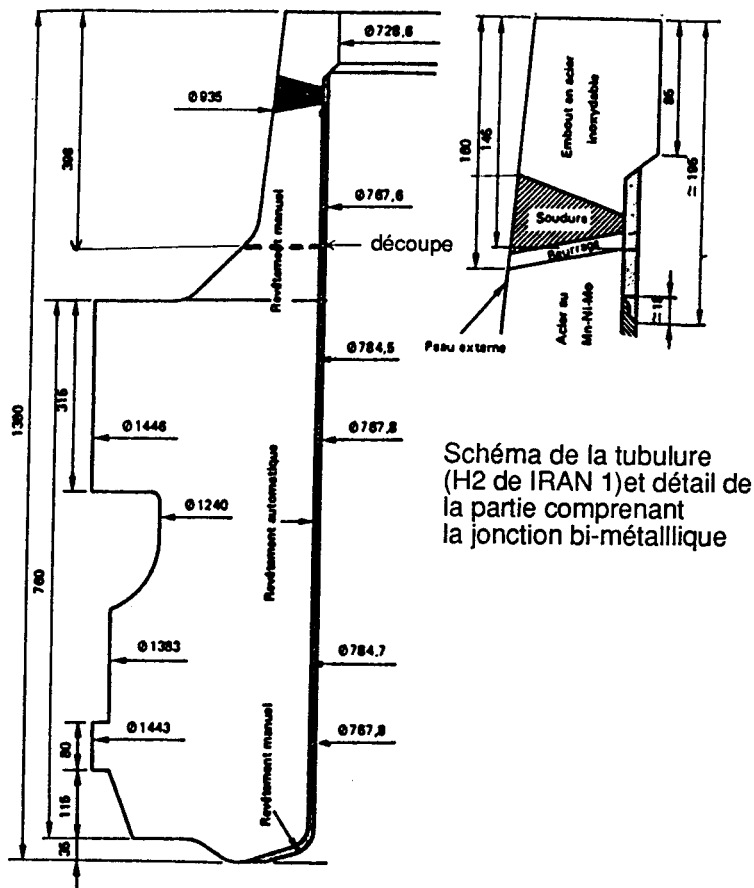
Un maillage de 4654 nœuds et 1916 éléments quadratiques, en modèle axisymétrique, a été utilisé, maillage particulièrement fin dans la zone de l'interface entre les matériaux austénitique et ferritique.

Après le calcul thermique transitoire, les déformations d'origine thermique sont classiquement introduites comme chargement dans le calcul élasto-plastique. Les résultats en contraintes et déformations résiduelles de détensionnement obtenues à la fin du calcul, effectué de manière incrémentale, montrent que les effets de structure épaisse et de plasticité ne transforment pas de façon significative les effets essentiels obtenus analytiquement dans le cas de structures minces en élasticité.

En peau externe de la tubulure, du côté ferritique, on obtient un pic de traction sur la composante de contrainte longitudinale. Les résultats du modèle numérique sont similaires aux résultats des mesures par diffractométrie X, obtenus sur cette même surface externe. L'apport principal du modèle numérique est de fournir l'évolution des divers champs en profondeur. Ainsi, l'exploitation des contraintes en profondeur montre une forte atténuation de la composante normale du tenseur contrainte à l'interface.

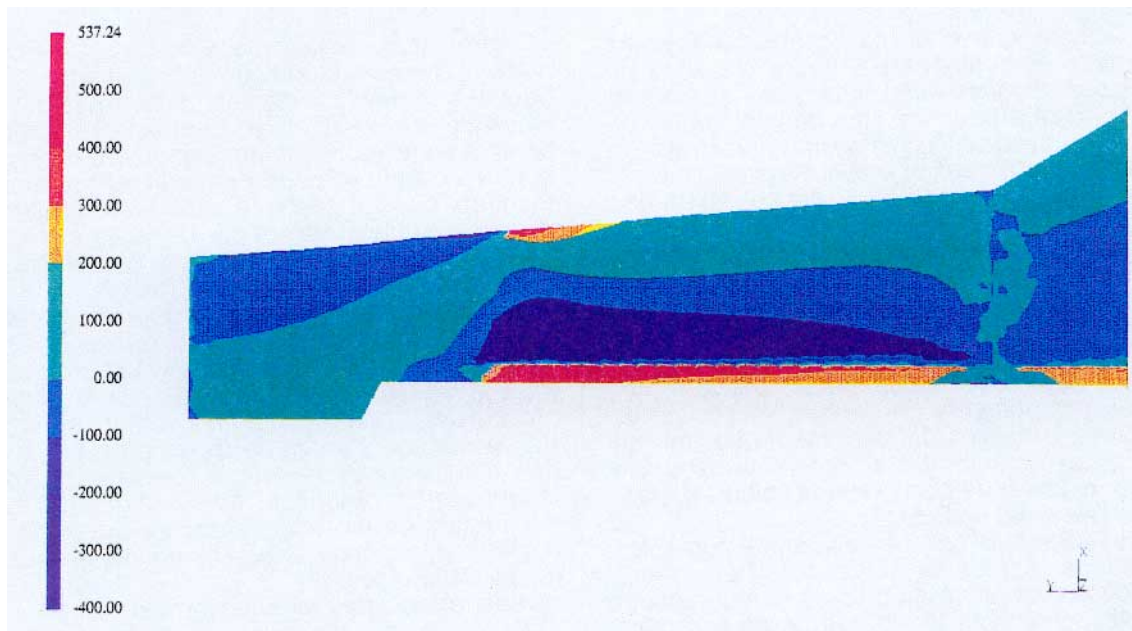
Les principales conclusions de cette étude sont :

- le détensionnement peut provoquer des contraintes susceptibles de provoquer une fissuration de corrosion sous tension ;
- l'atténuation très rapide du champ de contraintes résiduelles en profondeur ne devrait pas contribuer à la propagation de ces défauts.

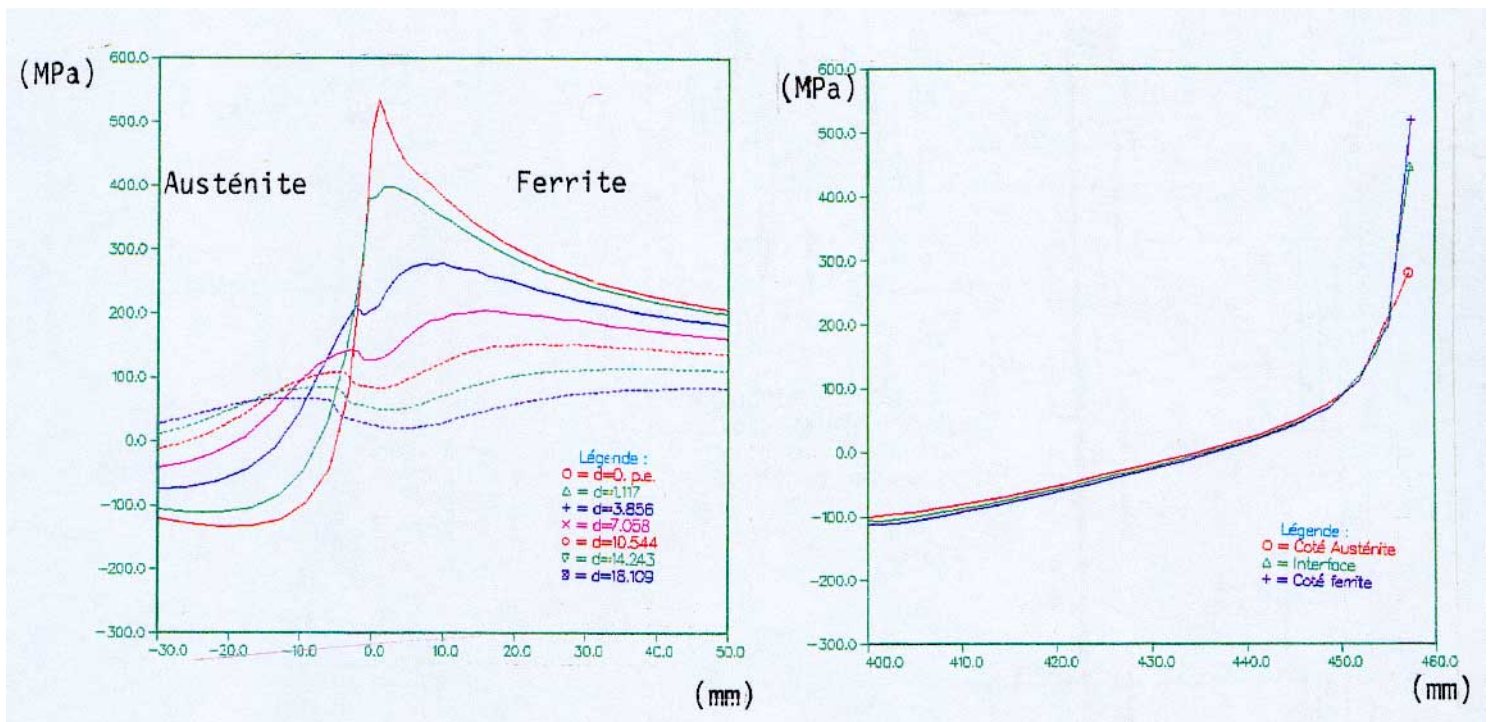


Joël FRELAT (IMA - MMN)
Habiba GAMHA (Société GIST)

CONTRAINTES RESIDUELLES DE DETENSIONNEMENT DANS UNE LIAISON BI_METALLIQUE



Isovaleurs de la composante axiale (longitudinale) du champ des contraintes résiduelles



Evolution de la composante axiale de la contrainte en peau externe, le long d'une génératrice, et en profondeur

Evolution de la composante normale de la contrainte à l'interface et à son voisinage, en profondeur