

MODÉLISATION D'UNE OPÉRATION DE SOUDAGE MULTIPASSES

J.P. Sermage (EDF SEPTEN)

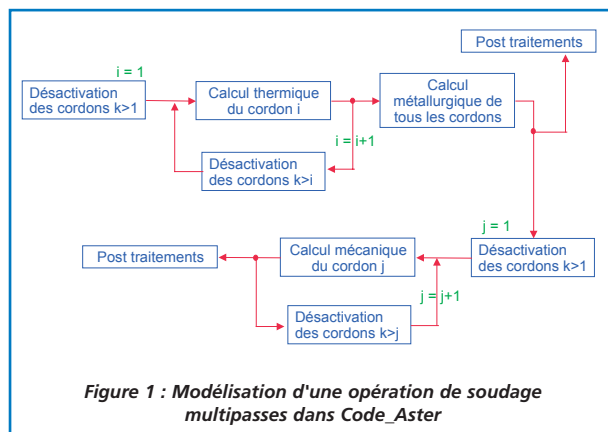
L'optimisation de la tenue en service des cuves de centrales nucléaires nécessite une bonne connaissance de l'état des contraintes résiduelles induites par une opération de soudage. Une méthodologie pour la simulation numérique du soudage multipasses dans *Code_Aster* est présentée et appliquée sur un cas industriel.

Méthodologie dans *Code_Aster*

La simulation se réalise en cinq étapes : recensement des données, calcul thermique, métallurgique, mécanique et post traitement.

Le modèle comprend la structure et l'ensemble des cordons. Les cordons non déposés au cours du traitement de la passe courante sont " désactivés " (conductivité thermique nulle et module d'Young proche de 1 Pa).

Le modèle mécanique est basé sur un comportement élasto-visco-plastique à plasticité de transformation. Les phénomènes de restauration d'écroissage sont négligés. La figure 1 représente la boucle de calcul dans *Code_Aster*.



Modélisation de l'opération de dépôt du revêtement sur une virole de cuve

Le cas industriel retenu est l'opération de dépôt du revêtement sur une virole de cuve, assimilée à une opération de soudage. La simulation

numérique est effectuée sur un modèle bidimensionnel axisymétrique d'une tranche de virole revêtue de cinq cordons.

Le chargement thermique appliqué est :

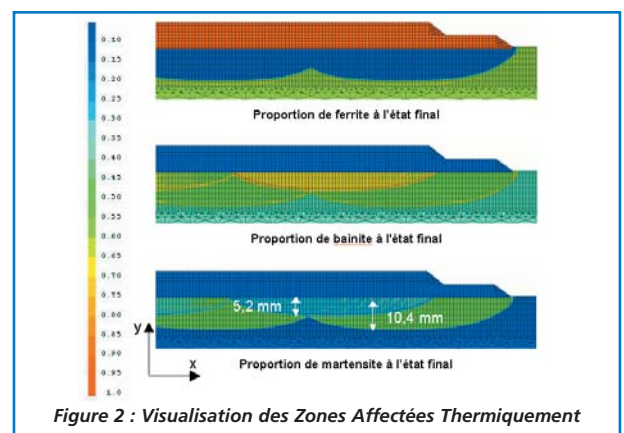
- Phase de préchauffage (dépôt de la première passe uniquement) : le métal de base est porté à la température de 170°C.
- Phase de montée en température du cordon : de 170°C à 1500°C en 4 secondes.
- Phase de maintien en température du cordon : 19 secondes.
- Phase de refroidissement libre de toute la structure par convection et rayonnement.

A l'état initial, les cordons ont une composition 100% ferritique et le métal de base 60% de ferrite et 40% de bainite.

Résultats et conclusion

L'analyse des résultats concerne l'évolution des proportions de phases métallurgiques et des contraintes au sein de la structure. On distingue les trois zones caractéristiques : le métal d'apport (cordons), la Zone Affectée Thermiquement (ZAT) et le métal de base (virole).

Les ZAT des cordons de première couche ont une profondeur de 10,4 mm (50% de bainite, 50% de martensite). Les ZAT des cordons de seconde couche mesurent 5,2 mm (70% de bainite, 30% de martensite). Les isovaleurs (figure 2) permettent de visualiser les ZAT après le dépôt des cinq passes.



Recherche
& Développement

Les valeurs isocontraintes longitudinales à l'état final non détensionné (figure 3) sont les suivantes : 350 MPa dans les cordons de première couche, 200 MPa dans les cordons de seconde couche. Dans le métal de base 0 à 100 MPa dans la ZAT, 1 GPa en sortie de ZAT et -400 MPa dans le reste de la structure. Le tableau suivant rassemble les valeurs des contraintes obtenues ainsi que la comparaison à une étude antérieure et aux mesures expérimentales.

Les contraintes longitudinales et transversales sont de même ordre et conformes aux résultats expérimentaux. Les perspectives de l'étude consistent en un calcul de détensionnement et de l'épreuve hydraulique. L'influence des contraintes résiduelles sur l'amorçage d'un défaut sous revêtement est à envisager

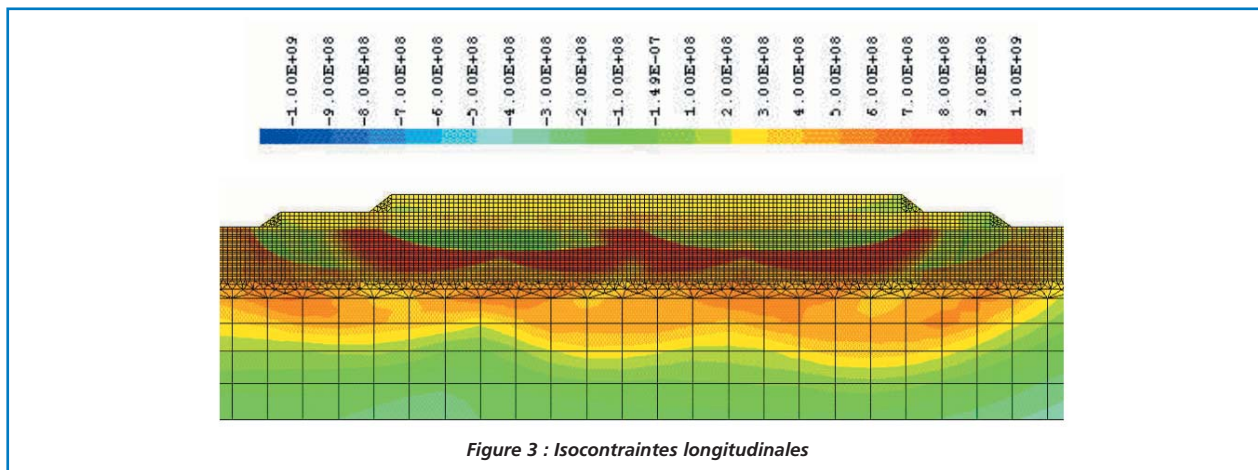


Figure 3 : Isocontraintes longitudinales

Zones	Comparaison			Résultats
	étude précédente		expérience	
	Transversales	Longitudinales	Trans = Long	
Métal d'apport	250	350	300	200 à 350
ZAT	-200 à -400	200 à 400	-50 à 50	0 à 100
Sortie de ZAT	300	500	300 à 400	400 à 600
Métal de base	50 à -150	50 à -50		-400