

APPLICATIONS

SIMULATION THERMIQUE DU SOUDAGE MULTIPASSE D'UNE PLAQUE AUTOBRIDÉE

L'action coopérative 3449 intitulée "simulation du soudage" a pour objectif de comparer les outils et méthodes de simulation thermique et mécanique du soudage des différents partenaires (EDF, CEA, Framatome). A cet effet, des maquettes de soudage de plaques autobridées en inox 316L ont été réalisées. Elles ont fait l'objet de comparaisons entre l'expérience et le calcul, grâce aux mesures de dix-huit thermocouples et à la réalisation de macrographies des zones fondues à chaque passe.

On présente ici la simulation thermique des deux premières passes du soudage, réalisée avec le Code_Aster. Compte tenu de la géométrie, on choisit une modélisation bidimensionnelle de l'opération (cf. Figure 1). Le maillage qui représente une demi-section transverse a été fait avec le mailleur GIBI du code CASTEM2000. Il comprend 544 éléments quadratiques et 1581 nœuds (cf. Figure 2). Les calculs s'appuient sur une modélisation thermique non linéaire qui inclut les chaleurs latentes de changement d'état liquide - solide. Les apports de matière et de chaleur dus à l'arc sont schématisés en portant en une seconde à une température T_{soudure} le volume de métal déposé, puis en le maintenant pendant un temps t_{maintien} à cette température. Les conditions aux limites rendent compte des pertes par convection et

rayonnement sur les bords supérieur et inférieur de la section étudiée, ainsi que du rayonnement de l'électrode sur les bords du chanfrein. La résolution du problème a été faite en adaptant le pas de temps.

Le choix des paramètres T_{soudure} et t_{maintien} a été effectué de manière à obtenir un bon accord sur la température maximale atteinte au thermocouple le plus chaud et sur la forme de la zone fondue (cf. Figure 3). L'accord obtenu sur les dix-sept autres thermocouples est alors tout à fait satisfaisant, tant sur les valeurs des maximums de température que sur les instants où ils sont atteints (cf. Figures 4 et 5).

Enfin, les différents calculs ont également été utilisés pour valider une méthode de détermination des paramètres de la modélisation retenue (T_{soudure} et t_{maintien}) dont l'originalité, par rapport à ce qui est présenté ici, est de s'affranchir de la détermination expérimentale de la zone fondue à chaque passe.

Anne-Marie DONORE (IMA-MMN)
François WAECKEL (IMA-MMN)

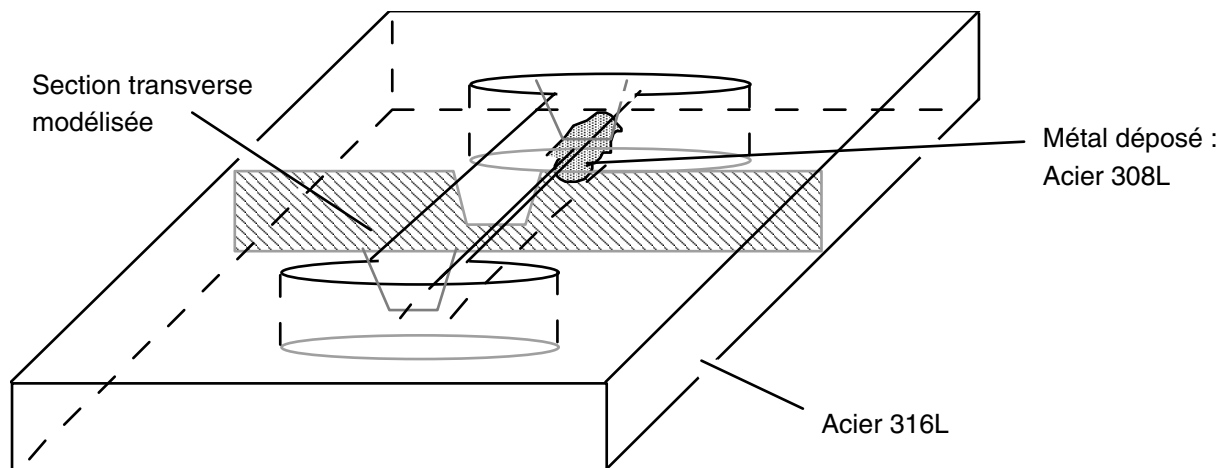


Figure 1 : Géométrie de l'opération de soudage simulée

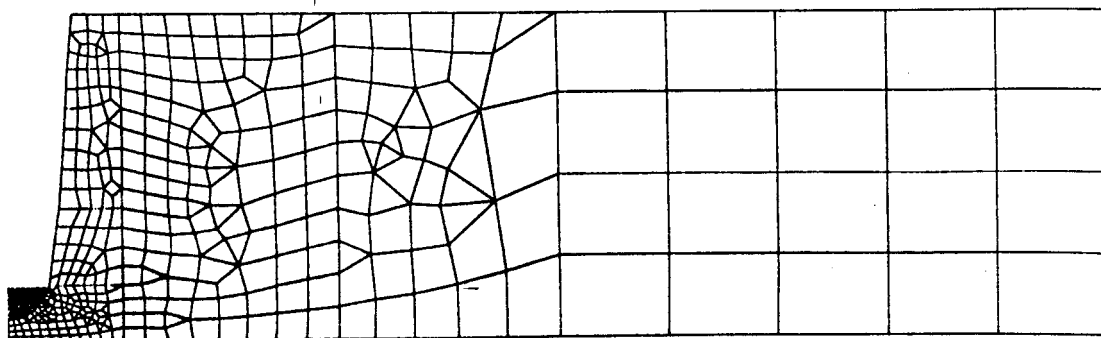


Figure 2 : Maillage d'une demi-section transverse

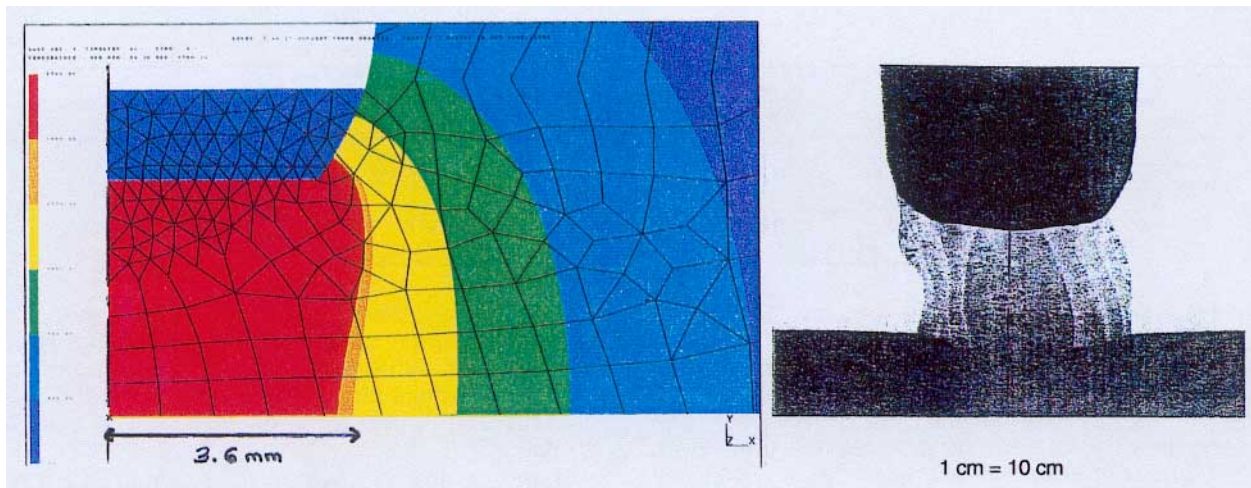


Figure 3 : Isotempératures en fin de maintien et macrographie de la zone fondue pour la 1ère passe (la limite de la zone fondue correspond à l'isotherme 1370°C de couleur orange)

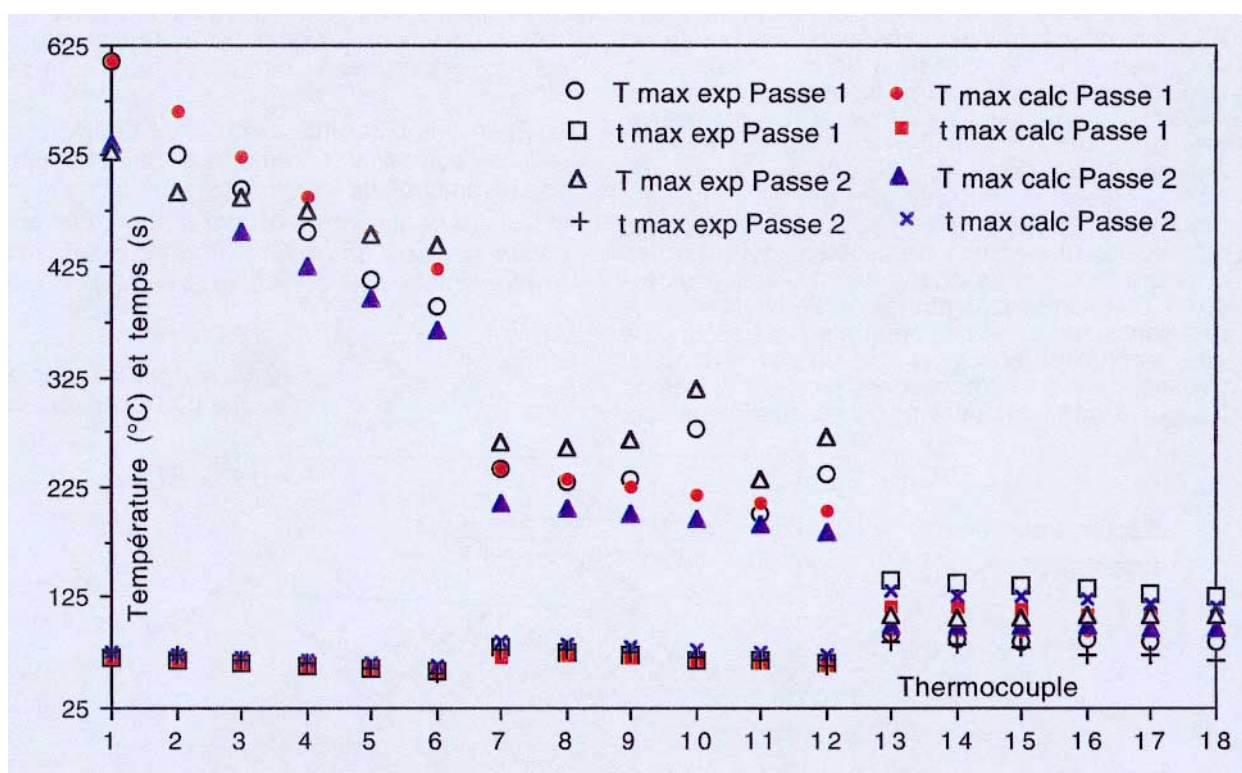


Figure 4 : Comparaison des températures maximales (Tmax) et des instants associés (tmax) pour les 18 thermocouples (numérotés dans l'ordre de distance au bain fondu croissante)

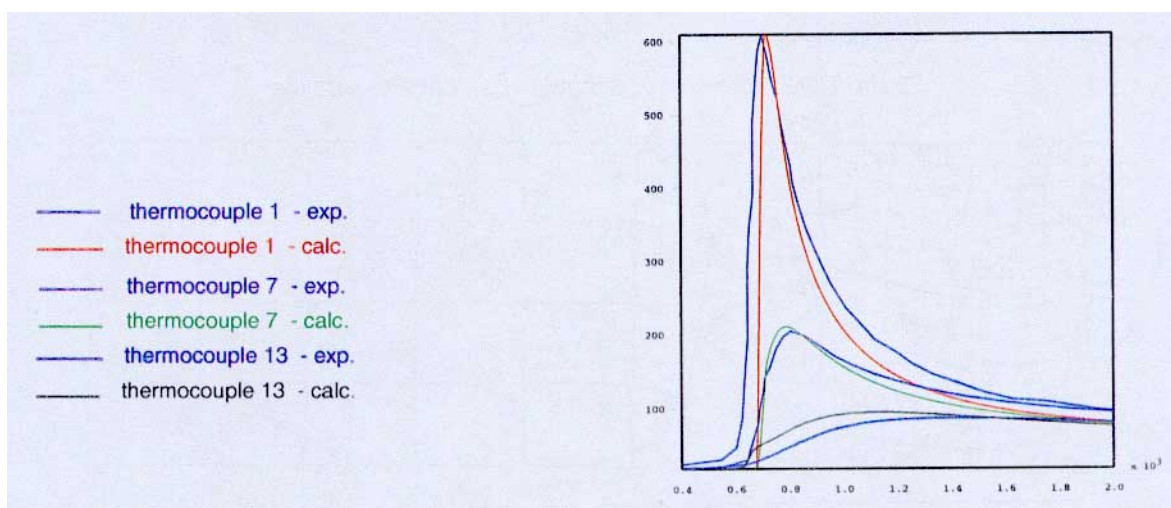


Figure 5 : Évolutions thermiques expérimentales et numériques pour trois thermocouples