
Caractérisation des contraintes résiduelles par la méthode du contour : estimation des incertitudes pour des applications récentes

Renaud Frappier^{*†}, Donato Gallitelli^{‡1}, and Kevin Pallez¹

¹Sonats S.A. - - - France

Résumé

Les contraintes résiduelles, en complément de caractéristiques métallurgiques et dimensionnelles, constituent un aspect majeur à maîtriser pour garantir la qualité des produits après les procédés d'élaboration et de mise en forme. Plusieurs techniques et méthodes sont disponibles. Elles diffèrent en fonction de la profondeur accessible (mesures plus ou moins surfaciques), de la facilité de mise en œuvre, de l'aspect destructif ou non-destructif et des incertitudes typiquement associées aux résultats en MPa. Aujourd'hui, la méthode du contour apparaît comme une technique destructive à mise en œuvre facile, permettant la caractérisation de fortes épaisseurs et une cartographie complète des contraintes résiduelles sur la section d'une pièce ou d'un composant. Cette étude vise à définir de manière générale les limites et incertitudes associées à cette méthode en s'intéressant à plusieurs exemples de procédés d'élaboration et de mise en forme de différents matériaux.

Plusieurs matériaux et procédés sont illustrés sur des éprouvettes fabriquées pour cette étude : plaque en aluminium d'épaisseur 70 mm après laminage et détensionnement thermique, éprouvette en alliage d'aluminium d'épaisseur 20 mm après mise en forme par martelage, soudage MAG bout à bout d'acier de structure, échantillon en acier après grenailage de précontrainte. La méthode du contour est appliquée sur chacun des types d'éprouvettes en faisant : une découpe par électro-érosion fil sur une machine ONA, de la profilométrie sans contact sur un système Alicona, une interpolation des profilométries et une mise en données d'un modèle éléments finis de mécanique élastique isotrope. Le résultat de la simulation est la contrainte normale au plan de découpe, cartographiée sur toute la section découpée.

Les résultats permettent de caractériser les effets de bords qui peuvent empêcher d'avoir accès aux contraintes résiduelles proches des surfaces des pièces. Cet effet est causé notamment par une perturbation superficielle de la découpe et par un manque de données de profilométrie très proche des surfaces. Ils sont typiquement compris en 0,1 mm et 1 mm.

Les incertitudes sont estimées via une étude de sensibilité aux paramètres de post-processing et par comparaison à d'autres techniques de mesures appliquées sur les mêmes éprouvettes (diffraction des rayons X, perçage incrémental et méthodes destructives dites de la flèche et du barreau).

Des astuces pour la préparation des pièces avant découpe et pour le post-traitement peuvent être mises en œuvre pour tenter de diminuer les effets de bord observés.

*Intervenant

†Auteur correspondant: r.frappier@europetechnologies.com

‡Auteur correspondant: D.GALLITELLI@europetechnologies.com

Mots-Clés: Contraintes résiduelles, Méthode du contour, Martelage, Soudage, Incertitudes