



## Remaillage adaptatif pour la mise en forme des tôles minces

Laurence Moreau, Houman Borouchaki, Abdelhakim Cherouat

LASMIS – CNRS FRE 2719, université de technologie de Troyes, BP 2060, 10010 Troyes cedex, France

Reçu le 2 décembre 2003 ; accepté après révision le 26 janvier 2005

Présenté par Évariste Sanchez-Palencia

---

### Résumé

Les problèmes associés aux simulations éléments finis des procédés de mise en forme sont caractérisés par de grandes déformations thermoélasto-plastiques, du contact évolutif avec frottement, de fortes non-linéarités géométriques, entraînant de fortes distorsions du maillage du domaine de calcul. De fréquents remaillages du domaine sont alors nécessaires au cours du calcul afin d'obtenir une solution correcte et de pouvoir effectuer les calculs jusqu'à la fin du procédé. Cette Note présente une nouvelle méthode de remaillage adaptatif des structures minces pour la simulation numérique des procédés de mise en forme. La méthode proposée est basée sur des critères géométriques et ne tient pas compte de la géométrie des outils de mise en forme. Elle est intégrée dans un environnement de calcul utilisant le solveur ABAQUS. Des exemples numériques viennent illustrer l'efficacité de la méthode. *Pour citer cet article : L. Moreau et al., C. R. Mecanique 333 (2005).*

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

### Abstract

**Adaptive remeshing for sheet metal forming.** Problems associated with finite element simulation of the forming processes are characterized by large elastoplastic deformations, evolutive contact with friction, geometrical nonlinearities inducing a severe distortion of the computational mesh of the domain. In this case, frequent remeshing of the deformed domain during computation are necessary to obtain an accurate solution and complete the computation until the termination of the numerical simulation process. This Note presents a new adaptive remeshing method of thin sheets for numerical simulation of metal forming processes. The proposed method is based on geometrical criteria and does not use the geometry of the forming tools. It is integrated in a computational environment using the ABAQUS solver. Numerical examples are given to show the efficiency of our approach. *To cite this article: L. Moreau et al., C. R. Mecanique 333 (2005).*

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

**Mots-clés :** Solides et structures ; Maillage adaptatif ; Raffinement et déaffinement de maillages ; Emboutissage ; Mise en forme ; Grandes déformations élastoplastiques

**Keywords:** Solids and structures; Adaptive meshing; Mesh refinement; Mesh derefinement; Deep-drawing; Forming; Finite elastoplastic deformation

---

Adresses e-mail : [Laurence.Moreau@utt.fr](mailto:Laurence.Moreau@utt.fr) (L. Moreau), [Houman.Borouchaki@utt.fr](mailto:Houman.Borouchaki@utt.fr) (H. Borouchaki), [Abdelhakim.Cherouat@utt.fr](mailto:Abdelhakim.Cherouat@utt.fr) (A. Cherouat).

## Abridged English version

During the numerical simulation of forming processes (stamping, hydroforming, bulging, etc), large plastic deformations imply important element distortion of initial mesh. It is then necessary to frequently remesh the part in order to be able to carry out the simulation and, in particular, to capture the geometrical details of surfaces under contact with forming tools. This remeshing procedure must be automatic and robust. Several remeshing methods have been proposed during the last years. The remeshing techniques presented by Zienkiewicz et al. [1], Fourment et al. [2], Coorevits et al. [3], Coupez [4], Borouchaki et al. [5] are based on the computation of a size map to govern a global remeshing of the part at each iteration. This kind of approach needs the knowledge of the geometry of forming tools. Cho and Yang [6] have proposed a refinement algorithm which consists in splitting each deformed element in two elements along an edge. This procedure leads to the creation of small edges and consequently degenerate elements during repetitive refinement iterations. Otherwise, refinement methods only based on edge bisecting (see for example [7] or [9]) lead to the creation of small edges or poor shaped elements.

This Note presents a novel remeshing technique based on geometrical criteria. It is applied to computational domain after each small displacement step of forming tools. It allows, in particular, to refine the current mesh of the part under the numerical simulation of the forming process in the curved area with preserving shape quality element, and to coarsen this mesh in the flat area. The mesh refinement is necessary to avoid large element distortions during the deformation. It ensures the convergence of the computation and allows an adequate representation of the geometry of the deformed domain. Moreover, thanks to the refinement procedure, the mechanical fields are simply induced in the new mesh. One of the major advantage of our approach is that the remeshing is applied without the knowledge of the forming tools under contact with the part. Two application examples are presented in order to show the efficiency of our remeshing technique.

## 1. Introduction

Au cours des simulations numériques des procédés de mise en forme (emboutissage, hydroformage, gonflement hydraulique, etc), les grandes déformations mises en jeu font que le maillage initial subit de fortes distorsions. Il est alors nécessaire de remailler continuellement la pièce afin de pouvoir continuer la simulation et, en particulier, capturer les détails géométriques des surfaces en contact. Cette procédure de remaillage doit être automatique et robuste. Ces dernières années, plusieurs méthodes de remaillage ont été proposées. Les techniques de remaillages présentées par Zienkiewicz et al. [1], Fourment et al. [2], Coorevits et al. [3], Coupez [4], Borouchaki et al. [5] sont basées sur le calcul d'une carte de taille pour un remaillage adaptatif global de la pièce à chaque itération. Ce genre de technique nécessite la connaissance a priori de la géométrie des outils de mise en forme. Cho et Yang [6] ont proposé un algorithme de raffinement consistant à partager chaque triangle à raffiner en deux. Cette procédure entraîne la création des petites arêtes et par suite des triangles dégénérés au cours des itérations répétitives de raffinement. Par ailleurs, toutes autres méthodes similaires de raffinement (par exemple [7] ou [9]) basées uniquement sur le cassage des arêtes aboutissent à la formation de petites arêtes ou d'éléments de mauvaises qualité en forme.

Dans cette Note, une nouvelle technique de remaillage basée sur des critères géométriques est introduite. Elle est appliquée au domaine en cours de déformation après chaque petit pas de déplacement des outils mobiles. Elle permet, en particulier :

- de raffiner le maillage courant de la pièce au cours de la simulation numérique du procédé de mise en forme dans les zones devenues courbes tout en préservant la qualité du maillage avant le raffinement,
- de déraffiner ce même maillage dans les zones redevenues plates.

L'enrichissement du maillage (ici par raffinement) est nécessaire pour éviter les distorsions importantes d'éléments au cours de la déformation. Il garantit la convergence du calcul et permet le respect de la géométrie du domaine

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/10426013>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/10426013>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)