



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
المدرسة الوطنية العليا للمناجم والمعادن - عمار العسكري - عنابة  
ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE  
AMAR LASKRI- ANNABA

## Département

Sciences et Génie des Matériaux

# Mémoire de Fin d'Études

*En vue de l'obtention du Diplôme d'INGÉNIEUR D'ÉTAT*

Spécialité : Sciences et Génie des matériaux

Thème

**Analyse de l'anisotropie plastique dans les tôles laminées en *RRST1403*, destinées à l'emboutissage : Caractérisation et Simulation**

Présenté par : **Kaouter BABOURI**

Encadré par : - **Dr. Oualid CHAHAOUI**

-**Dr. Nedjoud MATOUGUI**

### Jury de Soutenance

Mohamed Retima	Professeur	ENSMM-Annaba-	Président
Tarek Tahraoui	Docteur	ENSMM-Annaba-	Examineur
Oualid Chahaoui	Docteur	Université Abbes Laghrour-Khenchela -	Encadreur
Nedjoud Matougui	Docteur	ENSMM-Annaba-	Co-Encadreur

Octobre 2020

## Résumé :

Le travail présenté dans le cadre de ce mémoire porte sur le problème industriel d'anisotropie fréquemment rencontré dans les tôles fabriquées en acier ferritique de nuance *RRST1403* (selon la norme allemande *DIN 1623*). Ces tôles laminées à froid et destinées à l'emboutissage révèlent des défauts majeurs tels que les cornes ou les plis. Afin de poursuivre notre étude expérimentale et modélisation concernant ce phénomène, une autre vision a été proposée cette fois-ci via une approche par simulation bien approfondie. Ceci a été réalisé sur une série d'éprouvettes sollicitées par traction à différents angles et déformation, et ce en se servant du logiciel « *Abaqus CAE* » (code par éléments finis).

Une hétérogénéité des propriétés a été bien enregistrée lors de l'analyse des courbes contraintes-déformation obtenues par modélisation, ainsi que pour le coefficient de Lankford  $r$ .

Rappelant que ces tôles sont destinées à la fabrication des réservoirs de tracteurs au niveau de l'entreprise nationale « *ETRAG* » située à Constantine, causant ainsi lors de l'opération de l'emboutissage de multiples problèmes (rupture, plissement).

**Mots-clés :** Anisotropie, Tôle laminée, Modélisation, Emboutissage, *Abaqus*, Acier ferritique.

## Abstract :

This study deals the industrial problem of anisotropy frequently encountered in ferritic steel sheets (*FSS*) of *RRST1403* (according to *DIN 1623*). These cold-rolled sheets intended for deep drawing have major defects such as earing. In order to continue our experimental analysis and modeling concerning this phenomenon, another vision is proposed here via a simulation approach. This was carried out on a series of test specimens loaded by tensile test at different angles and strains, using the software "Abaqus CAE" (finite element code).

An heterogeneity of the properties is well recorded during the analysis of the stress-strain curves obtained by modeling, as well as for the Lankford coefficient " $r$ ".

It's worth to note that these sheets are intended for the manufacture of tractor tanks at the level of the national company "ETRAG" located in Constantine, which causing multiple problems during the deep drawing operation (breakage, wrinkling).

**Keywords:** Anisotropy, Rolled sheet, Modeling, Deep drawing, *Abaqus* Software, Ferritic Stainless Steel.

## ملخص :

يتعلق العمل المقدم في إطار هذه الدراسة بمشكلة تباين خصائص الصفائح المصنوعة من *RRST1403* (حسب المعيار الألماني *DIN 1623*)

المخصصة لتصنيع خزانات الجرارات على مستوى الشركة الوطنية "ETRAG" بقسنطينة ، الأمر الذي يسبب الكثير من المشاكل خلال عملية السحب العميق للصفائح المعدنية.

للكشف عن هذا التباين ، تم إجراء اختبار الشد باستخدام برنامج *Abaqus CAE*. وقد لوحظ خلال تحليل منحنيات الإجهاد والانفعال التي تم الحصول عليها عن طريق النمذجة ، عدم تجانس الخصائص. نفس الأمر بالنسبة لمعامل لانكفورد  $r$ .

## الكلمات المفتاحية :

تباين الخصائص/صفائح معدنية/نمذجة المواد/السحب العميق/برنامج الأباكوس /ال فولاذ المقاوم للصدأ.