

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Construction mécanique

Par :

Nom prénom TABET Nadjim

Nom Prénom AYADI Said

Thème

Conception, réalisation et optimisation du procédé de fabrication d'un plateau pour tricycle utilitaire de chez VMS INDUSTRIE

Soutenu le 25 juin 2023 devant le jury composé de :

Mr. YAYA Kamel

President

Mr. METHIA Mounir

Rapporteur

Mlle. BOUZIDI Safia

Examinatrice

Année Universitaire 2022-2023

Remerciements

Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude envers Dieu pour nous avoir accordé le courage nécessaire pour poursuivre notre parcours d'études.

Nous ne saurions également oublier notre promoteur, **M. METHIA Mounir**, dont les précieux conseils ont été indispensables pour mener à bien notre travail.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent également aux membres du jury qui ont généreusement accepté d'évaluer notre travail. Leur expertise et leurs critiques constructives ont grandement contribué à améliorer notre recherche.

Nous aimerions également adresser nos remerciements les plus chaleureux à l'ensemble du personnel de l'unité "VMS industrie Oued ghir", en particulier à **M. AZZOUG Nadir**, pour leur soutien précieux tout au long de notre projet. Leur collaboration et leur expertise ont été d'une aide inestimable.

Nous souhaitons également exprimer notre reconnaissance envers tous les enseignants et collègues du département de génie mécanique, ainsi qu'à tous les travailleurs du hall de technologie, en particulier **M.OUADFEL.Abdellah**.

Nous sommes profondément reconnaissants envers toutes ces personnes qui ont joué un rôle essentiel dans notre parcours d'études, et nous les remercions du fond du cœur pour leur précieuse contribution.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents.

Mes très chers frères Halim et Wassim.

Ma très chers sœur Amina.

Toute ma famille.

Tous mes amis

Nadjim

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents.

Mon très cher frère Ahmed-Salah.

Mes très chères sœurs Kahina, Safia, Drifa, Anissa.

Toute ma famille.

Tous mes amis

Said

Table de matière :

Remerciements	0
Dédicaces.....	1
Dédicaces.....	2
Table de matière :	3
Liste des figures	6
Liste des tableaux	8
Introduction générale	9
Chapitre I Généralités sur les Motos	11
I.1. Introduction	12
I.2. VMS Industrie : l'essor industriel	12
I.3. Origine de la moto	13
I.4. Quelques types de motos.....	14
I.4.1. Routière, Grand Tourisme	14
I.4.2. Moto-cross	15
I.4.3. SPORTIVE	15
I.4.4. SCOOTER	16
I.4.5. MOTO CARGOS (TRICYCLE)	17
I.5. Conception assistée par ordinateur (CAO)	17
I.5.1. Conception	17
I.5.2. SolidWorks	18
I.6. Procédé de fabrication.....	18
I.6.1. Le découpage	18
I.6.1.1. La guillotine.....	18
I.6.1.2. Scie mécanique	19
I.6.1.3. La découpe plasma.....	20
I.6.2. Pliage	21
I.6.2.1. Plieuse Hydraulique	21
I.6.3. Cintrage des tubes	22
I.6.4. Poinçonnage	22
I.6.5. Emboutissage	23
I.7. Soudage	24
I.7.1. Soudage MIG/MAG	24
I.7.2. Différence entre le MIG et le MAG	25
I.7.3. Gabarit de soudage	25
Chapitre II Étude du Matériau « S235 JR »	27
II.1. Introduction	28
II.2. Analyse de la composition chimique du S235 JR	28
II.2.1. Définition.....	28
II.2.2. Résultats et discussions	28
II.3. Essai de traction	30

II.3.1. Définition.....	30
II.3.2. But de l'essai.....	30
II.3.3. Eprouvette de l'essai de tractions	30
II.3.4. Dimensions de l'éprouvette	31
II.3.5. Essai réaliser à l'Université de Sétif	32
II.3.5.1. Machine de traction utilisée	32
II.3.6. Courbe obtenu après l'essai	32
II.3.7. Caractéristiques à déterminer après ces deux essais	33
II.3.7.1. La limite d'élasticité « Re »	33
II.3.7.2. La limite d'élasticité conventionnelle « Rp 0.2 ».....	33
II.3.7.3. La résistance à la traction « Rm ».....	33
II.3.8. Résultats	33
II.3.9. Discussion.....	34
II.4. Conclusion	34
Chapitre III Étude numérique du comportement mécanique du plateau	36
III.1. Introduction.....	37
III.2. Conception du plateau	37
III.3. Etude statique du plancher et de la ridelle avant.....	38
III.3.1. Données du matériau.....	38
III.3.2. Conditions aux limites du plancher	39
III.3.3. Conditions aux limites de la ridelle avant	40
III.4. Maillage du plateau	40
III.4.1. Maillage du plancher.....	40
III.4.2. Maillage de la ridelle avant	41
III.5. Résultats et discussions	42
III.5.1. Résultats du plancher	42
III.5.1.1. Analyse des contraintes de von Mises et déplacement maximal	42
III.5.1.2. Coefficient de Sécurité	44
III.5.2. Résultats de la ridelle avant.....	45
III.5.2.1. Contrainte de von Mises et déplacement maximale	45
III.6. Solution suggérer pour améliorer la résistance	46
III.6.1. Résultat de la simulation numérique.....	48
III.6.1.1. Von Mises	48
III.6.1.2. Déplacement maximale	49
III.7. Conclusion	49
Chapitre IV Optimisation du procédé de fabrication	50
IV.1. Introduction	51
IV.1.1. Optimisation de la découpe avec « Cutlist Optimizer »	51
IV.1.2. Description du site « cutlist optimizer »	51
IV.1.3. Fonctionnement de « cutlist optimizer ».....	52
IV.1.3.1. Exemple d'un calcul	53
IV.1.3.2. Résultats	54
(1) Tôles.....	54
(2) Tubes.....	55
IV.2. Conception d'un gabarit de poinçonnage.....	56

IV.2.1. Introduction	56
IV.2.2. Conception du gabarit	56
IV.3. Conclusion	58
Conclusion générale et perspectives.....	59
Annexe A	60
Annexe B	61
Annexe C	62
Annexe D	63
Références bibliographiques	64

Liste des figures

Fig. I-1 Première moto au monde [3].....	14
Fig. I-2 BMW -K-1600-GTL [4]	14
Fig. I-3 KTM-350EXC [4]	15
Fig. I-4 DUCATI SUPERLEGGERA [4]	16
Fig. I-5 YAMAHA_XP500DX [4]	16
Fig. I-6 Motos tricycle de chez VMS industrie	17
Fig. I-7 Cisaille guillotine mécanique pour tôles jusqu'à 6mm d'épaisseur.	19
Fig. I-8 Scies à ruban à coupe droite horizontale ABS 320 B [5]	19
Fig. I-9 Principe d'une découpe plasma [7]	20
Fig. I-10 Machine de découpe plasma	21
Fig. I-11 Presse plieuse hydraulique	21
Fig. I-12 Cintreuse à tubes.....	22
Fig. I-13 Poinçonneuse hydraulique	23
Fig. I-14 Moule d'emboutissage réalisé avec sur SolidWorks	24
Fig. I-15 Pièce à réaliser à partir du moule précédent	24
Fig. I-16 Le procédé de soudage MIG/MAG [11].....	25
Fig. I-17 Gabarit de soudage pour la ridelle avant du plateau réalisé par VMS Industrie	26
Fig. II-1 Eprouvette prismatique	31
Fig. II-2 Dimension de l'éprouvette de traction prismatique.....	31
Fig. II-3 Machine d'essai de traction Zwick/Roell disponible à l'université de Sétif	32
Fig. II-4 Courbe d'essai de traction.....	33
Fig. III-1 Conception du plateau sur SolidWorks	37
Fig. III-2 Application des conditions aux limites au plancher (a) Appliquer une géométrie fixe (b) Appliquer une distribution de masse de 500kg ou 4905N	39
Fig. III-3 Application des conditions aux limites à la ridelle avant	40
Fig. III-4 Maillage du plancher	41
Fig. III-5 Maillages de la ridelle avant	41
Fig. III-6 Contrainte de Von mises plancher.....	42
Fig. III-7 Contrainte Von mises du plancher (vu de dessous)	43
Fig. III-8 Déplacement maximal du plancher	43
Fig. III-9 Tracé du coefficient de sécurité du plancher	44
Fig. III-10 Contraintes de Von mises de la ridelle avant	45
Fig. III-11 Déplacement maximal de la ridelle avant	45
Fig. III-12 Déformation de la patte de fixation	46
Fig. III-13 Patte de fixation avant modification	47
Fig. III-14 Patte de fixation après modification	47
Fig. III-15 Contraintes de Von mises après rectification.....	48
Fig. III-16 Déplacement maximal de la ridelle avant après rectification	49
Fig. IV-1 Interface du site cutlist optimizer	52
Fig. IV-2 Introduction des données	52
Fig. IV-3 Extraire le résultat.....	53
Fig. IV-4 Résultat du plan de découpe de tôles pour vingt (20) plateaux.....	54
Fig. IV-5 Résultats des découpages de tubes	55

Fig. IV-6 Figure montrant le positionnement de la paumelle dans le plateau.....56
Fig. IV-7 Gabarit de poinçonnage en 3D57
Fig. IV-8 Composant principale du gabarit.....58

Liste des tableaux

Tableau II-1 Compositions chimiques du S235 JR fournie par VMS industrie.....	29
Tableau II-2 Dimensions de l'éprouvette prismatique.....	31
Tableau II-3 Résultats des deux essais de traction	34
Tableau III-1 Caractéristique mécanique du matériau S235JR.....	38
Tableau IV-1 Matière première pour un plateau.....	54
Tableau IV-2 Analyses des résultats (tôles)	55
Tableau IV-3 Analyses des résultats (de tubes).....	55

Introduction générale

Le marché des motos en Algérie a connu une croissance importante ces dernières années. Les motos sont devenues une option de transport de plus en plus populaire en raison de leur faible coût d'achat et de leur faible consommation de carburant. De plus, les motos sont souvent utilisées dans les zones urbaines en raison de leur capacité à naviguer facilement dans les embouteillages.

Les motos à benne sont devenues un équipement indispensable dans les industries qui nécessitent le transport et la manutention de matériaux lourds. Parmi les fabricants leaders sur le marché Algérien on trouve VMS Industrie (Viva Motors Saigh).

Durant notre stage de 2 mois au sein de cette entreprise, on a eu l'occasion de travailler en étroite collaboration avec l'équipe d'ingénieurs sur un projet de recherche passionnant visant à améliorer la résistance d'une benne. Ce projet a été choisi en raison de l'importance cruciale de la benne dans les opérations de VMS Industrie, ainsi que de l'intérêt croissant de l'industrie pour des solutions plus durables et économiques. Notre rôle dans ce projet consistait à effectuer des tests et des simulations pour identifier les faiblesses actuelles de la benne et proposer des améliorations potentielles.

Notre parcours dans ce projet a commencé par une phase d'analyse approfondie des bennes existantes. Nous avons étudié leur structure, leurs matériaux et leurs performances actuelles afin d'identifier les domaines qui nécessitaient une amélioration. Grâce à des outils de simulation avancés et à des tests pratiques, nous avons pu évaluer la résistance des bennes dans des conditions de charge lourde et de contraintes extrêmes.

Une fois les faiblesses identifiées, nous avons entamé une phase de recherche et de développement pour proposer des améliorations concrètes. Nous avons exploré de nouvelles options de matériaux, en mettant l'accent sur leur résistance, leur durabilité et leur poids. Des alliages innovants et des composites plus performants ont été étudiés pour trouver le juste équilibre entre solidité et légèreté, essentiels pour maximiser l'efficacité des bennes.

Parallèlement, nous avons également examiné les méthodes de fabrication des bennes. Nous avons analysé les processus existants pour identifier les possibilités d'optimisation et de réduction des coûts, sans compromettre la qualité et la performance. Des technologies de pointe telles que la découpe laser et l'impression 3D ont été évaluées pour améliorer l'efficacité et la précision de la production des bennes.

Le but de ce travail est d'améliorer la résistance du plateau ainsi d'optimiser le procédé de sa fabrication

Structure du manuscrit

Le présent manuscrit s'articule de la manière suivante :

- **Chapitre I** : Dans ce chapitre, nous allons explorer les différents types de motos. Ensuite, nous nous concentrerons sur les procédés de fabrication d'un plateau pour tricycle.
- **Chapitre II** : Etude du matériau « S235 JR »
Dans ce chapitre, nous avons procédé à l'analyse de la composition chimique du S235 JR. Ensuite, nous avons réalisé deux essais de traction.
- **Chapitre III** : Etude numérique du plateau
Dans ce chapitre, nous nous concentrerons sur la réalisation d'une simulation numérique afin de déterminer les contraintes mécaniques, la résistance du plateau. Nous aborderons les différentes étapes de la simulation, notamment la modélisation du plateau, la définition des paramètres et des conditions de simulation, ainsi que l'analyse des résultats obtenus.
- **Chapitre IV** : Optimisation du procédées de fabrication
Dans ce chapitre, nous proposerons des solutions visant à minimiser les coupes lors du découpage, ainsi qu'à optimiser le temps lors du poinçonnage

Chapitre I Généralités sur les Motos

I.1. Introduction

Les motos sont des véhicules à deux roues qui sont propulsés par un moteur. Elles sont populaires pour leur vitesse, leur maniabilité et leur aspect pratique. Les motos peuvent être utilisées pour une variété d'activités, notamment pour les déplacements quotidiens, les voyages sur de longues distances, les compétitions sportives et les loisirs. Les motos sont disponibles dans une large gamme de styles et de tailles pour répondre aux besoins et aux préférences individuelles des conducteurs. Les motos peuvent être une option plus économique que les voitures pour les déplacements quotidiens et sont également plus écologiques en termes d'émissions de gaz à effet de serre.

Dans ce chapitre, nous allons faire une présentation générale sur les motos plus particulièrement sur les motos cargos (à benne) ainsi que les différents procédés de fabrication utilisés dans leurs productions.

I.2. VMS Industrie : l'essor industriel

VMS Industrie, leader dans le secteur de la moto, est devenue l'une des marques les plus appréciées par les utilisateurs de tous âges en Algérie. Son histoire commence en 2014, dans la région d'Ifri Ouzellaguen, lorsque deux entrepreneurs décident de se lancer dans le montage de cycles et motocycles, devenant ainsi la première entreprise algérienne à se spécialiser dans le montage de scooters.

Malgré sa récente création, en 2015, cette entreprise prometteuse voit grand en acquérant un terrain dans la ZAC de Larbaa, sur la commune de Toudja, afin d'établir une unité de production conforme aux normes industrielles. Cette réalisation, enregistrée auprès de l'ANDI, entre en exploitation en 2018 avec le transfert du siège d'Ouzellaguen à Toudja.

Dans le cadre de son développement planifié, VMS a investi dans une unité de fabrication de composants de production. Elle a également fait appel à des sous-traitants locaux et a renforcé ses capacités grâce à des contrats de transfert technologique avec des partenaires internationaux.

La croissance est le moteur de VMS Industrie. Après cinq années d'activité, l'entreprise a considérablement augmenté ses effectifs, passant de 18 à 220 employés, dont 40% sont des cadres, avec une moyenne d'âge de 30 ans. Son réseau de distribution s'étend sur tout le territoire national avec l'ouverture de 80 agences.

En plus de sa propre marque algérienne (VMS), la SARL VMS Industrie fabrique d'autres produits sous les marques internationales Benelli et Keeway.

La jeunesse de l'entreprise et de ses employés est un atout majeur qui influence son dynamisme. VMS marque sa présence lors de salons et d'expositions et organise fréquemment des campagnes de sensibilisation pour consolider son statut d'entreprise citoyenne.

Aujourd'hui, le précieux savoir-faire acquis par VMS Industrie pendant cette période constitue un atout pour un développement harmonieux, assurant une croissance continue qui garantit la pérennité de l'emploi, l'épanouissement du personnel et une forte contribution socio-économique au pays en général, et à la région en particulier. [1]

I.3. Origine de la moto

L'idée de mettre un moteur sur un vélo date de 1869, lorsque le Français Louis Perrault invente le « vélocipède à vapeur ». Mais c'est un échec total car le moteur à vapeur est trop lourd pour ce type d'engin (voir Fig. I-1)

Dans les années 1880, l'Allemand Gottlieb Daimler parvient à fabriquer un moteur à combustion interne, plus puissant et plus léger qu'un moteur à vapeur, et à l'adapter à une sorte de vélo : c'est l'ancêtre de la voiture, mais c'est aussi la première véritable motocyclette.

Motocyclette est un nom propre, déposé en 1897 par les frères Eugène et Michel Werner, fabricants installés à Levallois-Perret, puis devenu nom générique et comme l'origine de la moto.

Pour l'anecdote, alors que Motocyclette était simplement le nom d'un modèle conçu et fabriqué par les frères Werner, il semble bien que ce soit le préfet de Paris qui, trouvant ce nom fort approprié, ait décidé d'autorité qu'il désignerait, désormais, l'ensemble des véhicules à deux roues motorisées. [2]



Fig. I-1 Première moto au monde [3]

I.4. Quelques types de motos

Il existe une grande variété de types de motos, chacune conçue pour répondre à des besoins spécifiques en matière de conduite. Nous allons essayer de mentionner quelques-unes.

I.4.1. Routière, Grand Tourisme

Comme son nom l'indique, une moto routière ou GT est destinée à avaler des kilomètres, en transportant le pilote, son passager et leurs bagages dans un confort royal ; Ces motos sont lourdes et sont souvent volumineuse. Elles sont équipées de gros moteur et leur cylindrée dépasse souvent les 1.000cc mais leur point fort réside dans leur protection contre le vent grâce à leur carénage enveloppant et leur grande autonomie grâce à leur plus gros réservoir. [4]



Fig. I-2 BMW -K-1600-GTL [4]

I.4.2. Moto-cross

Ce type de moto est essentiellement constitué de motos qui roulent en hors-piste. Moto-cross ou enduro : sont des motos de Trial qui sont tous sous cette même catégorie. On peut même ajouter les motos SUPERMOTARD. Ce type de moto roule essentiellement dans le hors-piste, les chemins et les forêts et nécessite un peu de savoir-faire du pilote pour tirer le meilleur de ces machines. Ces motos sont souvent motorisées par un monocylindre et c'est presque les seules à encore utiliser des moteurs 2 temps [3]



Fig. I-3 KTM-350EXC [4]

I.4.3. SPORTIVE

Les motos sportives font rêver les motards. Elles sont belles, épurées et procurent de fortes sensations. Elles sont généralement dérivées de moto de course ou de compétition. Ces motos sportives peuvent atteindre de très hautes vitesses. Elles ont des châssis qui permettent d'être stable en courbe, leurs suspensions sont réglables dans tous les sens mais leur inconfort et leur prix très élevé sont leur plus gros défaut même si dernièrement les sportives ont adopté des aides électroniques. Les sportives sont souvent divisées en deux catégories : SUPERBIKE (1.000 cc) et SUPERSPORT (600 cc). Il y a évidemment des cylindrées intermédiaires et même inférieures mais les deux catégories phares sont le « SUPERBIKE » et le « SUPERSPORT ». [4]



Fig. I-4 DUCATI SUPERLEGGERA [4]

I.4.4. SCOOTER

Le scooter est le moyen de transport idéal pour les motards pour circuler en ville ou aller travailler chaque jour. Il est très pratique grâce aux espaces de rangement souvent sous la selle. Le pilote peut s'asseoir confortablement grâce à une selle basse et large et aux marches-pieds.

Les scooters sont très maniables grâce leur légèreté et à leur géométrie spéciale. Dans le début des années 2000, une nouvelle race de scooter est née : le MAXI-SCOOTER On peut citer le roi de cette catégorie, le YAMAHA TMAX. [3]



Fig. I-5 YAMAHA_XP500DX [4]

I.4.5. MOTO CARGOS (TRICYCLE)

Une moto cargo, également appelée moto utilitaire, est un type de moto spécialement conçu pour le transport de marchandises ou de personnes. Contrairement aux motos conventionnelles, qui sont généralement conçues pour un seul passager, une moto cargo est équipée d'une plate-forme de chargement à l'arrière ou sur le côté, permettant le transport d'objets volumineux ou lourds.

Ces motos sont souvent utilisées pour la livraison de colis, les services de courrier, les déplacements professionnels ou les services de taxi, notamment dans les zones urbaines congestionnées où il est difficile de se déplacer rapidement en voiture. Les motos cargo sont également populaires dans les pays en développement, où elles sont utilisées pour transporter des marchandises sur de courtes distances, parfois sur des routes difficiles d'accès aux véhicules plus grands.



Fig. I-6 Motos tricycle de chez VMS industrie

I.5. Conception assistée par ordinateur (CAO)

I.5.1. Conception

La conception assistée par ordinateur (CAO) occupe une place centrale dans la conception et la fabrication de projets et de pièces mécaniques. Elle permet d'effectuer des études de conception et de dimensionnement, ainsi que des analyses de données, afin de garantir la résistance de la structure selon les spécifications et les normes internationales. La CAO offre une panoplie

d'outils puissants pour créer des modèles 3D, réaliser des assemblages et générer les dessins techniques nécessaires à la fabrication des pièces mécaniques.

Dans ce domaine, plusieurs logiciels de CAO sont disponibles. Parmi eux (CATIA, Siemens NX, Creo Parametric, Autodesk Inventor, etc.), nous travaillerons avec SolidWorks, un logiciel reconnu et largement utilisé dans l'industrie pour ses fonctionnalités avancées de modélisation, de simulation et de validation des conceptions.

I.5.2. SolidWorks

SolidWorks est un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) développé par la société américaine Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, fondée en 1993. La première version commerciale de SolidWorks, SolidWorks 95, a été lancée en novembre 1995. SolidWorks est utilisé pour créer des modèles 3D, des assemblages et des dessins techniques pour la fabrication de pièces mécaniques. Il est largement utilisé dans les domaines de l'ingénierie, de l'architecture et de la conception de produits. SolidWorks offre une variété d'outils pour la modélisation, la simulation et la validation des conceptions, ce qui en fait un outil précieux pour les professionnels de la conception et de la fabrication.

I.6. Procédé de fabrication

I.6.1. Le découpage

I.6.1.1. La guillotine

La guillotine est une machine-outil utilisée pour la découpe de feuilles de métal. Elle est également connue sous le nom de cisaille à tôle. La machine comporte une table plane pour supporter la tôle à découper et un bras mobile qui contient un couteau tranchant, généralement appelé la lame. Lorsque la tôle est placée sur la table de la guillotine, le bras mobile descend pour couper la tôle à travers la lame, produisant ainsi une découpe nette et précise. Les guillottes pour tôle peuvent être manuelles, hydrauliques ou électriques, avec des capacités de découpe allant de quelques millimètres à plusieurs mètres de longueur. Elles sont couramment utilisées dans les industries de la construction, de l'ingénierie et de la fabrication pour produire des pièces métalliques à partir de feuilles de tôle. [5]

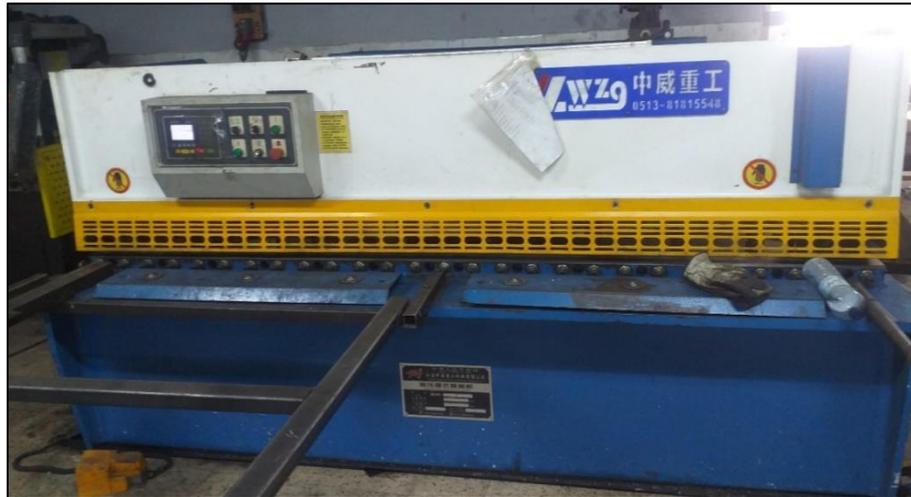


Fig. I-7 Cisaille guillotine mécanique pour tôles jusqu'à 6mm d'épaisseur.

I.6.1.2. Scie mécanique

Une scie mécanique est une machine-outil utilisée pour couper des matériaux tels que le bois, le métal, le plastique, le béton et la pierre. Elle fonctionne en faisant passer une lame de scie rotative à travers le matériau, produisant ainsi une coupe nette et précise. Les scies mécaniques peuvent être équipées de lames dentées, de disques, de chaînes ou de bandes, selon le type de matériau à couper. Elles peuvent être actionnées manuellement, électriquement, hydrauliquement ou pneumatiquement, selon le modèle. Les scies mécaniques sont couramment utilisées dans les industries de la construction, de l'ingénierie et de la fabrication pour produire des pièces et des composants à partir de matériaux bruts. [5]



Fig. I-8 Scies à ruban à coupe droite horizontale ABS 320 B [5]

I.6.1.3. La découpe plasma

La découpe plasma est un procédé industriel utilisé pour couper des plaques de métaux au moyen de jets de plasma constrictés. Ces derniers, générés par des torches de découpe, permettent de faire fondre et d'expulser le métal en raison de leur température et de leur vitesse supersonique très élevées. [6]

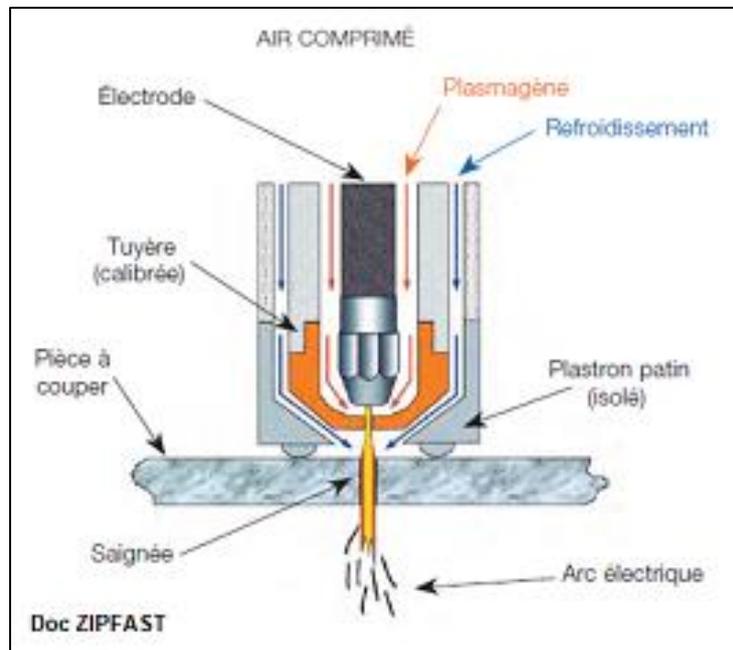


Fig. I-9 Principe d'une découpe plasma [7]

- **Avantage de la découpe plasma**

- Grandes vitesses de découpage dans le secteur des épaisseurs de tôles fines à moyennes.
- Vitesses de découpage plus importantes dans le secteur des épaisseurs de tôles moyennes à grandes qu'avec le procédé laser.
- Découpage d'aciers de construction très résistants avec faible apport thermique.



Fig. I-10 Machine de découpe plasma

I.6.2. Pliage

I.6.2.1. Pliieuse Hydraulique

La presse plieuse est une machine conçue pour effectuer des plis par rapprochement successif de deux outils rectilignes (communément appelés « matrices »). Elles sont généralement utilisées pour travailler la tôle. Les presses plieuses peuvent être hydrauliques, c'est-à-dire que le mouvement est assuré par des vérins hydrauliques, ou bien mécaniques à embrayage à friction.[8]



Fig. I-11 Presse plieuse hydraulique

I.6.3. Cintrage des tubes

Le cintrage de tube est le processus de courbure de tubes en métal ou en plastique pour les adapter à une forme ou une configuration spécifique. Les tubes peuvent être cintrés à la main. Le cintrage de tube est utilisé dans de nombreuses applications, notamment dans l'industrie automobile, l'aéronautique, la construction navale, la fabrication de meubles et d'autres industries nécessitant des tubes courbés selon des formes spécifiques. Les tubes courbés sont souvent utilisés pour fabriquer des systèmes d'échappement, des rampes et des garde-corps, des cadres de fenêtres, des châssis de véhicules, des meubles en métal et d'autres produits nécessitant des tubes courbés ou avec l'aide d'une machine-outil, telle qu'une cintrreuse manuelle, électrique ou hydraulique.



Fig. I-12 Cintreuse à tubes

I.6.4. Poinçonnage

Le poinçonnage consiste à enlever de la matière. La forme poinçonnée peut être quelconque en fonction des besoins et du couple poinçon-matrice.

La partie enlevée, appelée débouchure peut être soit du rebut comme dans le cas de fabrication de tôle perforée, soit la pièce utile (ou pièce brute appelée flan) qui servira à la fabrication d'un objet par emboutissage ou par tout autre usinage. Sur machines modernes de production, le poinçonnage est couplé avec la phase de grignotage pour le découpage rapide et sans déformation, de formes complexes dans des tôles minces [9].



Fig. I-13 Poinçonneuse hydraulique

I.6.5. Emboutissage

Emboutir une tôle consiste à imposer un pli et une déformation de la surface de l'acier identique au poinçon et à la matrice afin de lui donner un volume en dépassant la limite élastique de la matière en alliage métallique. Le procédé d'emboutissage consiste à travailler le métal jusqu'à des déformations admissibles pour le matériau, sans aller jusqu'à la rupture de la tôle. En pratique, l'épaisseur finale de la tôle emboutie reste sensiblement égale à l'épaisseur initiale du métal. A travers le procédé d'emboutissage, nous pouvons être amenés, dans la fabrication d'outils à suivre et d'outillage embouti, à passer par des déformations successives de la tôle, à l'aide de presses, afin d'éviter les ruptures du métal, notamment pour les opérations d'emboutissages profonds. [10]

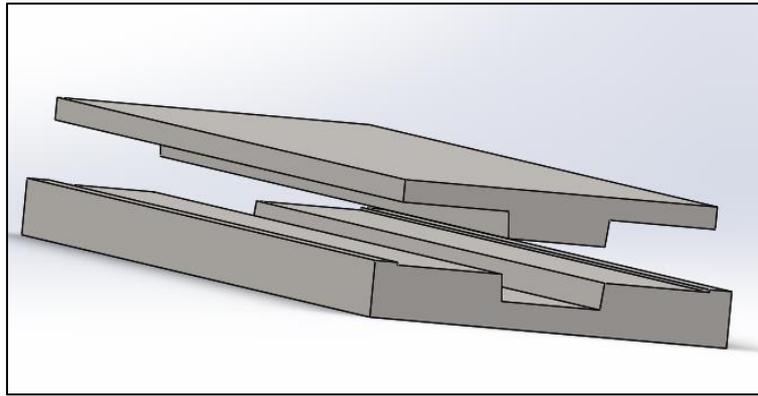


Fig. I-14 Moule d'emboutissage réalisé avec sur SolidWorks

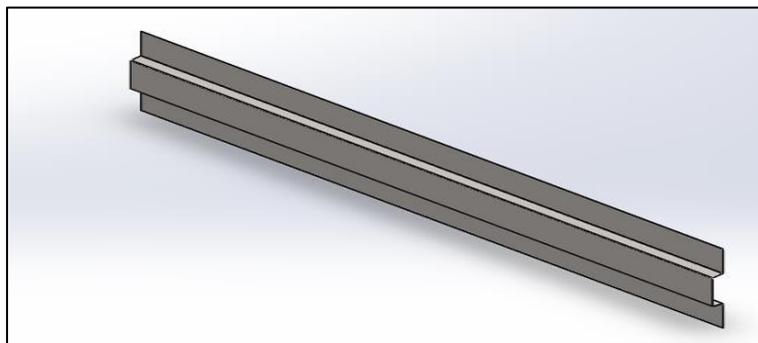


Fig. I-15 Pièce à réaliser à partir du moule précédent

I.7. Soudage

Le soudage est un processus de fabrication mécanique qui permet d'assembler deux ou plusieurs pièces métalliques en utilisant de la chaleur et/ou de la pression.

Il existe plusieurs techniques de soudage, dont le soudage MIG/MAG, qui est largement utilisé par l'industrie, y compris par VMS industrie.

I.7.1. Soudage MIG/MAG

Le soudage MIG/MAG (MIG signifiant Metal Inert Gas et MAG signifiant Metal Active Gas) est un processus de soudage à l'arc électrique. Il implique l'utilisation d'un fil d'apport continu qui est fondu par une source de chaleur pour créer un joint entre les pièces à assembler. Le fil d'apport est alimenté automatiquement à travers une torche de soudage et est protégé par un gaz inerte (dans le cas du soudage MIG) ou un gaz actif (dans le cas du soudage MAG) pour empêcher la contamination du métal fondu par l'air environnant.

I.7.2. Différence entre le MIG et le MAG

- **Le M.I.G:** ce procédé est destiné au soudage de l'aluminium, des alliages légers, de cuivre, de nickel et des aciers fortement alliés pour des raisons métallurgiques ne supportent que l'argon ou des mélanges d'argon et d'hélium et permettent une stabilité de l'arc.
- **Le M.A.G:** ce procédé est destiné au soudage des aciers non alliés et des aciers faiblement alliés. Les éléments oxydant du mélange gazeux (CO₂, Argon + CO₂, Argon + Oxygène Etc..) sont dosés pour stabiliser l'arc, mais aussi pour intervenir d'une façon active sur la forme de la zone fondue. Ils interviennent également sur la viscosité du métal fondu et sur la compacité de la soudure... [11]

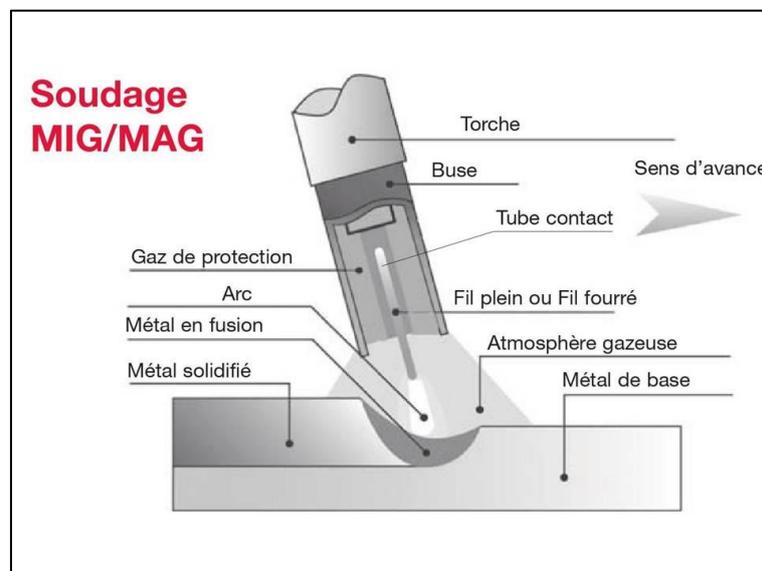


Fig. I-16 Le procédé de soudage MIG/MAG [11]

I.7.3. Gabarit de soudage

Un gabarit de soudage est un dispositif utilisé dans le processus de soudage pour maintenir les pièces à souder dans la position correcte et assurer la précision des soudures. Il est conçu pour maintenir les pièces de manière stable et les aligner correctement, ce qui facilite l'exécution des soudures avec précision et efficacité.

Les gabarits de soudage sont largement utilisés dans l'industrie de la fabrication et de la construction, notamment dans la soudure de structures métalliques, de tuyauteries, de réservoirs et d'autres composants. Ils sont essentiels pour garantir la qualité et la cohérence des soudures, réduire les erreurs et faciliter le processus de soudage.

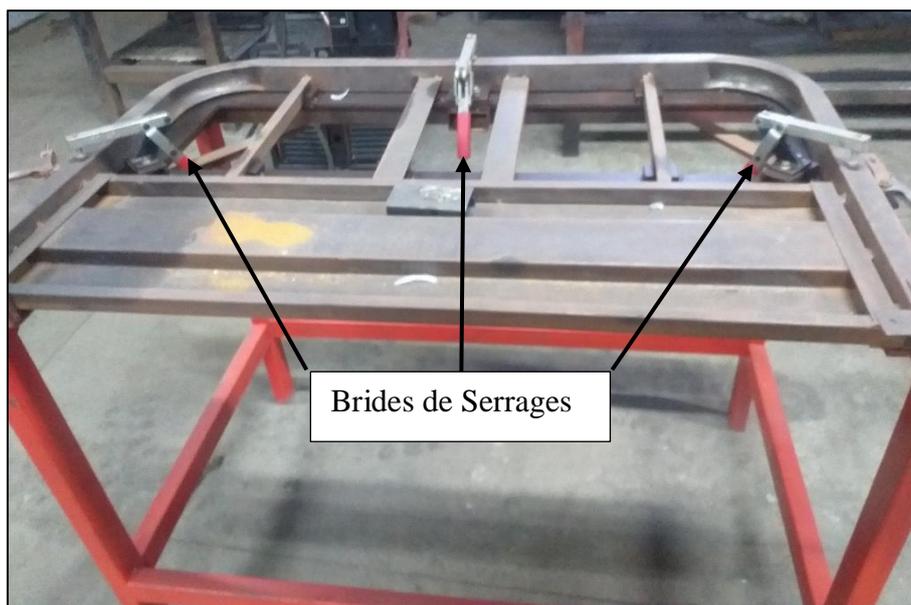


Fig. I-17 Gabarit de soudage pour la ridelle avant du plateau réalisé par VMS Industrie

Chapitre II Étude du Matériau « S235 JR »

II.1. Introduction

Le choix judicieux du matériau est un élément déterminant dans le domaine de l'industrie. VMS Industrie, en tant qu'acteur majeur de son secteur, a opté pour le S235 JR pour la fabrication de ses plateaux tricycles. Dans cette étude, nous analyserons la composition chimique de ce matériau. Nous poursuivrons ensuite par la réalisation d'un essai de traction, permettant de déterminer les propriétés mécaniques du matériau.

L'échantillon de traction a été fourni par VMS Industrie pour une évaluation précise et complète des propriétés du S235 JR.

II.2. Analyse de la composition chimique du S235 JR

II.2.1. Définition

L'analyse de la composition chimique est une méthode utilisée pour déterminer la quantité et la proportion des éléments chimiques présents dans un matériau donné. Elle permet d'identifier les éléments constitutifs d'un échantillon et de quantifier leur pourcentage ou leur concentration relative. Cette analyse peut être réalisée à l'aide de différentes techniques, telles que la spectroscopie, la spectrométrie de masse, la chromatographie ou la méthode de la fusion en laboratoire.

L'objectif de l'analyse de composition chimique est de fournir des informations précises sur la composition d'un matériau, ce qui est essentiel pour comprendre ses propriétés physiques et chimiques, ainsi que pour garantir sa qualité et sa conformité aux normes industrielles.

II.2.2. Résultats et discussions

Dans le tableau suivant on retrouve la composition chimique du S235 JR faite par VMS industrie voire l'annexe A pour plus de détails :

Élément	Pourcentage (%)
Fer « Fe »	99.1
Carbone « C »	0.511
Silicium « Si »	0.0258
Manganèse « Mn »	0.214
Chrome « Cr »	0.0125
Molybdène « Mo »	0.0030
Nickel « Ni »	0.0091
Aluminium « Al »	0.0389
Cuivre « Cu »	0.0146
Cobalt « Co »	0.0020
Phosphore « P »	0.0138
Soufre « S »	0.0062
Étain « Sn »	0.0029
Vanadium « V »	0.0010
Tungstène « W »	0.040

Tableau II-1 Compositions chimiques du S235 JR fournie par VMS industrie

À partir de l'analyse présentée dans le tableau ci-dessus, nous pouvons tirer les conclusions suivantes sur la composition de l'acier :

- **Alliage faible** : L'acier présenté est un acier faiblement allié en raison de la présence de certains éléments d'alliage, tels que le chrome, le molybdène, le nickel, l'aluminium et le tungstène, bien que leurs pourcentages soient relativement bas.
- **Principaux éléments constitutifs** : La composition de l'acier est principalement basée sur le fer (Fe), qui représente 99.1% du matériau.
- **Teneur en carbone** : L'acier contient une teneur en carbone de 0.511%. Cette teneur modérée en carbone suggère que l'acier peut présenter une bonne combinaison de résistance mécanique et de ductilité.

- **Éléments d'alliage** : Bien que les pourcentages des éléments d'alliage soient relativement bas, leur présence indique que cet acier pourrait avoir des propriétés améliorées, telles que la résistance à la corrosion, la résistance mécanique ou la ténacité.
- **Potentiel de soudabilité** : Les aciers faiblement alliés, comme celui-ci, sont généralement considérés comme étant relativement faciles à souder, ce qui peut être un avantage dans certaines applications.

II.3. Essai de traction

II.3.1. Définition

Un essai de traction est une expérience de physique qui permet de mesurer les propriétés mécaniques d'un matériau lorsqu'il est soumis à une sollicitation uniaxiale. Cette méthode d'essai mécanique est utilisée pour déterminer les grandeurs caractéristiques des matériaux, telles que la limite d'élasticité, la résistance à la traction et le module d'élasticité. Les résultats de l'essai de traction permettent également de caractériser le comportement mécanique du matériau, qu'il soit fragile ou ductile

II.3.2. But de l'essai

L'essai de traction a pour but l'évaluation des caractéristiques d'un matériau. L'essai consiste à exécuter sur une éprouvette de forme cylindrique ou prismatiques des forces croissantes qui vont la déformer progressivement puis la rompre [12].

II.3.3. Eprouvette de l'essai de tractions

Avant de procéder à un essai de traction sur une machine, il est courant d'utiliser des éprouvettes normalisées afin d'effectuer cet essai dans des conditions précises et contrôlées. Deux types d'éprouvettes sont couramment utilisés : les éprouvettes prismatiques et les éprouvettes cylindriques. Nous avons opté pour l'éprouvette prismatique pour réaliser notre essai.

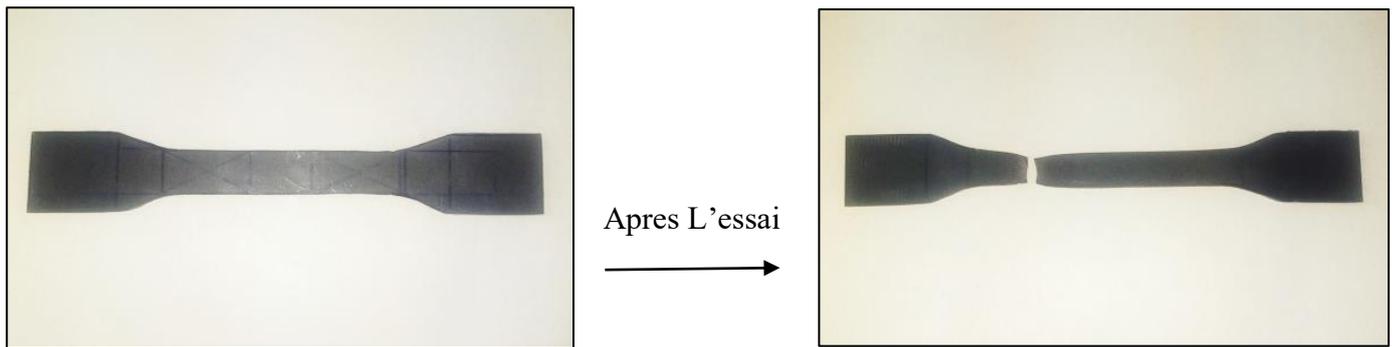


Fig. II-1 Epreuve prismatic

II.3.4. Dimensions de l'éprouvette

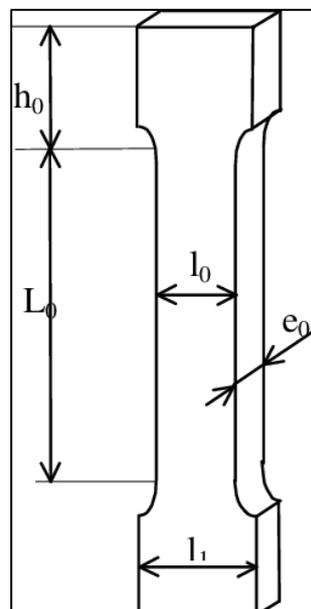


Fig. II-2 Dimension de l'éprouvette de traction prismatic

Désignations	h_0	L_0	l_0	e_0
Valeurs (mm)	35	47	10.5	1.8

Tableau II-2 Dimensions de l'éprouvette prismatic

II.3.5. Essai réalisé à l'Université de Sétif

II.3.5.1. Machine de traction utilisée



Fig. II-3 Machine d'essai de traction Zwick/Roell disponible à l'université de Sétif

II.3.6. Courbe obtenu après l'essai

Le deuxième test effectué à l'université de Sétif a généré une courbe dont le rapport est présenté dans (l'annexe B). Les résultats ont été convertis en format Excel pour faciliter la compréhension de la courbe, qui est illustrée ci-dessous.

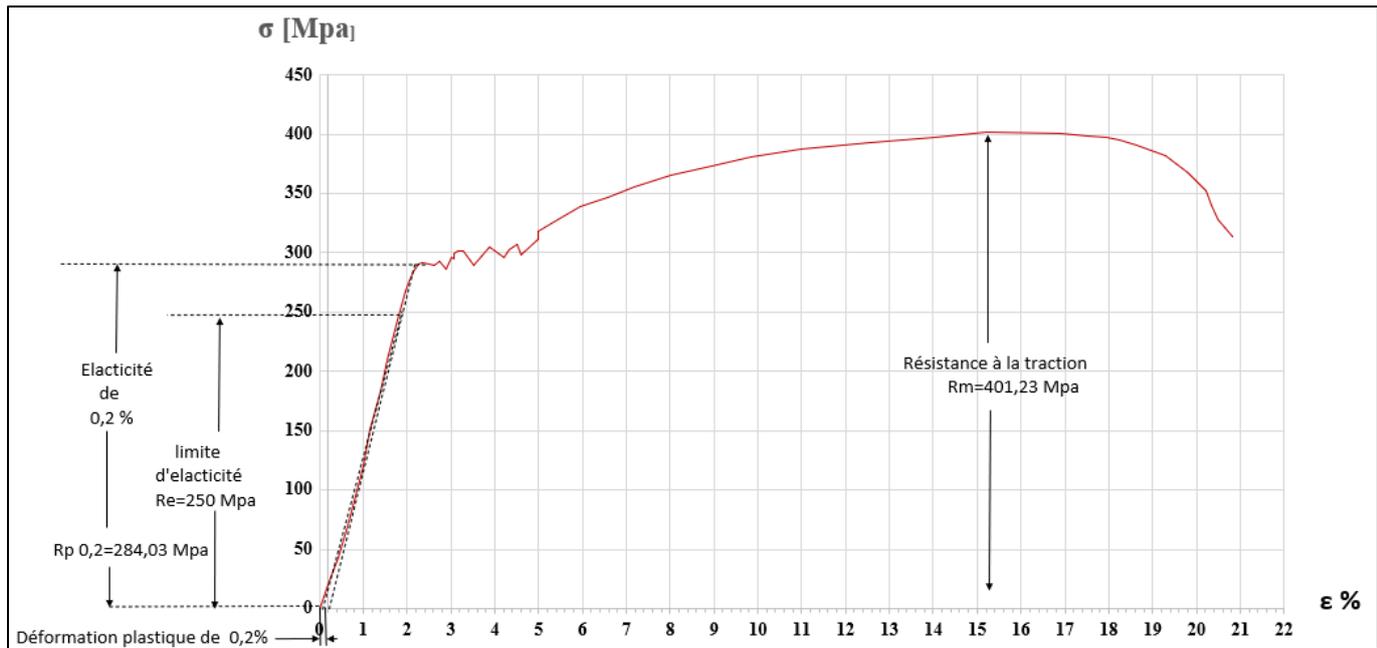


Fig. II-4 Courbe d'essai de traction

II.3.7. Caractéristiques à déterminer après ces deux essais

II.3.7.1. La limite d'élasticité « Re »

Correspond à la contrainte à partir de laquelle le matériau commence à se déformer plastiquement. En pratique, bien que la définition soit simple, cette limite est difficile à apprécier car le passage du domaine élastique au domaine plastique se fait de façon progressive.

II.3.7.2. La limite d'élasticité conventionnelle « Rp 0.2 »

C'est la contrainte pour laquelle on mesure une déformation plastique de 0,2 %.

II.3.7.3. La résistance à la traction « Rm »

La résistance maximale à la traction (R_m) est définie comme la contrainte maximale atteinte lors de l'essai de traction.

II.3.8. Résultats

Ces résultats sont illustrés dans le tableau ci-dessous :

	Université de Sétif	Littérature
Re	250 MPa	235 MPa
Rp 0.2	284.03 MPa	
Rm	401.23 MPa	De 360 MPa a 510 MPa

Tableau II-3 Résultats des deux essais de traction

II.3.9. Discussion

Après avoir réalisé l'essai de traction sur une éprouvette prismatique conforme aux dimensions requises, une courbe de traction a été obtenue à l'aide d'Excel. Cette courbe nous a permis de déterminer les propriétés mécaniques du matériau testé.

Les valeurs moyennes obtenues lors de notre test :

- La limite élastique du matériau est de **250 MPa**.
- La limite d'élasticité conventionnelle (Rp0.2) est de **284.03 MPa**.
- La résistance à la traction (Rm) est de **401.23 MPa**.

Toutefois, il est important de noter que les valeurs obtenues peuvent varier en fonction de divers facteurs, tels que les conditions de l'essai et les propriétés intrinsèques du matériau.

Il est donc recommandé de se référer aux spécifications et aux normes officielles pour obtenir les valeurs exactes de la limite élastique du S235JR dans des conditions standardisées.

II.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons pu observer différents essais qui peuvent être réalisés afin d'étudier un matériau. Commençons par déterminer sa composition chimique, qui nous a donné les teneurs de chaque élément qui compose ce matériau. Ainsi, on peut déterminer plusieurs conclusions à partir de cela. Qui est que notre matériau est ductile et facilement soudable

Ensuite, un essai de traction consiste à appliquer une force progressive sur un échantillon du matériau dans le but d'évaluer sa résistance et son comportement mécanique.

Les résultats obtenus sont en bonne concordance avec les valeurs standard :

- La limite élastique du matériau est de 250 MPa.
- La limite d'élasticité conventionnelle ($R_{p0.2}$) est de 284.03 MPa.
- La résistance à la traction (R_m) est de 401.23 MPa.

Chapitre III Étude numérique du comportement mécanique du plateau

III.1. Introduction

Cette section se concentre sur l'étude numérique du comportement mécanique du plancher tricycle, en examinant les contraintes de von Mises, les déplacements et le coefficient de sécurité. Nous commençons par la conception du plancher selon le modèle réel, suivi d'une analyse statique pour déterminer les contraintes et les déplacements subis par le plancher lorsqu'il est soumis à une charge en compression. Pour atteindre ces objectifs, la conception et la simulation ont été réalisées à l'aide du logiciel SolidWorks.

III.2. Conception du plateau

La modélisation du plateau a été conçue par les ingénieurs de VMS Industrie à l'aide du logiciel SOLIDWORKS, le modèle de ce dernier est représenté sur la figure Fig. III-1 en respectant les dimensions réelles prises manuellement. (Voir annexe C)

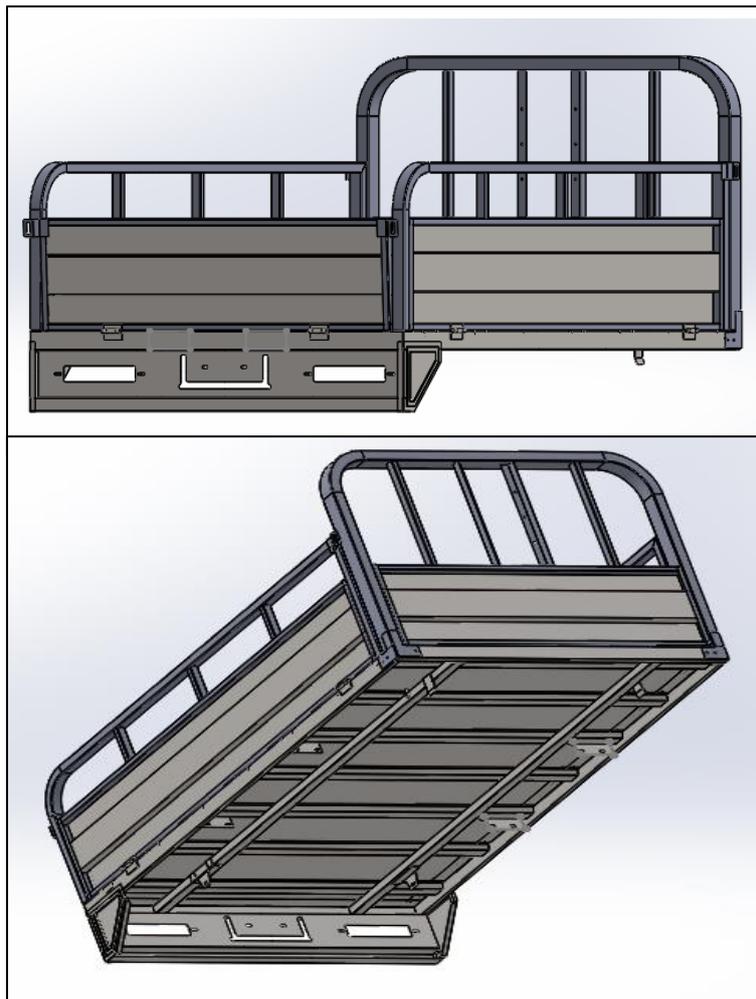


Fig. III-1 Conception du plateau sur SolidWorks

III.3. Etude statique du plancher et de la ridelle avant

La méthode d'analyse statique en ingénierie structurelle repose sur une formulation linéaire statique des matériaux et l'hypothèse selon laquelle les charges et les déplacements ne varient pas dans le temps. Elle utilise la loi de Hooke, qui relie la contrainte et la déformation d'un matériau élastique. En combinaison avec la méthode des éléments finis et l'hypothèse des petites perturbations, cette approche permet aux ingénieurs de calculer les contraintes, les déformations, déplacements et le coefficient de sécurité.

La méthode des éléments finis subdivise la structure en éléments plus petits pour résoudre les équations individuellement, ce qui est particulièrement utile pour modéliser des géométries complexes et des comportements non linéaires des matériaux. L'hypothèse des petites perturbations suppose que les déformations sont suffisamment petites pour que les relations linéaires entre contraintes et déformations restent valables.

En ingénierie, les niveaux de contraintes et de déformations sont évalués afin de prévenir la rupture due à des charges élevées. Les coefficients de sécurité sont utilisés pour cette évaluation. Des coefficients de sécurité élevés indiquent que les contraintes sont faibles par rapport à la capacité du matériau, ce qui est favorable du point de vue de la sécurité. En revanche, un coefficient de sécurité inférieur à l'unité indique un risque potentiel de rupture du matériau, ce qui nécessite des mesures correctives pour garantir une conception et une utilisation sécuritaires.

III.3.1. Données du matériau

Nom	S235 JR
Type du modèle	Linéaire élastique isotrope
Module d'élasticité (MPa)	210000
Coefficient de poisson	0.28
Masse volumique (Kg/m³)	7800
Résistance à la rupture à la traction (MPa)	360
Limite d'élasticité (MPa)	235

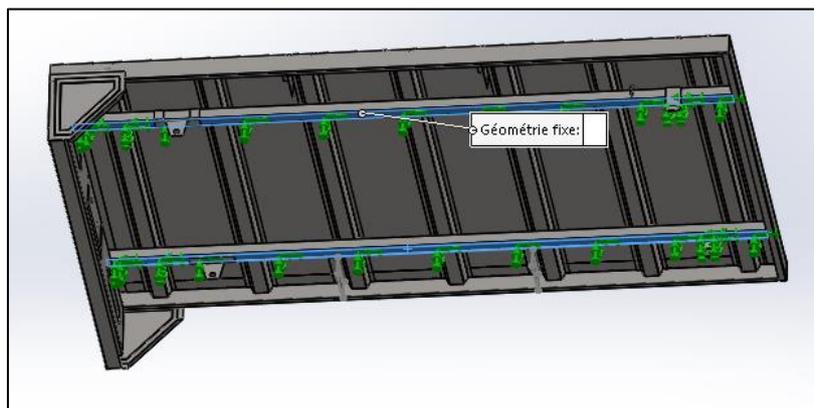
Tableau III-1 Caractéristique mécanique du matériau S235JR

Remarque

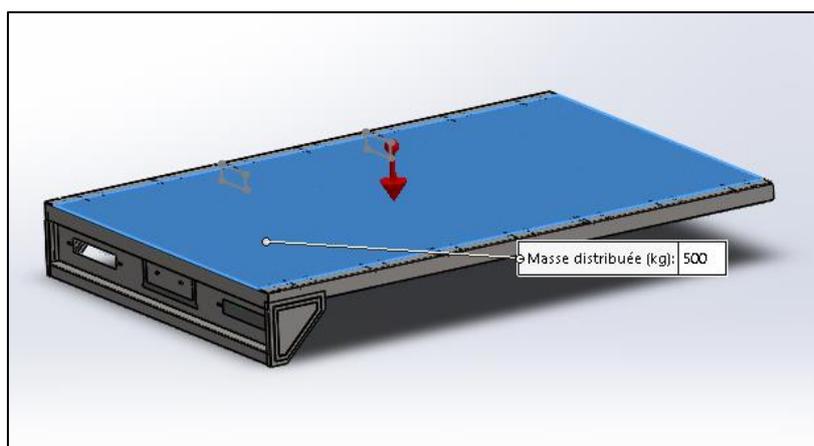
En raison de la complexité de la structure du plateau, nous n'avons pas été en mesure d'effectuer une simulation numérique complète de l'ensemble du plateau en raison de contraintes de ressources, notamment le manque d'un ordinateur suffisamment puissant. Par conséquent, nous avons pris la décision de limiter la simulation numérique au plancher et à la ridelle avant.

III.3.2. Conditions aux limites du plancher

On fixe les deux tubes sous le plateau car ce sont eux qui se posent sur le châssis de la moto. Ensuite, nous allons ajouter une charge de 500 kg sur le plancher qui est l'équivalent de 4905 N, en prenant en compte la direction de la gravité. On note que la charge de 500 Kg est imposée par VMS.



(a)



(b)

Fig. III-2 Application des conditions aux limites au plancher (a) Appliquer une géométrie fixe (b) Appliquer une distribution de masse de 500kg ou 4905N

III.3.3. Conditions aux limites de la ridelle avant

Nous fixons les pattes de fixation qui maintient la ridelle avant au plancher. Ensuite, nous appliquons une force de 2000 N sur la face avant de la ridelle (l'estimation de 2000 N qui est équivalent à 200 Kg.)

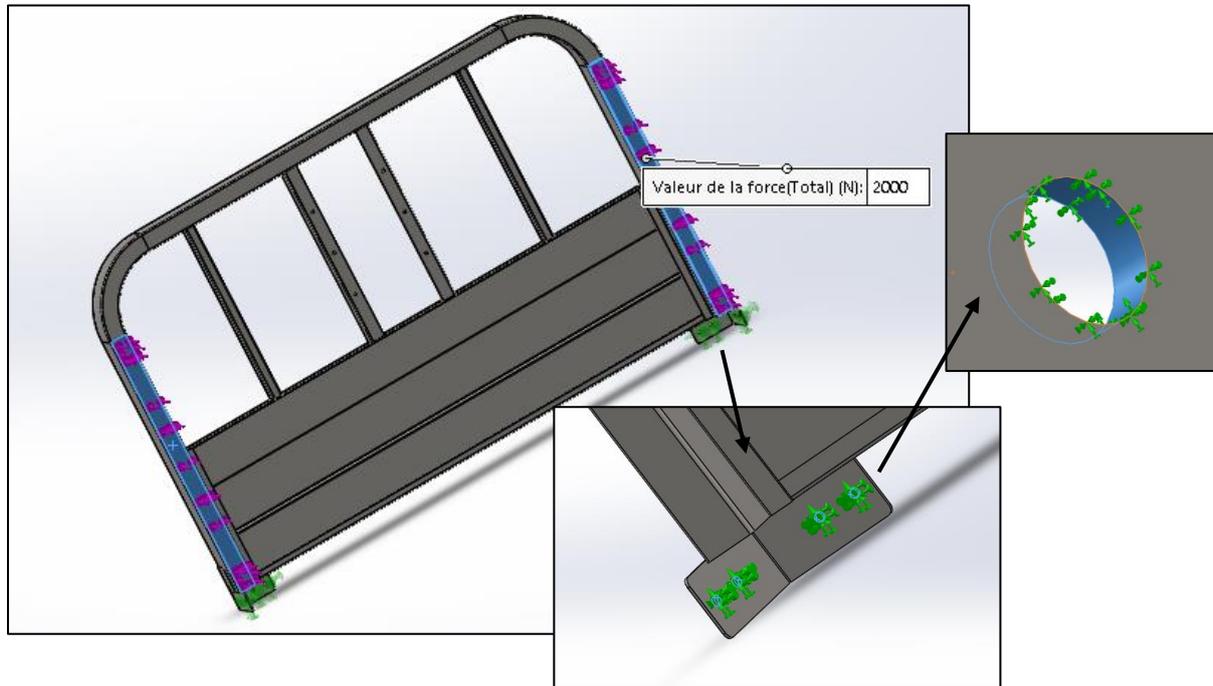


Fig. III-3 Application des conditions aux limites à la ridelle avant

III.4. Maillage du plateau

Le maillage est une étape clé de la simulation où le modèle est subdivisé en petits éléments de formes prédéfinies (triangles, quadrilatères, etc.). Ces éléments forment le maillage, et la fonction à analyser est définie individuellement sur chaque élément. La méthode des éléments finis utilise cette approche par morceaux. En résumé, le maillage consiste en la division du modèle en éléments, permettant l'analyse par morceaux dans la méthode des éléments finis.

III.4.1. Maillage du plancher

Nous allons utiliser une technique de maillage « raccordé basée sur la courbure », qui consiste à raffiner le maillage dans les zones présentant une forte concentration de contraintes.

Ainsi, nous pourrons effectuer des simulations numériques plus précises et fiables pour évaluer les performances et la résistance des structures soumises à des contraintes importantes. (Voir Fig. III-4)

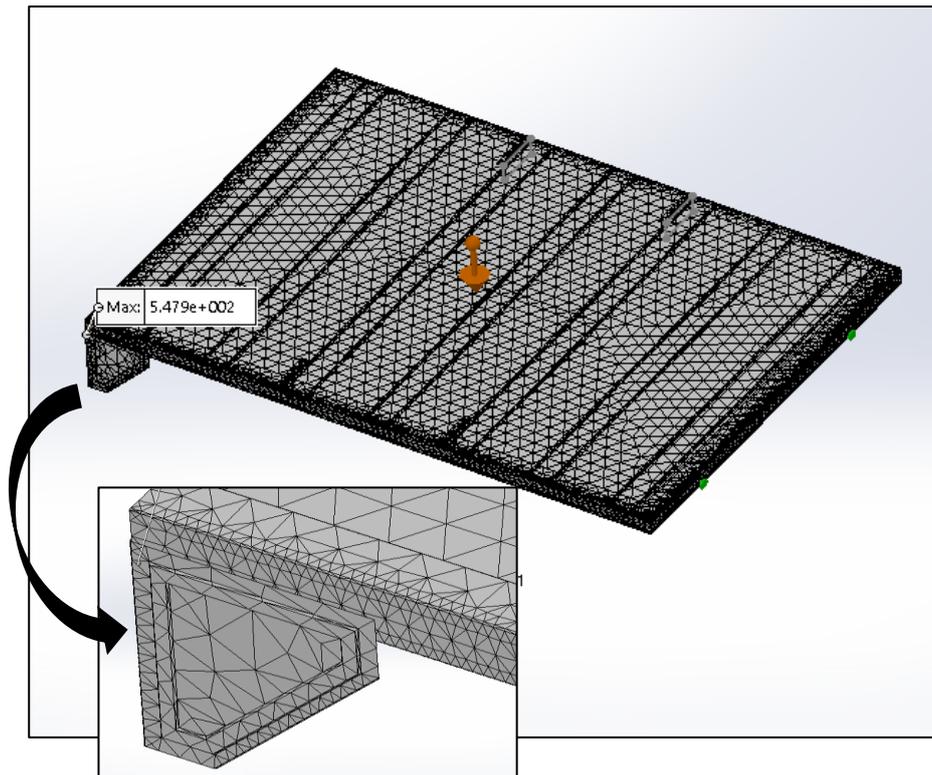


Fig. III-4 Maillage du plancher

III.4.2. Maillage de la ridelle avant

Pour la ridelle avant nous allons utiliser un maillage « basé sur la courbure ». Ce type de maillage implique de raffiner la structure du maillage dans les zones où les contraintes sont fortement élevées. Cela signifie que le maillage sera plus fin dans les régions présentant des fortes concentrations de contraintes. (Voir Fig. III-5)

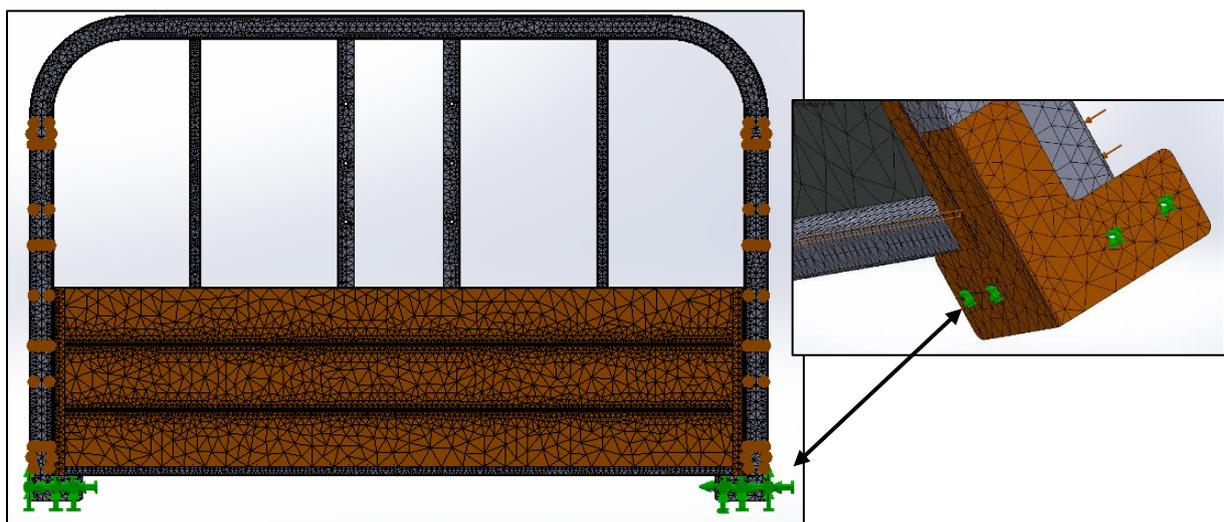


Fig. III-5 Maillages de la ridelle avant

III.5. Résultats et discussions

III.5.1. Résultats du plancher

III.5.1.1. Analyse des contraintes de von Mises et déplacement maximal

Les contraintes de von Mises sont une mesure de la contrainte appliquée à un matériau soumis à une charge, largement utilisée en mécanique des solides pour évaluer sa résistance à la déformation plastique. Elles sont exprimées en unités de pression telles que le pascal (Pa) ou le mégapascal (MPa). Les contraintes de Von Mises sont couramment employées dans la conception de structures et de machines pour garantir que les matériaux utilisés présentent une résistance suffisante pour supporter les charges auxquelles ils seront soumis.

Les Fig. III-6, 7 et Fig. III-8 représentent respectivement la contrainte de (von Mises) et le déplacement maximal du plancher.

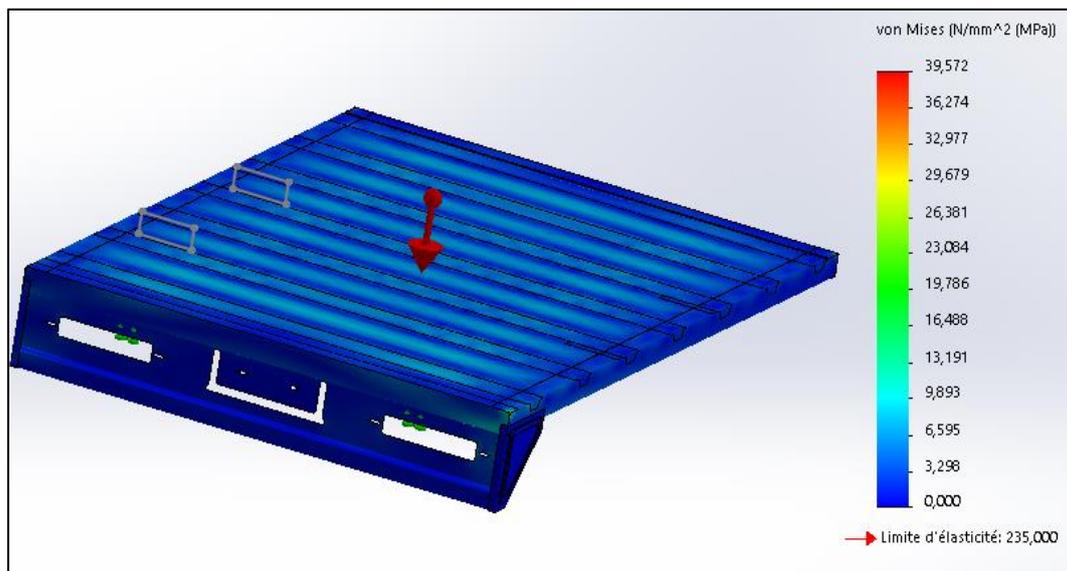


Fig. III-6 Contrainte de Von mises plancher

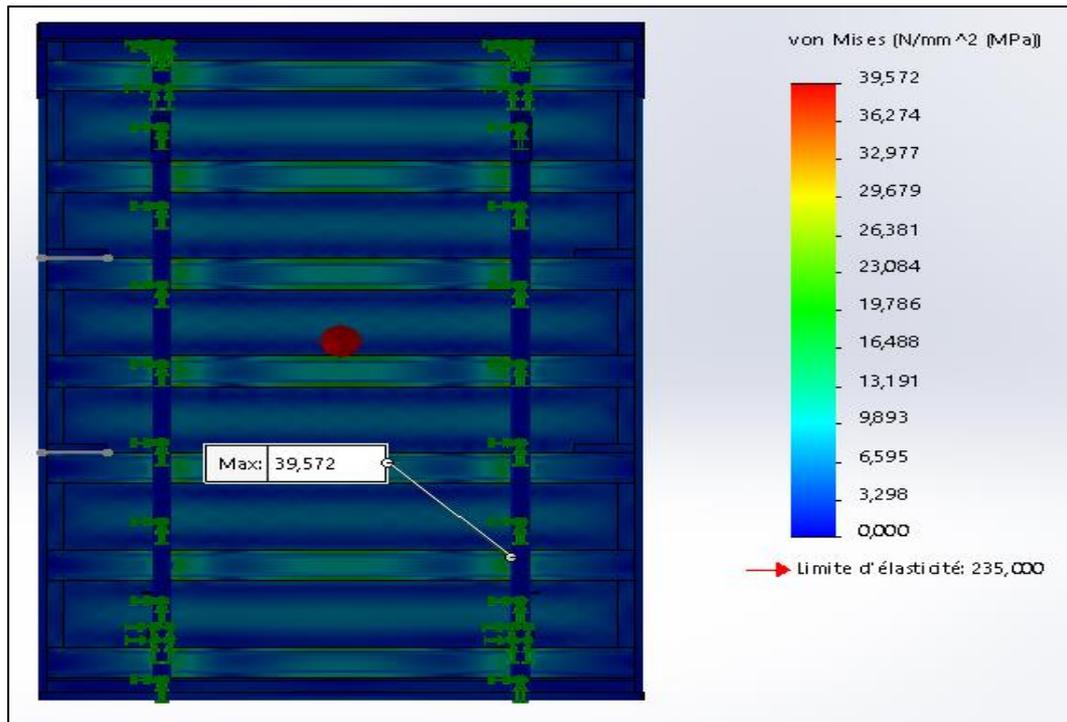


Fig. III-7 Contrainte Von mises du plancher (vu de dessous)

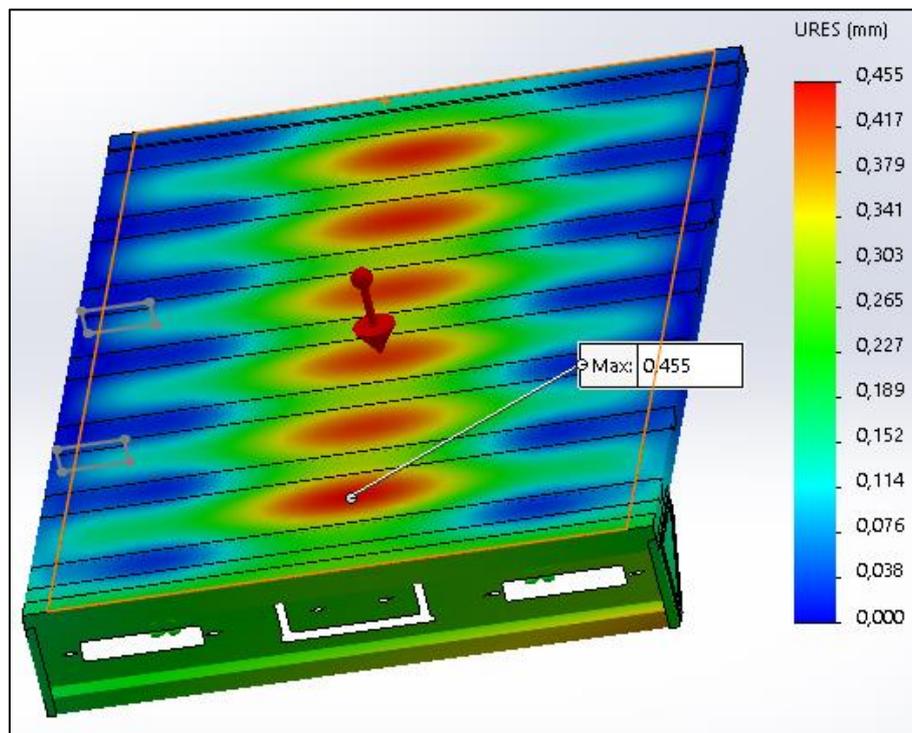


Fig. III-8 Déplacement maximal du plancher

Après analyse des résultats, il a été déterminé que le plancher présente une résistance maximale (contrainte de Von Mises) de 39.572 MPa et un déplacement maximal de 0,455 mm.

Il convient de noter que la contrainte maximale reste inférieure à la limite d'élasticité de l'acier appliqué (235 MPa), ce qui confirme la capacité du plancher à supporter avec succès la charge à laquelle il est soumis. Ainsi, il peut être conclu que le plancher est suffisamment résistant pour répondre aux exigences requises.

III.5.1.2. Coefficient de Sécurité

Un coefficient de sécurité est un paramètre permettant de dimensionner des dispositifs. Lorsque l'on conçoit un dispositif, il faut s'assurer qu'il remplisse ses fonctions en toute sécurité pour l'utilisateur. Il faut pour cela connaître la charge à laquelle il sera soumis. La figure présente le tracé du coefficient de sécurité de notre plateau, le coefficient de sécurité $s = 5$ est supérieur à 1, ce qui implique que le plancher résiste bien à la charge qui lui est appliquée (500kg). D'après le coefficient de sécurité, notre plancher peut supporter plus de 5 fois la charge appliquée. Sachant que la norme exigée par VMS industrie pour la construction des bennes est $CS=3$.

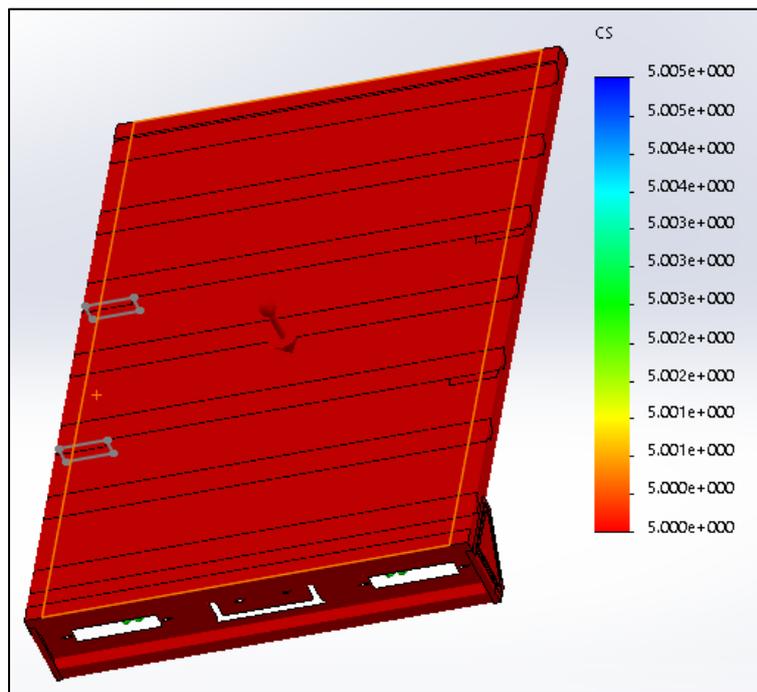


Fig. III-9 Tracé du coefficient de sécurité du plancher

III.5.2. Résultats de la ridelle avant

III.5.2.1. Contrainte de von Mises et déplacement maximale

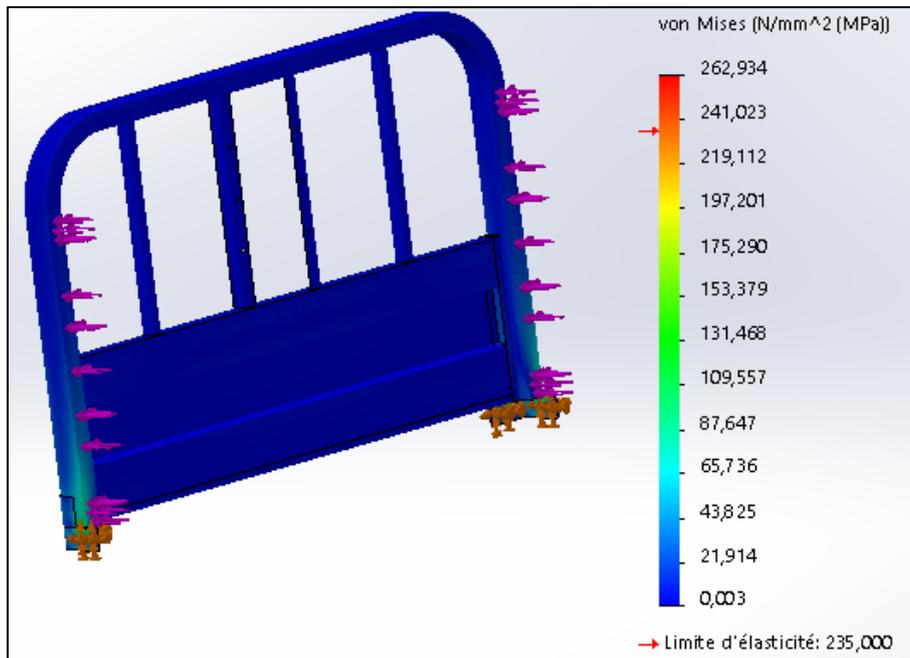


Fig. III-10 Contraintes de Von mises de la ridelle avant

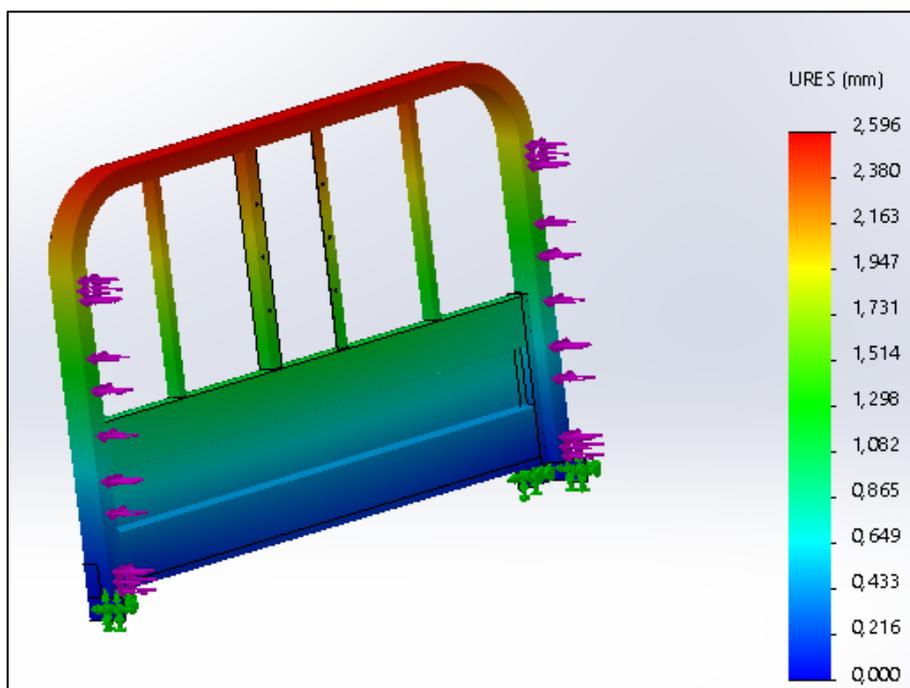


Fig. III-11 Déplacement maximal de la ridelle avant

Après l'application d'une force de 2000N sur la ridelle avant, il a été observé que la contrainte de von Mises résultante a dépassé la limite élastique préétablie de 235 Mpa. Le résultat obtenu s'est élevé à 262.934 Mpa, ce qui est supérieur à la limite tolérée. De plus, un

déplacement de 2.596 mm a été mesuré suite à l'application de la force. Ces observations indiquent une défaillance potentielle de la ridelle sous la charge appliquée, ce qui nécessite une analyse plus approfondie et une évaluation de l'intégrité structurelle.

En effet, au cours de notre stage chez VMS Industrie, nous avons découvert un prototype mis à la disposition des travailleurs pour diverses tâches et pour constater les déformations potentielles qui pourraient survenir sur le plateau afin de l'améliorer. Nous avons constaté qu'il y avait une rupture dans la pièce reliant le plancher à la ridelle avant, ce qui a été confirmé par une simulation numérique (voir Fig. III-10). Cette observation met en évidence une possible défaillance de la pièce structurelle, nécessitant une évaluation plus approfondie afin de déterminer les causes de la rupture et de proposer des améliorations pour éviter des défaillances potentielles à l'avenir.



Fig. III-12 Déformation de la patte de fixation

III.6. Solution suggérer pour améliorer la résistance

Afin de proposer des modifications à la patte de fixation existante dans VMS, illustré dans la figure suivante :

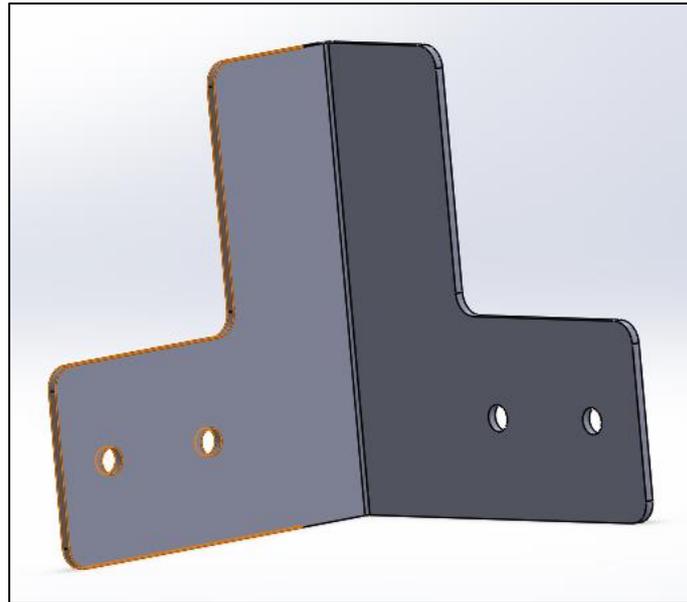


Fig. III-13 Patte de fixation avant modification

Nous avons utilisé SolidWorks pour concevoir un nouveau modèle que nous avons amélioré en minimisant les angles aigus avec une forte concentration de contraintes, et en ajoutant des arcs pour absorber les sollicitations. Le résultat de cette conception est présenté ci-dessous. Cette approche a été entreprise pour améliorer la qualité et la résistance de la fixation tout en réduisant les risques de défaillance. Des tests supplémentaires seront nécessaires pour évaluer l'efficacité de cette nouvelle conception. (Voir annexe C) pour les cotations de la pièce.

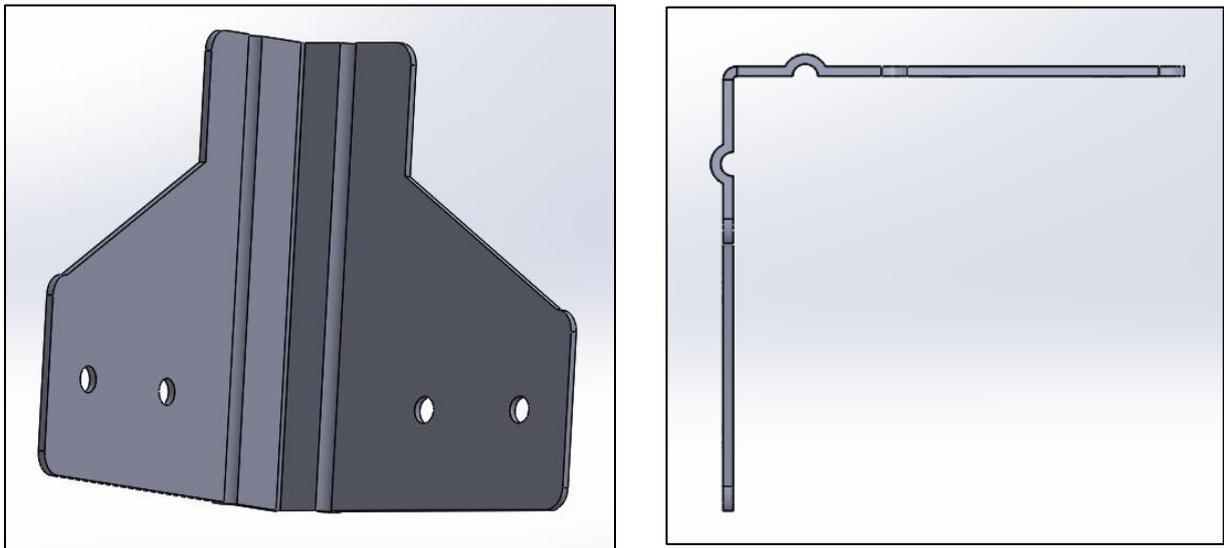


Fig. III-14 Patte de fixation après modification

III.6.1. Résultat de la simulation numérique

Après avoir effectué des modifications sur la patte de fixation et mené une simulation numérique à l'aide de SolidWorks, nous avons appliqué les mêmes conditions limites à la nouvelle conception. Nous avons constaté une réduction significative de la contrainte maximale de von Mises, qui était de 262.934 Mpa avant les modifications et de 177.923 Mpa après les modifications. Cette diminution notable de la contrainte maximale peut être attribuée à l'efficacité des améliorations apportées à la pièce structurelle. En outre, le déplacement maximal a également diminué, passant de 2,596 mm avant les modifications à 1,93 mm après les modifications. Ces résultats indiquent que la nouvelle conception de la patte de fixation a contribué à améliorer la résistance et la fiabilité de la fixation

III.6.1.1. Von Mises

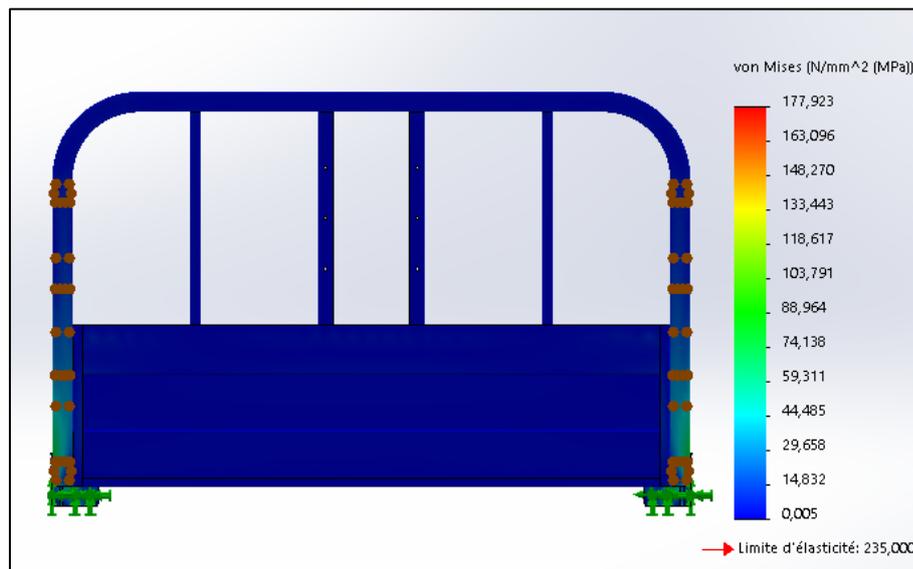


Fig. III-15 Contraintes de Von mises après rectification

III.6.1.2. Déplacement maximale

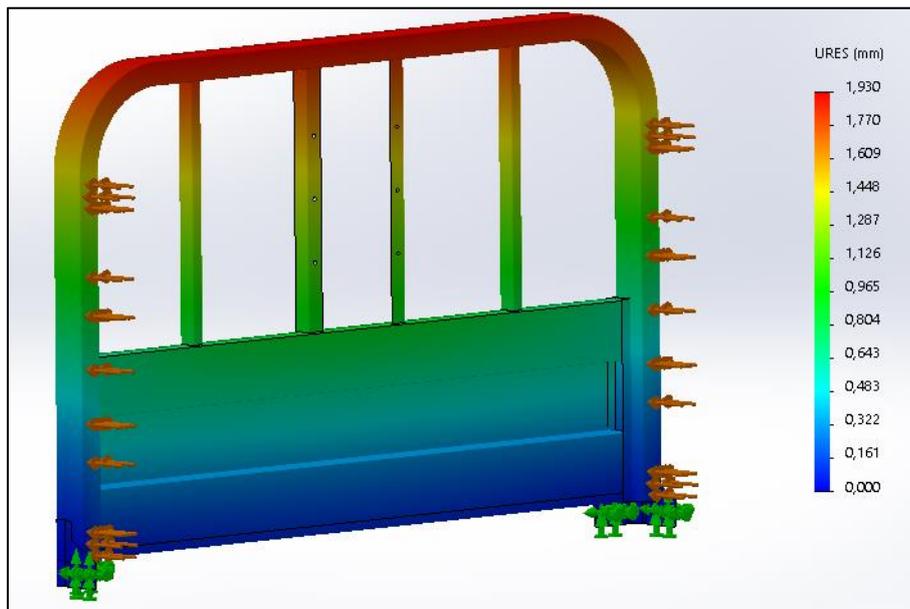


Fig. III-16 Déplacement maximal de la ridelle avant après rectification

III.7. Conclusion

Dans le présent chapitre, nous avons mené une analyse statique du plateau par le biais d'une simulation numérique, dans le but de comprendre son comportement mécanique face à une charge appliquée. L'analyse statique nous a permis de tirer des conclusions importantes :

- La contrainte de von Mises maximale observée sur le plancher est de 39.572 MPa, restant toujours inférieure à la limite élastique du matériau choisi, qui était de 235.000 MPa. Ainsi, le déplacement maximal du plancher était de 0,455 mm, ce qui est considéré comme acceptable pour ce type de structure.
- L'étude du coefficient de sécurité a montré une valeur très satisfaisante de ce dernier ($C_s = 5$), indiquant que le plancher est capable de supporter la charge de 500 kg qui lui est appliquée. En effet, d'après ce coefficient, le plancher pourrait supporter plus de 5 fois la charge appliquée.
- En revanche, la patte de fixation de la ridelle avant au plancher n'a pas été en mesure de supporter la force de 2000 N, ce qui a causé la rupture de la pièce.
- Comme la patte de fixation n'a pas résisté à une charge de 2000 N, nous avons apporté des modifications qui lui ont permis de respecter la limite élastique et de réduire son déplacement maximal

Chapitre IV Optimisation du procédé de fabrication

IV.1. Introduction

L'optimisation est un processus visant à trouver la meilleure solution possible dans un ensemble de possibilités, en tenant compte des contraintes et des objectifs spécifiques. C'est une discipline utilisant des techniques mathématiques, statistiques et informatiques pour améliorer les performances, réduire les coûts et prendre des décisions éclairées. Dans le domaine de la fabrication, l'optimisation vise à améliorer l'efficacité, la qualité et la rentabilité des opérations de production.

IV.1.1. Optimisation de la découpe avec « Cutlist Optimizer »

L'optimisation joue un rôle essentiel dans toutes les entreprises, quel que soit leur domaine d'activité. Elle permet de minimiser les pertes de temps et de matières premières. Au cours de notre stage chez VMS Industrie, nous avons constaté l'existence de nombreux processus de découpe de différentes dimensions (tôles, tubes). Afin de simplifier le calcul de la meilleure méthode pour minimiser les déchets de découpe et gagner du temps. Nous proposons un site web qui facilitera cette tâche.

« <https://www.cutlistoptimizer.com/> »

Cette plateforme permettra d'optimiser la découpe en réduisant les déchets et en augmentant l'efficacité du processus.

IV.1.2. Description du site « cutlist optimizer »

CutList Optimizer est un outil en ligne puissant et pratique conçu pour optimiser le processus de découpe des matériaux, tels que le bois, le verre, le métal ou le plastique, dans le cadre de projets de construction ou de fabrication. Ce site web offre une solution pratique pour minimiser les pertes de matériaux et maximiser l'efficacité de la découpe.

Le fonctionnement de CutList Optimizer Fig. IV-1 et Fig. IV-2 est simple et convivial. Les utilisateurs peuvent télécharger les dimensions de leurs matériaux, spécifier les mesures des pièces qu'ils souhaitent découper, et l'outil génère ensuite automatiquement un plan de découpe optimal. Le logiciel utilise des algorithmes avancés pour organiser les pièces de manière à réduire les chutes et les déchets, ce qui permet d'économiser du temps, de l'argent et des ressources.

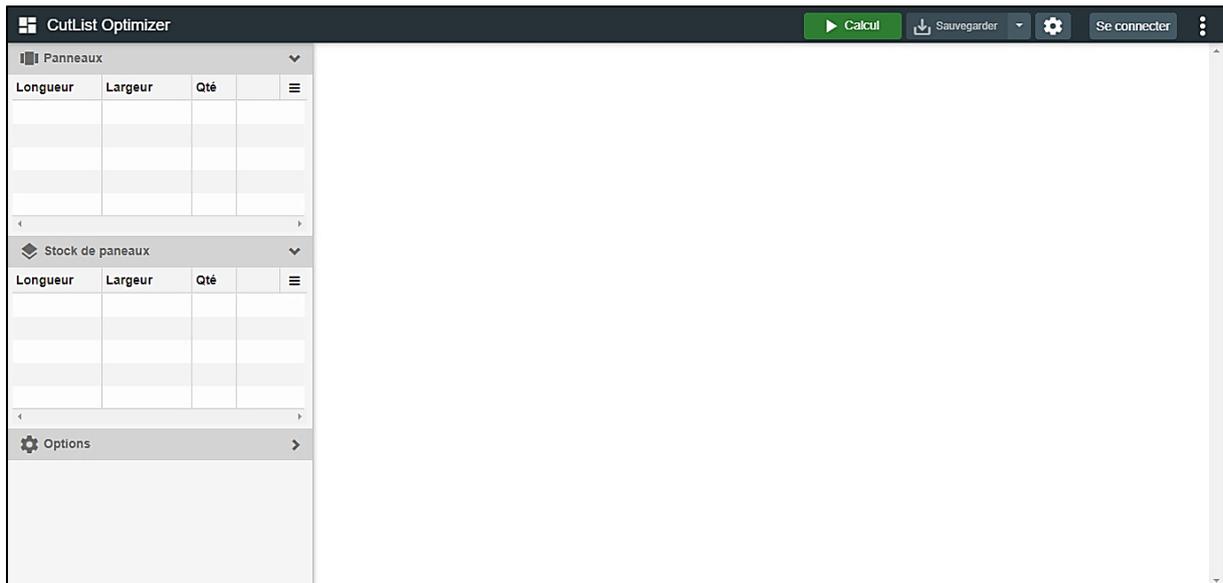


Fig. IV-1 Interface du site cutlist optimizer

IV.1.3. Fonctionnement de « cutlist optimizer »

Avant de commencer les calculs, nous devons d'abord remplir la partie du site présentée sur la Figure Fig. IV-2. Dans la section "Stock de panneaux", nous renseignons les dimensions de notre matière première brute que nous allons utiliser lors de la découpe. Dans la section "Panneaux", nous indiquons les dimensions que nous souhaitons obtenir après la découpe.

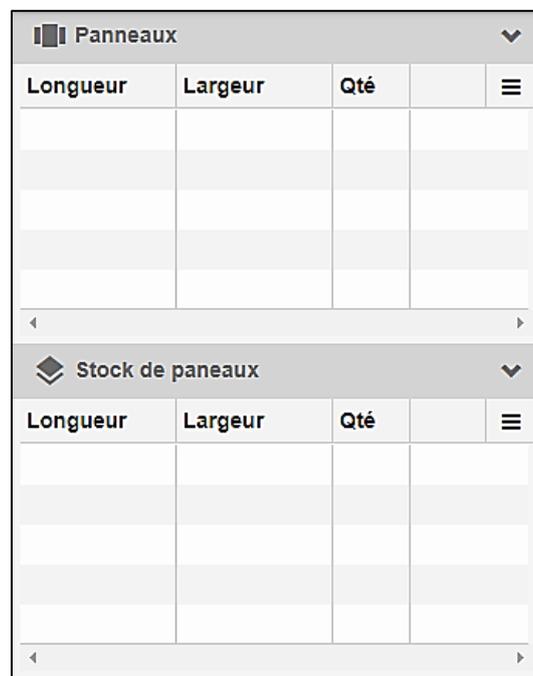


Fig. IV-2 Introduction des données

Après avoir rempli les informations précédentes, nous cliquons sur le bouton "Calcule" pour générer le plan de découpe. Ensuite, nous accédons au menu des options représenté par trois points et sélectionnons l'option de téléchargement au format PDF. Ce fichier PDF est ensuite fourni aux personnes chargées de la découpe. Cette procédure est illustrée dans la **Figure IV.3**.

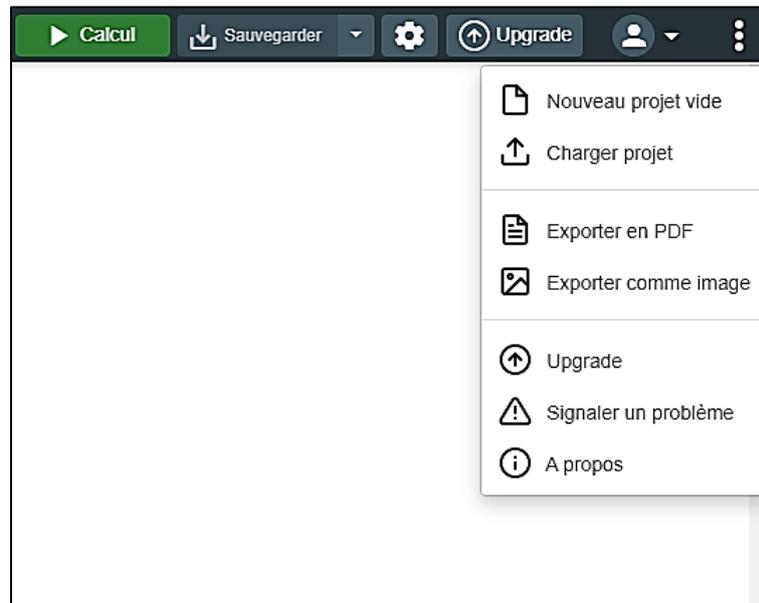


Fig. IV-3 Extraire le résultat

IV.1.3.1. Exemple d'un calcul

Afin de fournir un exemple concret des résultats obtenus sur ce site, nous avons choisi de réaliser un calcul pour l'opération de découpe de vingt (20) plateaux, correspondant à la production quotidienne de plateaux chez VMS Industrie. Il est important de souligner que la fabrication des plateaux nécessite l'utilisation de tôles et de tubes rectangulaires de dimensions variées.

Remarque : On note que le programme Cutlist Optimizer effectue un calcul en 2D. Par exemple, si on souhaite découper un tube carré de dimensions 30×20 de différentes longueurs, nous devons simplement entrer la valeur souhaitée ainsi que l'une des faces du tube, que ce soit 20 mm ou 30 mm, En revanche, pour les tôles, le calcul est plus simple, car il s'agit déjà d'un calcul en 2D.

Les dimensions de la matière première nécessaires pour un seul plateau sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tubes		
MATERIAUX	DIMENSSION (mm)	QUENTITE
Tube 40 ×30 ×1,4	1750	2
	3000	2
Tube 30 ×20 ×1,2	1675	4
	1161	4
	420	2
	130	6
Tube 60×40×1,8	2730	1
Tôles		
MATERIAUX	DIMENSION (mm)	QUENTITE
Tôle 1mm	1710×1160	1
	1245×100	7
	1800×130	2
	1250×130	1
	135×75	4
	1675 ×350	2
	1161 ×350	2
Tôle 1,5mm	420×60	2
	320×90	8

Tableau IV-1 Matière première pour un plateau

IV.1.3.2. Résultats

Après avoir introduit toutes les données pour optimiser la découpe de vingt (20) plateaux, nous avons obtenu le résultat suivant :

(1) Tôles

CutList Optimizer			
Panneaux en stock utilisés	11	Panneaux	1675×350 x40 \ 1661×350 x40 \ 1710×1160 x20 \ 1245×100 x140 \ 1800×130 x40 \ 1250×130 x20 \ 135×75 x80
Surface totale utilisée	117226000 76%	Stock de	2500×1250 x20 \ 2000×1000 x46
Surface totale de chutes	37274000 24%	panneaux	
Nb de coupes	474		
Longueur de coupe totale	510353		
Largeur de coupe/de lame	0		

Fig. IV-4 Résultat du plan de découpe de tôles pour vingt (20) plateaux

L'analyse de ce résultat est illustrée dans le tableau ci-dessous :

Types de tôles	Quantité utilisé	Pourcentage de chute
2500x1250	20 panneaux	Total de 24%
1000x2000	46 panneaux	

Tableau IV-2 Analyses des résultats (tôles)

(2) **Tubes**

CutList Optimizer			
Panneaux en stock utilisés	8	Panneaux	130×20 x120 \ 1670.5×20 x80 \ 1163.5×20 x40 \ 420×20 x40 \ 1157×20 x40
Surface totale utilisée	5177200 98%	Stock de	6000×20 x44
Surface totale de chutes	102800 2%	panneaux	
Nb de coupes	320		
Longueur de coupe totale	6400		
Largeur de coupe/de lame	0		
CutList Optimizer			
Panneaux en stock utilisés	5	Panneaux	1750×30 x40 \ 2190×30 x40 \ 480×30 x40
Surface totale utilisée	5304000 89%	Stock de	6000×30 x33
Surface totale de chutes	636000 11%	panneaux	
Nb de coupes	120		
Longueur de coupe totale	3600		
Largeur de coupe/de lame	0		
CutList Optimizer			
Panneaux en stock utilisés	1	Panneaux	2730×60 x20
Surface totale utilisée	3276000 91%	Stock de	6000×60 x10
Surface totale de chutes	324000 9%	panneaux	
Nb de coupes	20		
Longueur de coupe totale	1200		
Largeur de coupe/de lame	0		

Fig. IV-5 Résultats des découpages de tubes

L'analyse de ce résultat est illustrée dans le tableau ci-dessous :

Types de tubes	Quantité utilisé	Pourcentage de chute
Tube (30×20×1,2) ×6000	44 Tubes	2%
Tube (40 ×30 ×1,5) ×6000	33 Tubes	3%
Tube (60×40×1,8) ×6000	10 Tubes	9%

Tableau IV-3 Analyses des résultats (de tubes)

Remarque

Pour accéder à une représentation plus détaillée des résultats ainsi qu'à son schéma de découpage, veuillez-vous référer à l'annexe D.

IV.2. Conception d'un gabarit de poinçonnage**IV.2.1. Introduction**

Dans le but de faciliter le processus de poinçonnage, nous avons été chargées par VMS Industrie de concevoir un outil qui simplifiera cette tâche, car actuellement il est effectué de manière manuelle à l'aide d'une visseuse. Cette méthode manuelle complique le processus et prend du temps. Par conséquent, nous avons choisi de concevoir un gabarit de poinçonnage qui sera placé devant une poinçonneuse, permettant ainsi d'automatiser l'opération.

Les poinçons seront utilisés pour fixer les paumelles reliant les ridelles au plancher comme la montre la figure ci-dessous

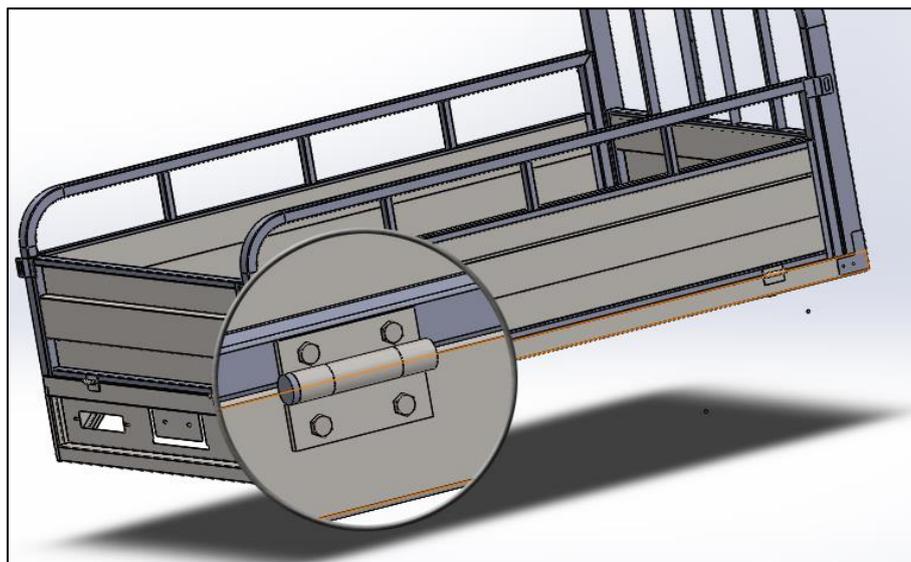


Fig. IV-6 Figure montrant le positionnement de la paumelle dans le plateau

IV.2.2. Conception du gabarit

Le présent gabarit a été spécifiquement conçu pour effectuer l'opération de poinçonnage sur une tôle présentant une configuration en forme de "U" afin de permettre la fixation de la partie inférieure de la paumelle au plancher.

Le mode de fonctionnement de cet équipement consiste à positionner le "U" sur le gabarit, en veillant à positionner son extrémité sur l'une des cales mobiles. La distance entre ces cales est ajustée pour correspondre à l'espacement des trous des paumelles.

Ce gabarit se révèle particulièrement utile lorsqu'il s'agit de réaliser le poinçonnage des tubes latéraux (U) gauche et droit en utilisant les cales d'extrémité qui intègrent à la fois une partie fixe et une cale mobile.

De plus, il est possible d'utiliser les cales situées au centre pour effectuer le poinçonnage du support feu arrière du plateau.

Il convient de souligner que le diamètre des trous est ajusté en fonction de la configuration de la matrice utilisée sur la poinçonneuse.

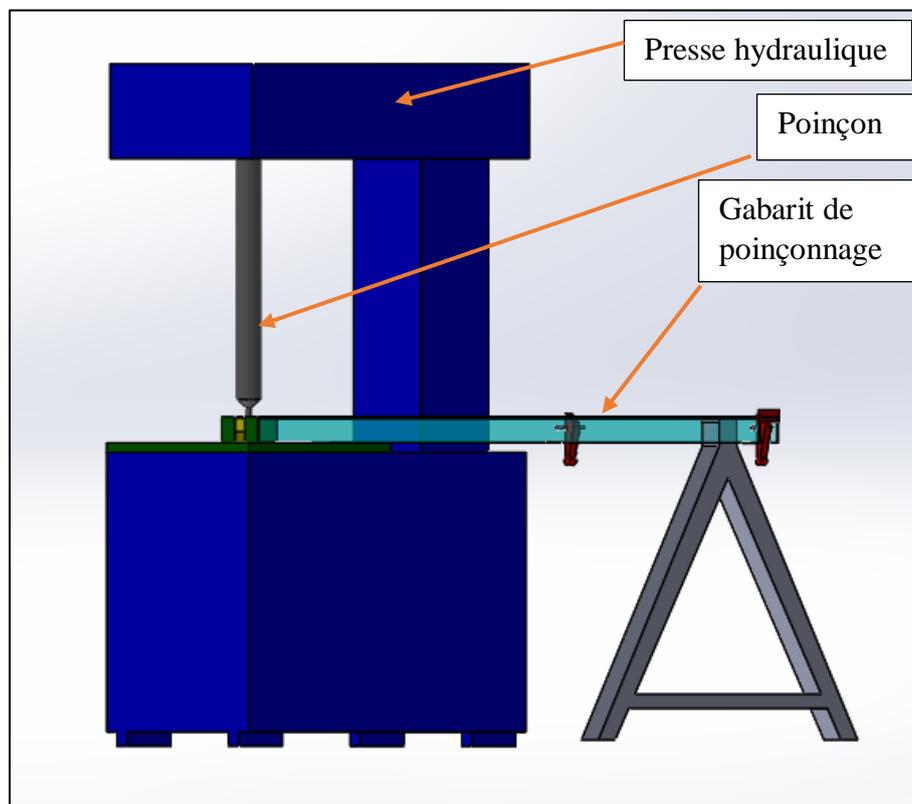


Fig. IV-7 Gabarit de poinçonnage en 3D

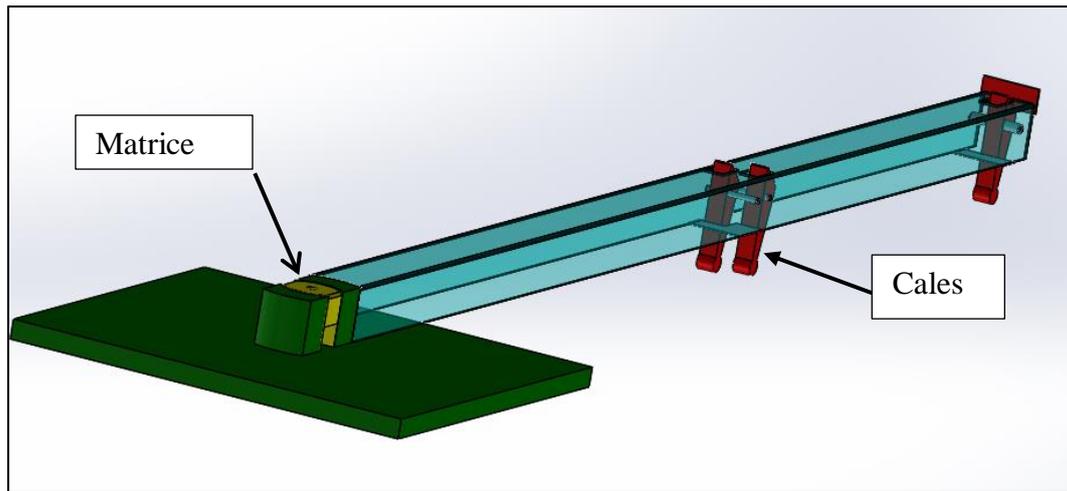


Fig. IV-8 Composant principale du gabarit

Remarque

En ce qui concerne le fonctionnement des cales, leur maintien perpendiculaire est assuré par leur forme géométrique, ce qui favorise le processus de poinçonnage.

IV.3. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé certains aspects clés de l'optimisation du procédé de fabrication. Dans la première partie, nous nous sommes concentrés sur l'optimisation du découpage afin de minimiser les chutes de matériau. Pour cela, nous avons recommandé l'utilisation de la plateforme en ligne "Cutlist Optimizer", qui s'avère être un outil pratique pour faciliter ce processus. Grâce à cette plateforme, nous avons pu optimiser la disposition des pièces à découper sur les matériaux disponibles, réduisant ainsi le gaspillage de matériau et maximisant l'utilisation des ressources.

Dans la deuxième partie, nous avons procédé à la conception d'un gabarit de poinçonnage. Ce gabarit vise à faciliter le processus de poinçonnage des paumelles qui fixent les ridelles au plancher, tout en permettant de gagner un temps précieux.

En combinant ces deux approches, nous avons pu améliorer l'efficacité, réduire les coûts et garantir des résultats de haute qualité dans notre procédé de fabrication.

Conclusion générale et perspectives

La réalisation et la compréhension de ce travail ont nécessité un stage pratique au sein de l'entreprise VMS Industrie, située à Oued Ghir dans la wilaya de Bejaia. Ce stage a été d'un grand bénéfice, car il nous a permis de vivre une expérience dans une entreprise de fabrication et de montage de motos. Cette expérience nous a donné une prise de conscience des étapes importantes pour arriver à créer un produit prêt à être utilisé.

La première étape essentielle dans le processus est la conception assistée par ordinateur (CAO). Grâce à des logiciels spécialisés, nous pouvons créer des modèles 3D détaillés de chaque composant du plateau.

Suivie du choix du matériau chaque matériau a ses propres caractéristiques mécaniques, poids et propriétés spécifiques, et il est crucial de sélectionner celui qui répond le mieux aux besoins du produit final.

Après avoir déterminé le matériau, nous procédons à une étude approfondie de son comportement mécanique en utilisant le logiciel SolidWorks pour des simulations numériques. Cela nous permet d'évaluer la résistance du plateau et de proposer des solutions afin d'améliorer sa résistance.

Comme l'optimisation est très importante dans chaque entreprise, nous avons proposé des outils qui permettent de minimiser les chutes lors du découpage et d'économiser du temps.

Annexe A

Annexe B

Annexe C

Annexe D

Références bibliographiques

- [1] [7] ZEMMOURA, Mahmoud. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master en Génie Mécanique, spécialité Construction Mécanique. 2022.
- [2] Site pour voir les motos de collection « <https://www.moto-collection.org/blog/1896-2016-bicentenaire-de-la-naissance-de-l-g-perreaux-createur-de-la-premiere-moto/> »
- [3] ANDRIAMANDIAMANANA, José Olivier Chrysante. "Description mécanique de la motocyclette et contribution à sa maintenance pour une meilleure exploitation." Mémoire pour l'obtention du Certificat d'Aptitude Pédagogique de l'École Normale, Université de Fianarantsoa, 2009/2010.
- [4] Photo d'une moto BMW <https://www.motorcyclecruiser.com/story/bikes/history-trike-motorcycle/>
- [5] Premier site d'information motos en Algérie « <https://www.moto-dz.com/> »
- [6] Godinaud, Nicolas, P. Boivin, Pierre Freton, Jean-Jacques Gonzalez, et F. Camy-Peyret. "Développement d'un Code Hyperbolique pour une Application à la Découpe Plasma."
- [8] Multiprévention. (2015). Fiche Presse Plieuse. <https://multiprevention.org/wp-content/uploads/2015/11/multiprevention-fiche-presse-plier.pdf>
- [9] Cours de technologie générale des mécaniciens, classe de 1ère, lycée technique. Cours de perfectionnement au BP-dessin et BTS-BE, Automobiles Peugeot, Sochaux. « <Http://www.lyrfac.com/soutiens/knbase/pdf/poinconnage.pdf> »
- [10] Kuchly SA. Emboutissage site l'entreprise est spécialisée dans l'emboutissage et propose divers services dans ce domaine.. <https://www.kuchly-sa.fr/emboutissage/>
- [11] Entreprise Weldx produit de soudage leurs site « <https://www.weldx.com/procedes-metaux-apport-soudage-produit-de-soudure.html> »
- [12] Université de Batna 2. (s.d.). TP Essai de traction [Document PDF]. "http://staff.univ-batna2.dz/sites/default/files/djenane_abdellah/files/rdm_tp_ndeg01_essai_de_traction_1.pdf"

Résumé

Notre travail vise à résoudre divers problèmes au sein de l'entreprise VMS Industrie, en commençant par l'amélioration de la résistance du plateau et l'optimisation du procédé de fabrication pour minimiser les pertes de matériau et optimiser le temps de production. Pour atteindre ces objectifs, nous avons réalisé une simulation numérique pour étudier le comportement mécanique du plateau, ainsi qu'une analyse de la composition chimique de l'acier utilisé, et des tests de traction. Ces analyses nous ont permis de comprendre les facteurs qui affectent la résistance du plateau et d'identifier des améliorations potentielles pour optimiser le procédé de fabrication.

Mots clés : VMS, Plateau Tricycle, Traction, Simulation numérique

Abstract

Our work aims to solve various problems within the company VMS Industrie, starting with the improvement of the resistance of the plate and the optimization of the manufacturing process to minimize the loss of material and optimize the production time. To achieve these objectives, we carried out a numerical simulation to study the mechanical behavior of the plate, as well as an analysis of the chemical composition of the steel used, and tensile tests. These analyzes allowed us to understand the factors that affect the strength of the tray and to identify potential improvements to optimize the manufacturing process.

Keywords: VMS, Tricycle Platform, Traction, Numerical Simulation

ملخص

المختلفة داخل شركة VMS Industrie، بدءًا من تحسين مقاومة اللوحة وتحسين عملية التصنيع لتقليل فقد المواد وتحسين وقت الإنتاج. لتحقيق هذه الأهداف قمنا بإجراء محاكاة عددية لدراسة السلوك الميكانيكي للصفحة، وكذلك تحليل التركيب الكيميائي للصلب المستخدم، واختبارات الشد. سمحت لنا هذه التحليلات بفهم العوامل التي تؤثر على قوة الدرج وتحديد التحسينات المحتملة لتحسين عملية التصنيع.

الكلمات المفتاحية: محاكاة، رقمية، اختبار الشد. صينية ثلاثية