

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Ibn Khaldoun de Tiaret

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie Mécanique



MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Génie Mécanique

Parcours : Master

Spécialité : Construction Mécanique

Thème

**Étude et simulation de la conception d'un
dispositif de retournement de citerne
elliptique**

Préparé par :

HAMDANI El Almi et BENOTMANE Sahraoui

Soutenu publiquement le : 11 / 10 / 2020, devant le jury composé de :

| | | |
|--------------------------------|--|-------------|
| M. SAAD Mohamed | Maître de Conférences "B" (Univ. Ibn Khaldoun) | Président |
| M. ABOU CHIGHIBA Hichem | Maître de Conférences "B" (Univ. Ibn Khaldoun) | Examinateur |
| M. MECHEKOUR Elhadi | Maître de Conférences "B" (Univ. Ibn Khaldoun) | Examinateur |
| M. ELGUERRI Mohamed | Maître de Conférences "B" (Univ. Ibn Khaldoun) | Encadreur |

Année universitaire : **2019 - 2020**

REMERCIEMENTS

En premier lieu, nous remercions Dieu ALLAH, le tout puissant pour nous avoir donné, la patience, la volonté et la force nécessaires pour achever ce travail.

*Nous adressons nos sincères remerciements et nous exprimons toute notre gratitude à Monsieur **ELGUERRI Mohammed** d'avoir accepté de nous aider dans ce travail. Merci pour vos conseils votre disponibilité et soutien dans les moments délicats.*

Nous remercions Monsieur le président de Jury d'avoir accepté de juger ce travail et les membres du jury qui ont pris de leurs temps pour lire et juger ce travail.

Nous tenons à remercier nos petites familles que nous aimons énormément et que nous remercions chaleureusement du fond du cœur, d'avoir supporté nos absences durant toutes ces années des études.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux que nous n'avons pas cités mais que nous n'avons pas oubliés pour autant et qui de près comme de loin nous ont aidé, soutenu et encouragé aux moments opportuns.

À tous, un grand MERCI !

HAMDANI El Eulmi
et **BENOTHMANE Sahraoui**

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure I.1 : Image d'une citerne hydrocarbure..... | 3 |
| Figure I.2 : Image d'une citerne eau potable..... | 3 |
| Figure I.3 : Image d'une semi-remorque plateau et porte conteneur..... | 4 |
| Figure I.4 : Image d'une semi-remorque benne céréalière..... | 4 |
| Figure I.5 : Image d'une semi-remorque porte engin..... | 4 |
| Figure I.6 : Image d'une bande de Corps..... | 5 |
| Figure I.7 : Image d'une brise âme..... | 6 |
| Figure I.8 : Image d'un fonds citerne..... | 6 |
| Figure I.9 : Image d'une cisaille numérique | 6 |
| Figure I.10 : Image d'une machine découpe plasma..... | 6 |
| Figure I.11: Image d'une machine d'emboutissage des fonds et brise âme | 7 |
| Figure I.12 : Image d'une cintreuse pour former les corps de citernes..... | 7 |
| Figure I.13 : Image d'un cintrage des corps et des fonds..... | 8 |
| Figure I.14 : Image Soudure complète de la citerne..... | 8 |
| Figure I.15 : Image vérification contrôle de l'étanchéité de la citerne..... | 9 |
| Figure.I.16 : Image la soudeuse potence..... | 9 |
| Figure I.17 : Image petit vélo..... | 10 |
| FigureI.18 : Mouvement du bras en mode elliptique..... | 10 |
| Figure I.19 : Schéma des pièces composant la tête du bras de la portance..... | 10 |
| Figure I.20 : Image des vireurs maitres et esclave..... | 13 |
| Figure I.21 : Image d'une mise en place des galets libres..... | 13 |
| Figure I.22 : Positionnement des viroles sur les roues des vireurs..... | 14 |
| Figure I.23 : Image poids des vireurs..... | 16 |
| Figure II.1 : Problème de la stabilité du corps elliptique..... | 18 |
| Figure II.2 : Dispositif de retournement..... | 18 |
| Figure II.3 : Retournement des différentes hauteurs et longueurs corps citerne | 19 |
| Figure II.4 : Partie fixe du dispositif | 20 |
| Figure II.5 : Le socle métallique..... | 20 |
| Figure II.6 : L'ensemble arbre moyeu | 20 |
| Figure II.7 : La grande roue circulaire..... | 21 |
| Figure II.8 : Les traverses portes bras..... | 22 |

| | |
|--|----|
| Figure II.9 : Le bras..... | 22 |
| Figure II.10 : Plaque mâchoire..... | 22 |
| Figure II.11 : Axe de fixation pour bras..... | 23 |
| Figure II.12 : Axe de fixation pour vérin..... | 23 |
| Figure II.13 : Partie roulante du dispositif..... | 23 |
| Figure II.14 : Table roulante..... | 24 |
| Figure II.15 : Vérins hydraulique doubles effets..... | 24 |
| Figure II.16 : Le Serrage et le desserrage du dispositif..... | 25 |
| Figure II.17 : l'emplacement du dispositif avec la soudeuse..... | 25 |
| Figure III.1 : La force de poids du corps citerne exerce sur le dispositif..... | 27 |
| Figure III.2 : Schéma positionnement des appuis..... | 29 |
| Figure III.3 : La force applique sur la partie fixe du dispositif..... | 30 |
| Figure III.4 : Efforts de serrage..... | 31 |
| Figure III.5 : L'effort de déformation du corps..... | 32 |
| Figure III.6 : La distance entre le corps citerne et la traverse porte bras..... | 33 |
| Figure III.7 : L'effort en poussant du vérin..... | 33 |
| Figure III.8 : L'effort en tirant du vérin..... | 34 |
| Figure III.9 : Vérin hydraulique double effet..... | 35 |
| Figure III.10 : Schéma de la course nécessaire pour déplacer le vérin..... | 35 |
| Figure III.11 : Diagramme des courbes pour le choix de la pression..... | 37 |
| Figure III.12 : Étude l'équilibre de la partie roulante à vide..... | 38 |
| Figure III.13: Diagramme des forces | 39 |
| Figure III.14 : Étude l'équilibre de la partie roulante en charge..... | 40 |
| Figure III.15 : Diagramme des forces..... | 41 |
| Figure IV.1 : Résultats des contraintes de la partie fixe du dispositif..... | 50 |
| Figure IV.2 : Résultats des déplacements de la partie fixe du dispositif..... | 51 |
| Figure IV.3 : Résultats des déformations de la partie fixe du dispositif..... | 52 |
| Figure IV.4 : Résultats du coefficient de la sécurité de la partie fixe..... | 53 |
| Figure IV.5 : Zone de la contrainte maximale..... | 54 |
| Figure IV.6 : Résultats comparatif du plaque machaoire..... | 54 |
| Figure IV.7 : Résulats comparatif du bras | 55 |
| Figure IV.8 : Résulats comparatif des axe..... | 55 |
| Figure IV.9 : Résulats comparatif de la Traverse porte bras..... | 56 |
| Figure IV.10 : Résulats comparatif du Renfort..... | 56 |

| | |
|--|----|
| Figure IV.11 : Résultats comparatif de la grande roue..... | 57 |
| Figure IV.12 : Résultats des contraintes du socle..... | 60 |
| Figure IV.13 : Résultats des déplacements du socle..... | 61 |
| Figure IV.14 : Résultats des déformations du socle..... | 62 |
| Figure IV.15 : Résultats du coefficient de sécurité du socle..... | 63 |
| Figure IV.16 : Résultats comparatif de l'ensemble arbre et moyeu..... | 64 |
| Figure IV.17 : Résultats des contraintes de la table (chariot)..... | 68 |
| Figure IV.18 : Résultats des déplacements de la table (chariot)..... | 69 |
| Figure IV.19 : Résultats des déformations de la table (chariot)..... | 70 |
| Figure IV.20 : Résultats du coefficient de sécurité de la table (chariot)..... | 71 |
| Figure IV.21 : Zone de la contrainte maximale..... | 72 |
| Figure IV.22 : Résultats comparatif du l'axe gale..... | 72 |
| Figure IV.23 : Résultats comparatif du galet..... | 73 |
| Figure IV.24 : Résultats comparatif du Palier..... | 73 |
| Figure IV.25 : Résultats comparatif de la Poutre principale..... | 74 |
| Figure IV.26 : Résultats comparatif de la Traverse latérale..... | 74 |
| Figure IV.27 : Résultats comparatif de la Traverse transversale..... | 75 |
| Figure IV.28 : Résultats comparatif de la Traverse intermédiaire..... | 75 |
| Figure IV.29 : Résultats comparatif du renfort..... | 76 |
| Figure IV.30 : Résultats des contraintes du rail..... | 78 |
| Figure IV.31 : Résultats des déplacements du rail..... | 79 |
| Figure IV.32 : Résultats des déformations du rail..... | 80 |
| Figure IV.33 : Résultats du coefficient de sécurité du rail..... | 81 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau I.1 : Choix des formes du fond corps citerne..... | 5 |
| Tableau I.2 : Choix des entraxes galet des vireurs..... | 15 |
| Tableau I.3 : Caractéristiques du vireur..... | 16 |
| Tableau II.1 : Charge support par un essieu..... | 21 |
| Tableau III.1 : Distances entre les forces | 28 |
| Tableau III.2 : Choix du vérin..... | 37 |
| Tableau III.3 : Distances entre les forces | 39 |
| Tableau III.4 : Distances entre les forces..... | 41 |

LISTE DES SYMOBLES

| Symbole | Désignation |
|-------------------|--|
| P_v | : Le poids à vide du corps |
| F_c | : La force de la pesanteur du poids corps citerne |
| $F_{c/B}$ | : Force du poids corps citerne partie roulante(B) du dispositif |
| $F_{c/A}$ | : Force du poids corps citerne partie fixe(A) du dispositif |
| ℓ | : La distance entre les deux forces $F_{c/A}$ et $F_{c/B}$ |
| ℓ_1 | : La distance entre la force totale du corps citerne F_c et la force $F_{c/B}$ |
| ℓ_T | : Longueur totale du corps citerne. |
| g | : la gravité de la pesanteur |
| F_1, F_2 | : Les composantes de la force du poids corps citerne $F_{c/A}$. |
| $F_{D\acute{e}f}$ | : La force de déformation |
| σ_c | : Contrainte normale à la compression |
| $[\sigma]$ | : Contrainte admissible de la matière de la paroi corps citerne |
| S | : Surface de contact plaque avec corps citerne |
| L | : La Longueur du l'arc de la plaque |
| e | : Epaisseur de la tôle de la paroi corps citerne |
| R_1 | : Le rayon du l'arc de la plaque qui est égale au rayon du corps citerne. |
| β | : L'angle de l'arc de la plaque |
| F_{S_3} | : La force de serrage de la plaque 3 sur le corps citerne. |
| F_M | : La force résultante des masses bras avec plaque |
| M_t | : La massetotale du bras avec la plaque |
| C | : La course de vérin |
| R | : Rayon de piston |
| r | : Rayon de tige |
| p_e | : Pression de service d'entrée |
| F_{ps} | : La force de poussée |
| p_s | : Pression de service de sortie |
| F_{tr} | : La force de traction |
| l, l_1, l_2 | : Les distances entre les forces (dispositif à vide) |
| X, Y, Z | : Les coordonnées du centre de gravites |
| P_{tv} | : Le poids total à vide |

| | |
|-----------------|---|
| F_c | : Le poids de la moite du corps citerne |
| Z_1, Z_2, Z_3 | : Les distances entre les forces (dispositif en charge) |
| J | : Distance à respecte. |
| P_{tv} | : La force totale du poids du dispositif partie roulante à vide |
| P_{tc} | : La force totale du poids du dispositif partie roulante en charger |
| F_{tc} | : La force du poids totale en charger de la partie roulante du dispositif |
| R_{g_1} | : La force de la réaction du galet 1 |
| R_{g_2} | : La force de la réaction du galet 2 |
| R_{g_3} | : La force de la réaction du galet 3 |
| R_{g_4} | : La force de la réaction du galet 4 |

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements

Résumé

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des symboles

Introduction générale 1

Chapitre I. Étude bibliographique sur le corps citerne et la soudeuse potence

I.1. Introduction 3

I.2. Gammes de produit réalisé par l'entreprise C. I. Tiaret 3

I.3. Différentes capacités des corps citerne elliptique 4

I.4. Pièces constitutives du corps citerne elliptique 5

I.5. Processus de fabrication du corps citerne 6

 I.5.1. Ligne de débitage 7

 I.5.2. Ligne de montage 7

 I.5.2.1. Cintrage des tôles 7

 I.5.2.2. Assemblage Corps/Fonds 7

 I.5.2.3. Soudure complète de la citerne 8

 I.5.2.3. Vérification de l'étanchéité 8

I.6. Description de la soudeuse potence 9

 I.6.1. Mode elliptique 10

 I.6.2. Type de soudure 12

 I.6.3. Vireurs 12

 I.6.3.1. Mise en place des galets libres et des galets motorisent 13

 I.6.3.2. Positionnement des viroles et mise en route 13

 I.6.3.3. Caractéristiques du vireur 16

 I.6.3.4. Poids total des vireurs 16

Chapitre II. Conception du dispositif

| | |
|--|----|
| II.1. Introduction | 17 |
| II.2. Problème et solution | 17 |
| II.3. Description du dispositif | 18 |
| II.3.1. Partie fixe | 19 |
| II.3.1.1. Socle métallique - Partie fixe | 20 |
| II.3.1.2. Ensemble arbre moyeu | 20 |
| II.3.1.3. Grande roue circulaire | 21 |
| II.3.1.4. Traverses porte-bras | 21 |
| II.3.1.5. Bras | 22 |
| II.3.1.6. Plaques mâchoire | 22 |
| II.3.1.7. Axe de fixation pour bras | 23 |
| II.3.1.8. Axe de fixation pour vérin | 23 |
| II.3.2. Partie roulante..... | 23 |
| II.3.2.1. Table roulante | 23 |
| II.4. Serrage et desserrage | 24 |
| II.5. Mise en place du dispositif et la machine soudeuse | 25 |
| II.6. Soudage des corps citernes elliptique par la machine | 26 |

Chapitre III. Étude du dispositif

| | |
|---|----|
| III.1. Introduction | 27 |
| III.2. Hypothèses simplificatrices | 27 |
| III.3. Choix de la position des appuis | 29 |
| III.3.1. Calcule la force applique sur les plaques | 29 |
| III.4. Calcul de l'effort de serrage | 30 |
| III.4.1. Vérification de l'effort de déformation du corps | 31 |
| III.4.2. Calcule de L'effort de poussant du vérin | 31 |
| III.4.3. Calcule de L'effort tirant du vérin | 34 |
| III.4.4. Choix du vérin | 35 |
| III.4.4.1. Détermination la pression par la méthode de calcul | 36 |
| III.4.4.2. Détermination la pression par diagramme | 36 |
| III.5. Étude l'équilibre partie roulante | 37 |
| III.5.1. Étude l'équilibre de la partie roulante à vide | 38 |

| | |
|--|----|
| III.5.1.1. Cordonnées du centre de gravites du poids total à vide | 38 |
| III.5.2. Étude l'équilibre de la partie roulante en charge | 39 |
| III.5.2.1. Détermination le poids total en charge Ptc | 39 |
| III.5.2.2. Cordonnées du centre de gravites du poids total en charge | 40 |
| III.5.2.3. Détermination les réactions des galets sur le rail | 41 |

Chapitre IV. *Simulation de la conception du dispositif et dimensionnement des différentes pièces*

| | |
|---|----|
| IV.1. Introduction | 43 |
| IV.2. Procédure de simulation | 43 |
| IV.3. L'utilisation du critère de Von Mises à la simulation | 43 |
| IV.4. Dimensionnement les pièces du dispositif | 44 |
| IV.5. Le choix du coefficient de sécurité | 45 |
| IV.6. Travail sur micro-ordinateur | 46 |
| IV.7. Partie fixe du dispositif | 47 |
| IV.7.1. Résultats de la simulation | 50 |
| IV.7.2. Résultats et commentaire | 53 |
| IV.7.3. Simulation les pièces composant la partie fixe | 54 |
| IV.8. Simulation du socle | 57 |
| IV.8.1. Résultats de la simulation | 60 |
| IV.8.2. Résultats et commentaire | 63 |
| IV.8.3. Simulation de l'ensemble arbre et moyeu | 64 |
| IV.9. Simulations de la table (chariot) | 65 |
| IV.9.1. Résultats de la simulation | 68 |
| IV.9.2. Résultats et commentaire | 71 |
| IV.9.3. Simulation les pièces composant la table (chariot) | 72 |
| IV.10. Simulation de Rail | 76 |
| IV.10.1. Résultats de la simulation | 78 |
| IV.10.2. Résultats et commentaire | 81 |
| Conclusion générale | 82 |
| Références Bibliographes | 83 |
| Annexe | 84 |

INTRODUCTION GENERALE

Dans le but d'associer l'université et l'entreprise dans le développement et la résolution des problèmes rencontrés dans le milieu industriel, nous vous proposons ce modeste travail et nous souhaitons qu'il trouve le bon chemin.

L'entreprise Carrosserie Industrielle de Tiaret (CIT) filiale du groupe SNVI à Ain Bouchekif, est spécialisée dans la fabrication des produits portés sur des camions et tractés (Remorques et Semi-Remorques).

L'entreprise a plusieurs ateliers :

- Atelier de débitage (fabrication des pièces primaires).
- Atelier de fabrication des sous-ensembles.
- Deux ateliers de montage, dans chaque atelier on trouve trois lignes de montage.
- Atelier de Peinture.

Les citernes demeurent un moyen de transport terrestre important pour des masses liquides, tout au long du temps. Ils ont subi plusieurs modifications et améliorations. Aujourd'hui, il existe une multitude de formes (circulaire, elliptique, quadra-elliptique, ovale, etc.) et différents types de citernes telles que les citernes sur Skid (Stationnaire), ainsi que les citernes portées sur des camions et tractées en semi-remorque. Comme la citerne est caractérisée essentiellement par son corps de forme géométrique différente qui demande beaucoup plus une fabrication juste et sensible à partir de la première phase de débitage des pièces, passant par la phase de montage qui se fait par soudure manuelle et automatique et qui nécessite des moyens de manutention qui facilitent aux opérateurs de travail dans des conditions plus sécurisées et de minimisation du coût de la fabrication des corps de citernes et améliorer leur qualité de soudure. La soudure à bord des joints des bandes elliptiques qui constituent le corps de la citerne qui nécessite une rotation complète du corps de la citerne c'est à dire 360° par un dispositif de retournement.

L'opération de retournement des corps est un obstacle majeur dans la finalisation des opérations de soudage par la nouvelle machine installée, à cause de l'instabilité de cette forme du corps sur les roues du vireur, choses qui diminuent la rentabilité (rendement) de l'entreprise.

Pour remédier à ce problème un dispositif de retournement adapté aux roues du vireur pour effectuer l'opération de retournement de ce type de corps de citerne en toute sécurité. Ce dispositif de retournement doit permettre d'y insérer une structure de grande taille avec ouverture et fermeture des mâchoires de serrages et de parvenir à une rotation structurellement stable de la citerne pendant le processus de retournement.

Ce travail a été divisé en quatre chapitres :

- Chapitre I : Etude bibliographique sur la forme du corps citerne elliptique et la machine (La soudeuse potence).
- Chapitre II : Conception du dispositif.
- Chapitre III : Etude du dispositif.
- Chapitre IV : Simulation de la conception du dispositif et dimensionnement ses pièces.

Finalement, nous espérons que ce travail soit à l'écoute de bon entendant, alors que nous aspirons à sa réalisation sur le terrain pour éliminer le problème auquel l'entreprise est actuellement confrontée qui est l'amélioration la qualité de soudage, y compris le produit lui-même, ainsi que de gagner du temps de fabrication du corps citerne et de réduire les coûts de production.

--- 0 ---

CHAPITRE I

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE CORPS CITERNE ET LA SOUDEUSE POTENCE

I.1.Introduction

Ce chapitre est composé en trois parties, dans la première partie on cite quelques gammes de produit fabriqué par l'entreprise C.I.T. La deuxième partie s'intéresse surtout sur les Processus de la fabrication des pièces composant le corps citerne, de la première phase à la dernière phase (débitage, montage terminant par le soudage complet manuel). Dans la dernière partie on va faire une petite description sur la machine soudeuse potence, concernant les composantes de son mode de travail et le type de soudure utilisé.

I.2. Gammes de produit réalisé par l'entreprise C.I.T.

L'objet de la S.N.V.I (C.I TIARET) carrosseries industrielles de Tiaret est la fabrication des produits portes montées sur châssis cabine (camion) et des produits tractés (Semi-remorque), destinés aux véhicules industriels.



Figure I.1 Image d'une citerne hydrocarbure.



Figure I.2 Image d'une citerne eau potable.



Figure I.3 Image d'une semi-remorque plateau et porte conteneur.



Figure I.4 Image d'une semi-remorque benne céréalière.



Figure I.5 Image d'une semi-remorque porte engin.

I.3. Différentes capacités des corps citerne elliptique

Ce chapitre sera consacré uniquement au processus de fabrication du corps citerne de forme elliptique que l'entreprise C.I.T est spécialisé dans sa conception depuis longtemps.

Les corps citernes sont classées selon leurs capacités qui est en fonction de leur forma du fond [1], Tableau 1.1 et qui varie de (2000 à 45000) litres et de longueur entre (1500 à 12000) mm et de hauteur (H) entre (700 à 1880) mm.

Tableau I.1 Choix des formes du fond corps citerne.

| Nr | B | H | R1 | R2 | A | R3 | R4 | α | r | C | D | SURFACE EXT. | VOLUME |
|----|--------|------|------|-------|-------|------|------|----------|----|-----|----|--------------|--------|
| 1 | 1223.2 | 701 | 1217 | 290.6 | 317 | 710 | 2200 | 20° | 30 | 142 | 40 | 70.09 | 70 L |
| 2 | 2183 | 1244 | 2334 | 530 | 557.5 | 1745 | 5450 | 18° | 30 | 180 | 40 | 223.79 | 290 |
| 3 | 2264 | 1446 | 2334 | 649.5 | 478.5 | 2250 | 5550 | 16.5° | 30 | 195 | 55 | 269.85 | 340 |
| 4 | 1530 | 925 | 1180 | 350 | 412 | 4200 | 9600 | 30° | 22 | 100 | 30 | 112.25 | 75 |
| 5 | 2264 | 1775 | 2334 | 649.5 | 478.5 | 2250 | 5550 | 16.5° | 30 | 195 | 55 | 343 | 412 |
| 6 | 2264 | 1878 | 2334 | 649.5 | 478.5 | 2250 | 5550 | 16.5° | 30 | 95 | 55 | 367.3 | 500 |

I.4. Pièces constitutives du corps citerne elliptique



Figure I.6 Image d'une bande de Corps.



Figure I.7 Image d'un fonds citerne.



Figure I.8 Image d'un brise-lame.

Le corps citerne est réalisé en bandes (Fig. I.6) par des tôles d'acier E24 d'épaisseurs 4 mm et de longueurs et largeurs différentes suivant les capacités demandées (Tab.I.1) qui dépendent de la forme des fonds utilisés.

Ces fonds (Fig. I.8) sont de forme bombée en tôles huilées en acier E24 soudé à l'intérieur du corps formant des compartiments de différentes capacités, au milieu de chaque compartiment un brise-lame (Fig. 1.8) est soudé.

I.5. Processus de fabrication du corps citerne

I.5.1. Ligne de débitage

La matière première pour fabriquer le corps Citerne arrive à la section de débitage en tôles de forme standard, selon le plan élaboré par le bureau d'études et la gamme de fabrication réalisée par le bureau des méthodes. La tôle est découpée en bandes par la

machine cisaille (Fig. I.9) et la tôle huilée est oxycoupée par la machine plasma (Fig. I.10) pour fabriquer les fonds et les brise-lames.



Figure I.9 Cisaille numérique.

Figure I.10 Table découpe-plasma.

Les tôles huilées préalablement oxycoupées sont transformées en fond et brise-lame par la machine presse d'emboutissage (Fig. I.11).



Figure I.11 Image d'une machine d'emboutissage des fonds et brise âme.

I.5.2. La ligne de montage

I.5.2.1. Cintrage des tôles

Les tôles qui sont découpées en bande sont transformées en forme elliptique par la machine cintruse pour former ensuite le corps citerne.



Figure I.12 Image d'une cintreuse pour former les corps de citernes.

I.5.2.2. Assemblage Corps/Fonds

Sur ce poste de travail les ouvriers soudent manuellement par point les corps citernes avec les fonds qui sont montées à l'intérieur du corps par la force du bras d'introduction et de positionnement.



Figure I.13 Image d'un cintrage des corps et des fonds.

I.5.2.3- Soudure complète de la citerne

Les corps et les fonds préalablement pointé seront soudé complètement (intérieur et extérieur) par des soudeurs homologués en utilisant un poste à soudure à arc pour la soudure et un dispositif de retournement classique.



Figure I.14 Image d'une soudure complète de la citerne.

I.5.2.4. Vérification de l'étanchéité

C'est une étape ultime de la conception des citernes ; elle permet de contrôler l'étanchéité complète de la citerne en la mettant sous une pression de 1,3 bar pour pouvoir détecter les fuites. Ce contrôle se fait sur le banc de contrôle d'étanchéité comme le montre la figure I.15ci-dessous.



Figure I.15 Image vérification de l'étanchéité d'une citerne.

I.6. Description de la soudeuse potence

Dans le cadre d'améliorer la qualité des soudures du point de vue aspect résistance et gain du temps de fabrication (réalisation) des corps citernes, une machine moderne et programmable dite soudeuse potence [2] est installée au niveau de la ligne de montage (Fig. I.16). Cette machine se compose d'une table (chariot) formé la base qui roule sur deux rails par des galets à l'aide d'un moteurs électrique, une poutre montante permette au bras de glisser verticalement et de déplacer horizontalement lors de l'opération de la soudure.

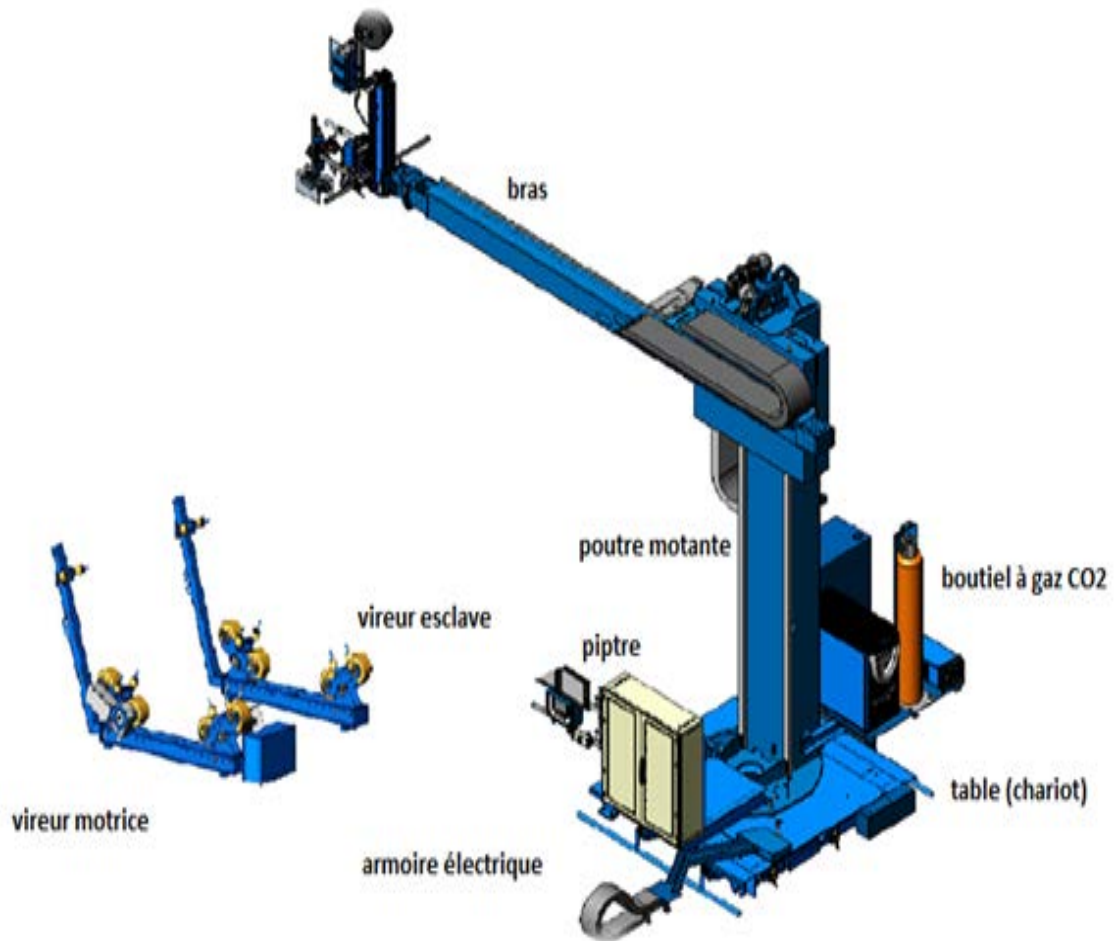


Figure I.16 Image d'une soudeuse potence.

I.6.1. Mode elliptique

Le mode elliptique (Fig. I.18) permet de suivre l'impact du fil par rapport l'angle de la cuve elliptique en asservissant par la commande du bras (la mesure est faite par un potentiomètre de l'inclinaison des deux roues du petit vélo) (Fig. I.17) et le suivi vertical est fait par la glissière verticale en palpé et le codeur d'une des roues du petit vélo (capteur vitesse) pour réguler la vitesse du vireur afin d'avoir une vitesse de soudage constante.

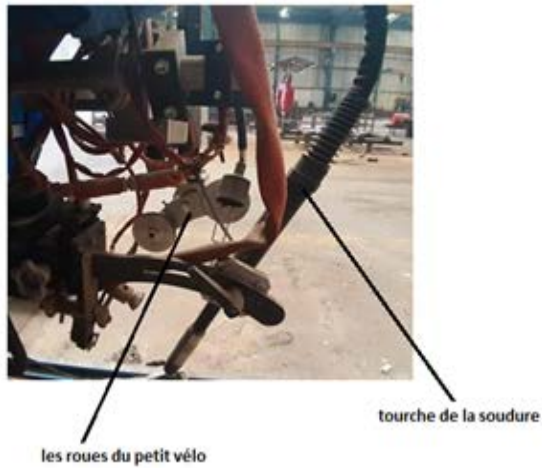


Figure I.17 Image du petit vélo.

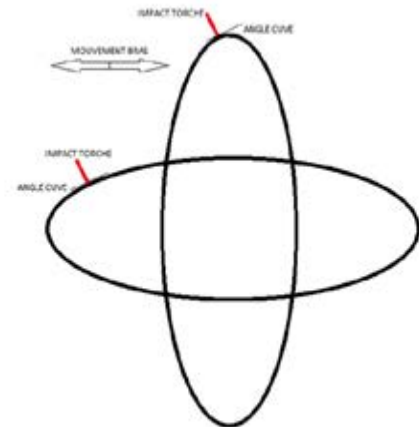


Figure I.18 Mouvement du bras en mode elliptique.

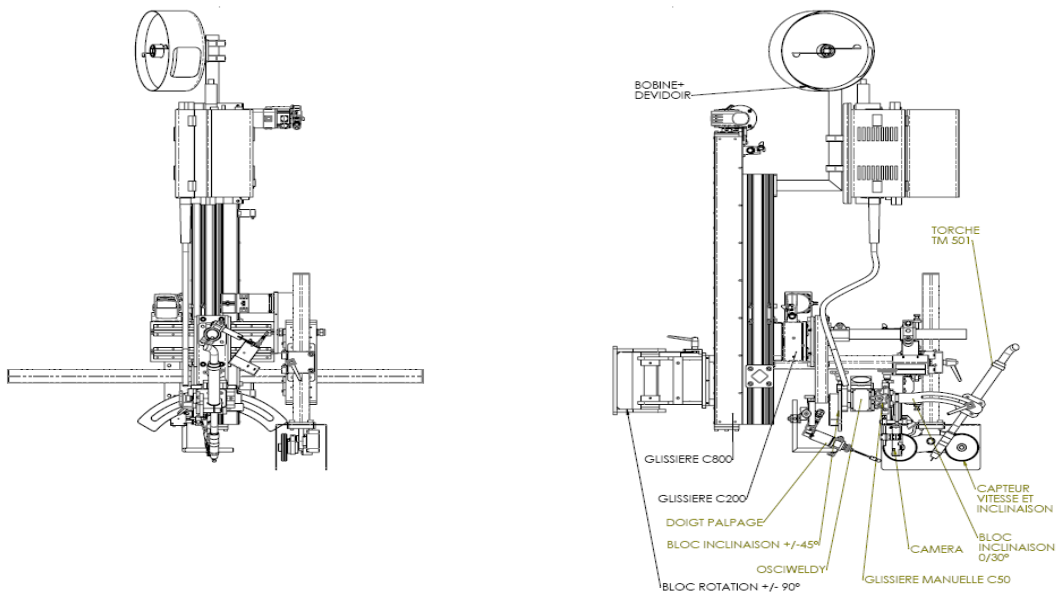


Figure I.19 Schéma des pièces composant la tête du bras de la portance.

FONCTIONNEMENT DU MODE ELLIPTIQUE

Pour souder une pièce elliptique il faut absolument que dans le programme pièce:

l'axe de soudage = "ROTAMATIC"

le palpement V = "ON"

le soudage elliptique = "ON"



| | |
|---|--|
| 1 | Ecran principal |
| 2 | Page manuelle |
| 3 | Page cycle |
| 4 | Effacer le programme sélectionné |
| 5 | Sauvegarder le programme sélectionné dans le Digital Control cycle |
| 6 | Nom du programme |
| 7 | Numero du programme |

| | Parameters list |
|---|--|
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> • <u>Axe de soudage:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Bras - Chariot - Rotamatic • <u>Type de cycle:</u> <ul style="list-style-type: none"> - OP : Pièce point zéro (codeur option) - ∞ : infini • <u>Vitesse (cm/min):</u> <ul style="list-style-type: none"> - Vitesse de soudage en cm/min • <u>Diamètre (mm):</u> <ul style="list-style-type: none"> - Diamètre de soudage en mm • <u>Angle de soudage (°):</u> <ul style="list-style-type: none"> - Angle de soudage en ° • <u>Recouvrement (mm):</u> <ul style="list-style-type: none"> - Recouvrement soudage en mm • <u>Départ mvt (ms):</u> <ul style="list-style-type: none"> - Départ mvt en ms après départ soudage • <u>Sens soudage:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Sens soudage + - Sens soudage - • <u>Palpage V:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Off - Glissière Vertical • <u>Sens palpage V:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Sens milieu - Sens + - Sens - • <u>Palpage H:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Off - Glissière Horizontale • <u>Sens palpage H:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Sens milieu - Sens + - Sens - • <u>Bord de Tole:</u> <ul style="list-style-type: none"> - detection fin de tole arrêt palpement • <u>Soudage elliptique:</u> <ul style="list-style-type: none"> - On - Off • <u>Osciweldy:</u> <ul style="list-style-type: none"> - On - Off • <u>Retour Auto : (codeur option)</u> <ul style="list-style-type: none"> - Off : pas de retour à la fin du soudage - OP : retour automatique à la position départ soudage |



| | |
|---|--|
| 1 | Test fil |
| 2 | Test gaz |
| 3 | BP mise en palpé H + Affichage contrainte doigt |
| 4 | BP mise en palpé V + Affichage contrainte doigt |
| 5 | BP mise en palpé palonnier + Affichage inclinaison palonnier |
| 6 | Vitesse soudage diminuer F7 augmenter F8 |
| 7 | Avec ou sans soudage |

Positionnez la tête de soudage en position soudage ,soit vous la mettez en palpé V et en palpé palonnier puis départ cycle ou soit vous appuyez sur départ cycle directement ce qui entrainera la mise en palpé V puis la mise en palpé palonnier
 Pour régler la hauteur du petit vélo il faut qu'en palpé V que la glissière folle du petit vélo se trouve entre ses fins de courses haut et bas sinon un défaut « Défaut FDC glissière folle » apparaîtra empêchant le cycle de soudage

la tête de soudage en palpé V et en palpé palonnier hors cycle ou en cycle il est possible de modifier la position de la tête par rapport au point haut de la pièce en augmentant ou diminuant le seuil d'inclinaison.
 A l'aide du joystick glissière du pupitre ,si vous effectuez une impulsion en haut le seuil d'inclinaison augmente de la valeur d'un « Pas modification seuil palpé palonnier » de la page setup 10 point
 A l'inverse si vous effectuez une impulsion en bas le seuil d'inclinaison diminue de la valeur d'un « Pas modification seuil palpé palonnier » de la page setup 10 point
 Pour changer rapidement le seuil d'inclinaison effectuez plusieurs impulsions rapidement.

I.6.2. Type de soudure

Le type de la soudure utilisé par cette machine est le soudage MIG-MAGsignifient respectivement Métal inerte Gaz et Métal Active Gaz.

Le métal d'apport utilisé pour la soudure est une bobine de fil à souder de différentes diamètres (Ø 1.2 - Ø3.5 mm), le cordon de souder est protégé contre la corrosion par un mélange de gaz CO₂.

I.6.3. Les vireurs

Au-dessous du bras de la soudeuse(Fig.I.16), on trouve deux vireurs l'un est maître (motorisé avec moteur électrique) **ROTAMATIC ST15W CENTURE** et l'autre esclave **ROTAMATIC ST15W CENTURE** son rôle est de soutenir et d'enrouler le corps citerne.Le moteur électrique du vireur maître est en connexion électrique avec le bras de la machine.

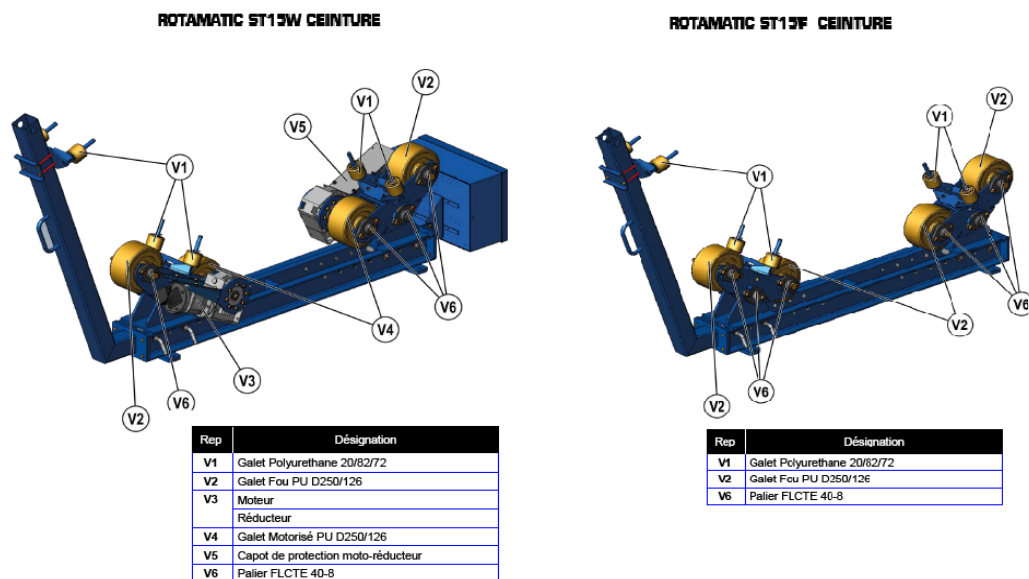


Figure I.20 Image des vireurs maitres et esclave.

I.6.3.1. Mise en place des galets libres et des galets motorisés

Les galets motorisés équipant les Rotamatic ST15W Centureet Rotamatic ST15F Centuresont positionnables à plusieurs endroits à l'aide de 2 broches A1. Pour changer le galet d'emplacement[2], il suffit de retirer ces broches, de positionner le galet à l'endroit désiré puis de remettre en place les 2 broches.

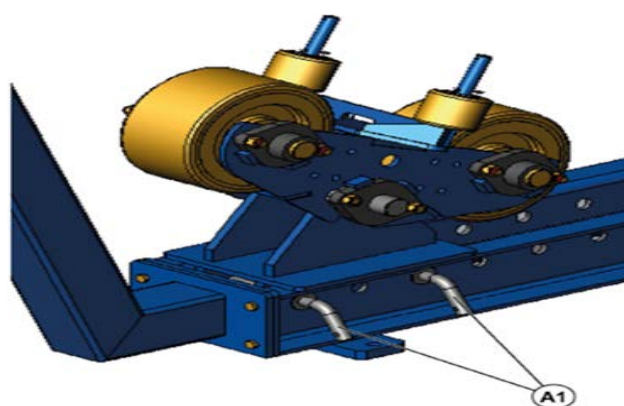


Figure 1.21 Image d'une mise en place des galets libres.

I.6.3.2. Positionnement des viroles et mise en route

Avant toute mise en route il est impératif de respecter les conditions de mise en place et précautions suivantes :

- 1- Régler l'entraxe des galets en fonctions du diamètre de la virole (corps citerne) à positionner.

- 2- Les traverses de viroliers devront être positionnées sous les pièces.
- 3- Equilibrer la charge sur les deux traverses en tenant compte des tableaux suivants.

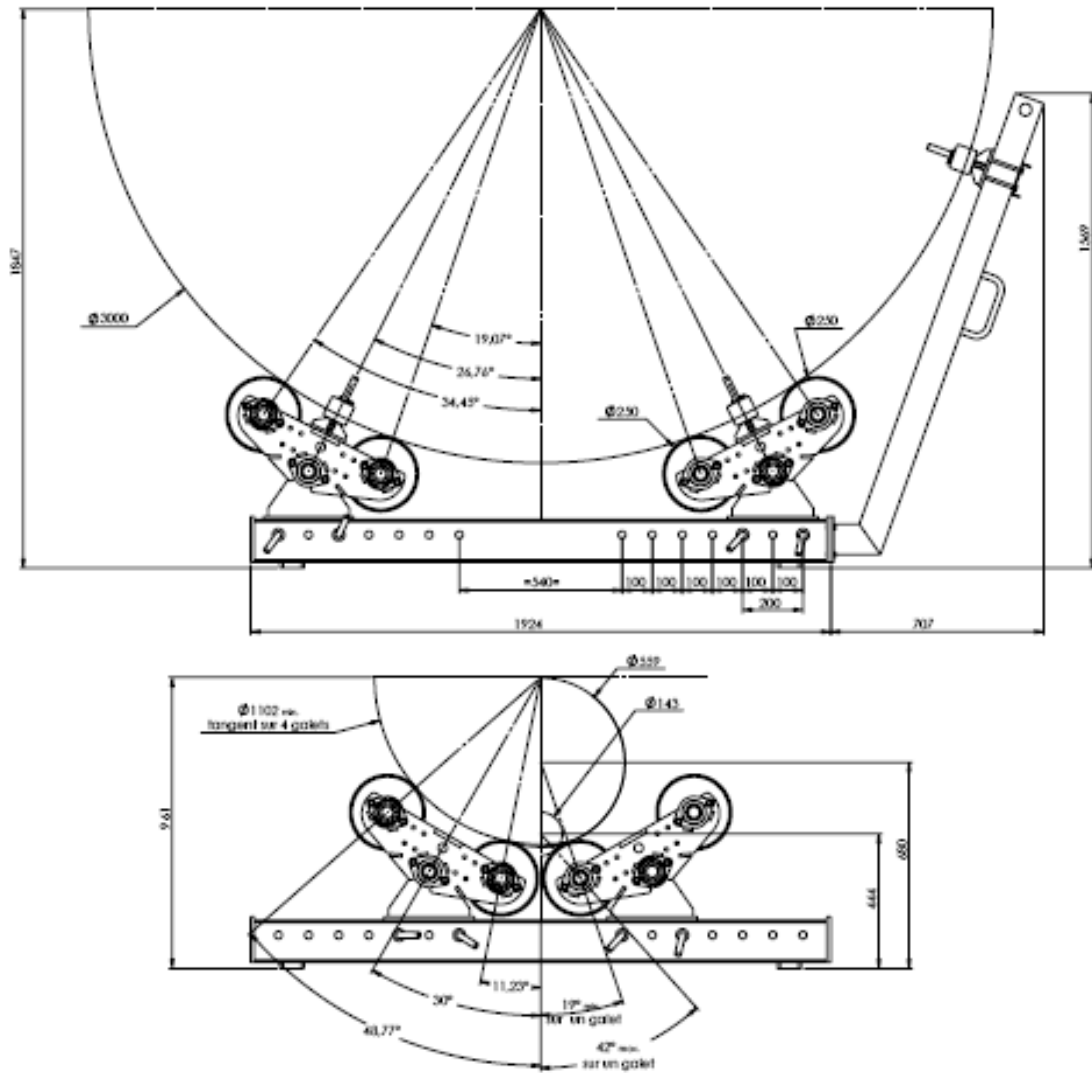


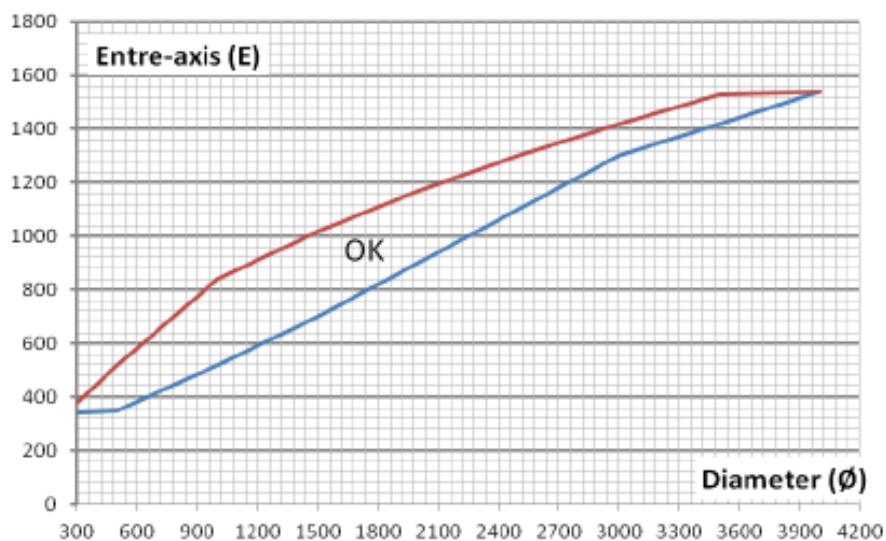
Figure1.22Positionnement des viroles sur les roues du vireur.

Tableau I.2 Choix des entraxes galet des vireurs suivant le diamètre de la vérole.

| ROTAMATIC ST 15W | | | | | 15 000 Kg | |
|-------------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|------------------|--------------|
| \emptyset (mm) | E min (mm) | α (°) | E max (mm) | α (°) | P | V |
| 300 | 340 | 76 | 380 | 87 | 7500 kg | 12-120 cm/mn |
| 500 | 350 | 56 | 520 | 88 | 3x400 V | |
| 1000 | 520 | 49 | 840 | 84 | 2,5 kVA | |
| 1500 | 700 | 47 | 1020 | 71 | 3,6 A | |
| 2000 | 900 | 47 | 1170 | 63 | 50/60 Hz | |
| 2500 | 1100 | 47 | 1300 | 56 | | |
| 3000 | 1300 | 47 | 1420 | 52 | | |
| 3500 | 1420 | 45 | 1530 | 48 | | |
| 4000 | 1540 | 42 | 1540 | 42 | | |

| \emptyset (mm) | 500 | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| α (°) | 56 | 57 | 58 | 59 | 56 | 52 | 48 | 42 |
| E (mm) | 350 | 600 | 850 | 1100 | 1300 | 1420 | 1530 | 1540 |

| M=2P (kg) | Balourd max / Max unbalance (m.kg) | | | | | | | |
|-----------|------------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| 1000 | 27 | 55 | 83 | 112 | 135 | 151 | 167 | 174 |
| 2000 | 54 | 110 | 167 | 224 | 271 | 303 | 334 | 348 |
| 3000 | 80 | 165 | 250 | 335 | 406 | 454 | 501 | 521 |
| 4000 | 107 | 220 | 333 | 447 | 542 | 606 | 668 | 695 |
| 5000 | 134 | 275 | 417 | 559 | 677 | 757 | 834 | 869 |
| 6000 | 161 | 330 | 500 | 671 | 812 | 909 | 1001 | 1043 |
| 10000 | 251 | 502 | 752 | 1002 | 1256 | 1490 | 1642 | 1711 |
| 15000 | 115 | 221 | 324 | 426 | 565 | 742 | 901 | 1047 |



I.6.3.3. Caractéristiques du vireur

Tableau I.3 Caractéristiques du vireur.

| | ROTAMATICST 15W CEINTURE | ROTAMATIC ST 15F CEINTURE |
|---|-----------------------------|------------------------------|
| Vitesse de rotation en cm/min | min : 12 max : 120 | - |
| Diamètre virole admissible (en mm) | min : 300 max : 4000 | min : 300 max : 4000 |
| Diamètre galets libres et galets moteur (en mm) | 250 | 250 |
| Largeur (en mm) et matière des galets | 110 polyuréthane | 110 polyuréthane |
| Ecartement des galets (en mm) | min : 340 max : 1540 | min : 340 max : 1540 |
| Puissance (en kVA) | 2,5 | - |
| Tension d'alimentation (en V) | 3 x 400 (50/60Hz) | - |
| Courant maximum consommé (en A) | 3,6 | - |
| Poids net (en kg) | WPV : 210 MPV : 170 | FPV : 140 |
| Poids brut (en kg) | WPV : 250 MPV : 210 | FPV : 165 |
| Charge maximale entraînée (en kg) | 15000 | - |
| Charge maximale supportée (en kg) | 7500 | 7500 |
| Effort Tangentiel (en daN) | W : 1216 M : 608 | - |
| Diamètre ceinture (mm) | 3200 | 3200 |

I.6.3.4. Poids total des vireurs

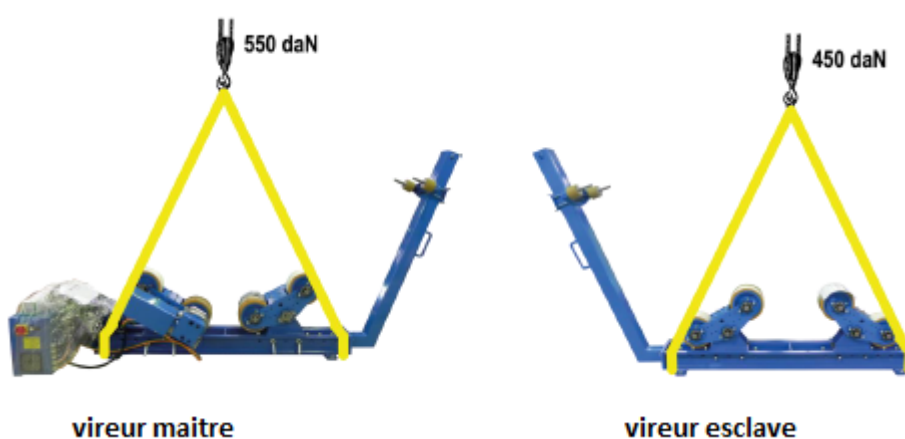


Figure I.23 Image poids des vireurs.

CHAPITRE II

CONCEPTION DU DISPOSITIF

II.1.Introduction

La construction mécanique est une science appliquée orientée vers la résolution des problèmes de conception dans une variété de domaines industriels : agricole, forage, automobile, précision, etc.

Les technologies de construction se limitent à l'étude des objets techniques et de leur fonctionnement.

En effet, chaque objet technique se définit par son ou ses rôles dans un ensemble dont ils sont, souvent, garantis par les spécifications de sa propre structure.

Les deux préoccupations essentielles des constructeurs sont d'obtenir pour les mécanismes qu'ils étudient:

- Un fonctionnement correct et sûr.
- Un coût de production minimal.

La réalisation de ces objectifs est basée d'abord sur le choix optimisé des matériaux utilisés et les modes de fabrication. Ainsi, l'adoption d'une solution constructive dans le domaine des fonctions mécaniques élémentaires joue un rôle primordial dans le bon fonctionnement des mécanismes. Elle doit être basée sur une démarche logique et méthodologique impliquant toutes les notions de la mécanique telles que: la statique, la cinématique, la dynamique, la thermodynamique, la résistance ou la fatigue.

Dans le début de ce chapitre on cite le problème rencontré et la solution proposée et qui est un dispositif de retournement des corps citerne de forme elliptique, en suite faire une description de ce dispositif et ses composantes.

En fin, la mise en place du dispositif avec la machine soudeuse point vue encombrement et l'utilisation de dispositif pour le soudage des corps citernes elliptique.

II.2. Problème et solution

Lors de l'opération de la souder des corps citernes elliptique par la machine soudeuse (potence) et pendant le retournement de ce corps qui est posé directement sur les roues du vireur, à une certaine position le corps dévient instable figure II.1.

Sachant que ces vireurs sont destinés pour enrouler les formes circulaires, par contre les formes elliptiques sont difficiles à enrouler.

Comme solution proposée pour régler ce problème, on cherche une moyenne intermédiaire qui s'adapte avec les roues du vireur et retourne les formes elliptiques avec stabilité et en toute sécurité, pendant l'opération de retournement.

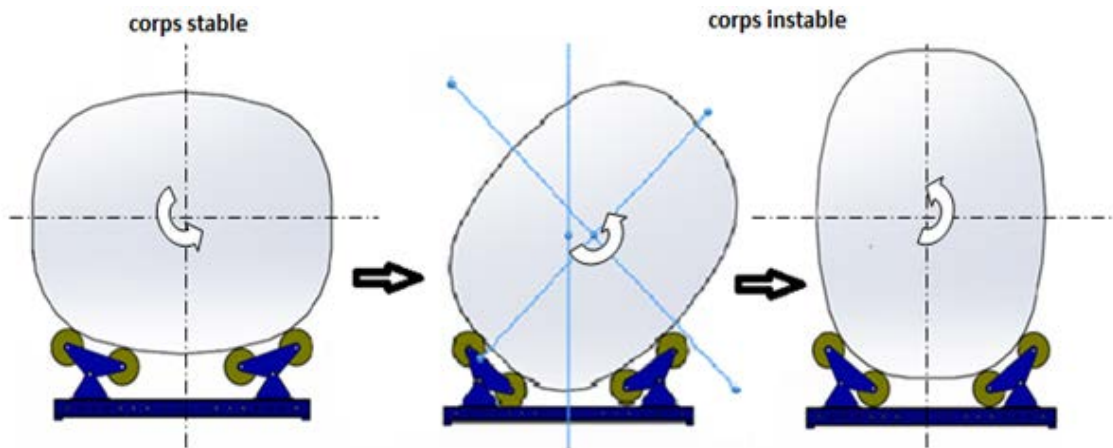


Figure II.1 Problème de la stabilité du corps elliptique.

Ce moyen intermédiaire est un dispositif de retournement composé principalement d'une roue circulaire de grand diamètre qui se repose sur les roues du vireur avec stabilité et elle s'adapte avec l'écartement des roues du vireurs (Fig. I.22) et le tableau I.2 d'une part, et maintient le corps citerne elliptique en toute sécurité avec serrage sous la pression hydraulique des vérins double effet par des bras porte plaques (mâchoire) qui sont fixées par des axes sur des traverses soudées avec le disque de la grande roue circulaire, d'une autre part. L'ensemble tourne autour d'un arbre fixe sur un socle métallique fixe à la terre.

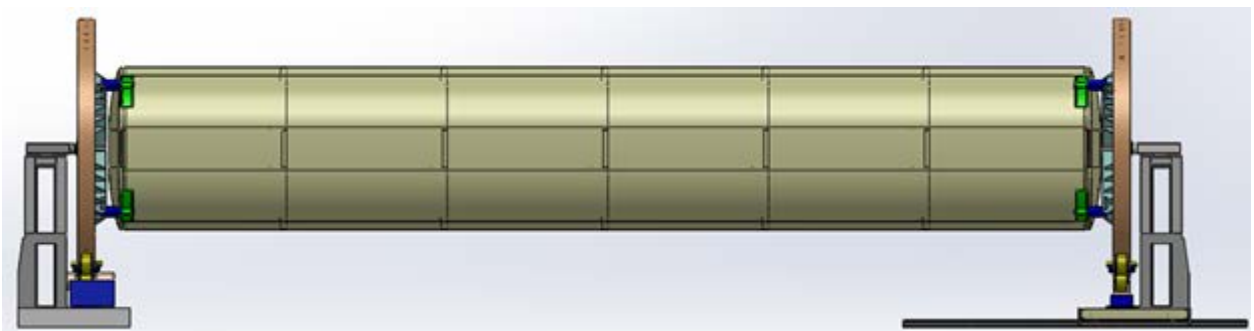


Figure II.2 Dispositif de retournement.

II.3. Description du dispositif

Ce Dispositif de retournement (Fig.II.2) nous permettra de retourner différentes longueurs grâce à son déplacement sur des rails et différentes hauteurs des formes de corps elliptiques avec le changement de la position des bras (Fig.II.9) fixés par des axes (Fig.II.11) sur les traverses (Fig.II.8). Il est composé de deux parties présentées ci-après.

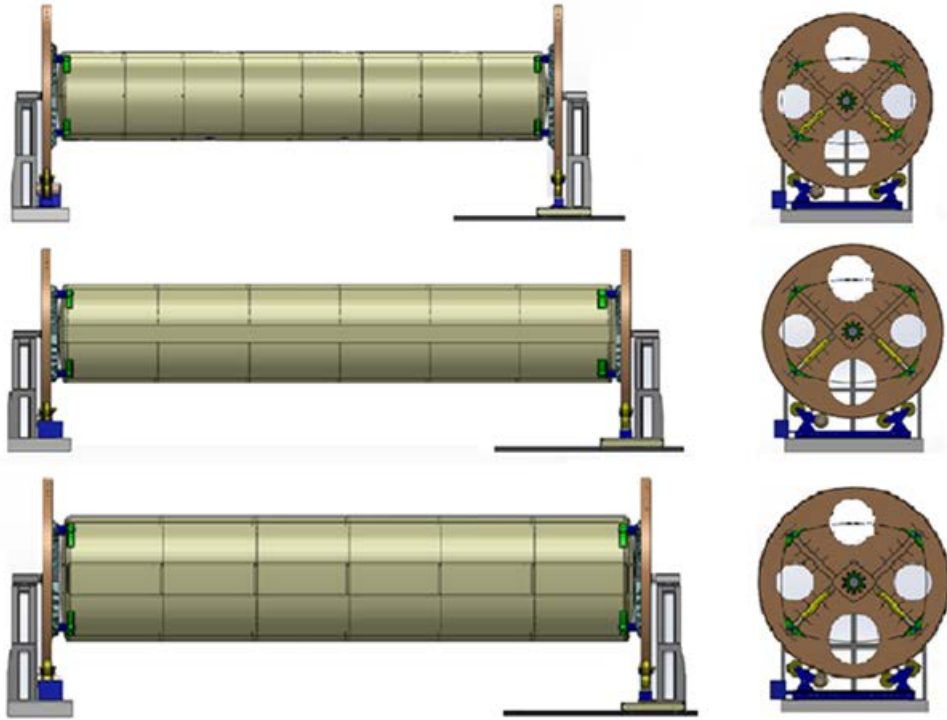


Figure II.3. Retournement des différentes hauteurs et longueurs corps citerne.

II.3.1. Partie fixe

Elle est composée des pièces suivantes :

- un vireur motorisé(Fig.I.20),
- un socle métallique,
- l'ensemble arbre moyeu,
- la grande roue circulaire,
- les bras porte mâchoires,
- plaques mâchoires.

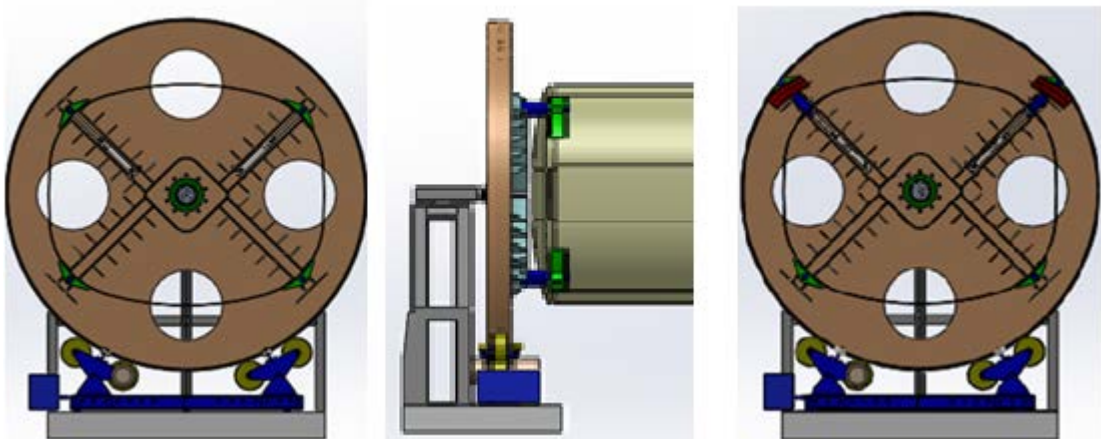


Figure II.4 Partie fixe du dispositif.

II.3.1.1. Socle métallique

Le socle est composé par des tubes et tôles métallique en acier et fixé à la terre par des boulons visé par des chevilles à béton, elle doit être robuste et de forme géométrique bien choisie pour supporter et assurer la stabilité de l'ensemble du mécanisme du dispositif.

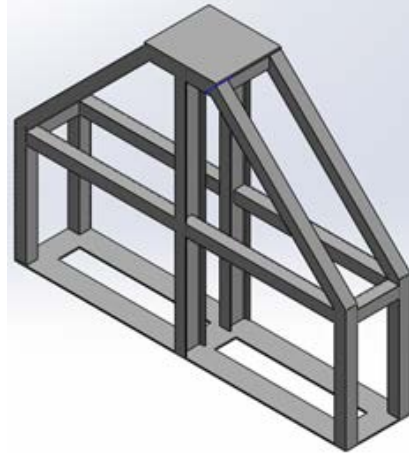


Figure II.5 Le socle métallique.

II.3.1.2 Ensemble arbre-moyeu

L'ensemble représente est un demi-essieu d'un véhicule document fabricant [2] qui supporte une charge supérieure à la charge utilisée par notre dispositif. L'arbre est en acier, sa partie carrée est fixe sur le socle et l'autre partie est ronde, son extrémité est filetée pour boulonner l'écrou qui bloque l'ensemble moyeu et les roulements en translation. Le moyeu est en fonte grise qui tourne autour de l'axe de rotation de l'arbre à l'aide des roulements, est attachée au centre d'une grande roue par des boulons.

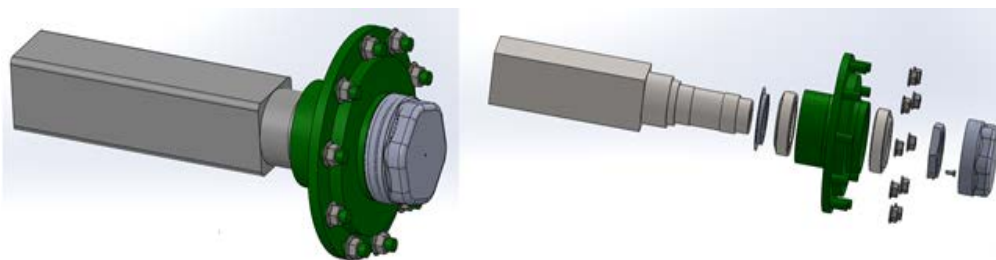
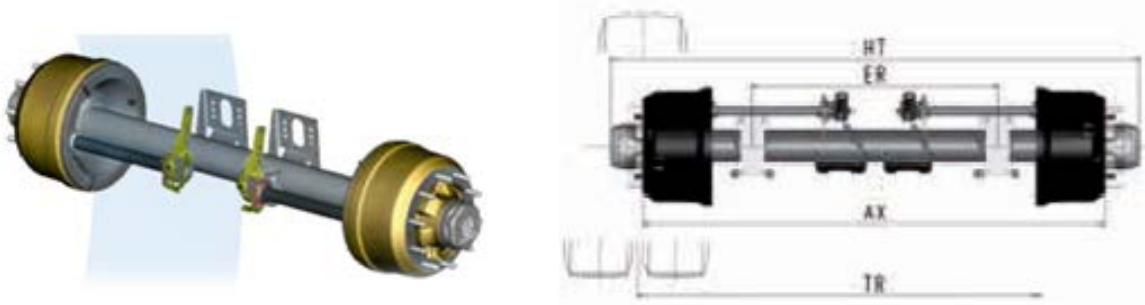


Figure II.6 L'ensemble arbre moyeu.

Tableau II.1. La charge support par un essieu.



RIGID AXLES WITH BRAKE 419X178
 ESSIEUX AVEC FREIN 419X178

| type SAE | capacity (kg) | wheel connection | OF (mm) | brake | axle beam (mm) | minimum wheel | wheel | example tyre | AX (mm) | TR (mm) | ER (mm) | HT (mm) | |
|--------------------|---------------|------------------------|---------|---------|----------------|---------------|-------|---------------|--------------|---------|---------|---------|------|
| | charge | axes roue | dep | frein | corps d'essieu | roue mini | roue | exemple pneu | | | | | |
| SH7 09010 08010 C2 | 9000 | 10xM22x1,5 - 208.8/335 | 0 | 419x178 | 0 | 127 | 20" | single simple | 385/65 R22,5 | 2040 | 2040 | 1200 | 2292 |
| | | | | | | | | | | 2040 | 2040 | 1300 | 2295 |
| | | | | | | | | | | 2090 | 2090 | 1300 | 2342 |

L'essieu que nous avons choisi pour faire notre étude est un essieu à corps carré 127mm[3], fabriqué en acier 20MV6S ou équivalent traité pour E> 60 daN/mm² avec un moyeu en fonte à graphite sphéroïdale FGS 400-12.

II.3.1.3. La grande roue circulaire

Elle se compose de pièces en acier constituée de disque en tôle épaisse soudé à une virole en fer plat. Son rôle est de transmettre le mouvement circulaire du vireur au corps citerne elliptique.

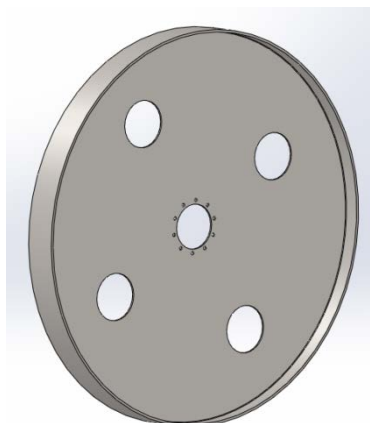


Figure II.7 La grande roue circulaire.

II.3.1.4. Les traverses portes bras

Les traverses portes bras en acier, composent par des fers plats qui sont soudés et renforcés par des goussets sur le disque de la grande roue. Leur rôle est de porter les bras.

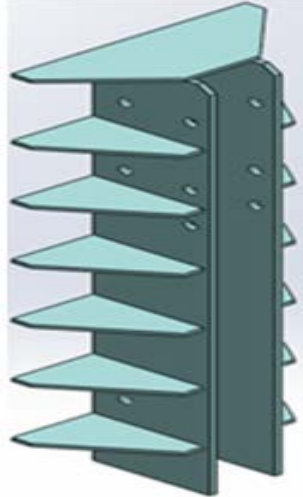


Figure II.8 Traverses portes bras.

II.3.1.5. Les bras

Les bras (Fig.II.9) sont en acier, d'extrémité carrée sont montés entre le fer plat de la traverse porte bras et fixés par des axes-goupilles. L'autre extrémité est ronde pour monter la plaque mâchoire (Fig.II.10) qui maintient le corps citerne. On distingue deux types de bras :

- bras fixe : les deux trous sont fixés par des axes avec les deux traverses portes bras (Fig.II.8) ;
- bras pivotante : l'un des trous est fixé par un axe avec les deux traverses porte bras, et l'autre trou est fixé par l'extrémité de la tige vérin par un axe.

II.3.1.6. Plaque mâchoire

Une plaque métallique en acier, de surface de contact avec la citerne courbe appelée mâchoire, renforcée en soudure par des goussets en tôle d'acier parallèle et montée avec le bras fixe par un axe-goupille.

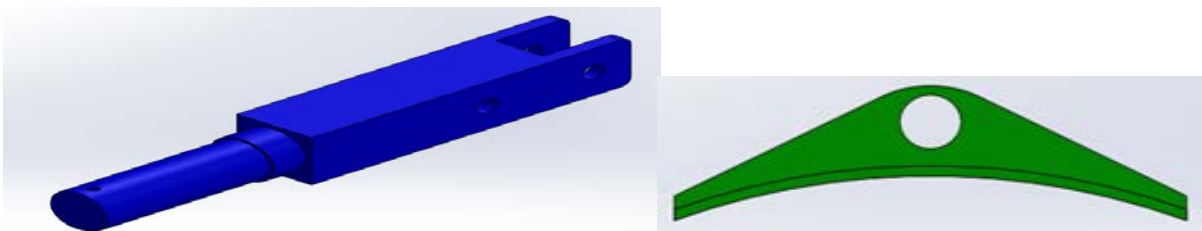


Figure II.9 Le bras.

Figure II.10 Plaque mâchoire.

II.3.1.7 Axes de fixation pour bras

Les axes de fixation des bras sont en acier de diamètre bien déterminé qui résiste à l'effort appliqué (poids du corps citerne).

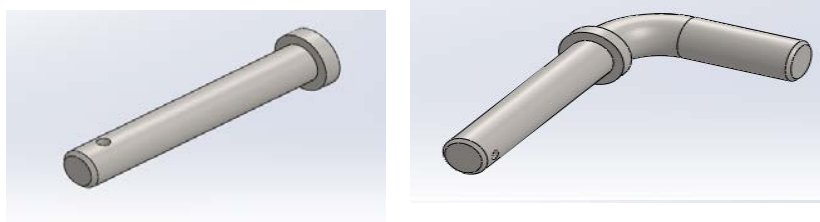


Figure II.11 Axe de fixation les bras.

II.3.1.8 Axes de fixation pour vérin

Les axes de fixation pour vérin sont en matière d'acier de diamètre bien déterminé qui résiste à l'effort produit par le vérin pendant le serrage.

Cet axe est fixé par un anneau élastique pour arbre[4] avec le bras pivotant pour éliminer son déplacement axial.



Figure II.12 Axe de fixation pour vérin.

II.3.2. Partie roulante :

Cette partie (Fig.II.13) est identique à la partie fixe, sauf que le vireur est esclave (sans moteur), l'ensemble se repose sur une table qui roule à l'aide de galets sur deux rails fixés à la terre et guidés par quatre supports de guidage composés d'une plaque épaisse et deux petites roues (Fig.II.14).

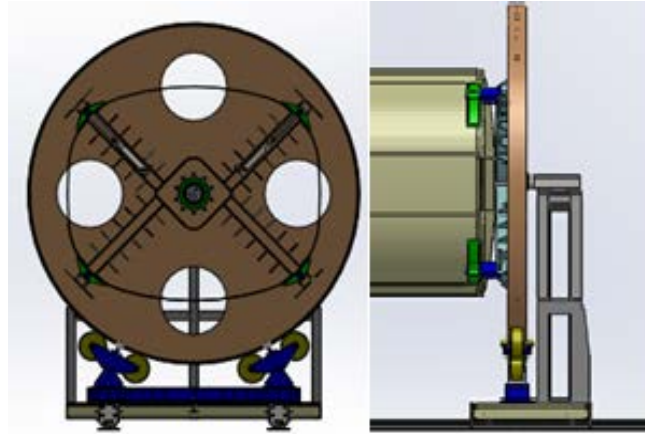


Figure II.13 Partie roulante du dispositif.

II.3.2.1. Table roulante

La table est composée de :

une tôle en acier ; des traverses longitudinale et transversale ; des paliers ; des galets ; des axes galet ; des plaques de guidage et anti renversement du dispositif ; deux rails.

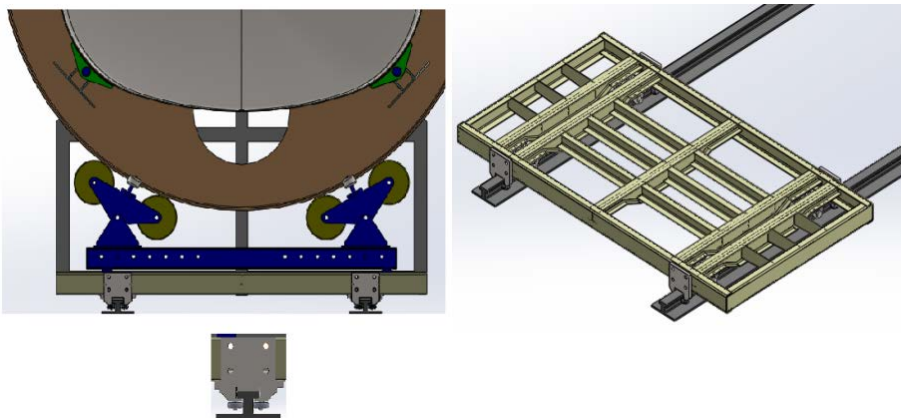


Figure II.14. Table roulante.

II.4. Serrage et desserrage

Le serrage et le desserrage (Fig.II.16) est assuré par des vérins hydrauliques à doubles effets (Fig.II.15). Son extrémité (cloche) est articulée entre les traverses porte bras et fixée par un axe, l'autre extrémité tige est articulée avec le bras pivotant est fixe par un autre axe.

Le mouvement de la tige vérin provoque le pivotement du bras porte mâchoires et qui agit sur l'extrémité du corps citerne par une force de serrage.

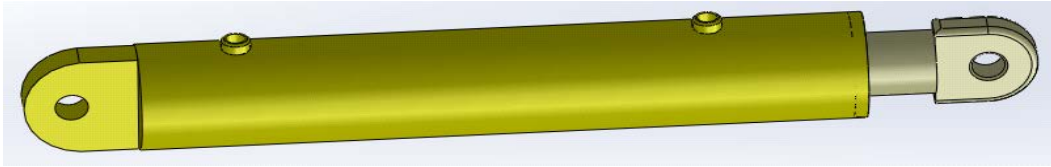


Figure II.15 Vérins hydraulique doubles effets.

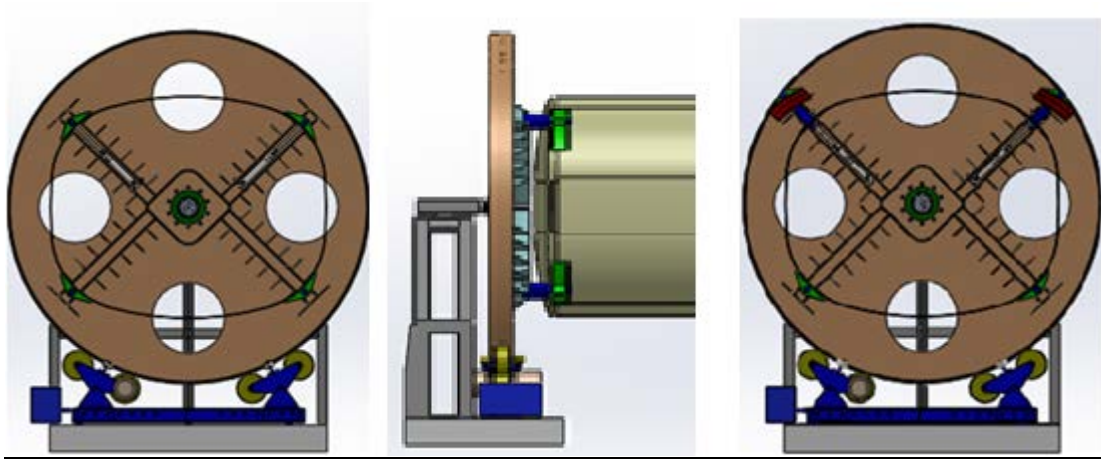


Figure II.16 Le Serrage et le desserrage du dispositif.

II.5. Mise en place du dispositif et la machine soudeuse [2]

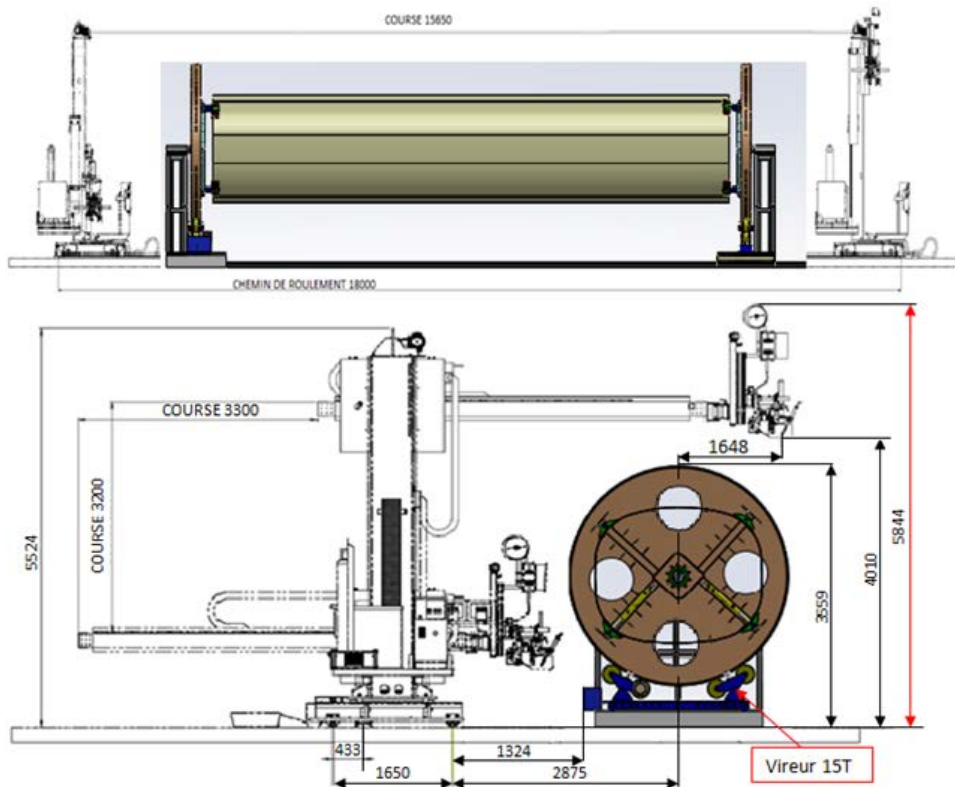


Figure II.17 l'emplacement du dispositif avec la soudeuse.

II.6.Soudage des corps citernes elliptique par la machine

Les deux extrémités du corps citerne sont posés sur les appuis (plaques mâchoires) des bras fixe en parties (fixe et roulante) du dispositif. Les mâchoires du bras pivotant serrent le corps en haut par l'effort des vérins, le corps est maintenu.

Les deux grandes roues du dispositif sont reposées sur les roues du vireur esclave de la partie mobile, et aux roues de vireur maitre de l'autre partie fixe, ces dernières sont accouplées aux deux moteurs électriques synchronisés.

L'opération de la soudure se déroule lorsque le bras porte torche reçoit l'ordre du capteur vitesse pour se déplacer avec une vitesse d'avance qui dépend des paramètres imputés dans un pupitre au paravent, tel que (diamètre de la roue, forme citerne, vitesse d'avance du bras, épaisseur du cordon de soudure, etc.) et synchronisé à la vitesse de rotation des moteurs électrique, emmenant à commencer la soudure du corps citerne elliptique selon son mode elliptique.

En parallèle, au déplacement du bras porte torche les deux moteurs électriques synchronisé reçoient un signal électrique pour tourner le corps citerne avec une vitesse de rotation lente et variable (Tab. I.4), synchronisé à la vitesse d'avance du bras porte torche.

A un certain point du cordon de soudure les moteurs du vireur arrêtent et le bras continue le mouvement de déplacement pour souder.

- - - 0 - - -

CHAPITRE III

ETUDE DU DISPOSITIF

III.1. Introduction

Dans ce chapitre on détermine les forces extérieures qui exercent des efforts sur les différentes pièces constituant notre dispositif. Pour faire l'étude on va choisir un type de citerne semi-remorque d'hydrocarbure 45000 l comme modèle, ce corps citerne choisit est actuellement le plus grand et cela pour donner à notre dispositif une bonne résistance ainsi qu'une plage d'utilisation pour les autres corps citernes si possible, en tenant compte de respecter la condition de travail de la machine et les paramètres de déplacements : telle que la hauteur, la longueur et la largeur hors tout, cités dans le deuxième chapitre (Fig. II.17).

III.2. Hypothèses simplificatrices

Pour faire une étude de ce dispositif et pour simplifier ses calculs, on établit des hypothèses de sorte que :

1. Le corps citerne doit être symétrique et homogène.
2. Le corps citerne supposé comme une poutre, repose sur deux appuis (les plaques de serrage) en partie fixe (A) et la partie roulante de (B). représenté par les forces de réactions R_{A1} , R_{A2} , R_{B1} , R_{B2} .
3. Le dispositif représenté par la figure III.1 repose sur un appui fixe coté socle avec le solet sur un appui mobile (rails).
4. Le poids à vide du corps citerne P_v exerce un effort de pesanteur F_c perpendiculaire sur la surface des plaques de serrage du dispositif.

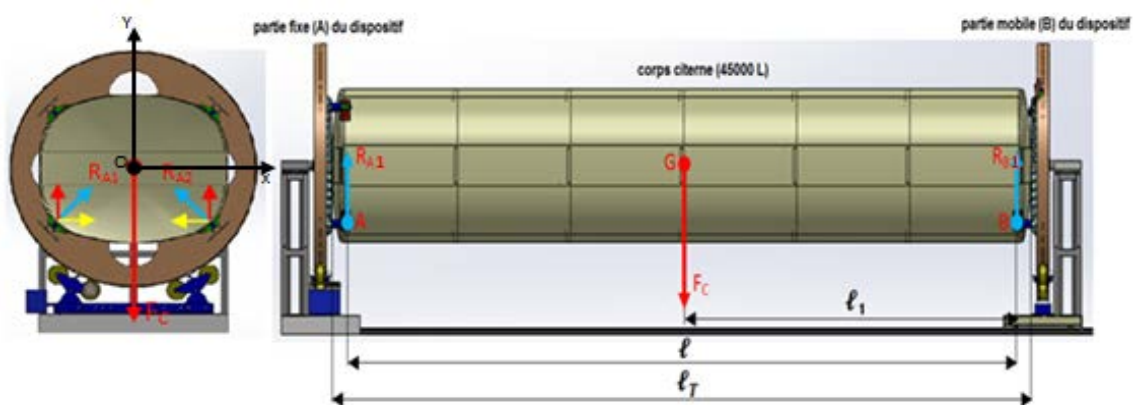


Figure III.1 Force de poids du corps citerne exercée sur le dispositif

Données

L'étude sera faite sur un corps citerne de type semi-remorque pour le transport d'hydrocarbure de capacité 45000 litres, 06 compartiments avec un poids total en charge de 48 tonnes et un poids à vide du corps $P_v = 0,42 \times 10^4$ kg.

Tableau III.1 Distances entre les forces

| Les forces de réactions(N) | | Longueurs (m) | | Poids du corps à vide (kg) | |
|----------------------------|-------------------|---------------|--------|----------------------------|--------------------|
| $R_{A1} = R_{A2}$ | $R_{B1} = R_{B2}$ | ℓ_T | ℓ | ℓ_1 | Pv |
| à calcule | à calcule | 12,125 | 11,75 | 5,875 | $0,42 \times 10^4$ |

Détermination les forces de réactions :

Les forces de réactions (FigIII.1) suivant l'axe OX sont égales et de sens opposé, on trouve :

$$R_{A1/x} = - R_{A2/x} \text{ et } R_{B1/x} = - R_{B2/x} \quad (1)$$

On applique le principe fondamental de la statique [5].

Par projection de ces forces (R_{A1} , R_{A2} , R_{B1} , R_{B2} et F_c) sur l'axe OX, On trouve :

$$\sum F_{ext/x} = 0$$

$$R_{A1/x} - R_{A2/x} + R_{B1/x} - R_{B2/x} = 0 \quad (2)$$

Par projection de ces forces (R_{A1} , R_{A2} , R_{B1} , R_{B2} et F_c) sur l'axe OY, On trouve :

$$\sum F_{ext/y} = 0$$

$$R_{A1/y} + R_{A2/y} + R_{B1/y} + R_{B2/y} = F_c \quad (3)$$

Et comme le corps citerne est en équilibre statique c'est dire :

$$R_{A1} = R_{A2} = R_{B1} = R_{B2} \quad (4)$$

On trouve :

$$4 \times R_{A1/y} = F_c$$

$$R_{A1/y} = \frac{F_c}{4} \quad (5)$$

L'effort de pesanteur F_c est donne par la relation:

$$F_c = P_v \times g \quad (6)$$

Avec : $g = 10$ N/kg est l'accélération de la gravité.

Application numérique:

Application numérique

$$F_c = 4,2 \times 10^4 \text{ N}$$

$$R_{A1/y} = 1,05 \times 10^4 \text{ N}$$

$$R_{A2/y} = 1,05 \times 10^4 \text{ N}$$

$$R_{B1/y} = 1,05 \times 10^4 \text{ N}$$

$$R_{B2/y} = 1.05 \times 10^4 \text{ N}$$

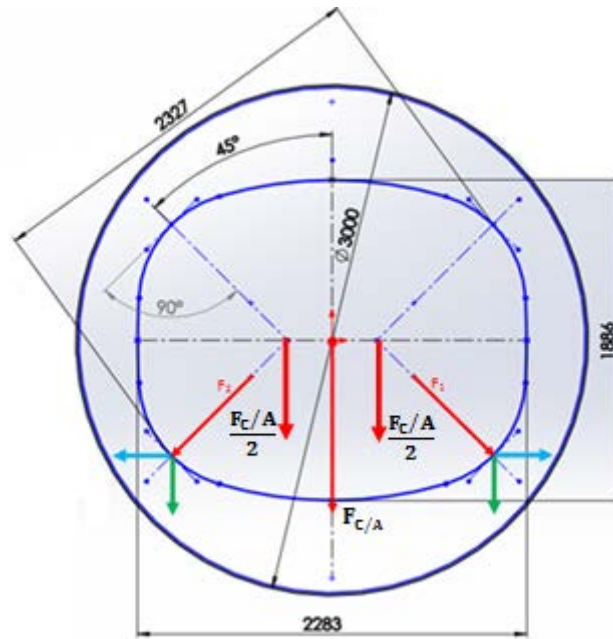


Figure III.2 Schéma positionnement des appuis (plaques).

III.2.Choix de la position des appuis

Pour que les appuis (**plaques de serrage**) qui maintiennent le corps citerne soient stables et pour avoir les forces de serrage sur la même portée, on cherche le point d'action de la force du poids citerne F_1 ou F_2 qui nous donnent les composantes de ces forces, c'est-à-dire la force horizontale et verticale doivent être égales.

Comme résultat, on trouve quatre points répartis sur le périmètre du corps citerne avec un intercalaire de 90° , ces points sont forcément les positions où on dépose les plaques du dispositif.

La direction de la porte des forces de serrage est formée d'un angle de 45° avec l'axe vertical du corps. La portée de ces forces en pratique représente les traverses porte bras de la plaque (appuis).

Les forces F_1 , F_2 sont perpendiculaires sur la surface de la plaque aux points 1 et 2 et dans le même plan avec les forces de serrage de sens opposé.

III.2.1. Calcul de la force appliquée sur les plaques

Le but de calculer la force appliquée sur les plaques, et pour l'utiliser pour dimensionner des différentes pièces constituant le dispositif de retournement des corps citerne par simulation, tel que :

- les plaques de serrage,

- les bras et les broches de fixation,
- les traverses portes bras,
- la grande roue et le socle.

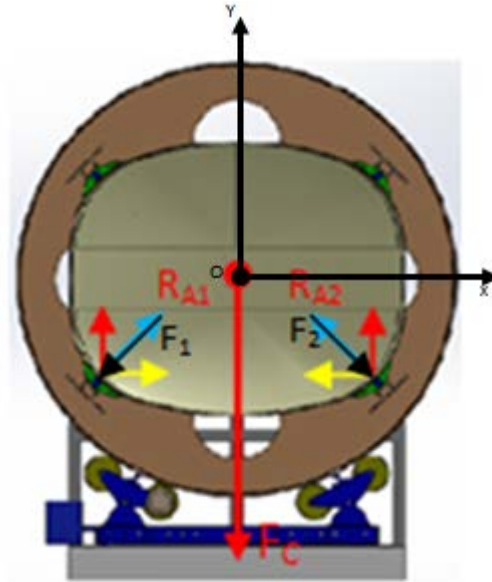


Figure III.3 Force appliquée sur la partie fixe du dispositif.

Puis que le corps citerne est symétrique, donc :

F_1 et F_2 sont la projection de la force $F_c/2$ sur l'axe du bras porte plaques, qui est inclinée avec un angle $\theta = 45^\circ$, et appliquées perpendiculairement sur la surface de contact corps citerne avec les plaques de serrage aux points 1 et 2, égale aux forces de réactions R_{A1} et R_{A2} situées dans le même plan avec sens opposé

$$R_{A1} = - F_1 \quad (7)$$

$$R_{A2} = - F_2 \quad (8)$$

De la figure III.2 on calcule F_1 et F_2

$$F_1 = F_2 = \frac{F_c}{2} \times \cos \theta \quad (9)$$

Application numérique

$$F_c/A = 2,1 \times 10^4 \text{ N}$$

$$\cos \theta = 0,7 \text{ radian}$$

$$F_1 = 0,735 \times 10^4 \text{ N}$$

$$F_2 = 0,735 \times 10^4 \text{ N}$$

III.3. Calcul de l'effort de serrage

Comme le serrage joue un rôle très important dans le maintien et la stabilité du corps lors de l'opération de retournement par le dispositif, il est nécessaire de déterminer la force de serrage qui nous permet de maintenir le corps citerne en toute sécurité (stabilité) d'une part et qui ne dépasse pas l'effort de déformation de la paroi du corps citerne d'autre part, afin d'éviter la déformation du corps.

$$\text{Poids du corps citerne} \leq \text{force de serrage} \leq \text{force de déformation}$$

Le corps citerne est en équilibre statique lorsque toutes ces forces extérieures sont égales ; donc :

$$F_1 = F_2 = F_3 = F_4 \quad (10)$$

On prend comme exemple la plaque 3 pour calculer la force de serrage F_{S3} qui exerce sur la plaque (mâchoire) un effort égal à la force du poids du corps citerne F_3 .

$$F_{S3} = F_3 \quad (11)$$

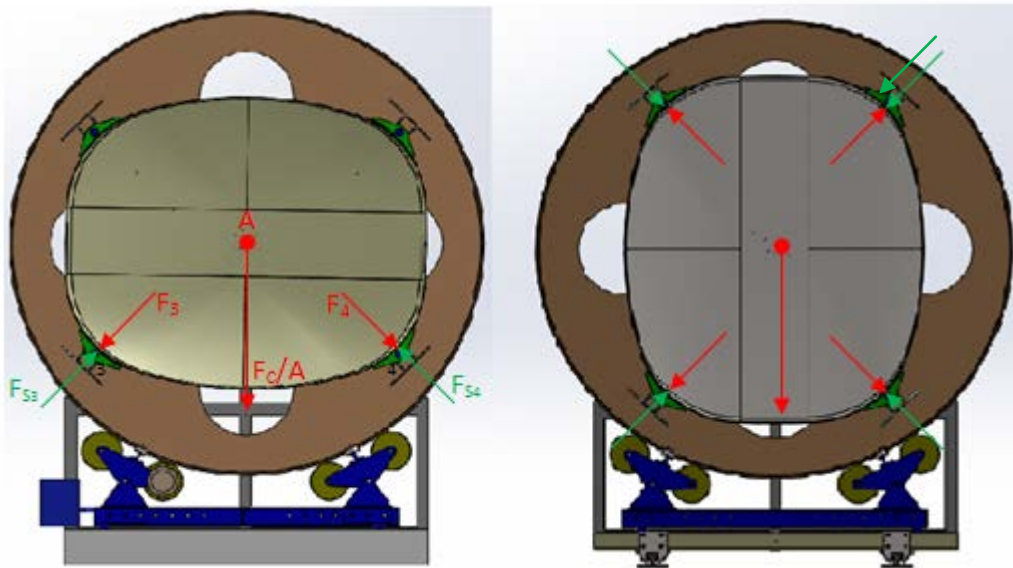


Figure III.4 Efforts de serrage

III.3.1. Vérification de l'effort de déformation du corps

On veut vérifier l'effort de déformation de la paroi corps citerne $F_{D\text{éf}}$ (force interne) produit par la force de serrage exercée sur la surface de contact S , du corps citerne avec la plaque (mâchoire), pendant le serrage pour le comparer avec cette force de serrage F_S qui doit être supérieure pour éviter la déformation de la paroi du corps citerne.

$$F_{\text{Déf}} \geq F_s \quad (12)$$

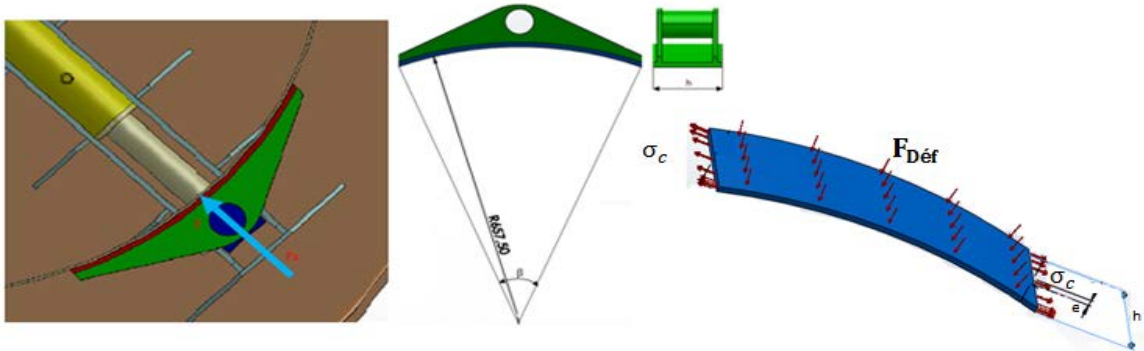


Figure III.5 Effort de déformation du corps.

La force de déformation est déterminée à partir de la formule [6] résistance des matériaux

$$\sigma_c = \frac{F_{\text{Déf}}}{2 \times h \times e} \leq [\sigma] \quad (13)$$

σ_c : Contrainte circonférentielle de la paroi corps citerne.

$[\sigma]$: Contrainte (pratique) admissible du matériau de la paroi corps citerne (acier E24)

h : La largeur de la plaque.

e : L'épaisseur de la paroi du corps citerne.

De la formule (13) on trouve la force de déformation par l'expression :

$$F_{\text{Déf}} \leq 2 \times e \times h \times [\sigma] \quad (14)$$

Application numérique

$$[\sigma] = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$h = 150 \text{ mm}$$

$$e = 4 \text{ mm}$$

On trouve : $F_{\text{Déf}} \leq 28,8 \times 10^4 \text{ N}$

L'effort de serrage F_s est compris entre deux valeurs :

$$0,525 \times 10^4 \text{ N} \leq F_s \leq 28,8 \times 10^4 \text{ N}$$

Avec :

$$F_{s3} = F_3 = 0,735 \times 10^4 \text{ N}$$

III.3.2. Calcul de l'effort de poussée du vérin

Le vérin pousse le bras pivotant par un effort de F_{p3} au point f (Fig.III.7), le bras pivote sur un axe au point O et agit sur la plaque 3 avec un effort de serrage F_{s3} qui est sur la même direction de la force F_3 d'intensité supérieur ou égale et de signe inverse.

L'effort poussant F_{p3} se trouve dans le même plan avec la force de serrage F_{s3} .

La longueur du bras est choisie en fonction de la distance J qui est l'espace corps citerne et les traverses porte bras du dispositif à respecter lorsqu'on pose le corps citerne entre les deux parties du dispositif (Fig.III.6).

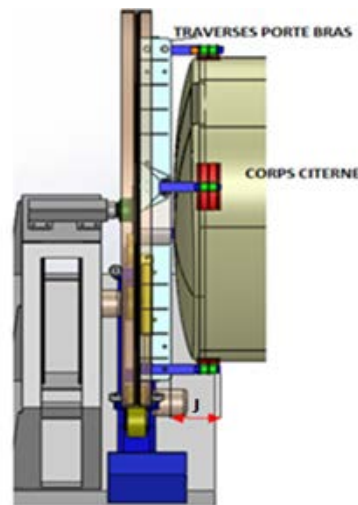


Figure III.6 Distance entre le corps citerne et la traverse porte bras

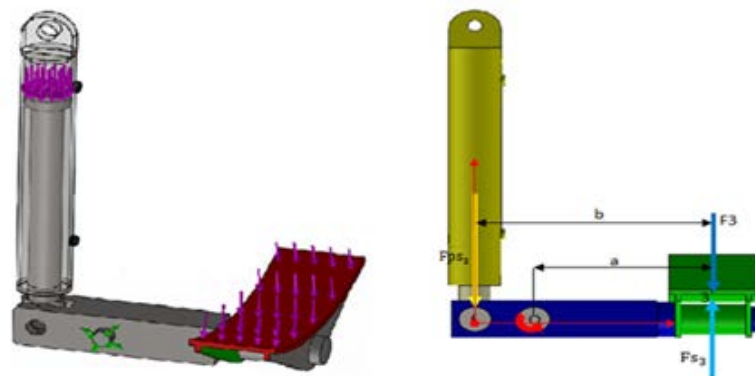


Figure III.7 Effort poussant du vérin

On applique l'équation d'équilibre des forces extérieures par port au point O de pivotement du bras :

$$\sum M/F \text{ ext}/o = 0$$

$$F_{ps_3} = F_{s_3} \times \frac{a}{(b-a)} \quad (15)$$

Application numérique

$$a = 258 \text{ mm}$$

$$b = 358 \text{ mm}$$

$$F_{s_3} = 0,735 \times 10^4 \text{ N}$$

$$F_{ps_3} = 1,89 \times 10^4 \text{ N}$$

L'effort poussant F_{ps_3} en kg est $1,89 \times 10^3$ kg.

Puisque la force du vérin F_{ps_3} est en fonction de la force de serrage, (relation 15) elle prend aussi deux valeurs ; min et max, et sa valeur se trouve entre ces deux valeurs, ce qui veut dire que le corps citerne est en serrage.

$$1.35 \times 10^4 \leq F_{ps_3} \leq 87.72 \times 10^4$$

III.3.3. Calcul de l'effort tirant du vérin

Lorsqu'on desserre le corps citerne, le vérin tire l'ensemble des masses, bras avec la plaque vers le bas (Fig.III.8), en pivotant sur l'axe au point O.

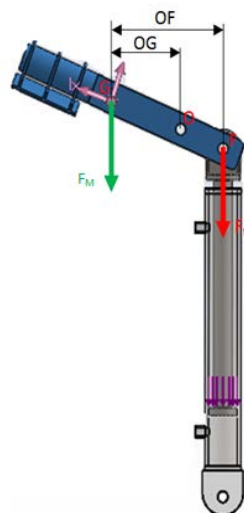


Figure III.8 Effort tirant du vérin

On applique l'équation d'équilibre des forces extérieures par rapport au point O de pivotement du bras.

$$\sum M/F_{ext/o} = 0$$

$$F_{tr} = F_M \times \frac{OG}{OF} \quad (16)$$

On néglige les frottements, F_M est la force résultante de l'ensemble des masses bras avec plaque.

$$M_t = 17 \text{ kg}$$

$$F_M = 170 \text{ N}$$

M_t est la masse totale.

Application numérique

$$OG = 150 \text{ mm}$$

$$OF = 240 \text{ mm}$$

On obtient l'effort tirant : $F_{tr} = 106,25 \text{ N}$.

L'effort tirant en kg est 10,6 kg.

III.3.4. Choix du vérin

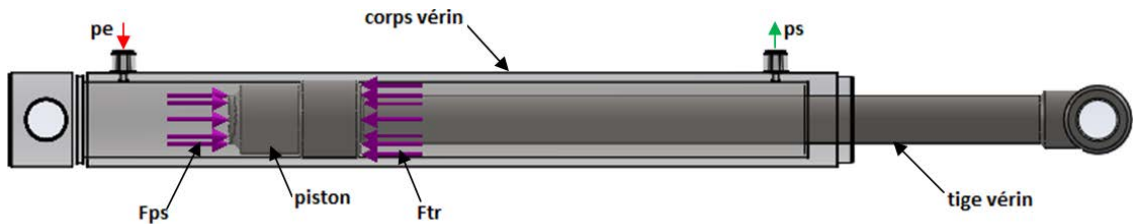


Figure III.9 Vérin hydraulique double effet

L'ensemble tige et piston peut se déplacer dans les deux sens sous l'action du fluide sous pression. L'effort en poussant (tige sortante) est légèrement plus grand que l'effort tirant (entrée de tige) car la pression n'agit pas sur la partie de surface du piston occupée par la tige.

Afin de déterminer correctement les vérins, on doit connaître la pression disponible sur le circuit hydraulique, la charge à déplacer ainsi que la course à effectuer.

Pour notre dispositif on choisit **un vérin hydraulique double effet** qui nous satisfait le besoin recherché.

- Un effort en poussant $\geq 1,89 \times 10^4 \text{ N}$.
- Un effort en tirant $\geq 0,0106 \times 10^4 \text{ N}$.
- Une course nécessaire pour déplacer le vérin est $C \geq 260 \text{ mm}$ (Fig. III.10).

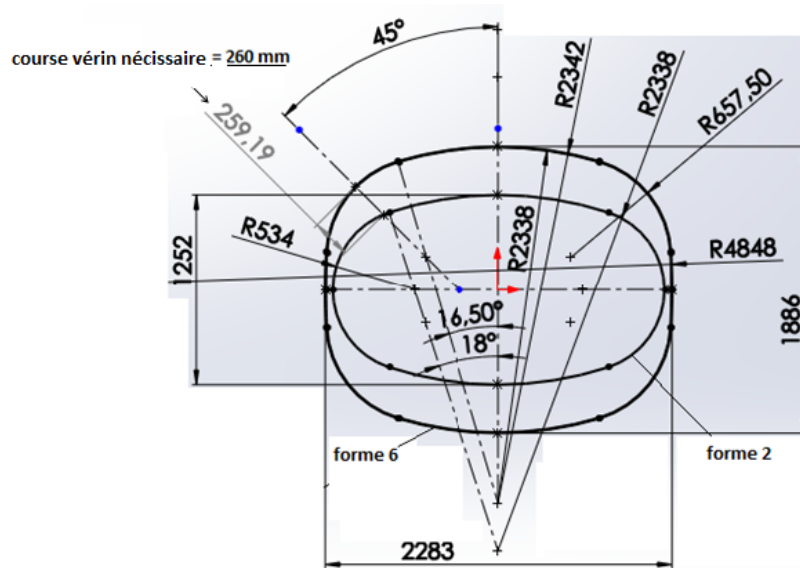


Figure III.10 Schéma de la course nécessaire pour déplacer le vérin

Si on choisit un vérin double effet 40×25 (diamètre d'alésage $\varnothing = 40$ mm et diamètre de tige $\varnothing = 25$ mm), avec une course de vérin $C=300$ mm proposée par le constructeur sur le tableau III.2 ci-dessous [7], sélectionné en rectangle rouge, plus proche du déplacement nécessaire du vérin ($C=260$ mm) indiqué sur figure III.10.

III.3.4.1. Détermination la pression par la méthode de calcul :

- Pression de service d'entrée p_e :

$$p_e = \frac{F_{ps}}{\pi \times R^2} \quad (17)$$

Application numérique

$$F_{ps} = 1,89 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$R = 2 \text{ cm}$$

R est le rayon de piston du vérin.

On obtient une pression de service d'entrée : $p_e = 150$ bar

- Pression de service de sortie p_s :

$$p_s = \frac{F_{tr}}{\pi \times (R^2 - r^2)} \quad (18)$$

Application numérique

$$F_{tr} = 0,0106 \times 10^3 \text{ Kg}$$

$$R = 2 \text{ cm}$$

$$r = 1.25 \text{ cm}$$

r est le rayon de la tige du vérin.

On obtient une pression de service de sortie : $p_s = 1,38$ bar

III.3.4.2. Détermination pression de service d'entrée sur diagramme

- Pression de service d'entrée p_e :

Sur le diagramme **effort en poussant**, la pression d'entrée est déterminée par la projection verticale du point d'intersection ligne horizontale de la force de poussée $F_{ps} = 1,89 \times 10^3$ Kg avec la ligne droite (Blue foncé) du diamètre d'alésage vérin $\varnothing = 40$ mm, sur la ligne des abscisses (pression), on obtient une pression de service d'entrée 150 bar proposée par le constructeur.

- Pression de service de sortie p_s :

Sur le diagramme **effort en tirant**, la pression de sortie est déterminée par la projection verticale du point d'intersection ligne horizontale de la force de traction $F_{tr} = 0,0106 \times 10^3$ Kg avec la ligne droite (Blue) des diamètres de tige et alésage du vérin 25×40 mm, sur la ligne des abscisses (pression), on obtient une pression de service de sortie 1,4 bar proposée par le constructeur.

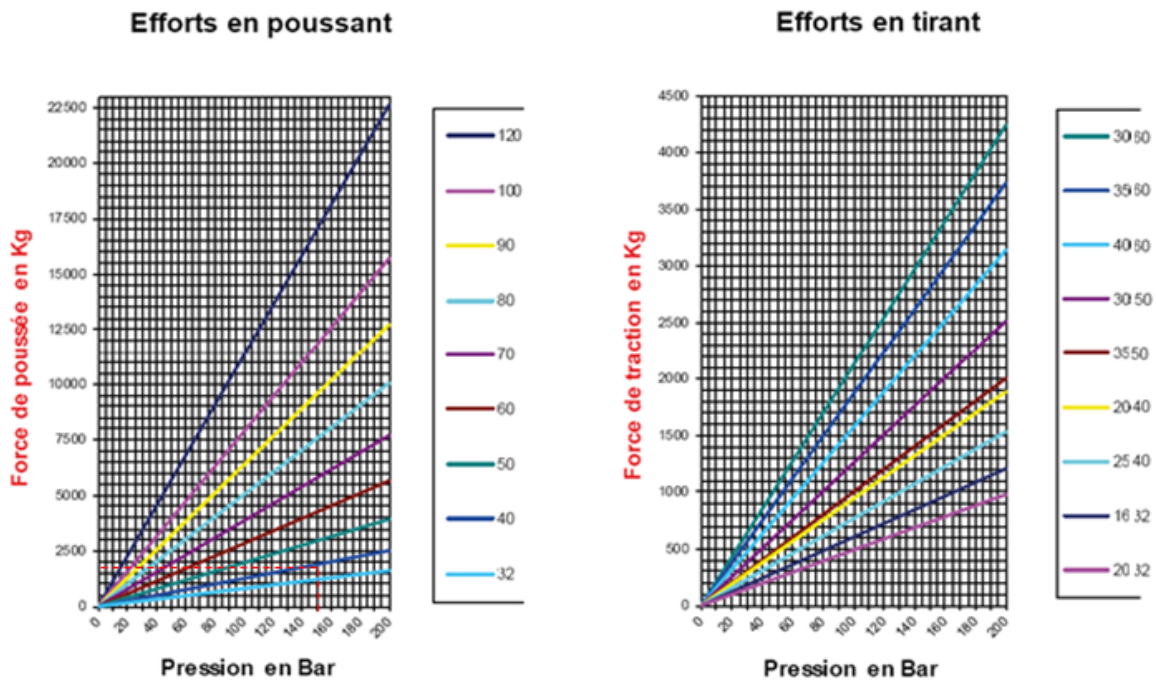


Figure III.11 Diagramme des courbes pour le choix de la pression.

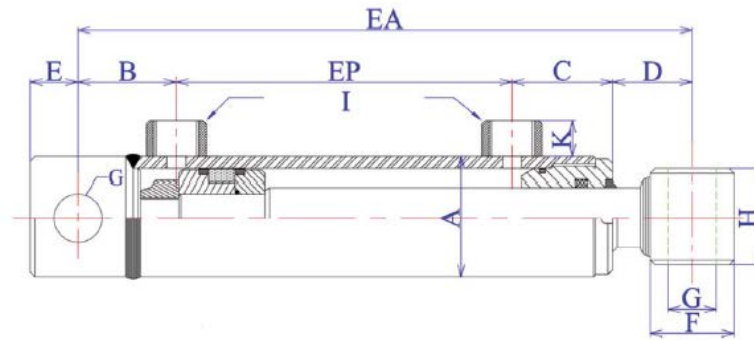


Tableau III.2 Choix du vérin

| Ø Tige x Ø piston | Course | EA | A | B | C | D | E | F | G | H | I | K | EP | Volume huile | | | Référence |
|----------------------|--------|-----|----|----|----|----|----|----|-------|------|------|-----|-----|--------------|----------------|----------------|---------------|
| | | | | | | | | | | | | | | Poids | grande chambre | petite chambre | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | Kg | Litre | | |
| 20 x 32 | 50 | 205 | 42 | 40 | 40 | 39 | 18 | 30 | 16 | 35 | 1/4' | 15 | 86 | 1,9 | 0,04 | 0,02 | 402.2032.0050 |
| | 100 | 255 | 42 | 40 | 40 | 39 | 18 | 30 | 16 | 35 | 1/4' | 15 | 136 | 2,2 | 0,08 | 0,05 | 402.2032.0100 |
| | 150 | 305 | 42 | 40 | 40 | 39 | 18 | 30 | 16 | 35 | 1/4' | 15 | 186 | 2,5 | 0,12 | 0,07 | 402.2032.0150 |
| | 200 | 355 | 42 | 40 | 40 | 39 | 18 | 30 | 16 | 35 | 1/4' | 15 | 236 | 2,8 | 0,16 | 0,1 | 402.2032.0200 |
| | 300 | 455 | 42 | 40 | 40 | 39 | 18 | 30 | 16 | 35 | 1/4' | 15 | 336 | 3,5 | 0,24 | 0,15 | 402.2032.0300 |
| 400 | 555 | 42 | 40 | 40 | 39 | 18 | 30 | 16 | 35 | 1/4' | 15 | 436 | 4,2 | 0,32 | 0,2 | 402.2032.0400 | |
| 25 x 40 | 100 | 270 | 50 | 40 | 40 | 53 | 19 | 35 | 20,25 | 40 | 3/8' | 15 | 138 | 3,6 | 0,13 | 0,08 | 402.2540.0100 |
| | 200 | 370 | 50 | 40 | 40 | 53 | 19 | 35 | 20,25 | 40 | 3/8' | 15 | 238 | 4,4 | 0,25 | 0,15 | 402.2540.0200 |
| | 300 | 470 | 50 | 40 | 40 | 53 | 19 | 35 | 20,25 | 40 | 3/8' | 15 | 338 | 5,4 | 0,38 | 0,23 | 402.2540.0300 |
| | 400 | 570 | 50 | 40 | 40 | 53 | 19 | 35 | 20,25 | 40 | 3/8' | 15 | 438 | 6,4 | 0,51 | 0,31 | 402.2540.0400 |
| | 500 | 670 | 50 | 40 | 40 | 53 | 19 | 35 | 20,25 | 40 | 3/8' | 15 | 538 | 7,4 | 0,63 | 0,39 | 402.2540.0500 |
| | 600 | 770 | 50 | 40 | 40 | 53 | 19 | 35 | 20,25 | 40 | 3/8' | 15 | 638 | 8,4 | 0,76 | 0,46 | 402.2540.0600 |

III.4. Étude l'équilibre partie roulante

Le dimensionnement des pièces qui composent la partie fixe du dispositif et la connaissance de leurs masses vont nous aider à étudier l'équilibre (stabilité sur rail à vide et en charge) de la partie roulante et dimensionner les pièces qui composent la table roulante.

4.1. Étude de l'équilibre de la partie roulante à vide

4.1.1. Coordonnées du centre de gravités du poids total à vide P_{tv}

Le poids total à vide P_{tv} est les sommes des masses des pièces composant la partie roulante (Fig.III.12), sans poids de la table roulante on ajoute le poids total du vireur (esclave).

La détermination des coordonnées du centre de gravités du poids total à vide a pour but de voir leur position par rapport à l'emplacement des galets qui représentent les appuis de la partie roulante dispositif sur les rails.

La partie roulante est stable lorsque la portion du poids P_{tv} se trouve entre les positions des galets pour éviter le risque de renversement de la partie roulante dispositif.

La valeur du poids totale à vide P_{tv} , et ces coordonnées du centre de gravités sont obtenues par solidWorks.

Les coordonnées du centre de gravité du poids total à vide par rapport au point d'origine sont :

$$X= 0.00\text{mm}$$

$$Y= 1640\text{mm}$$

$$Z=700 \text{ mm}$$

Le poids total à vide $P_{tv} = 1660 \text{ kg}$.

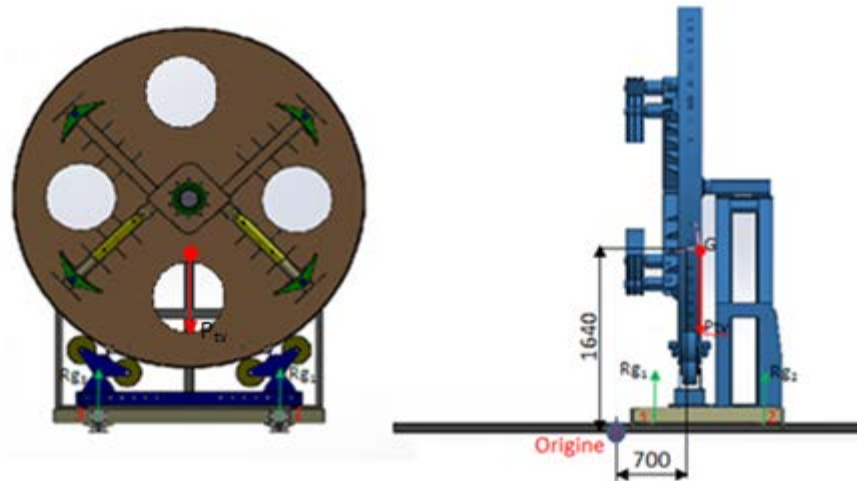


Figure III.12 Etude de l'équilibre de la partie roulante à vide

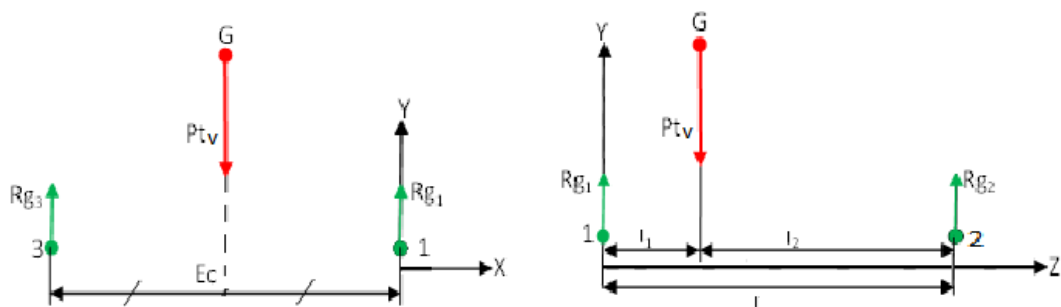


Figure III.13 Diagramme des forces

Tableau III.3 Distances entre les forces

| Longueurs en mm | l | l_1 | l_2 | Ec |
|-----------------|-----|-------|-------|------|
| | 900 | 500 | 400 | 1542 |

Les longueurs l , l_1 et l_2 (Fig. III.13) sont imposés par le concepteur de tel sorte qu'il faut avoir toujours le poids total à vide P_{tv} entre les galets pour éviter le risque de renversement de la partie roulante dispositif.

L'écartement des rails E_c se trouve juste au-dessous du point de pivotement des roues du vireur (Fig.II.12).

Les réactions des galets R_{g_1} , R_{g_2} sont en contacts avec le rail suivant l'axe OY.

Le poids total à vide P_{tv} de l'ensemble se trouve au plan symétrique du dispositif entre les deux appuis des galets avant et arrière (Fig.III.12).

Les réactions des galets R_{g_1} , R_{g_2} , R_{g_3} et R_{g_4} sont en contacts avec la surface supérieure du rail suivant l'axe OY (Fig.III.13).

Les galets sont répartis d'une manière symétrique par rapport au plan symétrique du dispositif (Fig.III.13). Les réactions des galets sont toujours égales :

$$R_{g_1} = R_{g_3} \quad (18)$$

$$R_{g_2} = R_{g_4} \quad (19)$$

III.4.2. Étude de l'équilibre de la partie roulante en charge

Lorsque le corps citerne est maintenu par les plaques des deux parties (fixe et roulante) du dispositif, la partie roulante est en équilibre.

III.4.2.1. Détermination du poids total en charge P_{tc}

Pour déterminer le poids total en charge P_{tc} (Fig.III.14) qui est la somme du poids à vide P_{tv} , plus la moitié du poids corps citerne F_c/B (masse équivalente), y compris le poids de la table roulante (estimé en maximum), pour connaître la position du poids total en charge P_{tc} à partir de ces coordonnées, on met une masse équivalente égale au F_c/B (la moitié du poids du corps citerne) sur les plaques mâchoires.

La valeur du poids total en charge P_{tc} est utilisée comme charge extérieure dans la partie simulation et supposée comme une charge répartie sur toute la surface de la table roulante pour dimensionner les traverses constituant la table roulante, tel que (les différentes traverses, galets, axe galet, palier et le rail).

III.4.2.2. Coordonnées du centre de gravité du poids total en charge P_{tc}

La détermination des coordonnées du centre de gravité du poids total en charge P_{tc} , pour voir leur position par rapport à l'emplacement des galets (Fig.III.14).

La valeur du poids total en charge P_{tc} , et ces coordonnées du centre de gravité sont obtenues par SolidWorks.

Les coordonnées du centre de gravité du poids total en charge P_{tc} au point d'origine sont :

$$X = 0.00 \text{ mm}$$

$$Y = 1750 \text{ mm}$$

$$Z = 462 \text{ mm}$$

Le poids total à vide $P_{tv} = 1660 \text{ Kg}$

Le poids de la moite du corps citerne $F_c / B = 2100 \text{ kg}$

Le poids total du vireur [1]= 450 kg

Le poids de la table roulante (estime) = 300 Kg

Le poids total en charge $P_{tc} = 4500 \text{ Kg}$

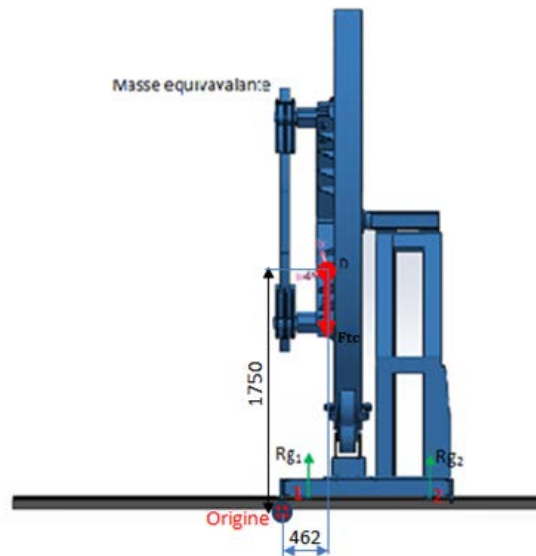


Figure III.14 Étude l'équilibre de la partie roulante en charge

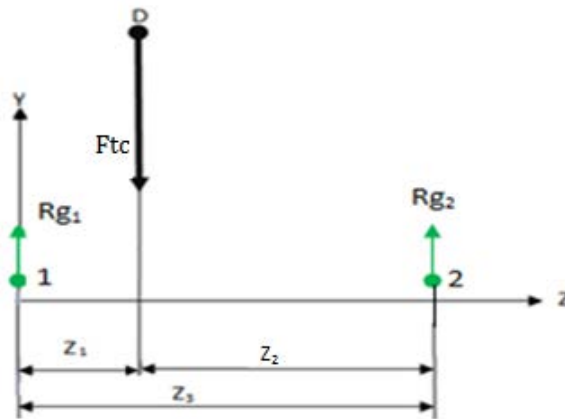


Figure III.15 Diagramme des forces

Les longueurs Z_1 , Z_2 et Z_3 sont obtenues par solidWorks.

Tableau III.3.4 Distances entre les forces

| Longueur en mm | Z_1 | Z_2 | Z_3 |
|----------------|-------|-------|-------|
| | 262 | 638 | 900 |

III.4.2.3. Détermination les réactions des galets sur le rail

La valeur maximale obtenue des réactions est utilisée pour vérifier la résistance de la section du rail choisit par simulation.

La force du poids total en charger de la partie roulante du dispositif F_{tc} au point Dest :

$$F_{tc} = 45000 \text{ N}$$

La valeur F_{tc} est obtenue à partir de solidWorks.

On applique le principe fondamental de la statique [5] aux points 1 et 2 (Fig. III.15).

Par projection de ces forces R_{g_1} , R_{g_2} et F_{tc} sur l'axe OZ et OY, on trouve :

Les forces horizontales sur l'axe OZ sont nulles:

$$\sum F_{ext/z} = 0$$

Les forces verticales extérieures sur l'axe OY:

$$\sum F_{ext/y} = 0$$

$$R_{g_1} + R_{g_2} = \frac{F_{tc}}{2} \quad (20)$$

On applique le principe fondamental de la statique [5] au point 2 :

$$\sum M/F_{ext/2} = 0$$

$$R_{g_1} \times Z_3 - \frac{F_{tc}}{2} \times Z_2 = 0 \quad (21)$$

$$R_{g_1} = \frac{F_{tc}}{2} \times \frac{Z_2}{Z_3} \quad (22)$$

$$R_{g_2} = \frac{F_{tc}}{2} - R_{g_1} \quad (23)$$

Application numérique

$$F_{tc} = 45000 \text{ N}$$

On obtient les valeurs des forces de réaction des galets :

$$R_{g_1} = 15950 \text{ N}$$

$$R_{g_2} = 6550 \text{ N}$$

$$R_{g_3} = 15950 \text{ N}$$

$$R_{g_4} = 6550 \text{ N}$$

CHAPITRE IV

SIMULATION DE LA CONCEPTION DU DISPOSITIF ET DIMENSIONNEMENT LES DIFFERENTES PIECES

IV.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter les résultats des simulations numériques des différentes pièces du dispositif de retournement des citernes elliptiques. Pour se faire, il est utile d'utiliser le module de calcul des structures « Solid Works Simulation » associé au logiciel Solid Works pour évaluer l'état de contrainte dans n'importe quel nœud de la pièce, en utilisant le critère de Von Mises et à la base de ces résultats obtenus on dimensionne ces pièces qui nous donnent une conception robuste, résistante et de poids du dispositif léger.

IV.2. Procédure de simulation

La mise en œuvre d'une simulation numérique nécessite la réalisation du modèle 3D, les dimensions et le matériau qui constituent la pièce ainsi les conditions aux limites en effort et déplacement [8].

Réalisation de la pièce: dessin de la géométrie de la pièce en 2D à l'aide des outils d'esquisses et la fixation des cotes de l'esquisse, en suite la création du volume pour avoir le modèle 3D, finalement l'enregistrement pour pouvoir créer l'assemblage.

Création de l'assemblage: Construire toutes les pièces chaque une tout seul, puis les importées à l'assemblage pour les assembler à l'aide des contraintes d'assemblage (coïncidence, coaxiale, perpendiculaire...)

Définition du matériau: le comportement de la pièce dépend du matériau dont elle est faite, d'où cette étape consiste à attribuer un matériau à la pièce.

Application des déplacements imposés: les conditions aux limites en déplacement permettent au logiciel de réaliser l'équilibre statique de pièce. Il faut que la pièce mise en position de façon à éliminer au moins un de ses six degrés de liberté

Application des efforts externes: Cette étape consiste à appliquer les forces extérieures (force, couple, pression...) dues à l'environnement dans lequel s'insère la pièce.

Création du maillage: le maillage est une étape fondamentale de la simulation. Le modèle doit être divisé en petits éléments de formes données : triangle, quadrilatère, tétraèdre. L'ensemble de tous les éléments constitue le **Maillage**.

IV.3. L'utilisation du critère de Von Mises à la simulation

Les contraintes qui caractérisent les efforts de cohésion dans la matière sont donc limitées par les caractéristiques mécaniques du matériau utilisé. Pour estimer les contraintes maximales admissibles et dimensionner une pièce, il est nécessaire de définir un critère de résistance limite [9]. Parmi ces critères, celui de **Von Mises** qui s'applique généralement aux

métaux et qui décrit un seuil de plasticité. Le matériau sort du domaine élastique lorsque la contrainte de cisaillement (rupture) dépasse la limite élastique du matériau métallique déduit par les essais de traction

IV.4. Dimensionnement des différentes pièces du dispositif

Notre dispositif est composé de plusieurs pièces mécaniques de forme géométrique différents et qui dépend l'une à l'autre, pour dimensionner ces pièces correctement il est utile de suivre une méthode ordonnée et séquentielle.

1- La roue du dispositif est caractérisé par :

a- Un diamètre qui est en fonction de :

- L'encombrement du corps citerne à soude (Fig.III.2).
- Caractéristiques du vireur (Tab.I.4).
- La hauteur hors tout du travail machine (bras porte torche). Fig.II.17.

b- La largeur de la lèvre qui est en fonction de :

- La largeur des roues du vireur (Tab.I.4).
- L'épaisseur de la lèvre et le disque de la roue sont déterminés par simulation.

2- Traverses porte bras (fer plat) est caractérisé par :

a- La longueur qui est en fonction de la diagonale du corps citerne. (Fig.III.2).

b- La hauteur qui est en fonction avec la partie carrée du bras et l'encombrement du corps vérin hydraulique.

2- Son épaisseur est déterminée par simulation

3- Les bras

a- Les cotes de la partie carrée est en fonction de :

- Diamètres de perçage de la broche de fixation (pour éviter la déformation des trous), déterminé par simulation.
- La partie entaillée est en fonction de la tête de la tige vérin.

b- Les cotes de la partie ronde :

- Sa diamètre est déterminé par simulation suivant la charge supportée.
- Sa longueur est en fonction de la largeur de la plaque.
- Sa longueur totale est en fonction de la position du corps citerne par rapport à la roue du dispositif (Fig.III.6).

4- L'axe de fixation est caractérisé par :

- La longueur qui doit être plus grande que l'écartement entre les deux traverses (fer plat).

- Le diamètre est déterminé par simulation.

5- Les plaques de serrage

- a- L'épaisseur, la largeur et la longueur du fer plat sont déterminées par simulation.
- b- L'épaisseur du gousset est déterminée aussi par simulation.
- c- Le diamètre et longueur du tube rond sont en fonction du diamètre et longueur de la partie ronde du bras et leur épaisseur est déterminée par simulation.

6- L'axe (demi-essieu) : la charge supportée par l'essieu est déjà donnée par le fabricant [4], il reste à vérifier le poids total de l'ensemble des pièces du dispositif supportées par l'axe demi-essieu et qui ne doit pas dépasser la charge autorisée par le fabricant.

7- Le Socle

- La longueur est en fonction de la longueur de fixation du demi-essieu sur le socle.
- La hauteur est en fonction du diamètre de la roue du dispositif et de son emplacement sur le socle (Fig.II.17).
- La largeur est en fonction de l'encombrement du socle.

8- La table roulante

- La largeur est en fonction de l'encombrement du socle.
- La longueur est donnée au chapitre III (étude de l'équilibre du dispositif).
- La hauteur de la table est la hauteur de sa traverse déterminée par simulation.
- Concernant les sections des pièces rail, galets, axe galet et palier sont déterminées par simulation.

IV.5. Choix du coefficient de sécurité

Le coefficient de sécurité [10] a pour but de prendre une marge de sécurité entre le calcul théorique et la réalité. Pour avoir une condition de résistance d'un matériau, on prend théoriquement une contrainte qui ne dépasse pas la limite élastique (pour éviter toute déformation plastique permanente). Mais dans la pratique, la limite élastique ne peut pas être exactement celle de la théorie, vu qu'il y a des défauts dans la matière qui causent des contraintes supplémentaires.

- Coefficient de sécurité $C_s = 1.5$: structures en acier, matériaux homogènes soumis à des charges constantes.
- Coefficient de sécurité C_s (1.5 à 2) : matériaux plastiques, à charge constante, température normale ou constante.
- Coefficient de sécurité C_s (2 à 2.5) : qualité moyenne de matériaux, condition de travail moyenne.

- Coefficient de sécurité Cs (2.5 à 3) : faible qualité, matériaux fragiles (ciments, briques, verres, fontes...) conditions de travail normales.
- Coefficient de sécurité Cs (3 à 4) : faible qualité, conditions de travail instables.

IV.6. Travail sur micro-ordinateur

Pour dimensionner ces pièces, on passe par les étapes suivantes :

- Faire une **conception** (Pré dimensionne) à l'aide d'un outil informatique **solidWorks**.
- Cibler les pièces essentielles du dispositif pour l'étudier.
- Faire une simulation par le logiciel **solidWorks**.
 - ✓ choisi le type des déplacements imposés.
 - ✓ Indique l'effort exercé sur ces pièces, et leur surface d'appuis.
 - ✓ Faire les maillages, en choisant un type maillage.
 - ✓ Extrairez les différentes contraintes, déplacements, déformation, coefficient de sécurités.
 - ✓ Compare ces résultats obtenus.

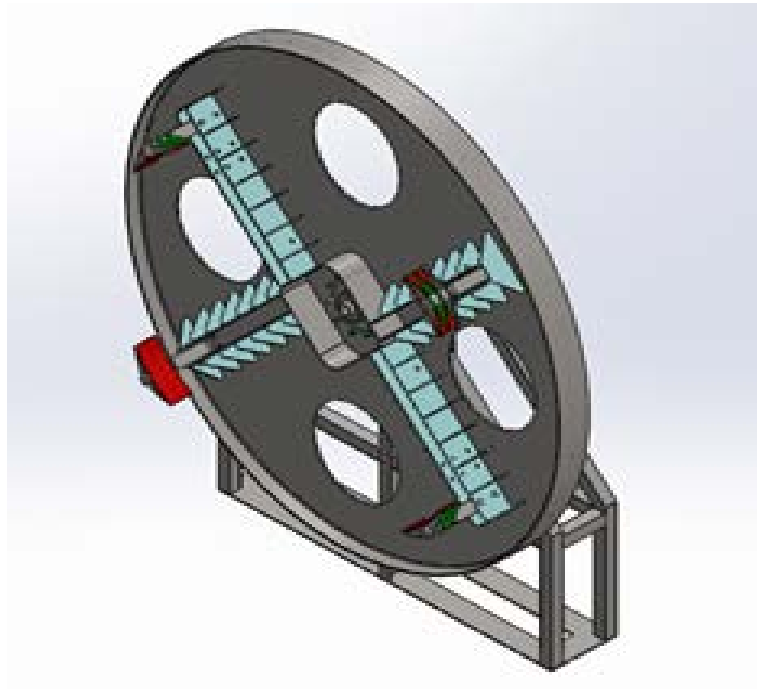
Selon ces résultats obtenus, on a deux conceptions :

- Conception conforme aux résultats souhaités c'est dire les contraintes maximales, coefficient de sécurité minimal et les déplacements acceptables.
- Conception non conforme, on redimensionne les pièces, jouent sur :
 - la matière utilisée pour (diminuer ou augmente la résistance).
 - changer les côtes, ou bien la forme géométrique des pièces.

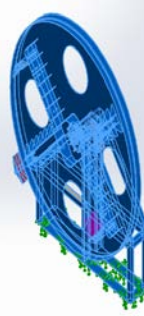
Puis, à chaque fois on compare les résultats obtenus résultats souhaités.

Afin d'alléger le poids des pièces du dispositif et minimise leurs contraintes, et d'augmenter la durée de vie du dispositif.

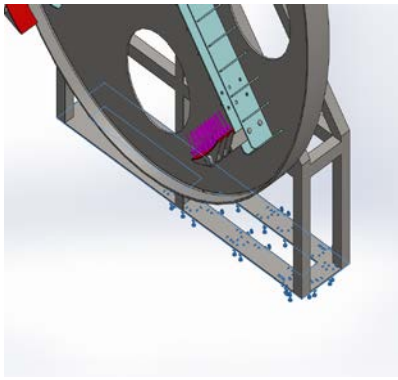
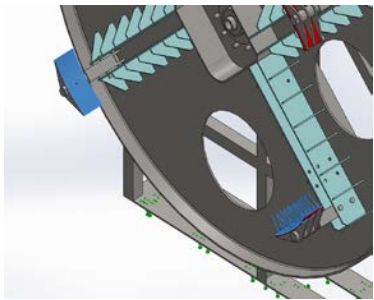
IV.7. Simulation de la partie fixe du dispositif



Propriétés du matériau

| Référence du modèle | Propriétés | |
|---|--------------------------------------|----------------------------------|
|  | Nom: | 1.0036 (S235JRG1) |
| | Type de modèle: | Linéaireélastique isotropique |
| | Critère de ruine par défaut: | Contrainte de von Mises max. |
| | Limite d'élasticité: | 2.35e+008 N/m ² |
| | Limite de traction: | 3.6e+008 N/m ² |
| | Module d'élasticité: | 2.1e+011 N/m ² |
| | Coefficient de Poisson: | 0.28 |
| | Masse volumique: | 7800 kg/m ³ |
| | Module de cisaillement: | 7.9e+010 N/m ² |
| | Coefficient de dilatation thermique: | 1.1e-005 /Kelvin |

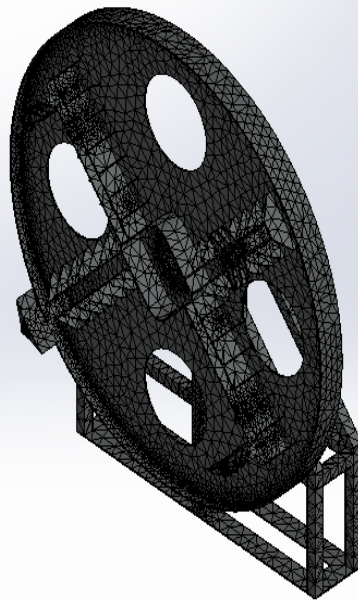
Actions extérieures

| Nom du déplacement imposé | Image du déplacement imposé | Détails du déplacement imposé |
|---------------------------|--|--|
| Fixe-3 |  | entities: 1 face(s) Type: Geometries fixe |
| Nom du chargement | Image du chargement | Details du chargement |
| Force-13 |  | entities: 2 face(s) Type: Force normale Valeur: 7350 N |

Informations sur le maillage

| | |
|--------------------------|-------------------------------|
| Type de maillage | Maillage volumique |
| Mailleur utilisé: | Maillage basé sur la courbure |
| Points de Jacobine | 4 Points |
| Taille d'élément maximum | 90 mm |
| Taille d'élément minimum | 18 mm |
| Qualité de maillage | Haute |
| Nombre total de nœuds | 170153 |
| Nombre total d'éléments | 87453 |

Nom du modèle: Assemblage.dispositif.simulation
Nom de l'étude: Etude 1
Type de maillage: Maillage volumique



IV.7.1. Résultats de la simulation

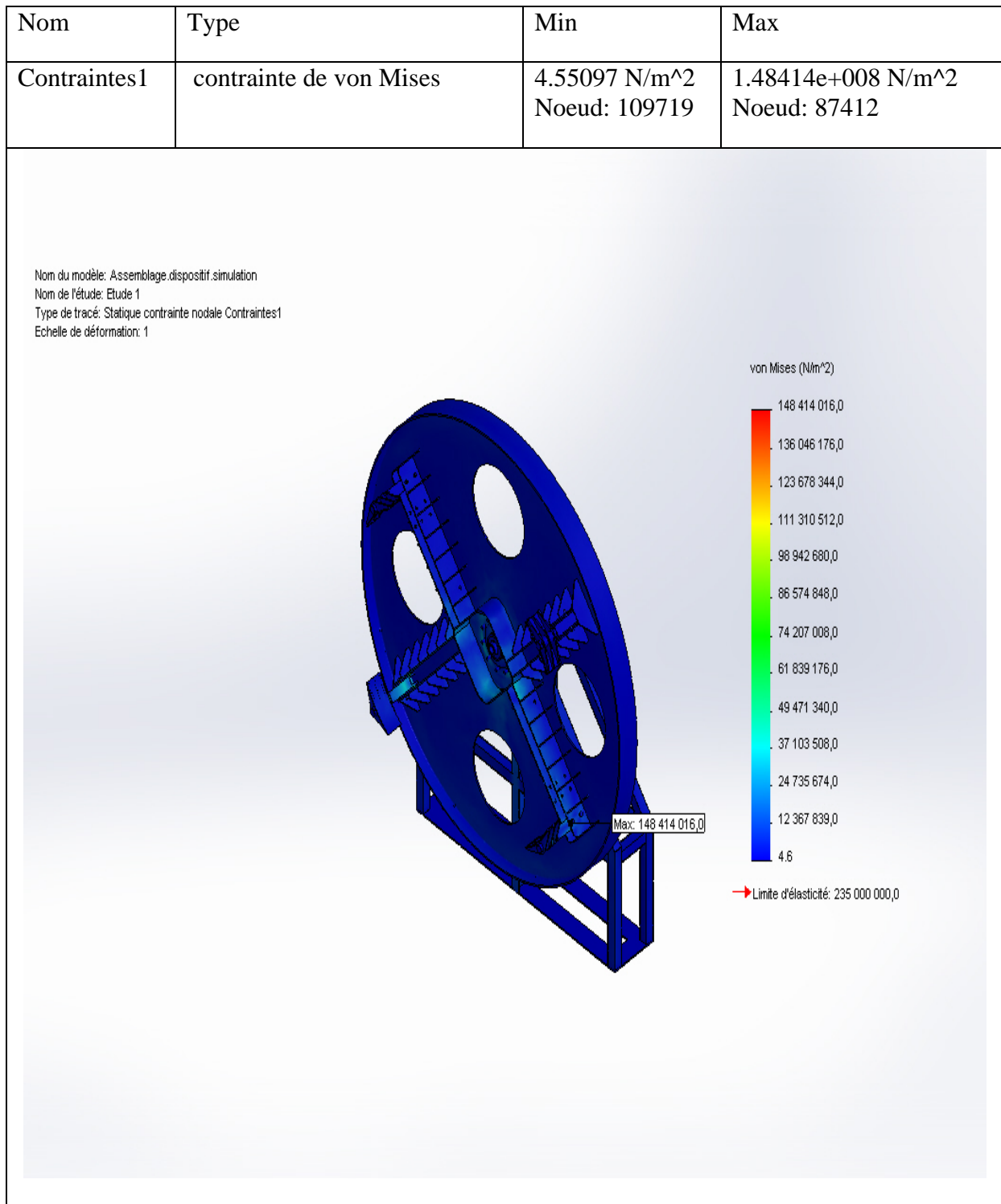


Figure IV.1 Résultats des contraintes de la partie fixe du dispositif.

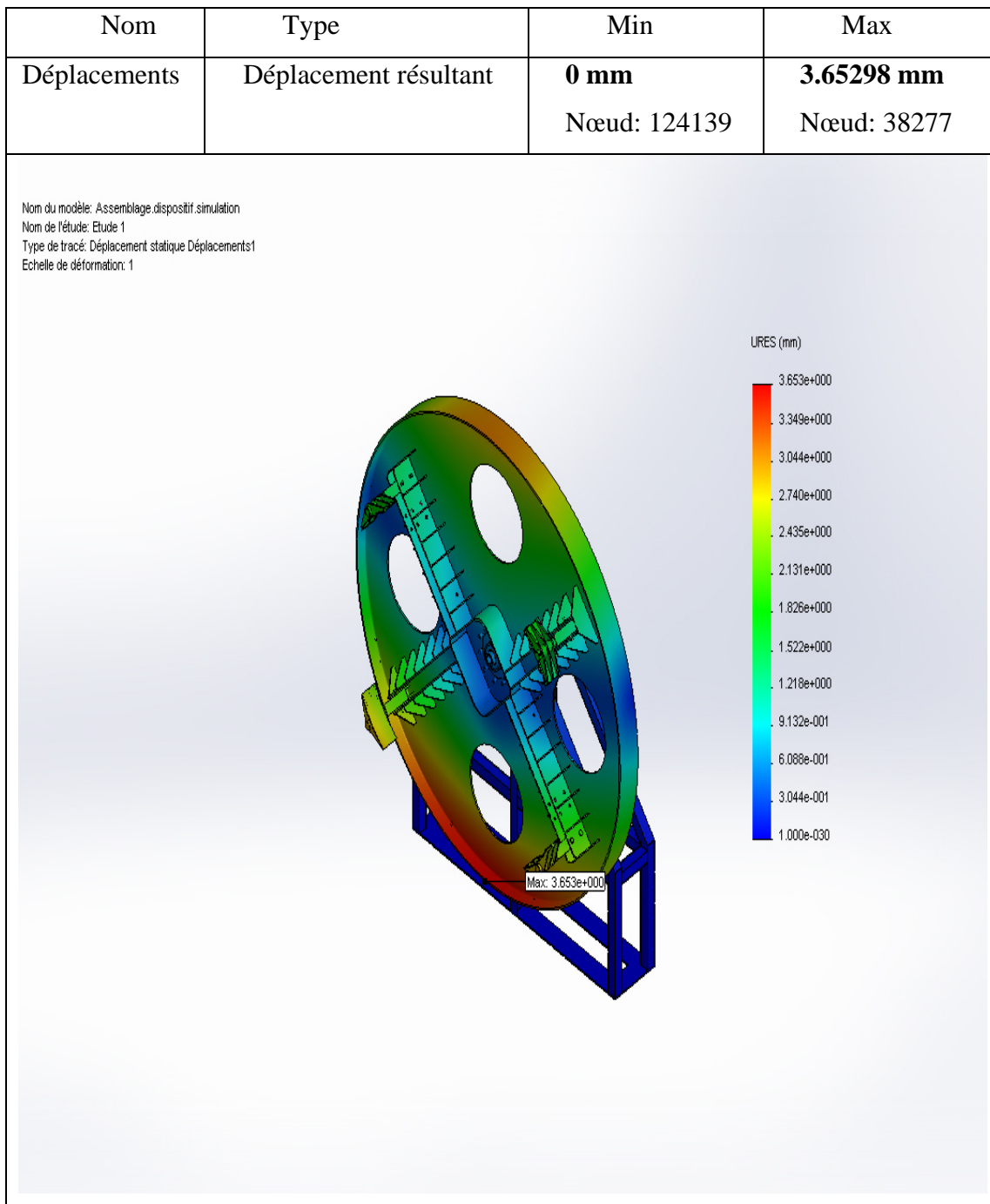


Figure IV.2 Résultats des déplacements de la partie fixe du dispositif.

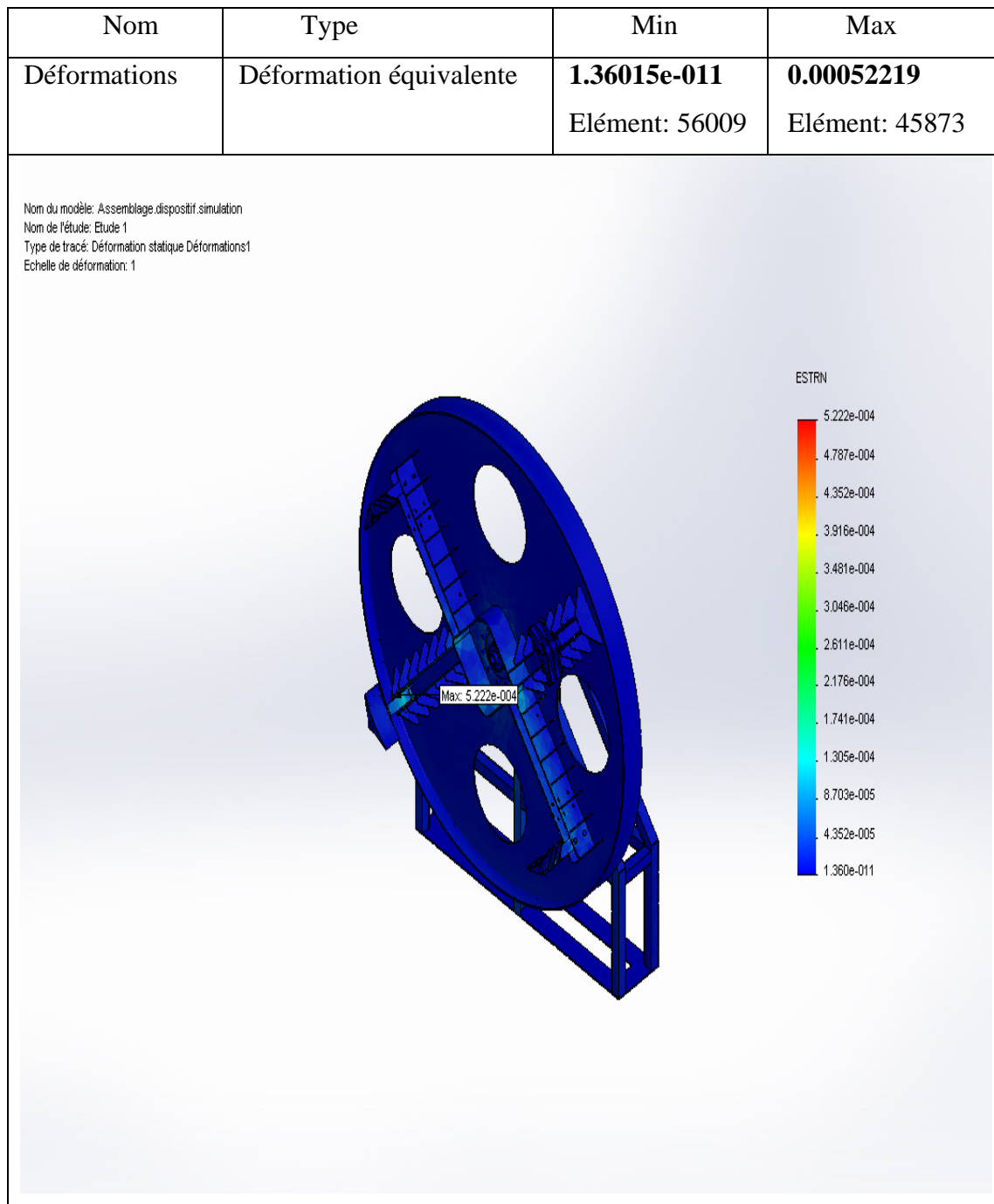


Figure IV.3 Résultats des déformations de la partie fixe du dispositif.

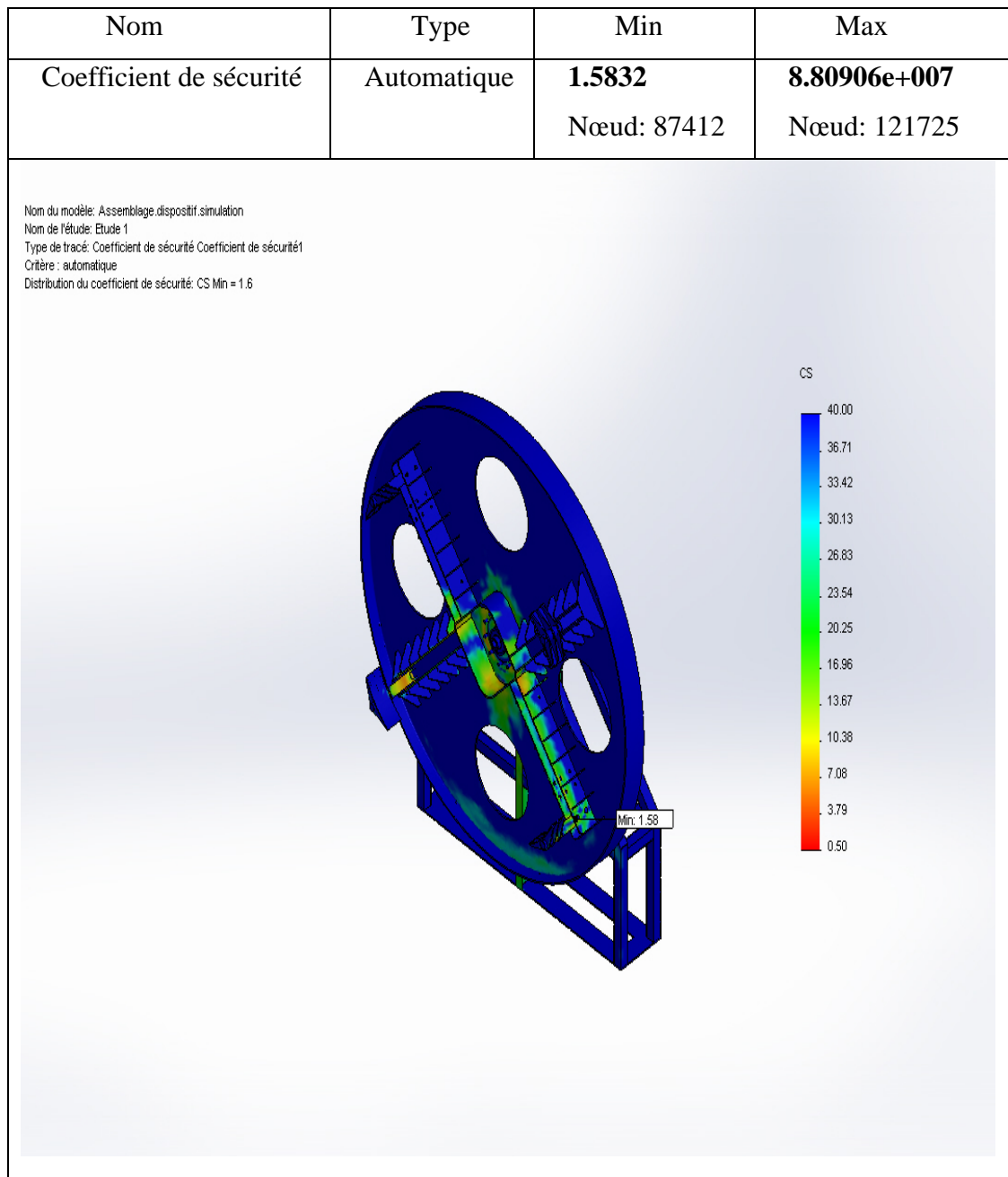


Figure IV.4 Résultats du coefficient de la sécurité de la partie fixe du dispositif.

IV.7.2. Commentaire des résultats

C'est en remarquant les résultats de la simulation du dispositif, obtenu :

- Une contrainte maximale de **(1.48433e+008 N/m²)** située au niveau de la broche de la fixation (Fig.IV.5) avec une matière en acier de construction de nuance **1.0036(S235JRG1)** delimitée élastique **2.35e+008 N/m²**, qui nous donne un coefficient de sécurité minimal **Cs=1.6**.

- Un déplacement maximal de **(3.65298 mm)** situé sur le fer plat de la grande roue (Fig.IV.2).

Pour assurer la résistance du dispositif à cette zone, en diminuant la contrainte maximale, nous proposons d'augmenter la limite élastique de l'axe de fixation avec une autre nuance d'acier. Nous avons choisi l'acier non allié **(1.1151 (C22E))** de limite élastique **4.8 e+008 N/m²** qui nous donne une contrainte maximale de **(1.48433e+008 N/m²)** et un coefficient de sécurité minimal **Cs=3.2** (Fig.IV.8) au lieu de l'acier de construction de nuance **(1.0036 (S235JRG1))** de limite élastique **2.35e+008 N/m²**.

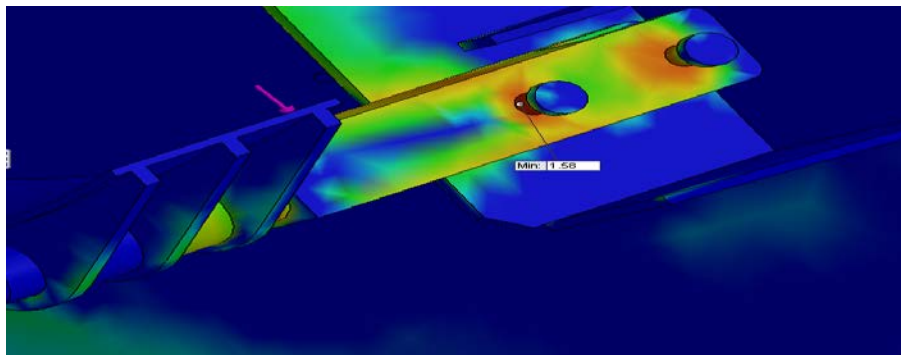


Figure IV.5 Zone de la contrainte maximale.

IV.7.3. Simulation les pièces composant la partie fixe

- *La plaque machaoire*

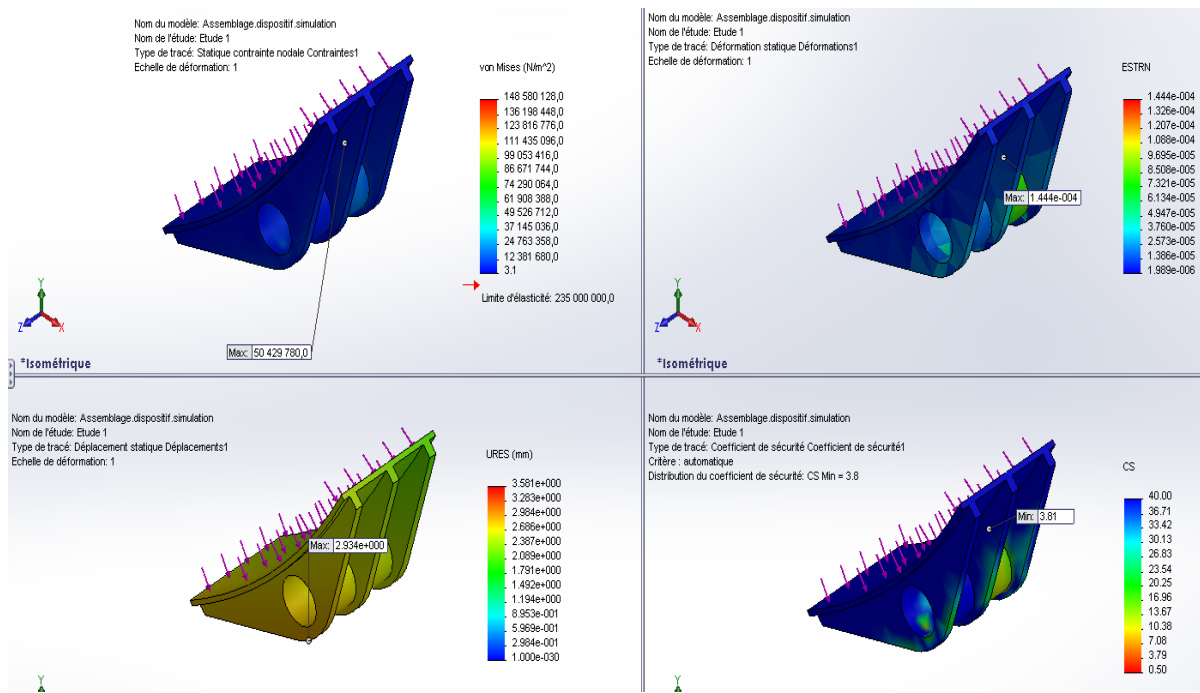


Figure IV.6 Résultats comparatif du plaque machaoire.

- Le bras

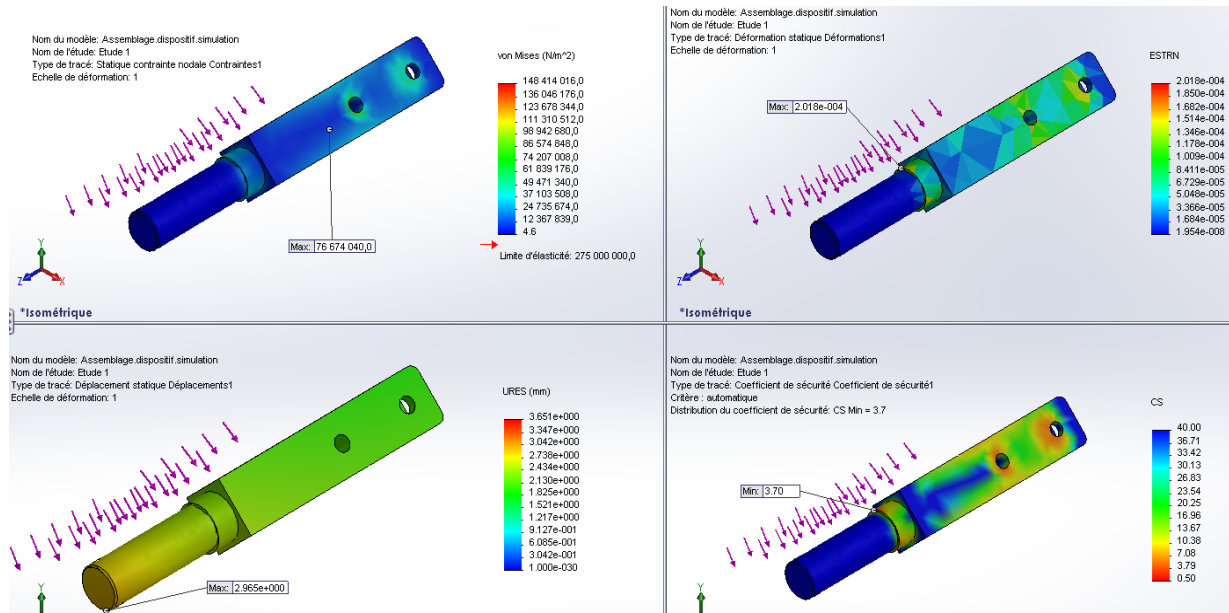


Figure IV.7 Résultats comparatif du bras.

- L'axe

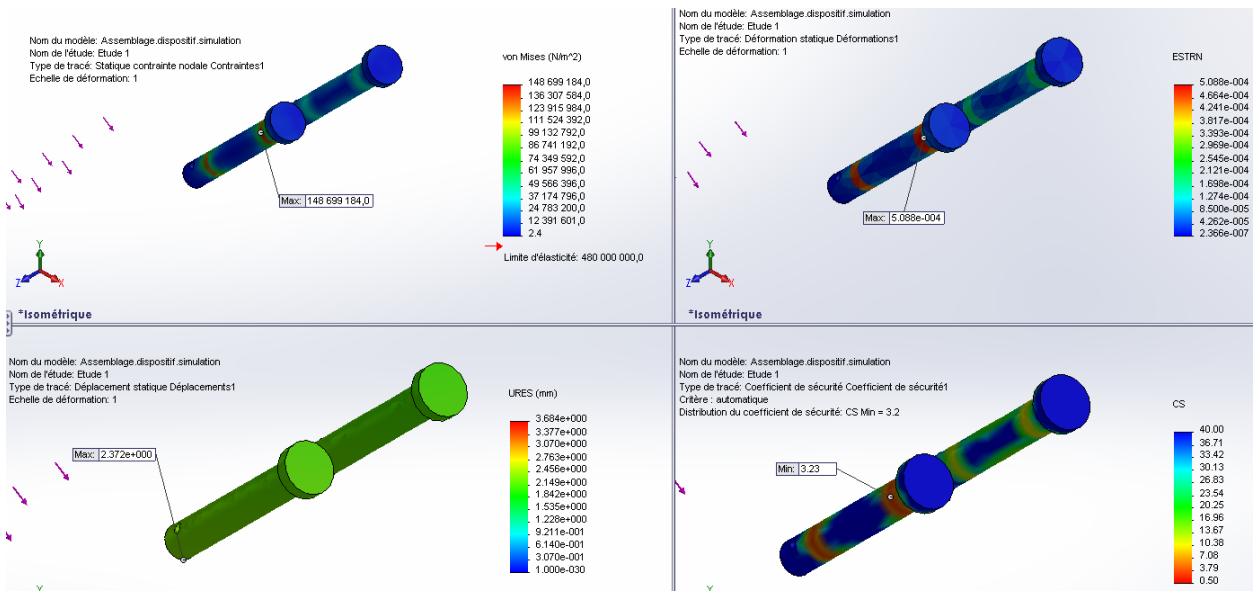


Figure IV.8 Résultats comparatif des axes.

- La Traverse porte bras

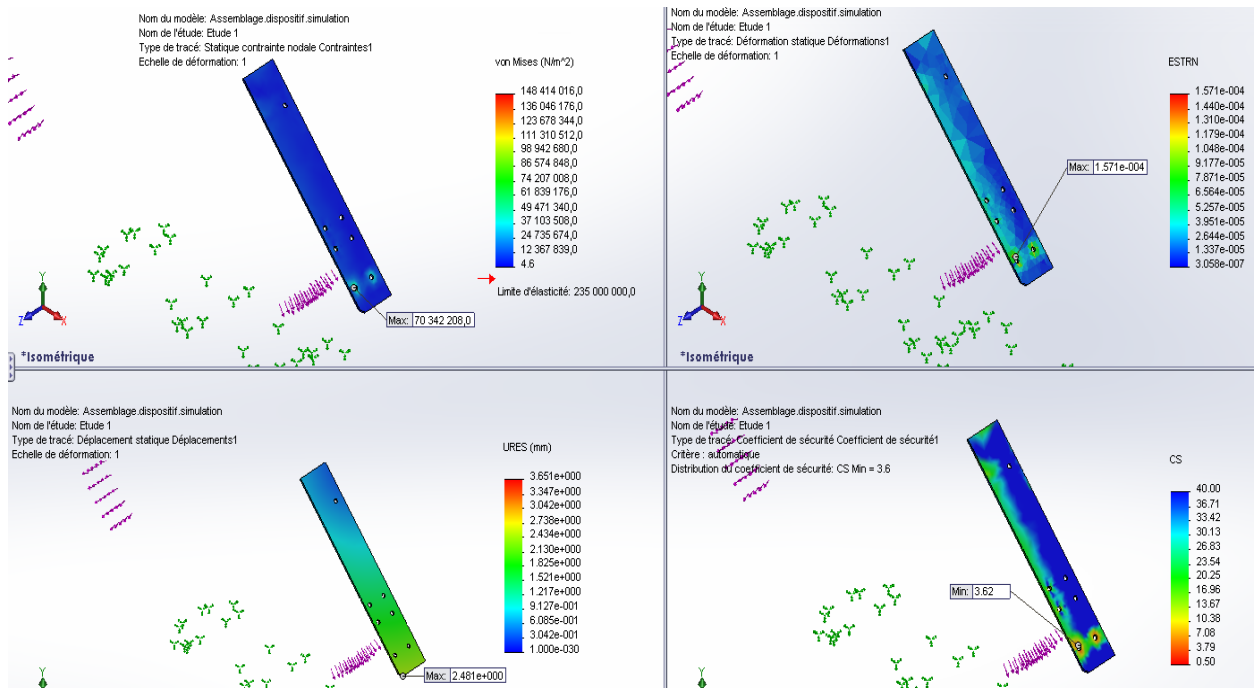


Figure IV.9 Résultats comparatif de la Traverse porte bras.

- Le Renfort

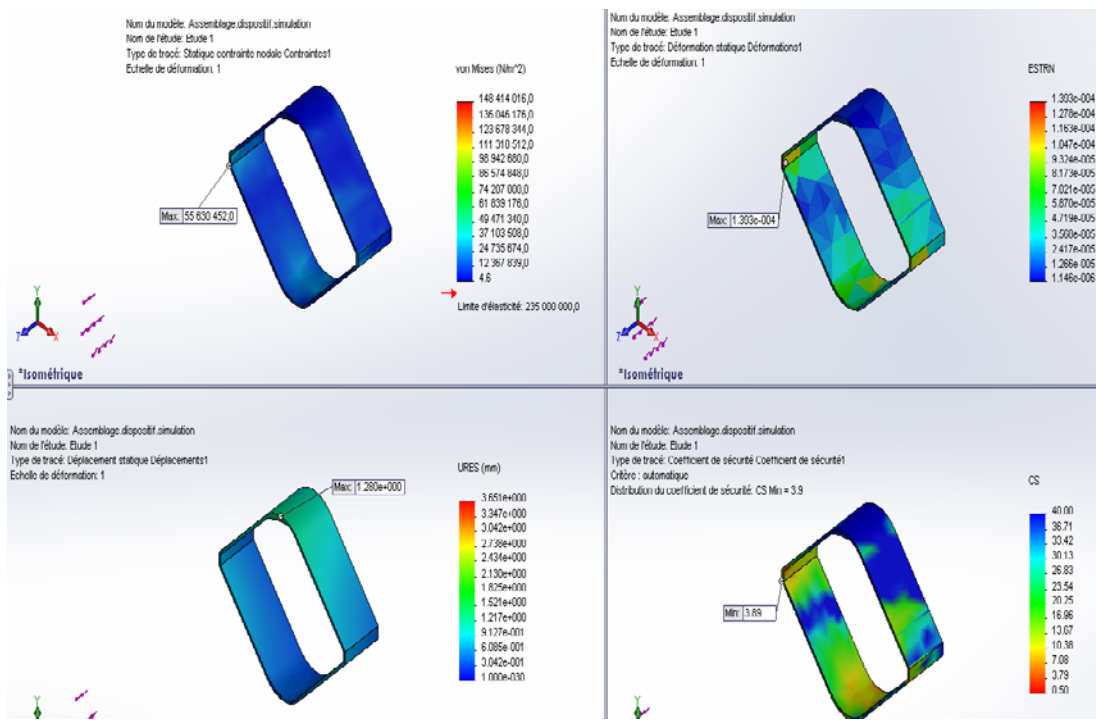


Figure IV.10 Résultats comparatif du Renfort.

- La grande roue

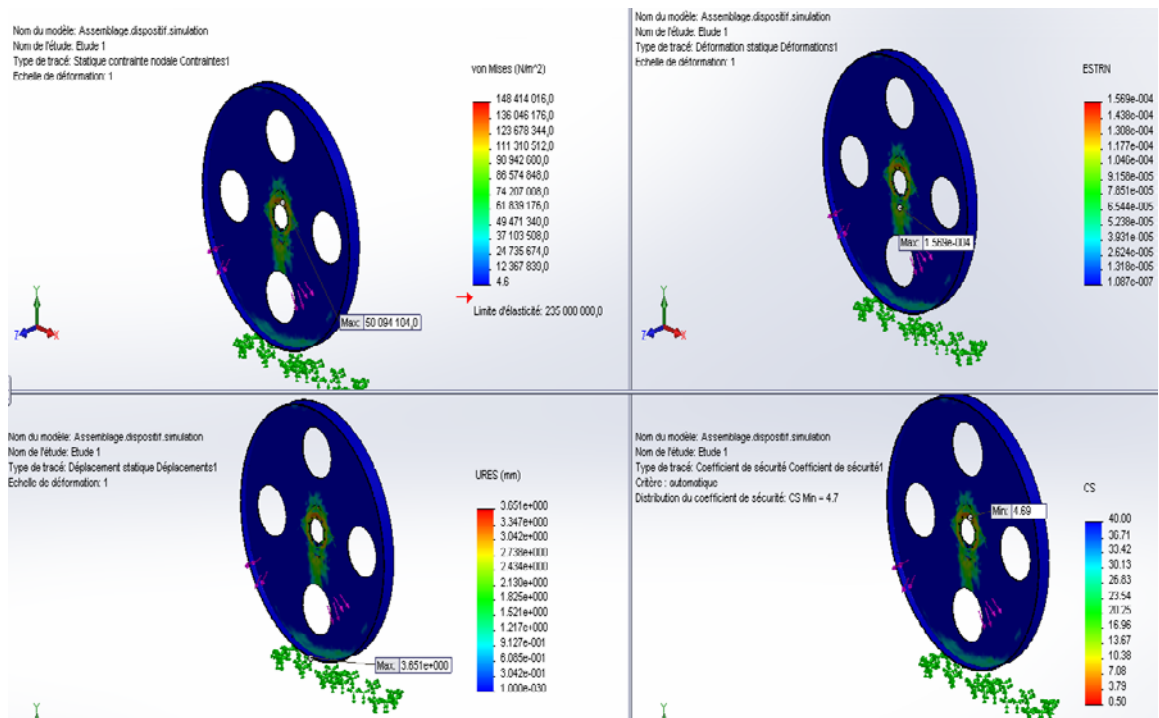
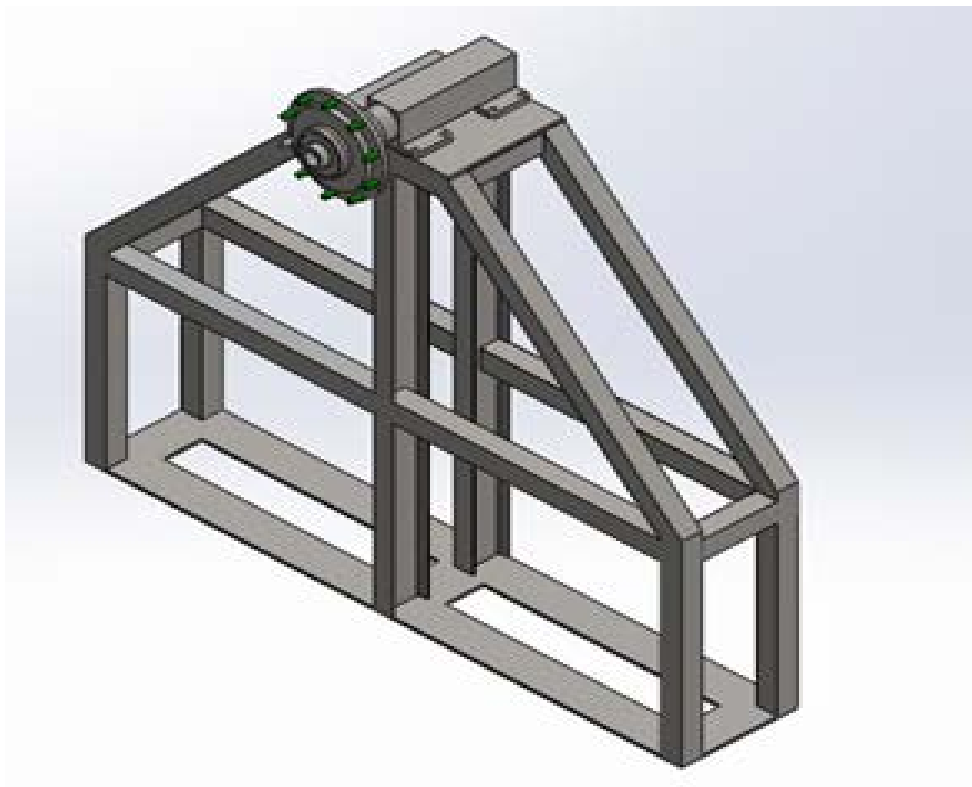


Figure IV.11 Résultats comparatif de la grande roue.

IV.8. Simulation du socle



Propriétés de l'étude

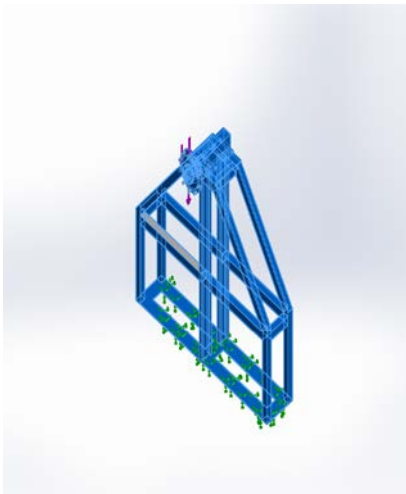
| | |
|-------------|---------|
| Nom d'étude | Etude 1 |
|-------------|---------|

| | |
|-------------------------|--------------------|
| Type d'analyse | Statique |
| Type de maillage | Maillage volumique |

Unités

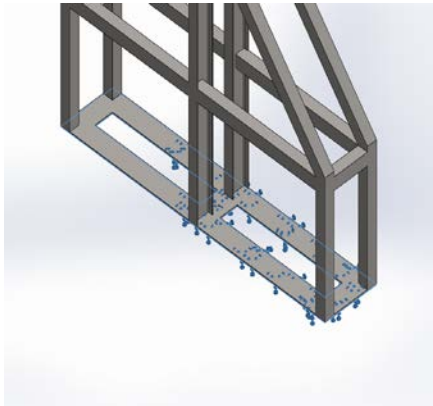
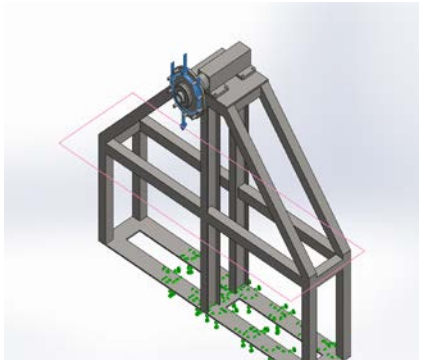
| | |
|--------------------------|------------------|
| Système d'unités: | SI (MKS) |
| Longueur/Déplacement | mm |
| Pression/Contrainte | N/m ² |

Propriétés du matériau

| Référence du modèle | Propriétés |
|--|--|
|  | <p>Nom: 1.0036 (S235JRG1)</p> <p>Type de modèle: Linéaireélastiqueisotropique</p> <p>Critère de ruine par défaut: Contrainte de von Mises max.</p> <p>Limite d'élasticité: 2.35e+008 N/m²</p> <p>Limite de traction: 3.6e+008 N/m²</p> <p>Module d'élasticité: 2.1e+011 N/m²</p> <p>Coefficient de Poisson: 0.28</p> <p>Masse volumique: 7800 kg/m³</p> <p>Module de cisaillement: 7.9e+010 N/m²</p> <p>Coefficient de dilatation thermique: 1.1e-005 /Kelvin</p> |

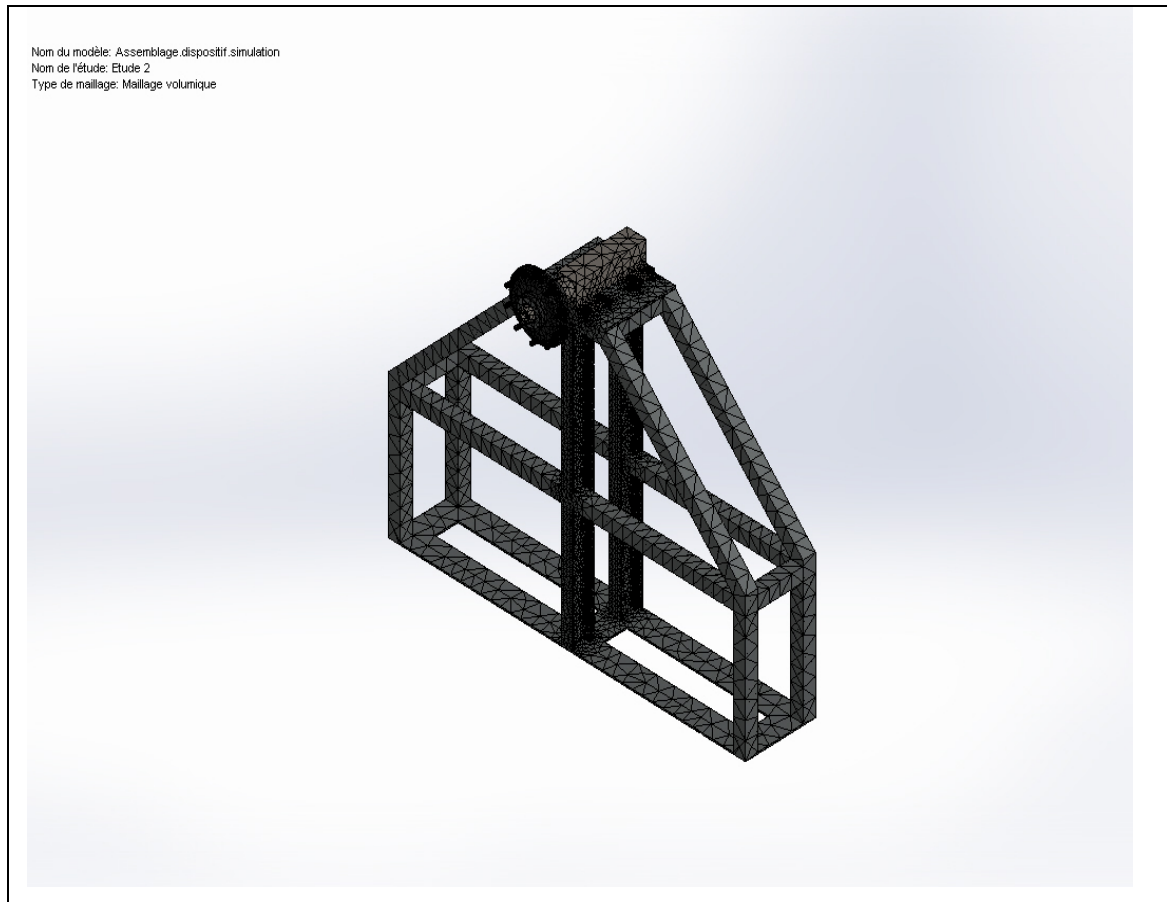
Actions extérieures

| Nom du déplacement imposé | Image du déplacement imposé | Détails du déplacement imposé |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|

| Nom du déplacement imposé | Image du déplacement imposé | Détails du déplacement imposé |
|---------------------------|---|---|
| Fixe-1 |  | entités: 1 face(s) Type: Geometries fixes |
| Nom du chargement | Image du chargement | Détails du chargement |
| Force-1 |  | entités: 1 face(s), 1 plan(s) Référence : Plan de dessus Type: Force Valeurs: 33000 N |

Informations sur le maillage

| | |
|--------------------------|-------------------------------|
| Mailleur utilisé: | Maillage basé sur la courbure |
| Points de Jacobien | 4 Points |
| Taille d'élément maximum | 85 mm |
| Taille d'élément minimum | 8 mm |
| Nombre total de noeuds | 150483 |
| Nombre total d'éléments | 78658 |



IV.8.1. Résultats de la simulation

| Nom | Type | Min | Max |
|-------------|-------------------------|--|---|
| Contraintes | contrainte de von Mises | 7.40539 N/m² Nœud: 122287 | 4.87747e+007 N/m² Nœud: 2140 |

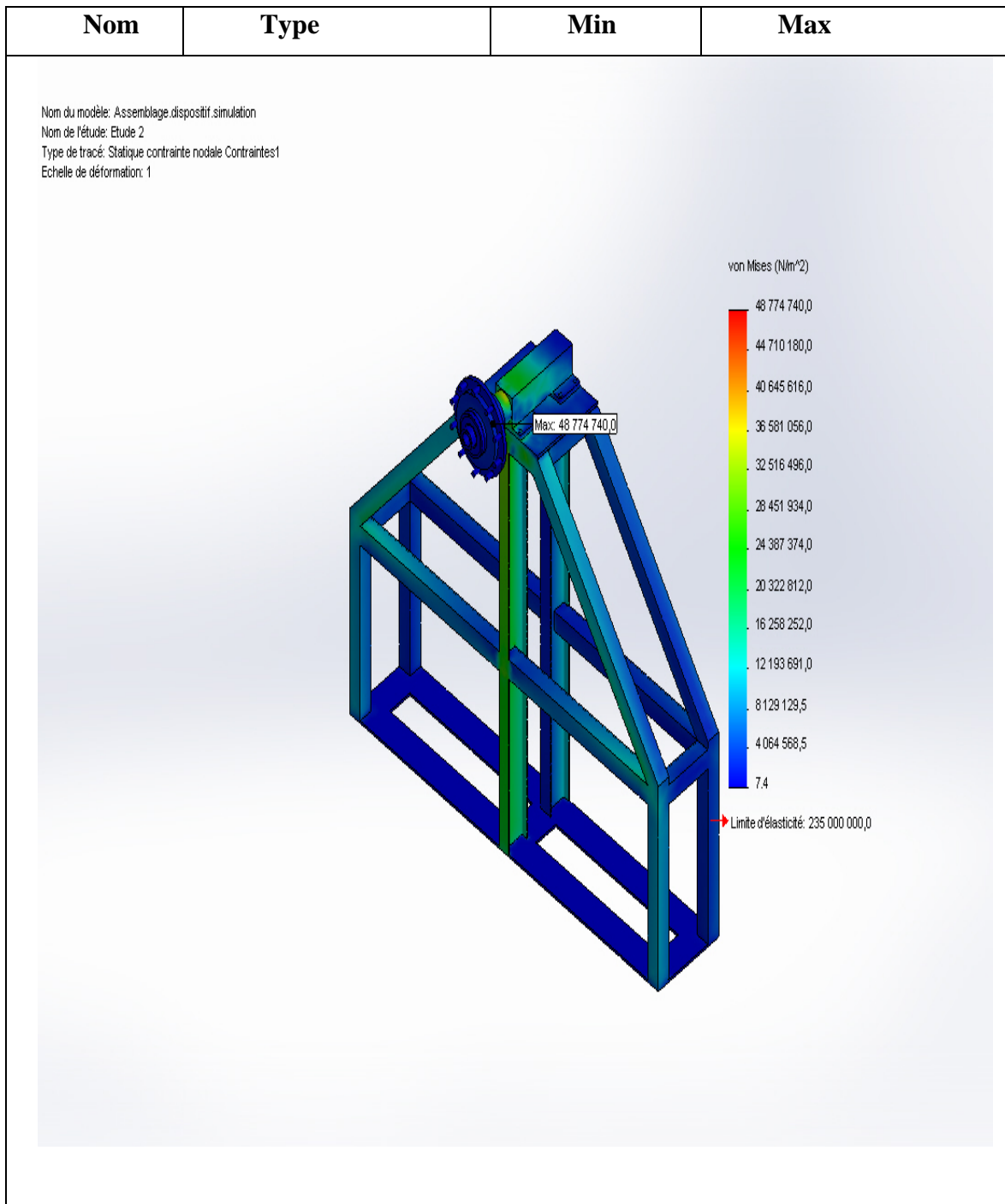


Figure IV.12 Résultats des contraintes du socle.

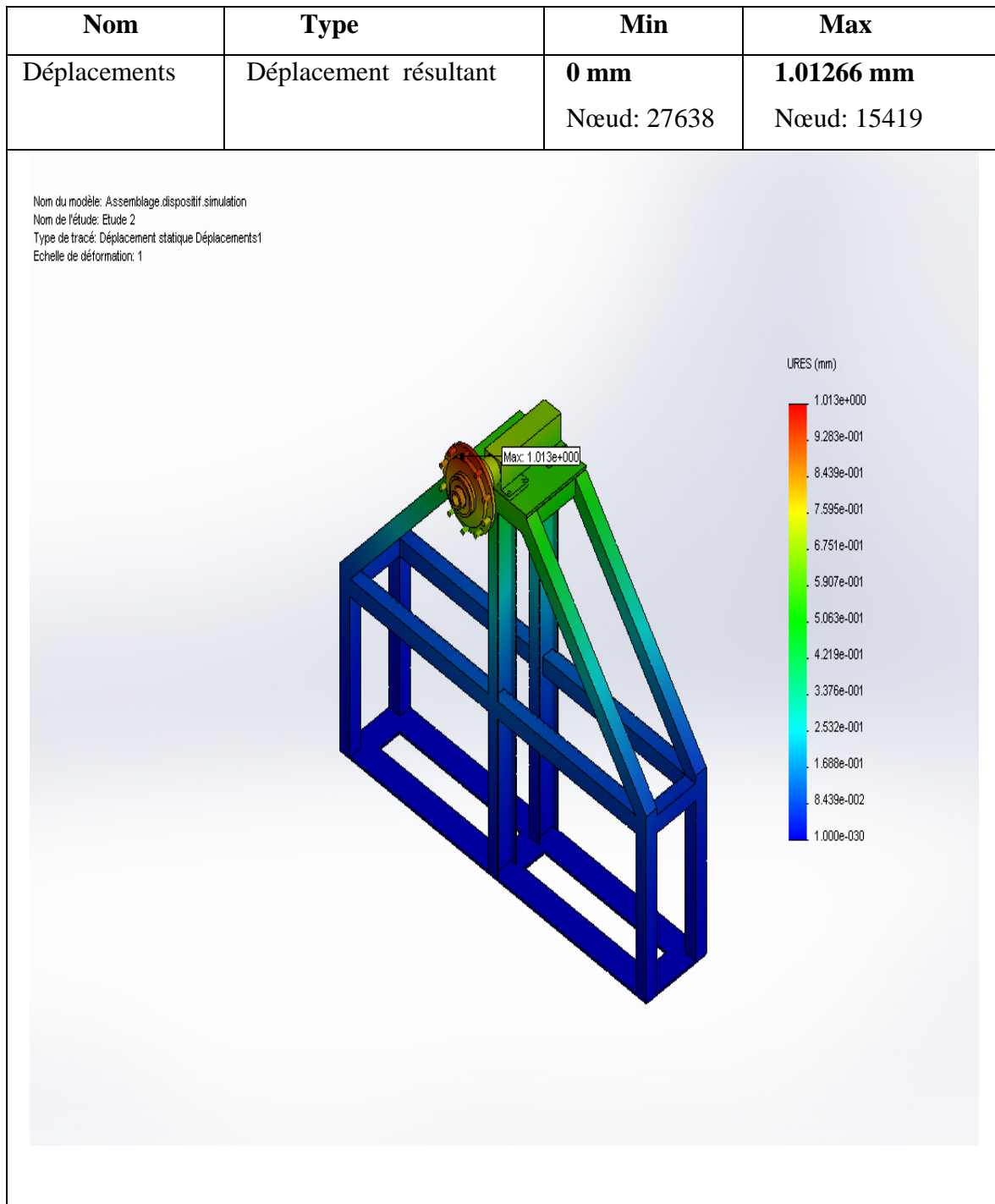


Figure IV.13 Résultats des déplacements du socle.

| Nom | Type | Min | Max |
|--------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Déformations | Déformation équivalente | 3.87769e-011 Elément: 46892 | 0.000179974 Elément: 50636 |

Nom du modèle: Assemblage dispositif simulation
 Nom de l'étude: Etude 2
 Type de tracé: Déformation statique Déformations1
 Echelle de déformation: 1

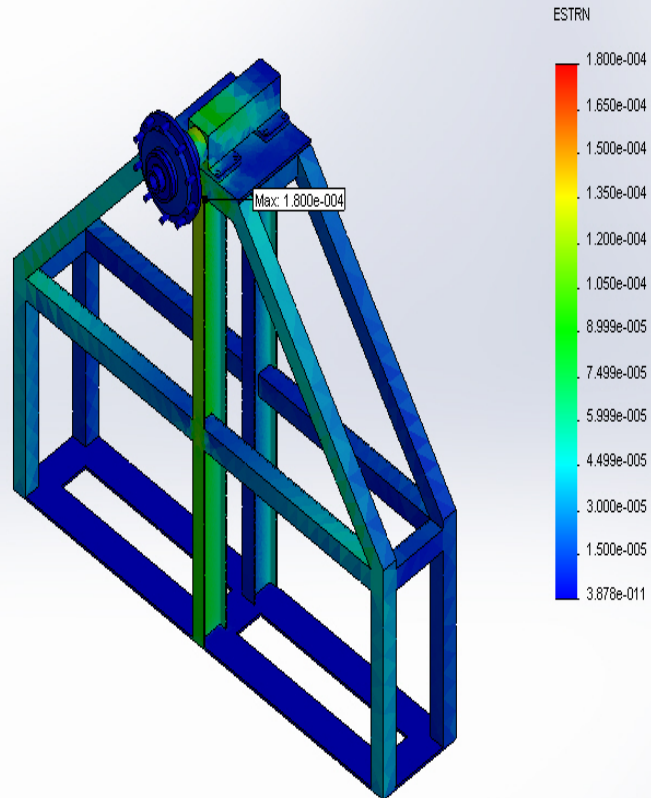


Figure IV.14 Résultats des déformations du socle.

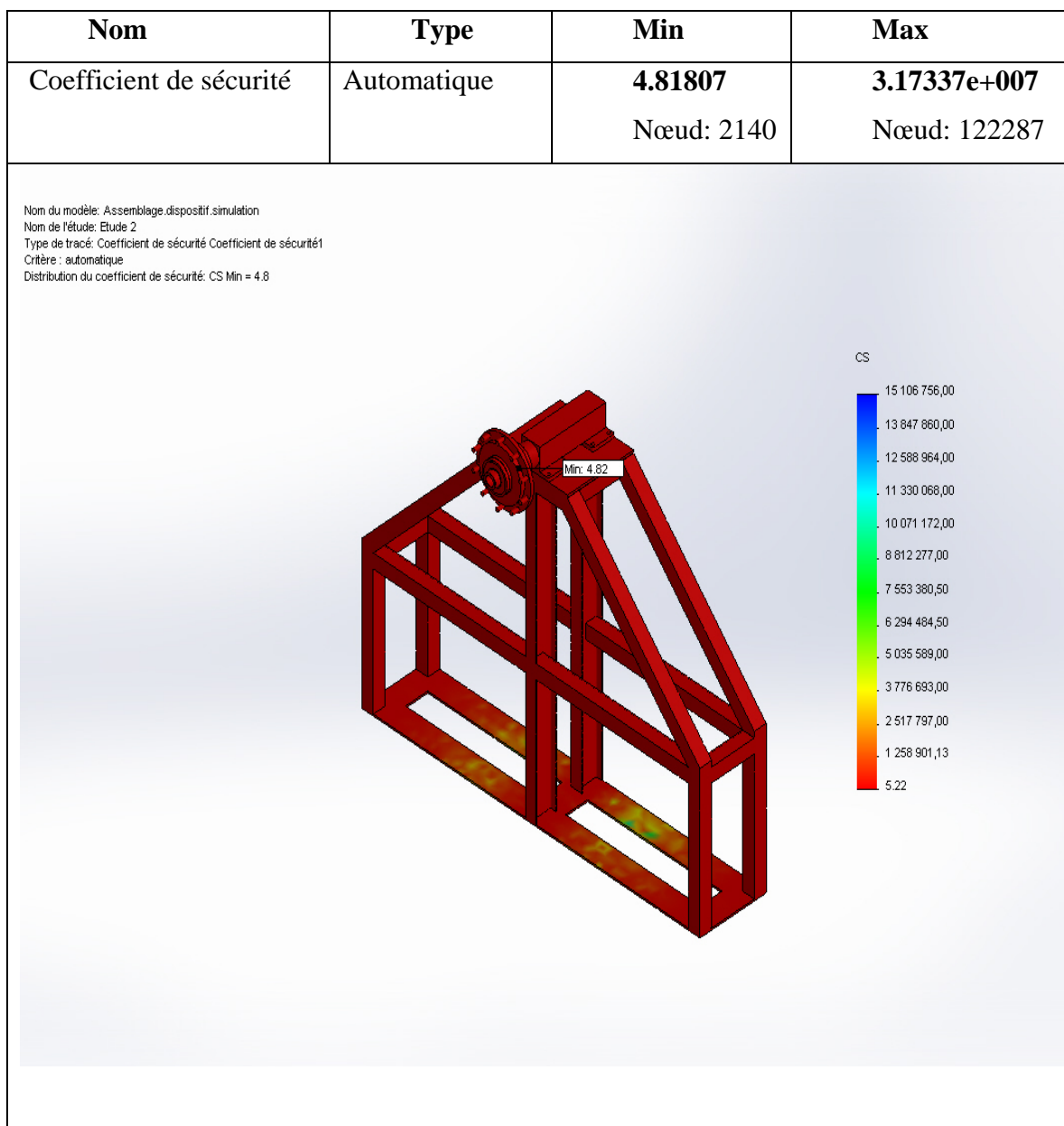


Figure IV.15 Résultats du coefficient de sécurité du socle.

7.2- Résultats et commentaire :

Les résultats obtenues par la simulation du socle composé par des tubes en acier de construction de nuance **1.0036 (S235JRG1)**, limite élastique **2.35e+008 N/m²** sont satisfaisantes.

- Une contrainte maximale de (**4.87747e+007 N/m²**) qui se trouve au niveau du moyeu (figure IV.1), qui nous donne un coefficient de sécurité minimale $C_s = 4.8$.

Ont rappelons que le corps d'essieu et le moyeu sont fabriqués en matière de limite élastique plus grande que celle citée au paragraphe au-dessus, et la charge supportée par l'essieu est déjà donnée par le fabricant des essieux[2].

8.3.Simulation de l'ensemble arbre et moyeu

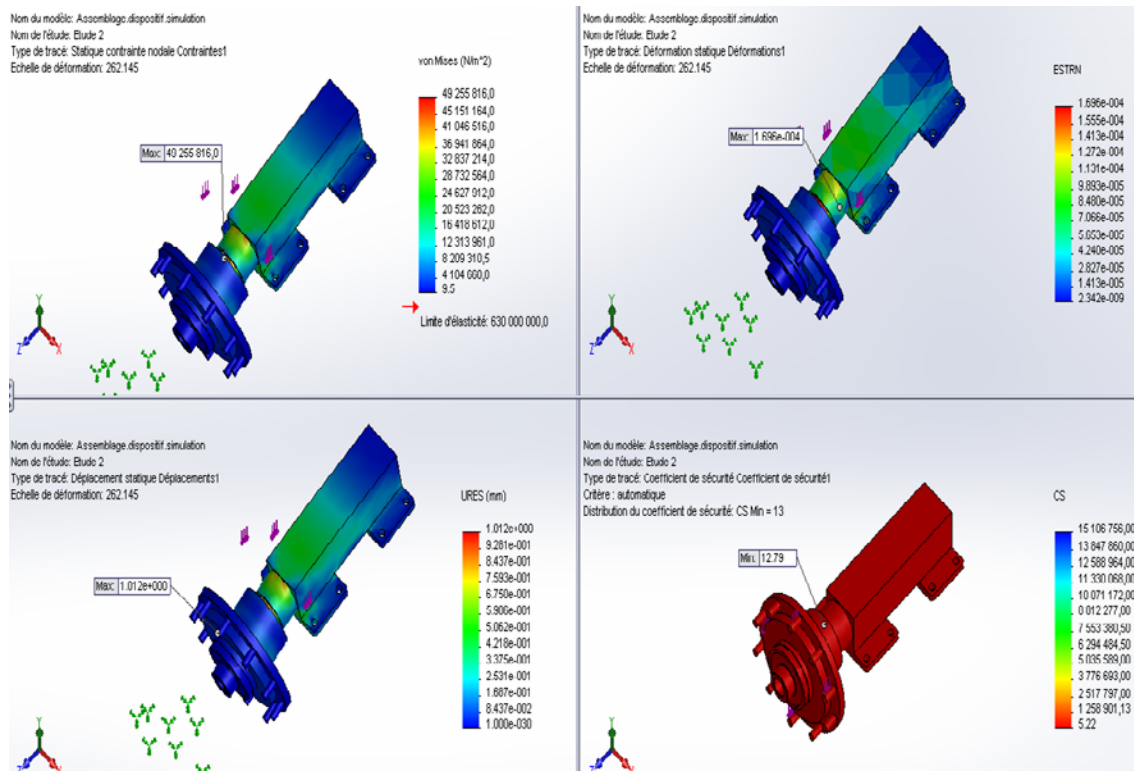
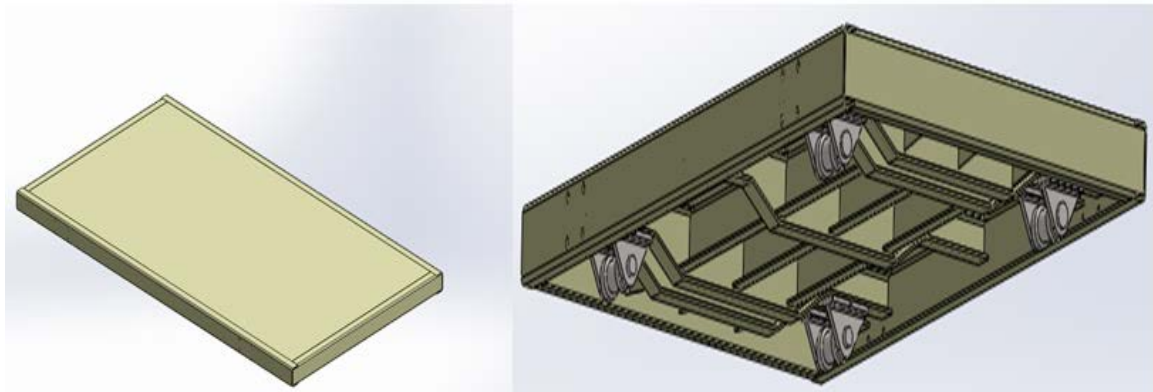


Figure IV.16 Résultats comparatif de l'ensemble arbre et moyeu.

IV.9. Simulations de la table (chariot)



Propriétés de l'étude

| | |
|------------------|--------------------|
| Nom d'étude | Etude 1 |
| Type d'analyse | Statique |
| Type de maillage | Maillage volumique |

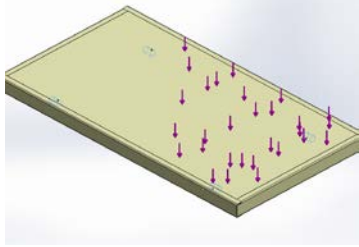
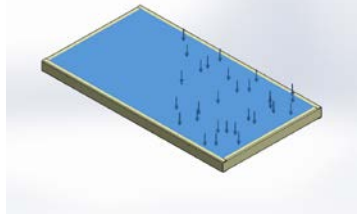
Unités

| | |
|----------------------|------------------|
| Système d'unités: | SI (MKS) |
| Longueur/Déplacement | mm |
| Pression/Contrainte | N/m ² |

Propriétés du matériau

| Référence du modèle | Propriétés |
|---------------------|---|
| | Nom: 1.0036 (S235JRG1) |
| | Type de modèle: Linéaireélastiqueisotropique |
| | Critère de ruine par défaut: Contrainte de von Mises max. |
| | Limited'élasticité: 2.35e+008 N/m ² |
| | Limite de traction: 3.6e+008 N/m ² |
| | Module d'élasticité: 2.1e+011 N/m ² |
| | Coefficient de Poisson: 0.28 |
| | Masse volumique: 7800 kg/m ³ |
| | Module de cisaillement: 7.9e+010 N/m ² |
| | Coefficient de dilatation thermique: 1.1e-005 /Kelvin |

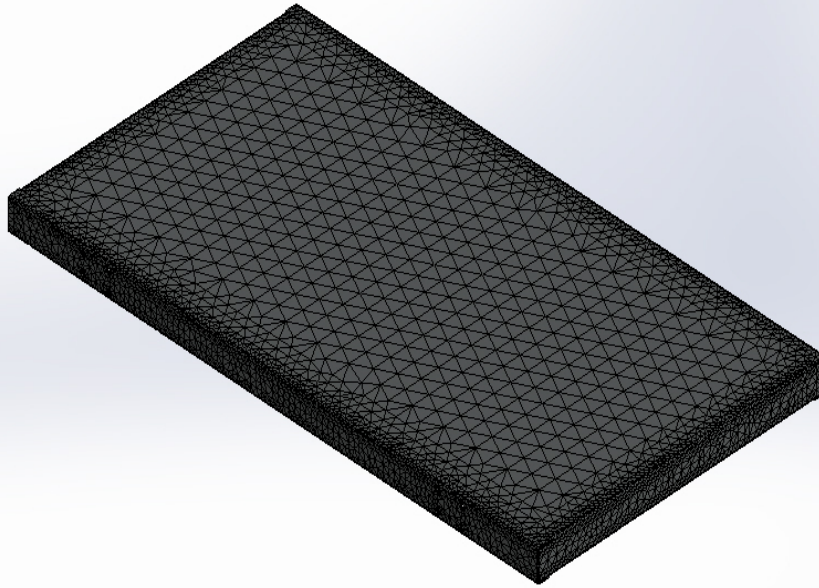
Actions extérieures

| Nom du déplacement imposé | Image du déplacement imposé | Détails du déplacement imposé |
|---------------------------|--|--|
| Fixe-1 |  | Entités: 4 face(s) Type: Géométrie fixe |
| Nom du chargement | Image du chargement | Détails du chargement |
| Force-1 |  | Entités: 1 face(s) Type: Force normale Valeur: 45000 N |

Informations sur le maillage

| | |
|--------------------------|-------------------------------|
| Type de maillage | Maillage volumique |
| Mailleur utilisé: | Maillage basé sur la courbure |
| Points de Jacobien | 4 Points |
| Taille d'élément maximum | 100 mm |
| Taille d'élément minimum | 15 mm |
| Qualité de maillage | Haute |
| Nombre total de noeuds | 208758 |
| Nombre total d'éléments | 107528 |

Nom du modèle: Assemblage.glissiere.simulation
Nom de l'étude: Etude 1
Type de maillage: Maillage volumique



IV.8.2. Résultats de la simulation

| Nom | Type | Min | Max |
|-------------|-------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Contraintes | contrainte de von | 29715.6 N/m ² | 6.14879e+007 N/m ² |
| | Mises | Noeud: 194754 | Noeud: 118292 |

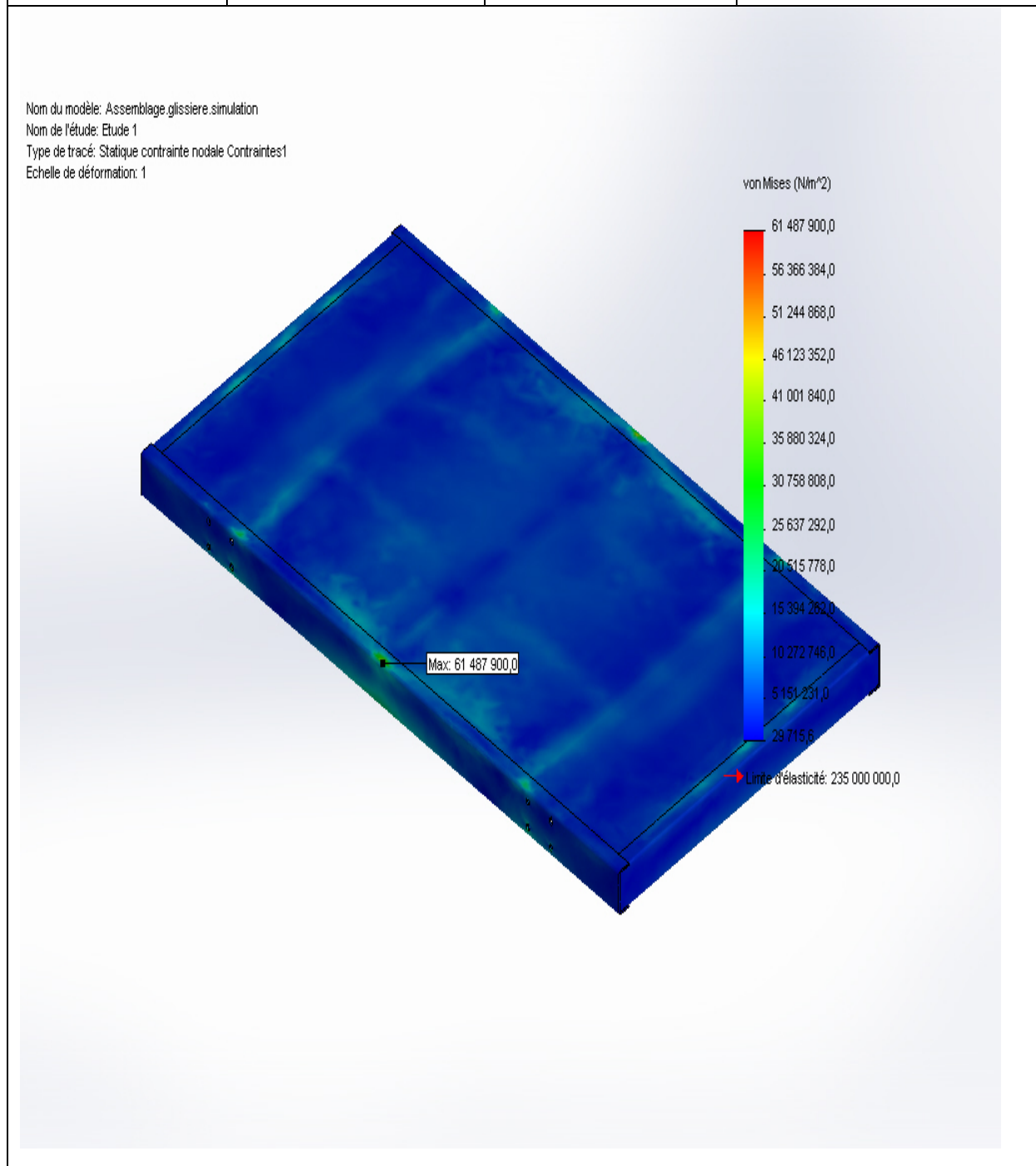


Figure IV.17 Résultats des contraintes de la table (chariot).

| Nom | Type | Min | Max |
|--------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Déplacements | Déplacement résultant | 0 mm Noeud: 194524 | 0.415621 mm Noeud: 117177 |

Nom du modèle: Assemblage.glisserie.simulation
 Nom de l'étude: Etude 1
 Type de tracé: Déplacement statique Déplacements1
 Echelle de déformation: 1

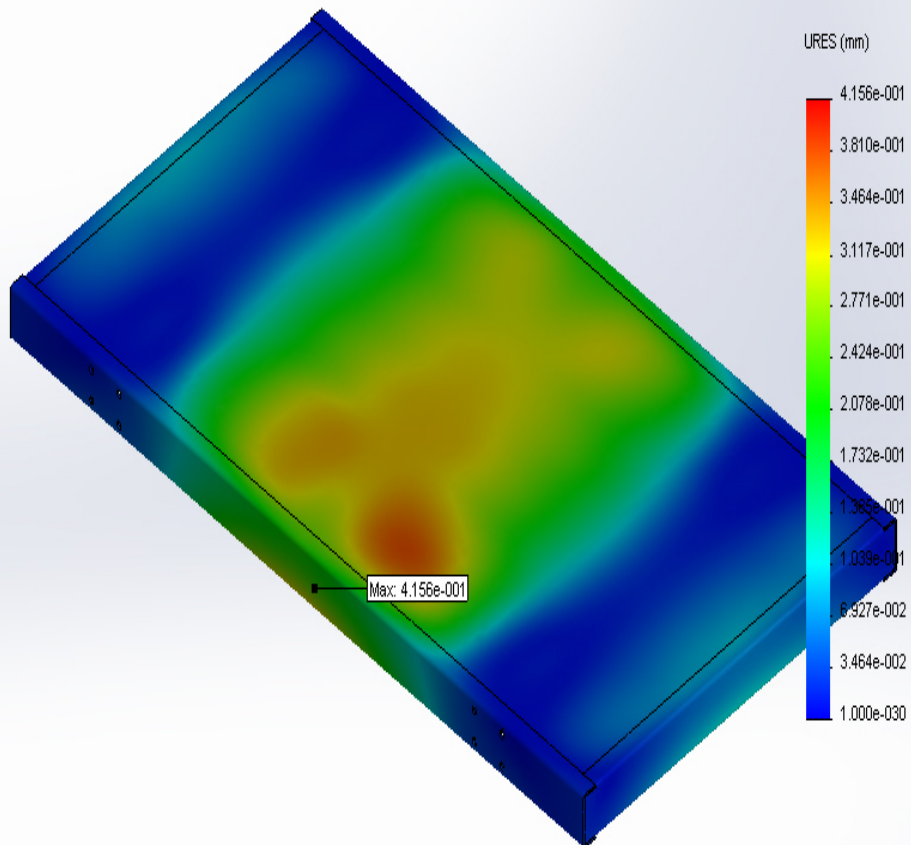


Figure IV.18 Résultats des déplacements de la table (chariot).

| Nom | Type | Min | Max |
|--------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Déformations | Déformation équivalente | 2.052e-007 Elément: 12424 | 0.000159916 Elément: 97407 |

Nom du modèle: Assemblage.glisserie.simulation
Nom de l'étude: Etude 1
Type de tracé: Déformation statique Déformations1
Echelle de déformation: 1

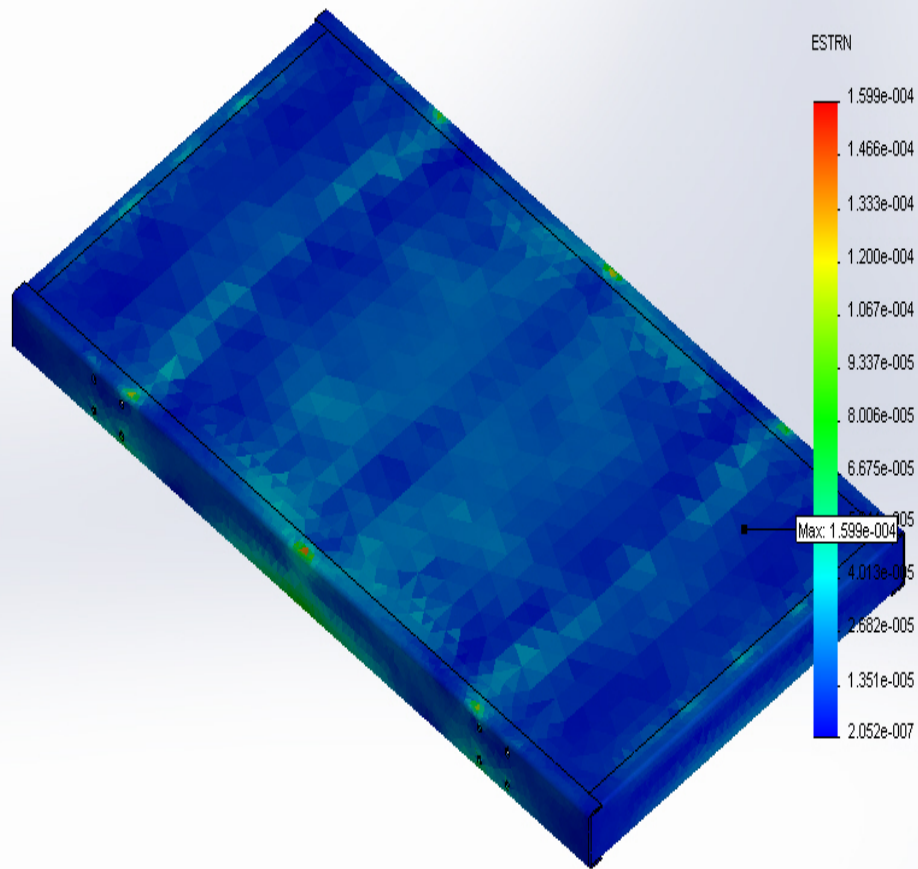


Figure IV.19 Résultats des déformations de la table (chariot).

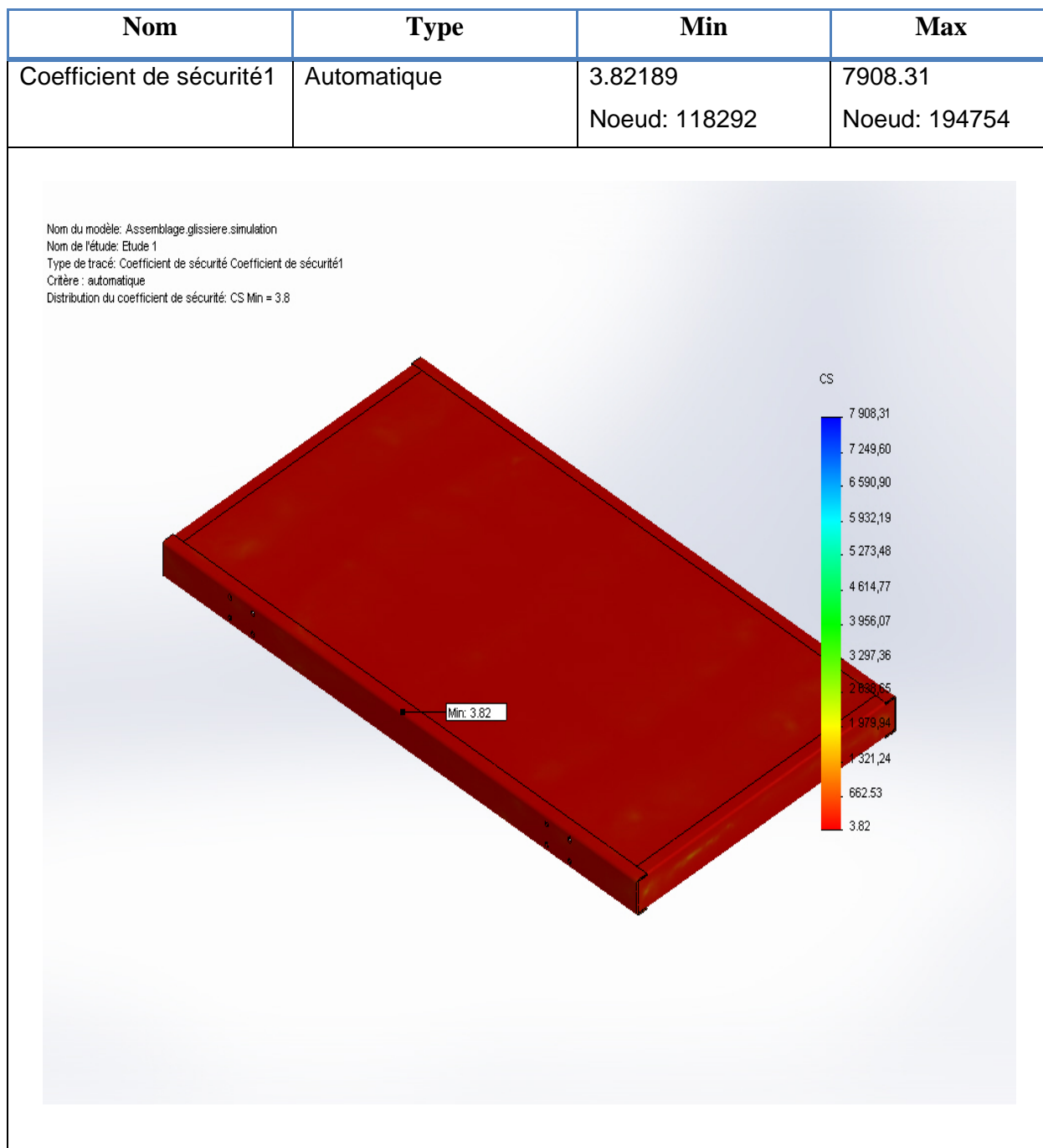


Figure IV.20 Résultats du coefficient de sécurité de la table (chariot).

8.2. Résultats et commentaire

Les résultats de la simulation de la table glissante (chariot) du dispositif, obtenu :Sont Satisfaisante, Une contrainte maximale de $6.14879e+007$ N/m² situé sur au milieu de la traverse transversale avant de l'assemblage (figure IV.21), nous avons utilisés comme matière acier de construction de nuance **1.0036 (S235JRG1)** de limite élastique $2.35e+008$ N/m², qui nous donnons un coefficient de sécurité minimale $C_s=3.8$.

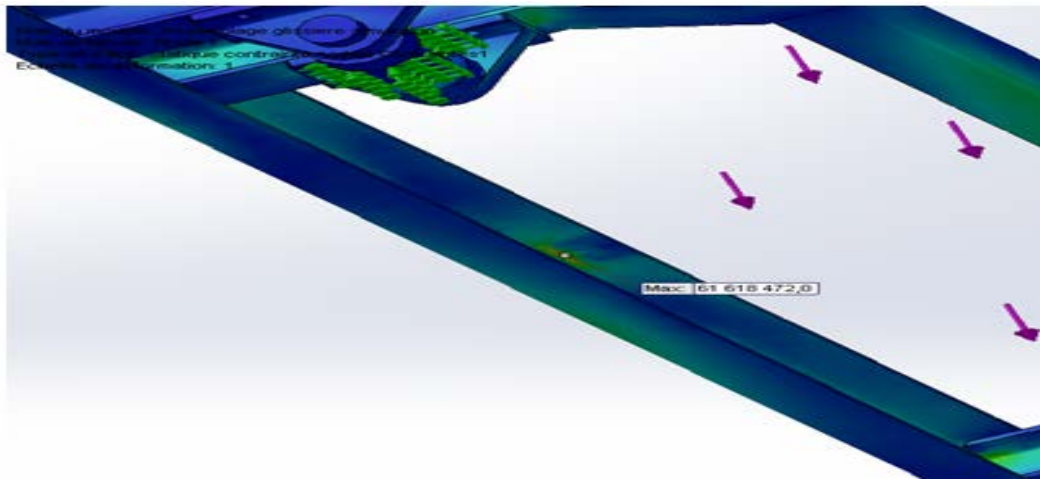


Figure IV.21 Vue montre la zone de la contrainte maximale.

8.3. Simulation les différentes pièces composant la table (chariot)

- L'Axe du galet

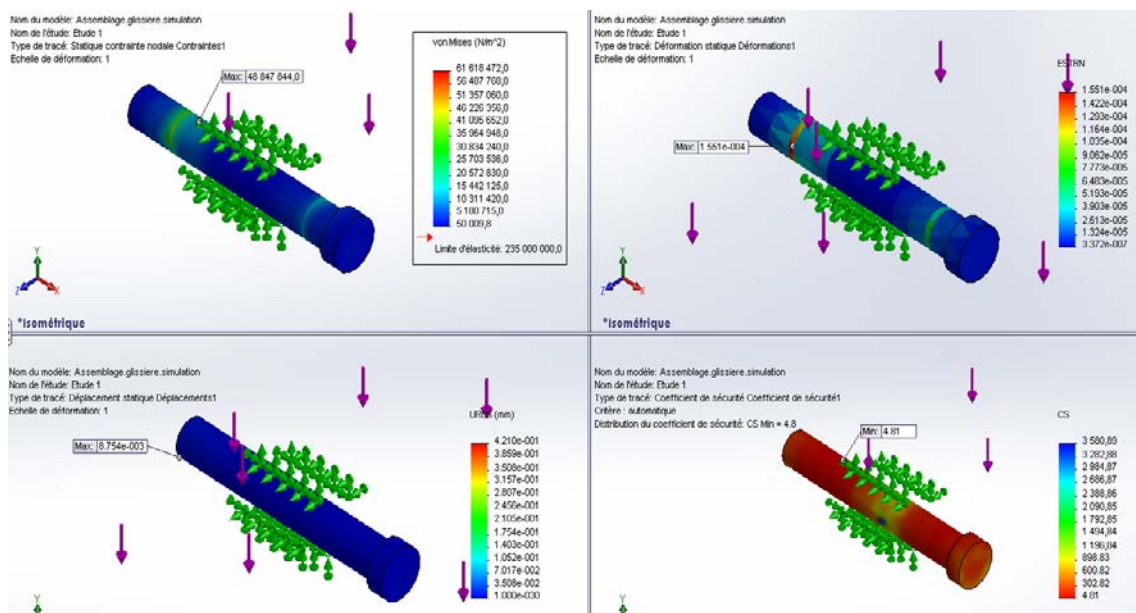


Figure IV.22 Résultats comparatif du l'axe galet.

- Le Galet

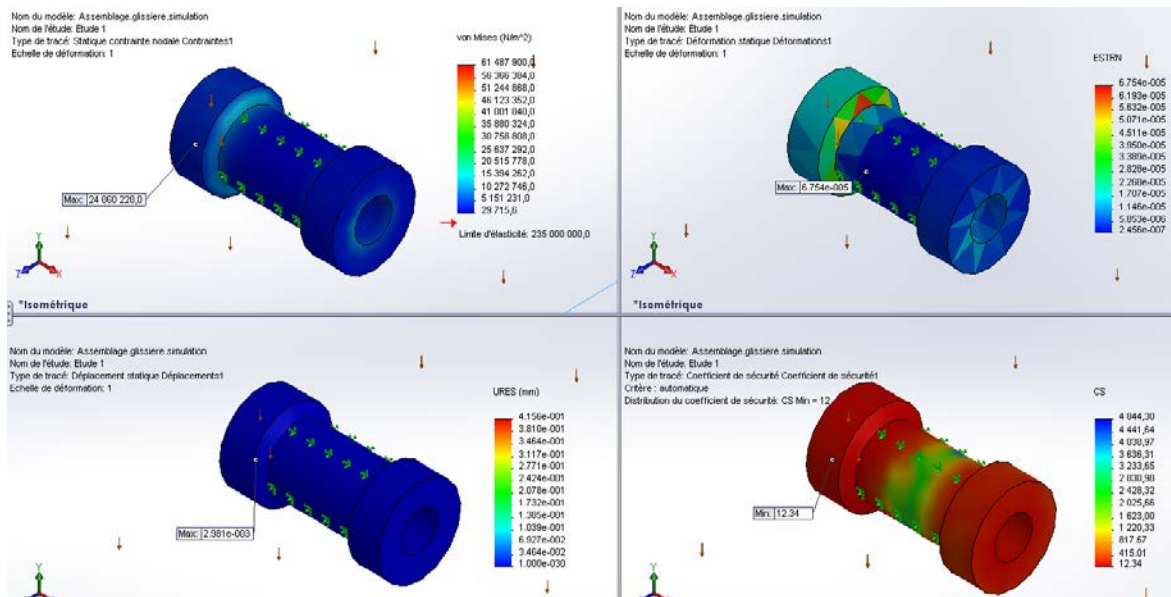


Figure IV.23 Résultats comparatif du galet.

- Le Palier

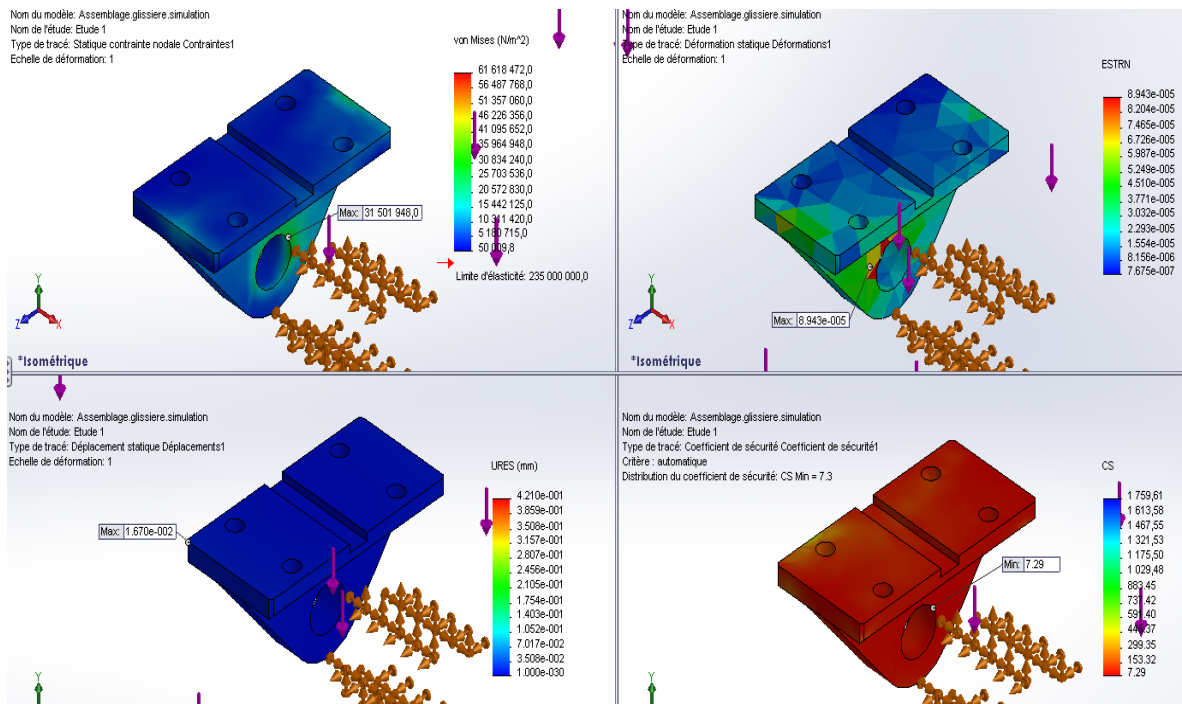


Figure IV.24 Résultats comparatif du Palier

- La Poutre principale

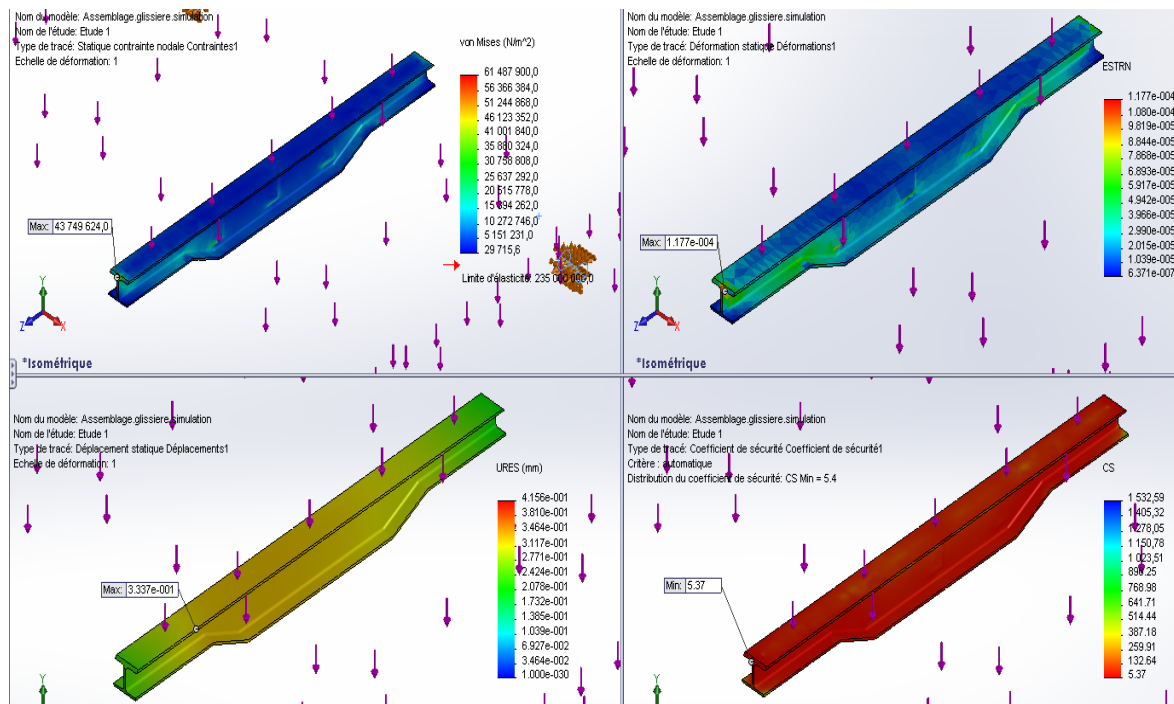


Figure IV.25 Résultats comparatif de la Poutre principale.

- La Traverse latérale

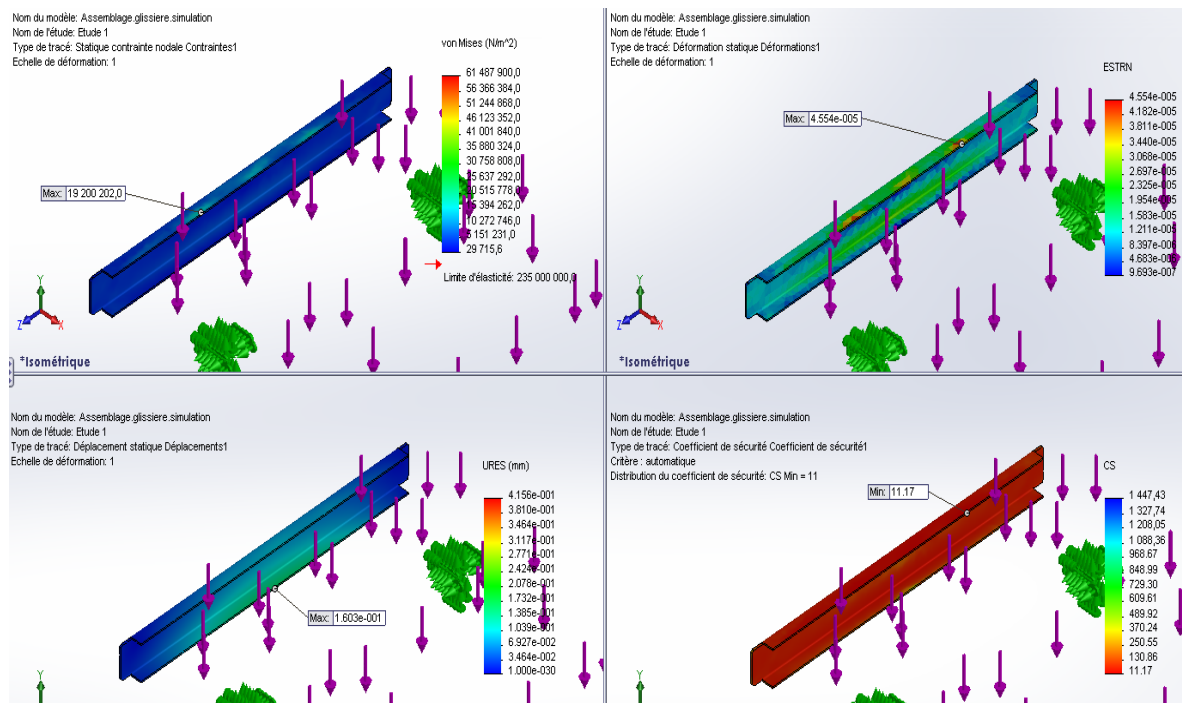


Figure IV.26 Résultats comparatif de la Traverse latérale.

- La Traverse transversale

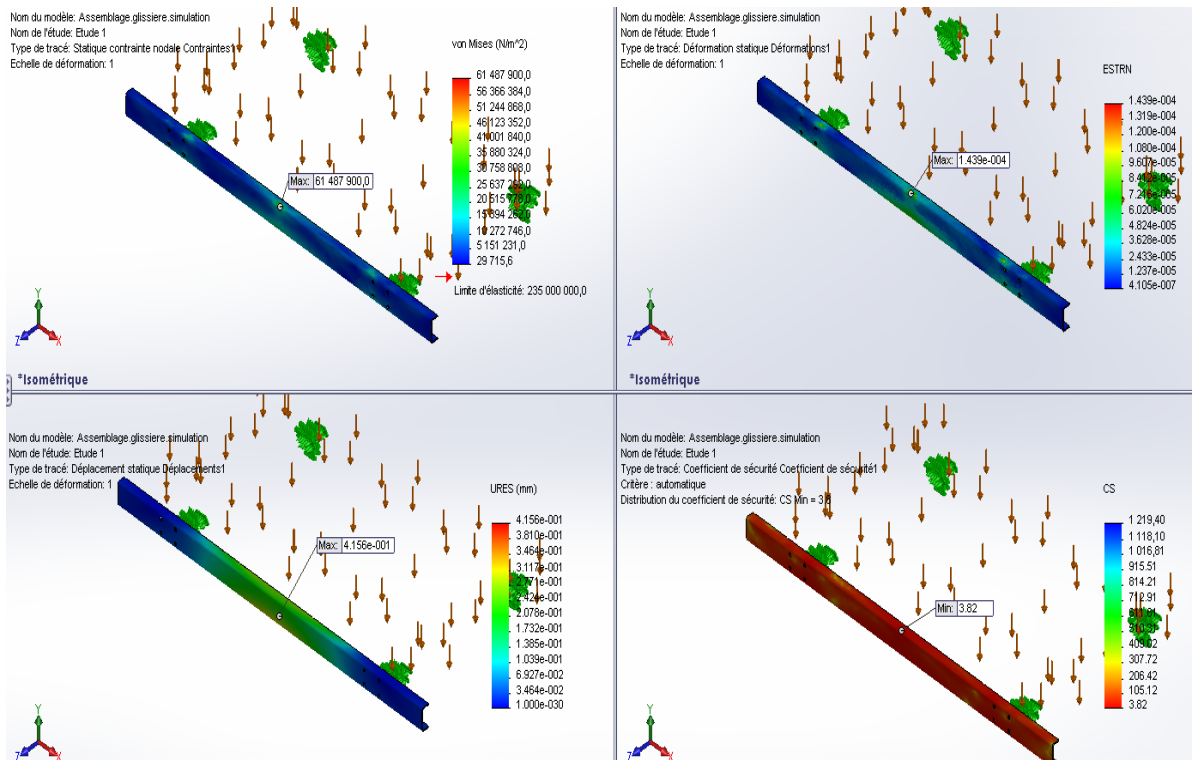


Figure IV.27 Résultats comparatif de la Traverse transversale.

- La Traverse intermédiaire

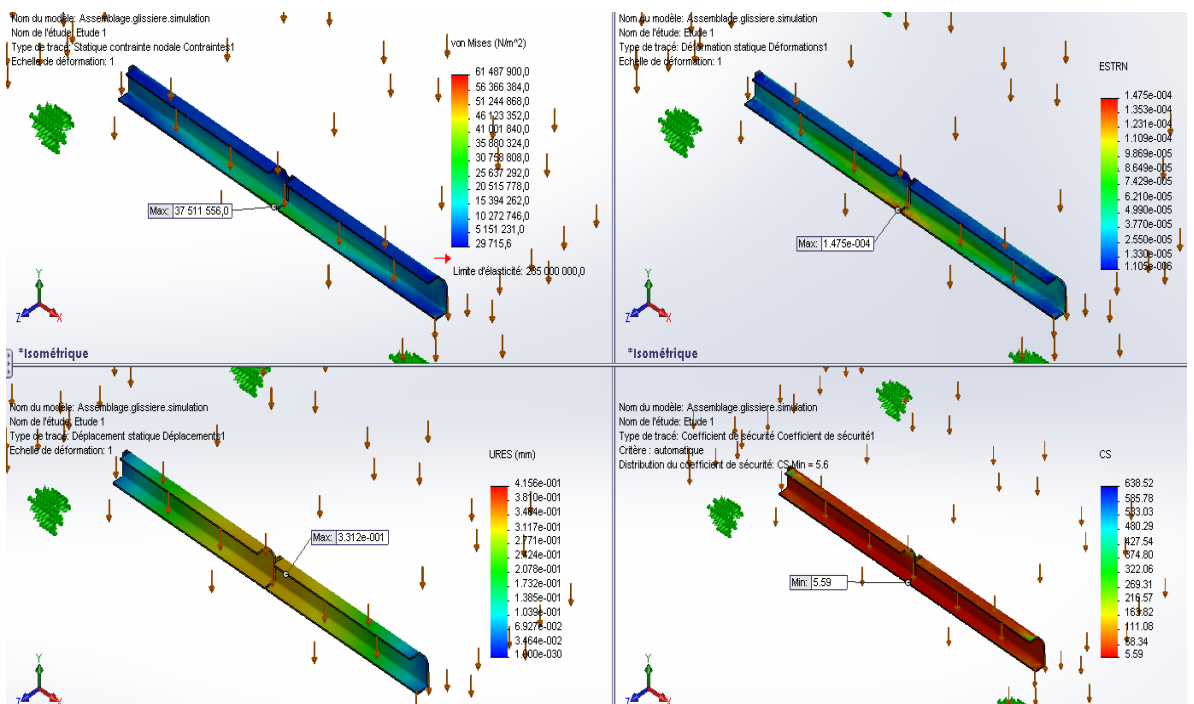


Figure IV.28 Résultats comparatif de la Traverse intermédiaire.

- Le renfort

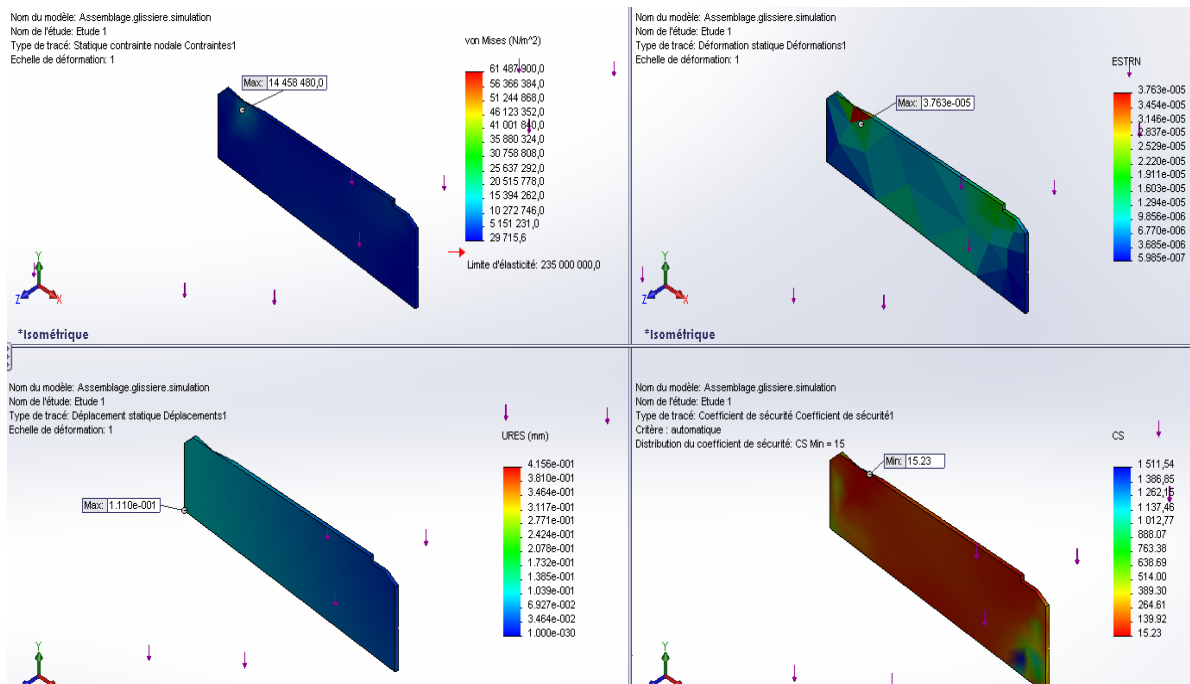


Figure IV.29 Résultats comparatif du renfort.

IV.9.Simulations de rail

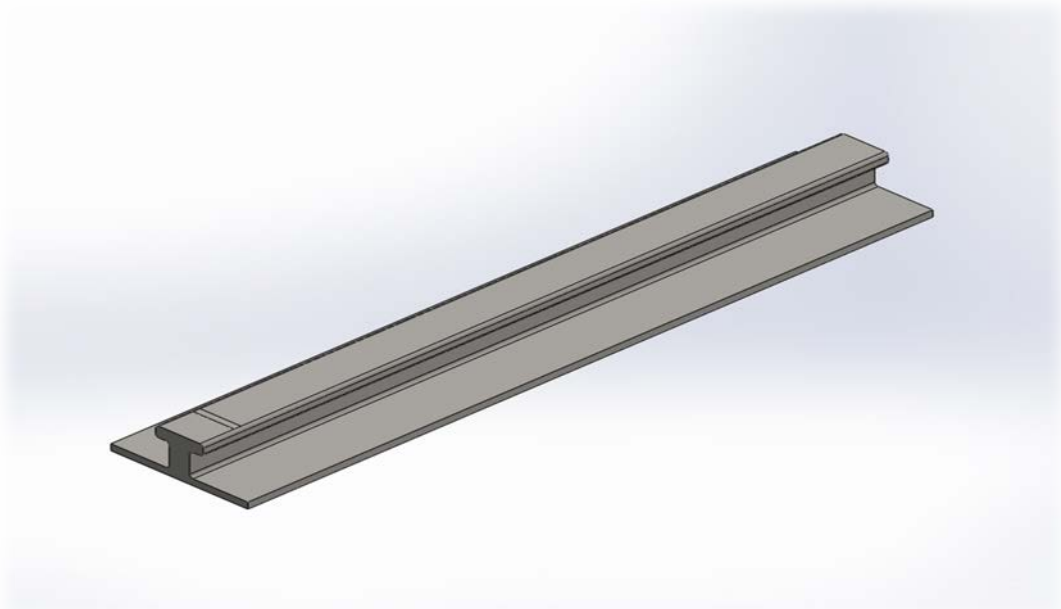
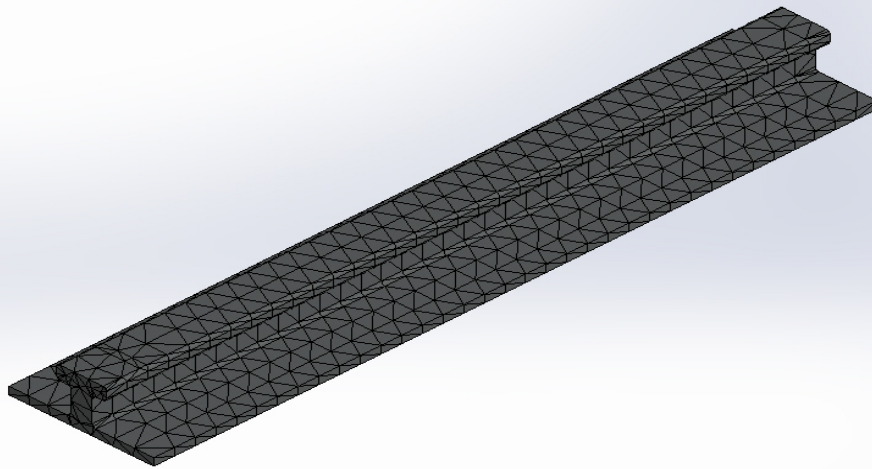


Figure IV.30 Vue tridimensionnelle du rail.

Informations sur le maillage

| | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Type de maillage | Maillage volumique |
| Mailleur utilisé | Maillage basé sur la courbure |
| Points de Jacobien | 4 Points |
| Nombre total de nœuds | 7684 |
| Nombre total d'éléments | 3987 |

Nom du modèle: rail.tab.glis.simul
Nom de l'étude: Etude 1
Type de maillage: Maillage volumique



IV.9.1. Résultats de la simulation

| Nom | Type | Min | Max |
|-------------|-------------------------|--|--|
| Contraintes | contrainte de von Mises | 0.018843 N/m² Noeud: 4969 | 1.86431e+007 N/m² Noeud: 7673 |

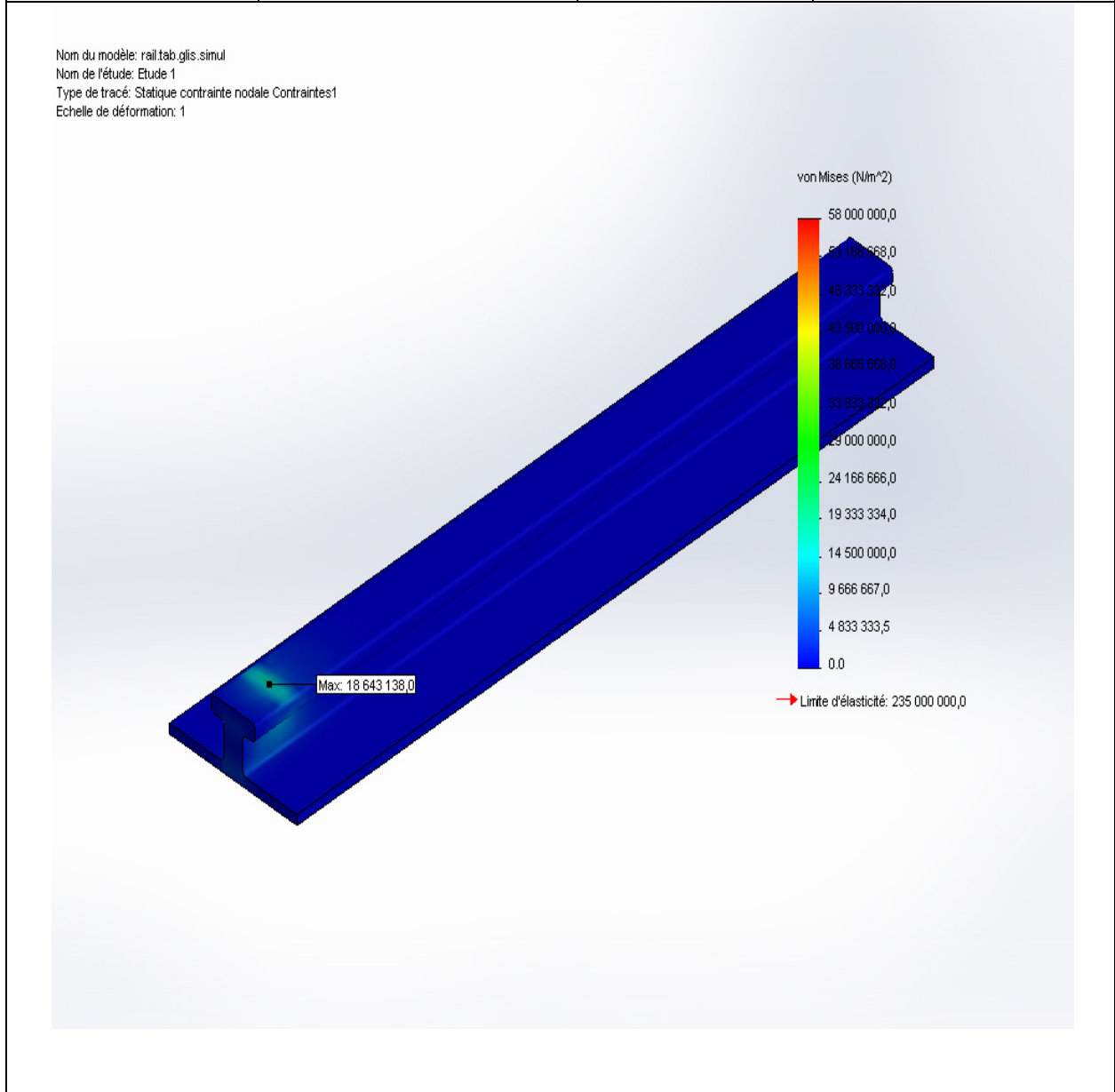


Figure IV.31 Résultats des contraintes du rail.

| Nom | Type | Min | Max |
|----------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Déplacements 1 | Déplacement résultant | 0 mm Noeud: 475 | 0.00396217 mm Noeud: 7681 |

Nom du modèle: rail.tab.glis.simul
Nom de l'étude: Etude 1
Type de tracé: Déplacement statique Déplacements1
Echelle de déformation: 1

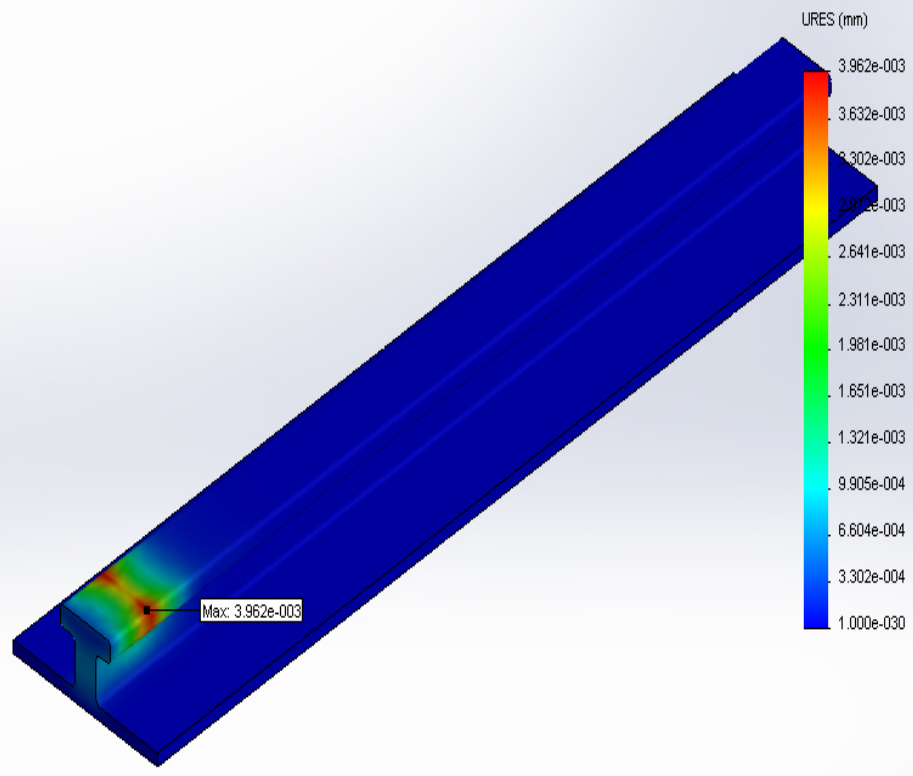


Figure IV.32 Résultats des déplacements du rail.

| Nom | Type | Min | Max |
|--------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Déformations | Déformation équivalente | 2.27922e-014 Elément: 1761 | 5.77172e-005 Elément: 2711 |

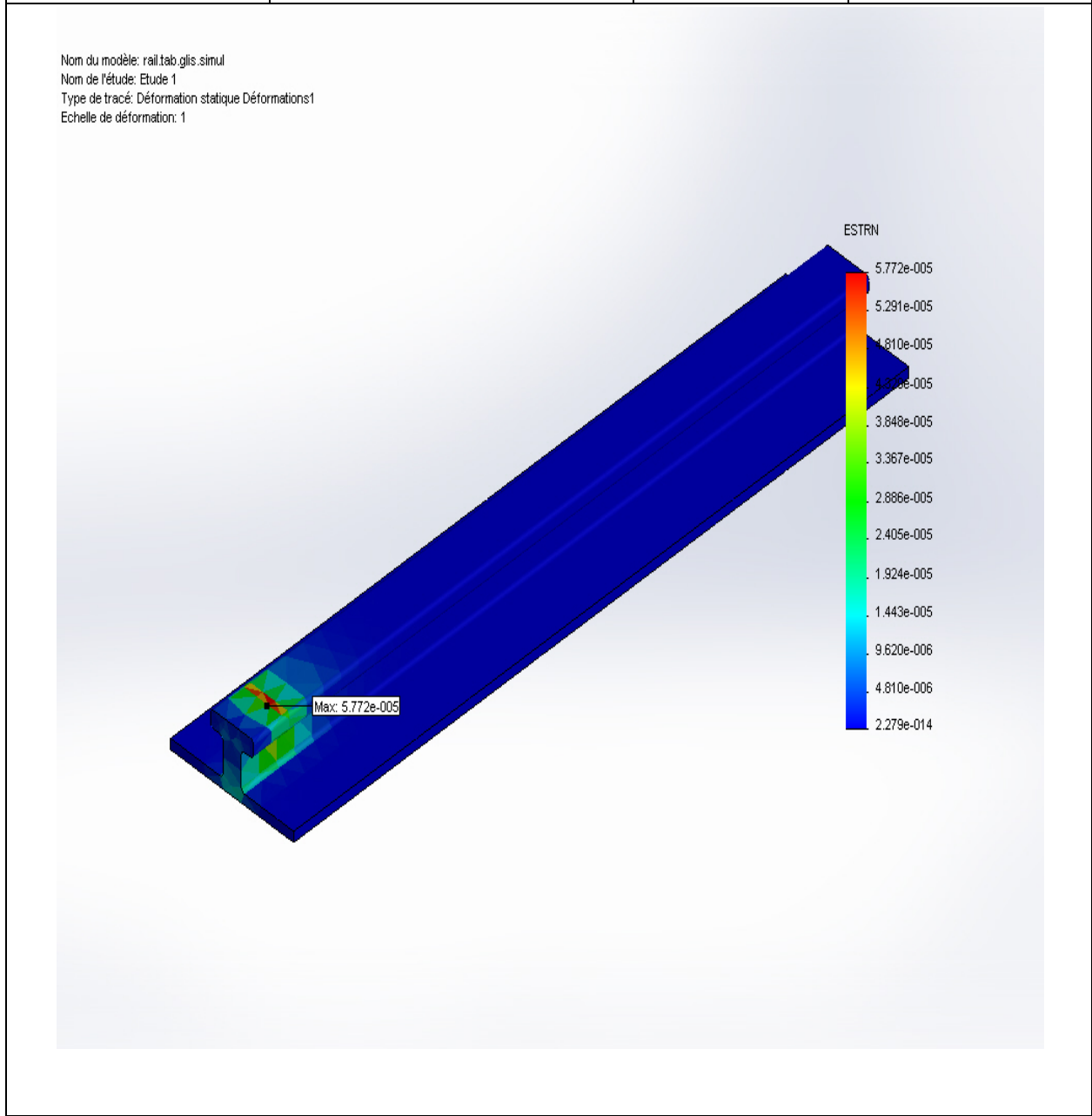


Figure IV.33 Résultats des déformations du rail.

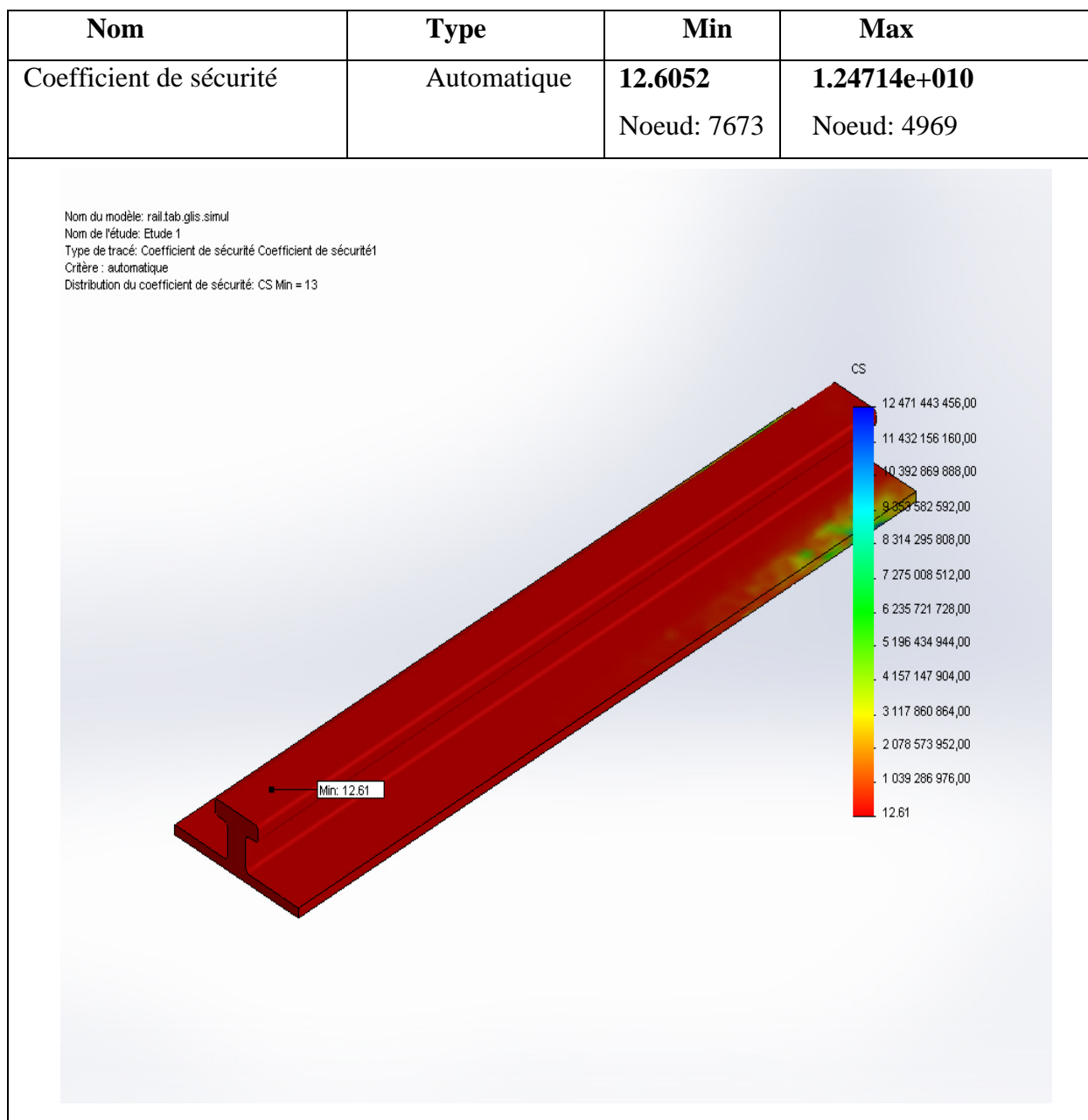


Figure IV.34 Résultats du coefficient de sécurité du rail.

IV.9.2. Résultats et commentaire

Les résultats obtenus par la simulation du rail construit par fer plat en acier de construction de nuance **1.0036 (S235JRG1)**, limite élastique **2.35e+008 N/m²** sont satisfaisantes.

Une contrainte maximale de **(1.86431e+007 N/m²)** sur la surface supérieure du rail (zone de contact rail- galet) (figure IV.30), qui nous donne un coefficient de sécurité minimale **Cs=13**.

La valeur élevée du coefficient nous a permis d'augmenter la durée de vie du rail.

CONCLUSION GENERALE

Au début de ce travail nous avons discuté la forme elliptique du corps citerne et comment fonctionne la machine à souder moderne (potence) et de cela nous avons extrait le problème que nous rencontrés. Ce problème revient à la difficulté de souder ce corps par cette machine en raison de sa forme non circulaire et du problème de son instabilité sur les roues du vireur pendant le processus de retournement.

On a trouvé une solution à ce problème qui consiste à placer un dispositif de retournement pour maintenir en stabilité le corps citerne en toute sécurité et qui s'adapte avec les roues du vireur et le corps citerne et permet à la machine de souder correctement.

Pour tenir compte de certaines conditions de travail liées à la machine, le choix de la hauteur admissible et la trajectoire de son mouvement et de l'écartement des roues du vireur en fonction du diamètre de la roue du dispositif ont été effectués.

Le dispositif proposé comme solution pour ce problème nous oblige à concevoir une forme (conception), à faire une étude statique pour l'extraction des forces influant sur les différentes pièces du dispositif au préalable et ces valeurs appropriées seront utilisées comme des données pour étudier et trouver les dimensions adéquates pour chaque pièce formée pour ce dispositif ; en tenant compte des valeurs de contraintes et le coefficient de sécurité que nous obtenons à chaque fois par simulation du logiciel solide Works et les comparer avec la contrainte admissible du matériau choisis de chaque pièce.

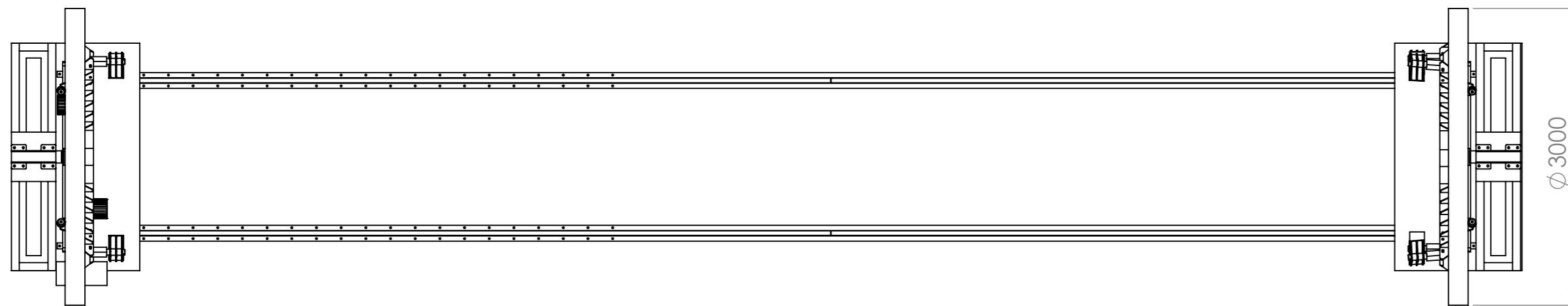
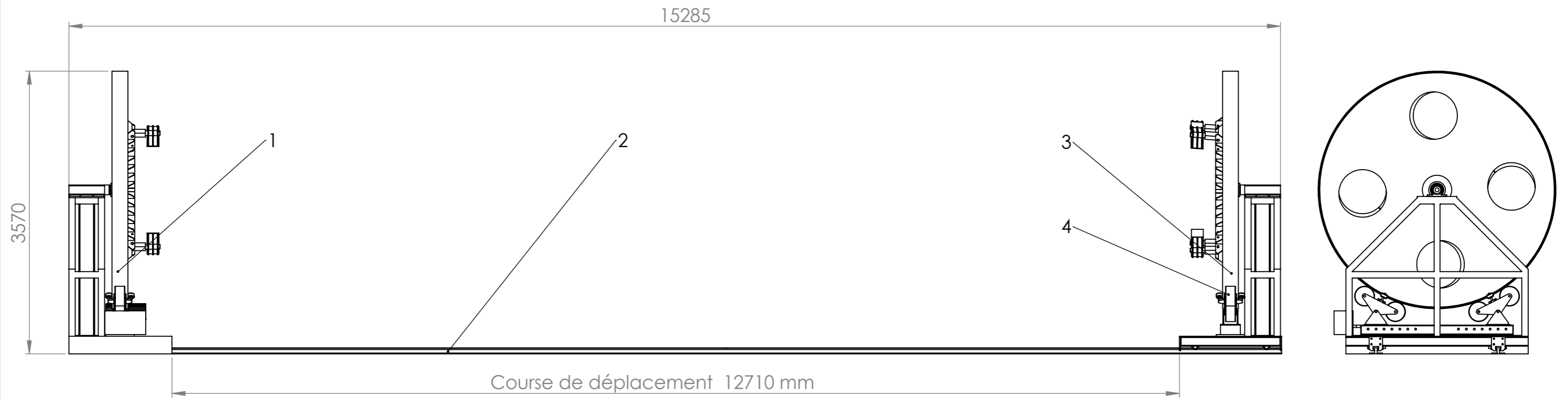
Finalement, nous espérons que ce travail répond bien aux attentes alors que nous espérons à le réaliser sur le terrain, en éliminant le problème auquel l'entreprise est actuellement confrontée. La solution recherchée est l'amélioration de la qualité du soudage, y compris le produit lui-même, ainsi que de gagner du temps de fabrication du corps citerne et de réduire les coûts de production.

--- 0 ---

REFERENCES
BIBLIOGRAPHES

- [1] C. I. Tiaret groupe SNVI (2018), *Catalogue de la machine soudeuse potence entreprise, Ain bouchekif, Tiaret.*
- [2] Axles, essieux, achsen, drums, tambours, trommelbremsen, Rigid axles with brake 419x178, essieux avec frein 419x178, page 27/84, <http://www.sae-smb.com/pdf/sae-smb-catalogue.pdf>, accédé le: 17/06/2020.
- [3] C. I. Tiaret groupe SNVI (1980), *Document du fabricant des essieux de l'entreprise, Ain bouchekif, Tiaret.*
- [4] Andre Chevalier, *Chevalier Guide du Dessinateur Industriel, Éditions HACHETTE 2004.*
- [5] Jean –Louis Fanchon, *Guide de mécanique, cours et exercices, Édition NATHAN 2008.*
- [6] A. Gietet L. Geminard, *Sciences et technologies industrielles, Résistance des matériaux, Tome 2, 5^{ème} édition, DUNOD 1968.*
- [7] Vérin double effet- SOCAH-hydraulique, pages : 18-21, http://www.socah-hydraulique.fr/vérin_double_effet_S14001-1sd.html, accédé le: 15/07/2020.
- [8] A. Fettioune et S. Djabali, *Conception d'un broyeur à boulets destiné aux essais de laboratoire, Mémoire de Magister, Université de Bejaia 2013.*
- [9] *Résistance des matériaux, Module 425, Université de Limoges, Cours, TD, TP,* https://www.unilim.fr/pages_perso/damien.andre/cours/meca/poly.pdf, accédé le: 10/08/2020.
- [10] *Choix des coefficients de sécurité pour le calcul de résistance des matériaux,* <https://conceptec.net/fr/techniques-de-base/conception/calcul-m%C3%A9canique/rdm/choix-des-coefficients-de-securite>, accédé le: 29/06/2020

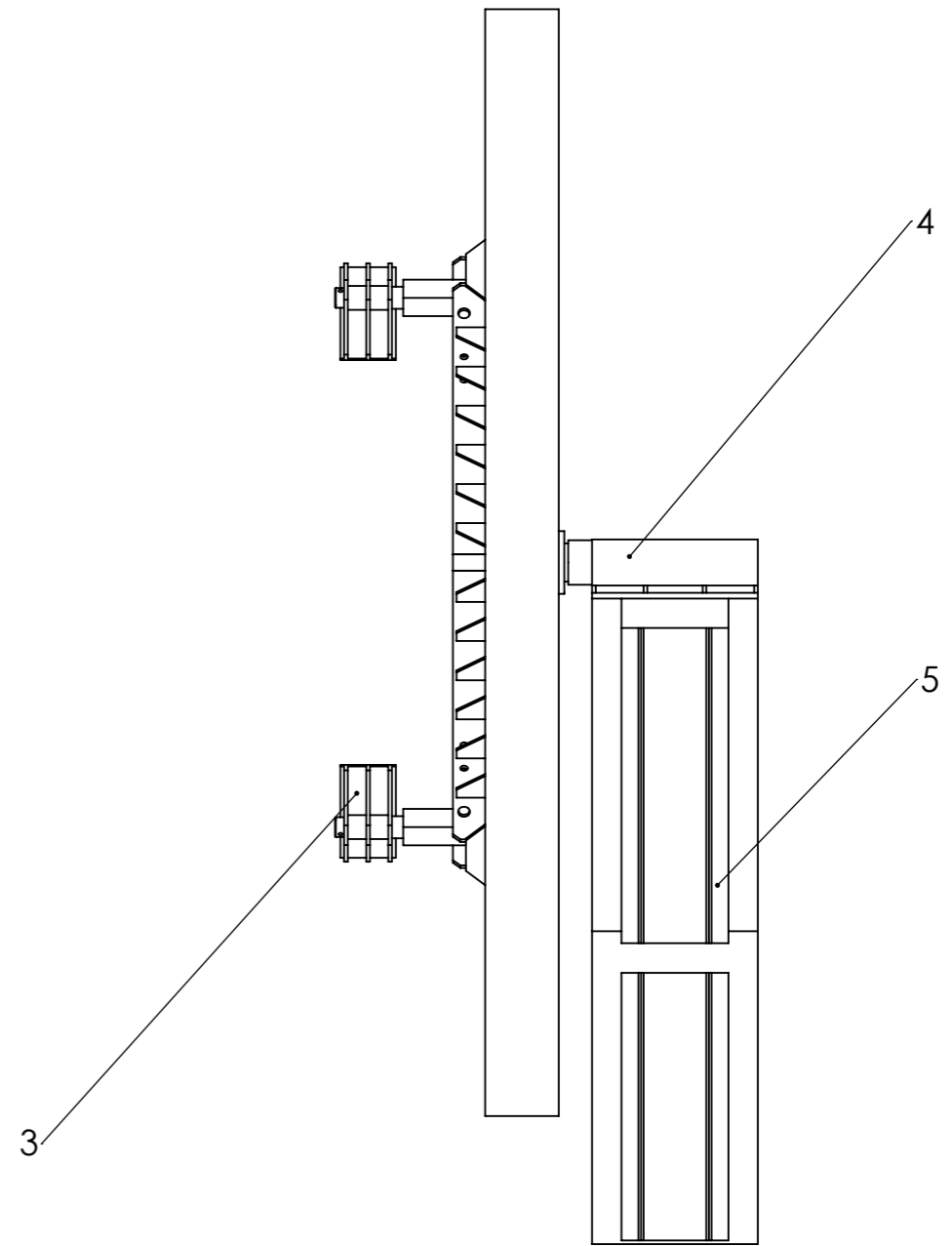
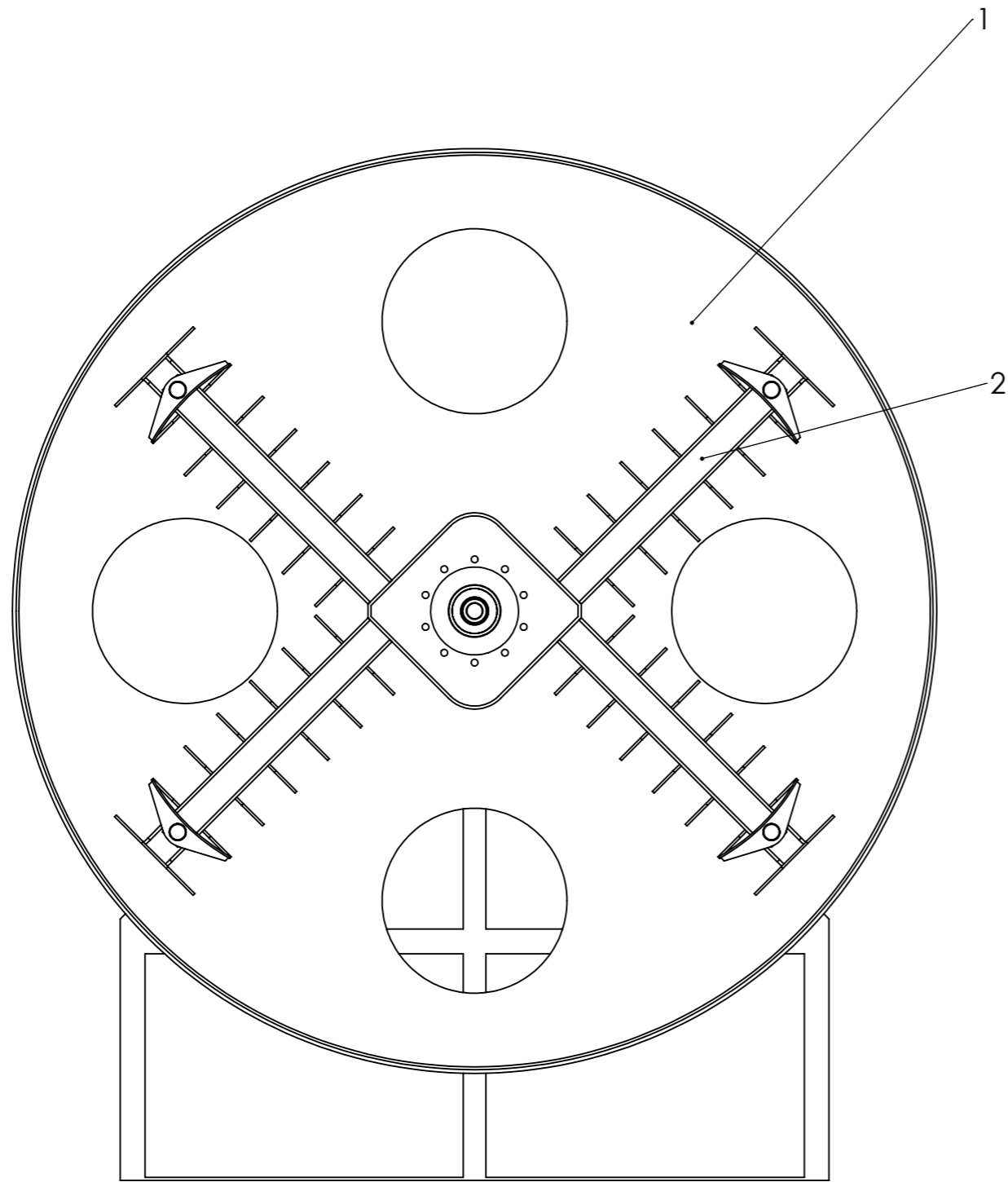
ANNEXES



- 1 - Partie mobile
- 2 - Partie fixe
- 3 - les rails
- 4 - Les vireures

Université Ibn Khaldoune Tiaret

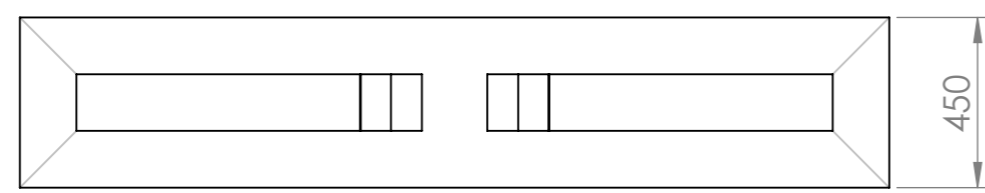
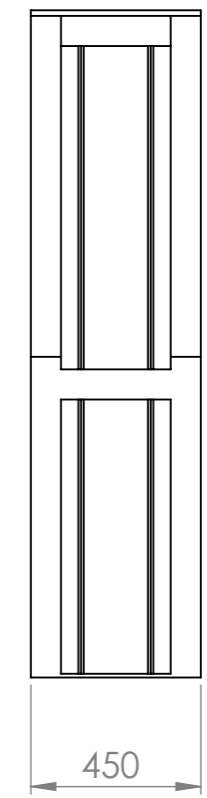
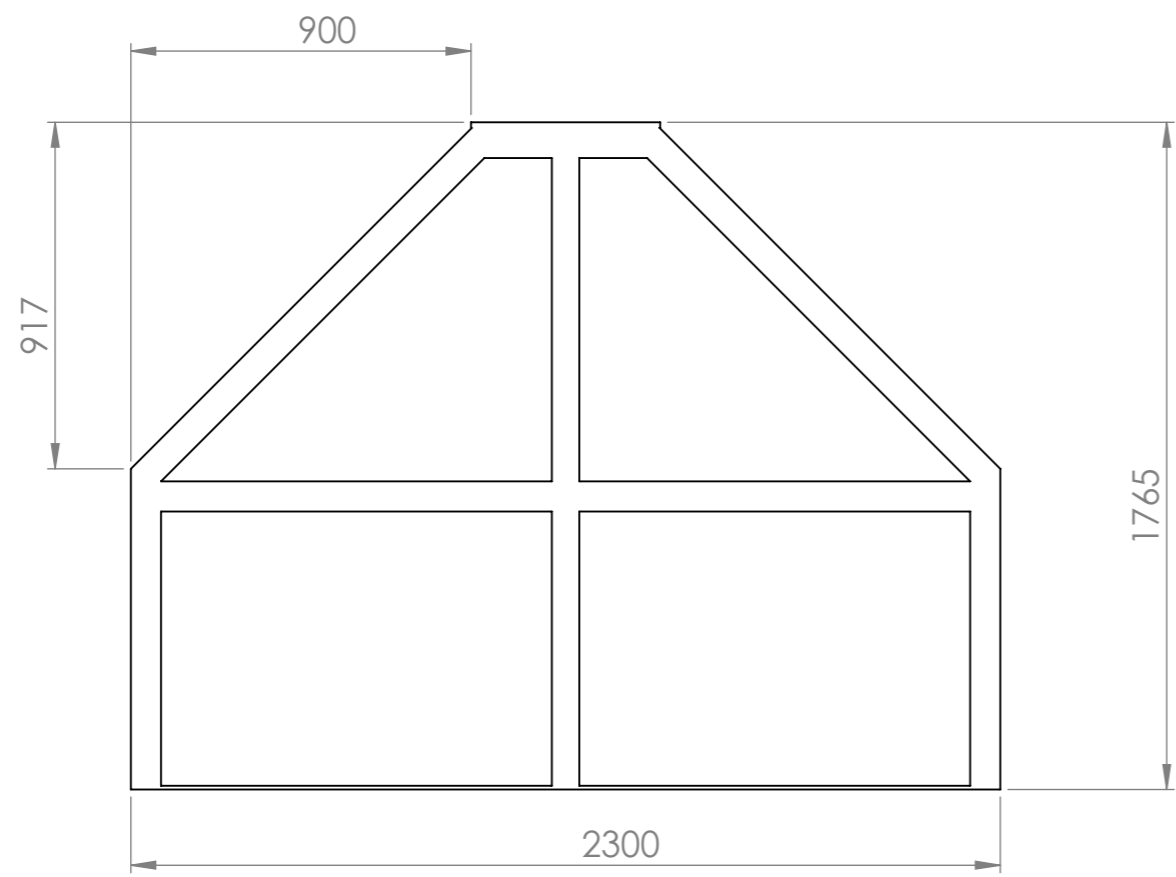
| | | | | | | | |
|--------|-------------|-----------|------|-----------|--|---------------|-----------------------|
| | NOM | SIGNATURE | DATE | | | TITRE: | Ass.dispositif |
| AUTEUR | S.BENOTMANE | | | | | | |
| VERIF. | H.ELALMI | | | | | | |
| APPR. | | | | | | | |
| FAB. | | | | | | | |
| QUAL. | | | | MATERIAU: | | No. DE PLAN | A3 |
| | | | | MASSE: | | ECHELLE:1:200 | FEUILLE 1 SUR 1 |



- 1-ROUE TOURNANTE
- 2-ENS. SUPPORT FIXE
- 3- ENS. SUPPORT DE SERRAGE
- 4-AXE D'ARTICULATION
- 5-SOCL

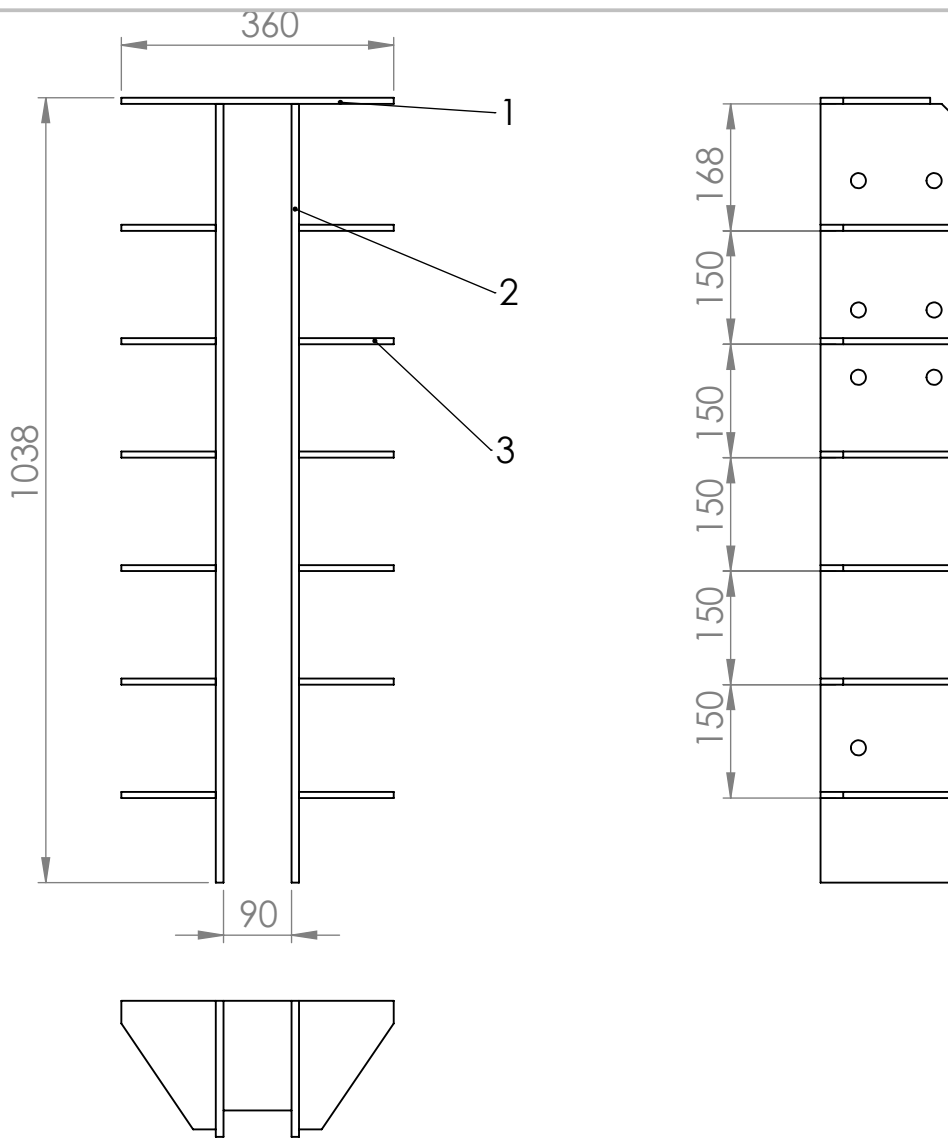
Université Ibn Khaldoune Tiaret

| | | | | TITRE: | |
|--------|--------------|-----------|-----------|----------------------------|--|
| AUTEUR | S.BENOTHMANE | SIGNATURE | DATE | ASS.DISPOSITIF FIXE | |
| VERIF. | H.ELALMI | | | | |
| APPR. | | | | No. DE PLAN | |
| FAB. | | | | | |
| QUAL. | | | | A3 | |
| | | | | | |
| | | | MATERIAU: | Echelle:1:50 | |
| | | | | | |
| | | | MASSE: | FEUILLE 1 SUR 1 | |



Université Ibn Khaldoune Tiaret

| NOM | SIGNATURE | DATE | TITRE: | |
|--------------------|-----------|------|-------------|-----------------|
| AUTEUR S.BENOTMANE | | | SOCL | |
| VERIF. H.ELALMI | | | | |
| APPR. | | | | |
| FAB. | | | | |
| QUAL. | | | MATERIAU: | No. DE PLAN |
| | | | | A3 |
| | | | MASSE: | ECHELLE:1:20 |
| | | | | FEUILLE 1 SUR 1 |

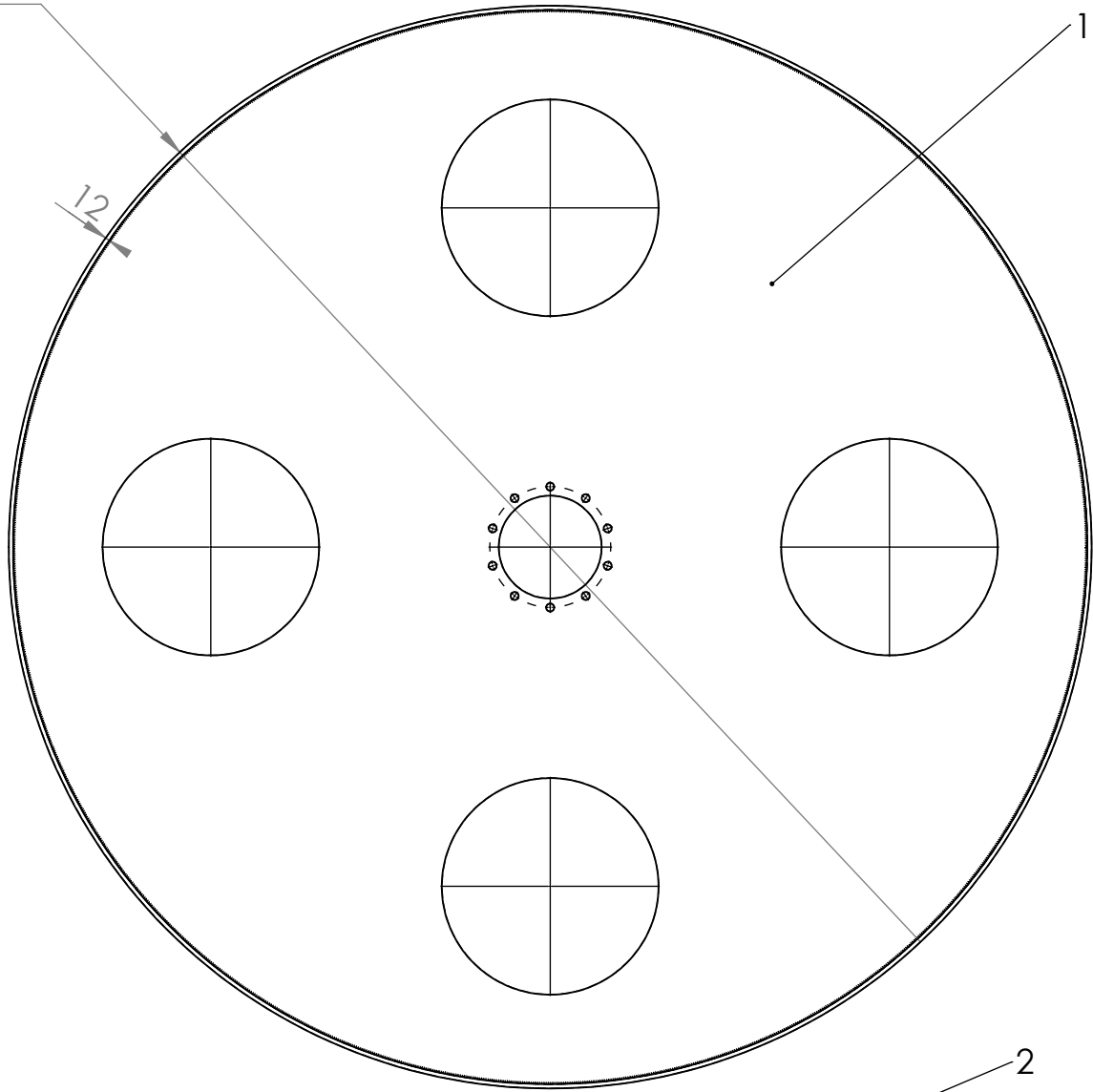


- 1- Butee
- 2- Traverse
- 3- Gousset

Université Ibn Khaldoune Tiaret

| | | | | | |
|--------|-------------|-----------|------|-----------|--|
| | NOM | SIGNATURE | DATE | | TITRE: |
| AUTEUR | s.benotmane | | | | <h1 style="margin: 0;">Ens. Support</h1> |
| VERIF. | H.elami | | | | |
| APPR. | | | | | |
| FAB. | | | | | |
| QUAL. | | | | MATERIAU: | No. DE PLAN |
| | | | | | A4 |
| | | | | MASSE: | ECHELLE:1:10 |
| | | | | | FEUILLE 1 SUR 1 |

∅ 3000

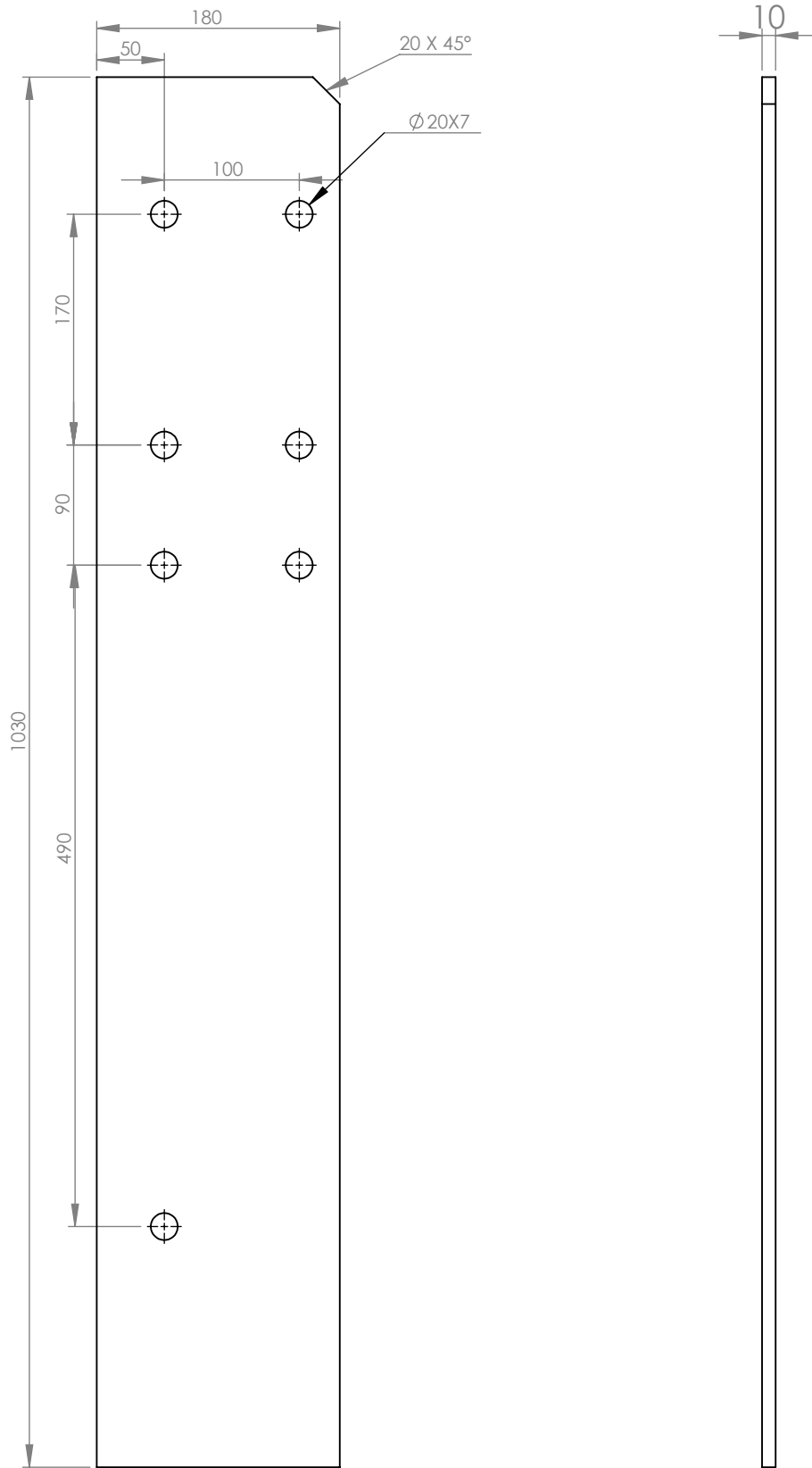


1- Virole

2- disque de roue

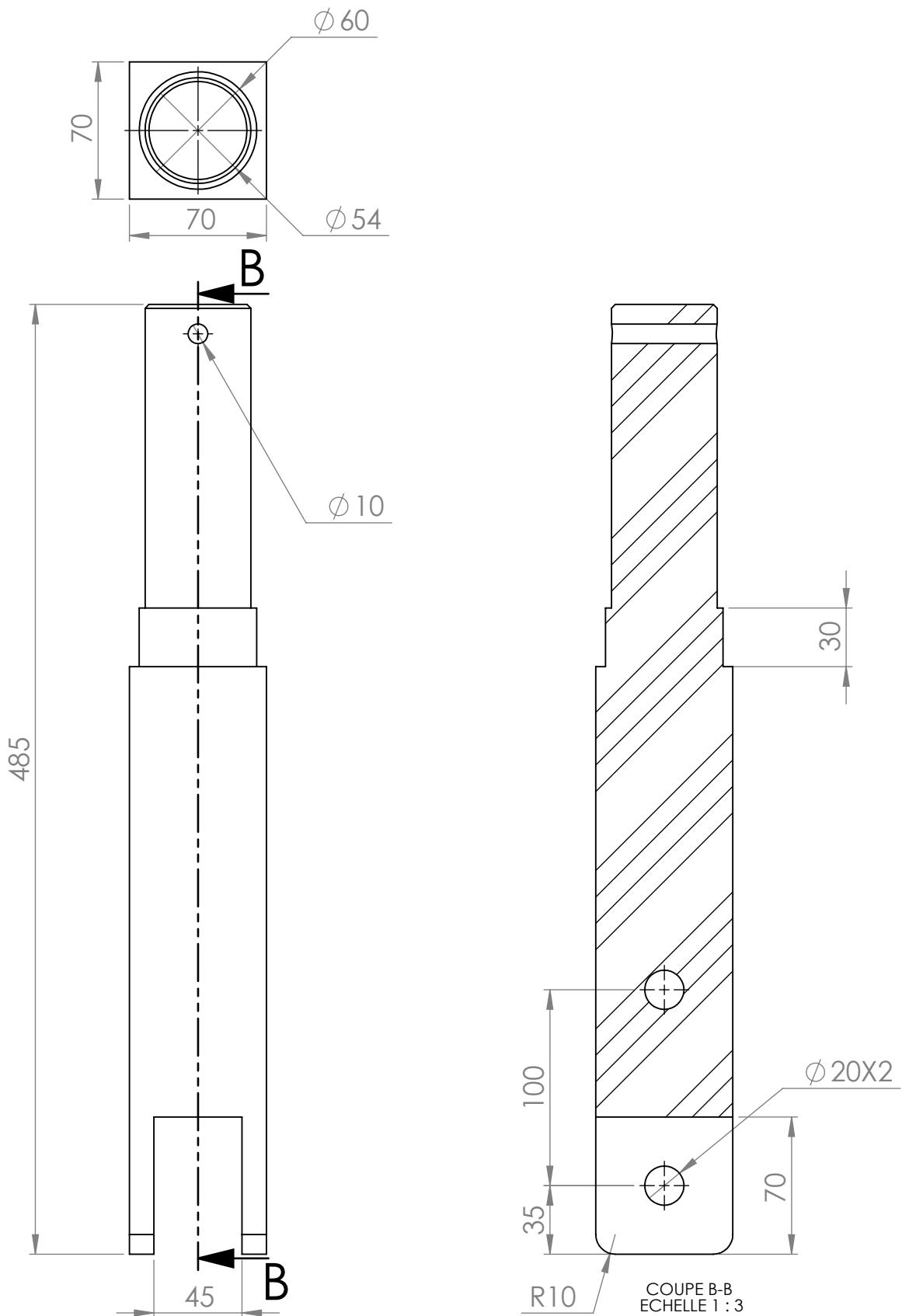
Université Ibn Khaldoune Tiaret

| NOM | SIGNATURE | DATE | TITRE: | |
|--------------------|-----------|-----------|----------------|-----------------|
| AUTEUR s.benotmane | | | Roue tournante | |
| VERIF. H.elami | | | | |
| APPR. | | | | |
| FAB. | | | | |
| QUAL. | | MATERIAU: | No. DE PLAN | A4 |
| | | MASSE: | ECHELLE:1:50 | FEUILLE 1 SUR 1 |



Université Ibn Khaldoune Tiaret

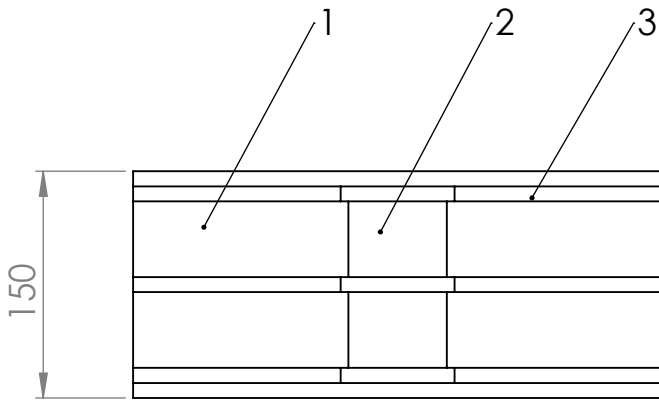
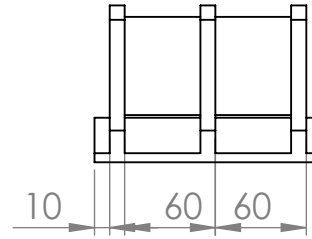
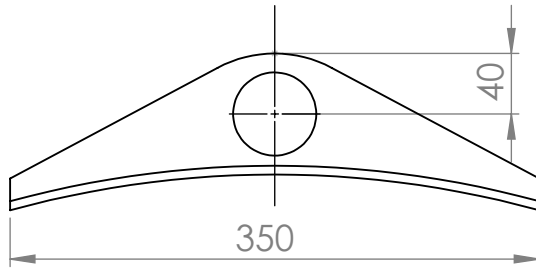
| | | | | | | | |
|--------|--------------|-----------|------|-------------------|--|---------------|--------------------------------------|
| | NOM | SIGNATURE | DATE | | | | TITRE: |
| AUTEUR | S.BENOTHMANE | | | | | | <h2 style="margin: 0;">TRAVERSE</h2> |
| VERIF. | H.ELALMI | | | | | | |
| APPR. | | | | | | | |
| FAB. | | | | | | | |
| QUAL. | | | | MATERIAU: | | No. DE PLAN | |
| | | | | 1.00036 S235 JRG1 | | | |
| | | | | MASSE: | | ECHELLE: 1:10 | FEUILLE 1 SUR 1 |



Université Ibn Khaldoune Tiaret

| NOM | SIGNATURE | DATE | TITRE: |
|---------------------|-----------|-------------|-----------------|
| AUTEUR: S.benotmane | | | Bras de serrage |
| VERIF. H.elalmi | | | |
| APPR. | | | |
| FAB. | | | |
| QUAL. | | MATERIAU: | No. DE PLAN |
| | | 1.0060 E335 | |
| | | MASSE: | ECHELLE: 1:5 |
| | | | FEUILLE 1 SUR 1 |

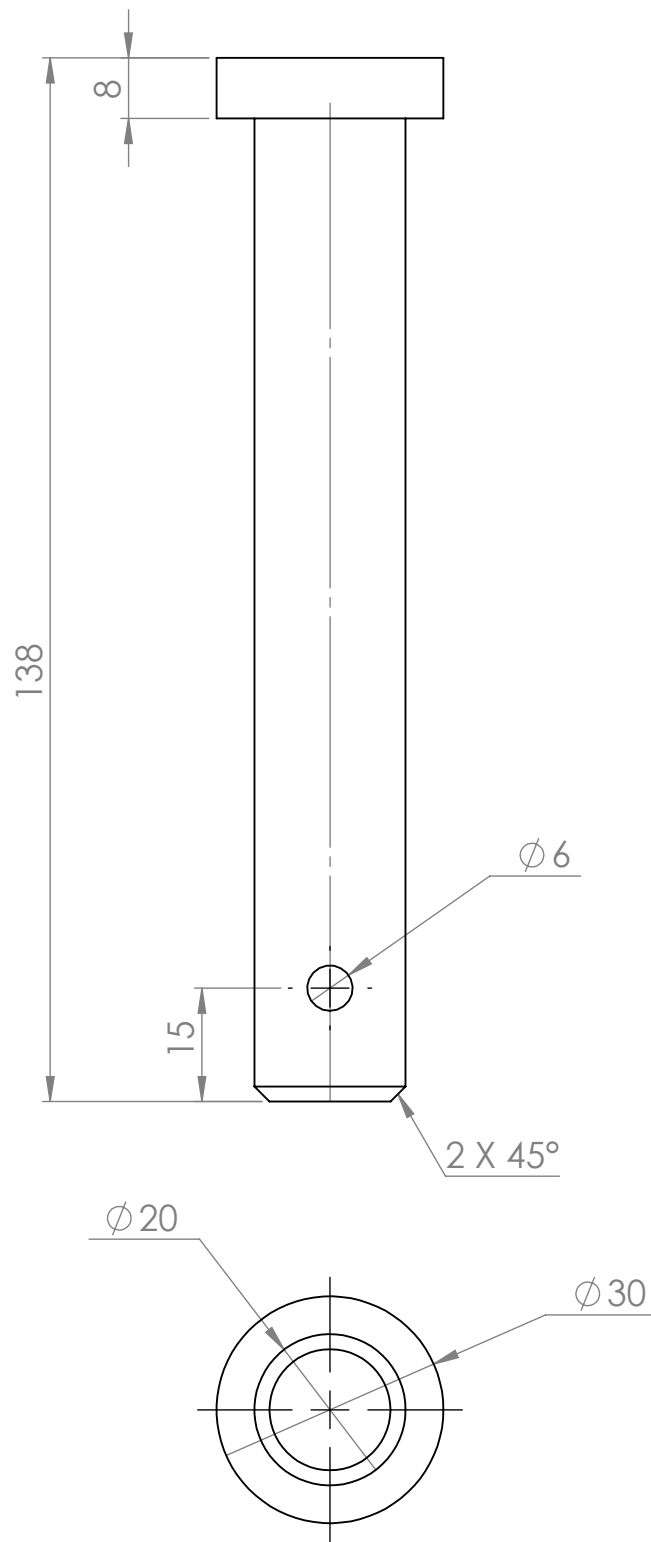
A4



- 1- FER PLAT
- 2- GOUSSET
- 3- TUBE ROND

Université Ibn Khaldoune Tiaret

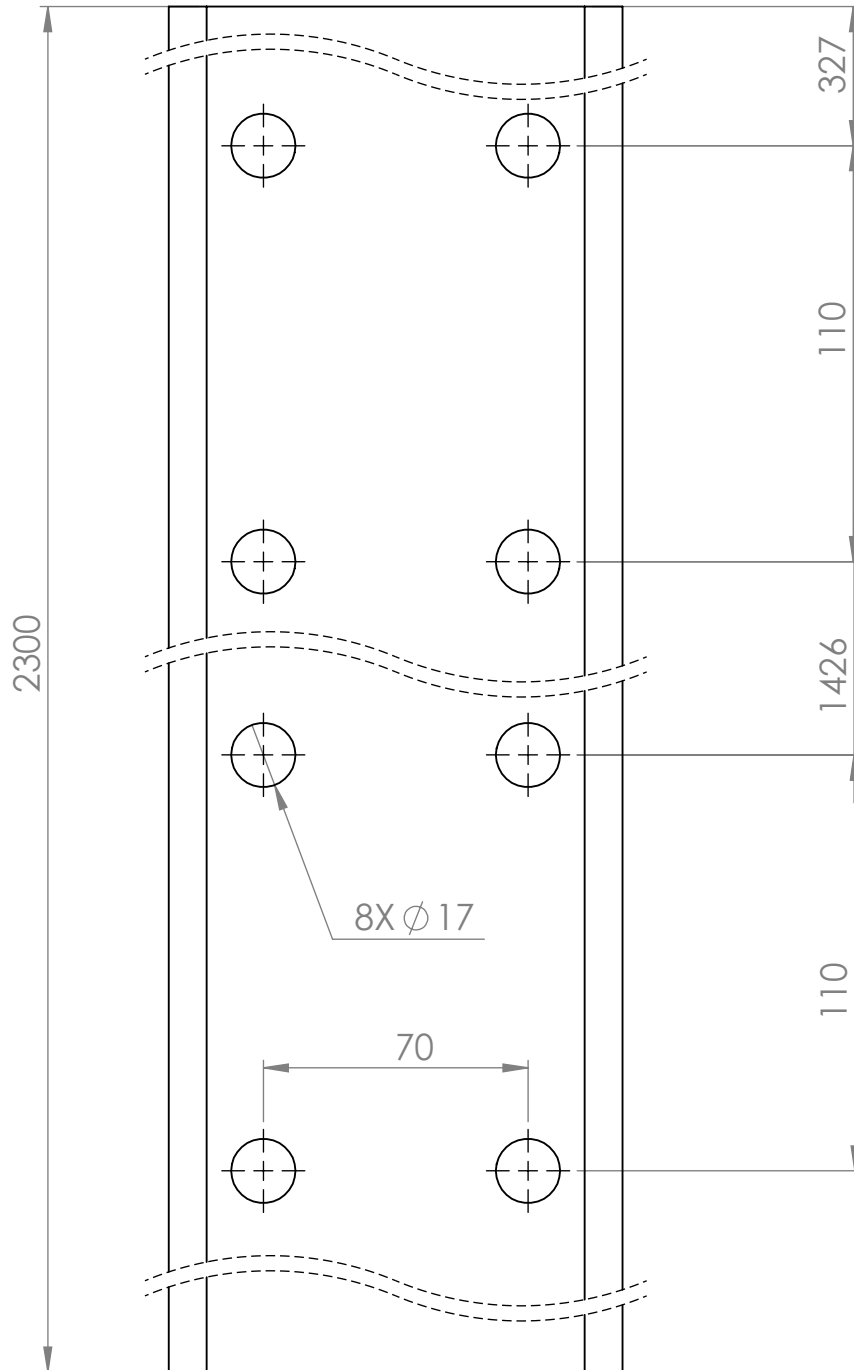
| NOM | SIGNATURE | DATE | | | | | TITRE: |
|--------|--------------|------|--|-----------|--|-------------|------------------------|
| AUTEUR | S.BENOTHMANE | | | | | | Ens.Support de serrage |
| VERIF. | H.ELALMI | | | | | | |
| APPR. | | | | | | | |
| FAB. | | | | | | | |
| QUAL. | | | | MATERIAU: | | No. DE PLAN | A4 |
| | | | | MASSE: | | ECHELLE:1:5 | FEUILLE 1 SUR 1 |



Université Ibn Khaldoune Tiaret

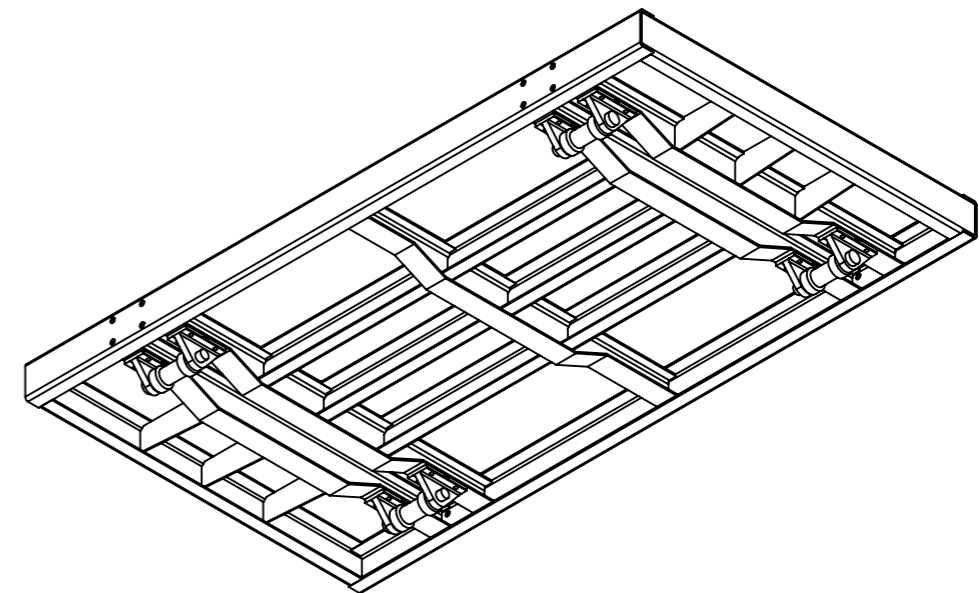
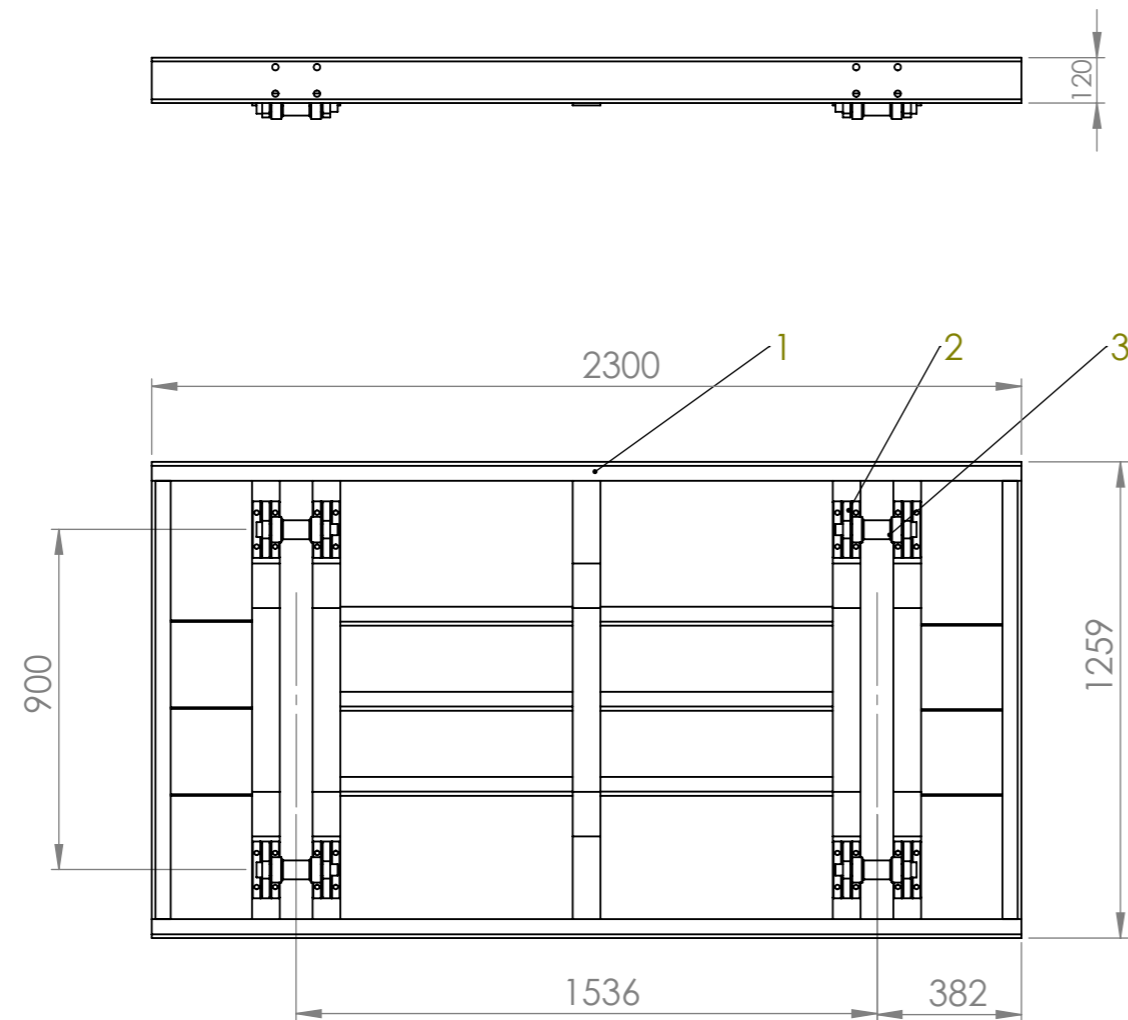
| | NOM | SIGNATURE | DATE | | TITRE: |
|--------|-------------|-----------|------|----------------------------|----------------------|
| AUTEUR | S.BENOTMANE | | | | Axe de fixation Bras |
| VERIF. | H.ELALMI | | | | |
| APPR. | | | | | |
| FAB. | | | | | |
| QUAL. | | | | MATERIAU: 1.1151 (C22E) | No. DE PLAN |
| | | | | MASSE: | ECHELLE:1:2 |
| | | | | | FEUILLE 1 SUR 1 |

A4



Université Ibn Khaldoune Tiaret

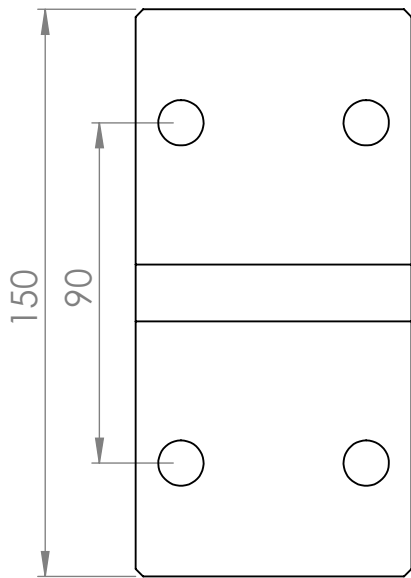
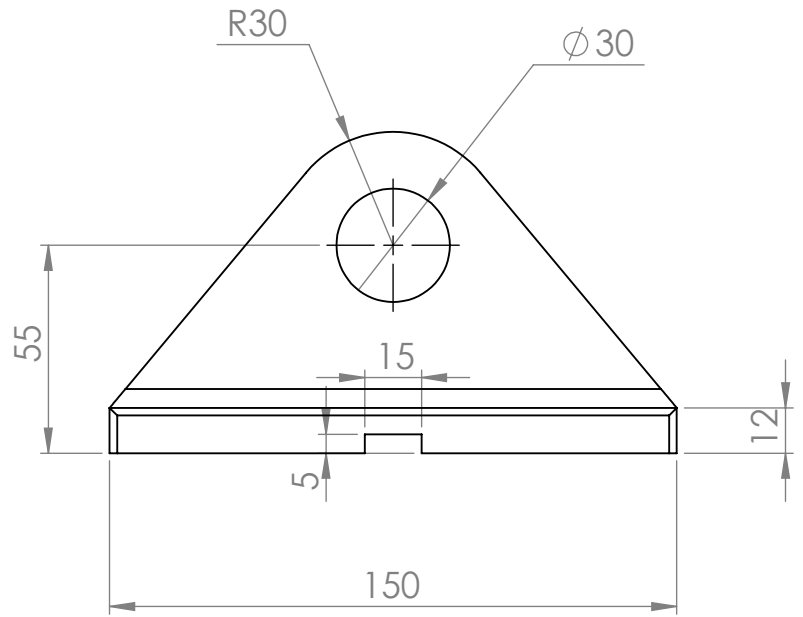
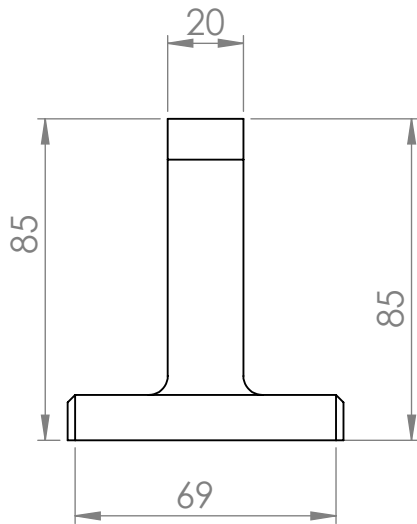
| | | | | | | | |
|--------|-----|-----------|------|--------------------------|--------------|-------------------|--|
| | NOM | SIGNATURE | DATE | | TITRE: | <h2>TRAVERSE</h2> | |
| AUTEUR | | | | | | | |
| VERIF. | | | | | | | |
| APPR. | | | | | | | |
| FAB. | | | | | | | |
| QUAL. | | | | MATERIAU: | No. DE PLAN | A4 | |
| | | | | 1.00036 S235 JRG1 | | | |
| | | | | MASSE: | ECHELLE:1:50 | FEUILLE 1 SUR 1 | |



- 1- TABLE ROULANTE
- 2- PALIER
- 3- GALET

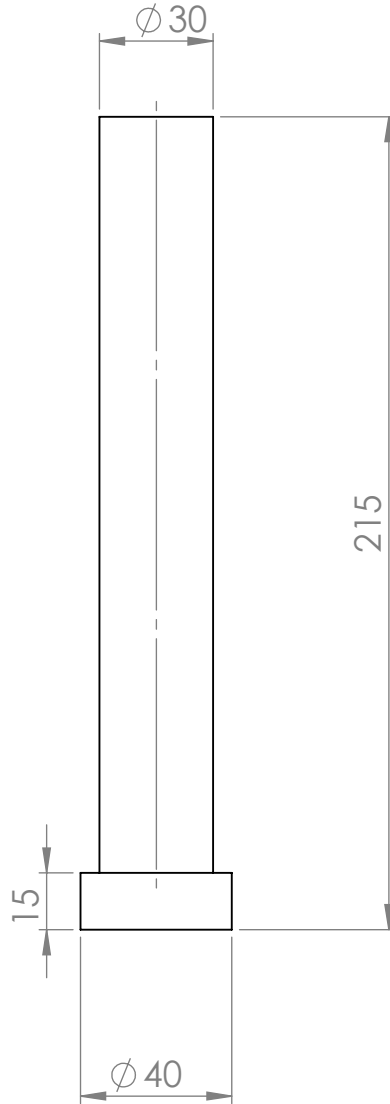
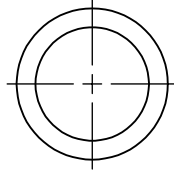
Université Ibn Khaldoune Tiaret

| NOM | SIGNATURE | DATE | TITRE: | |
|---------------------|-----------|------|--------------|-----------------|
| AUTEUR: S.BENOTMANE | | | ASS.ROULANTE | |
| VERIF. H.ELALMI | | | | |
| APPR. | | | | |
| FAB. | | | | |
| QUAL. | | | MATERIAU: | No. DE PLAN |
| | | | | A3 |
| | | | MASSE: | ECHELLE:1:20 |
| | | | | FEUILLE 1 SUR 1 |



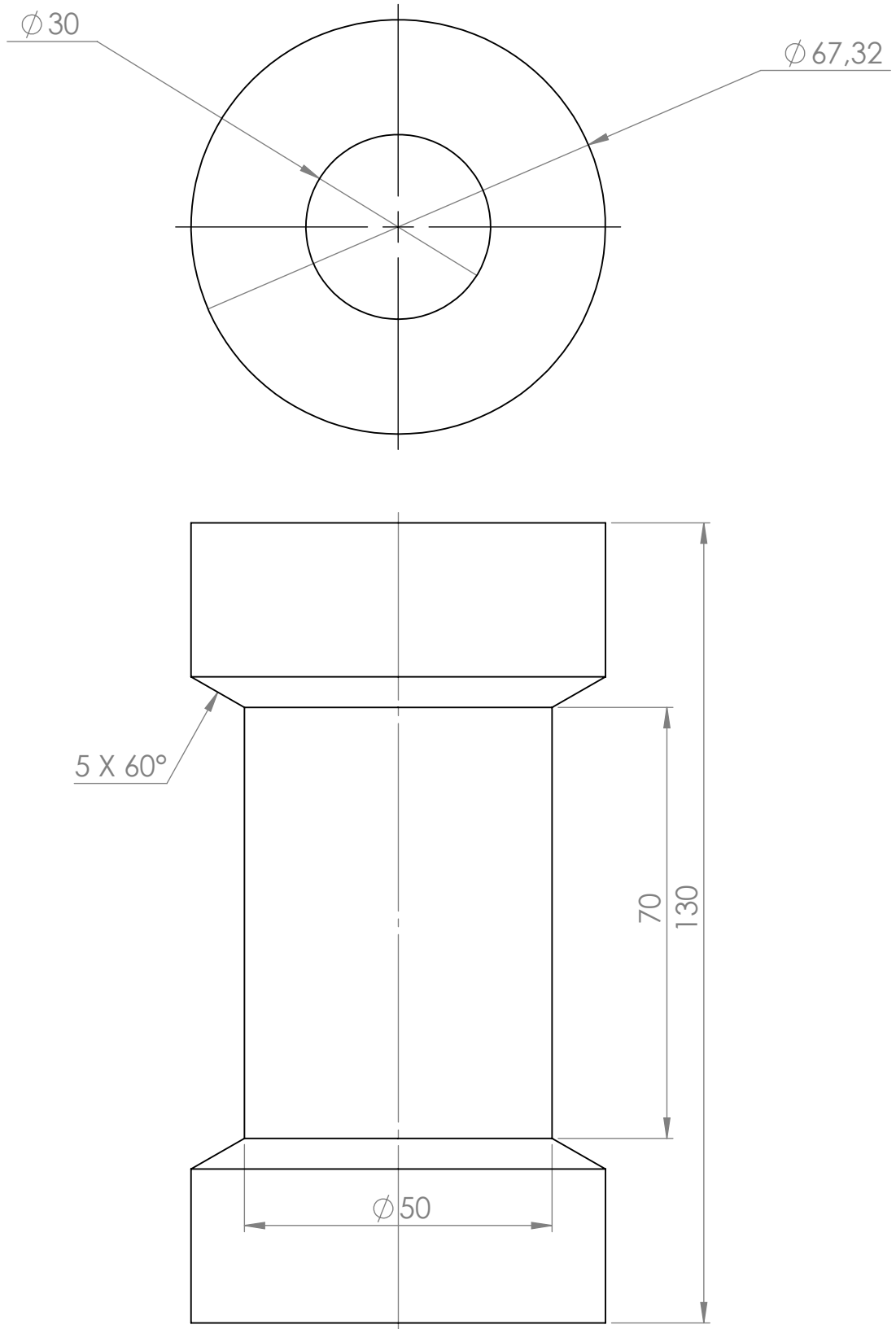
Université Ibn Khaldoune Tiaret

| NOM | SIGNATURE | DATE | TITRE: | | |
|--------------------|-----------|------|-----------------|-------------|-----------------|
| AUTEUR S.BENOTMANE | | | <h2>palier</h2> | | |
| VERIF. H.ELALMI | | | | | |
| APPR. | | | | | |
| FAB. | | | | | |
| QUAL. | | | MATERIAU: | No. DE PLAN | A4 |
| | | | 1.0060 E335 | | |
| | | | MASSE: | ECHELLE:1:2 | FEUILLE 1 SUR 1 |



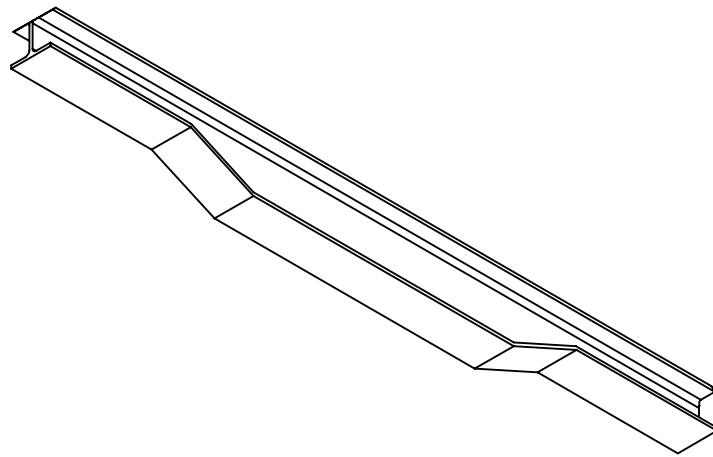
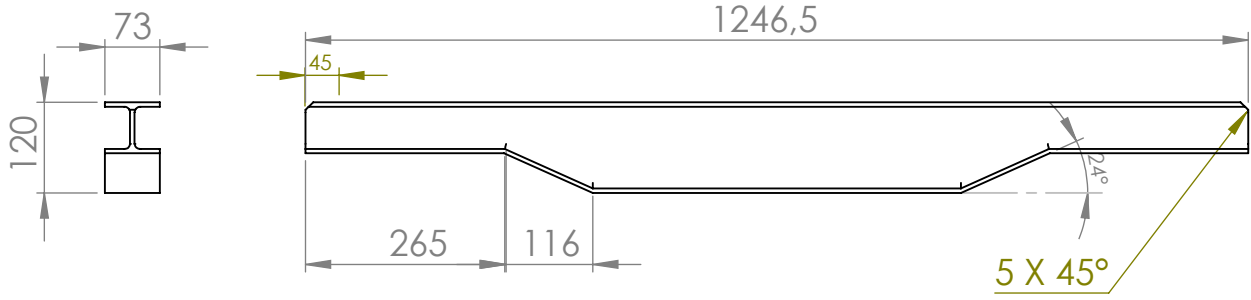
Université Ibn Khaldoune Tiaret

| | NOM | SIGNATURE | DATE | | | TITRE: |
|--------|-------------|-----------|------|-------------|-------------|----------------------|
| AUTEUR | S.BENOTMANE | | | | | AXE DE PALIER |
| VERIF. | H.ELALMI | | | | | |
| APPR. | | | | | | |
| FAB. | | | | | | |
| QUAL. | | | | MATERIAU: | No. DE PLAN | A4 |
| | | | | 1.0060 E336 | | |
| | | | | MASSE: | EHELLE:1:5 | FEUILLE 1 SUR 1 |



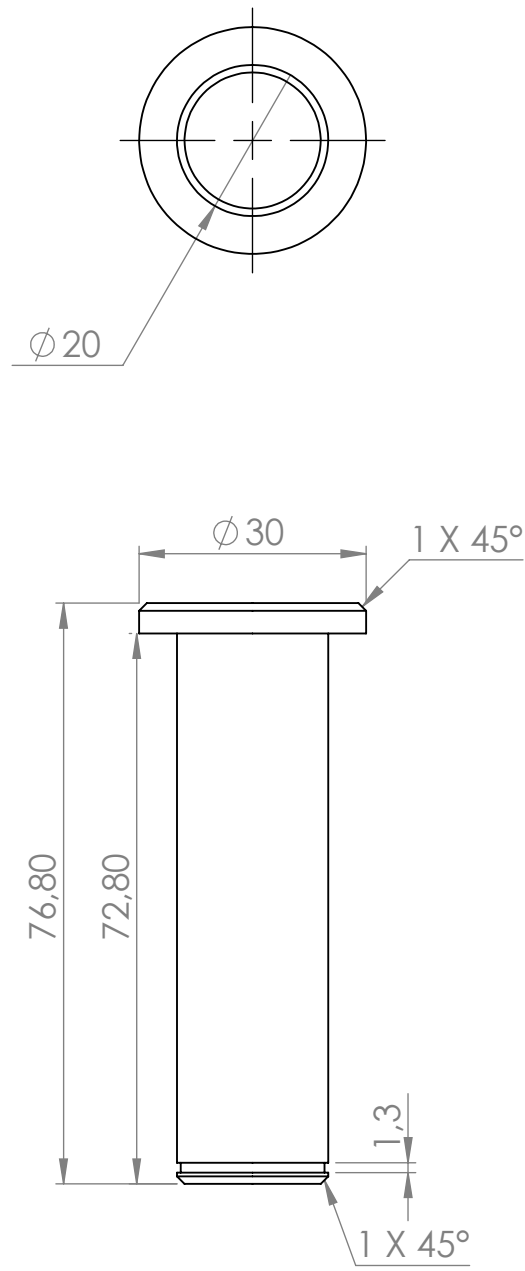
Université Ibn Khaldoune Tiaret

| NOM | SIGNATURE | DATE | TITRE: | | |
|--------------------|-----------|------|-------------------|-------------|-----------------|
| AUTEUR S.benotmane | | | <h1>Galet</h1> | | |
| VERIF. H.Elalmi | | | | | |
| APPR. | | | | | |
| FAB. | | | | | |
| QUAL. | | | MATERIAU: | No. DE PLAN | A4 |
| | | | 1.00036 S235 JRG1 | | |
| | | | MASSE: | ECHELLE:1:2 | FEUILLE 1 SUR 1 |



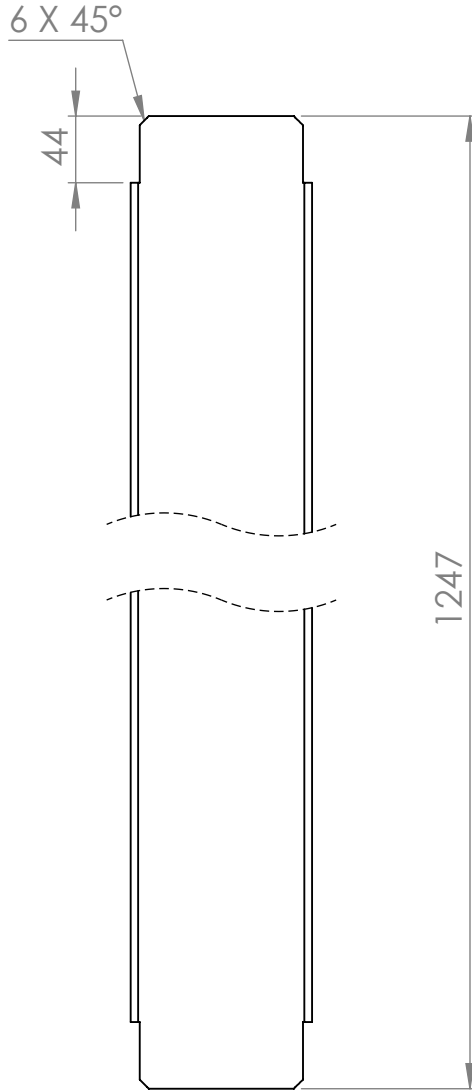
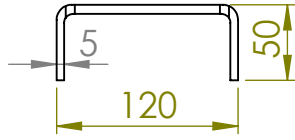
Université Ibn Khaldoune Tiaret

| | | | | | | |
|--------|-------------|-----------|------|--------------------------|----------------------------|-----------------|
| | NOM | SIGNATURE | DATE | | TITRE: | |
| AUTEUR | S.BENOTMANE | | | | TRAVERSE PRINCIPALE | |
| VERIF. | H.ELALMI | | | | | |
| APPR. | | | | | | |
| FAB. | | | | | | |
| QUAL. | | | | MATERIAU: | No. DE PLAN | A4 |
| | | | | 1.00045 S235 JRG1 | | |
| | | | | MASSE: | ECHELLE:1:20 | FEUILLE 1 SUR 1 |



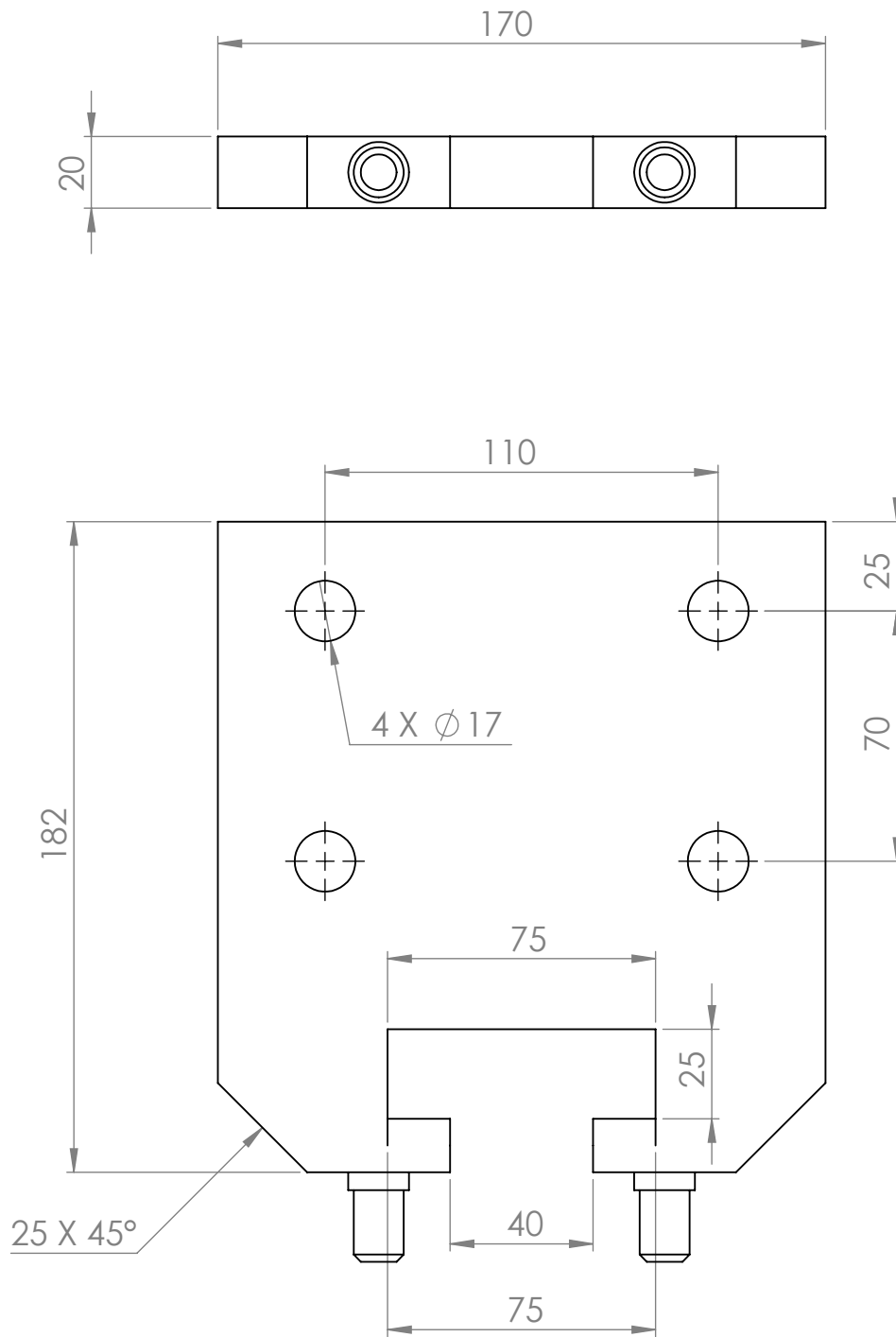
Université Ibn Khaldoune Tiaret

| NOM | SIGNATURE | DATE | | | | | TITRE: |
|--------|-------------|------|--|--------------|--|-------------|--------------------------|
| AUTEUR | S.benofmane | | | | | | Axe de fixation de vérin |
| VERIF. | H.Alelmi | | | | | | |
| APPR. | | | | | | | |
| FAB. | | | | | | | |
| QUAL. | | | | MATERIAU: | | No. DE PLAN | A4 |
| | | | | 1.1221 (60E) | | | |
| | | | | MASSE: | | ECHELLE:1:1 | FEUILLE 1 SUR 1 |



Université Ibn Khaldoune Tiaret

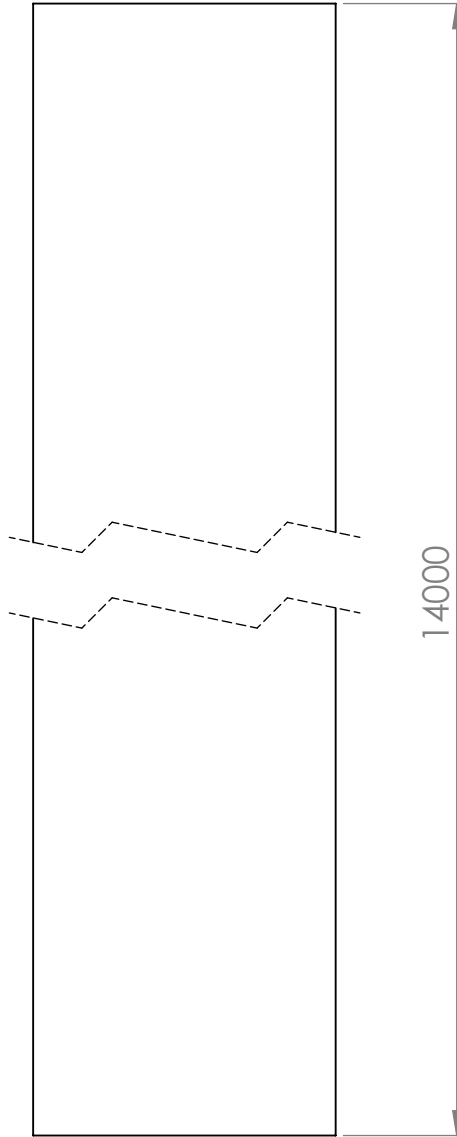
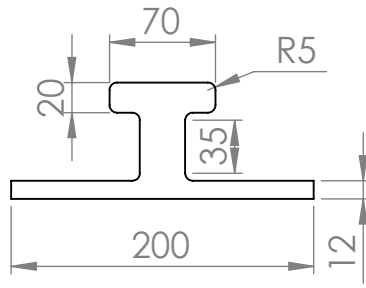
| | | | | | | |
|--------|-------------|-----------|------|-------------------|--------------------------|-----------------|
| | NOM | SIGNATURE | DATE | | TITRE: | |
| AUTEUR | S.BENOTMANE | | | | TRAVERSE LATERALE | |
| VERIF. | ELALMI | | | | | |
| APPR. | | | | | | |
| FAB. | | | | | | |
| QUAL. | | | | MATERIAU: | No. DE PLAN | A4 |
| | | | | 1.00036 S235 JRG1 | | |
| | | | | MASSE: | ECHELLE:1:20 | FEUILLE 1 SUR 1 |



Université Ibn Khaldoune Tiaret

| NOM | SIGNATURE | DATE | TITRE: |
|--------------------|-----------|--------------------------------|-----------------------|
| AUTEUR S.BENOTMANE | | | PLAQUE GUIDAGE |
| VERIF. H.ELALMI | | | |
| APPR. | | | |
| FAB. | | | |
| QUAL. | | MATERIAU: 1.00036 S235 JRG1 | No. DE PLAN |
| | | MASSE: | ECHELLE:1:2 |
| | | | FEUILLE 1 SUR 1 |

A4



Université Ibn Khaldoune Tiaret

| | NOM | SIGNATURE | DATE | | TITRE: | |
|--------|-------------|-----------|------|---------------------------------------|------------------|-----------------|
| AUTEUR | S.BENOTMANE | | | | <h2>UN RAIL</h2> | |
| VERIF. | H.ELALMI | | | | | |
| APPR. | | | | | | |
| FAB. | | | | | | |
| QUAL. | | | | MATERIAU: 1.00036 S235 JRG1 | No. DE PLAN | |
| | | | | MASSE: | ECHELLE:1:200 | FEUILLE 1 SUR 1 |

ملخص

شركة السيارات الصناعية CIT بعين بوشقيف بتيارت، وهي شركة تابعة لمجموعة ش.و.س.ص. SNVI المتخصصة في تصنيع وتجميع مقطورات الأبواب والجرارات وشبه المقطورات. في هذه الدراسة، من أجل استكمال عمليات اللحام لأجسام الخزان بيضاوية الشكل، اقترحنا جهازا لقلب أجسام الصهرريج، وتجنب العديد من العيوب، مثل ضياع الوقت وتحقيق كفاءة عالية مقارنة بالآلية التقليدية للخزان. من ناحية، وتحسين جودة اللحام، بما في ذلك المنتج نفسه، من ناحية أخرى. تمت مناقشة حسابات المقاومة الساكنة والمادية للجهاز بالإضافة إلى عرض أرقام تمثيل النظام وأجزائه بواسطة محاكاة SolidWorks.

الكلمات المفتاحية: الإجهادات، جسم الصهرريج، شكل إهليلجي، آلة لحام بالذراع، محول، ضاغط

Résumé

L'entreprise CIT (Carrosserie Industriel) à Tiaret filiale du groupe SNVI, est spécialisée dans la fabrication et le montage des remorques portes et tractes, et semi-remorque. Dans cette étude, afin de compléter les opérations de soudage de des corps citerne de forme elliptique nous avons proposé un dispositif de retournement des corps citerne, évitant plusieurs inconvénients, tels que la perte de temps et faisant un rendement élevé par rapport au mécanisme classique d'une part, et d'amélioré la qualité du soudage, y compris le produit elle-même d'un autre part. Des calculs statiques et de résistance des matériaux du dispositif ont été discutés ainsi que des figures de représentations du système et ses pièces par simulation SolidWorks ont été exposées.

Mots Clé : contraintes, corps citerne, forme elliptique, soudeuse potence, vireur, vérin

Summary

The CIT company (Industriel Carrosserie) in Tiaret, a subsidiary of the SNVI group, specializes in the manufacture and assembly of door and tractor trailers, and semi-trailers. In this study, in order to complete the welding operations of elliptical shaped tank bodies, we have proposed a device for turning the tank bodies, avoiding several drawbacks, such as loss of time and making a high efficiency compared to the conventional mechanism of on the one hand, and to improve the quality of welding, including the product itself, on the other hand. Static and material strength calculations of the device were discussed as well as representation figures of the system and its parts by SolidWorks simulation were exposed.

Keywords: stresses, tank body, elliptical shape, jib welder, turner, cylinder