

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE de Technologie
DEPARTEMENT Génie Mécanique
N° :



DOMAINE : science technologie
FILIERE : Génie Mécanique
OPTION : fabrication mécanique
et productique

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par : BOUTERAA SEYF EDDIN

Intitulé :

**Contribution au design d'un dispositif de
retournement de châssis lors de soudage**

Soutenu devant le jury composé de:

El Hadi A	Université de m'sila	Président
Makri H	Université de m'sila	Rapporteur
Daoudari A	Université de m'sila	Examineur
Benhamadouche L	Université de m'sila	Examineur

Année universitaire : 2017 / 2018

REMERCIEMENTES

Tout d'abord, je remercie le Dieu, notre créateur de m'avoir donné les forces pour accomplir ce travail.

Premièrement et avant tout, Je tiens à remercier mon directeur de recherche, **Dr : Makri Hocine** pour ses conseils et ses directives. C'est grâce à ses conseils, encouragement et a son soutien moral que j'ai pu mener à bien ce travail de recherche

Je n'oublierais jamais de remercier assez tous les enseignants du département de mécanique de l'université de M'sila d'avoir contribué à notre formation, ainsi que à toute l'équipe administrative du département de génie mécanique

Je tiens également à remercier tous mes amis qui m'ont aidé dans mon travail.

Enfin, un grand merci à toute ma famille pour leur grand soutien.

DEDICACE

J'ai l'honneur de dédie ce modeste travail à mes très
chères parents

A mes amis **BOUCHAREB ELYAMIN, LALMI KHALIL,**

KASMI ABDELHAK, et BOUTERAA BRAHIM

A mon père qui m'a aidé moralement et matériellement
pour ses conseils et encouragement.

A tous mes amis de la promotion.

Résumé

La société ACI (Asma Carrosserie Industriel) de MSILA, est spécialisée dans le montage des remorques. Créée en 2008, ACI totalise déjà près de dix produits à son actif fabriqués dans son usine principale située à M'Sila

Les châssis chez ACI sont fabriqués essentiellement par soudage. Au cours duquel les soudeurs opèrent au-dessus du châssis puis en dessous afin de compléter les opérations de soudage ce qui impose un renversement de châssis de remorque. La pratique actuelle du renversement s'avère lente et comporte de risques pour les opérateurs qui interviennent par moyens de chaînes et pinces et Caterpillar parfois de palan roulant.

Dans le cadre de notre étude, nous avons proposé trois solutions de retournement et nous devons en retenir une seule pour l'étude. Le choix de la bonne solution selon 3 critères bien définis

Différents calculs de résistance des matériaux du nouveau dispositif ont été exécutés et discutés ainsi que des schémas de représentations graphiques par CATIA ont été exposés.

Mots clés: l'entreprise A C I; châssis de remorque; dispositif mécanique, mécanisme, CATIA.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	01
------------------------------------	-----------

CHAPITRE I : ACI ET SA PRODUCTION

I. Présentation de l'entreprise.....	04
I.1. EURL ACI.....	04
I.2. La situation géographique d'A C I unité de M'sila.....	05
I.3. organisation de l'entreprise.....	05
I.4. Les produits de l'entreprise A C I.....	06
I.4.1. Plateaux a ridelles 02 essieux	06
I.4.2. Plateaux à ridelles 03 essieux	07
I.4.3. Plateaux bâche 03 essieux	08
I.4.4. Semi-remorque frigorifique	09
I.4.5. Benne céréalière à 02 Essieu	11
I.4.6. Benne pour travaux publique à deux essieux	12
I.4.7. Benne pour travaux publique à trois essieux	13

CHAPITRE II : LA SEMI-REMORQUE

II. Les semi-remorques	16
II.1. Généralité	16
II.2. Caractéristiques techniques des semi-remorques	16
II.2.1. Structure ou châssis	16
II.2.2. Train roulant (essieux).....	17
II.2.3. Roues et pneumatiques	17
II.2.4. Suspension	18
II.2.5. Circuit de freinage.....	18
II.2.5.1. Frein de parc	18
II.2.6. Attelage	19

II.2.7. Electricité.....	19
II.2.8. Béquille	20
II.2.9. Porte-roues	21
II.2.10. Coffre à outils	21
II.3. Equipements de sécurité	21
II.3.1. Systèmes anti-projections	22
II.3.2. Protections latérales	22
II.3.3. Barre anti-encastrement arrière	22
II.4. Dispositif d'attelage	23
II.5. Dételage	23

CHAPITRE III : FABRICATION DE LA SEMI-REMORQUE

III. Gamme de fabrication du châssis de semi-remorque	25
III.1. débitage.....	25
III.1.1. Découpage	25
III.2. Le montage.....	25
III.2.1. Assemblage primaire.....	25
III.2.2. Assemblage du châssis.....	27
III.3. retournement pour souder la partie inferieure	29
III.3.1. méthode de de retournement de châssis actuel.....	30
III.3.2. Les zones de soudage de la partie inferieure.....	30
III.4. soudage de la literie	31
III.4.1. soudage des tubes et les supports des portes.....	31
III.4.2. plate de forme	31
III.4.3. soudage les dispositifs de serrage des câbles.....	32
III.4.4. l'installation des portes.....	32
III.5. peinture	33
III.5.1. Sablage	33
III.5.2. polissage	33

III.5.3. Peinture	34
III.6. Installation des systèmes de marche	34
III.7. Stockage	35
Situation du sujet	35

CHAPITRE IV : ETUDE D'UN DISPOSITIF DE RETOURNEMENT

IV. Recherche de solutions	37
IV.1. Solutions proposé.....	37
IV.2. Élaboration de la matrice d'évaluation	37
IV.3. Ébauche des solutions préliminaires	37
IV.3.1. Solution1 : Dispositif à commande hydraulique.....	37
IV.3.2. Solution 02 : Dispositif à commande électrique.....	38
IV.3.3. Solution 03: Dispositif à commande électrique	39
IV.4. Barème de décision et choix de la solution finale	40
IV.4.1. Estimation des coûts	40
IV.4.2. Situation dans l'entreprise	41
IV.4.3. Santé et sécurité	41
IV.5. Solution retenue pour la conception	42
IV.5.1. Étude théorique solution finale	42
IV.5.2. Description plus détaillée de la solution finale	42
IV.5.2.1. La table	43
IV.5.2.2. cerceaux	44
IV.5.2.3. Rouleau de tournage.....	44
IV.5.3. Système de maintien (Cric pneumatique).....	46
IV.6. Calcul de résistance du dispositif.....	47
IV.6.1. Calcul des sections des poutres longitudinales de la table Supportant Le châssis	47
IV.6.1.1. Calcul de la flèche de la poutre longitudinale de la table	49
IV.6.1.2. Calcule la résistance de soudage entre la table et le cerceau	50

IV.5.2. Calcul des sections des poutres transversales de la table De support du châssis	53
IV.6.2.2. Calcule la flèche de poutre transversale de la table	54
IV.6.3. calcul de la section des traverses de renforcement	55
IV.6.3.1. Calcule le flambement de traverse	55
IV.5.4. Calcul de résistance du cerceau supportant la table.....	57

CONCLUSION GENERALE	64
----------------------------------	-----------

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXE

LISTE DES FIGURES :

CHAPTER I

Fig.I.1.: Enseigne de l'ACI	04
Fig.I.2. : La situation de l'entreprise 'ACI	05
Fig.I.3. : organigramme de l'entreprise ACI	05
Fig. I.4.: semi-remorque plateaux à ridelles 02 essieux	06
Fig. I.5.: Plateaux à ridelles 03 essieux –ACI-	07
Fig. I.6. : Plateaux bâche 03 essieux	08
Fig. I.7. : Semi-remorque frigofirique -ACI-	09
Fig. I.8.: semi-remorque Benne céréalière 02 Essieu	10
Fig. I.9.: semi-remorque Benne travaux publique deux essieux	11
Fig. I.10.: semi-remorque Benne travaux publique trois essieux	12

CHAPITRE II

Fig.II.2.1. : structure ou châssis de semi-remorque	17
Fig. II.2.2. : Essieux de type tandem	17
Fig. II.2.3. : Suspension mécanique.	18
Fig. II.2.4. : Freine de parc	19
Fig. II.2.5.: pivot d'attelage	19
Fig. II.2.6. : Sécurité de raccordement électrique	20
Fig. II.2.7. : Béquille	20
Fig. II.2.8. : porte roues	21
Fig. II.2.9. : Coffre à outils	21
Fig. II.2.10. : Equipements de sécurité	22
Fig. II.2.11. : Dispositif d'attelage	23

CHAPITRE III

Fig. III.1 : découpage par plasma.	25
Fig. III.2. Fixation des tôles pour soudage	26
Fig. III.3: Pointage des plaques et feuilles métalliques pour produire les poutres	26
Fig. III.4: Méthode de pliage des feuilles.	27
Fig. III.5: Poutres obtenus après pointage	27
Fig. III.6. : Méthode de fixation des traverses sur le gabarit	28
Fig. III.7. : Le produit après le l'opération d'assemblage	29
Fig. III.8. : Le dispositif de retournement actuellement utilisé par ACI.	29
Fig. III.9. : Les étapes de retournement de châssis actuellement	30

Fig. III.10. : Soudage les tubes et les supports des portes de la remorque.	30
Fig. III.11. : Soudage du tube -ACI-	31
Fig. III.12. : Soudage de la plate-forme du châssis	31
Fig. III.13. : Dispositifs de serrage des câbles	32
Fig. III.14. : L'installation des portes latérales et la porte arrière de la remorque	34
Fig. III.15. : Dispositif de sablage.	33
Fig. III.16. : Outil de polissage	33
Fig. III.17. : Atelier de peinture.	34
Fig. III.18. : Installation du système de marche	34
Fig. III.19. : Entrepôt de stockage du produit fini.	35

CHAPITRE IV

Fig. IV .1 : Solution n°01	38
Fig. IV .2 : Solution n°02	39
Fig. IV.3. : Solution n°03	40
Fig. IV.4. : Les composants de dispositif	43
Fig. IV.5 : structure de la table	44
Fig. IV.6 : structure de cerceaux	44
Fig. IV.7 : Rouleau de tournage	45
Fig. IV.8 : Cric pneumatique	46
Fig. IV .9 : calcul de la section de poutre portante du châssis	47
Fig. IV .10 : Calcul de la flèche de la poutre longitudinale de la table	48
Fig. IV .11 : les contraintes appliquées sur le cordant de soudage	50
Fig. IV .12 : Représentation de la corde de soudure	52
Fig. IV .13 : calcul de la section de la poutre	54
Fig. IV.14 : calcule la section du traverse qui support la charge à la compression	55
Fig. IV .15 : Calcule la résistance de cerceaux	56
Fig. IV .16: calcul de la masse du cerceau avec l'outil mesure d'inertie	
CATIA V5	58
Fig. IV .17 : Choix de rouleaux tournant	58
Fig. IV .18 : Dessin avec dimensions réelles pour déterminer l'angle α	59
Fig. IV .19 : schémas des efforts internes appliqués sur le cerceau.	59
Fig. IV .20 : définition des angles aux arcs	60
Fig. IV .21 : schémas de calcul des efforts internes.	61
Fig. IV .22 : les diagrammes de N et T et de M de la poutre	64

LISTE DES TABLEAUX:

TABL.IV.1.: Critères d'évaluation des solutions.

TABL.IV.2. : Barème de décision

TABL.IV.3. : choix de Rouleau de tournage selon le poids de dispositif

LISTE DE SYMBOLES

E : Module d'élasticité ou module de Young

P : Force

I_{GZ} : Moment quadratique

Re : Limite d'élasticité

Rm : Résistance à la traction

S : section de la poutre

L : Longueur

b : largeur

h : hauteur

v : distance entre la fibre neutre et la fibre la plus éloignée de la section

σ réelle : contrainte réelle

σ adm : contrainte admissible

Mfz : moment fléchissant

f : flèche de la poutre

K : coefficient de sécurité

a : épaisseur de cordon de soudage

Fu : charge de rupture du métal d'apport doit être garantie par un document normatif

$\sigma_{\perp}$: contrainte normale perpendiculaire au plan de la gorge de la soudure

$\tau_{\perp}$: contrainte de cisaillement dans le plan de la gorge, perpendiculaire à l'axe de la Soudure,

$\tau_{//}$: contrainte de cisaillement dans le plan de la gorge, parallèle à l'axe de la soudure.

σ lim : la limite de résistance est la limite d'élasticité se de l'acier de base

N : effort normal.

T : effort tangentiel

R : effort radial

INTRODUCTION GENERALE :

La société ACI (Asma Carrosserie Industriel) de MSILA, est une Société algérienne spécialisée dans la fabrication et la commercialisation de remorques, semi-remorques et équipements sur châssis selon le besoin du client et assure le Service Après-Vente. À la zone industrielle de M'sila, ACI dispose d'une usine de fabrication et d'un atelier de réparation carrosserie et d'un magasin de pièces de rechanges d'origine. La production utilise les techniques adaptées pour la conception de véhicules répondant parfaitement aux exigences de transport conformément à la réglementation algérienne.

Le soudage à l'arc électrique est le procédé de production commun à tous les constructeurs de ce type de produits, il est couramment utilisé pour assembler l'acier et l'acier inoxydable, l'aluminium et ses alliages. Pour d'obtenir des soudures esthétiques et de très grande qualité, ACI a eu recours au soudage MAG (Métal Active Gaz), extrêmement souple et adaptatif, permet une productivité élevée et des résultats de haute qualité et une fusion des métaux à souder, grâce à l'énergie calorifique dégagée par un arc électrique produit entre la pièce à assembler et un fil fusible (fil massif ou fil fourré). Ce procédé est proposé pour le soudage manuel, semi-automatique ou pour les installations automatisées/robotisées.

Au cours du processus de fabrication, l'opérateur procède manuellement au soudage d'un côté de la remorque et entame la finalisation du soudage par le deuxième côté une fois le châssis renversé complètement. Cette opération de retournement des châssis est fait par un mécanisme simple constitué d'un moteur électrique et de la chaîne métallique, qui présente des inconvénients tels que la participation de plusieurs opérateurs employant de grands efforts durant la manœuvre de retournement et parfois un manque d'équilibre se produit ce qui constitue un risque corporel d'un côté et nécessite un temps non négligeable de l'autre. Toutes ces choses contribuent à la diminution de la rentabilité des ouvriers et de l'atelier. Le problème a été porté à l'université à travers les instances techniques d'ACI et le besoin d'un système de renversement de châssis est retenu dans ce sens et un sujet a été formulé proposé pour remédier à ce problème.

Notre contribution consiste à réaliser une étude de conception d'un dispositif mécanique pour effectuer l'opération de retournement des châssis qui soit simple de conception, facile d'utilisation, permet un gain de temps, de cout réduit et offre plus de sécurité surtout par rapport au mécanisme existant au niveau de l'entreprise.

Nous avons réparti le travail en trois chapitres ; le premier chapitre est dédié aux différents ateliers qui constituent la société: Atelier de débitage, Atelier de montage et Atelier de Peinture.

Le deuxième chapitre, comporte une description des caractéristiques techniques et des propriétés mécaniques du mécanisme. Dans le troisième chapitre, nous avons porté les différentes tâches du projet d'étude à savoir ; les calculs de résistance et de dimensionnement qui se rapportent au mécanisme de renversement. Les projections et les perspectives nécessaires pour décrire le mécanisme ont été exécutées en utilisant le logiciel CATIA.

I. Présentation de l'entreprise

I.1. EURL ACI

Créée en 2008, ACI totalise déjà près de dix produits à son actif fabriqués dans son usine principale située à M'Sila. La société est présente à Alger avec un siège social basé à Ain Benian, un showroom à Oued Semar et un second showroom à Sétif. Une répartition géographique qui lui permet de couvrir une grande partie du territoire.

ACI Carrosserie Industrielle, spécialisée dans la fabrication et la commercialisation de remorques, Semi-remorques et équipements sur Châssis, participe au salon de Bejaia pour présenter sa gamme et se rapprocher des clients de la région. Ainsi, quatre produits sont exposés dont une Remorque Plateau Ridelles à 3 Essieux, une Remorque Benne Travaux publics, une Benne Semi-Remorque et un Plateau Bâché. ACI fabrique entre autres des Bennes Céréalières, des panneaux Sandwich, des Plateaux Ridelles 2 Essieux, des Plateaux Fourgons, Plateaux sans ridelles...

Par ailleurs, ACI Carrosserie Industrielle s'est illustré entre autres par la fabrication et la mise en place des équipements sur camions. En effet, le carrossier usine des équipements Benne Entrepreneur, Equipements Fourgons et équipements Plateau Ridelles avec Rehausses.

Rencontré au stand du carrossier, M. Nasreddine Zerroughi, Responsable Technico-commercial chez ACI a tenu à préciser qu'ACI Carrosserie Industrielle garantit ses produits et assure le service après-vente dans son atelier de réparation carrosserie et dispose d'un magasin de pièce de rechange d'origine [1]



Fig.I.1.: Enseigne de l'ACI

I.2. La situation géographique d' A C I unité de M'sila

L'unité se trouve dans le sud de la ville de M'sila dans la zone industrielle, la route N45, comme représentée par la carte de la **Figure.I.2.**



Fig.I.2. : La situation de l'entreprise 'ACI

I.3. organisation de l'entreprise

ACI engage plus de 80 personnes dans divers départements. Voir figure I.3. Dans le département de production, l'usine, emploi 28 soudeurs et 3 peintres et autres professionnels. En ce qui attrait au département d'ingénierie. Chaque atelier de l'entreprise contient le directeur et de 12 à 15 employées. [1]

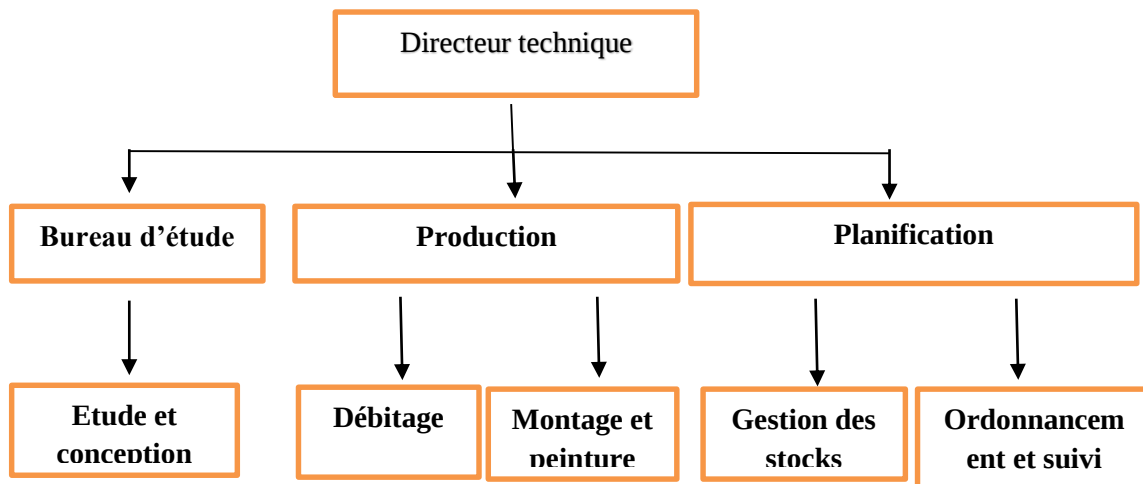


Fig.I.3. : organigramme de l'entreprise ACI.

I.4. Les produits de l'entreprise A C I

Les produits de l'entreprise sont variés et sont destinées aux entreprises et aux particuliers elle produit des Semi-remorques: plateaux, bennes travaux publics, plateaux bâché, bennes céréalières, fourgons, frigorifiques. Nous présentons sa gamme comme suit :

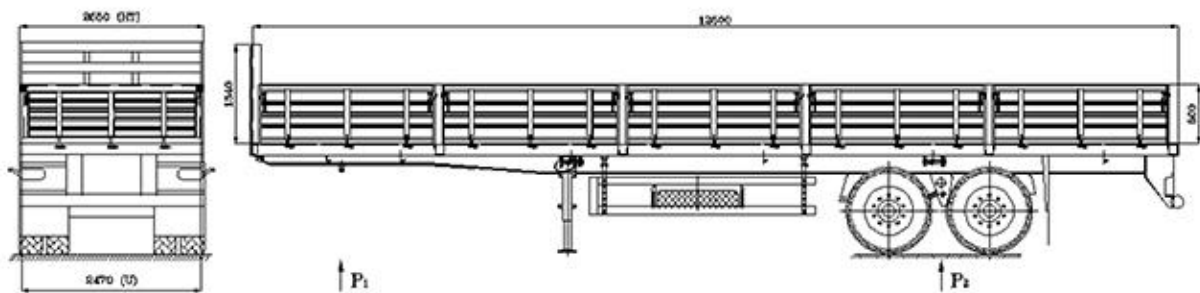
I.4.1. Plateaux a ridelles 02 essieux

Utilisation : Véhicule conçu pour le transport de denrées marchandises



Fig. I.4.: semi-remorque plateaux à ridelles 02 essieux

Dimensions et poids :



- Longueur hors tout : 12500 mm
- Largeur hors tout : 2550 mm
- Longueur utile : 12460 mm
- Largeur utile : 2470mm
- Poids totale en charge : 32000Kg
- Poids à vide : 7000kg
- Charge utile : 25000 Kg

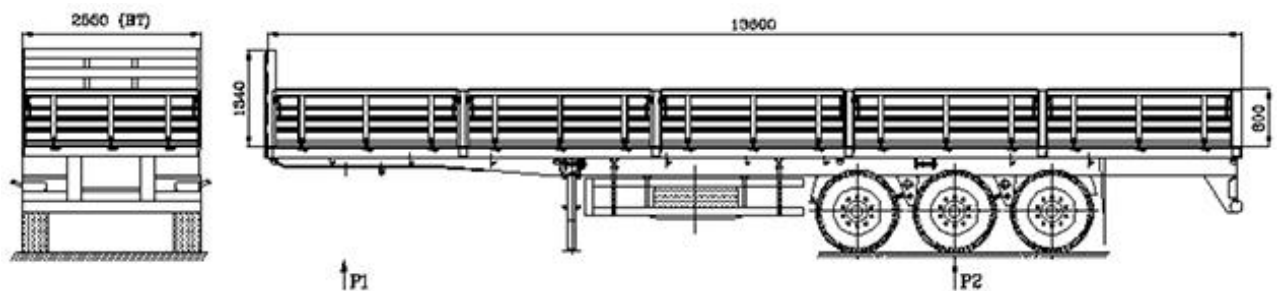
I.4.2. Plateaux à ridelles 03 essieux

Utilisation : Véhicule conçu pour transport de denrées marchandises



Fig. I.5.: Plateaux à ridelles 03 essieux –ACI–

Dimensions et poids :



- Longueur hors tout : 12500 mm
- Largeur hors tout : 2550 mm
- Longueur utile : 12460 mm
- Largeur utile : 2470mm
- Poids totale en charge : 52000Kg
- Poids à vide : 9600kg
- Charge utile : 42400 K

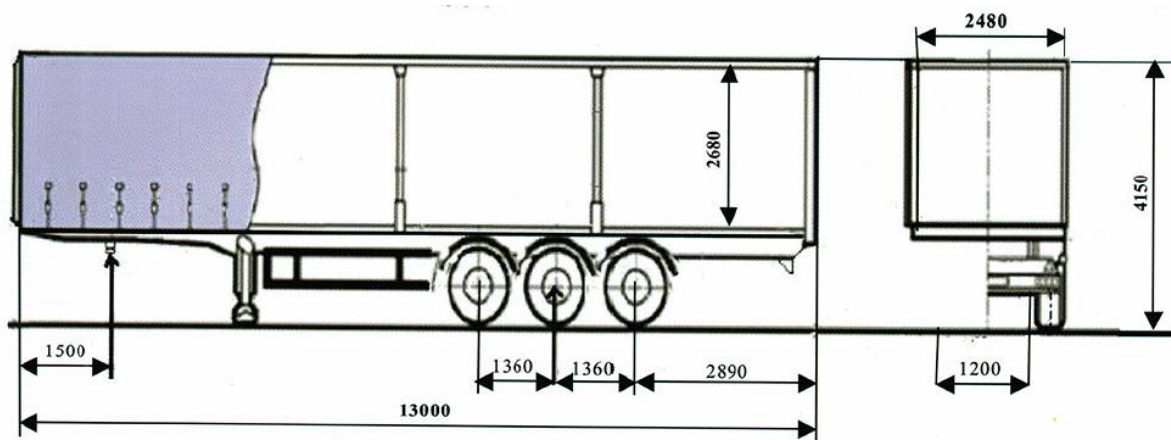
I.4.3. Plateaux bâche 03 essieux

Utilisation : Véhicule conçu pour transport de denrées marchandise



Fig. I.6. : Plateaux bâche 03 essieux

Dimensions et poids :



- Longueur hors tout : 13000 mm
- Largeur hors tout : 2480 mm
- PTAC : 36 tonnes
- CU : 28,5 tonnes
- Tar : 7,5 tonnes
- Poids à vide sans bâche : 6.4 tonnes

CAISSE :

Dimensions utiles:

L x l x h: 13m x 2.48m x 2.68m.

Volume utile : 86 m3.

Composition :

A : Ossature solide avec:

- 1- Panneau avant en tôle d'acier.
- 2- Panneau arrière à double vantaux.
- 3- Profilés supérieurs latéraux
- 4- Ranchers coulissants latéraux.
- 5- Arceaux coulissants de toit.

B : bâche armée complètement coulissante, avec en option, impression de logo.

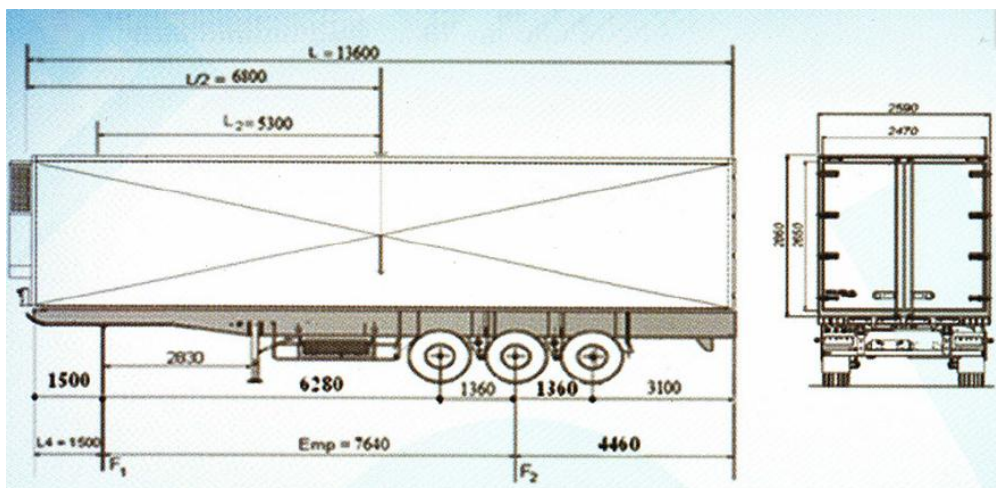
I.4.4. Semi-remorque frigorifique

Utilisation : Véhicule conçu pour transporter frigorifique de denrées alimentaire périssables



Fig. I.7. : Semi-remorque frigorifique -ACI-

Dimensions et poids :



- Longueur hors tout : 136000 mm
- Largeur hors tout : 2590 mm
- PTC : 38 tonnes
- CU : 29,8 tonnes
- type : polarise
- Masse globale : 38000Kg
- tare (sans refroidissement) : 7,350 Kg
- tare (avec unité de refroidissement) : 8,200 kg

Epaisseur des panneaux :

- Etage : 110mm
- Toit : 100mm
- Tête avant : 100mm
- Parois latérale : 60mm

Dimension interne :

- Longueur : 13420 mm
- Largeur : 2360mm
- Hauteur : 2600mm
- Volume de la cassie : 82,34mm

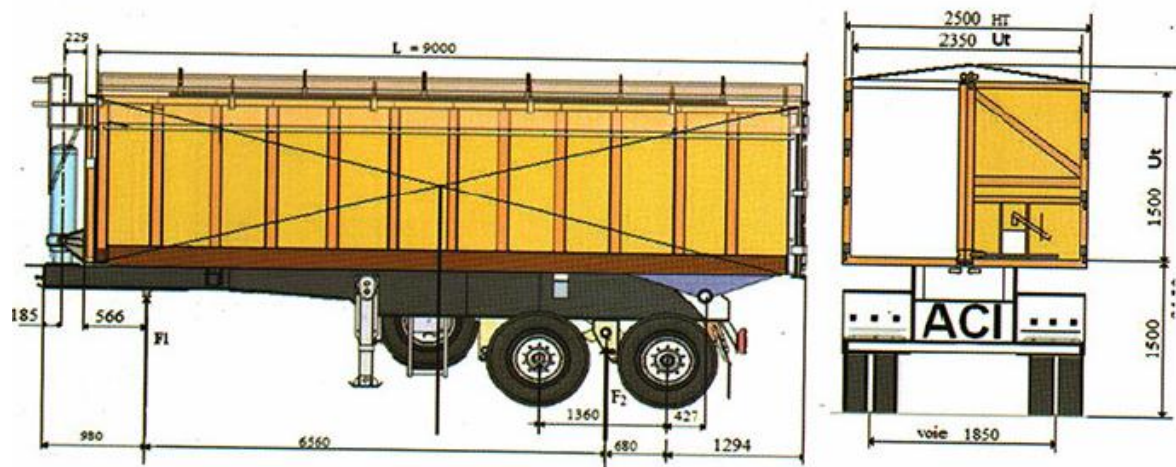
I.4.5. Benne céréalière à 02 Essieu

Utilisation : Véhicule conçu pour transporte céréales et produits granuleux, avec charge uniformément répartie à une vitesse de 80km/h



Fig. I.8.: semi-remorque Benne céréalière 02 Essieu

Dimensions et poids :



- Longueur hors tout : 9000 mm
- Largeur hors tout : 2500 mm
- PTC : 32 tonnes
- Poids à vide : 08 tonnes
- CU : 24 tonnes
- Vérin à cloche poids basculant 45
- Avec a : 41

Deg Max	C mm max	H mm max	E mm Min
41°	7000	900	800

Caisse :

Autoportante à section rectangulaire

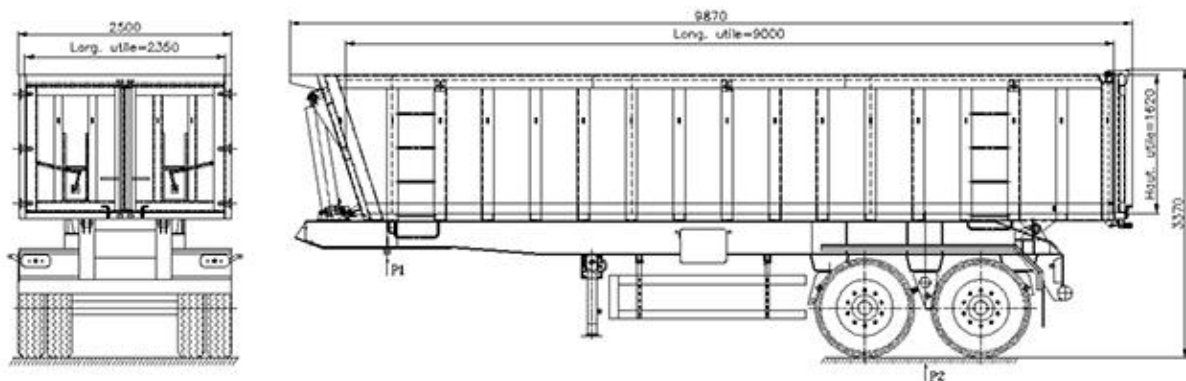
- Fonde en tôle lisse de 5mm
- Parois latérale en tôle lisse épaisse fortement renforcée par des berces
- Longérons de rive à section U
- Hayon avant droite de tôle, fortement renforcée par des membrues horizontales et verticales
- Porte arrière à battants type universel

I.4.6. Benne pour travaux publique à deux essieux



Fig. I.9.: semi-remorque Benne travaux publique deux essieux

Dimensions et poids :



- Longueur hors tout : 8000 mm
 - Largeur hors tout : 25730 mm
 - Largeur utile : 7340mm
 - Poids totale en charge : 32000Kg
 - Poids à vide : 7000kg
 - Charge utile : 26000 Kg
 - Vérin à cloche poids basculant 45
- Avec a : 41

Deg Max	C mm max	H mm max	E mm Min
41°	7000	900	800

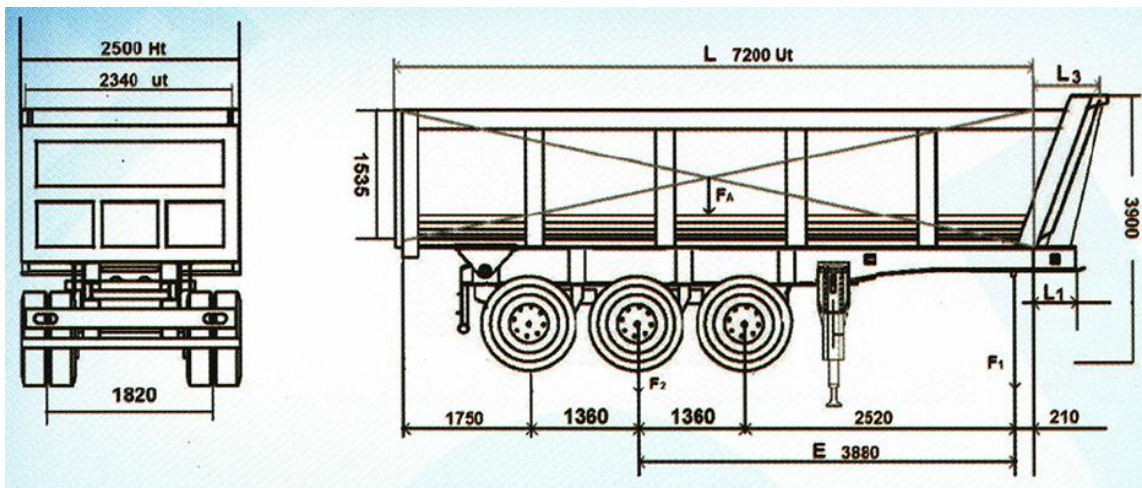
I.4.7. Benne pour travaux publique à trois essieux

Utilisation : Véhicule conçu pour transport de TP, avec charge uniformément répartie à une vitesse de 80km/h



Fig. I.10.: semi-remorque Benne travaux publique trois essieux

Dimensions et poids :



- Longueur hors tout : 7200 mm
- Largeur hors tout : 2550 mm
- PTC : 45 tonnes
- Poids techniquement admissible = 50 T

- CU : 36 tonnes
 - Vérin à cloche poids basculant 45
- Avec a : 41

Deg Max	C mm max	H mm max	E mm Min
41°	7000	900	800

II. Les semi-remorques

II.1. Généralité

Une semi-remorque est une remorque routière destinée au transport de marchandises dont la particularité est qu'elle repose sur un ou plusieurs essieux à l'arrière et sur le véhicule tracteur à l'avant par l'intermédiaire d'une plateforme appelée sellette, de sorte que le tracteur supporte une partie notable du poids de la remorque et de son chargement. La semi-remorque, lorsqu'elle est dételée s'appuie au sol par l'intermédiaire de deux béquilles qui peuvent être commandées hydrauliquement, mais généralement, pour des raisons de simplicité mécanique et de coût d'entretien, on lui préfère la commande manuelle (par une manivelle jointe à un engrenage commandant une crémaillère).

Baisser ou bien remonter manuellement les béquilles lors de l'accrochage ou du décrochage d'une semi-remorque prend 3 à 4 minutes par opposition à quelques secondes avec un système hydraulique. On appelle aussi semi-remorque l'ensemble formé par le tracteur et la remorque. Cet ensemble s'appelle officiellement véhicule articulé. Il existe de nombreux types et dimensions de semi-remorques, selon le genre de transport à effectuer.

Les semi-remorques, également connus sous le nom de camions semi-remorques, camions-remorques ou 18 roues, transportent plus de 70% des marchandises et des marchandises aux États-Unis. L'utilisation d'une semi-remorque n'est devenue possible qu'avec le développement de routes pavées au cours de la deuxième décennie du XXe siècle et, plus tard, avec l'expansion du réseau routier. [1]

II.2. Caractéristiques techniques des semi-remorques

II.2.1. Structure ou châssis

Le châssis est composé de longerons et de traverses sur lesquels sont fixées toutes les entités techniques du véhicule. L'assemblage des différents éléments est réalisé par soudage ou boulonnage.

Pour la protection, cette structure en acier fait l'objet d'un traitement anticorrosion et d'une peinture de finition de qualité. [1]

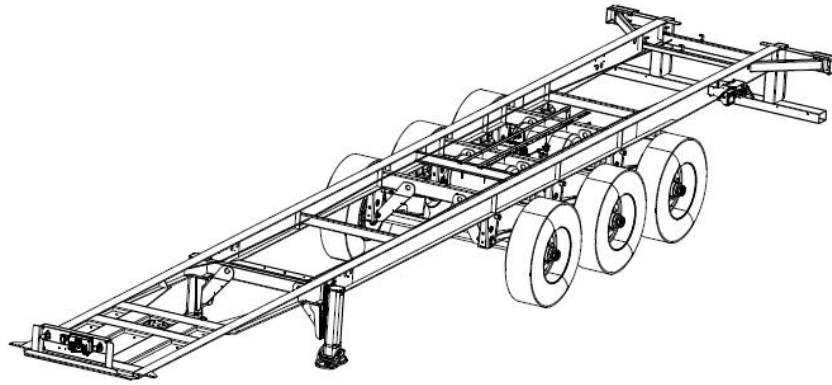


Fig.II. 1. : structure ou châssis de semi-remorque

II.2.2. Train roulant (essieux)

Chaque essieu est identifié par une plaque qui contient au moins les informations suivantes:

- Marque de l'essieu.
- Type.
- Numéro de fabrication.
- Numéro de procès-verbal d'essais.
- Masse statique maximale admissible de l'essieu.
- Vitesse maximale autorisée. [1]



Fig. II.2. : Essieux de type tandem

II.2.3. Roues et pneumatiques

Les caractéristiques des pneumatiques sont inscrites sur l'enveloppe. Elles sont indiquées sur trois lignes. La marque et le type figurent sur la première ligne, les caractéristiques techniques sur la deuxième et troisième.

Caractéristiques techniques :

- 315 : Largeur du pneu
- 80 : Rapport nominal d'aspect/hauteur ou flanc

315/80 R22,5
156/150K

- R : Structure radiale
- 22,5 : Diamètre de la jante
- 156 : Indice de capacité de charge en monte simple
- 150 : Indice de capacité de charge en monte jumelé
- K : Indice de vitesse [1]

II.2.4. Suspension

Les suspensions de remorque sont généralement de type à suspension rigide en acier à emboutissage non indépendant, constituées de ressorts à lames tandem et de composants de paliers de suspension.



Fig. II.3. : Suspension mécanique.

II.2.5. Circuit de freinage

La fonction freinage du véhicule est réalisée par différents composants pneumatiques et/ou Electriques. Ces composants peuvent varier en fonction des options du véhicule.

Freinage est géré électro-pneumatiquement via le système de freinage EBS. L'alimentation électrique du circuit de freinage est effectuée par la prise « ABS » (ISO 7638). [1]

II.2.5.1. Frein de parc

Tous les véhicules sont équipés d'un frein de parc fonctionnant sous l'action de vases à ressorts. La commande est située soit au niveau des béquilles soit à l'arrière du véhicule.

Pour actionner le frein de parc : il faut tirer le bouton rouge. En option le frein de parc peut s'appliquer automatiquement en cas de déconnection de la tête d'accouplement rouge.

Pour enlever le frein de parc : il faut pousser le bouton rouge et maintenir appuyé quelques secondes. Le frein parc doit être désactivé avant chaque départ. [2]

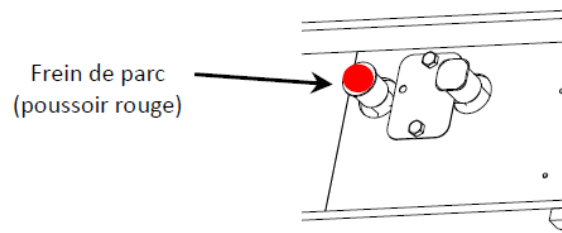


Fig. II.4. : Freine de parc

II.2.6. Attelage

Les semi-remorques sont équipées en standard d'un pivot d'attelage de 2 pouces conformes à la norme de référence ISO 337 type A. [1]

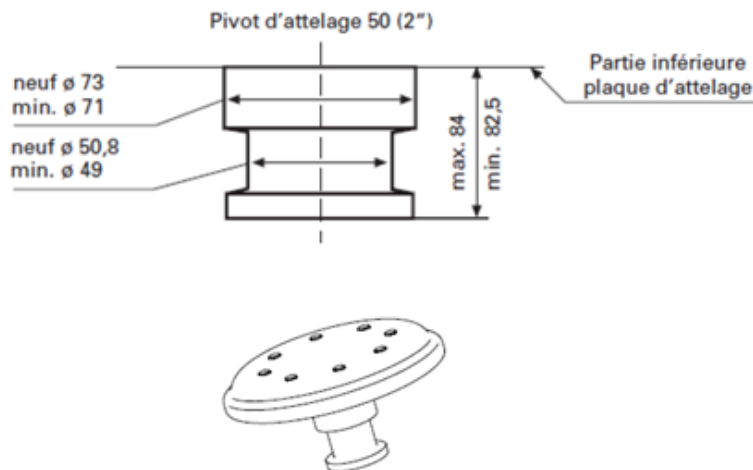


Fig. II.5.: pivot d'attelage

II.2.7. Electricité

A- Circuit électrique

Le circuit électrique alimente tous les dispositifs d'éclairage intérieurs et extérieurs ainsi que les accessoires dont le fonctionnement nécessite une source d'énergie électrique. Il est constitué d'une boîte de jonction 3 embases en standard et d'une boîte de dérivation arrière en option. La boîte de jonction avant intègre les fonctions temporisation de l'éclairage intérieur, un fusible sur la ligne de l'éclairage intérieur. Le branchement de l'éclairage latéral/intérieur de la carrosserie sont réalisés sur la boîte via des connecteurs. [1]

B- Branchements

Le véhicule est équipé de 3 embases : Deux embases à 7 contacts : 24N et 24S conformes respectivement aux normes ISO 1185 et ISO 3731.

Une embase à 15 contacts conforme à la norme ISO 12098.

Pour raccorder une prise 15 broches avec deux prises 7 broches 24S et 24N, il est nécessaire d'utiliser un adaptateur conforme à la norme ISO 12098. [1]

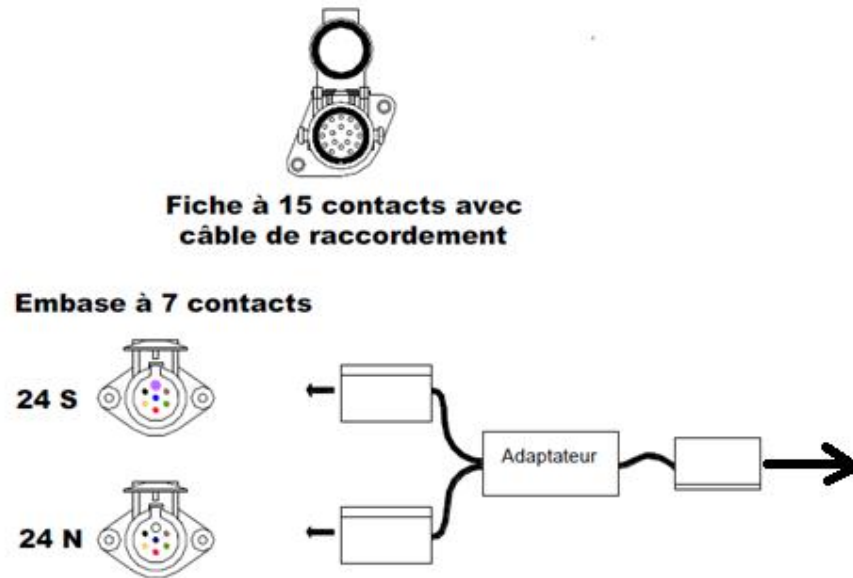


Fig. II.6. : Sécurité de raccordement électrique

II.2.8. Béquille

Les béquilles possèdent 2 vitesses : La grande vitesse permet de sortir et de rentrer rapidement le tube intérieur quand la semi-remorque est attelée, la petite vitesse permet de lever la semi-remorque lorsque les béquilles touchent le sol.

Les béquilles sont équipées d'une lubrification et ne nécessitent aucun entretien durant 3 ans. Après 3 ans, il faut équiper la béquille d'un graisseur et contrôler l'usure de la vis et de son écrou, puis tous les ans graisser et contrôler l'usure de ceux-ci. [1]

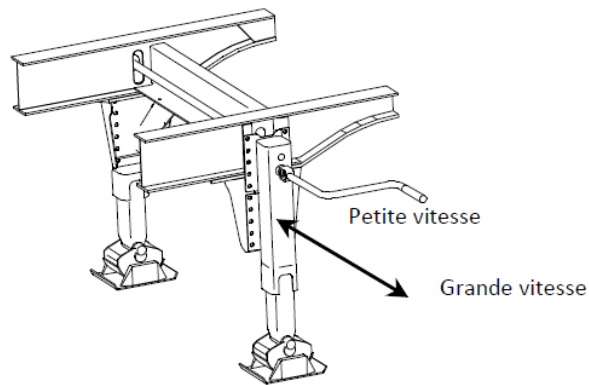


Fig. II.7. : Béquille.

II.2.9.Porte-roues

Le porte-roues est installé sous le châssis et il permet le rangement d'une ou deux roues de secours.

Suivant les modèles, le chargement du porte-roues s'effectue soit à l'arrière du véhicule, soit latéralement au véhicule. [1]

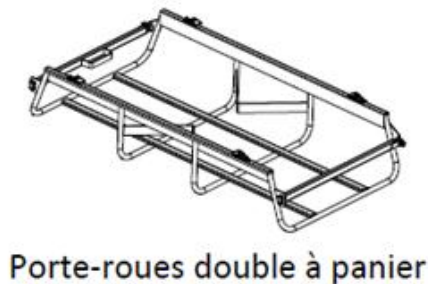


Fig. II.8. : porte roues

II.2.10.Coffre à outils :

Le coffre à outils est destiné au rangement d'outils ou tout autre matériel nécessaire au transport. [1]

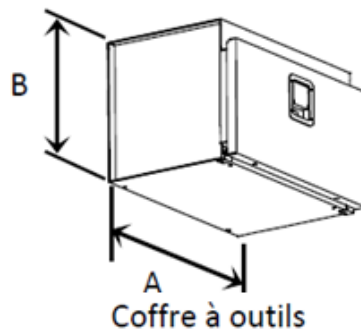


Fig. II.9. : Coffre à outils

II.3. Equipements de sécurité

Les équipements de sécurité sont installés sur le véhicule afin d'améliorer la sécurité routière. Ils sont constitués de :

- Les systèmes anti-projections,
- Les protections latérales
- La barre anti-encastrement

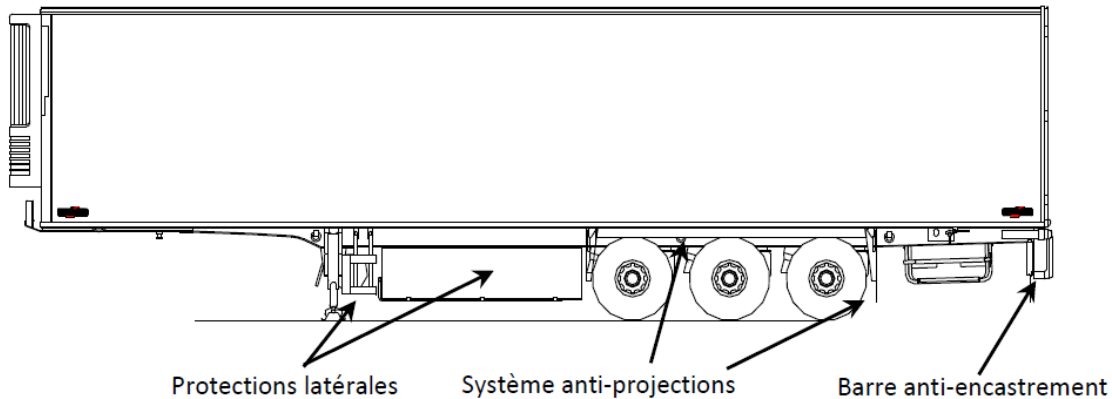


Fig. II.10. : Equipements de sécurité

II.3.1. Systèmes anti-projections

Le système anti-projections est composé d'un revêtement spécifique absorbant l'énergie placé derrière les roues et latéralement au-dessus des roues.

Ce système homologué diminue de façon très significative les projections d'eau lors de circulation sur route mouillée. [1]

II.3.2. Protections latérales

Les protections latérales sont installées sous la carrosserie afin de protéger les piétons, les cyclistes et les motocyclistes du risque de pénétrer sous la partie latérale du véhicule en amont du train roulant. Les coffres à outils et les coffres porte palettes installés sous la carrosserie font partie du dispositif de protection latérale.

Certains modèles de protections latérales sont escamotables afin de permettre l'accès aux équipements auxiliaires installés sous la carrosserie, tels que l'extincteur, la commande de béquilles, la porte roue de secours ou autre. [1]

II.3.3. Barre anti-encastrement arrière

La barre anti-encastrement est un équipement de sécurité qui protège les usagers de la route lors d'un choc arrière avec votre véhicule. Ce dispositif est soumis à une homologation et ne doit en aucun cas être retiré ou modifié.

Dans le cas où un hayon élévateur est fixé à l'arrière de la carrosserie, celui-ci peut faire office de barre anti-encastrement s'il est soumis à une homologation à cet effet. [1]

II.4. Dispositif d'attelage

La hauteur de la sellette d'attelage doit être telle qu'une fois attelée l'avant de la semi-remorque soit plus haut que l'arrière et que la pente soit inférieure à 1% (1 centimètre pour 1 mètre). [1]

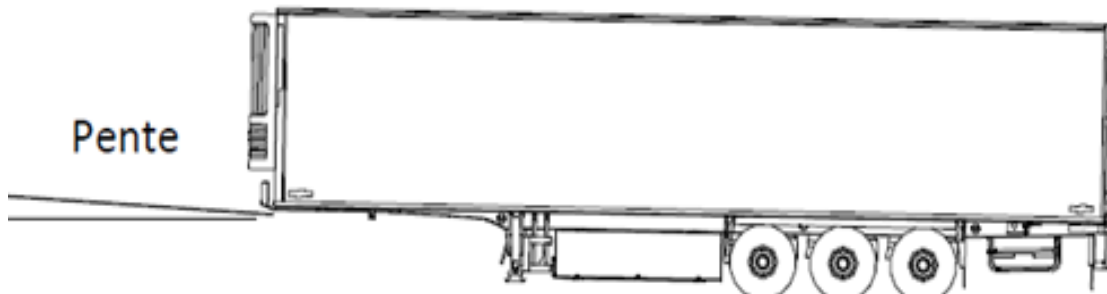


Fig. II.11. : Dispositif d'attelage

II.5. Dételage

L'opération de dételage doit être réalisée sur une aire plane et horizontale. Pour les véhicules équipés d'un essieu arrière directeur, l'opération de dételage doit être réalisée en ligne droite. [1]

III. Gamme de fabrication du châssis de semi-remorque

III.1. débitage

Dans cet atelier on fait les différentes opérations de préparations des pièces de composantes nécessaires pour la fabrication des semi-remorques. Par des opérations de cisailages, découpage, sciage et tronçonnage, et d'autres pièces qui seront obtenues par l'estampage.

III.1.1. Découpage

Conformé ment au dessin de conception, l'utilisation de la machine de découpe CNC permet de découper les composants, y compris les formes de poutre, la plaque de renfort ainsi que le gadget standard.



Fig. III.1 : découpage par plasma. -ACI-

III.2. Le montage

Dans cet atelier on fait l'assemblage des différentes composantes des pièces métalliques, pour produire les différents types de semi-remorques produites par ACI, l'assemblage est fait par plusieurs stations.

III.2.1. Assemblage primaire

Cette étape est très importante, elle consiste à souder ensemble la forme coupée et les plaques montantes et descendantes. Cet assemblage se fait par soudage MIG. Les éléments formant la poutre à la fin doivent être bien brides ou fixes lors du soudage par un gabarit de la **Figure. III.2.**

Les supports intérieurs du gabarit sont distribués le long du socle pour fixer les différentes pièces en tôles découpées, pour les immobiliser afin d'effectuer l'opération de soudage. Sur le côté extérieur il y a 18 vérins disposés régulièrement le long du gabarit, Afin de faire la pression sur les tôles. Voir la **Figure. III.2.** [2]

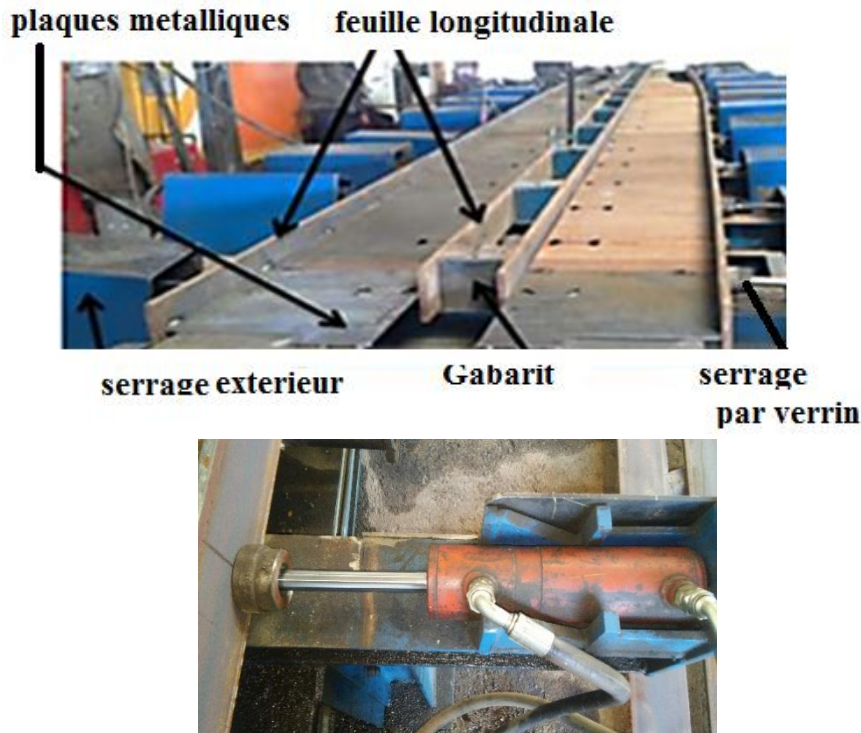


Fig. III.2. : Fixation des tôles pour soudage -ACI-

Dans la face intérieure des piliers fixes servant de gabarit, la plaque de fer est disposée de façon à éviter tout mouvement pendant le processus de compression, ensuite on pointe par soudage les parties, avant le pointage l'opérateur doit contrôler la distance par comparaison à l'aide d'un outil spécial comme représenté sur la figure **Fig. III.3.** Ci-dessous.



Fig. III.3: Pointage des plaques et feuilles métalliques pour produire les poutres. -ACI-

Pour produire la forme inclinée de la poutre, on a plié la feuille longitudinale comme montré à la figure **Fig. III.4**. Ensuite, on déplace le produit à un autre poste pour finir le soudage.



Fig. III.4: Méthode de pliage des feuilles. -ACI-



Fig. III.5: Poutres obtenus après pointage. -ACI-

III.2.2. Assemblage du châssis

Tout d'abord, on découpe les plaques de faisceau en forme de « I » hors du trou, celles-ci doivent passer à travers la poutre secondaire. On règle ensuite le parallélisme par rapport à la poutre, et on place la poutre secondaire dans des trous en forme de « I ». La collation de la profondeur du parallélisme est très importante, car si les poutres en « I » ne sont pas bien parallèles, cela causera de sérieux frottements entre les pneus et les poutres.



Fig. III.6. : Méthode de fixation des traverses sur le gabarit -ACI-

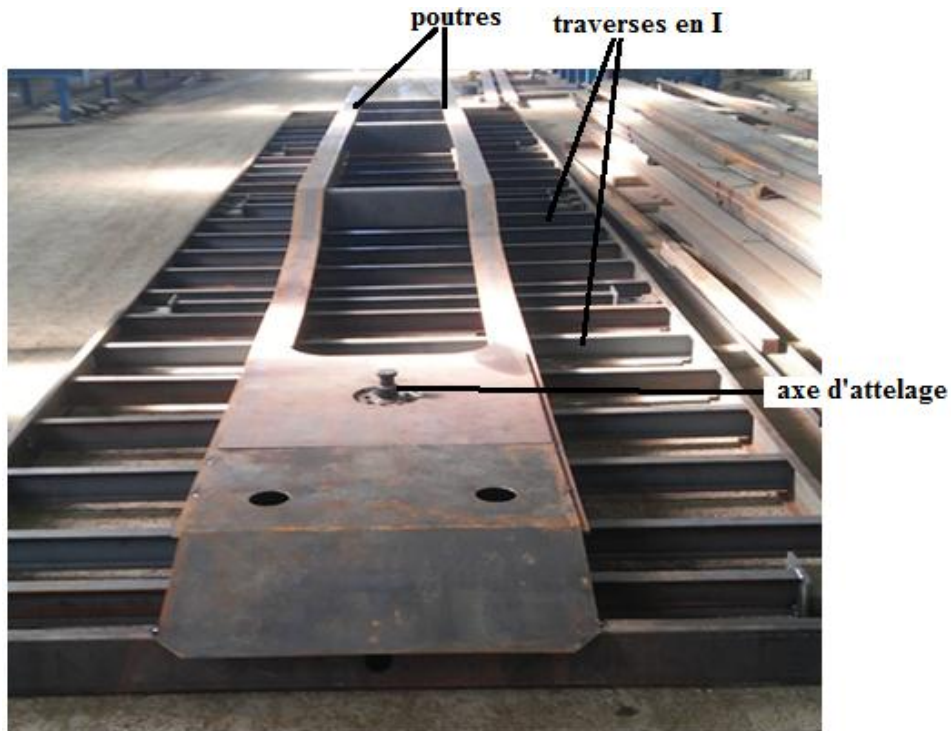


Fig. III.7. : Le produit après le l'opération d'assemblage -ACI-

III.3. retournement pour souder la partie inferieure

Pour effectuer les opérations de soudage dans la partie inférieure de châssis il faut retourner en utilisant les pinces, cette dernières il connectées par un moteur électrique, par file de fer. Le moteur élévateur peut faire retourner le châssis à l'aide des pinces et de chaine métallique. [2]

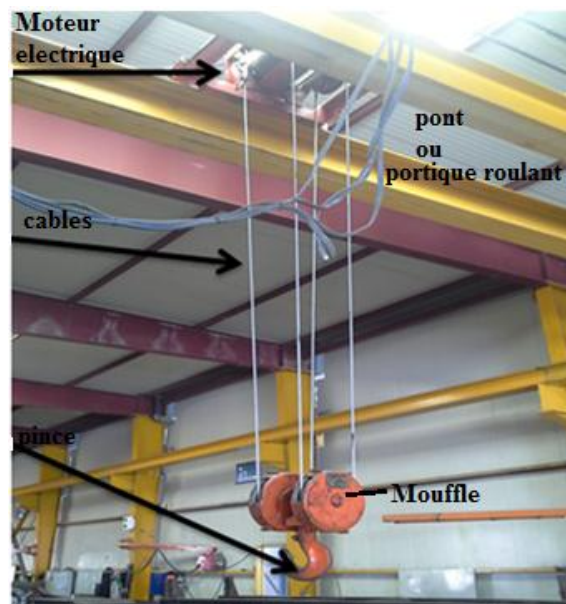


Fig. III.8. : Le dispositif de retournement actuellement utilisé par -ACI-

III.3.1. méthode de de retournement de châssis actuel

Après le soudage des pièces nécessaires, on doit retourner le châssis, afin que la surface de la remorque soit en haut, et le mécanisme qui est utilisé dans ce processus est la chaîne métallique qui habituellement est utilisée en dépannage.

On installe les extrémités de la chaîne métallique sur la côté longitudinal du châssis de façon qu'ils soient équidistants. On procédé selon les détails de la **figure III.9**, cette méthode de retournement de châssis demande des efforts et un temps importants, et le châssis en état de non équilibre. [2]

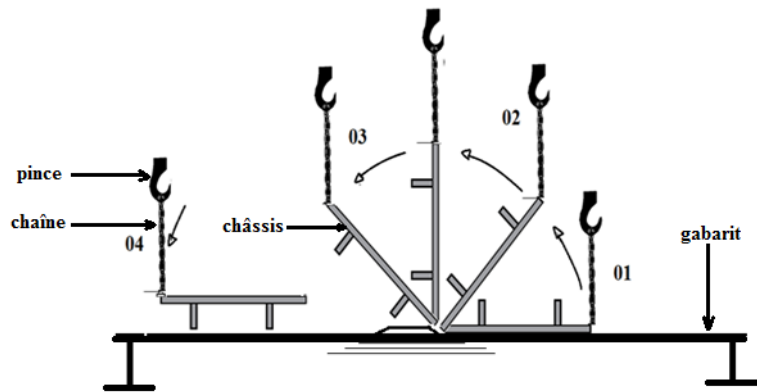


Fig. III.9. : Les étapes de retournement de châssis actuellement -ACI-

III.3.2. : Les zones de soudage au la partie inferieure

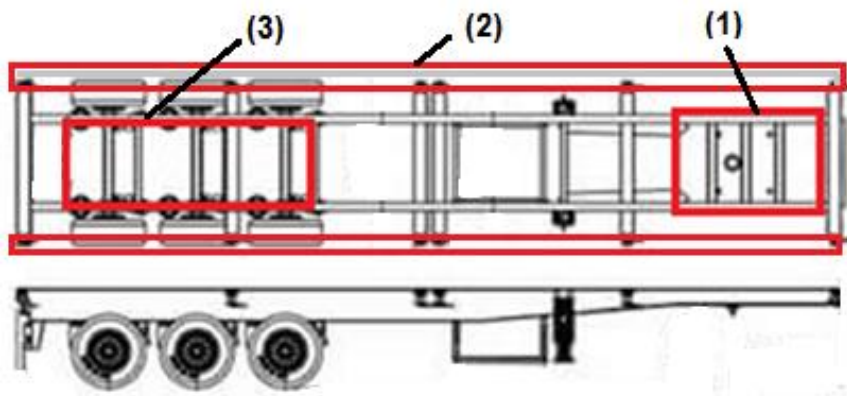


Fig. III.10. : Les zones de soudage de la partie inferieure

Zone (1) : soudage de renfort d'attelage

Zone (2) : soudage des renforts d'essieux

Zone (3) : finalisation de la soudure des traverses en « I » **Fig. III.6**

III. 4. Soudage de la literie

III. 4.1. Soudage des tubes et les supports des portes

Sur le dos du châssis, Les soudeurs doivent disposer et souder les six (06) tubes carrés de (30x30mm) le long du châssis, après cela ils procèdent au soudage des pièces de fixations des poutres des portes de la remorque.



Fig. III.11. : Soudage du tube -ACI-

III. 4.2. plate de forme

Dans cette station on procède au soudage des tôles métalliques d'épaisseur 3mm placées à côté de l'autre servant comme une plate-forme sur le dos du châssis [2]



Fig. III.12. : Soudage de la plate-forme du châssis -ACI-

III.4. soudage les dispositifs de serrage des câbles

Après leur mise en place, les dispositifs de serrage des câbles sont soudés sur le châssis.



Fig. III.13. : Dispositifs de serrage des câbles -ACI-

III.5. l'installation des portes

On installe les portes latérales et la porte arrière de la remorque, ces portes sont installées par des colonnes sur les bords de la structure de la remorque.



Fig. III.14. : L'installation des portes latérales et la porte arrière de la remorque -ACI-

III.6. peinture

III.6.1. Sablage

Le polissage terne est l'étape précédente avant la peinture. On procède au sablage à l'aide d'un laitier de soufflage de gaz à haute pression.



Fig. III.15. : Dispositif de sablage. -ACI-

III.6.2. polissage

Cette opération consiste à polir les surfaces et d'enlever les éclats de soudure des surfaces à peindre. L'outil utilisé est un support de papier abrasif vibrant.

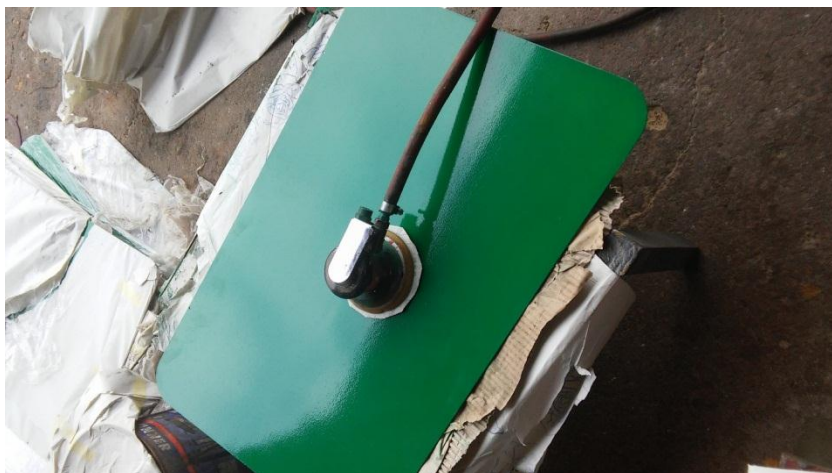


Fig. III.16. : Outil de polissage. -ACI-

III.6.3. Peinture

Généralement dans un atelier bien ventilé, La peinture par pulvérisation est pratiquée pour offrir une protection contre les agents atmosphériques et donner un bon aspect, le résultat dépend de la technologie de travail et de la qualité des peintures.



Fig. III.17. : Atelier de peinture. -ACI-

III.7. Installation des systèmes de marche

Après la peinture, l'étape suivante consiste à assembler le système de marche, y compris les essieux, les suspensions, etc., puis à les tester.



Fig. III.18. : Installation du système de marche -ACI-

III.8. Stockage

Déplacer les remorques finies à l'entrepôt ouvert ou ils seront stockés à l'attente de la livraison



Fig. III.19. : Entrepôt de stockage du produit fini. -ACI-

Situation du sujet

Au cours du processus de fabrication du châssis de la semi-remorque on fait appel à un l'assemblage par soudage de composants souvent de morceaux de profiles en U ou en I qu'en soude aux poutres. On a constaté qu'on procédait en 2 étapes ; soudage des poutres latérales dans la structure de haut et après dans celle de bas du châssis ce qui necessite un reversement de ce dernier.

Dans la situation actuelle au complexe ACI, le renversement se fait par les moyens de manutention comme quaterpillar ou grue sur roues ou palan ce qui comporte un risque pour les soudeurs de plus une perte considerable en temps.

Notre contribution dans ce sujet intervien pour proposer un dispositif qui permet d'inverser le châssis lors de soudage sans perte de temps et ne comportant pas de risque pour les operateurs et avec les materiaux disponibles pour amortir le cout.

IV. Recherche de solutions

IV.1. : Solutions proposé



Fig. IV .1 : Solutions proposé

IV.2. Élaboration de la matrice d'évaluation

Cette section comporte les critères d'évaluation ainsi que la pondération de chacun de ces critères. Le **tableau IV.1** comporte les 3 grands critères. Le choix de ces critères et leur pondération sont expliqués plus bas. [4]

No. Du critère	critère	Note Attribuée
01	Situation dans l'entreprise	50 %
02	Coût de production	25 %
03	Santé et sécurité d'utilisation	25 %
TOTALE		100 %

TABL.IV.1.: Critères d'évaluation des solutions.

En examinant le tableau IV.1, il est possible de voir que la pondération n'est pas également répartie entre les différents critères. Cela s'explique par le fait que la finalité de l'entreprise est la réaliser du dispositif., Comme nous avons expliqué dans le chapitre précédent, ils Ya 3 atelier principale au niveau de l'usine ACI, le problème rencontré c'est au niveau de l'atelier d'assemblage du châssis, cette dernier de dimension de (50m x 10m), il y a deux lignes de production dans cette atelier, donc nous allons choisir un dispositif Compatible avec la capacité de l'atelier ,C'est la raison pour laquelle le critère 1 possède 50 points sur 100, l'un des solutions proposé n'est pas respecter cette condition sera noté par la moitié de la note (25/50) [4]

Le deuxième critère de sélection, toujours dans le but de réalisation de dispositif, plus le coût et temps de production est bas. Plus le profit potentiel est attrayant pour l'entreprise. L'entreprise doit réaliser un produit fonctionnel à un cout raisonnable, Par exemple, l'un des solutions proposé causer la perte de temps, au bien le cout de fabrication plus chère, sera noté par la moitié de la note (12.5/25). [4]

Le troisième critère englobe la sécurité pour le produit et les utilisateurs de dispositif. Par exemple, Une solution présentant causer des risques d'accident au niveau de la chaine de production, soit à l'opérateur au l'endommagement du produit, serait noté par la moitié de la note (12.5/25). [4]

IV.2. Ébauche des solutions préliminaires

Cette section présente l'ébauche et la description de 3 solutions proposées dans le cadre du l'imagination. La première solution à commande hydraulique, la deuxième solution à commande électrique, la troisième solution aussi à commande électrique. Une de Ces solutions sont déjà proposées (solution 2) et non toutefois pas été validées par l'étude de praticabilité.

IV.2.1. Solution1 : Dispositif à commande hydraulique

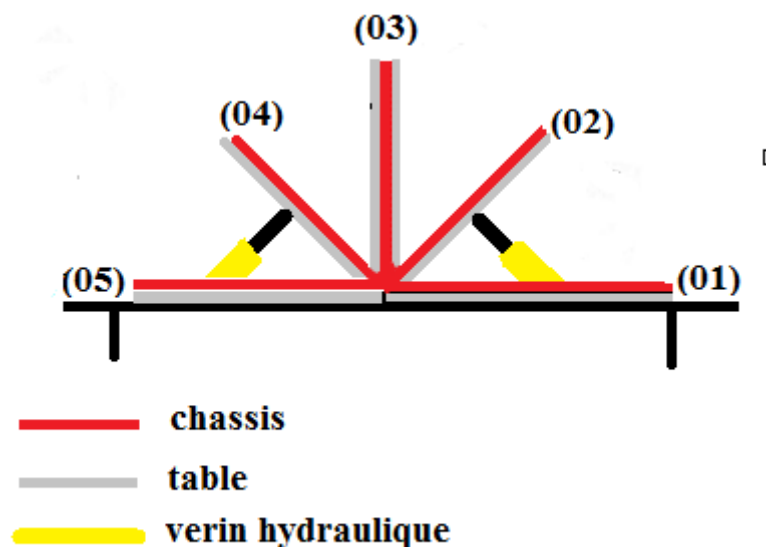


Fig. IV .2 : Solution n°01

Description

Le dispositif est commandé par la pression hydraulique avec l'opérabilité élevée. Les opérations sont simples et faciles. Les deux côtés de la machine maintiendront fermement le châssis et la renverseront ensuite à 180 °. Le dispositif se compose de deux tables de renversant avec des vérins hydraulique qui élevé les tables simultanément dans la position de 90°, Pour déplacer le châssis d'une table (1) à l'autre(2).

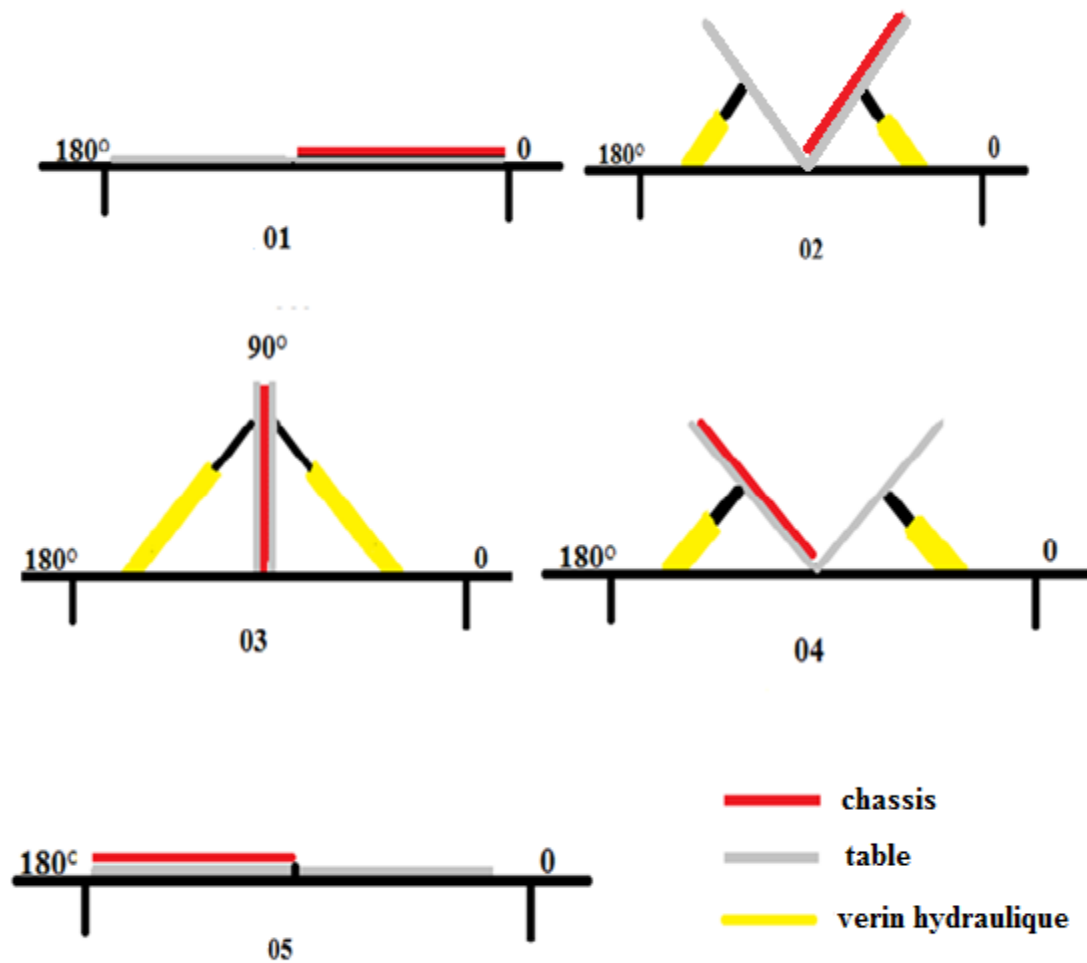


Fig. IV .3 : les étapes de retournement (solution 01)

Paramètres techniques

Longueur	13000mm
Largeurs	2500mm
Système de commande	Commande hydraulique par vérine d'huile
Degré de rotation	180°

IV.2.2. Solution 02 : Dispositif à commande électrique



Fig. IV .4 : Solution n°02

Description

Cette solution est déjà proposée et n'a toutefois pas été validée par l'étude de praticabilité, le châssis est positionné sur des chariots pour être attaché par deux structures rectangulaires, après la fixation, une chaîne métallique élève le châssis vers le haut pour éliminer les chariots, et un mécanisme de moteur et boîte de vitesse qui fait tourner le châssis.

Paramètres techniques

Longueur	13000mm
Largeurs	2800mm
Hauteur	2000mm
Système de commande	Commande électrique par moteur électrique et boîte de vitesse (élevateur)
Capacité de levage (de chaîne métallique)	12 tonne
Degré de rotation	360°

IV.2.3. Solution 03: Dispositif à commande électrique

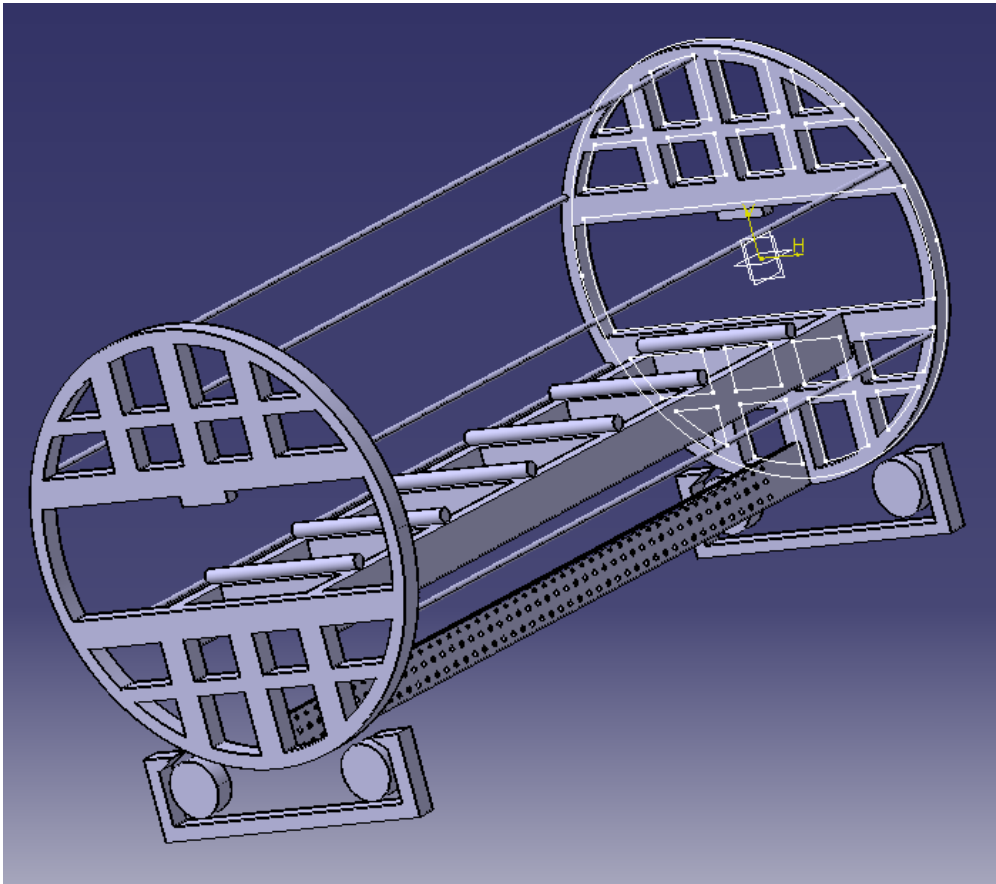


Fig. IV.5. : Solution n°03

Description :

Cette dispositif à commande électrique, le châssis est fixé sur la table, le point de départ de mouvement est à partir a un rouleau de tournage, Le dispositif ce tourne à 180°, la position optimale pour l'opération de soudage c'est à 90°

Paramètres techniques

Langueur	600mm
Largeurs	3000mm
Système de commande	Commande électrique par rouleau de tournage
Degré de rotation	360°
Charge max	6 tonne

IV.3. Barème de décision et choix de la solution finale

Cette section comporte l'évaluation de chaque critère d'évaluation des solutions.

IV.3.1. Situation dans l'entreprise

Comme nous avons expliqué dans le chapitre précédent, il y a 3 ateliers principale au niveau de l'usine ACI, le problème rencontré au niveau de l'atelier d'assemblage du châssis, cette dernier de dimension de (50m x 10m), il y a deux lignes de production dans cette atelier, donc nous allons choisir un dispositif Compatible avec la capacité de l'atelier le retournement ce fait a la poste 04

La première solution proposé ce compose de deux table, chaque 'un de dimension (13m x 2.5m), pour inverser le châssis elle est besoin d'un espace de (13m x 6m) ce dernier est très grand donc la note est 25 par 50 %

La deuxième solution sera tourner le châssis au même place elle est besoin d'un espace de (3m x 13m) mais le châssis est besoin d'un clarque ou une chaine métallique pour positionner dans le dispositif, donc sera noté par 30 sur 60 %

La troisième solution sera tourner le châssis au même place elle est besoins d'un espace de (6m x 3m), le châssis est passe directement par des rouleaux, c'est-à-dire le châssis ne dévier pas à la chaine de production et le retournement ce fait a un petit espace donc sera noté par 60 sur 60%

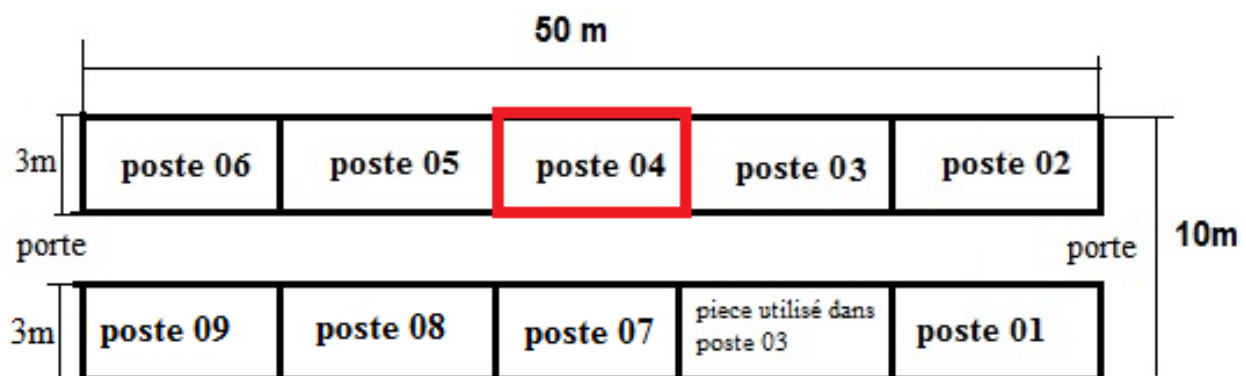


Fig. IV.6. : Atelier d'assemblage du châssis –ACI-

IV.3.2. Estimation des coûts

Pour l'ensemble des solutions, le groupe moteur/ pompe hydraulique/ rouleau de tournage sera considéré identique. Par conséquent, toutes les solutions se méritent la même note puisqu'elles utilisent presque la même quantité de matériau. Donc La différence de coûts provient essentiellement de temps prévu de production

La première solution ne prend pas du temps pour le retournement donc sera prendre la note globale 25 par 25

Dans la deuxième solution, le châssis est placé sur des chariots pour l'attacher à la structure par un clarque ou une chaine métallique, ensuite il y a un chaine métallique pour l'élévation des deux structures pour éliminer les chariots et laisser la place pour l'opération du retournement, ce dernier demande beaucoup de temps au cours de l'opération de retournement donc sera noté par 12.5 par 25

La troisième solution ne prend pas du temps pour le retournement donc sera prendre la note globale 25

IV.3.3. Santé et sécurité

La sécurité est très important pour le choix de dispositif qui assuré la sécurité de produit et l'utilisateur de dispositif au cours de retournement.

Une solution présentant des risques d'accident au niveau de la chaine de production, soit à l'opérateur au l'endommagement du produit sera éliminée.

La première et troisième solution est assurée la sécurité de produit et de l'utilisateur, le châssis est positionne sur la table qui assurée la sécurité de produit lors de retournement, est l'opération ce fait plus loin à l'opérateur par une partie commande donc la note est 25 sur 25%

Dans la deuxième solution, le châssis est placé sur des chariots pour l'attacher à la structure, comme nous présenté il y a un chaine métallique élever les deux structure pour éliminer les chariots dans ce cas il y a la possibilité de mal fixation qui est résultat la chaud de châssis sur les opérateurs cela entraîne la mort des travailleurs, d'autre part il Ya aussi la possibilité de fléchissement du châssis lors le retournement cela entraîne l'endommagement du produit, donc la note est 0 sur 25 %.

IV.4. Solution retenue pour la conception

Solution / critère	Situation dans l'entreprise / 50	Coût de fabrication /25	sante et sécurité d'utilisation/25	Total /100
Solution 01	25	25	10	60
Solution 02	25	12.5	0	37.5
Solution 03	50	25	25	100

TABL.IV.2. : Barème de décision

Suite à l'évaluation de chaque solution à l'aide de la matrice, **TABL.IV.1.**, la solution ayant le pointage le plus élevé est la solution 03. Cette solution est mieux adaptée aux intempéries et semble plus appréciable, d'un point de vue purement esthétique.

IV.4.1. Étude théorique solution

Finalement, la solution 03 est la solution s'étant le mieux distinguée. C'est pourquoi ce chapitre est consacré à la conception de ce système.

IV.4.2. Description plus détaillée de la solution

Le nouveau dispositif de retournement des châssis est un dispositif mécanique à commande électrique qui fait retourner le châssis de la remorque, de manière à permettre de plus la réalisation de tous les travaux sur la remorque, afin de permettre les opérations de soudage suivi dans des positions appropriées.

Le dispositif ce tourné à 180°, la position optimale pour l'opération de soudage c'est à 90°

Le dispositif a été simulé avec l'outil de l'informatique, ou on utilise le logiciel CATIA [Computer Aided Three dimensional Interactive Application]. Le rôle du dispositif est le retournement de châssis de la remorque pendant le procédé du montage. Le nouveau dispositif est constitué de plusieurs parties. Pour mener à bien description, nous ferons les détails suivants.

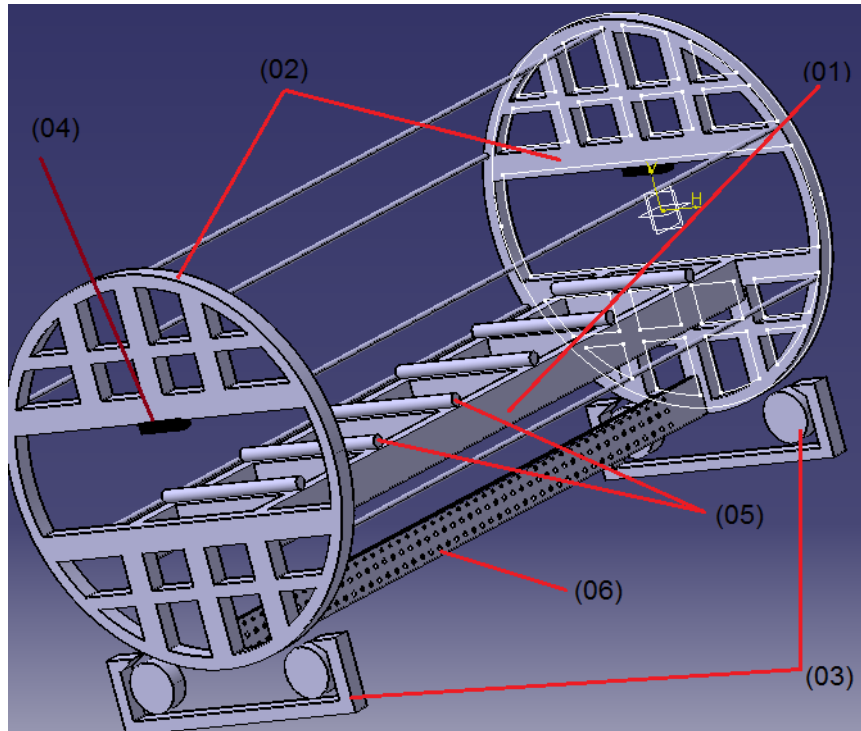


Fig. IV.7. : Les composants de dispositif

- 1- La table.
- 2 deux cercles tournant.
- 3- Partie commande (Rouleau de tournage)
- 04- système de fixation (cric pneumatique)
- 05- rouleaux (arbre + roulement à bille)
- 06- table de debout du travailleur

IV.4.2.1. La table :

Cette table se compose de deux poutres de longueur 6000 mm. la Section de cette poutre de forme rectangulaire, et leurs dimensions doit être déterminé au chapitre suivant, pour connaître la section qui supporte le poids de châssis, sur cette table on a monté des rouleaux pour faciliter le glissement de châssis lors d'utilisation.

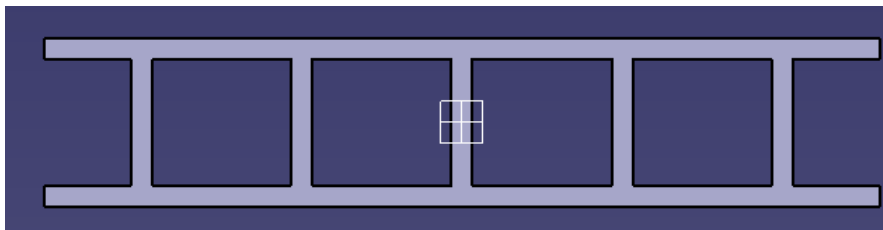


Fig. IV.8 : structure de la table

IV.4.2.2. cerceaux :

Le dispositif est composé de deux cercles de diamètre «3m», la structure et dimensionnement de ces cercles doit être déterminé au chapitre suivant

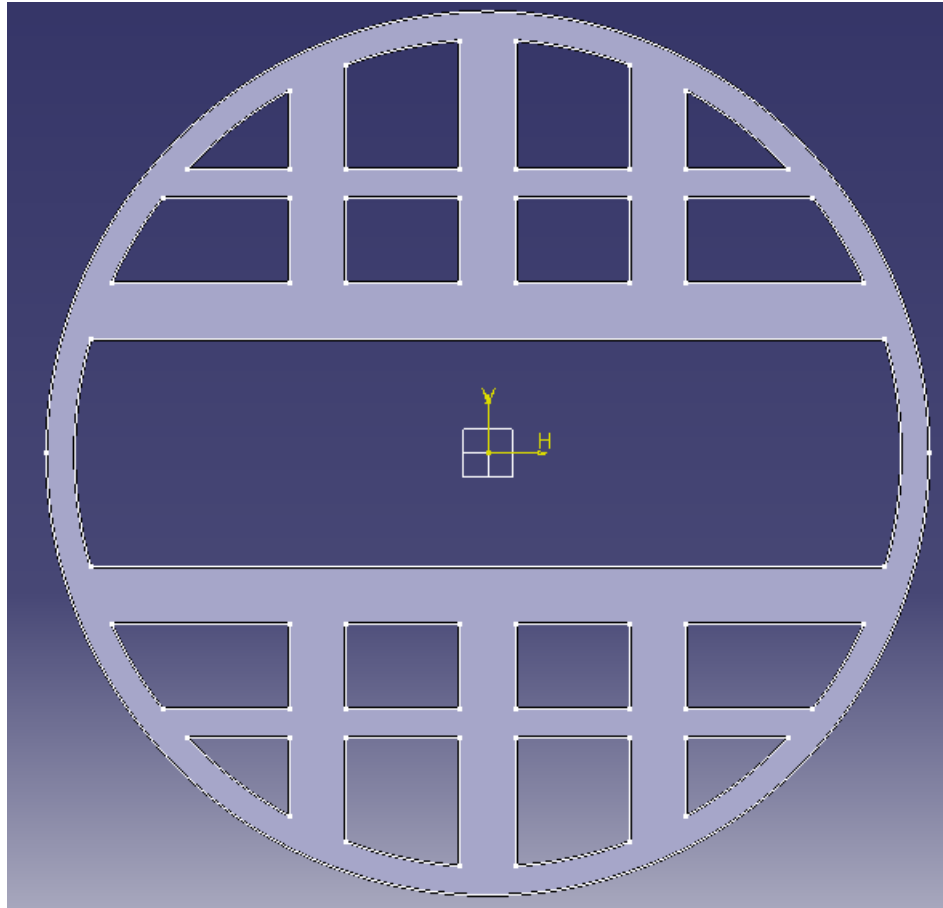


Fig. IV.9: structure de cerceaux

IV.4.2.3. Rouleau de tournage

Rouleaux de tournage conventionnels d'une capacité de 6 à 2500 t Les rouleaux de tournage conventionnels peuvent être équipés d'un système d'anti drift automatique qui stabilise longitudinalement la pièce avec une grande précision. Ce système est très utile pour les opérations liées au soudage nécessitant une rotation continue de la pièce et nécessitant une grande stabilité transversale. Il augmente considérablement la sécurité de la station de travail en fournissant la fonction d'anti-chutes; le rouleau de retournement est automatiquement arrêté si le déplacement de la pièce devient trop important.

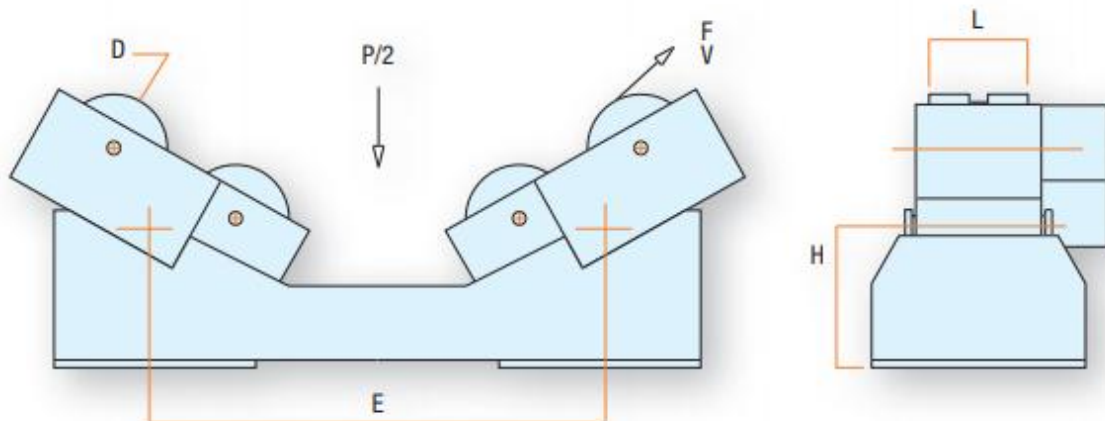
Rouleaux de tournage avec sections de montage pour faciliter le serrage des cuves:

Les sections de renvoi sont équipées de roues montées sur des vérins hydrauliques afin de positionner les cuves face à face.

Rouleaux de tournage avec bogies ou auto-aligneurs pour le soudage de récipients de faible épaisseur; capacité de 6 à 160 t.



Fig. IV.10 : Rouleau de tournage



VE	P t	D mm	L mm	F daN	V m*min ⁻¹	E mm	H mm
VEF-6M	6	300	100	600	2,2	1 150	350
VEF-10M	10	300	100	1000	2,2	1 150	350
VEF-10B	10	300	240	1000	2,2	1 150	350
VEF-16M	16	300	100	1400	2,2	1 250	400
VEF-16B	16	300	240	1400	2,2	1 250	400
VEF-25M	25	300	100	2100	2,2	1 350	400
VEF-25B	25	300	270	2100	2,2	1 350	400
VEF-40B	40	300	270	2800	2,2	1 500	425
VEF-63M	63	400	150	4000	2,0	1 700	500
VEF-63B	63	400	370	4000	2,0	1 700	500
VEF-100B	100	400	380	5000	2,0	1 850	500
VEF-160	160	450	300	7500	1,8	2 050	600

TABL.IV.3. : choix de Rouleau de tournage selon le poids de dispositif

IV.4.3. Système de maintien

Cric pneumatique

 **Battle-axe**



CE

Fig. IV.11 : Cric pneumatique –BATTLE AXE-

Description :

ascenseur Poids	2500kgs
ascenseur Max Hauteur	435mm
ascenseur Min Hauteur	135mm
fonctionner	par Chiffres
Air Pression/compresseur D'air	5-10 kg/cm2
Inlet Taille	G1/4
ascenseur Temps	25 s
La Température de travail	-30-70 degrés

IV.5. Calcul de résistance du dispositif:

On effectue les calculs de résistances des composants du dispositif conçu afin de vérifier s'il peut résister aux efforts et aussi pour s'assurer de la stabilité pendant le retournement des châssis

IV.5.1. Calcul des sections des poutres longitudinales de la table supportant le châssis :

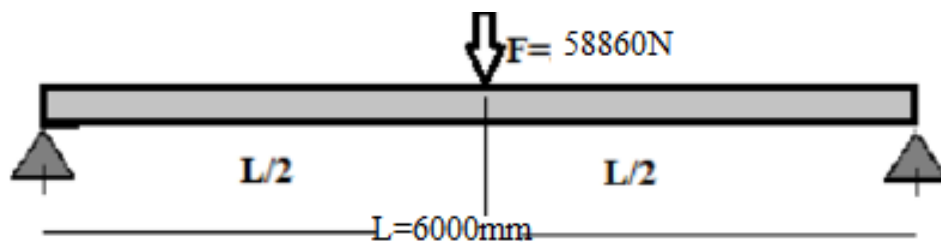
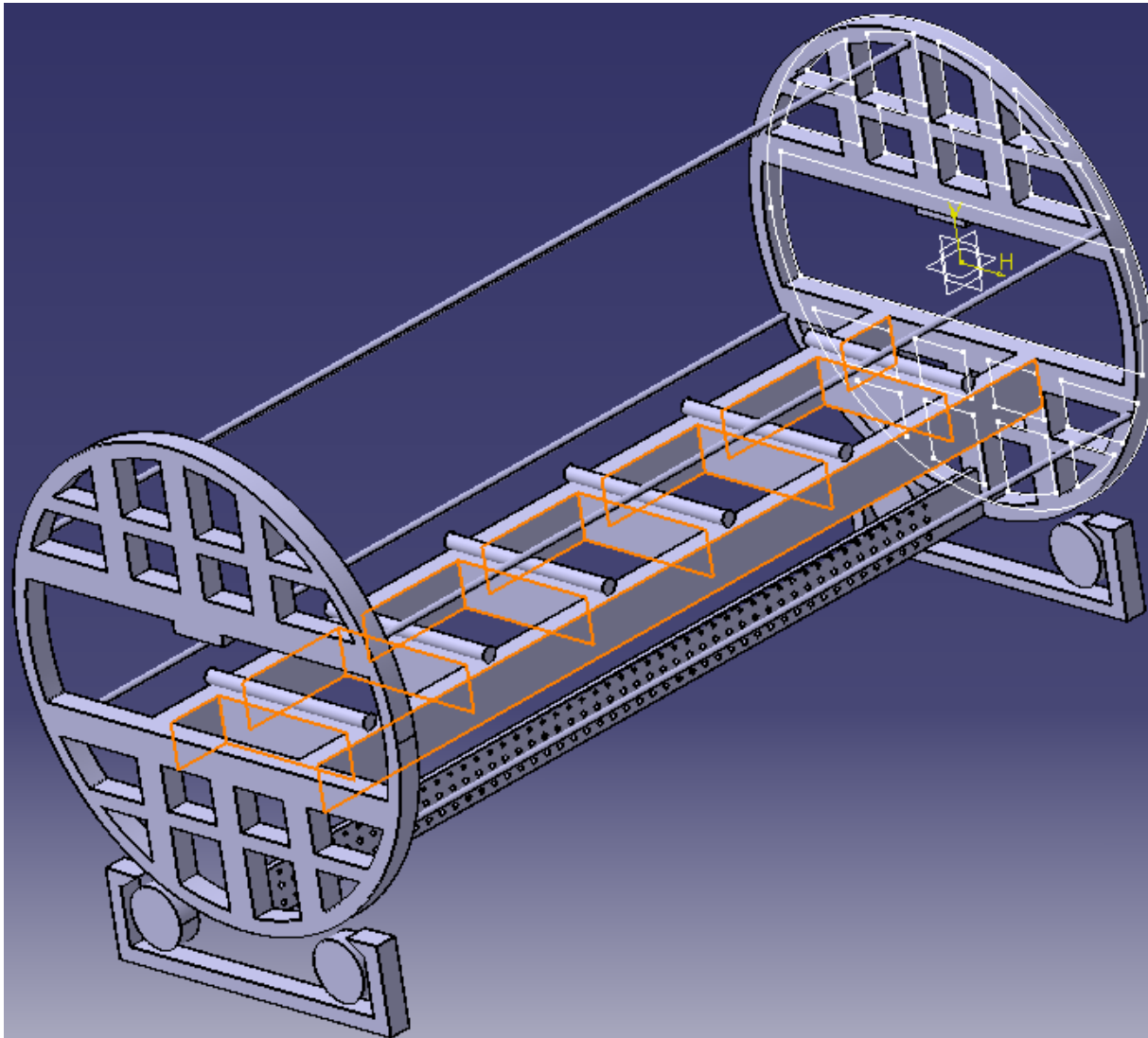


Fig. IV .12 : calcul de la section de poutre portante du châssis (en orange)

Données:

Le poids total supporté des éléments du châssis $P = 58860 \text{ N}$

La longueur de la poutre composant la table $L = 6000 \text{ mm}$

Pour le matériau de la poutre de la table supportant le châssis On choisit l'acier de construction mécanique **S235(E24)** ce choix est justifié par la bonne résistance mécanique. Les propriétés mécaniques sont de cet acier sont comme suit :

$E=200\ 000\ \text{MPa}$, $R_e = 235\ \text{MPa}$; $R_r = 340\ \text{MPa}$. [3]

Ou ;

E: module d'élasticité (module de Young)

Re : résistance élastique

Rr : résistance à la traction (MPa).

D'après l'analyse des sollicitations, la poutre portante est essentiellement sollicitée en flexion. Donc on procède au calcul de résistance à la flexion

La condition de résistance est : $\sigma_{\text{réelle}} \leq \sigma_{\text{admissible}}$ **Eq. 1. [5]**

$$\sigma_{\text{réelle}} = \frac{M_f}{I_G} \cdot v \quad \text{Eq.2 [5]}$$

$$\sigma_{\text{admissible}} = R_{pe} = \frac{R_e}{k} \quad \text{Eq. 3 [5]}$$

$$M_{fz} = \frac{PL}{4} \quad \text{Eq.4 [5]}$$

$$I_{GZ} = \frac{bh^3}{12} \quad \text{Eq.5 [5]}$$

$$v = \frac{h}{2} \quad \text{Eq. 6 [5]}$$

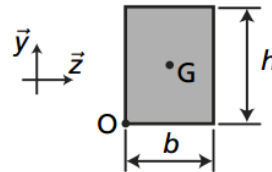
Ou ;

$\sigma_{\text{réelle}}$: contrainte réelle de flexion

$\sigma_{\text{admissible}}$: contrainte admissible de flexion

M_{fz} : moment fléchissant

v : position de la fibre la plus éloignée de la section soumise à la traction par rapport à la fibre neutre.



I_{GZ} : moment quadratique pour une section de poutre

k : facteur de sécurité, en mécanique k est choisi entre 3 à 7. Généralement on prend 3 mais dans notre cas pour augmenter 2 fois le facteur de sécurité, on choisit **k = 6**

On remplace **Eq.4**, **Eq.5** et **Eq.6** dans **Eq.2** on obtient : $\sigma_{\text{réelle}} = \frac{3PL}{2bh^2}$ **Eq.7**

De la condition de résistance, en remplaçant Eq.7 et Eq.3 dans Eq.1. On obtient :

$$\frac{3PL}{2bh^2} \leq \frac{R_e}{k}$$

D'où $bh^2 \geq \frac{3PL}{2R_{pe}}$

$$h^2 \geq \sqrt[2]{\frac{3PL}{2bR_{pe}}}$$

AN:

$b = 150 \text{ mm}$ (poutre de même largeur que celle du châssis)

Dou: $h \geq \sqrt[2]{\frac{3 \times 58860 \times 6000}{2 \times 150 \times 39.16}} \Leftrightarrow h \geq 300.30 \text{ mm}$ nous prenons **$h = 305 \text{ mm}$**

La section de poutre qui peut supporter le poids de châssis est $S = (150 \times 305) \text{ mm}$.

IV.5.1.1. Calcul de la flèche de la poutre longitudinale de la table :

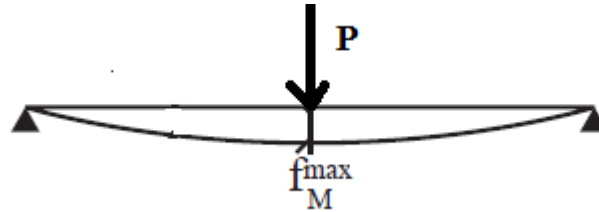


Fig. IV .13 : Calcul de la flèche de la poutre longitudinale de la table

La flèche en mm est :

$$f = \frac{P \times L^3}{48 \times E \times I_{GZ}} \quad \text{Eq.8 [5]}$$

I_{GZ} : moment quadratique de la section (Eq. 5)

AN:

$$I_{GZ} = \frac{150 \times 305^3}{12} = 3.55 \times 10^8 \text{ mm}^4.$$

$$f = \frac{P \times L^3}{48 \times E \times I} = \frac{58860 \times 6000^3}{48 \times 200000 \times 3.55 \times 10^8} = 3.73 \text{ mm}.$$

Le dispositif de renversement est fabriqué essentiellement par assemblage par soudage ce qui nous ramène au calcul de résistance des soudures dans les sections qui suivent.

IV.5.1.2. Calcul de la résistance de soudage entre la table et le cercle

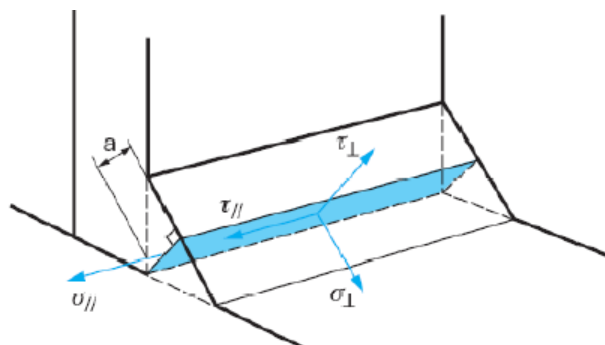


Fig. IV .14 : la contrainte applique sur le cordon de soudage

La section dangereuse est repérée en bleu

$\sigma_{\perp}$: contrainte normale perpendiculaire au plan de la gorge de la soudure,

$\tau_{\perp}$: contrainte de cisaillement dans le plan de la gorge, perpendiculaire à l'axe de la Soudure,

$\sigma_{//}$: contrainte de cisaillement dans le plan de la gorge, parallèle à l'axe de la soudure.

La formule de base proposée par l'IIS pour la contrainte effective dans la soudure est :

$$\sigma_w = \beta W \sqrt{\sigma^2_{\perp} + \gamma(\tau^2_{\perp} + \tau^2_{//})} \quad \text{Eq 9 [6]}$$

La vérification de la résistance d'un cordon de soudure en un point de la gorge où les contraintes sont calculées, consiste à satisfaire la condition suivante :

$$\sigma_w \leq \sigma_{\text{lim}} \quad \text{Eq 10[6]}$$

σ_{lim} : dans la norme française NF P 22-470, la limite de résistance est la limite d'élasticité σ_e de l'acier de base, dans l'Eurocode 3, il s'agit de la résistance ultime en traction de l'acier de base divisée par un coefficient partiel de sécurité

$$\sigma_{\text{lim}} = \frac{f_u}{\gamma_{Mw}} \quad \text{Eq 11 [6]}$$

Fu : charge de rupture du métal d'apport doit être garantie par un document normatif)

• **Coefficient γ** : Dans les normes, le facteur γ dans la formule de base prend des valeurs qui varient entre 1,8 et 3. Dans les règles CM 66 [6], on trouve la valeur de 1,8 alors que dans les recommandations de la CECM [5], il a été décidé de prendre la valeur de 3 afin de retrouver l'expression du critère de **Von Mises**. Ce dernier choix est plus pénalisant pour les contraintes de cisaillement.

La valeur de 3 a été adoptée dans la norme NF P 22-470 et dans l'Eurocode 3.

• **Coefficient β_w** : Le coefficient β_w (désigné par K dans la norme NF P 22-470) a une valeur qui dépend de la nuance de l'acier de base et varie de 0,7 à 1,0. Ce facteur tient compte du fait que la formule est censée représenter la valeur de la contrainte de calcul à la rupture dans la soudure tandis que le critère de résistance utilisé est relatif à la résistance du matériau de base. En conséquence, l'expression de base du critère de vérification de l'Eurocode 3 pour un cordon de soudure est la suivante (cf. Annexe **M** de l'Eurocode 3)

$$\sqrt{\sigma^2_{\perp} + 3(\tau^2_{\perp} + \tau^2_{//})} \leq \frac{f_u}{\gamma_{Mw} \times \beta_w} \quad \text{Eq 12}$$

La poutre en acier S235 d'épaisseur 150 mm supporte un effort de 58860 N comme indiqué sur la **Fig. IV .9** .

Il s'agit de dimensionner la gorge des cordons de soudure.

Pour l'acier choisi, nous avons : $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$, $f_u = 340 \text{ N/mm}^2$

$\beta_w = 0,8$ et $\gamma_{Mw} = 1,2$

Tableau 1 – Coefficients β_w et γ_{Mw} [5]					
Nuance	f_y (MPa)	f_y/f_u	f_u (MPa)	β_w	γ_{Mw}
S235	235	0,65	360	0,80	1,25
S275	275	0,67	410	0,85	1,30
S355	355	0,70	510	0,90	1,35

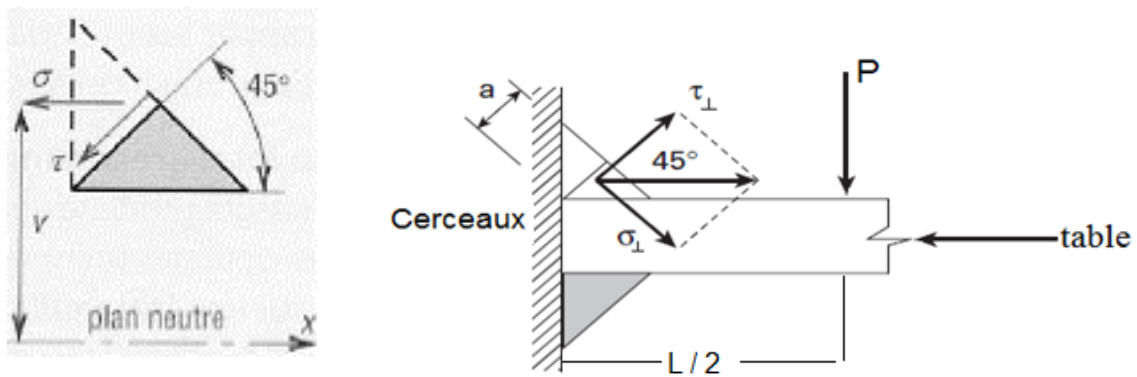


Fig. IV .12 : Représentation du cordon de soudure

Considérons la section transversale du plat au droit des cordons de soudure. Cette section est soumise à :

- un effort tranchant $T = P = 58860 \text{ N}$, composante verticale de l'effort,
- un moment fléchissant $M_F = \frac{L}{2} \cdot P = 1.76 \cdot 10^8 \text{ N.mm}$

Dans l'hypothèse d'une répartition élastique des contraintes au droit de la soudure, nous pouvons calculer :

- la contrainte normale sur la fibre extrême tendue :

$$\sigma_{\perp} = \frac{M_F}{I_{GZ}} \quad \text{Eq 13[6]}$$

AN:

$$I_{GZ} = \frac{150 \times 305^3}{12} = 3.55 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$\sigma = \frac{1.76 \cdot 10^8}{3.55 \cdot 10^8} = 75.67 \text{ N/mm}^2$$

La contrainte moyenne de cisaillement :

$$\tau = \frac{T}{A} \quad \text{Eq 14[6]}$$

AN :

$$\tau = \frac{58860}{150 \times 305} = 1.28 \text{ N/mm}^2$$

Au niveau de la fibre extrême tendue, l'effort perpendiculaire à l'axe de la soudure par unité de longueur, à reprendre par chaque cordon de soudure est :

$$\sigma \cdot \frac{b}{2} = \frac{75.60 \times 150}{2} = 5675.9 \text{ N/mm}$$

Dans le plan de la gorge du cordon de soudure nous avons :

– une contrainte normale au plan de la gorge $\sigma_{\perp}$, telle que :

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = N \frac{\sin(\alpha)}{\sqrt{2} \times a \sum l}$$

AN:

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{5675.9 \sin(45^\circ)}{\sqrt{2} \times a \times 300} = \frac{\sigma_{\perp}}{a} = 11.38 \text{ N/mm} \quad \text{Eq 15[6]}$$

– une contrainte de cisaillement perpendiculaire à l'axe du cordon $\tau_{\perp}$, telle que :

$$\tau_{//} = \frac{5675.9 \cos(45^\circ)}{a \sum l} = \frac{\tau_{//}}{a} = 9.93 \text{ N/mm} \quad \text{Eq 16[6]}$$

En appliquant le critère de résistance (Eq 12) on obtient :

$$\frac{1}{a} \sqrt{(11.38)^2 + 3(11.38^2 + 9.93^2)} \leq \frac{360}{0.8 \times 1.25}$$

Nous pouvons en déduire que : $a \geq 12.61 \text{ mm}$.

Alors nous pouvons retenir que : **$a = 13 \text{ mm}$** .

IV.5.2. Calcul des sections des poutres transversales de la table de support du châssis

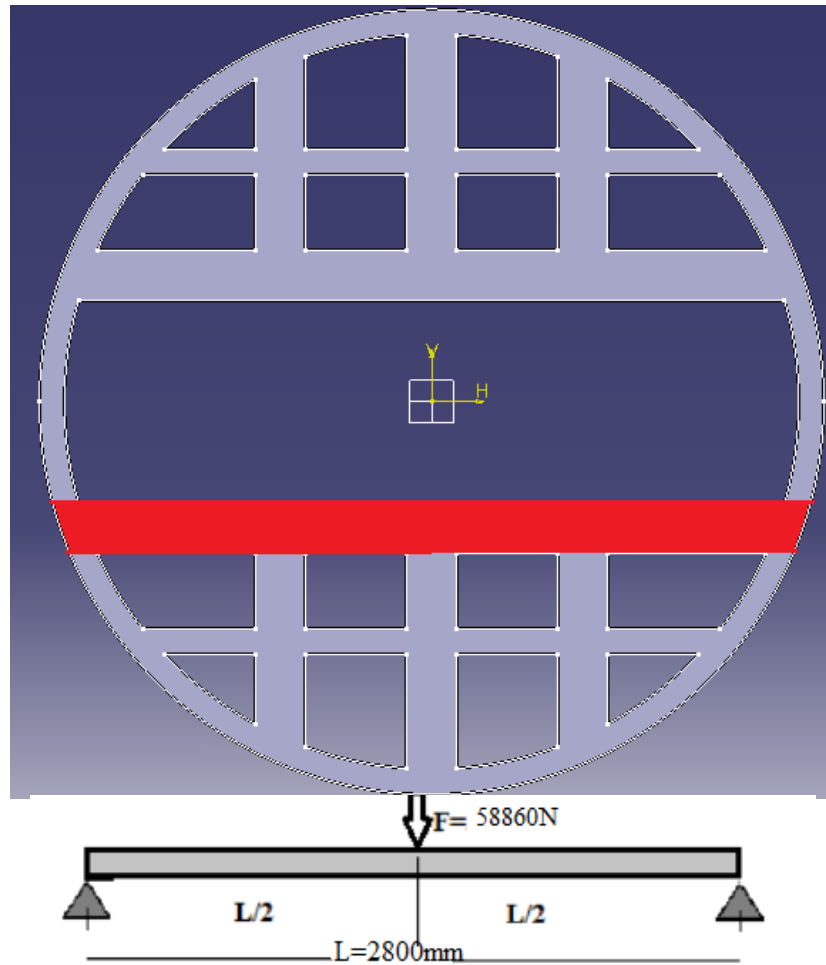


Fig. IV .15 : calcul de la section de la poutre

Données:

$P = 58860 \text{ N}$; $L = 2800 \text{ mm}$.

Le matériau est S235 (E24), $E=200\,000 \text{ MPa}$, $R_e = 235 \text{ MPa}$ et $R_r = 340 \text{ MPa}$.

En utilisant le même formalisme que précédemment et $k = 6$

Eq.4, Eq.5 et Eq.6 dans Eq.2 on obtient :

$$\sigma_{\text{réelle}} = \frac{3PL}{2bh^2}$$

De la condition de résistance, on obtient : $\frac{3PL}{2bh^2} \leq \frac{R_e}{k}$

$$bh^2 \geq \frac{3PL}{2R_{pe}}$$

$$h^2 \geq \sqrt[2]{\frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times R_{pe}}}$$

AN:

On prend $b = 100 \text{ mm}$

$$\text{Donc : } h \geq \sqrt[2]{\frac{3 \times 58860 \times 2800}{2 \times 100 \times 39.16}} \Leftrightarrow h \geq 251.25 \text{ mm} \quad \mathbf{h \approx 255 \text{ mm}}$$

La section de la poutre transversale est $S = (100 \times 255) \text{ mm}^2$

IV.5.2.2. Calcul de la flèche de la poutre transversale de la table :

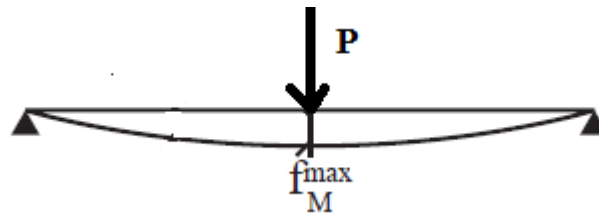


Fig. IV .16 : Calcul de la flèche de la poutre transversale de la table

Données:

$P = 58860 \text{ N}$; $h = 255 \text{ mm}$; $b = 100 \text{ mm}$; $L = 2800 \text{ mm}$.

$E = 200\,000 \text{ MPa}$ S235 (E24) $R_e = 235 \text{ MPa}$; $R_r = 340 \text{ MPa}$.

La flèche $f = \frac{P \times L^3}{48 \times E \times I_G}$.

La poutre est a section rectangulaire de $(100 \times 255) \text{ mm}^2$

$$I_{GZ} = \frac{100 \times 255^3}{12} = 1.38 \cdot 10^8 \text{ mm}^4.$$

$$\text{AN: } f = \frac{58860 \times 2800^3}{48 \times 200000 \times 1.38 \cdot 10^8} = \mathbf{0.97 \text{ mm}}.$$

Dans le cas où il n y a pas de renforcement, la flèche est $f = \mathbf{0.97 \text{ mm}}$.

IV.5.3. Calcul de la section des traverses de renforcement :

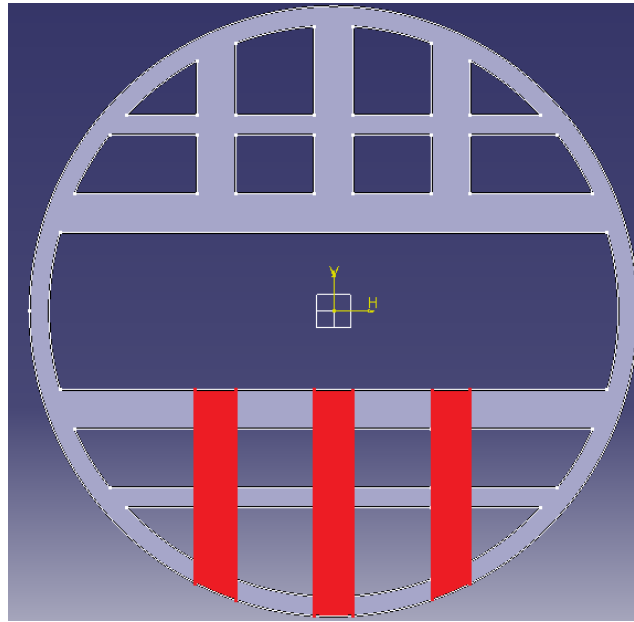


Fig. IV .17 : Les traverses qui support la charge à la compression

Données :

Le matériau de la poutre de la table supportant le châssis l'acier de construction mécanique S235(E24) $E=200\,000\text{ MPa}$, $R_e = 235\text{ MPa}$ et $R_r = 340\text{ MPa}$.

Dans ce cas les renforts sont soumis à la compression. Le calcul de résistance à la compression impose que :

$$\sigma_{\text{réelle}} \leq \sigma_{\text{adm}}$$

$$\sigma_{\text{réelle}} = \frac{N}{S}$$

$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{R_{pc}}{k}$$

Eq.17 [5]

$$N : \text{la charge de compression} = \frac{(P_{\text{chassis}} + P_{\text{poutre}})}{3}$$

$$P_{\text{chassis}} = 58860\text{ N}$$

$$\text{Le poids } P_{\text{poutres}} = [(0,1 \times 0,25 \times 2,8) \times 7860] \times 9,81 = 5273.85\text{ N}$$

$$\text{La section de la traverse } S = b \cdot h$$

$$K = \text{facteur de sécurité} = 6$$

$$\frac{N}{S} \leq R_{pc} \quad \text{D'où } S \geq \frac{N}{R_{pc}}$$

Eq.18 [5]

$$AN: \quad bh \geq \frac{\frac{N}{3}}{R_{pe}} = \frac{\frac{58860 + 5273.85}{3}}{39.16} = 545.91\text{ mm}^2$$

$$b = 20\text{ mm}$$

$$h \geq 27.29 \quad \quad \quad \mathbf{h = 30\text{ mm}}$$

La section de la poutre qui supporte le poids du châssis est $S = (30 \times 20) \text{ mm}^2$

IV.5.3.1. Calcul du flambement des traverses :

La charge maximale supportée par les traverses doit rester inférieure à la charge critique d'Euler

$$\mathbf{F \text{ réel} \leq F \text{ critique}} \quad \mathbf{Eq.19 [7]}$$

$$\mathbf{F \text{ critique} = \frac{\pi^2 E I_{GZ}}{L^2}} \quad (\text{charge critique d'Euler}) \quad \mathbf{Eq.20 [7]}$$

E : module d'élasticité (module de Young)

I_{GZ} : moment quadratique de la section

$$I_{GZ} = \frac{20 \times 30^3}{12} = 45000 \text{ mm}^4$$

L : longueur de traverse = 600mm

ΔN :

$$F_C = \frac{3.14^2 \times 200000 \times 45000}{600^2}$$

$$\mathbf{F_C = 246490 \text{ N}}$$

$$\mathbf{F \text{ réel} = 21377.95 \text{ N}}$$

$F_{\text{réel}} < F_C$: La poutre reste droite, elle travaille en compression.

IV.5.4. Calcul de résistance du cerceau supportant la table

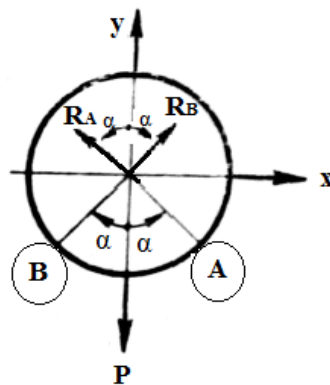


Fig. IV .18 : Calcul de résistance du cerceau

$$P = P_c + P_{ch}$$

P_c : poids de la structure (cerceaux)

P_{ch} : poids de châssis

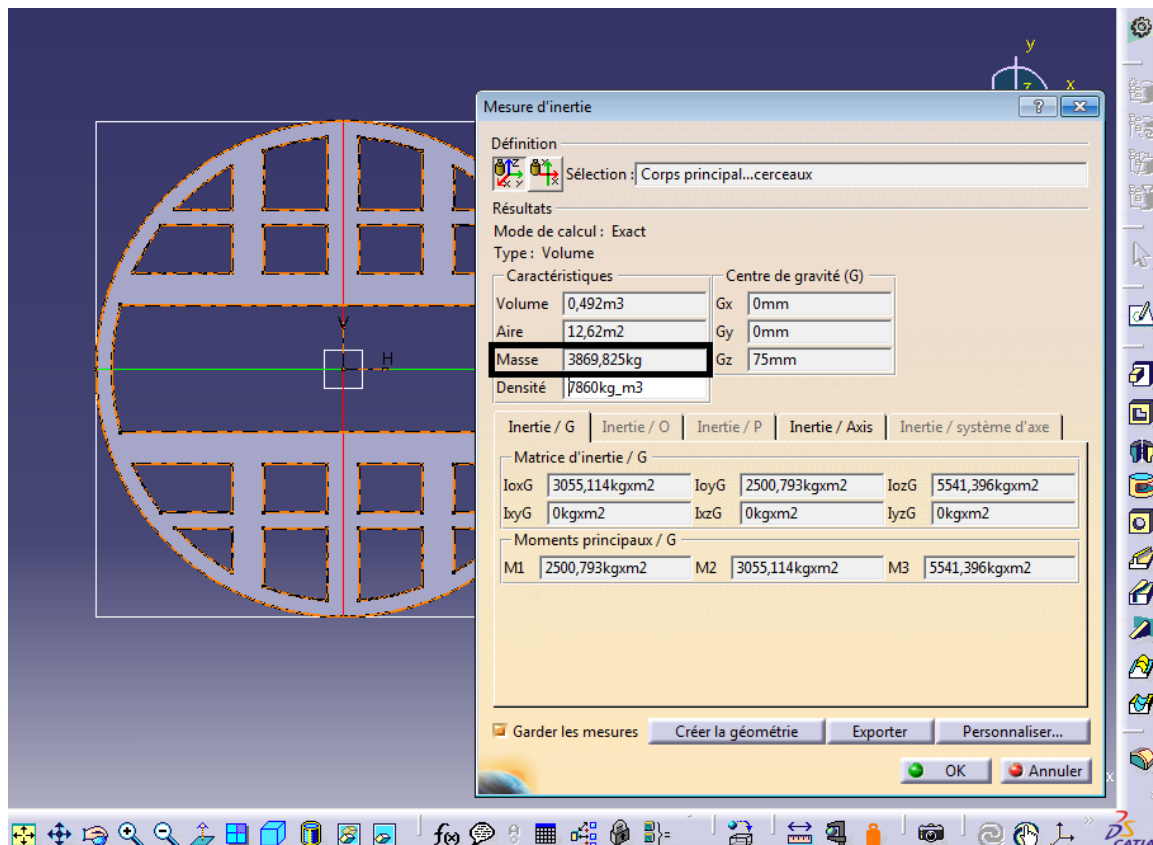


Fig. IV .19: calcul de la masse du cerceau avec l'outil mesure d'inertie CATIA V5.

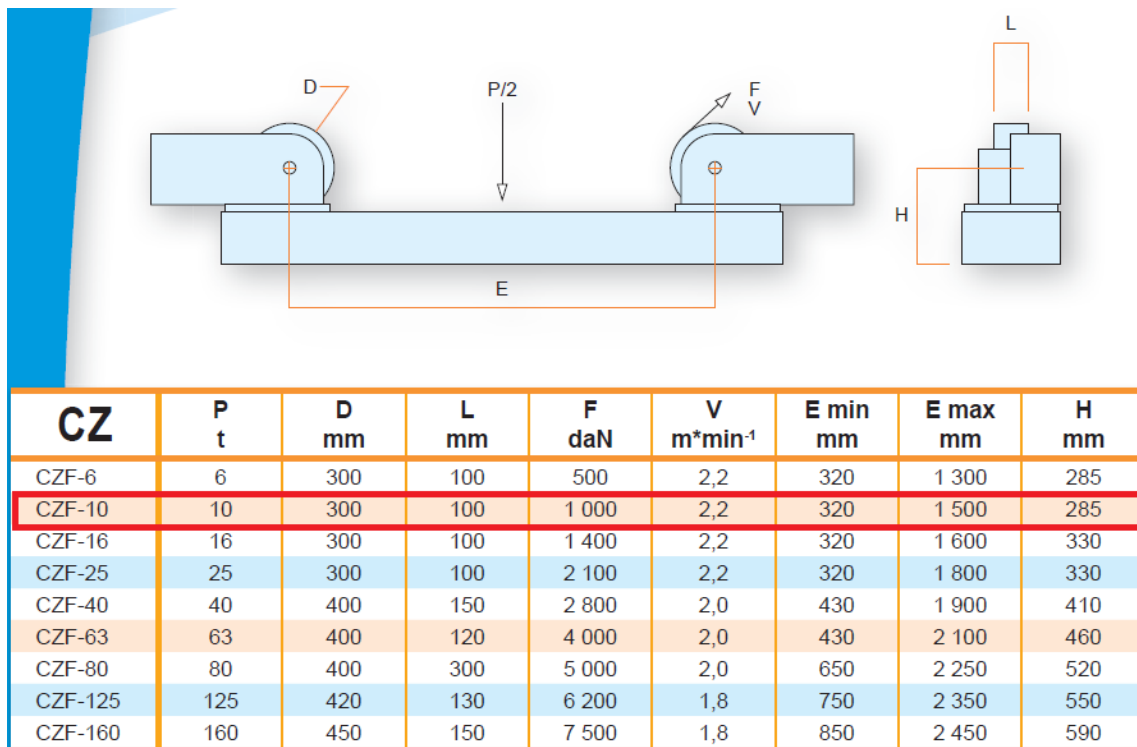


Fig. IV .20 : Choix des rouleaux tournants



AN:
$$R_A = R_B = \frac{P}{2\cos\alpha} = \frac{96922.98}{2 \times 0.89} = 53955.14 \text{ N}$$

Calcul les efforts internes :

Pour simplifier le calcul, On suppose que la poutre courbée est une poutre de section rectangulaire ouvert (rectiligne). [8]

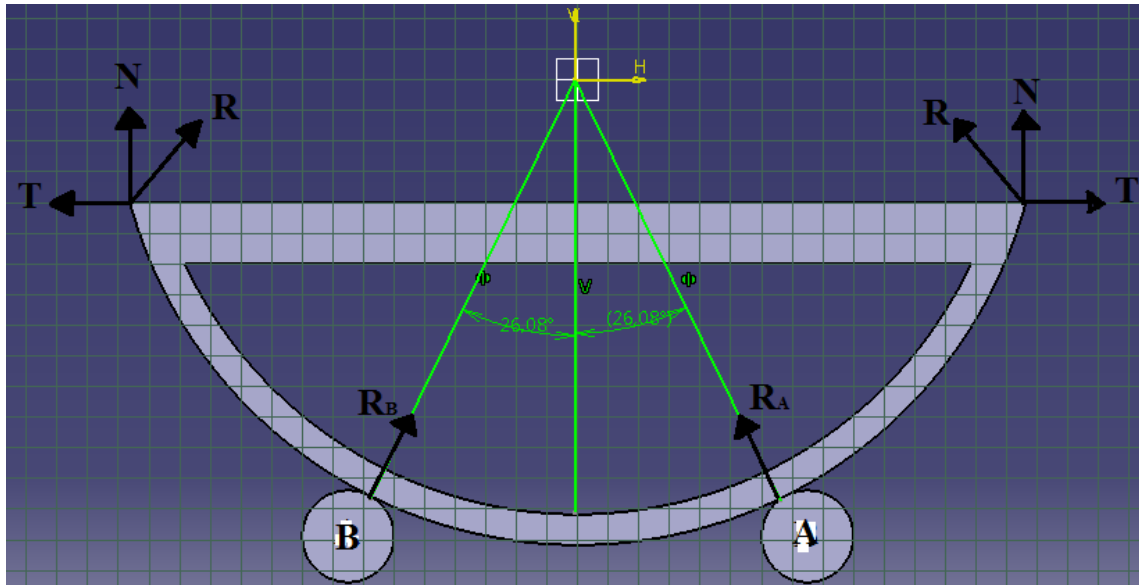


Fig. IV .22 : schémas des efforts internes appliqués sur le cerceau.

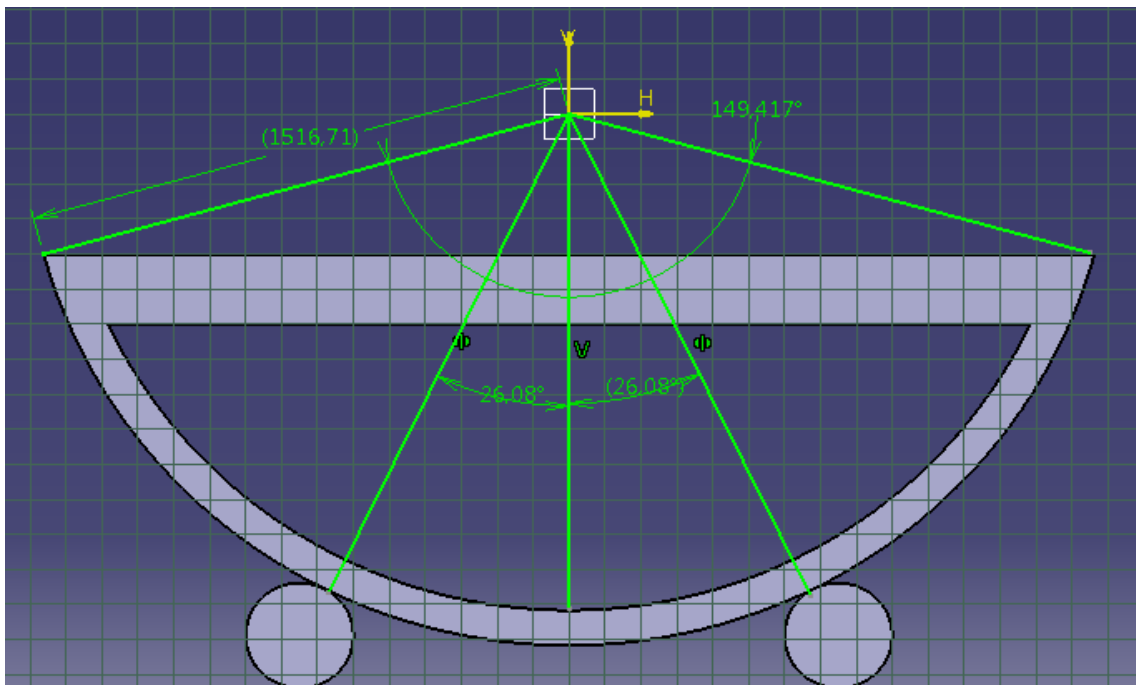


Fig. IV .23 : définition des angles aux arcs

N : effort normal.

T : effort tangentiel

R : effort radial

Longueur de l'arc = $2\pi r \left(\frac{\theta}{360}\right)$

$L' \text{ arc } 1 = 2 \times 3.14 \times 1516.71 \left(\frac{149.417}{360}\right) = 3953.29\text{mm}$

$L' \text{ arc } 2 = 2 \times 3.14 \times 1516.71 \left(\frac{52.16}{360}\right) = 1380\text{mm}$

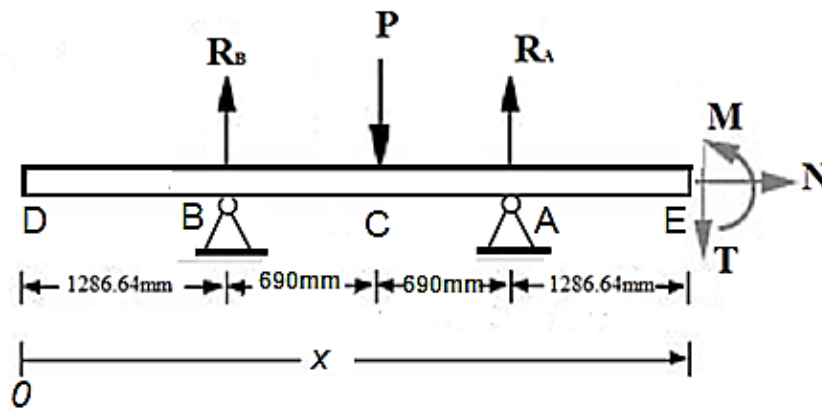


Fig. IV .24 : schémas de calcul des efforts internes.

N : Effort normal (empêchant tout mouvement horizontal)

T: Effort tranchant (empêchant tout mouvement vertical)

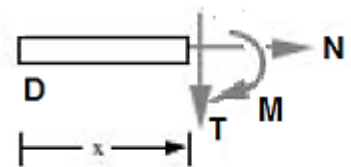
M : Moment de flexion (empêchant la rotation)

Tronçon DB : section avant B et entre DB

$$\Sigma F_x = 0, \quad N = 0$$

$$\Sigma F_y = 0, \quad T = 0$$

$$\Sigma M = 0, \quad M_f = 0$$

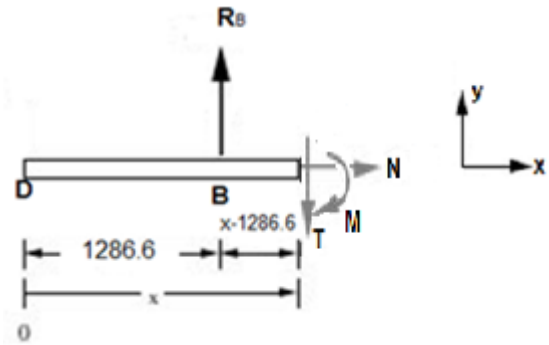


Tançant DC : section entre BC et avant C

$$\Sigma F_x = 0, \quad N = 0$$

$$\Sigma F_y = 0, \quad -T + R_B = 0$$

$$T = R_B = 53955.14 \text{ N}$$



$$\Sigma M = 0, \quad M_{f_{DC}} + R_B(x - 1286.6) = 0 \Rightarrow M_{f_{DC}} = -R_B(x - 1286.6)$$

$$\text{Si } x = 1286.6 \Rightarrow M_{f_B} = 0$$

$$\text{Si } x = 1286.6 + 690 = 1976.64 \Rightarrow M_{f_C} = -R_B(1976.6)$$

$$M_{f_C} = -1.06 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

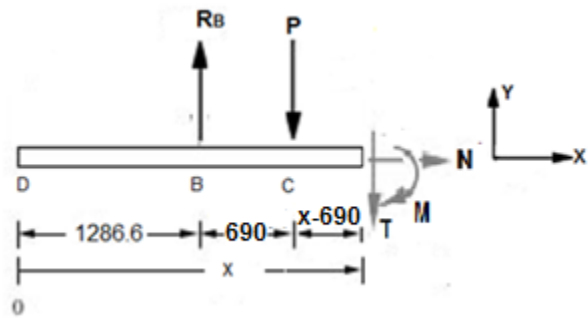
Tronçon DA : section entre C et A et avant A

$$\Sigma F_x = 0, \quad N = 0$$

$$\Sigma F_y = 0, \quad -T + R_B - P = 0$$

$$T = -P + R_B$$

$$T = -42967.84 \text{ N}$$



$$\Sigma M = 0$$

$$M_{f_{DA}} + R_B(x - 1286.6) - P(x - 1976.6) = 0 \Rightarrow M_{f_{DA}} = -R_B(x - 1286.6) + P(x - 1976.6)$$

$$\text{Si } x = 1976.6 \Rightarrow M_{f_B} = -R_B \cdot 1976.6 \Rightarrow M_{f_C} = -1.06 \cdot 10^8 \text{ N mm}$$

$$\text{Si } x = 2666.6 \Rightarrow M_{f_C} = -R_B(1380) + P(690) \Rightarrow$$

$$M_{f_A} = -7.58 \cdot 10^6 \text{ N mm}$$

Tronçon DE : section entre A et E et avant E

$$\Sigma F_x = 0,$$

$$N = 0$$

$$\Sigma F_y = 0,$$

$$-T + R_B - P = 0$$

$$T = -P + R_B + R_A$$

$$T = 10987.3 \text{ N}$$

$$\Sigma M = 0$$

$$M_{DE} + R_B(x - 1286.6) - P(x - 1976.64) + R_A(x - 2666.66) = 0$$

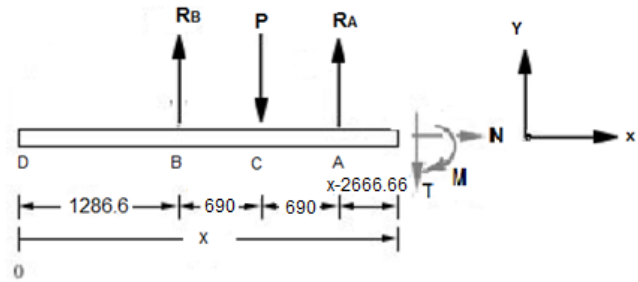
$$\Rightarrow M_{DE} = -R_B(x - 1286.6) + P(x - 1976.64) - R_A(x - 2666.66)$$

$$\text{Si } x = 2666.6 \Rightarrow M_A = -R_B \times 1380 + P \times 690 \Rightarrow$$

$$M_A = -7.58 \cdot 10^6 \text{ N mm}$$

$$\text{Si } x = 3953.29 \Rightarrow M_C = -R_B(2666.6) + P(1976.6) - R_A(1286.6) \Rightarrow$$

$$M_E = -2.17 \cdot 10^7 \text{ N mm}$$



Diagrammes des efforts internes

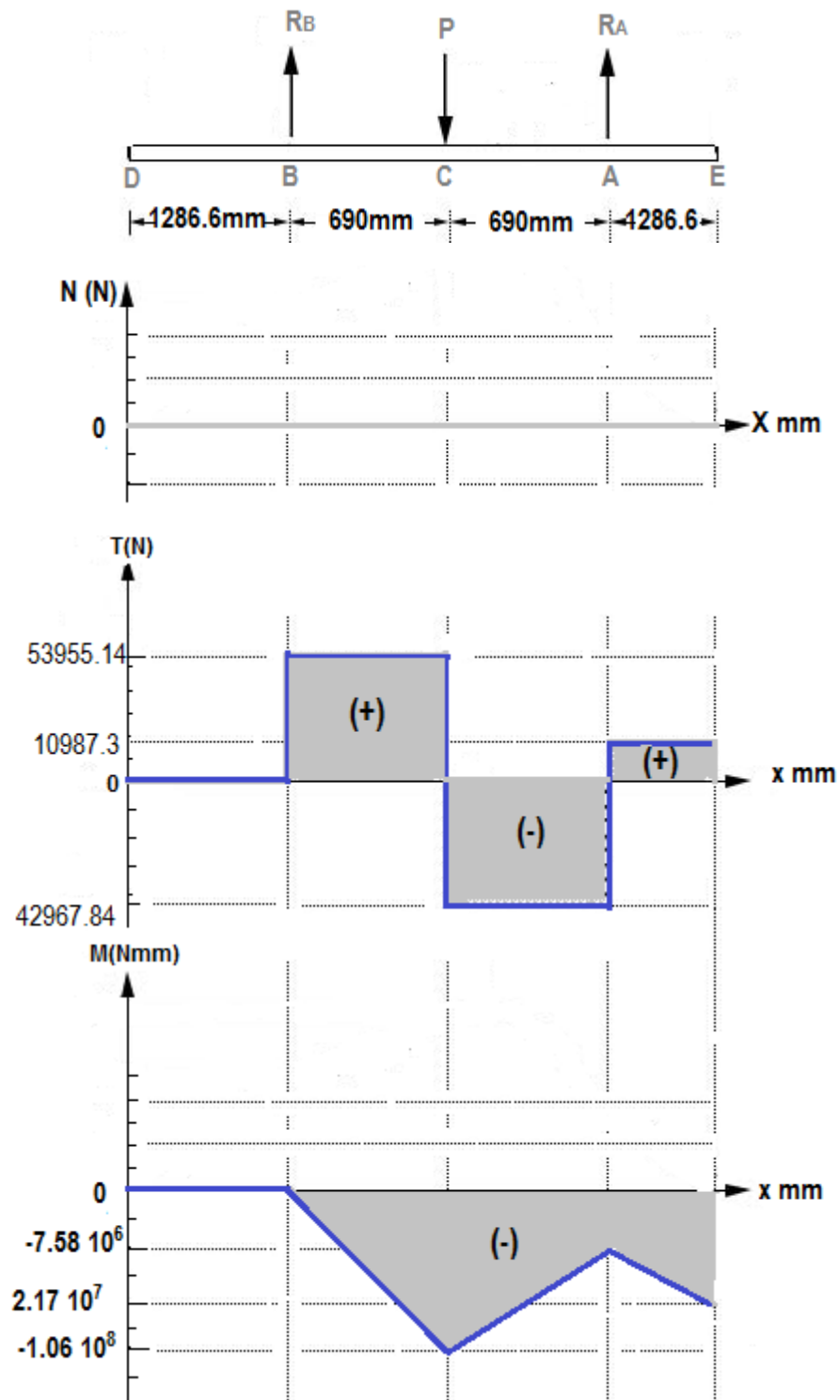


Fig.25 : les diagrammes de N et T et de M de la poutre

Les valeurs maximales de V et de M sont:

$$T_{\max} = 53955.14 \text{ N}$$

$$M_{\max} = 1.06 \cdot 10^8 \text{ Nm}$$

On considère que $T_{\text{réel}} = T_{\max}$ et $M_{\text{f réel}} = M_{\text{f max}}$

Critères de résistance :

$$\tau_{\text{réelle}} \leq \tau_p \quad \text{Eq.22 [9]}$$

$$\tau_{\text{réelle}} = \frac{T_{\max}}{S} \quad \text{Eq.15 [9]}$$

$$\tau_p = \frac{R_{eg}}{k} \quad \text{Eq.16 [9]}$$

$$R_{eg} = 0.3 R_e \quad [9]$$

Eq.15 et **Eq.16** dans **Eq.14** on obtient :

$$\frac{T_{\max}}{S} \leq \frac{R_{eg}}{k}$$

$$S \geq \frac{T_{\max}}{\tau_p} \quad \text{Eq. 23 [8]}$$

AN:

$$bh \geq \frac{53955.14}{11.75} = 4591.92$$

$$b = 50$$

$$h \geq \frac{4591.92}{50} = 91.83$$

$$h = 100 \text{ mm}$$

Calcul de résistance à la flexion

La condition de résistance est : $\sigma_{\text{réelle}} \leq \sigma_{\text{admissible}}$

$$\sigma_{\text{réelle}} = \frac{M_f}{\frac{IG_z}{v}}$$

$$\sigma_{\text{admissible}} = R_{pe} = \frac{R_e}{k}$$

On remplace **Eq.2** et **Eq.3** dans **Eq.1** on obtient :

$$\frac{M_{f \max}}{\frac{IG_z}{v}} \leq \frac{R_e}{k}$$

$$\frac{IG_z}{v} \geq \frac{M_{f \max}}{R_{pe}}$$

$$\frac{bh^2}{6} \geq \frac{M_{f \max}}{R_{pe}}$$

$$h^2 \geq \sqrt[2]{\frac{6M_{f \max}}{b \times R_{pe}}}$$

AN:

On prend $b=150\text{mm}$

$$h^2 \geq \sqrt[2]{\frac{6 \times 1.06 \times 10^8}{150 \times 39.16}} = 329.04$$

$$\mathbf{h = 330mm}$$

On choisit la section de la poutre la plus grande donc $S = (150 \times 330) \text{ mm}$

Conclusion générale

L'entreprise privée ACI a déposé auprès du département de mécanique 4 problèmes rencontrés au cours du processus de fabrication des châssis de remorques. Parmi ces problèmes le retournement des châssis lors de la finalisation des opérations de soudage des remorques.

La méthode employée actuellement est purement manuelle elle utilise un pont roulant des chaînes et des pinces qui entraîne une perte de temps et demande aux ouvriers des grands efforts pour le retournement du châssis et une vigilance extrême par souci d'accident.

Notre contribution consiste à concevoir et étudier un dispositif qui permet de retourner les châssis au cours du soudage d'une façon rapide facile et sans danger. Nous avons fait des recherches et comparé plusieurs solutions et finalement nous avons retenu une solution de dispositif à table sur rouleaux transportant le châssis supporté deux cerceaux de chaque extrémité le dispositif est à commande électrique.

Des calculs de résistance mécanique ont été faits vérifiés et discutés pour valider la solution pratique du dispositif. Des dessins de conception ont été élaborés par le biais du logiciel CATIA.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

[1] Catalogue d'A C I unité de M'sila.

[2] **BENTAHAR. F**, «Etude d'un dispositif de retournement des châssis à l'A.C.I. de M'SILA», mémoire de fin d'étude, université Mohamed Boudiaf, MSILA, 2017.

[3] **Michel Dupeux** Aide-Mémoire science des matériaux. Dunod, Paris, 2004

[4] **Salah-Eddine EL-GAYER et Samuel LACROIX**- projet d'études en ingénierie- conception d'un système amovible de remorquage camions

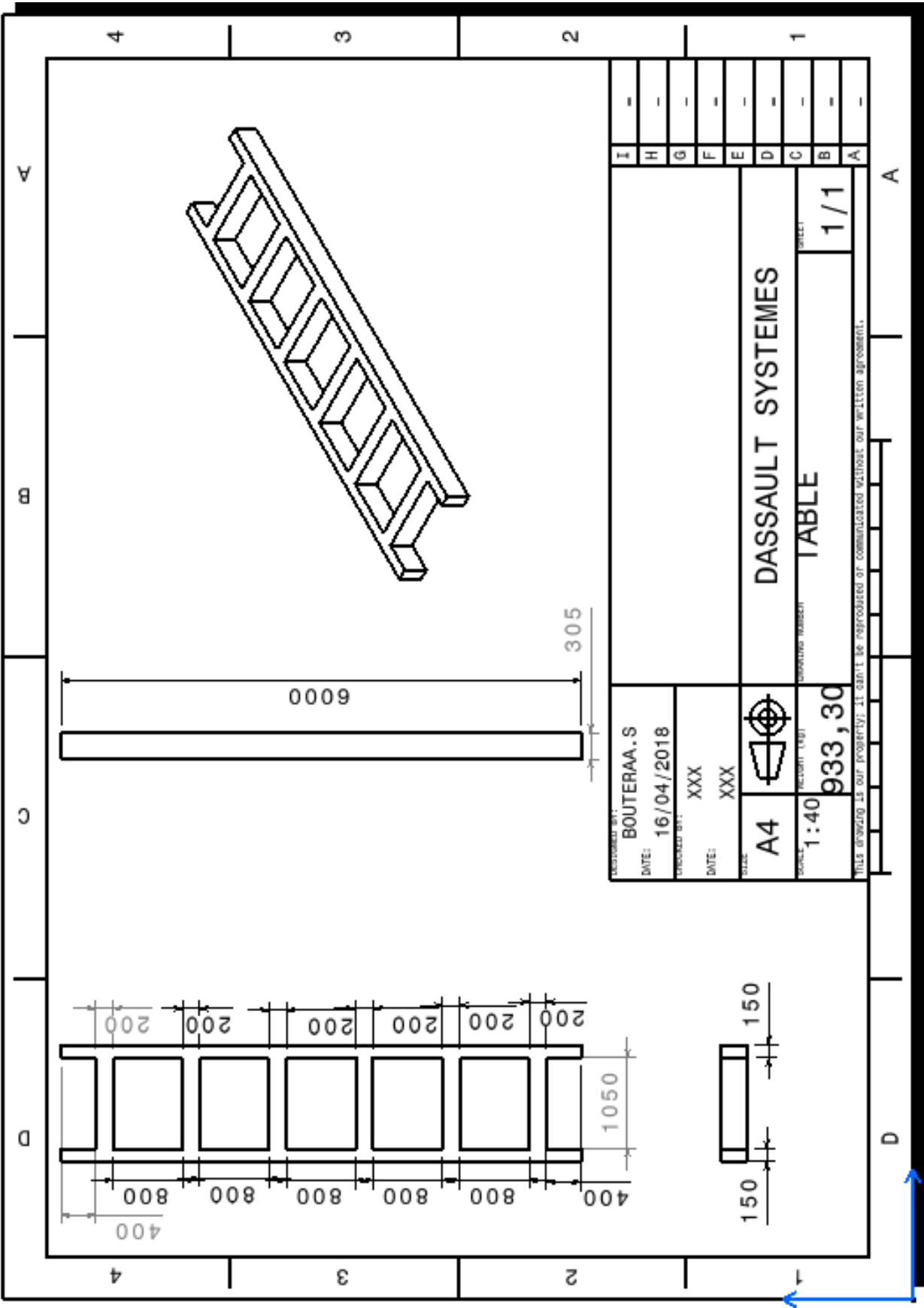
[5] Formulaire de mécanique Pièces de constructions-**Y o u d e X i o n g**-2007.

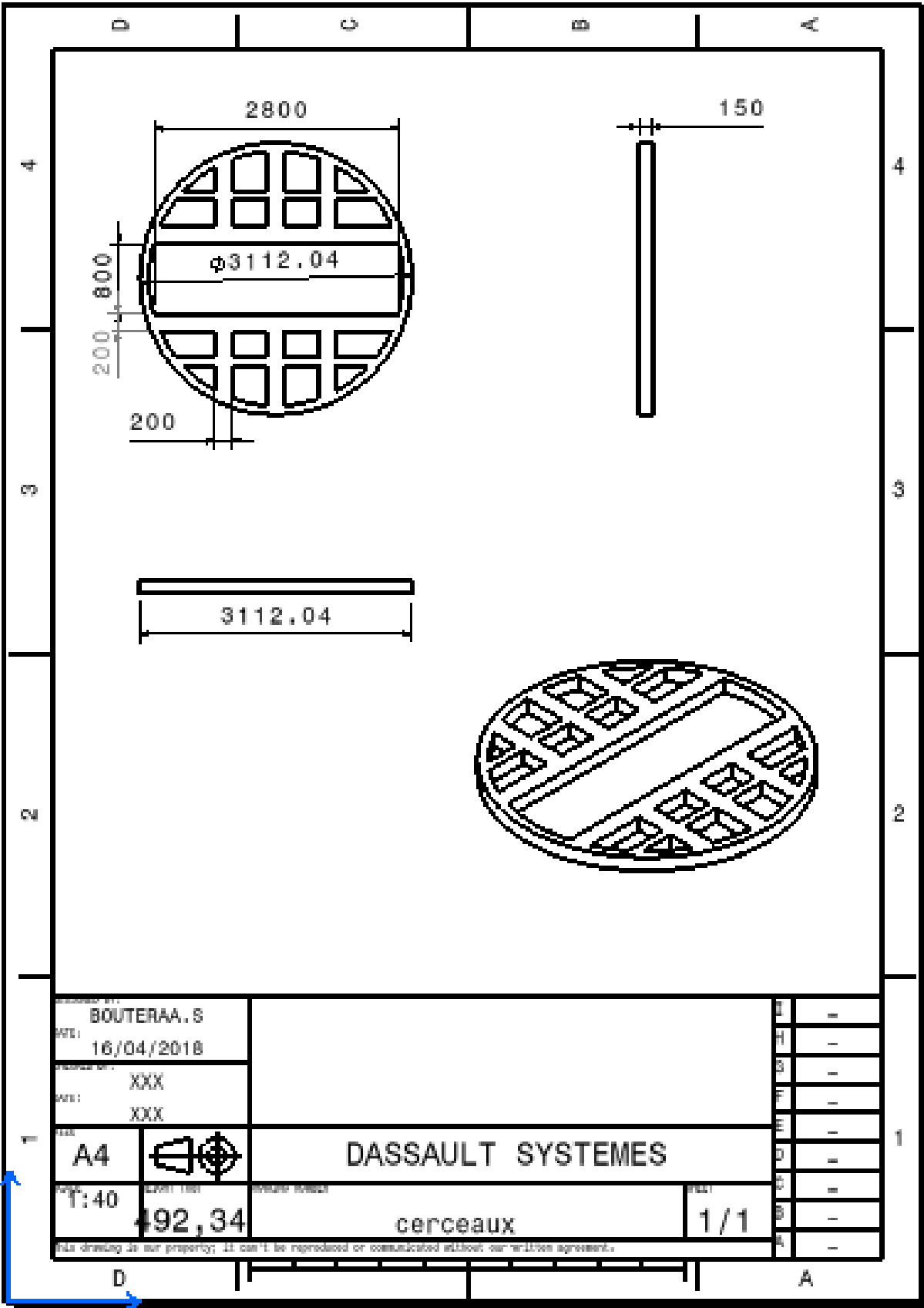
[6] **I. RYAN et A. BUREAU**, RÉSISTANCE DES ASSEMBLAGES SOUDÉS PAR CORDONS D'ANGLE, revue de construction métallique, N04 1995. France

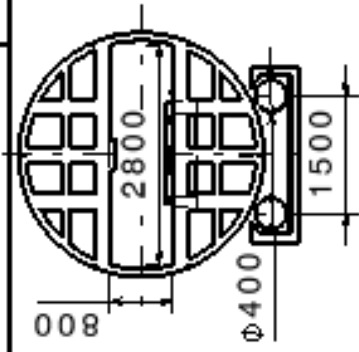
[7] **Fabrice Gatuingt-Frédéric Ragueneau** aide-mémoire-mécanique-des construction Résistance des matériaux. Arnaud Delaplace- Dunod, Paris, 2008.

[8] **G.M.L. GLADWELL**-Solid Mechanics Division, Faculty of Engineering-University of Waterloo-Waterloo, Ontario, Canada N2L 3G1

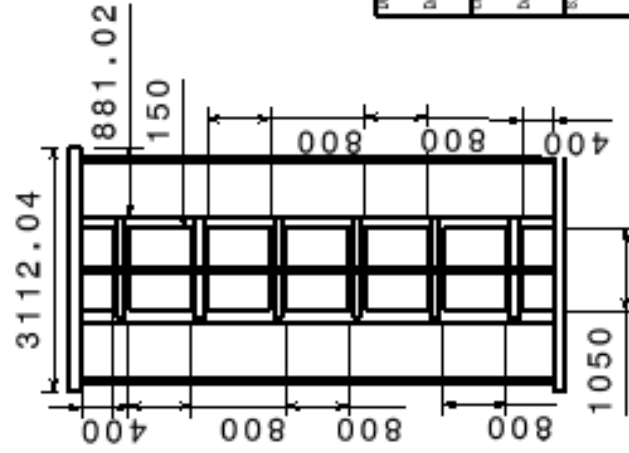
ANNEXE : Dessin de projet



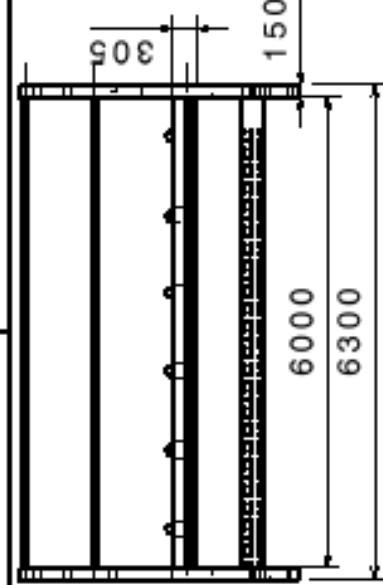




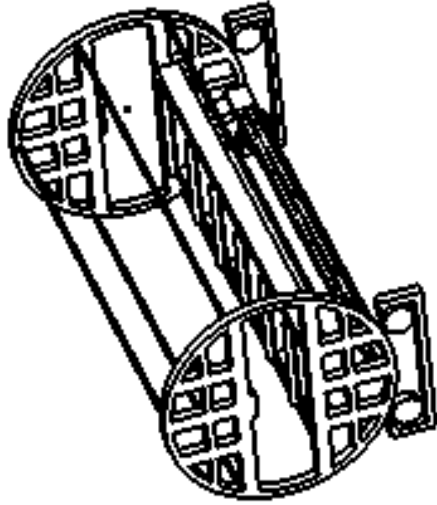
Vue de face
Echelle : 1:80



Vue de dessus
Echelle : 1:80



Vue de gauche
Echelle : 1:80



DESIGNED BY: BOUTERAA.S		cerceaux	DASSAULT SYSTEMES	SHEET 1/1	I	
DATE: 19/04/2018						A
CHECKED BY: XXX						
DATE: XXX						
SIZE: A4			DRAWING NUMBER 297,47	C		
SCALE: 1:80					B	
2						A
297,47						
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.						

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.