

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



UNIVERSITE - BLIDA 1
Faculté des Sciences Technologies
Département de Génie Mécanique



**Projet de fin de cycle de Master en
Conception mécanique**

Thème

**Conception de châssis tubulaire
D'un BUGYY**

Encadré par : Mr AZINE MOHAMED

Réalisé par :

KHALED FATMA ZOHRA

ANIBA SARAH

Année Universitaire 2018/2019

Remerciements

Tout d'abord, Nous remercions Allah, notre créateur de nous avoir donné la force pour accomplir ce travail.

Nous tenons à remercier en second lieu notre promoteur Mr AZINE MOHAMED pour sa patience, et surtout pour sa confiance, ses remarques et ses conseils, sa disponibilité et sa bienveillance et pour ses dirigés.

Nous remercions les membres de jury qui ont accepté de lire et d'évaluer ce mémoire et pour toutes leurs remarques et critiques.

Nous tenons aussi à remercier monsieur le chef du département Mr TEMMAR MUSTAPHA ainsi que tout le personnel et les enseignants du département Mécanique pour leur soutien inestimable.

On veut également remercier tous les étudiants de notre promotion et on souhaite le bon courage pour finir leurs études.

Enfin, on veut également remercier tous ces eux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

*C'est avec une grande émotion,
Je dédie ce modeste travail de fin d'étude aux
êtres les plus chères ;
La prunelle de mes yeux mes parents : Ali et Hadda.
À mes chers grands parents : Zahra et Yamna.
À mes chers frères : Med Amine et Zakaria.
À mes Sœurs : Meryem et Nesrine.
Je dédie aussi à toutes mes chères amies
d'enfance et d'étude.
À ma chère : Nora. A
Je dédie finalement à la meilleure personne
de ma vie.. Je dédie à mon binôme ma chère sœur
«Sarah» et toute sa famille surtout la maman Cherifa.
A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin
pour la réalisation de ce travail*

Fatma Zohra

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à l'homme de ma vie,
celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir,
à toi mon père MILOUD*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts,
la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur
maman que j'adore CHÉRIFA*

*A mes chères sœurs KHIRA et DAHIA
et mes chers frères*

A mes nièces :

*CERINE MALEK AMIRA MERIÈME et SARAH,
à mes neveux :*

IMAD MOUAD WASSIM MOHAMED et YOUNES

A mes belle sœurs

et à toutes mes chères amies :

*ASMA KHAOULA AMINA NOUR LINDA
CHAFIA RAOUIA RANDA DJIHENE MERIEM
NARIMENE SOUMIA IBTISSEM IMENE
OUSSAMA ET KLAWS.*

*Et un spécial dédicace à ma chère binôme
« Fatma Zohra » et à toute sa famille.*

Sarah

Sommaire

Introduction générale.....I

Chapitre I : Généralités sur les châssis des véhicules

I.1	Introduction	01
I.2	Définition.....	01
I.3	Qualités et défauts.....	01
I.4	Fonctions	02
I.5	Longerons du châssis	02
I.6	Caractéristiques de conception.....	04
I.7	Différents types de châssis.....	05
I.7.1	Châssis poutre.....	05
I.7.2	Châssis en échelle/ en H	05
I.7.3	Châssis plateforme	06
I.7.4	Châssis monocoque (1963-1980)	06
I.7.4.1	Châssis monocoque en aluminium	06
I.7.4.2	Châssis monocoque en aluminium avec une structure en nid d’abeille.....	07
I.7.5	Châssis tubulaire en acier (1950-1962).....	07
I.8	Conclusion	08

Chapitre II : Châssis tubulaire

II.1	Introduction	09
II.2	Définition du châssis tubulaire	10
II.3	Conception du châssis tubulaire.....	11
II.4	Avantages du châssis tubulaire	11
II.5	Inconvénients du châssis tubulaire.....	11
II.6	Matériaux du choix des châssis tubulaire.....	11
II.6.1	Caractéristiques de résistance des tubes.....	11
II.6.1.1	Résistance à la torsion.....	11
II.6.1.2	Résistance au flambement et à la compression.....	12
II.6.1.3	Résistance à la flexion des tubes.....	12
II.6.1.4	Résistance générale des assemblages de tube.....	12

II.7 L'intérêt des tubes pour la fabrication d'un châssis tubulaire.....	12
II .7 .1 Intérêt des tubes pour l'aérodynamisme.....	12
II.7.2 Intérêt des tubes pour la corrosion.....	13
II.7.3 Intérêt des tubes pour l'esthétique.....	13
II.8 Découpage des tubes (coupes)	13
II.8.1 Coupes planes, biaisées ou d'équerre.....	13
II.8.2 Coupes en forme.	13
II.8.3 Coupes à la scie.....	14
II.9 Ebarbage.....	15
II.9.1 Principe.....	15
II.9.2 Réalisation.....	15
II.9.3 Application de l'ébarbage.....	15
II.10 Cintrage.....	16
II.10.1 Définition.....	16
II.10.2 Les différents types de cintrage	16
II.10.2.1 Le cintrage à chaud.....	16
II.10.2.2 Le cintrage à froid.....	17
II.10.2.3 Le cintrage à froid par poussée.....	17
II.11 Le soudage	18
II.11.1 Définition.....	18
1. La soudure Autogène.....	18
2. La soudure Hétérogène.....	19
II.11.2 Principe de soudage.....	19
II.11.3 Le soudage oxyacétylénique (chalumeaux).....	19
II.11.3.1 Définition.....	19
II.11.3.2 Principe.....	20
II.11.4 Description des gaz.....	20

II.11.4.1 L'oxygène (O ₂).....	20
II.11.4.2 L'acétylène (C ₂ H ₂).....	21
II.11.5 Mise en service des chalumeaux.....	21
II.11.5.1 Réglage de la pression de service de l'acétylène.....	21
II.11.5.2 Réglage de la pression de service de l'oxygène.....	21
II.11.5.3 Réglage du chalumeau	22
II.11.6 Manodétendeurs	22
II.11.7 Quelque paramètre à éviter lors de l'opération du soudage.....	23
1. Défauts de préparation.....	23
2. Défauts de surépaisseur.....	23
3. Défaut de collage	23
II .12 Le brassage.....	23
II.12.1 Principe de brasage.....	23
II.12.2 Type de brasage...../.....	24
II.12.2.1 Brasage tendre.....	24
II.12.2.2 Brasage fort.....	24
II.12.3 Caractérisation du joint brasé.....	25
II.12.3.1 Résistance mécanique.....	25
II.12.3.2 Résistance en température.....	25
II.12.3.3 Résistance à la corrosion.....	25
II.12.3.4 Contrôles non destructifs.....	25
II.12.3.5 Contrôles destructifs.....	25
II.13 Le soudo-brassag	25
II.13.1 Définition.....	25
II.13.2 Principe du soudo-brasage.....	26
II.13.3 Conditions à remplir pour une liaison optimale en soudo-brasage.....	26
II.14 Conclusion.....	26

Chapitre III : Conception d'un châssis tubulaire

III.1	Introduction.....	27
III.2	Procédure d'une simulation SOLIDWORKS (Généralités et étapes).....	27
III.2.1	Réalisation de la pièce.....	27
III.2.2	Définition du matériau.....	27
III.2.3	Application des efforts externes.....	27
III.2.4	Création du maillage.....	28
III.2.5	Choix du matériau.....	28
III.3	Les étapes de conception.....	29
III.4	Conclusion.....	33

Chapitre IV : Simulation Statique et fréquentielle

IV.1	Introduction.....	34
IV.2	Simulation des résultats.....	34
IV.3	Principe de base de l'analyse.....	34
IV.4	Etude des résultats.....	34
IV.5	Simulation statique.....	35
IV.5.1	La réponse de la structure des charges appliquées sur les tubes.....	35
IV.5.1.1	Propriétés de l'étude.....	35
IV.5.1.2	Propriétés du matériau.....	35
IV.5.1.3	Actions extérieures.....	36
IV.5.1.4	Forces résultantes.....	37
IV.5.1.5	Résultats de l'étude.....	37
IV.5.2	La réponse de la structure des charges appliquées sur les points de jonctions....	39

IV.5.2.1 Propriétés de l'étude.....	39
IV.5.2.2 Actions extérieures.....	40
IV.5.2.3 Forces résultantes.....	41
IV.5.2.4 Résultats de l'étude.....	41
IV.5.3 Les charges sur les tubes plus une force repartie sur le soubassement 3000.....	43
IV.5.3.1 Propriétés de l'étude.....	43
IV.5.3.2 Actions extérieures.....	44
IV.5.3.3 Forces résultantes.....	45
IV.5.3.4 Résultats de l'étude.....	46
IV.5.4 Simulation statique des charges sur les points plus force 3000N.....	47
IV.5.4.1 Propriétés de l'étude.....	47
IV.5.4.2 Actions extérieures.....	48
IV.5.4.3 Forces résultantes.....	50
IV.5.4.4 Résultats de l'étude.....	50
IV.6 Simulation Fréquentielle.....	52
IV.6.1 Propriétés de l'étude.....	52
IV.6.2 Actions extérieures.....	52
IV.6.3 Résultats de l'étude.....	53
IV.7 Tableau comparatif.....	56
IV.8 Conclusion	56
Conclusion générale.....	II

Liste des Figures

Chapitre I: Généralité sur les châssis des véhicules

Figure I.1: Notons la traverse en forme de chapeau dans le fond, des profilés en forme de C, des traverses latérales au centre et un léger arc au-dessus de l'axe.....	3
Figure I.2: Châssis personnalisé hautes performances, utilisant des rails boîte et des sections de tube.....	3
Figure I.3: Châssis de camionnette Pickup, avec le moteur, le train roulant, la suspension et les roues.....	4
Figure I.4: Châssis poutre.....	5
Figure I.5: Châssis en échelle avec entretoises diagonales et trous d'allègement.....	6
Figure I.6: Châssis plateforme d'une 4L.....	6
Figure I.7: Exemple d'un châssis monocoque en aluminium.....	7
Figure I.8: Exemple de structure en nid d'abeille.....	7
Figure I.9: Exemple de châssis tubulaire en acier.....	8

Chapitre II: Châssis tubulaire

Figure II.1: Modèle BUGGY Badland ...	9
Figure II.2 : Châssis tubulaire du BUGGY.....	10
Figure II.3: Schéma explicatif de la condition de coupe en forme de tube.....	14
Figure II.4: Coupe de tube à la scié.....	15
Figure II.5: Fraise à tube.....	15
Figure II.6: Cintreuse hydraulique manuelle.....	16
Figure II.7: Cintrage de tube à froid par poussés.....	17
Figure II.8: Gabarit d'assemblage des cadres buggy.....	18
Figure II.9: Principes de soudage.....	19
FigureII.10: Tube buggy badland.....	19
Figure II.11: Installation à gaz propane et à oxygène.....	20

Figure II.12: Les bouteilles des gaz.....	21
Figure II.13: Lances de chalumeaux.....	22
Figure II.14: Manodétendeur à raccord fileté.....	22
Figure II.15: Défaut de soudage.....	23
Figure II.16: Un cadre buggy brasé.....	24
Figure II.17: Brassage à la flamme.....	24
Figure II.18: Brasage des tuyaux en cuivre.....	25
Figure II.19: Soudo- brassage de tube.....	26

Chapitre III : Conception d'un châssis tubulaire

Figure III.1: Nuage des points.....	29
Figure III.2: nuage des points de symétrie.....	29
Figure III.3: Raccordement des points.....	30
Figure III.4: Suppression des lignés.....	30
Figure III.5: Correction des points de jonctions.....	31
Figure III.6: Raccordement des lignes libres.....	31
Figure III.7: Réglage des espacements.....	31
Figure III.8: Création des groupes.....	32
Figure III.9: Vérification et correction des interférences.....	32
Figure III.10: Réordonner les points de jonctions.....	33
Figure III.11: les faux ajustements.....	33

Chapitre IV : Simulation Statique et fréquentielle

Figure IV.5.1.1: Résultats des contraintes les charges sur les tubes.....	38
Figure IV.5.1.2: Résultats de déplacement les charges sur les tubes.....	38
Figure IV.5.1.3: Résultats de déformations les charges sur les tubes.....	39
Figure IV.5.2.1: Résultats de contrainte les charges sur les jonctions.....	41

Figure IV.5.2.2: Résultats de déplacement les charges sur les jonctions.....	42
Figure IV.5.2.3: Résultats de déplacement les charges sur les jonctions type déformée.....	42
Figure IV.5.2.4: Simulation statique -coefficient de sécurité Min= 5.5	43
Figure IV.5.3.1: Figure IV.5.3.1: Résultats de contrainte les charges sur les tubes plus une force 3000 N.....	46
Figure IV.5.3.2: Résultats de déplacement les charges sur les tubes plus une force 3000N.....	47
Figure IV.5.4.1: Résultats de contrainte les charges sur les points plus une force 3000 N.....	50
Figure IV 5.4.2: Résultats de déplacement les charges sur les points plus une force 3000N...51	
Figure IV 6.1: Résultats de fréquence -amplitude1.....	53
Figure IV 6.2: Résultats de fréquence -amplitude2.....	54
Figure IV 6.3: Résultats de fréquence -amplitude3.....	54
Figure IV 6.4: Résultats de fréquence -amplitude4.....	55
Figure IV 6.5: Résultats de fréquence -amplitude5.....	55

Liste des tableaux

Chapitre III : Conception d'un châssis tubulaire

Tableau III.1 : Caractéristiques du matériau AISI 1020.....	28
--	-----------

Chapitre IV : Simulation Statique et fréquentielle

Tableau IV.5.1 : unités utilisées sur SolidWorks.....	35
--	-----------

Tableau IV.5.1.2.1 : Propriété du matériau du châssis.	36
--	-----------

Tableau IV.6.1 : Liste des modes.....	56
--	-----------

Tableau IV.6.2 : Participation massique (normalisée)	56
---	-----------

Tableau IV.7.1 : tableau comparatif avec les propriétés du matériau.....	56
---	-----------

Introduction Générale

Introduction générale

Au début de l'histoire de l'automobile, le châssis de celles-ci était constitué comme l'ensemble des voitures de l'époque, de deux poutres assemblées en H. Sur ce châssis étaient fixées les suspensions, les essieux, le moteur, la transmission, et la carrosserie. Dans les années 1930, les ingénieurs ont cherchés à reporter la rigidité apportée par le châssis sur la carrosserie. Grâce au procédés d'emboutissage, de soudure, voire de collage, on donne des formes spécifiques aux tôles qui la composent servant à donner une bonne rigidité à l'assemblage. Ces différentes techniques ont permis d'alléger énormément la totalité, puis, plus tard, d'optimiser le comportement de la structure du véhicule en cas de choc, (sécurité passive). Le châssis-coque est devenu la plate-forme la plus courante de châssis d'automobile, le châssis est intégré à la carrosserie et forme entre autre l'habitacle.

Un châssis est le principal soutien de la structure du véhicule à moteur sur lequel tous les autres composants sont attachés, il est comparable au squelette d'un organisme. Le châssis du véhicule est le principal soutien de la structure du véhicule à moteur sur lequel tous les autres composants sont attachés, il est comparable au squelette d'un organisme. Jusqu'aux années 1930, pratiquement chaque voiture avait un châssis structurel séparé de sa carrosserie. Cette conception est connue comme carrosserie-sur-châssis. Avec l'apparition des grandes presses à emboutir l'acier et l'amélioration de la soudure à l'arc, commercialisés et popularisés notamment par l'industriel américain E.G. Buddy, qui collabora entre autres avec Morris en Angleterre et Citroën en France, les véhicules ont pu être conçus de manière monocoque, ce qui signifie que leur châssis et leur carrosserie sont intégrés l'un à l'autre. Presque tous les camions, les autobus et la plupart des pickups continuent à utiliser un châssis séparé.

Dans notre étude, nous allons nous intéresser au châssis tubulaire pour un véhicule de type BUGGY. Pour cela nous allons présenter les différents types de châssis dans le chapitre I, suivi du chapitre II, dans lequel nous parlerons du châssis tubulaire ainsi le mode de fabrication. Dans le chapitre III, nous présenterons la conception de notre châssis, et le chapitre IV comporte le calcul statique des contraintes et déplacement, ainsi que les fréquences propres. En fin nous terminons par une conclusion.

Chapitre N°1

Généralités sur les châssis véhicule

I.1 Introduction

Le développement du châssis est primordial si l'on veut améliorer les caractéristiques de la voiture. Sa conception a beaucoup évolué pour aujourd'hui atteindre un excellent compromis entre légèreté, aérodynamisme et fiabilité mécanique (tout en respectant les différents règlements internationaux).

I.2 Définition

Le châssis d'une voiture est l'équivalent du squelette pour l'homme, on peut le définir comme la partie centrale de la voiture où tout est rattaché. C'est une ossature, le support de tous ses organes. Il est donc la structure rigide qui soutient toutes les parties mécaniques assurant le roulage d'une automobile. Il est solide car il doit maintenir le poids de ce qu'il soutient mais il peut se déformer lorsque cela est nécessaire (Dans les virages, pendant un freinage, lorsque le sol est abîmé..).

I.3 Qualités et défauts

Bien que le châssis des véhicules automobiles soit conçu pour être rigide, il se déforme légèrement en plusieurs occasions ; lors des freinages ou en virage, et lorsqu'il rencontre des imperfections de la route non absorbables par les amortisseurs. Cette torsion augmente au fur et à mesure des contraintes jusqu'à pouvoir devenir dangereuse. Le châssis-coque, devenu le standard de l'industrie automobile, complique la réalisation de cabriolets à partir de berlines ou coupés de grande série. Ces derniers ont en effet besoin de renforts de soubassements et d'entretoises particulières pour pallier l'absence d'un toit rigide. Pour cette raison, les cabriolets sont très souvent paradoxalement plus lourds que leurs équivalents fermés. La solution consiste, si possible, à concevoir la coque directement en vue d'un cabriolet. Cette plus grande rigidité permet de mieux tirer parti des suspensions, ce qui améliore la tenue de route. Les carrosseries des véhicules de course issus de la production sont renforcées avec un « arceau cage » pour assurer d'une part un maximum de rigidité et une sécurité passive optimum d'autre part.

I.4 Fonctions

Les principales fonctions d'un châssis dans les véhicules à moteur sont les suivantes [1] :

1. Porter les composants mécaniques et la carrosserie.
2. Traiter les forces statiques et dynamiques, sans trop de flèche ni de distorsion.

Ces forces comprennent :

- Le poids du moteur, de la carrosserie, des passagers et des cargaisons.
- Les torsions verticales et longitudinales transmises en circulant sur des surfaces inégales.
- Des forces latérales causées par les conditions de la route, le vent et le pilotage du véhicule.
- Le couple du moteur et de la transmission.
- La traction longitudinale au démarrage et à l'accélération, ainsi que la compression au freinage.
- Les impacts brutaux lors des collisions.

Types de châssis en fonction de la construction :

Châssis en échelle

Châssis en X

Châssis hors cadre

Châssis hors cadre avec traverse de cadre Châssis périmètre

I.5 Les longerons du châssis

Le matériau généralement utilisé pour construire des châssis et des cadres de véhicule est l'acier au carbone ; on emploie parfois des alliages d'aluminium pour alléger la construction. Dans le cas d'un châssis séparé, le cadre est constitué d'éléments de structure appelé rails ou poutres. Ils sont généralement faits de sections d'acier canal, faites par pliage, roulage ou en pressant sur la plaque d'acier. Il y a trois conceptions principales pour ces sections. Si le matériel est plié deux fois, une section ouverte est produite, soit en forme de C ou en forme de chapeau (en forme de U). Les châssis « boîtes » sont constitués de rails fermés, soit par soudage, soit préfabriqués à l'aide de tubes métalliques.

C-Shape De loin le plus fréquent, le rail en forme de C a été utilisé sur presque tous les types de véhicule à un moment ou à un autre. Il est fait à partir d'acier plat (d'une épaisseur variante généralement entre 3 mm et 5 mm) qui est roulé des deux côtés pour former un faisceau en forme de C pour la longueur du véhicule.

Chapeau Les rails en forme de chapeau ressemblent à un « U » et peuvent être utilisés droits ou inversés avec la zone ouverte vers le bas. Leur usage n'est pas répandu en raison de leur faiblesse et d'une certaine propension à la rouille, cependant ils peuvent être trouvés sur certaines Chevrolet et certaines Studebakers de 1936-1954.

Abandonné pendant un certain temps, le châssis chapeau gagne à nouveau en popularité lorsque les entreprises ont commencé à le souder sous la carrosserie des voitures, créant un châssis coffre.

Coffre À l'origine, les châssis coffre sont faits par le soudage de deux rails en C correspondants pour former un tube rectangulaire. Les techniques modernes utilisent un processus semblable aux rails en C, une pièce d'acier est pliée en quatre faces et ensuite soudée à la jointure des deux bouts.

Dans les années 1960, les châssis-coffre des voitures américaines conventionnelles étaient soudés par points ici et là le long de l'axe ; lorsqu'elle est transformée en *stock car* NASCAR par les coureurs, la boîte est soudée en continu du début à la fin pour rigidifier l'ensemble.



Figure I.1 : Châssis de Pick-up. Notons la traverse en forme de chapeau dans le fond, des profilés en forme de C, des traverses latérales au centre et un léger arc au-dessus de l'axe.



Figure I.2 : Châssis personnalisé hautes performances, utilisant des rails boîte et des sections de tube.

I.6 Caractéristiques de conception

Tout en paraissant au premier abord comme une simple armature de métal, le châssis est soumis à de grandes tensions et compressions et est construit en conséquence. Le premier thème abordé est la hauteur des longerons, ou hauteur de la paroi verticale du châssis. Plus elle est élevée, plus le châssis résistera aux flexions verticales lorsqu'une force est appliquée à sa partie supérieure. C'est la raison pour laquelle les semi-remorques ont de plus hauts rails de châssis que d'autres véhicules au lieu d'être simplement plus épais.

Quand l'aspect, la qualité de la conduite et la tenue de route deviennent de plus en plus importants pour les consommateurs, de nouvelles formes sont intégrées dans les châssis. Les parties les plus visibles sont les arcs et les renforcements. Au lieu de courir tout droit sur les deux essieux, les châssis sont arqués pour asseoir leur partie inférieure à peu près au niveau des axes et courbés sur les essieux avant de redescendre de l'autre côté pour le placement des pare-chocs. Les renforcements servent aussi au passage des axes et des roues, mais ne se courbent pas vers le bas de l'autre côté, et sont plus fréquents sur les extrémités avant.

On peut rencontrer des rails étroits coniques à l'avant de l'habitacle du véhicule. Cela se fait principalement sur les camions afin de réduire le poids et d'augmenter légèrement la place pour le moteur à l'avant du véhicule qui ne porte pas autant de poids que le chargement à l'arrière. Les développements de conception ont créé des châssis qui utilisent plus d'une forme dans le même longeron. Par exemple, certains camions ont un châssis boîte à l'avant de la cabine, des longerons plus courts et plus étroits sous la cabine et des profils en C sous le lit. Sur les châssis « périmètre », les zones où les longerons se connectent à partir de l'avant au centre et du centre à l'arrière sont plus faibles par rapport aux châssis traditionnels, de sorte que cette section est en profil de boîte, créant ce qui est connu sous l'appellation de « boîte de couple ».



Figure I.3 : Châssis de camionnette Pickup, avec le moteur, le train roulant, la suspension et les roues.

I.7 Différents types de châssis

Le châssis est la pièce maîtresse de la voiture, découvrez les différents types et les évolutions dans le temps.

I.7.1 Châssis poutre

Ce type de châssis repose principalement sur une poutre centrale de gros calibre qui parcourt le véhicule dans sa longueur. La carrosserie est fixée au-dessus de cette dernière, il y a donc séparation entre cellule / habitacle et châssis. Sa résistance face aux chocs latéraux est logiquement moyenne ...

On parle souvent de l'ancienne Alpine pour désigner un exemple de voiture qui bénéficie de cette architecture. [2]



Figure I.2 : Châssis poutre.

I.7.2 Châssis en échelle / en H

Ce type de châssis est encore utilisé sur les camions et quelques 4X4 tel le vieillissant mais non moins apprécié classe G de Mercedes. Il ressemble un peu au châssis poutre sauf qu'au lieu de reposer sur un axe principal il est constitué de plusieurs sections métalliques qui forment une sorte de H ou même d'échelle, d'où son nom.

Parmi les avantages, on peut citer sa bonne capacité à subir les lourdes charges (camions ou encore croisements de ponts en utilisation tout terrain). De ce fait, il est aussi assez facile à réparer en cas de déformation (passage au marbre). Hélas, le fait qu'il ne soit pas solidaire avec la caisse le rend bien moins efficace en cas de choc, car il n'y a pas de coordination entre habitacle et châssis. On peut donc se retrouver avec deux types de phénomènes en cas de choc : s'il se désolidarise à ce moment-là, le châssis peut glisser vers l'arrière sans absorber le choc tandis que le haut (la cabine qui abrite les occupants) s'écrase en subissant le plus de contrainte. Si l'ensemble reste solidaire, le châssis qui est très rigide ne va pas se déformer : la décélération sera alors telle que les passagers risquent de ne pas survivre (les organes ont une limite en ce qui concerne le nombre de G encaissés). C'est le fameux problème des voitures

trop résistantes à l'époque.

En revanche, si l'auto percute un obstacle déformable (ex : voiture qui arrive en pleine face), c'est l'obstacle qui va le plus amortir le choc. Donc dans ce cas il vaut mieux être passager du 4X4 rustique que de l'auto moderne qui va se plier fortement ! Malgré tout il reste difficile de faire des généralités car les variables peuvent largement diverger d'une auto à l'autre. [2]



Figure I.3 : Châssis en échelle avec entretoises diagonales et trous d'allègement.

I.7.3 Châssis plateforme

Très ressemblant au châssis échelle, il bénéficie cette fois d'un plancher. La coque qui sera greffée par-dessus n'aura donc pas à avoir de "sol". On pourrait donc ici presque conduire la voiture sans sa cabine contrairement aux autres types de châssis de cet acabit. [2]



Figure I.4 : Châssis plateforme d'une 4L.

I.7.4 Châssis monocoque (1963 – 1980)

De manière générale, on peut définir le châssis monocoque comme un caisson sur lequel vient s'ajouter les autres pièces de la voiture. Ce type de châssis joue à la fois le rôle de châssis et de coque extérieure.

I.7.4.1 Châssis monocoque en aluminium

Le choix de l'aluminium n'a lui non plus pas été fait au hasard. Parmi ses nombreuses caractéristiques, l'aluminium est le métal le plus léger après le lithium et le magnésium et il a une bonne résistance à la corrosion. De plus, l'aluminium est un métal robuste. En effet, bien que les caractéristiques de l'aluminium pur soient faibles, la réalisation d'alliage à base

d'aluminium permet d'obtenir des matériaux résistants pouvant avoir une charge de rupture supérieure à 700 MPa, donc largement équivalente à celles des aciers trempés. L'utilisation d'alliages à base d'aluminium permet donc de concevoir des châssis résistants et très nettement plus légers que les châssis en acier, l'aluminium étant 3 fois moins dense que l'acier.



Figure I.5 : Exemple d'un châssis monocoque en aluminium.

I.7.4.2 Châssis monocoque en aluminium avec une structure en nid d'abeille

Par la suite, le monocoque rigide en aluminium céda la place à un châssis en nid d'abeille en aluminium. La structure en nid d'abeille est un alliage d'aluminium ou un papier polyamide. Parmi ses avantages, on peut citer sa très bonne résistance aux impacts, à la fatigue et aux efforts de compression et de flexion. Mais son plus grand avantage vient du fait qu'à résistance égale, le gain en masse peut aller jusqu'à 66% par rapport à un matériau classique.

[3]

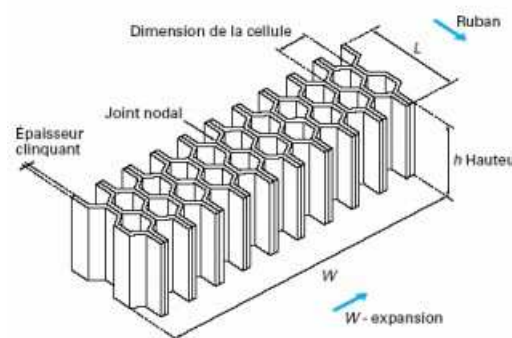


Figure I.6: Exemple de structure en nid d'abeille.

I.7.5 Châssis tubulaire en acier (1950 – 1962)

On peut définir de manière générale le châssis tubulaire comme une cage constituée de tubes d'acier soudés les uns aux autres.

- Il fût le premier type de châssis à être utilisé dans la compétition. Bien qu'actuellement il soit supplanté par d'autres types de châssis, il reste encore utilisé lors de la conception de voiture à coût réduit, par exemple lors de challenges entre grandes Ecoles. Tels que : le challenge AKKA.
- Sa structure composée de tubes en acier offre une grande rigidité ainsi qu'une très bonne résistance aux chocs en cas d'accident. Il encaisse plus aisément les contraintes imposées par les suspensions et garantit ainsi un bon comportement du véhicule. La solidité de l'acier autorise à concevoir une structure à la fois compacte et résistante. La compacité de la voiture étant un atout en matière d'agilité et d'efficacité aérodynamique.
- D'un point de vue économique le châssis tubulaire en acier est particulièrement adapté à une production en petite série. Cependant au début des années soixante, la volonté grandissante des écuries à vouloir améliorer les performances de leurs voitures ont amené à la création d'un tout autre type de châssis : le châssis monocoque. [3]



Figure I.7: exemple de châssis tubulaire en acier.

I.8 Conclusion

Comme nous venons de le voir, le châssis dans une voiture constitue un enjeu majeur dans la vie humaine. C'est pourquoi, portée par la volonté des écuries automobiles d'améliorer leurs performances, la conception des châssis a toujours bénéficié des meilleures innovations de chaque époque.

Les chapitres suivant feront l'objet d'une conception et l'étude d'un châssis tubulaire .

Chapitre N°II

Châssis tubulaire

II.1 Introduction

Le châssis est l'ossature du véhicule. Il permet de supporter les différents éléments d'une automobile. Le châssis tubulaire est un format particulièrement léger, généralement utilisé par les véhicules de compétition et très difficile à se procurer dans un cadre quotidien.

Choix du modèle à étudier

Modèle : Buggy BADLAND MEGALODON

Le système étudié est un châssis tubulaire d'un véhicule (**Figure II.1**).



Figure II.1 : Modèle BUGGY Badland.

C'est quoi un Buggy ?

Un buggy est un véhicule léger tout-terrain le plus souvent à deux places. Il est constitué d'un châssis équipé de jantes et pneus larges, et certains disposent d'une carrosserie ouverte. Il a généralement deux roues motrices, bien que de nombreux buggies 4×4 soient apparus, notamment par l'évolution des modèles utilisés en compétition tout-terrain. Le nom vient de la voiture hippomobile du même nom, à l'origine à deux roues, puis à quatre roues, dérivé du français boquet, véhicule inventé par le carrossier parisien Boquet. Le plus connu est le *dune buggy* créé par le californien Bruce Meyers dans les années 1960 sur base Volkswagen. Il est constitué d'une coque en fibre de verre posée sur un châssis de Coccinelle parfois raccourci.

Celui-ci apparaît par exemple dans le film *L'Affaire Thomas Crown* de 1968, avec Steve McQueen et Faye Dunaway. De très nombreux constructeurs ou artisans ont repris ce concept pour créer des modèles similaires depuis les années 1970. Des buggies construits sur le même principe, mais monoplaces, sont présents en autocross et rallycross.

Le châssis étudié

Ce châssis de prototype de voiture est un assemblage de tubes de sections circulaires soudés. Ces tubes ont tous une épaisseur négligeable par rapport aux longueurs des tubes qui sont de l'ordre du mètre.

II.2 Définition du châssis tubulaire

Le châssis tubulaire (ou treillis tubulaire), est composé uniquement de tubes soudés entre eux de façon à apporter une rigidité optimum ; très léger, on le trouve sur les véhicules spécifiquement créés pour la compétition (Formule 1, prototypes de rallye, etc.) et sur les véhicules de sport haut de gamme (Ferrari, Lamborghini, etc.) (**Figure II.2**).

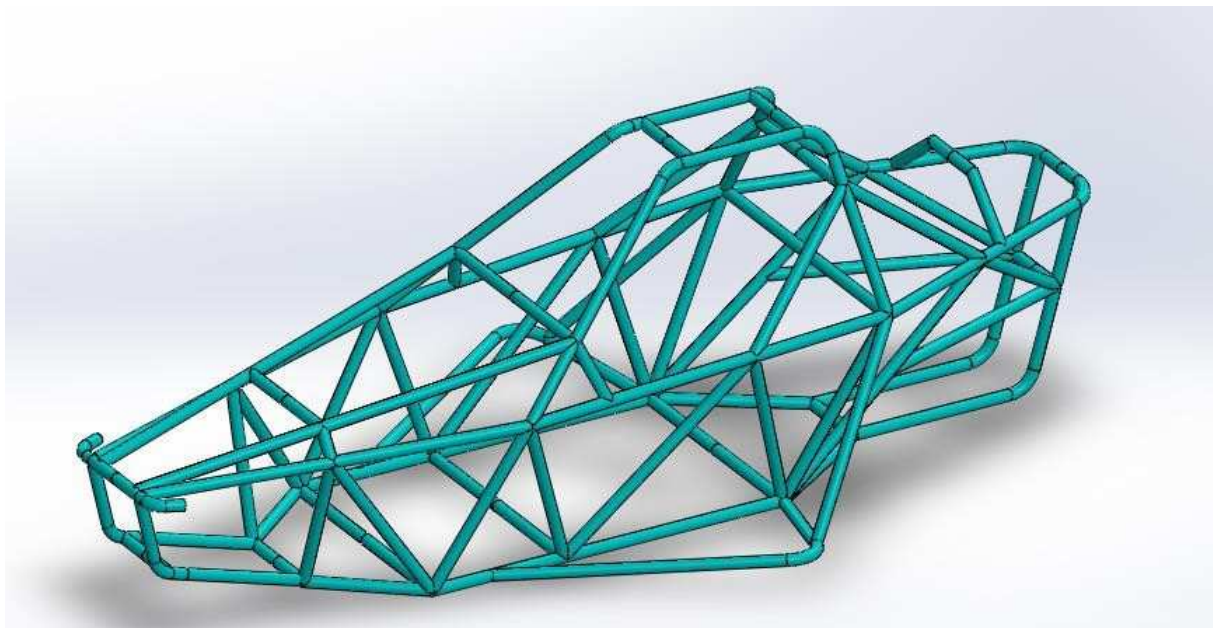


Figure II.2 : Châssis tubulaire du BUGGY.

II.3 Conception du châssis tubulaire

La conception de ce type de châssis est assurée par de petits constructeurs spécialisés dans les châssis de compétition ; ce sont souvent de petites sociétés ou artisans (Caze compétition, olmèque Sport). Il existe aussi des structures plus imposantes comme Poulain Véhicules, qui possèdent un bureau d'études avec Conception Assistée par Ordinateur.

II.4 Avantages du châssis tubulaire

- Meilleure rigidité.
- Centre de gravité abaissé.
- Légèreté.
- Protection contre les chocs latéraux et renforcement de la cellule de survie.
- Coût faible.
- Réalisation facile (par rapport à un châssis classique monocoque).

II.5 Inconvénients du châssis tubulaire

- Réalisation artisanale.
- Nombreuses soudures, demandant une grande maîtrise technique.
- Réservé à la fabrication à l'unité ou aux très petites séries.
- Type de châssis difficilement homologable réservé principalement à la compétition sur circuits ou routes fermées.

II.6 Matériau du choix des châssis tubulaires

II.6.1 Caractéristiques de résistance des tubes

II.6.1 .1. Résistance à la torsion

Les tubes résistent assez bien en torsion, d'ailleurs, ont démontré que théoriquement, pour un même poids, la résistance à la torsion d'un tube rond courant est de 100 à 150 fois plus élevée que celle d'un autre profilé, quel qu'il soit.

Cette qualité donne une grande rigidité transversale aux poutres ou ouvrages en tubes.

L'utilisation de tubes a aussi pour conséquence d'augmenter la résistance au déversement des charpentes, ce qui permet la réalisation d'ossatures en forme de voûtes ou de coupes par exemple. Les tubes carrés sont légèrement moins résistants que les tubes ronds mais leur

résistance est cependant de 60 à 100 fois celle d'un autre profilé de même masse au mètre. [4]

II.6.1.2. Résistance au flambement et à la compression

Les tubes lorsqu'ils sont soumis à des efforts de compression, s'ils sont de grande longueur, et s'ils ne sont pas maintenus latéralement, fléchissent dans le plan dans lequel la résistance est la plus faible. C'est ce phénomène que l'on appelle flambement.

II.6.1.3. Résistance à la flexion des tubes

Les tubes ronds de diamètre < 80 mm, résistance mieux à la flexion que tous les autres profilés de même masse au mètre. Au-dessus de 80 mm de diamètre, le tube rond est moins résistant que les poutrelles en I ou en H, par exemple les tubes rectangulaires ont une excellente résistance, comparable à celle des poutrelles de même masse au mètre. Les tubes se prêtent très bien à la confection de poutres en treillis et spécialement de poutres triangulaires qui résistent admirablement à la flexion et au déversement (flexion dans le plan horizontal). Les tubes permettent également l'emploi de tirant ou de câbles précontraintes (placés axialement à l'intérieur des tubes), dans le cas d'effort de flexion pouvant provenir de plusieurs directions (cas du vent), il est fortement conseillé de prendre du tube, sa résistance étant la même dans toutes les directions. [4]

II.6.1.4. Résistance générale des assemblages de tube

Les assemblages soudés réalisés avec des tubes ronds découpés en gueule de loup ont une grande rigidité. En plus de ces caractéristiques, le tube rond a une forme telle que les poussières ont plus de difficulté à stagner que des tubes plats. La condensation et les liquides projetés ne peuvent pas stagner à leur surface, ni dans les nœuds d'assemblage. Cela facilite également les nettoyages et la mise en peinture.

II.7 L'intérêt des tubes pour la fabrication d'un châssis tubulaire

II.7.1 Intérêt des tubes pour l'aérodynamisme

Le profil rond est aérodynamique car l'air glisse le long de son enveloppe et la pression exercée par le vent est ainsi réduite par rapport aux surfaces planes, d'après les règlements, le coefficient d'action du vent sur un prisme à 4 côtés est de 1,30 (efforts majorés de 30%) alors que pour les tubes ronds il est de 0,4 à 0,75. (Selon la vitesse du vent et le diamètre du tube). [4]

II.7.2 Intérêt des tubes pour la corrosion

Le tube rond a une forme telle que les poussières ont plus de difficulté à stagner que des tubes plats, la condensation et les liquides projetés ne peuvent pas stagner à leur surface, ni dans les nœuds d'assemblage, cela facilite également les nettoyages et la mise en peinture. [4]

II.7.3 Intérêt des tubes pour l'esthétique

Le tube peut être utilisé de plusieurs façons et reste généralement esthétique, qu'il soit rond, carré ou rectangulaire, droit ou cintré, utilisé seul ou en treillis, ou utilisé avec d'autres profilés. Les poutres triangulées, les structures tridimensionnelles, les ossatures en voûte, sont plus faciles à réaliser en tube qu'avec des profilés traditionnels. Utilisés par des architectes en quête d'inspiration, ou par dès les charpentiers, les tubes minces soudés et les profilés à ailettes, permettent de très belles réalisations. [4]

II.8 Découpage des tubes (coupes)

II.8.1 Coupes planes, biaises ou d'équerre

Quand le tube doit être découpé en forme (en gueule de loup), il faut faire une coupe droite préalable pour le mettre à une longueur convenable.

Les moyens habituels utilisés pour les profilés peuvent être employés pour les tubes: scies circulaires, scies à ruban, scies meules, chalumeau oxyacétylénique, plasma, laser, etc.

Le tube étant creux, l'utilisation des cisailles n'est pas préconisée, sinon la lame aplatit le tube en même temps qu'elle le coupe, cet aplatissement total peut produire des criques sur les bords de l'aplatissement, ce procédé ne peut être utilisé que si l'opération ne risque pas de nuire à l'emploi envisagé. [4]

II.8.2 Coupes en forme

Cette opération peut être faite par moyens mécaniques, par meulage, par sciage, par perçage, au chalumeau oxyacétylénique, au plasma, par laser, les solutions ne seront pas les mêmes s'il s'agit de quantités importantes ou de découpes unitaires, de petits tubes, de tubes moyens ou gros de travail à l'atelier ou sur chantier, chaque procédé présente avantages et inconvénients du point de vue de ses possibilités, et de l'importance de l'outillage à approvisionner, du temps nécessaire à la coupe. Il faut, en particulier, signaler que le tracé de l'intersection dépend du diamètre D du tube principal, des diamètres d'intérieurs et extérieurs, du tube secondaire, de l'angle des deux tubes, les combinaisons de ces divers facteurs donnent un grand nombre de formes d'intersections. (Figure II.3). [4]

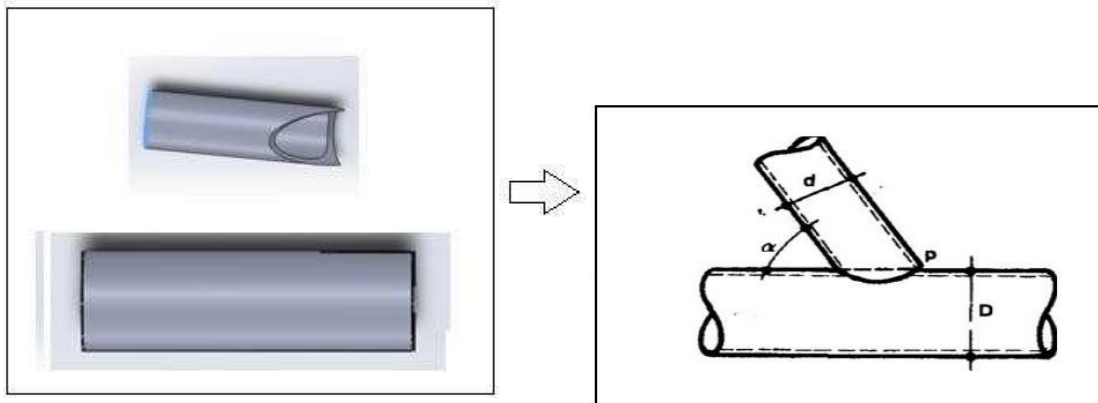


Figure II.3: Schéma explicatif de la condition de coupe en forme de tube. [4]

II.8.3 Coupes à la scie

Les coupes peuvent être préparées par le traceur, être générées directement par une machine automatique (poste plasma ou laser) ou encore réalisées à la scie, cette dernière méthode consiste à faire une découpe approchée au moyen de deux coupes planes, suivie d'un léger meulage.

Elle repose sur le fait que la courbe d'intersection des deux cylindres (Surface intérieure du tube adjacent et surface extérieure du tube porteur) et dans sa plus grande partie, très voisine de l'intersection de ces cylindres par deux plans judicieusement choisis. On utilisera une scie ou une tronçonneuse à disque avec étau orientable si possible. Au préalable, on fera au bureau de méthodes ou au traçage un croquis suivant indications ci-contre pour déterminer les longueurs, les angles de coupe et le positionnement. Ce dessin est d'ailleurs toujours utile, quelle que soit la méthode utilisée pour faire la découpe. Faire ce dessin en portant la cote a quel que soit l'angle B .

cela donne les tracés des deux plans de coupe que l'on positionne facilement en prenant quelques repères sur le dessin, mesurer notamment la longueur CD afin de positionner la deuxième coupe AC . Ces coupes se font en série (**Figure II.4**). [4]

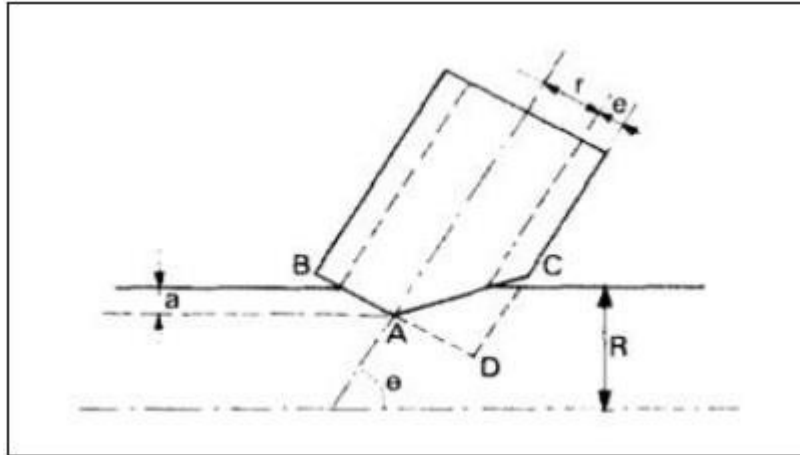


Figure II.4: Coupe de tube à la scié. [4]

II.9 Ebarbage

II.9.1 Principe

La mise a longueur produit des ébarbures qui sont enlevées ou des déformations qui sont corrigées à l'aide d'un mandrin de calibrage (Figure II.5).

II.9.2 Réalisation

Le sciage ou la coupe d'un tube ont généralement pour effet que l'extrémité du tuyau n'est plus nette. On peut avoir des ébarbures à l'intérieur et à l'extérieur. Pour les supprimer, on utilise une fraise à tube avec une lime. (Figure II.5). [5]



Figure II.5: Fraise à tube. [5]

II.9.3 Application de l'ébarbage

- Tube d'acier scié:
 - Ébarbage à l'intérieur avec une fraise conique à vilebrequin ou une lime adaptée.

- A l'extérieur avec une lime.
- Tube d'acier coupé:
- Ébarbage à l'intérieur avec une fraise conique ou une lime ronde.

II.10 Cintrage

II.10.1 Définition

Le cintrage est un terme Français et le terme Anglais <<Baining>> a un sens plus large que le terme cintrage.

Le cintrage et donc signifier une méthode de fabrication permettant d'obtenir un produit de forme désirée habituellement au moyen d'une cintreuse ou d'une autre facilité mécanique. Formage cylindrique d'un produit plat par passage entre rouleaux convenablement étagés, l'opération de cintrage s'effectue aux moyens des machines. **(Figure II.6)** a cindre tel que : le cintrage à la presse, Cintreuses manuelles et les Cintreuses hydraulique. [6]



Figure II.6: Cintreuse hydraulique manuelle. [7]

II.10.2 Les différents types de cintrage

II.10.2.1. Le cintrage à chaud

Le cintrage à chaud d'un tube préalablement rempli de sable sec est une opération qui nécessite une main expérimentée, ce type d'opération de cintrage est de plus en plus abandonné au profit du cintrage à froid, toutefois les coudes à chaud sont parfois la seule façon d'opérer pour obtenir des cintrages de tubes sur de faibles épaisseurs, le cintrage à chaud des tubes galvanisés ne peuvent se faire sans détruire la galvanisation. [8]

II.10.2.2. Le cintrage à froid

Il peut arriver qu'en cintrage, le tube s'ovalise, se plisse ou se déchire. Cela peut provenir d'un mauvais réglage, d'une incompatibilité du tube ou de la machine pour le travail envisagé. Ensuite des rapports entre le diamètre du tube, son épaisseur et le rayon de cintrage doivent rester dans des limites convenables, les tubes finis à chaud ou recuits ont un allongement supérieur à celui des tubes formés à froid qui sont plus ou moins écrouis.

II.10.2.3. Le cintrage à froid par poussée

Une cintrreuse est constituée par un socle, sur la base du bâti, sont fixés deux coussinets à gorge (dits coussinets latéraux) comme le montre le **(Figure II.7)**, G et G' situés à égale distance du milieu K de cette base, ces coussinets latéraux forment les deux points d'appui du tube, la tête de l'appareil presseur, vis ou piston, coïncidera avec le sommet O du bâti, la vis ou le piston poussera, suivant l'axe O K, et à égale distance entre les deux coussinets latéraux, une forme à gorge F (dite sabot) qui exercera sur le tube sa pression en K et l'obligera à épouser sa forme, le principe ressemble à la flexion, un effort généré sur une pièce en deux appuis, le tube, une fois cintré, s'enlève facilement du sabot F.

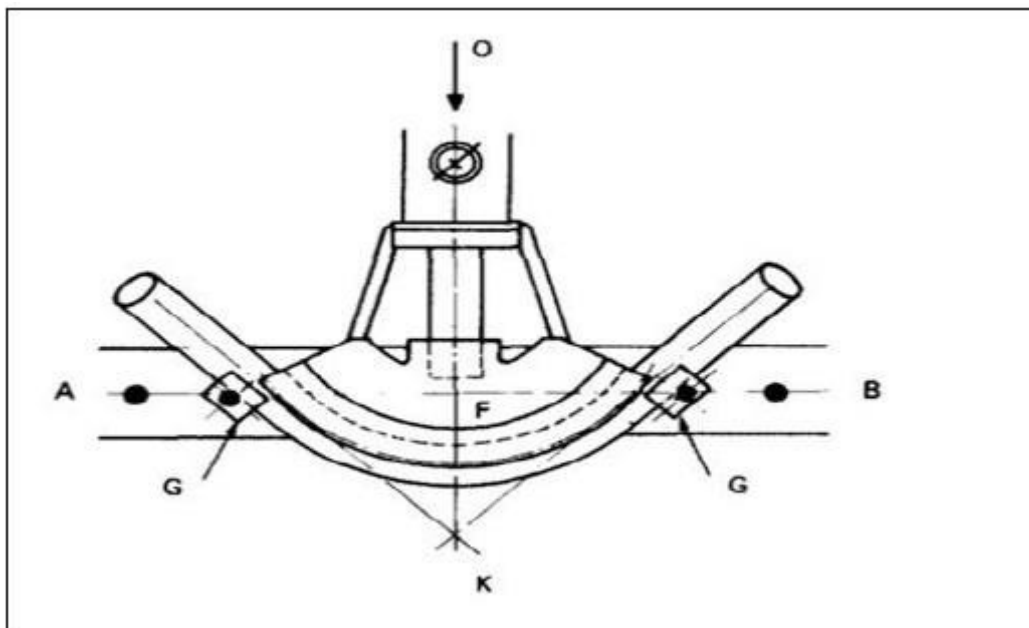


Figure II.7 : Cintrage de tube à froid par poussés. [8]

Après découpage et cintrage des tubes nous passons à la dernière étape de la fabrication du châssis, le soudage qui se fait sur des supports ou bien des gabarits **(figure II.8)**, afin de ne pas bouger le tube, pour avoir une meilleure qualité de soudure et aussi une symétrie idéale.

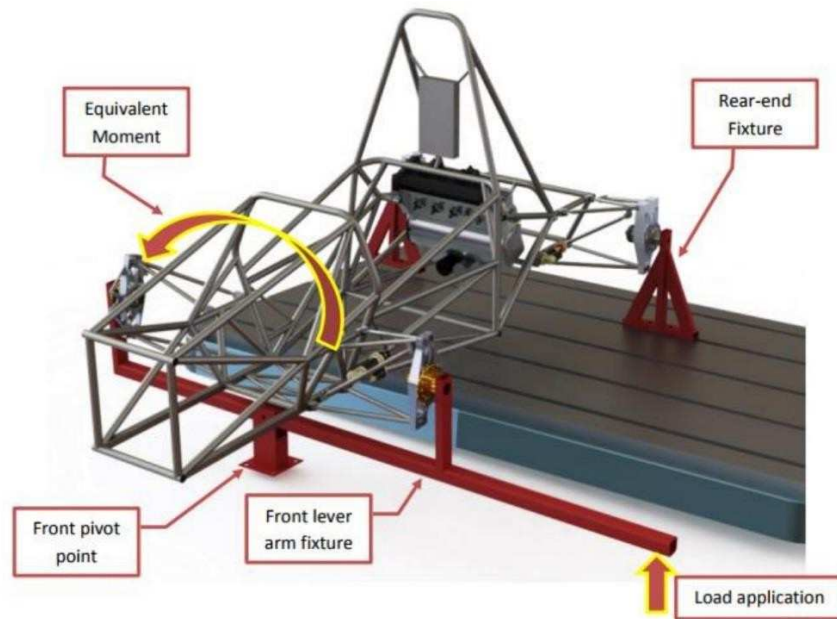


Figure II.8 :Gabarit d'assemblage des cadres BUGGY.

II.11 Le soudage

La production à grand échelle d'avions de Navires de guerre, de véhicule blindé et d'arme de toutes sortes pour les combattants des deux guerres mondiales, a favorisées le développement des procédées de soudage et la réalisation de grand progrès dans ce domaine, de structures métalliques et la fabrication de multiples produits en métal. Avant de traiter des particularités de chacun de ces procédées nous présentons le principe de soudage (Figure II.9).

II.11.1 Définition

Le terme de soudage désigne l'acte de souder, et le terme de soudure désigne le matériau d'apport utilisée, et désigne également le travail achevé.

Le soudage est donc une opération de micro-métallurgie consistant à exécuter un cordon fondu liant les bords de deux pièces, il constitue un moyen d'assemblage privilégié pour toute construction faisant intervenir des matériaux métalliques. [9]

Puisqu'il existe de nombreuses monographies spécialisées qui traitent de la brasure et de la soudure, nous allons distinguer deux grandes familles :

1. La soudure Autogène

Le métal qui compose le joint est de même nature que les pièces à souder.

2. La soudure Hétérogène

Le métal qui compose le joint est de nature différente des pièces à souder.

II.11.2 Principe de soudage.

La figure : montre le principe de soudage.

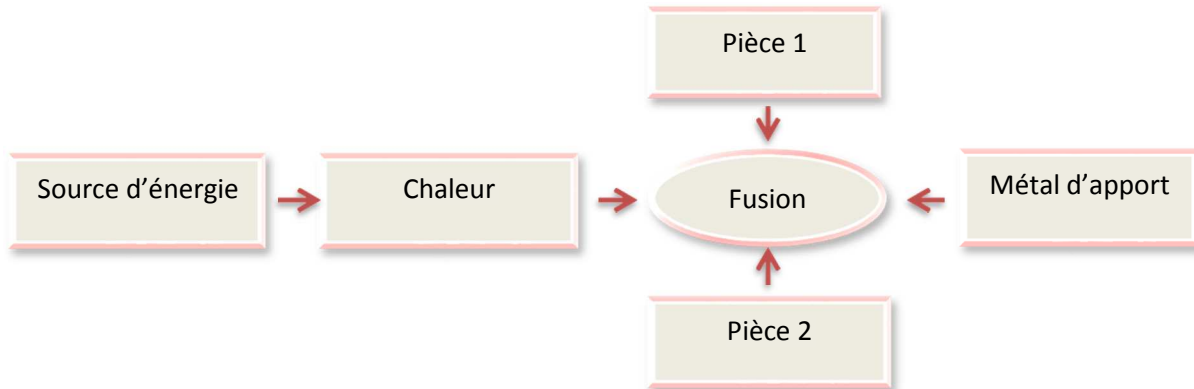


Figure II.9 : Principes de soudage. [10]

Il existe plusieurs procédés de soudage différents nous traiterons dans ce chapitre de ceux qui sont les plus couramment utilisés dans le secteur de la fabrication des châssis tubulaires.

II.11.3 Le soudage oxyacétylénique (chalumeaux)

II.11.3.1 Définition

C'est un procédé mécanique par fusion où la chaleur de soudure est produite par la combustion de gaz, la composition oxygène-acétylène est aujourd'hui presque exclusivement employée.

L'utilisation de flux décapants permet de combattre l'oxydation en cours de soudage, ce procédé est subdivisé comme suite :

- Sans flamme dite auxiliaire.
- Avec flamme dite auxiliaire réductrice. [10]



Figure II.10: Tube buggy badland.

II.11.3.2 Principe

Il consiste à créer la combustion d'un mélange d'oxygène (O₂) et d'acétylène (C₂ H₂), créant une flamme pouvant atteindre 3200 °C à l'extrémité d'un chalumeau lorsque ce mélange est correctement équilibré dans ce chalumeau. Le métal d'apport (baguette de fil dressé de Ø 0,8 à 4 mm et 1 m de longueur) est amené manuellement dans le bord de fusion. L'énergie calorifique de la flamme fait fondre localement la pièce à assembler et le fil d'apport, pour constituer le bain de fusion et après le refroidissement le cordon de soudure. [11]

II.11.4 Description des gaz

II.11.4.1 L'oxygène (O₂)

L'oxygène est légèrement plus lourd que l'air, il n'est pas combustible, mais active considérablement toute combustion (**Figure II.11**).

Si l'oxygène est par conséquent utilisé par préférence à d'autres gaz pour les travaux de soudage, il est aussi à l'origine de nombreuses brûlures qui sont souvent très graves. L'air contient environ 21% en volume d'oxygène. [12]

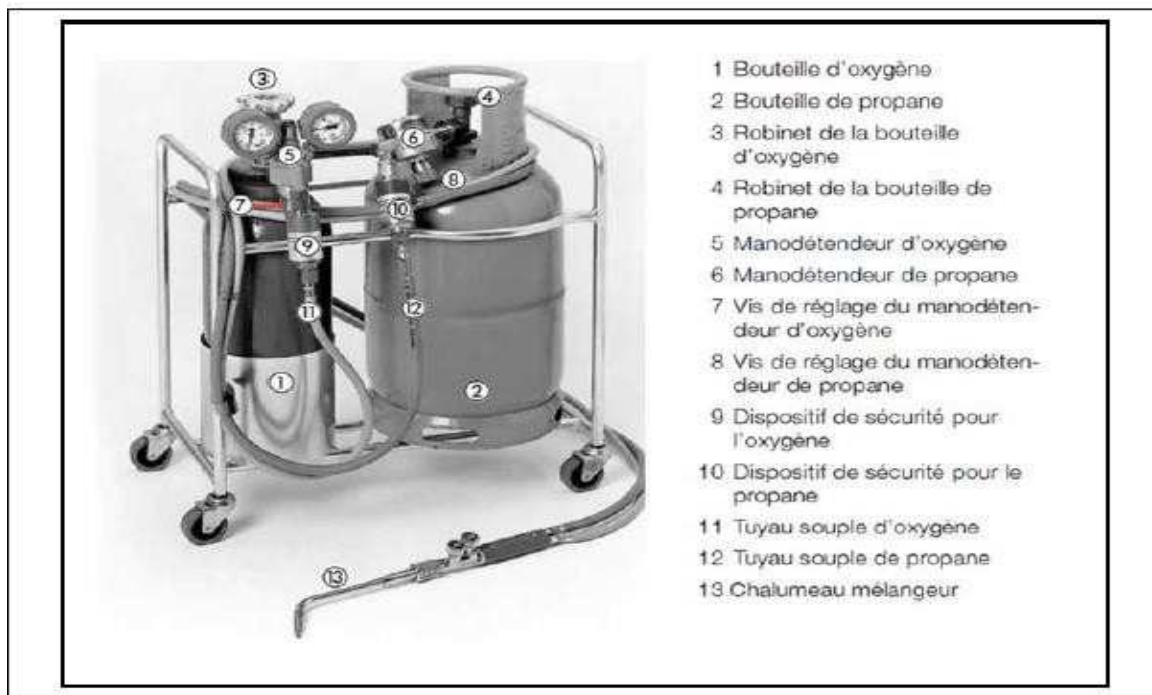
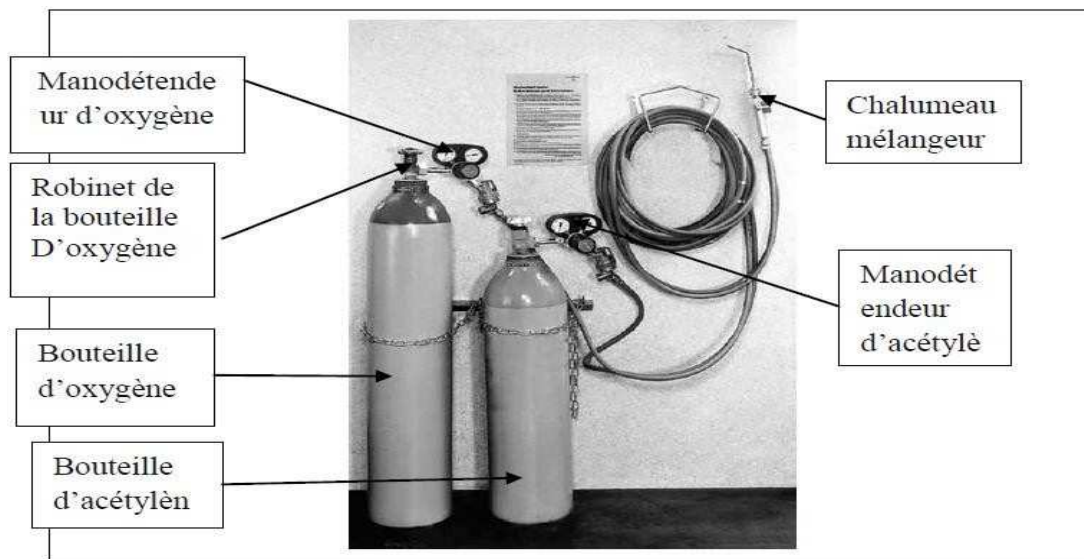


Figure II.11: Installation à gaz propane et à oxygène. [12]

II.11.4.2 L'acétylène(C₂H₂)

En raison de sa température et de sa vitesse de combustion, l'acétylène reste aujourd'hui le principal gaz combustible utilisé en soudage autogène. L'acétylène a une odeur très particulière, (**Figure II.12**) Sa température d'inflammation est basse (335 °C en combinaison avec de l'air, 295 °C en combinaison avec de l'oxygène) et sa plage d'inflammabilité est étendue (2,4 à 80% en volume pour un mélange avec de l'air, 2,4 à 93 % en volume pour un mélange avec de l'oxygène). Cela signifie qu'un mélange d'acétylène et d'air ou d'oxygène sera explosible pour presque tous les rapports de mélanges.



FigureII.12 : Les bouteilles des gaz. [12]

II.11.5 Mise en service des chalumeaux

II.11.5.1 Réglage de la pression de service de l'acétylène

La pression de service du gaz combustible est réglée par la vis de réglage du manodétendeur d'acétylène. Elle est au maximum de 0,8 bar. Dans des conditions de service normales, cette pression devrait être réglée à 0,5 bar. [12]

II.11.5.2 Réglage de la pression de service de l'oxygène

La vis de réglage du manodétendeur d'oxygène doit être tournée jusqu'à ce que le manomètre de la pression de service indique la pression d'oxygène requise pour les travaux au chalumeau mélangeur, comme montre la (**Figure II.13**) cette pression est spécifiée sur la lance du chalumeau.

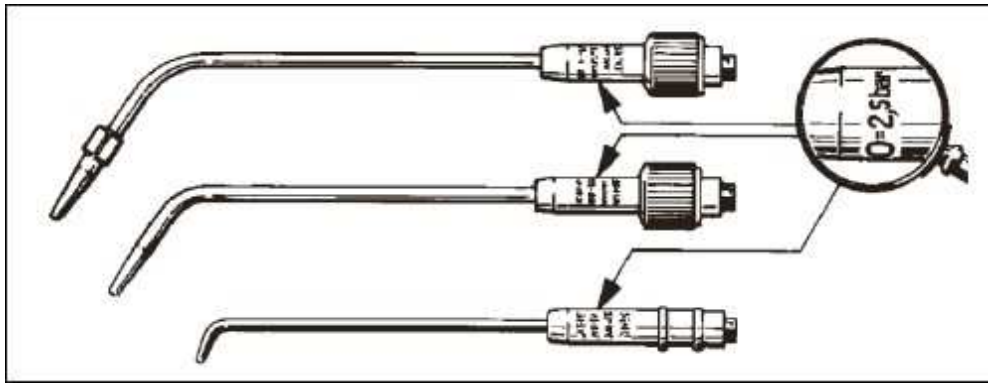


Figure II.13 : Lances de chalumeaux.[12]

II.11.5.3 Réglage du chalumeau

Pour l'allumage doser les gaz, nous devons ouvrir l'acétylène et légèrement l'oxygène pour éviter les flammèches.

II.11.6 Manodétendeurs

Tous les chalumeaux mélangeurs fonctionnent avec de l'oxygène (ou de l'air comprimé) et du gaz combustible à pressions de service constantes. Mais la pression dans les bouteilles de gaz et les conduites de distribution est variable et généralement trop élevée. Pour assurer une pression de service constante, un manodétendeur est nécessaire (Figure II.14). [12]

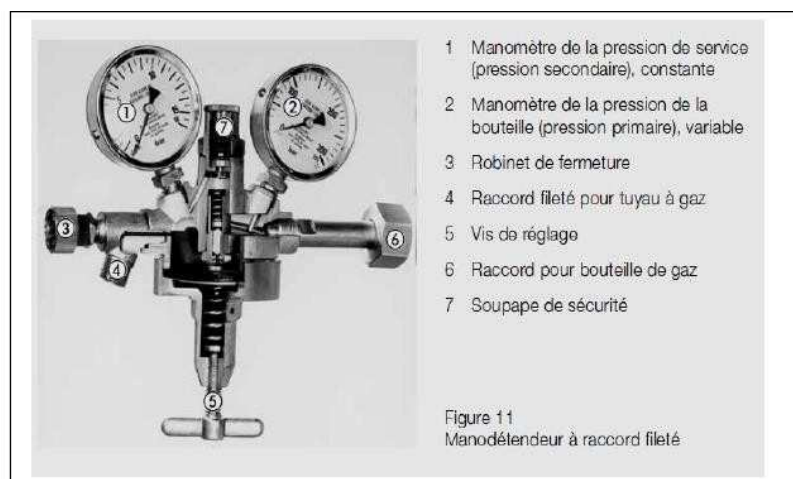


Figure II.14 : Manodétendeur à raccord fileté. [12]

II.11.7 Quelque paramètre à éviter lors de l'opération du soudage

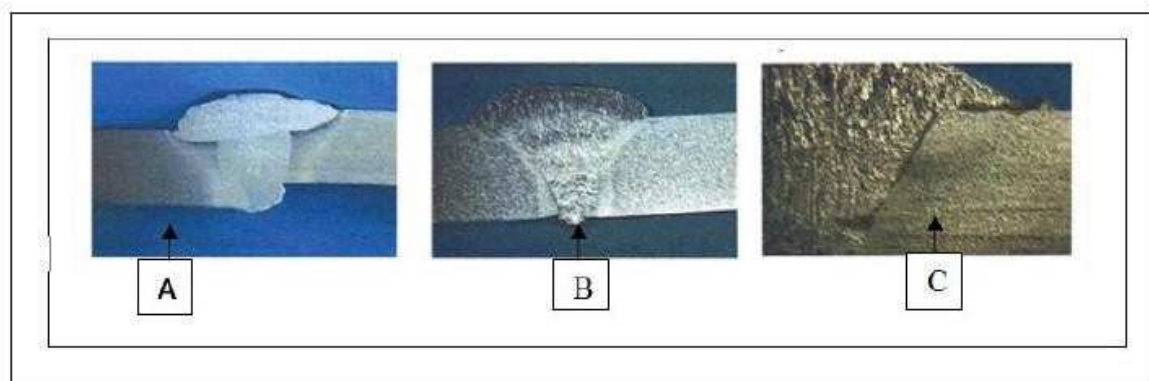


Figure II.15 : Défaut de soudage. [11]

1. Défauts de préparation

Dénivellation des bords liée à un pointage insuffisant ou à une mauvaise préparation des pièces.

2. Défauts de surépaisseur

La soudure présente un bombé exagéré pouvant provenir d'une vitesse de soudage trop faible ou d'un diamètre de métal d'apport trop grands.

3. Défaut de collage

Il s'agit d'un manque de fusion pouvant provenir d'une flamme trop faible, d'une vitesse de soudage trop grand, d'une préparation des bords inadéquates ou encore d'un mode d'exécution mal adapté (position du chalumeau). [11]

II.12 Le brassage

II.12.1 Principe de brassage

Le brassage permet l'assemblage de deux pièces métalliques à l'aide d'un métal de nature différente. Ce métal a une température inférieure à celle des pièces à assembler et lui seul participe à la constitution du joint d'assemblage, en se fusionnant au contact du métal de base plus chaud.

L'assemblage des pièces se fait par recouvrement, comme pour un collage.

Ce procédé permet de créer un joint d'étanchéité par pénétration du métal d'apport par capillarité entre les deux tuyaux de métal. (Figure II.16). [13]



Figure II.16 : Un cadre brasé.

II.12.2 Type de brasage

II.12.2.1 Brasage tendre

En dessous de 220 °C, le brasage est dit tendre, Il trouve son application en plomberie, sanitaire, zinguerie, pour la création d'une étanchéité à l'aide de joints brasés au niveau de tuyauterie d'alimentation d'eau sur laquelle ne sera pas appliqué de contraintes mécaniques fortes. Mais aussi en électronique (circuits imprimés), en électricité (connexion de fils) ou encore en ferblanterie et en zinguerie. [13]

II.12.2.2 Brasage fort

Entre 780 et 800 °C le brasage est dit fort, (**Figure II.17**) Ce procédé est utilisé pour étanchéfier ou assembler les conduites de gaz, en cuivre, offrant une bonne résistance aux contraintes mécaniques. Il permet des assemblages résistants sur cuivre, laiton, métaux ferreux, aluminium, argent, et or.

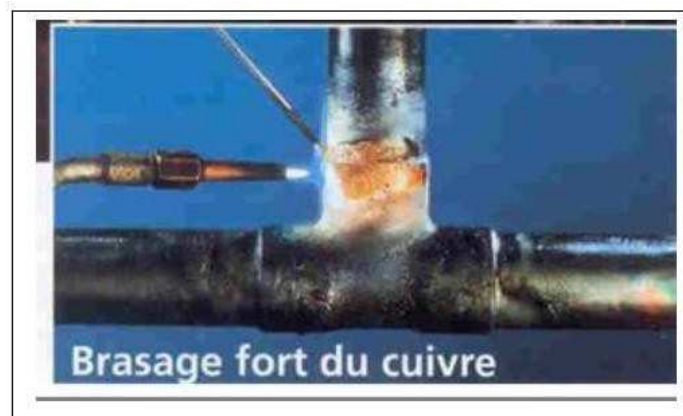


Figure II.17 : Brassage à la flamme. [15]

II.12.3 Caractérisation du joint brasé

II.12.3.1. Résistance mécanique

- En général, test de cisaillement
- Eventuellement, essais de fatigue

II.12.3.2. Résistance en température

- Liée à la limite d'utilisation des alliages (ex pour Sn-Pb: 100°C maxi)

II.12.3.3. Résistance à la corrosion

- Tests de corrosion préalables sur l'alliage envisagé

II.12.3.4. Contrôles non destructifs

- Examen visuel, tests d'étanchéité, essais de ressuage, radiographie, ultra-sons

II.12.3.5. Contrôles destructifs

- Tests de décollement, cisaillement, flexion, fatigue. [15]

II.13 Le soudo-brassage

II.13.1 Définition

Le soudo-brassage est un soudage hétérogène, c'est un assemblage de deux pièces métalliques de nature identiques ou différentes (**Figure II.18**) par l'utilisation d'un métal d'apport dont le point de fusion est inférieur à celui des deux pièces à assembler. Cela s'assimile plus à du collage qu'à du soudage. [16]



Figure II.18: Brasage des tuyaux en cuivre.

II.13.2 Principe du soudo-brasage

L'alliage constituant le point est déposé à l'état liquide sur les pièces à assembler. Il est nécessaire que les atomes du métal d'apport diffusent dans le métal de base pour avoir une bonne liaison ou assemblage d'où la nécessité de compatibilité entre les deux réseaux

(Figure II.19). [16]

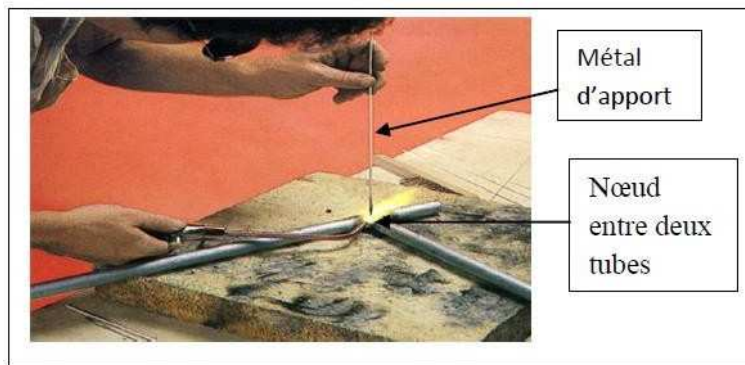


Figure II.19: Soudo- brassage de tube. [16]

II.13.3 Conditions à remplir pour une liaison optimale en soudo-brasage

- 1- Les surfaces des pièces à braser doivent être propre, décapées de toutes couches superficielles (peinture, oxyde, et graisse).
- 2- Le métal d'apport doit être porté en fusion.
- 3- Les atomes du métal de la pièce doivent être portés à une température suffisante, inférieure au point de fusion pour accroître l'agitation thermique afin de permettre la diffusion et mettre les électrons périphériques formant le liant en commun. [16]

II.14 Conclusion

choix du matériau dans la conception d'un châssis tubulaire est une étape essentielle puis elle passera aux différentes opérations pour finir sa bonne conception nous verrons au travers de ceci quelles sont les étapes de conception à suivre.

Chapitre N°III

Conception du châssis tubulaire

III.1 Introduction

Chaque projet nécessite une étude préalable pour assurer sa validation.

Pour notre projet, on a effectué une simulation numérique à l'aide du logiciel SOLIDWORKS.

III.2 Procédure d'une simulation SOLIDWORKS (généralités et étapes)

SOLIDWORKS est un logiciel de conception 3D assistée par ordinateur, fonctionnant sous Windows, il fut créé en 1993 par l'éditeur américain SOLIDWORKS, puis acheté en 1997 par la Société Dassault Systèmes, donc nous avons choisi ce logiciel de CAO pour pouvoir modéliser notre modèle 3D du châssis.

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.

III.2.1 Réalisation de la pièce

On commence par dessiner la géométrie de la pièce en 2D à l'aide des outils d'esquisse, la fixation des cotes de l'esquisse, en suite la création du volume pour avoir le modèle 3D, finalement l'enregistrement pour avoir l'assemblage.

III.2.2 Définition du matériau

Il faut savoir que le comportement d'une pièce dépend du matériau dont elle est faite, d'où cette étape consiste à attribuer un matériau à la pièce .Si le matériau n'est pas disponible dans la bibliothèque des matériaux du logiciel, cette dernière offre la possibilité d'introduire des matériaux en inscrivant leurs catégories et leurs caractéristiques mécaniques.

Par exemple, pour notre projet, nous avons utilisé un acier dit ordinaire non allié de la base de données du logiciel SOLIDWORKS 2019.

III.2.3 Application des efforts externes :

Cette étape consiste à appliquer les efforts extérieurs (force, couple, pression...) dues à l'environnement dans lequel s'insère la pièce qui sera sollicitée (pour notre cas le châssis tubulaire d'un buggy).C'est dans ces deux dernières étapes que la réflexion de l'analyse prend toute son importance, car le passage de la réalité au modèle numérique se traduit

nécessairement par des hypothèses simplificatrices, et cela pour avoir une simulation entre la pièce dans son environnement et dans la simulation. La qualité des résultats dépend de ses étapes.

III.2.4 Création du maillage

Le maillage est une étape fondamentale de la simulation. Le modèle doit être divisé en petits éléments de forme donnée (triangle, quadrilatère ...tétraèdre.) L'ensemble de tous les éléments constitue le maillage, et la fonction est donnée sur chaque élément et non plus sur la structure complète.

Le choix du maillage dépend essentiellement de la géométrie de sollicitations extérieures, et des conditions aux limites à imposer.

III.2.5 Choix du matériau

Tableau III.1 : Caractéristiques du matériau AISI 1020.

Nom de la propriété	Valeur	Unités	Type de valeur
Module d'élasticité	2e+11	N/m ²	Constante
Coefficient de Poisson	0.29	NA	Constante
Module de cisaillement	7.7e+010	N/m ²	Constante
Masse volumique	7900	Kg/m ³	Constante
Limite d'élasticité	3.51571e+008	N/m ²	Constante

III.3 Les étapes de conception

1-Création de nuage des points :

Cette étape est importante pour conserver les dimensions du châssis (**Figure III.1**).

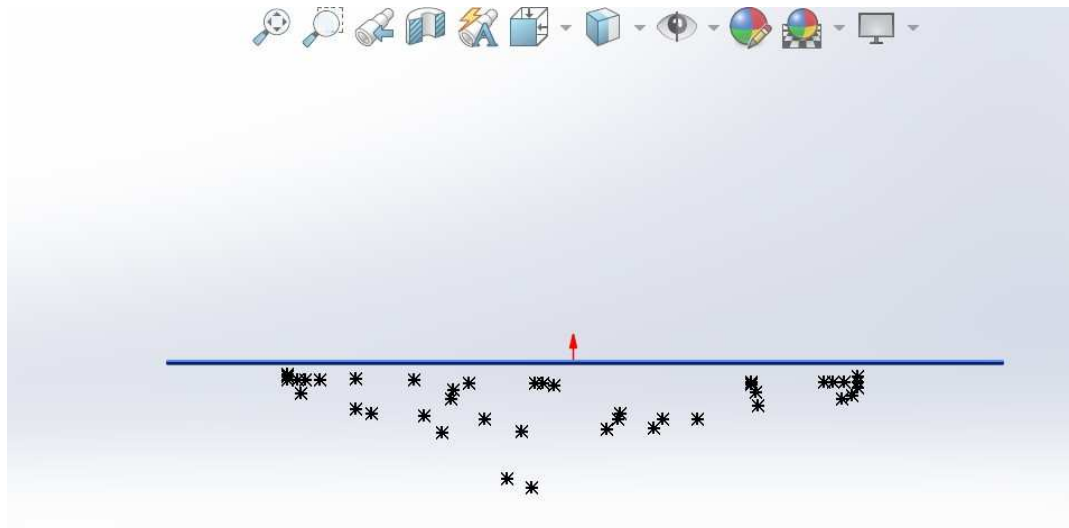


Figure III.1 : Nuage des points.

2-Création de nuage des points de symétrie :

On a fait la symétrie pour faciliter le travail (**Figure III.2**).

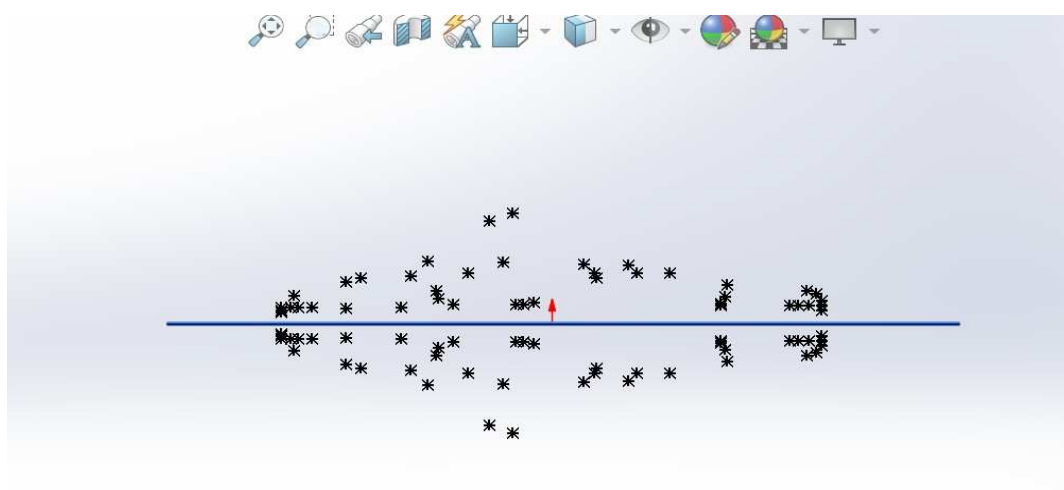


Figure III.2 : nuage des points de symétrie.

3-Raccorder les points par des lignes : Voir la Figure III.3.

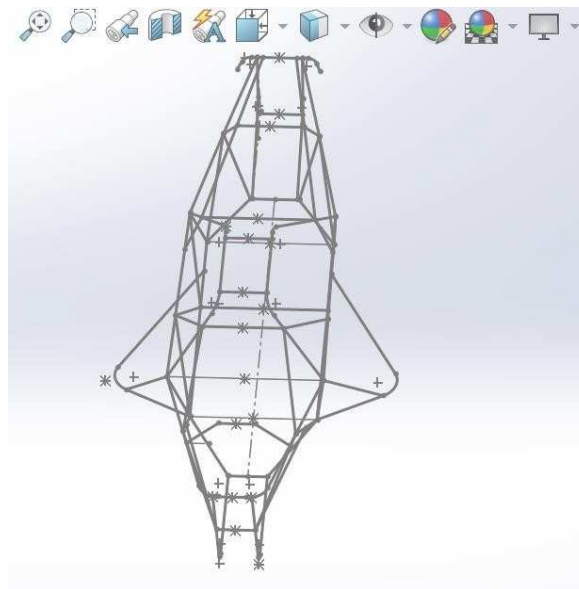


Figure III.3 : Raccordement des points.

4-Suppression des lignes composées et les remplacer par une seule ligne sauf dans le cas de nécessité :

Cette étape est importante pour éviter la création des joints supplémentaires lors de la simulation (FigureIII.4).



Figure III.4 : Suppression des lignes.

5-Corriger les points de conjonctions : Pour éviter des interférences (Figure III.5).

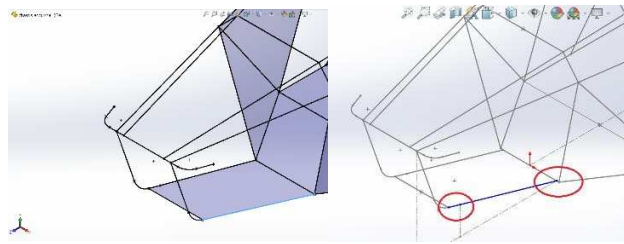


Figure III.5 : Correction des points de jonctions.

6-Raccorder les lignes libres : Relier les lignes entre eux (Figure III.6).

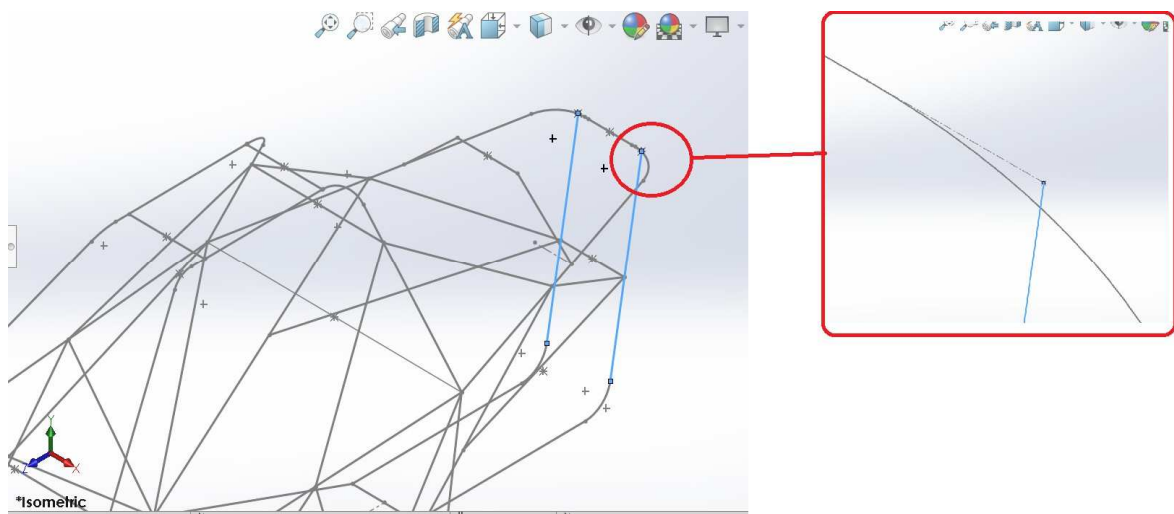


Figure III.6 : Raccordement des lignes libres.

7-Cas de chevauchement des tubes :

Cette étape est importante pour régler les espacements (Figure III.7).

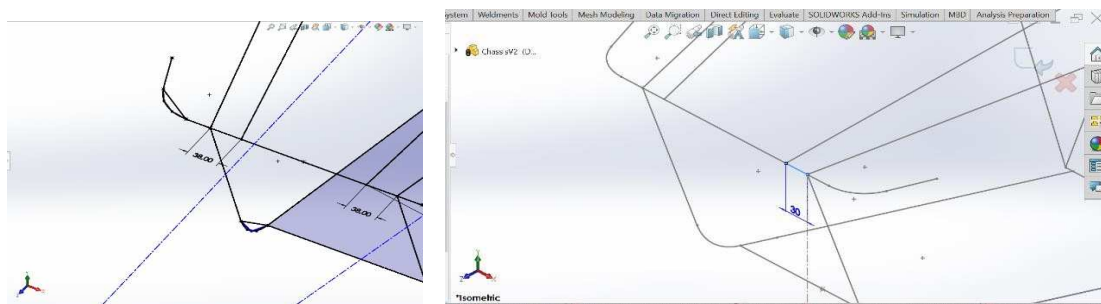


Figure III.7 : Réglage des espacements.

8-Créer des groupes : Voir la Figure III.8.

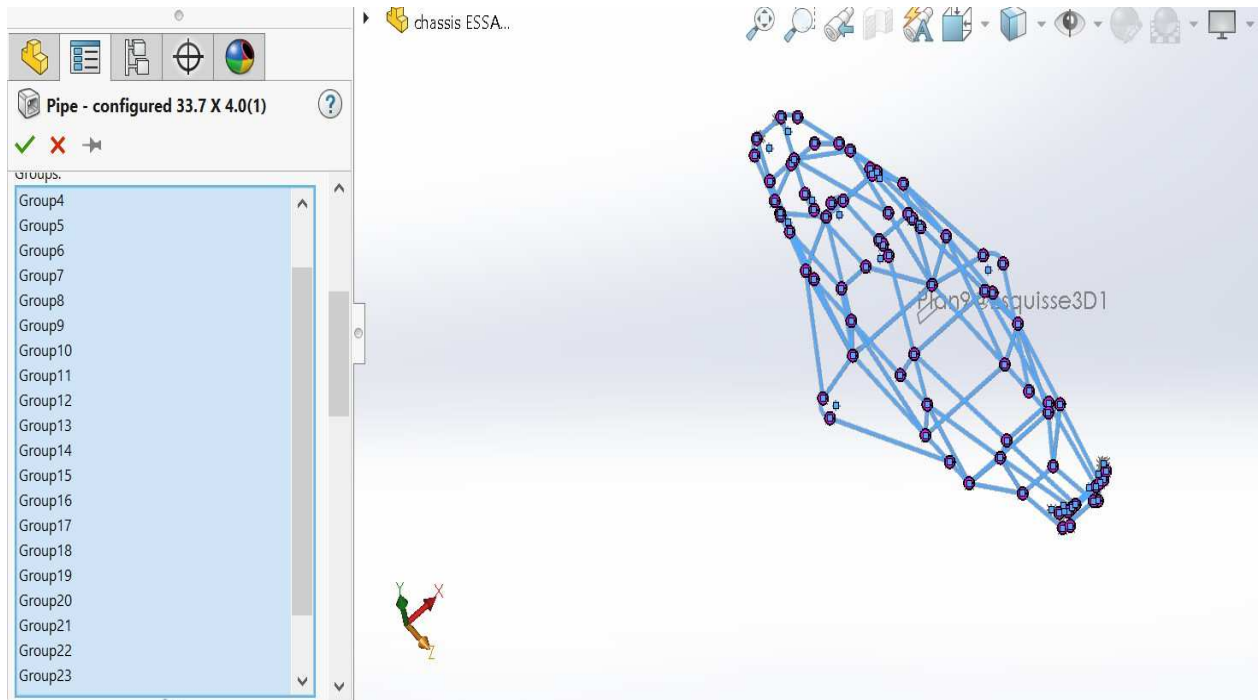


Figure III.8 : Groupes des tubes.

9-Vérifier et corriger les interférences : Voir la Figure III.9.

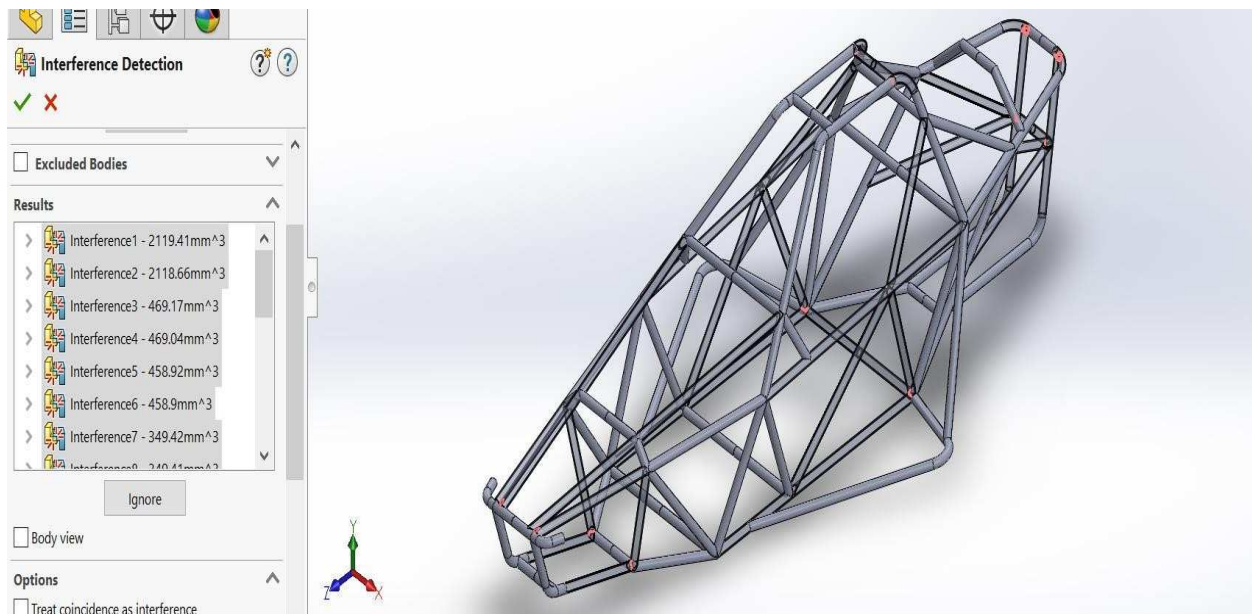


Figure III.9 : Vérification et correction des interférences.

10-Réordonner les points de jonctions : cette étape est mise pour éviter les faux ajustements (Figures III.10 ; Figure III.11).

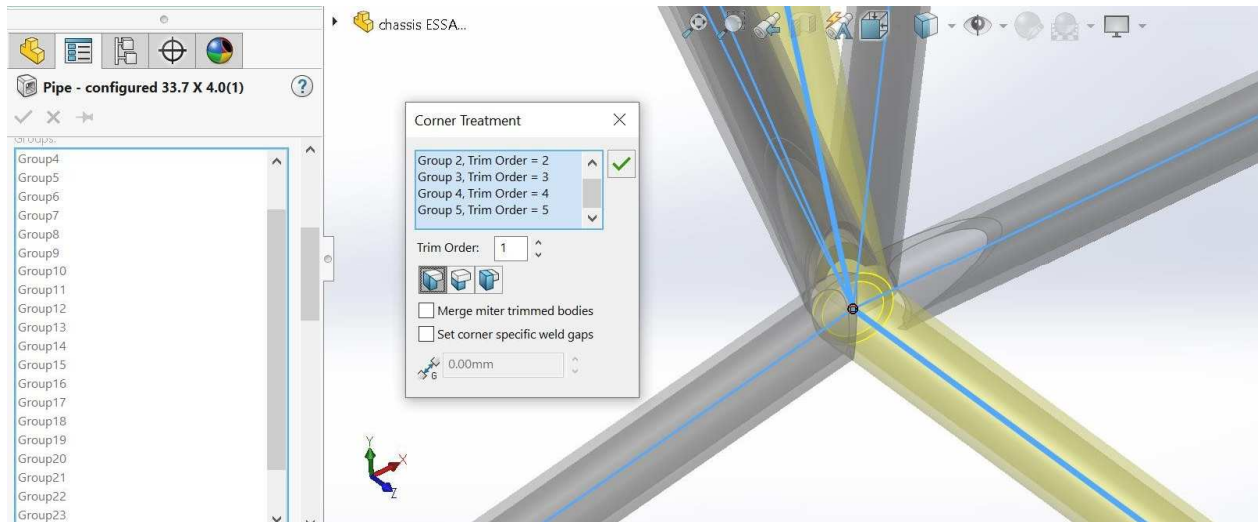


Figure III.10 : Réordonner les points de jonctions.

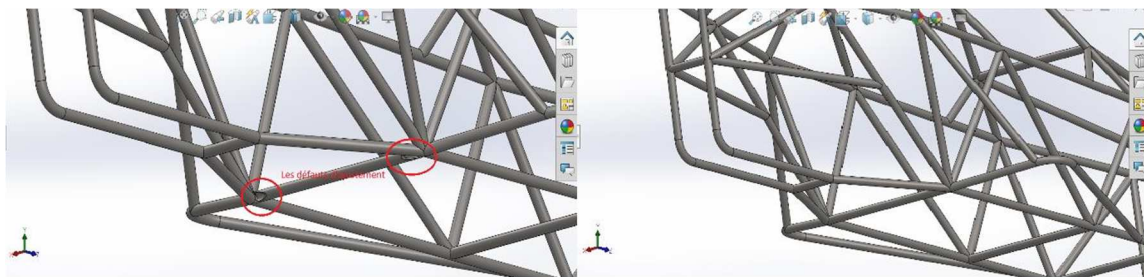


Figure III.11 : les faux ajustements.

III.4 Conclusion

Une fois la conception de notre châssis est terminée, nous allons faire une étude statique pour le calcul des contraintes et des déplacements, suivi du calcul de fréquences propres.

Le chapitre suivant présente cette étude.

Chapitre N°IV

Simulation statique et fréquentielle

IV.1 Introduction

Notre étude consiste à calculer les contraintes, les déplacements ainsi que les fréquences propres de notre châssis. Nous utilisons le logiciel SOLIDWORKS VER2019 base sur la méthode des éléments finis pour ce calcul.

IV.2 Simulation des résultats

Après la conception 3D, 2D et dimensionnement de notre châssis, nous devons nous assurer qu'il fonctionne efficacement dans ses conditions d'utilisation. La simulation numérique offre la possibilité de simuler le comportement d'une pièce avant que cette dernière ne soit existante ce qui nous permet d'économiser des couts énormes.

IV.3 Principe de base de l'analyse

Le logiciel SOLIDWORKS utilise la méthode des éléments finis. Cette méthode est une technique numérique d'analyse de conception. Elle est considérée comme la méthode standard d'analyse, du fait de sa généralité et de sa capacité à être traité par l'informatique. La méthode des éléments finis divise un modèle en un grand nombre de petites entités de formes simples appelées éléments, et remplace ainsi un problème complexe par un ensemble de problèmes simple qui doivent être résolus simultanément. [17]

IV.4 Etude des résultats

L'exécution de l'étude est nécessaire pour avoir la contrainte maximale, déplacement et la déformation de la pièce. A partir de ces résultats, nous pouvons en conclure si celle-ci résiste aux chargements appliqués, sinon nous devons trouver des solutions, ou bien par :

- Un changement de matériau
- Une modification de la structure
- Un ajustement des dimensions ou un renforcement.

Le choix se base sur la comparaison de contrainte maximale qu'elle en résulte de l'étude avec la limite élastique du matériau utilisé. Le champ de contrainte est identifié par une palette de couleur fournie par le logiciel afin de définir leurs emplacements.

IV.5 Simulation statique

Les études statiques calculent les déplacements, les forces de réaction, les déformations, les contraintes et la distribution des coefficients de sécurité. Les matériaux sont endommagés aux emplacements où les contraintes dépassent un certain niveau.

Les études statiques permettent d'éviter la ruine due à des contraintes élevées. Un coefficient de sécurité inférieure à l'unité indique la ruine du matériau. Des coefficients de sécurité élevés dans une zone indiquent des contraintes faibles, vous pouvez alors vraisemblablement réduire les épaisseurs de matière dans ces zones. [17]

- **Unités utilisées**

Tableau IV.5.1: unités utilisées sur Solidworks

Système d'unités:	SI (MKS)
Longueur/Déplacement	mm
Vitesse angulaire	Rad/sec
Pression/Contrainte	N/m ²

IV.5.1 La réponse de la structure des charges appliquées sur les tubes

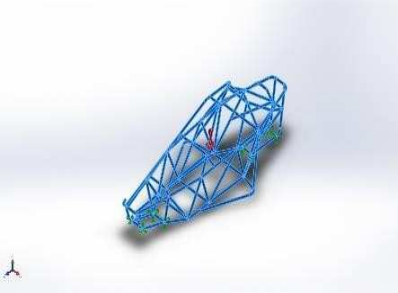
IV.5.1.1 Propriétés de l'étude

Nom d'étude	Châssis simulation statique par tube
Type d'analyse	Statique
Type de maillage	Maillage de poutre
Type de solveur	Solveur direct
Stress Stiffening:	Désactivé(e)
Faible raideur:	Désactivé(e)
Relaxation inertielle:	Désactivé(e)
Options de contact solidaire incompatible	Automatique
Grand déplacement	Désactivé(e)
Vérifier les forces externes	Activé(e)
Dossier de résultats	Document SOLIDWORKS (C:\Users\HP\Desktop\OUR ASSAMBLY)

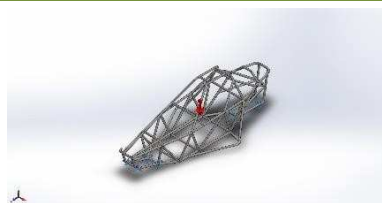
IV.5.1.2 Propriétés du matériau

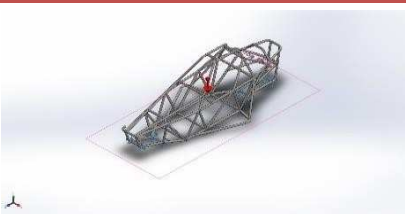
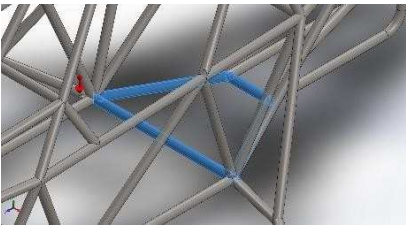
Le matériau utilisé est un acier de construction métallique AISI 1020. Destiné à un usage général avec une limite élastique minimal de 351.571 MPa. Ce choix nous a été imposé du point de vue prix et sa disponibilité sur le marché.

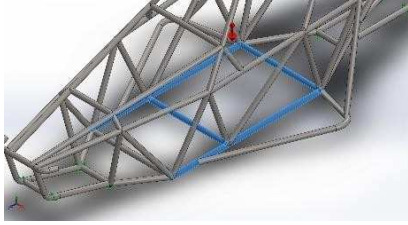
TABLEAU IV.5.1.2.1 : Propriété du matériau du châssis.

Référence du modèle	Propriétés
	<p>Nom: AISI 1020 Type de modèle: Linéaire élastique isotropique Critère de ruine par défaut : Contrainte de von Mises max. Limite d'élasticité: 3,51571e+08 N/m² Limite de traction: 4,20507e+08 N/m² Module d'élasticité: 2e+11 N/m² Coefficient de Poisson: 0,29 Masse volumique: 7 900 kg/m³ Module de cisaillement: 7,7e+10 N/m² Coefficient de dilatation thermique: 1,5e-05 /Kelvin</p>
Données de la courbe: N/A	

IV.5.1.3 Actions extérieures

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixed-1		<p>Entités: 8 Joint(s) Type: Géométrie fixe</p>

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Gravity-1		<p>Référence: Top Plane Valeurs: 0 0 -9,81 Unités: m/s²</p>
Distributed Mass-1		<p>Entités: 4 Poutre (s) Type: Déplacement (transfert direct) Système de coordonnées: Coordonnées cartésiennes globales Translation Valeurs: ---; ---; --- mm Rotation Valeurs: ---; ---; --- deg Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 500 kg</p>

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
		Moment d'inertie: 0;0;0;0;0;0 kg.cm ² Composants transférés: NA
Distributed Mass-2		Entités: 4 Poutre (s) Type: Déplacement (transfert direct) Système de coordonnées: Coordonnées cartésiennes globales Translation Valeurs: ---; ---; --- mm Rotation Valeurs: ---; ---; --- deg Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 150 kg Moment d'inertie: 0;0;0;0;0;0 kg.cm ² Composants transférés: NA

IV.5.1.4 Forces résultantes

- Forces de réaction

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N	0	7 630,22	-0,00012207	7 630,22

- Moments de réaction

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N.m	208,198	10,373	13,9738	208,925

IV.5.1.5 Résultats de l'étude

- Contrainte

La contrainte maximale est observée sur les parties en rouge à l'ordre de 64.84 MPa comparé à la limite élastique du matériau utilisé est de 351.571 MPa donc le châssis résiste très fort au chargement appliqués sur les tubes.

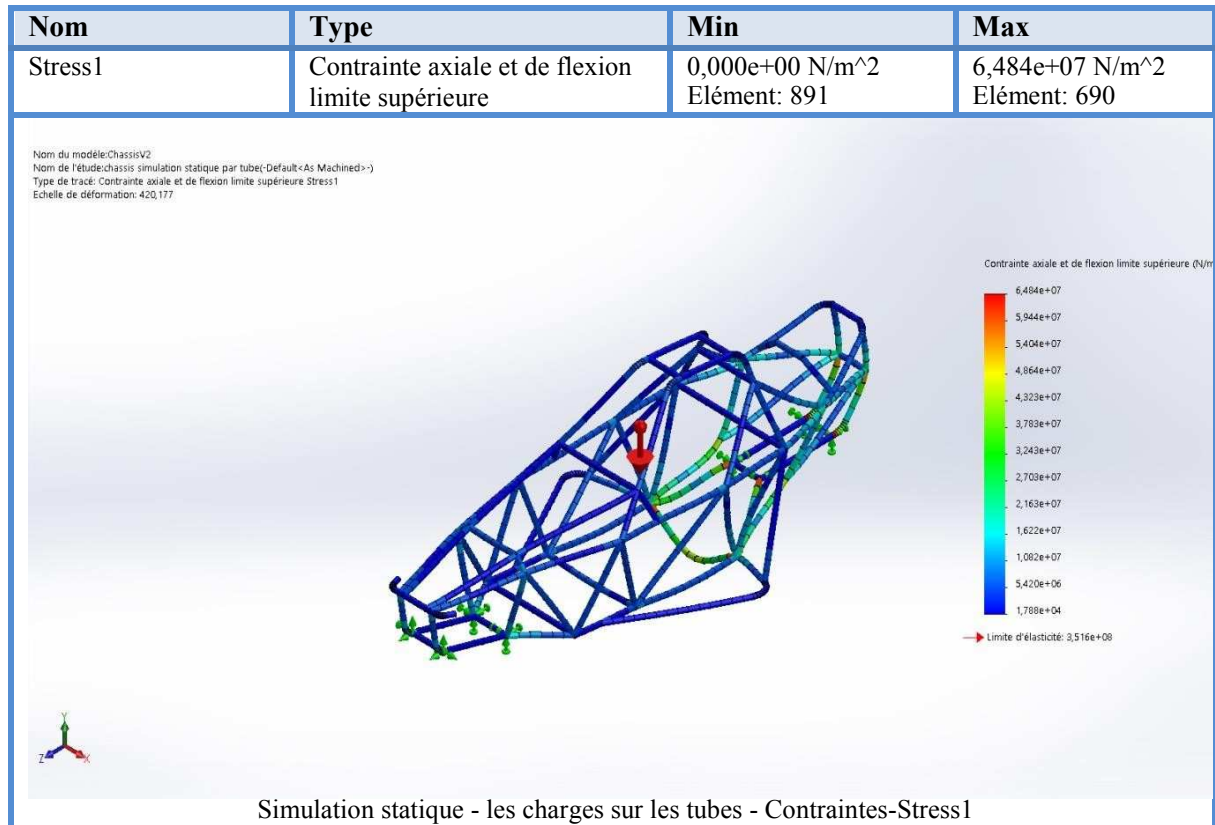


Figure IV.5.1.1 : Résultats des contraintes les charges sur les tubes.

- **Déplacement**

Sous l'effet de l'effort appliqué le déplacement est très faible à l'ordre de 0.7 701mm, alors notre châssis est bien résistant et reste toujours dans le domaine élastique.

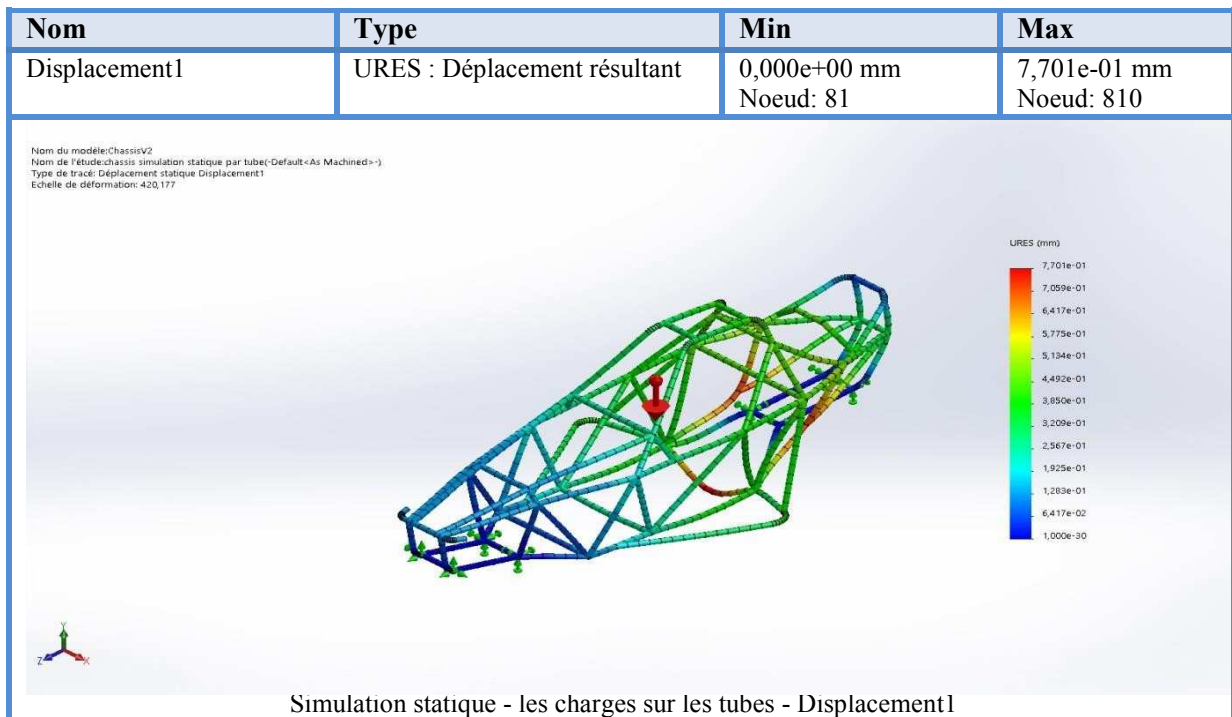


Figure IV.5.1.2: Résultats de déplacement les charges sur les tubes.

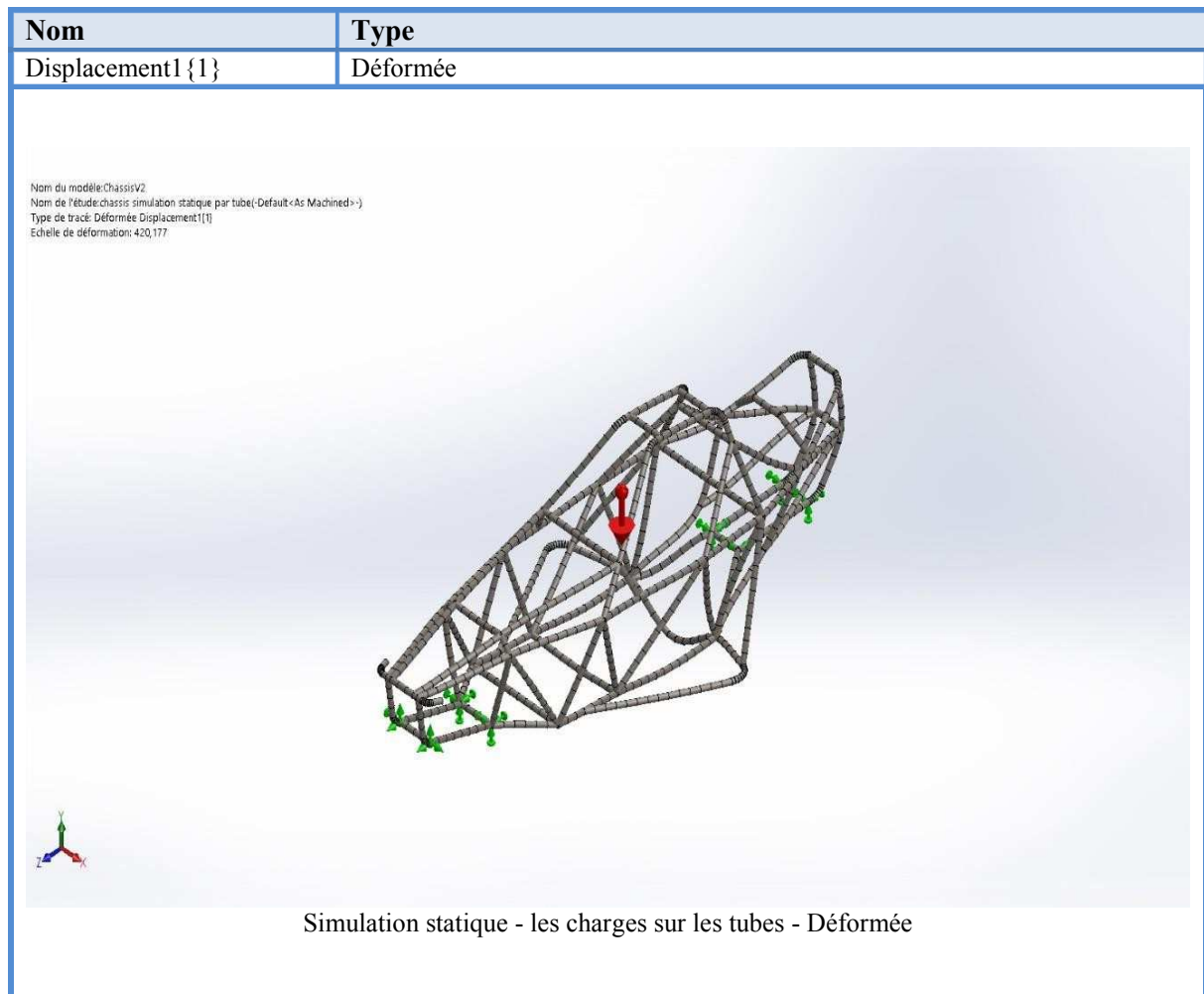


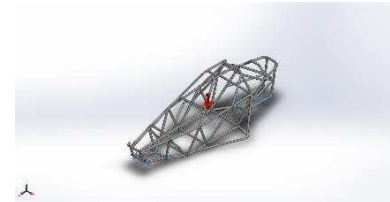
Figure IV.5.1.3: Résultats de déformations les charges sur les tubes.

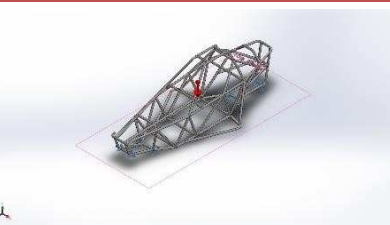
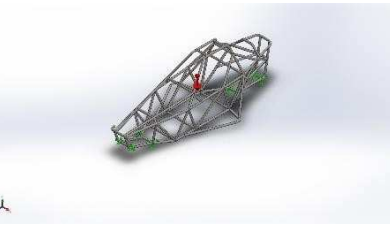
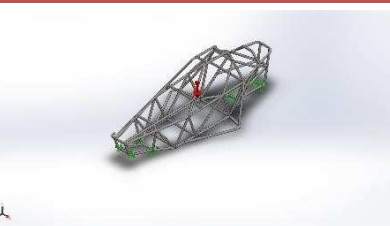
IV.5.2 La réponse de la structure des charges appliquées sur les points de jonctions

IV.5.2.1 Propriétés de l'étude

Nom d'étude	Châssis simulation statique par point
Type d'analyse	Statique
Type de maillage	Maillage de poutre
Type de solveur	Solveur direct
Stress Stiffening:	Désactivé(e)
Faible raideur:	Désactivé(e)
Relaxation inertielle:	Désactivé(e)
Options de contact solidaire incompatible	Automatique
Grand déplacement	Désactivé(e)
Vérifier les forces externes	Activé(e)

IV.5.2.2 Actions extérieures

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixed-1		<p>Entités: 8 Joint(s) Type: Géométrie fixe</p>

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Gravity-1		<p>Référence: Top Plane Valeurs: 0 0 -9,81 Unités: m/s²</p>
Distributed Mass-1		<p>Type: Déplacement (transfert direct) Système de coordonnées: Coordonnées cartésiennes globales Translation Valeurs: ---; ---; --- mm Rotation Valeurs: ---; ---; --- deg Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 500 kg Moment d'inertie: 0;0;0;0;0 kg.cm² Composants transférés: NA</p>
Distributed Mass-2		<p>Type: Déplacement (transfert direct) Système de coordonnées: Coordonnées cartésiennes globales Translation Valeurs: ---; ---; --- mm Rotation Valeurs: ---; ---; --- deg Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 150 kg Moment d'inertie: 0;0;0;0;0 kg.cm² Composants transférés: NA</p>

IV.5.2.3 Forces résultantes

- Forces de réaction

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N	-0,00012207	6 112,6	0	6 112,6

- Moments de réaction

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N.m	300,314	1,71326	-2,9653	300,334

IV.5.2.4 Résultats de l'étude

- Contrainte

La contrainte maximale est observée sur les parties en rouge à l'ordre de 64.31 MPa comparé à la limite élastique du matériau utilisé est de 351.571 MPa donc le châssis résiste très fort au chargement appliqués sur les points.

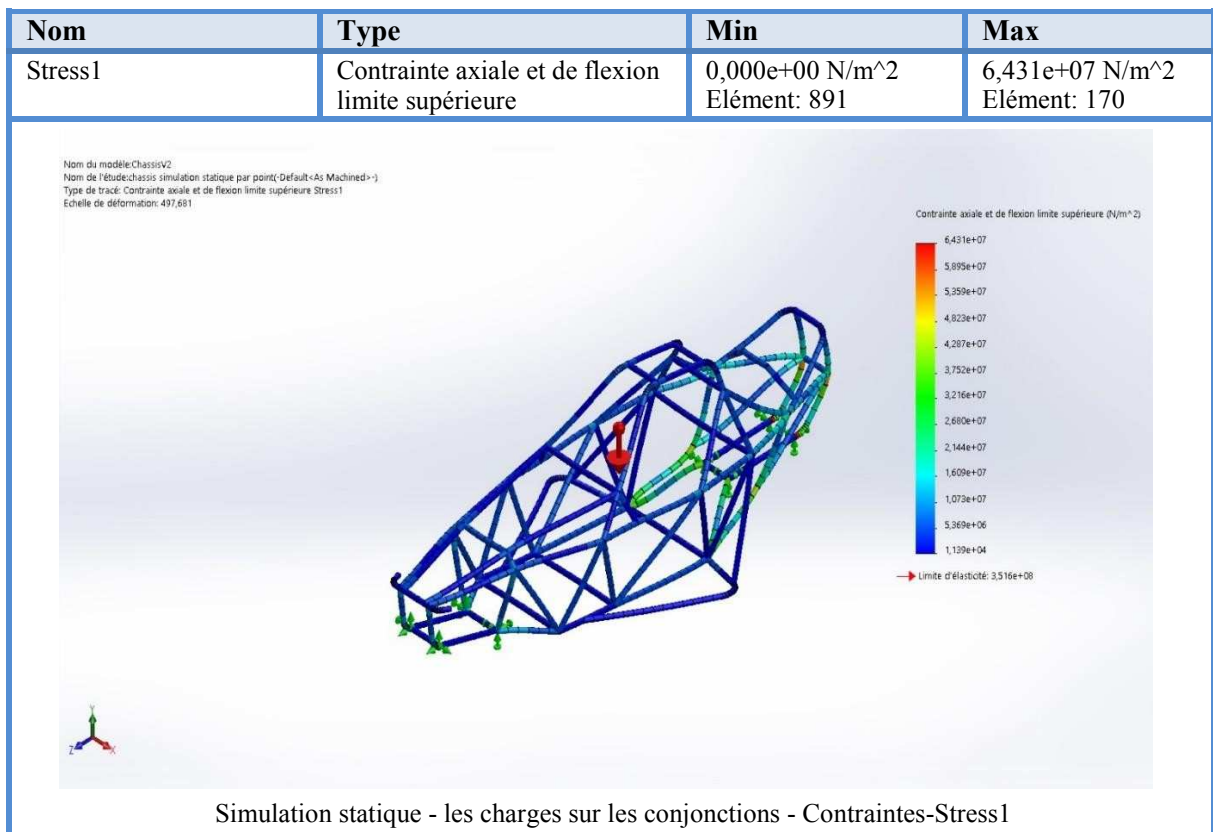


Figure IV.5.2.1: Résultats de contrainte les charges sur les conjonctions.

- Déplacement

Le déplacement maximum de cette structure est de 0.7074mm, aussi faible. Alors notre châssis est bien résistant et reste toujours dans le domaine élastique.

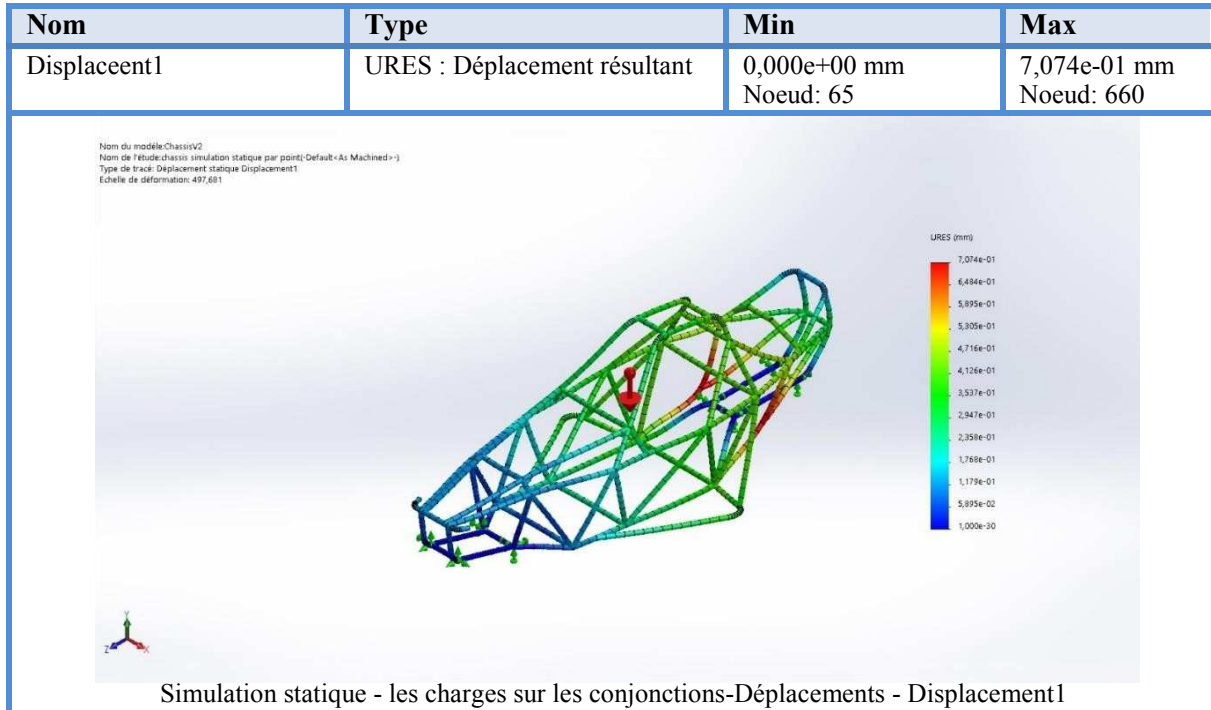


Figure IV.5.2.2: Résultats de déplacement les charges sur les conjonctions.

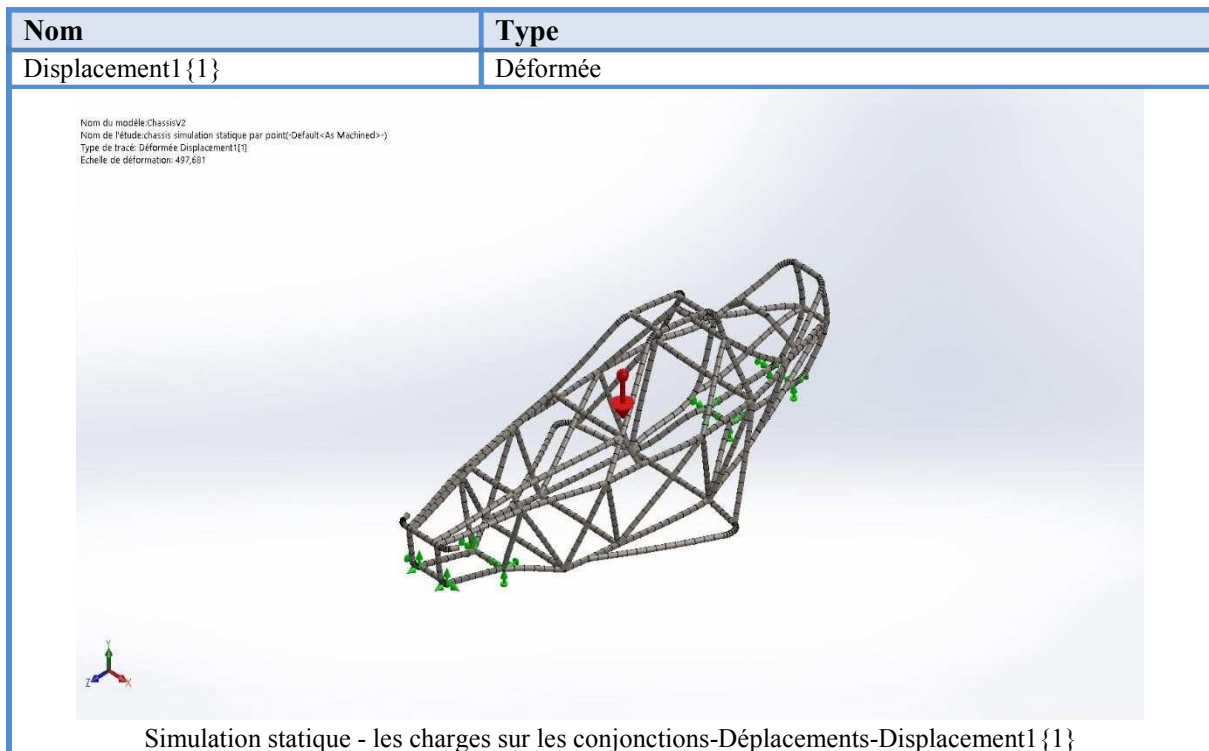


Figure IV.5.2.3: Résultats de déplacement les charges sur les conjonctions type déformée.

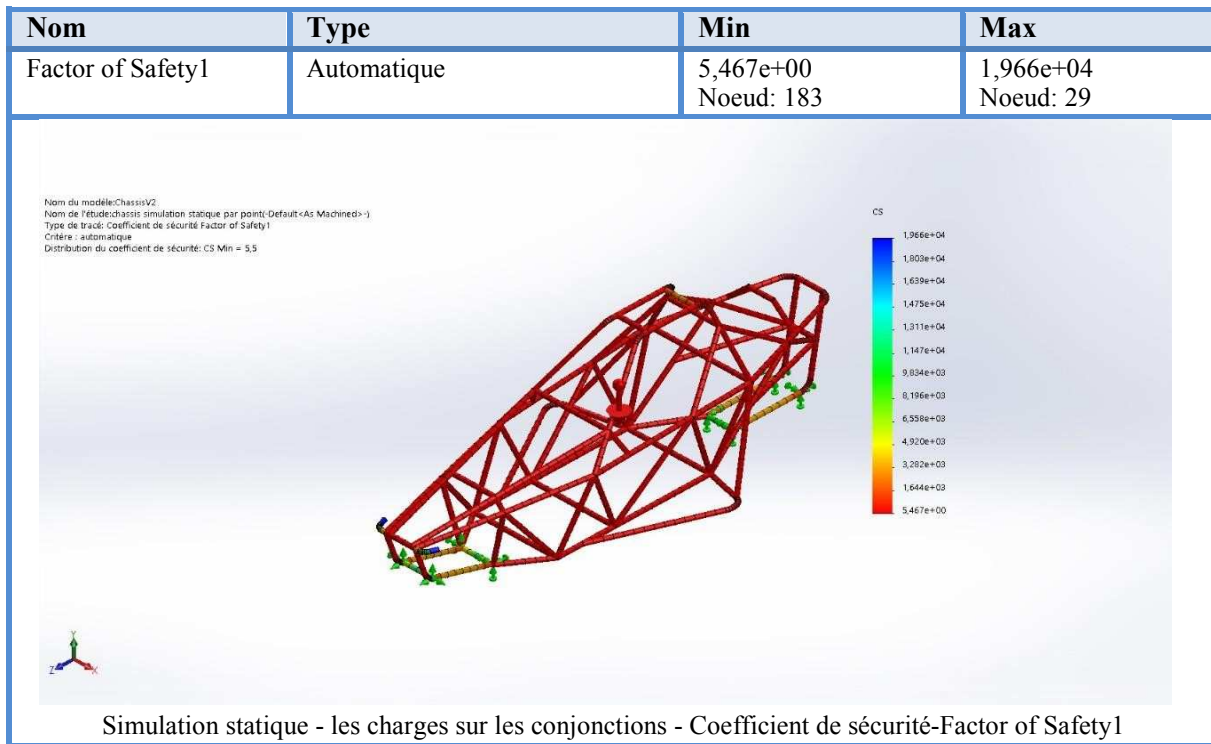


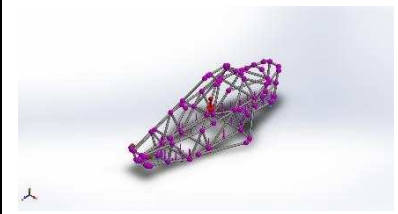
Figure IV.5.2.4: Simulation statique -coefficient de sécurité Min= 5.5 .

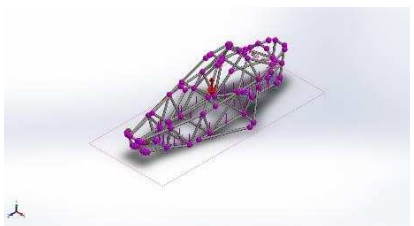
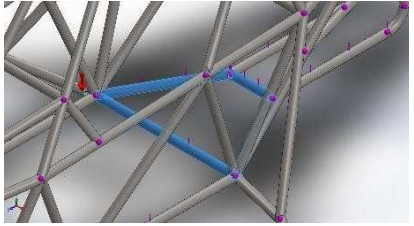
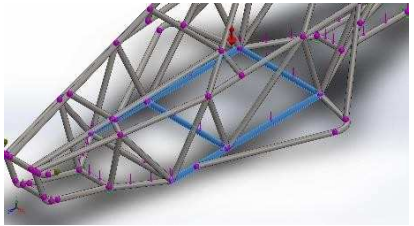
IV.5.3 Les charges sur les tubes plus une force répartie sur le soubassement 3000N

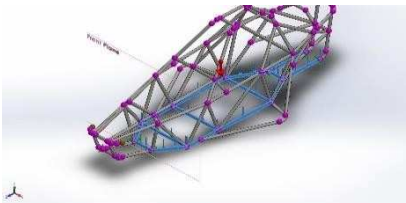
IV.5.3.1 Propriétés de l'étude

Nom d'étude	châssis tubulaire - les charges sur les tube plus une force répartie sur le soubassement 3000N
Type d'analyse	Statique
Type de maillage	Maillage de poutre
Type de solveur	Solveur direct
Stress Stiffening:	Désactivé(e)
Faible raideur:	Désactivé(e)
Relaxation inertielle:	Désactivé(e)
Options de contact solidaire incompatible	Automatique
Grand déplacement	Désactivé(e)
Vérifier les forces externes	Activé(e)
Dossier de résultats	Document SOLIDWORKS C:\Users\HP\simulation buggy\simulation statique buggy\ChassisV2.SLDPRT

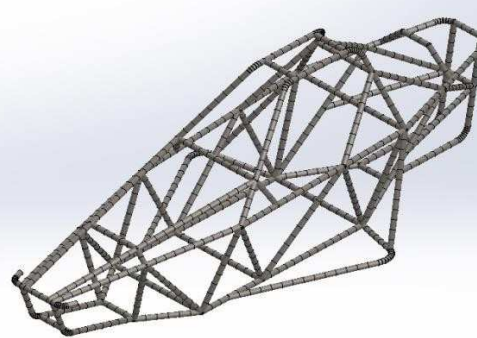
IV.5.3.2 Actions extérieures

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixed-1		<p>Entités: 8 Joint(s) Type: Géométrie fixe</p>

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Gravity-1		<p>Référence: Top Plane Valeurs: 0 0 -9,81 Unités: m/s²</p>
Distributed Mass-1		<p>Entités: 4 Poutre (s) Type: Déplacement (transfert direct) Système de coordonnées: Coordonnées cartésiennes globales Translation Valeurs: ---; ---; --- mm Rotation Valeurs: ---; ---; --- deg Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 500 kg Moment d'inertie: 0;0;0;0;0 kg.cm² Composants transférés: NA</p>
Distributed Mass-2		<p>Entités: 4 Poutre (s) Type: Déplacement (transfert direct) Système de coordonnées: Coordonnées cartésiennes globales Translation Valeurs: ---; ---; --- mm Rotation Valeurs: ---; ---; --- deg Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 150 kg Moment d'inertie: 0;0;0;0;0 kg.cm² Composants transférés: NA</p>

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		Entités: 1 plan(s), 13 Poutre (s) Référence: Front Plane Type: Force Valeurs: ---; -3 000; --- N Moments: ---; ---; --- N.m

• Informations sur le maillage – Détails

Type de maillage	Maillage de poutre
Nombre total de noeuds	1047
Nombre total d'éléments	903
Durée de création du maillage (hh:mm:ss):	00:00:07
Nom de l'ordinateur:	
<p>Nom du modèle:ChassisV2 Nom de l'étude:chassis tubulaire - les charges sur les tube plus une force repartie sur le soubassement 3000N(-Default<As> Machined<-> Type de maillage:</p> 	

IV.5.3.3 Forces résultantes

• Forces de réaction

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N	0	46 630,2	0	46 630,2

- Moments de réaction

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N.m	900,363	40,5802	94,8223	906,251

IV.5.3.4 Résultats de l'étude

- Contrainte

La flèche est soumise à un effort de l'ordre de 3000 N sur les tubes, il est remarquable que les zones les plus sollicitées (en rouge) sont de l'ordre de 207.8 MPa vu que la limite d'élasticité du matériau est de (351.571 MPa), le matériau va travailler dans le domaine élastique, donc nous allons vérifier que le châssis résiste.

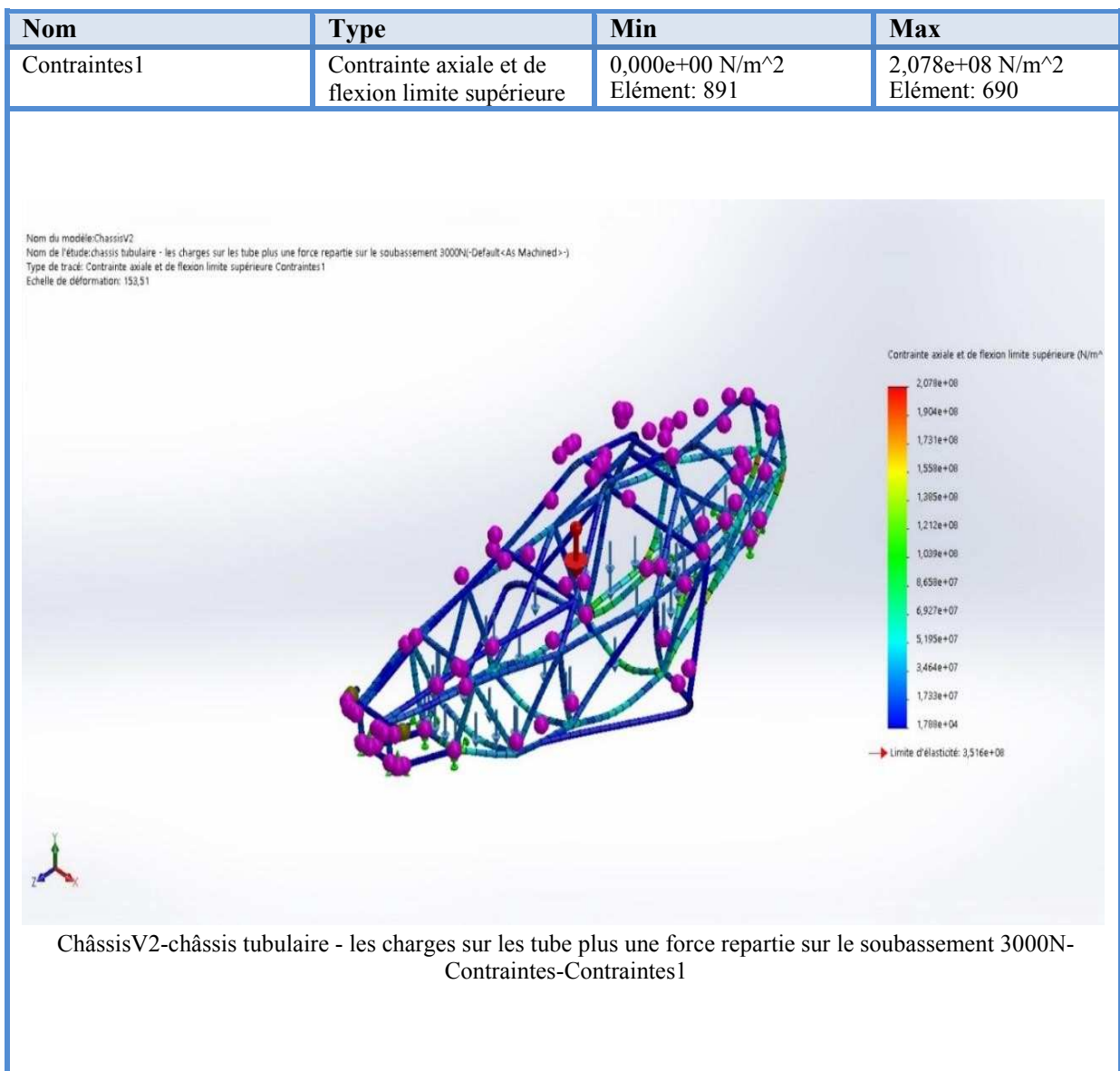


Figure IV.5.3.1: Résultats de contrainte les charges sur les tubes plus une force 3000 N.

- Déplacement

Cette figure présente un déplacement maximum engendré par un chargement de 3000 N de 2.301 mm.

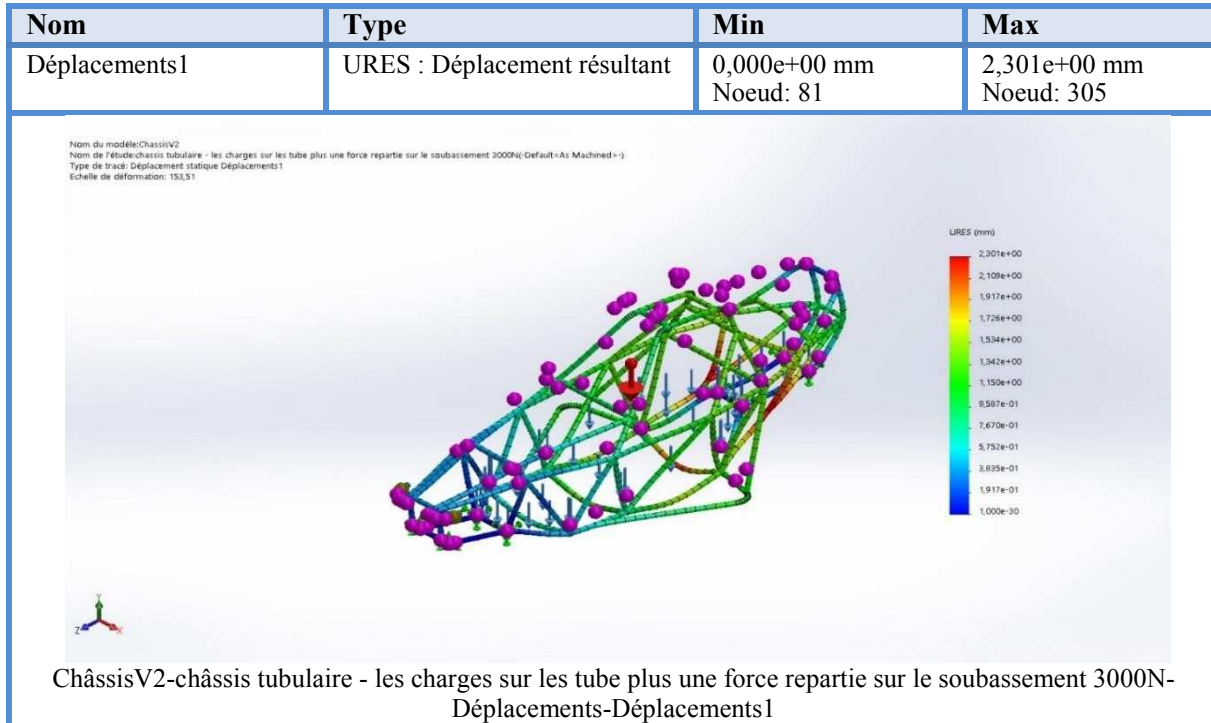


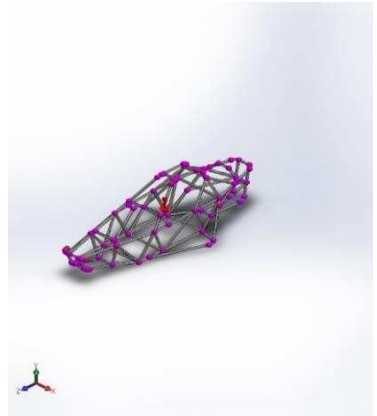
Figure IV.5.3.2: Résultats de déplacement les charges sur les tubes plus une force 3000N.

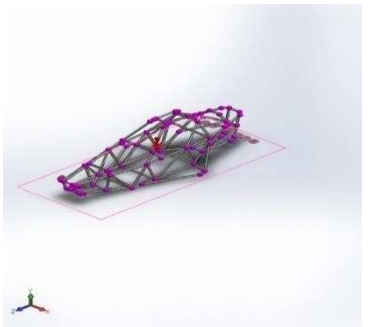
IV.5.4 Simulation statique des charges sur les points plus force 3000N

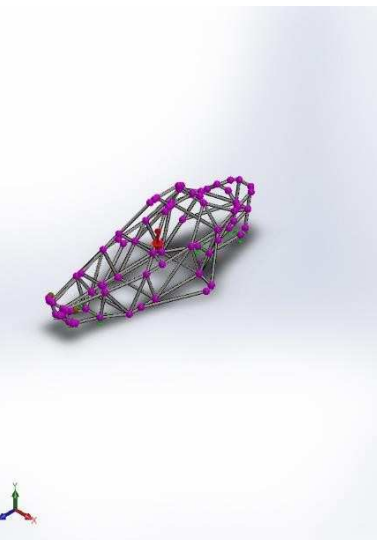
IV.5.4.1 Propriétés de l'étude

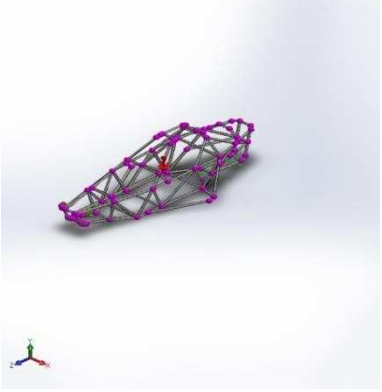
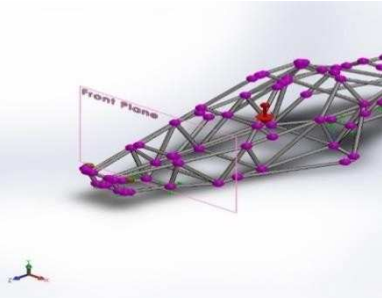
Nom d'étude	Châssis tubulaire - simulation statique des charges sur les points plus force 3000N
Type d'analyse	Statique
Type de maillage	Maillage de poutre
Type de solveur	Solveur direct
Stress Stiffening:	Désactivé(e)
Faible raideur:	Désactivé(e)
Relaxation inertielle:	Désactivé(e)
Options de contact solidaire incompatible	Automatique
Grand déplacement	Désactivé(e)
Vérifier les forces externes	Activé(e)
Dossier de résultats	Document SOLIDWORKS C:\Users\HP\simulation buggy\simulation statique buggy\ChâssisV2.SLDPRT

IV.5.4.2 Actions extérieures

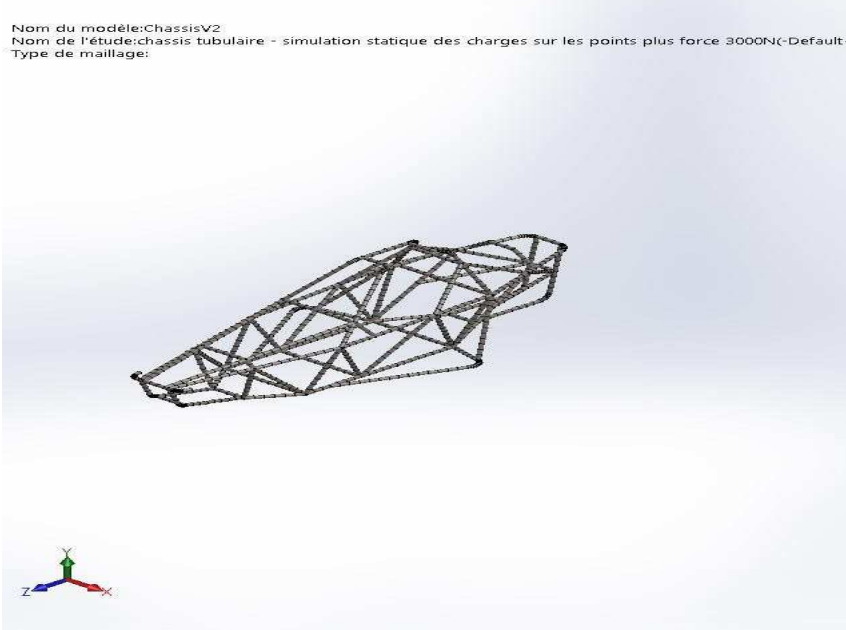
Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixed-1		<p>Entités: 8 Joint(s) Type: Géométrie fixe</p>

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Gravity-1		<p>Référence: Top Plane Valeurs: 0 0 -9,81 Unités: m/s²</p>

		<p>Type: Déplacement (transfert direct) Système de coordonnées: Coordonnées cartésiennes globales Translation Valeurs: ---; ---; --- mm Rotation Valeurs: ---; ---; --- deg Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 500 kg Moment d'inertie: 0;0;0;0;0;0 kg.cm² Composants transférés: NA</p>
--	---	--

<p>Distributed Mass-2</p>		<p>Type: Déplacement (transfert direct) Système de coordonnées: Coordonnées cartésiennes globales Translation Valeurs: ---; ---; --- mm Rotation Valeurs: ---; ---; --- deg Coordonnées de référence: 0 0 0 mm Masse à distance: 150 kg Moment d'inertie: 0;0;0;0;0 kg.cm² Composants transférés: NA</p>
<p>Force-1</p>		<p>Entités: 1 plan(s), 2 Connexion(s) Référence: Front Plane Type: Force Valeurs: ---; -3 000; --- N Moments: ---; ---; --- N.m</p>

• Informations sur le maillage – Détails

<p>Type de maillage</p>	<p>Maillage de poutre</p>
<p>Nombre total de noeuds</p>	<p>1043</p>
<p>Nombre total d'éléments</p>	<p>903</p>
<p>Durée de création du maillage (hh:mm:ss):</p>	<p>00:00:07</p>
<p>Nom de l'ordinateur:</p>	
<p>Nom du modèle:ChassisV2 Nom de l'étude:chassis tubulaire - simulation statique des charges sur les points plus force 3000N(-Default-) Type de maillage:</p> 	

IV.5.4.3 Forces résultantes

- Forces de réaction

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N	0,000244141	12 112,6	0,000244141	12 112,6

- Moments de réaction

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N.m	630,9	3,57296	-6,33163	630,942

IV.5.4.4 Résultats de l'étude

- Contrainte

La flèche est soumise à un effort de l'ordre de 3000 N sur les points, il est remarquable que les zones les plus sollicitées sont de l'ordre de 135.5 MPa vu que la limite d'élasticité du matériau et de (351.571 MPa), le matériau va travailler dans le domaine élastique, donc nous allons vérifier que le châssis résiste.

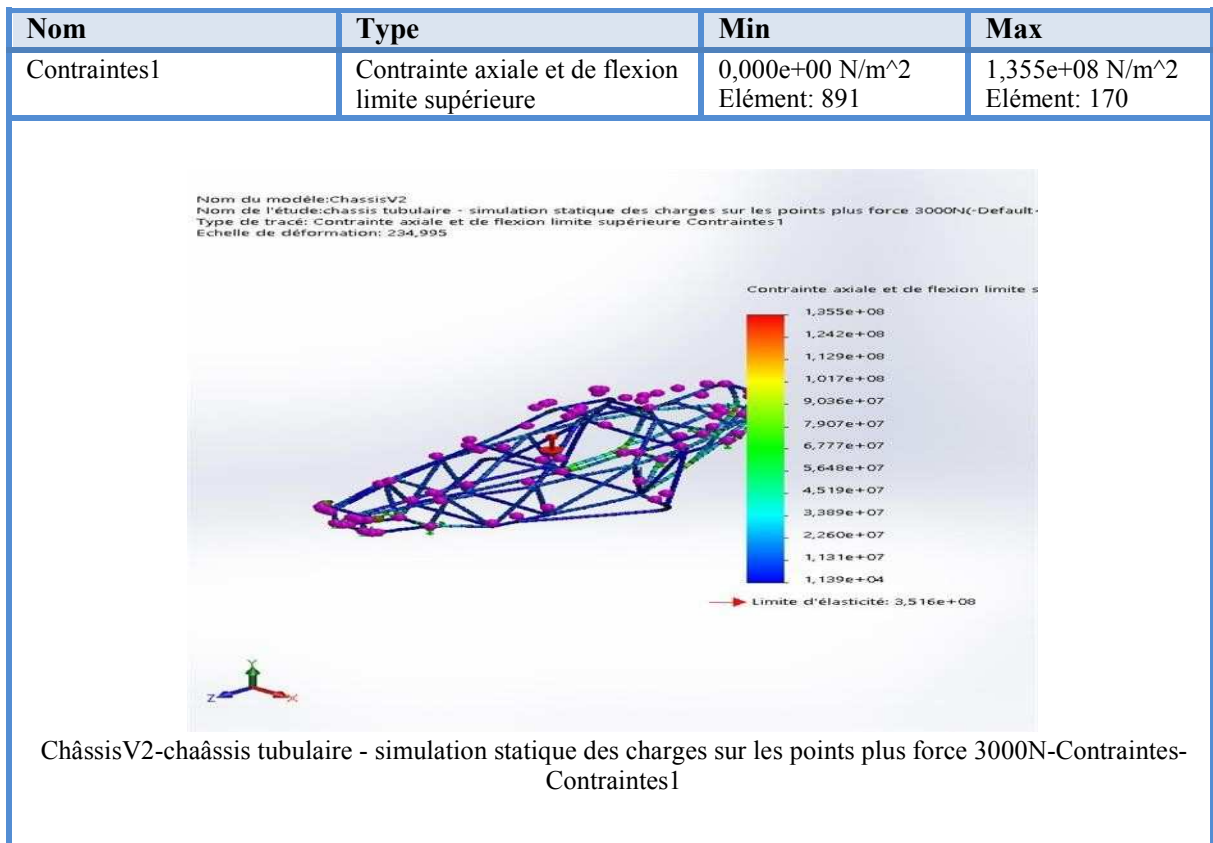


Figure IV.5.4.1: Résultats de contrainte les charges sur les points plus une force 3000 N.

- Déplacement

Cette figure présente un déplacement maximum engendré par un chargement de 3000 N de 1.498 mm.

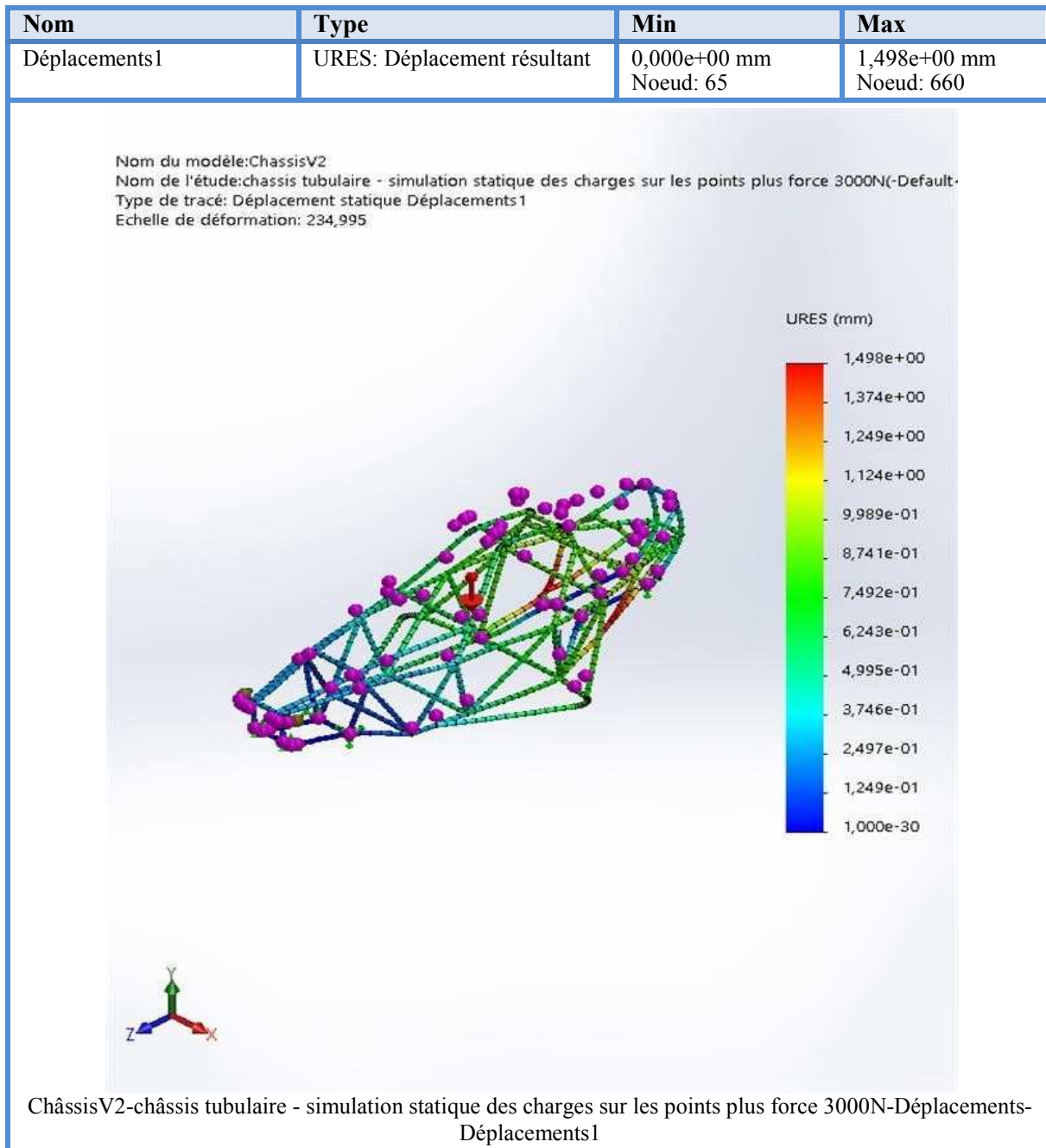


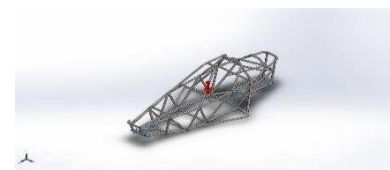
Figure IV.5.4.2: Résultats de déplacement les charges sur les points plus une force 3000N.

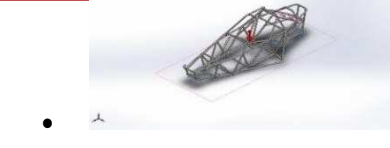
VI.6 Simulation Fréquentielle

IV.6.1 Propriétés de l'étude

Nom d'étude	Frequency 1
Type d'analyse	Fréquence
Type de maillage	Maillage de poutre
Nombre de fréquences	5
Type de solveur	Solveur direct
Faible raideur:	Désactivé(e)
Options de contact solidaire incompatible	Automatique
Option thermique	Inclure des chargements thermiques
Température de déformation nulle	298 Kelvin
Inclure la pression du fluide calculée par SOLIDWORKS Flow Simulation	Désactivé(e)
Dossier de résultats	Document SOLIDWORKS (C:\Users\HP\Desktop\OUR ASSAMBLY)

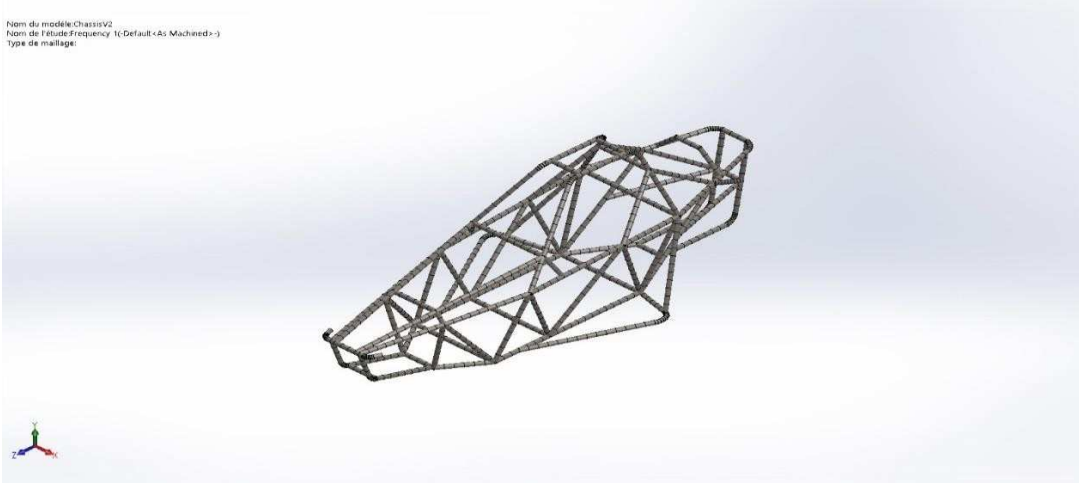
IV.6.2 Actions extérieures

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixed-1		<p>Entités: 8 Joint(s) Type: Géométrie fixe</p>

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
<ul style="list-style-type: none"> Gravit y-1 		<ul style="list-style-type: none"> Référence: Top Plane Valeurs: 0 0 -9,81 Unités: m/s²

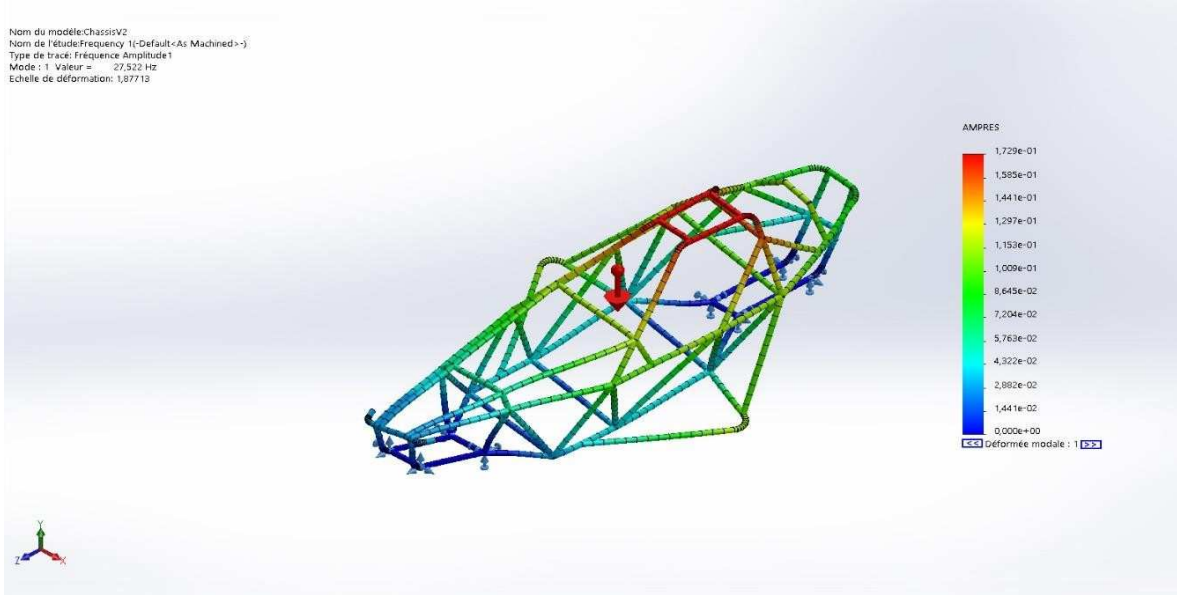
• Informations sur le maillage – Détails

Type de maillage	Maillage de poutre
Nombre total de noeuds	1043
Nombre total d'éléments	903
Durée de création du maillage (hh:mm:ss):	00:00:07
Nom de l'ordinateur:	



IV.6.3 Résultats de l'étude

Nom	Type	Min	Max
Amplitude1	AMPRES : amplitude résultante Tracé pour la déformée modale : 1 (Valeur = 27,5219 Hz)	0,000e+00 Noeud: 65	1,729e-01 Noeud: 305



Châssis tubulaire simulation -Frequency 1-Amplitude-Amplitude1

Figure IV.6.1: Résultats de fréquence -amplitude1.

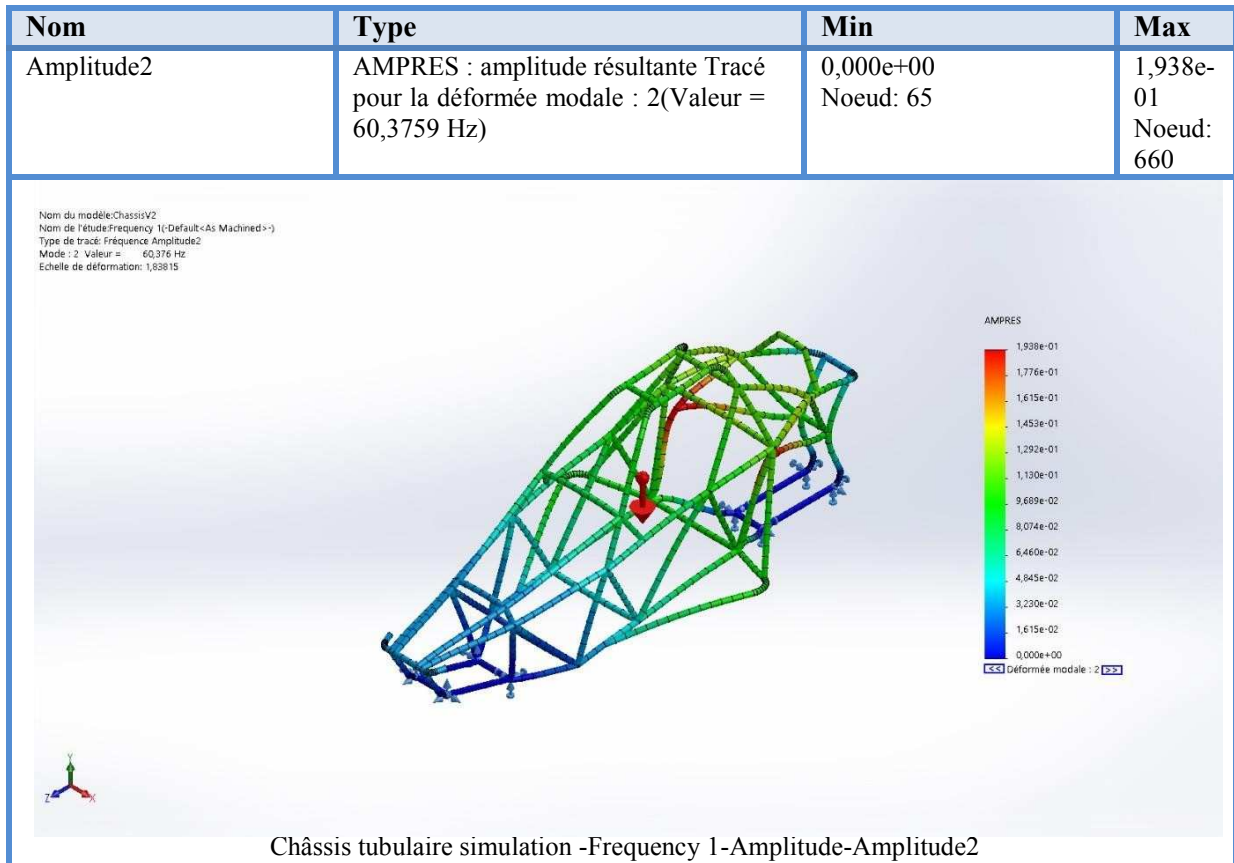


Figure IV.6.2: Résultats de fréquence -amplitude2.

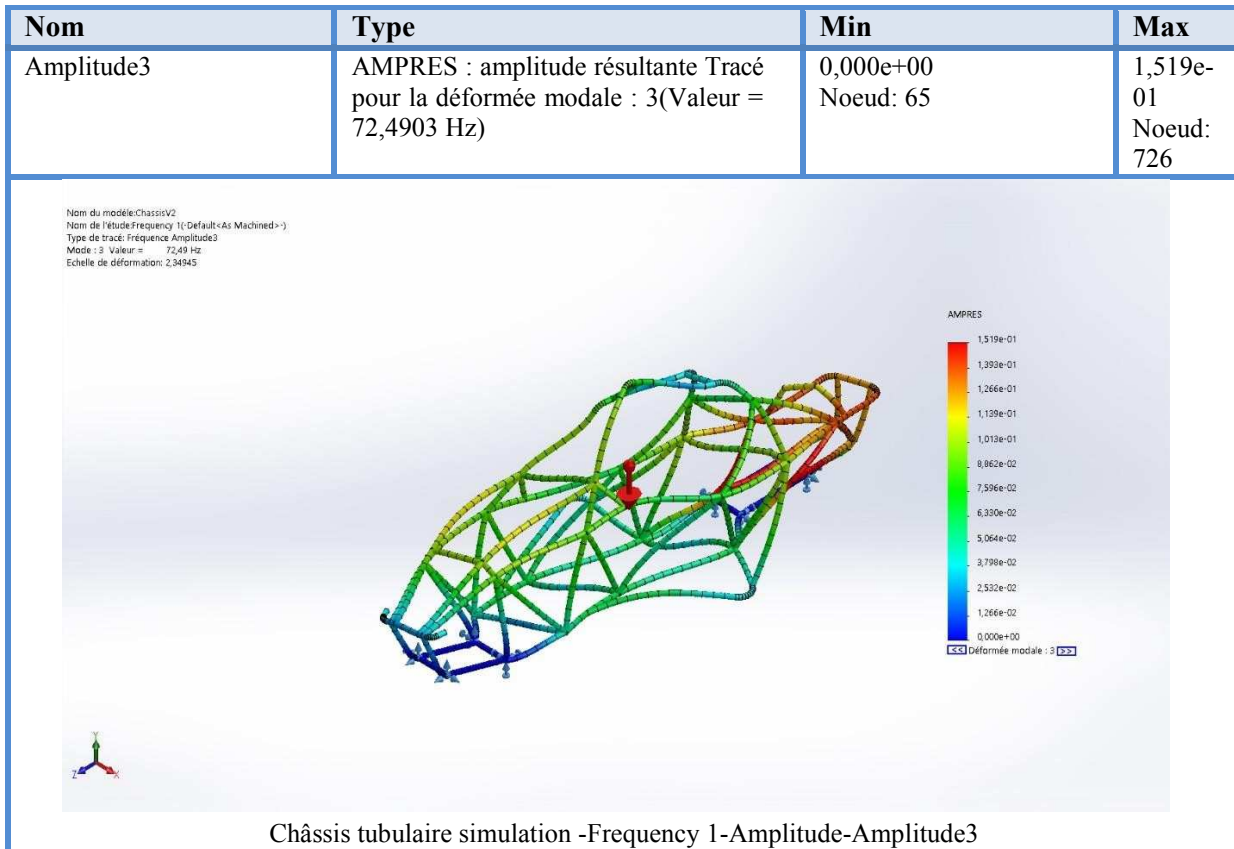


Figure IV.6.3: Résultats de fréquence -amplitude3.

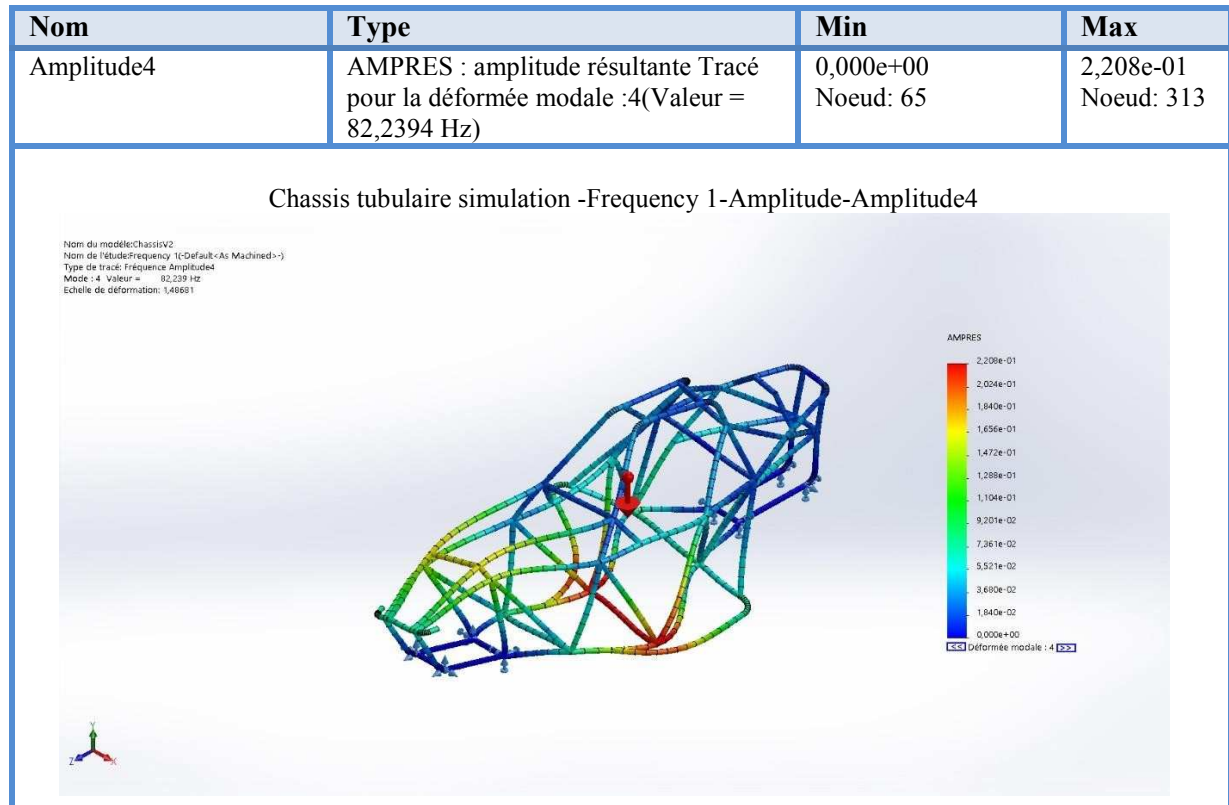


Figure IV.6.4: Résultats de fréquence -amplitude4.

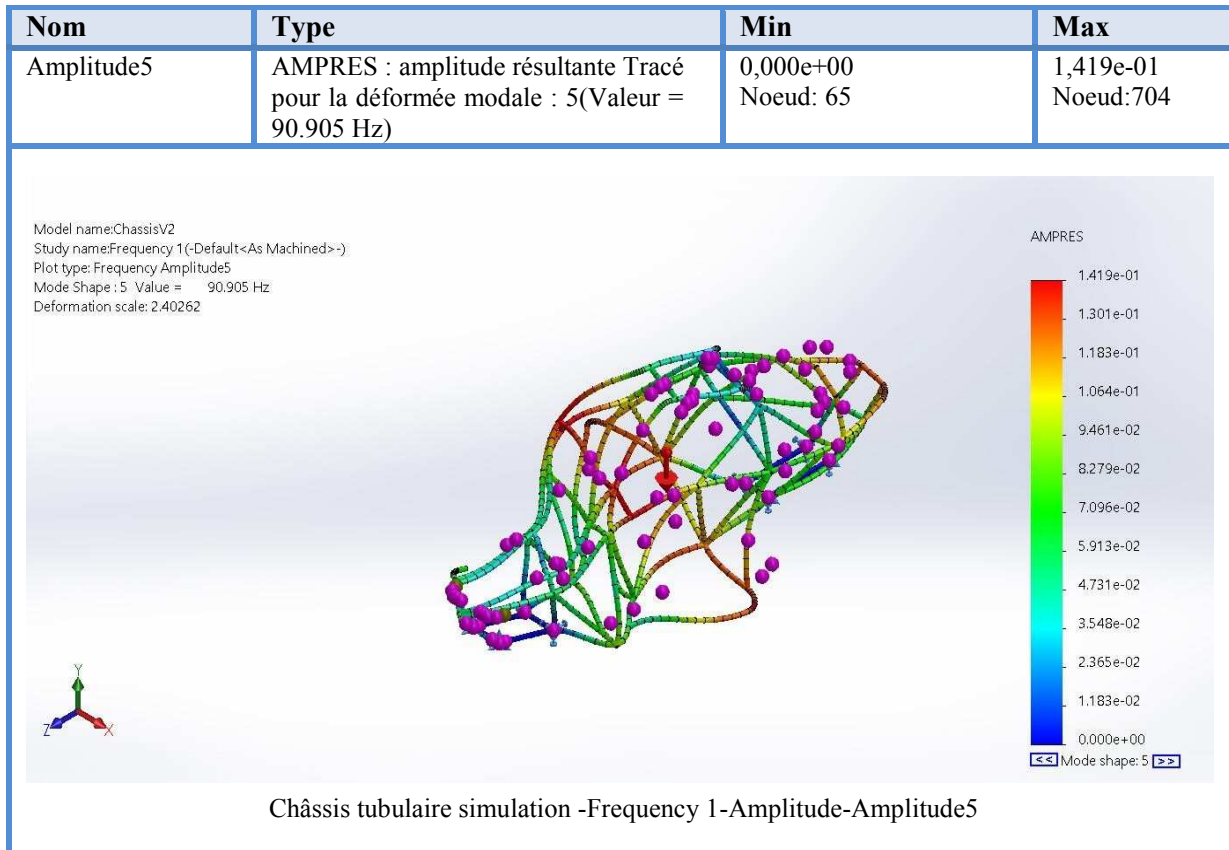


Figure IV.6.5: Résultats de fréquence -amplitude5.

Tableau IV.6.1 : Liste des modes

Fréquence No	Rad/sec	Hertz	Secondes
1	172,93	27,522	0,036335
2	379,35	60,376	0,016563
3	455,47	72,49	0,013795
4	516,73	82,239	0,01216
5	571,17	90,905	0,011

Tableau IV.6.2 : Participation massique (normalisée)

Mode No	Fréquence (Hertz)	Direction X	Direction Y	Direction Z
1	27,522	0,46346	2,27e-07	1,943e-09
2	60,376	8,3915e-08	0,54228	0,094663
3	72,49	0,026614	1,1462e-08	2,8346e-07
4	82,239	2,9192e-06	9,6265e-08	3,9856e-08
5	90,905	0,0698	2,2152e-08	8,1031e-08
		Somme X = 0,55988	Somme Y = 0,54228	Somme Z = 0,094663

IV.7. Tableau comparatif

Tableau IV.7.1 : tableau comparatif avec les propriétés du matériau

Contraintes Max				Contrainte d'élasticité
Max 1	Max 2	Max 3	Max 4	
6.484e+07N/m ²	6.431e+08N/m ²	2.078e+08N/m ²	1.355e+08N/m ²	3.51571 e+08N/m ²

IV.8 Conclusion

Après toute cette étude de simulation numérique, on a constaté que notre châssis est bien résistant et reste toujours dans le domaine élastique. Ce qui est le but de notre étude.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Ce travail nous a permis d'utiliser et d'appliquer un logiciel d'actualité (SOLIDWORKS 2019) pour la conception 3D et 2D, ainsi que la simulation du mécanisme.

Dans la première partie du premier chapitre, nous avons vu des différents types de châssis et leurs caractéristiques, afin de choisir le modèle qui répond à nos critères.

La deuxième partie nous a permis de voir une étude sur le châssis tubulaire d'un BUGGY avec la méthode et les outils de fabrication.

La troisième partie nous a permis de faire la conception du châssis qui fait l'objet de notre projet, ce dernier est composé, d'un ensemble de tubes soudés entre eux.

La quatrième partie nous a permis la simulation du système (châssis tubulaire d'un BUGGY) pour le calcul des contraintes et des déplacements, suivi du calcul de fréquences propres.

Nous avons pu grâce à cette conception mettre en pratique les différents modules acquis durant notre parcours universitaire et élargir notre maîtrise et nos connaissances dans ce domaine.

Les références bibliographiques

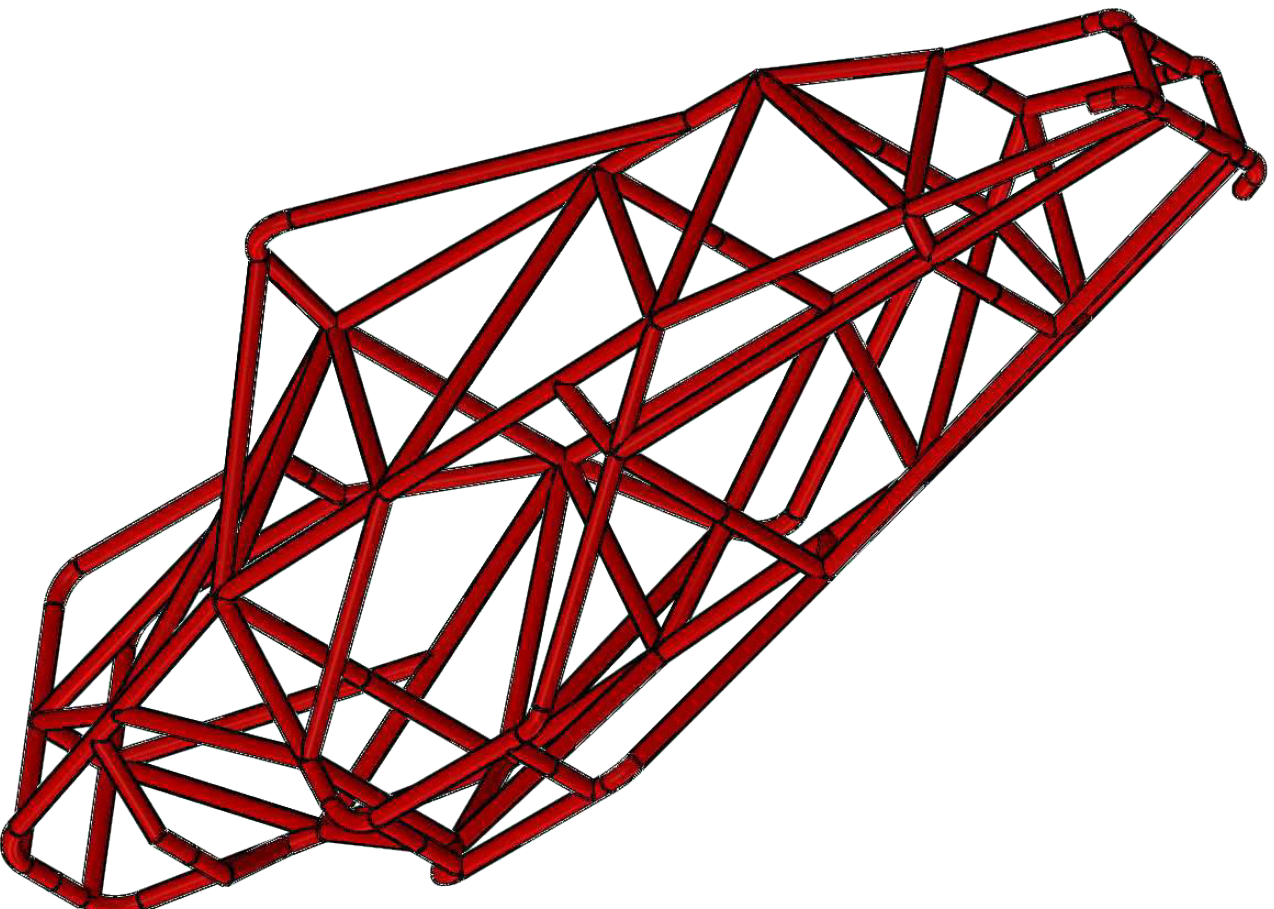
Références bibliographiques

- [1]: R.K. Rajput, A textbook of automobile engineering, Laxmi publications, 2007.
- [2]: www.Fiches-auto.fr/articles-auto/fonctionnement-d-une-auto/s-1699-les-tupes-de-chassis.php publiée le : 20/08/2016.
- [3]: L'utilisation du carbone et des composites dans la réalisation de châssis de voitures de course par : DELANNOY (Marc) et DEMARLE (Benoît) école des mines de DOUAI promotion 2009 année scolaire 2005-2006.
- [4]: Elaboration des tubes en acier / Caractéristiques des tubes/ Assemblage des tubes/ par : conan des garch Publiée le : 29/03/2010. www.rocdacier.com.
- [5]: Fonds de Formation professionnelle de la Construction (ffc), Bruxelles, 2008. Rue Royale 45 – B-1000 Bruxelles Website: www.laconstruction.be - E-mail: info@fvbffc.be.
- [6] : le feuillard technique publier par CQRDA centre québécois de recherche et de développement de l'aluminium (des idées en transformation).
- [7] : technique de façonnage version 001-2012 réaliser un cintre à épousement-cintreuse hydraulique.
- [8] : Cours sur le cintrage de tubes / Cours technologie Par: Rocardier . Publiée le : 29/03/2010 [consulter le 10/12/2016]. www.rocdacier.com.
- [9] : Thaon I, Guillemain M, Gonzalez M, Cantineau A. Risques toxiques et pathologies professionnelles liés au soudage métallique. Encycl. Méd. Chir. (Editions Scientifiques et médicales Elsevier SAS), 2001.
- [10] : Mémoire de fin d'étude, conception et réalisation d'un système de changement de vitesse pour un vélo de ville réalisé par : Mr : ALLOUL Azeddine et Me : Melle ARRABE Mazigha promotion 2016.
- [11] : cours de l'ouvrage "Technologie du soudage" par Jean MATON, Soudage oxyacétylénique - Chalumeau - OA – 311 (Publiée le : 28/05/2014). www.rocdacier.com
- [12] : Inspectorat de l'association suisse Pour la technique du soudage (ASS) St. Alban-Rheinweg 222 4052 Bâle Référence SBA128.f/www.svsxass.ch ou www.svs.ch.
- [13] : Les fiches conseils : La soudure au gaz. La soudure à l'arc. www.mr-bricolage.fr.
- [14] : S.Bensaada élaboration des métaux ferreux (fontes et aciers).
- [15] : Thierry BAFFIE Ingénieur de Recherche, CEA Grenoble Université Claude Bernard, Lyon 1 Séminaire « Brasage » 13 et 15/03/06.
- [16] : www.rocdacier.com cours sur le soudo-brasage ! Procédé 971 ! Cours technologie Par:

Les références bibliographies

SAMI Publiée le : 18/02/2011 cours de Christophe SAM sur LE SOUDO-BRASAGE AUX GAZ (971).

[17] : SOLIDWORKS version 2014 premium, help.



UNIVERSITE Saad Dahleb Blida

ECHELLE: 1.15

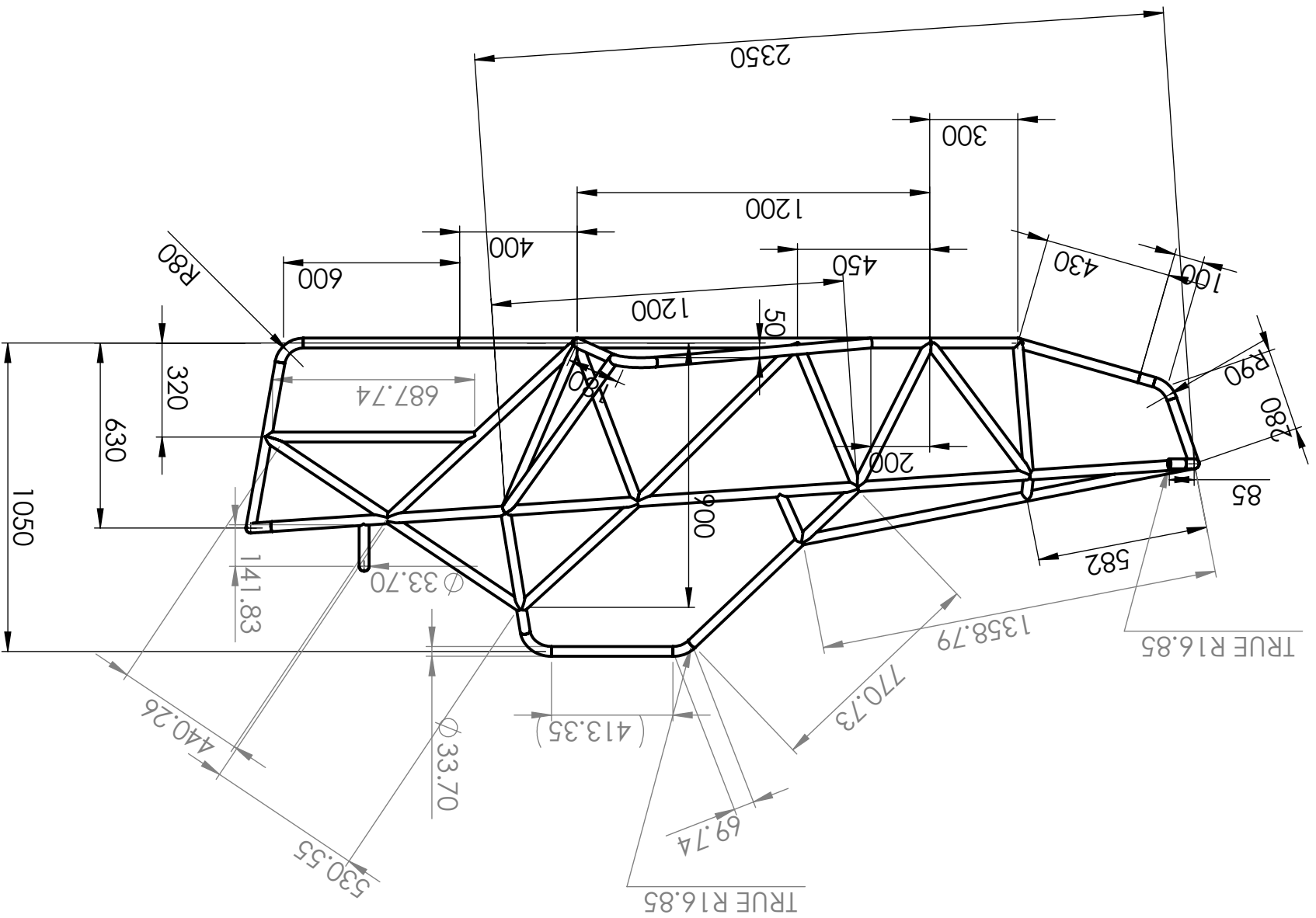


conception
mécanique

**Conception de châssis
tubulaire << buggy >>**

**-Khaled Fatma
zohra
-Aniba rania**

Date:30-09-2019



UNIVERSITE Saad Dahleb Bida

ECHELLE: 1:20

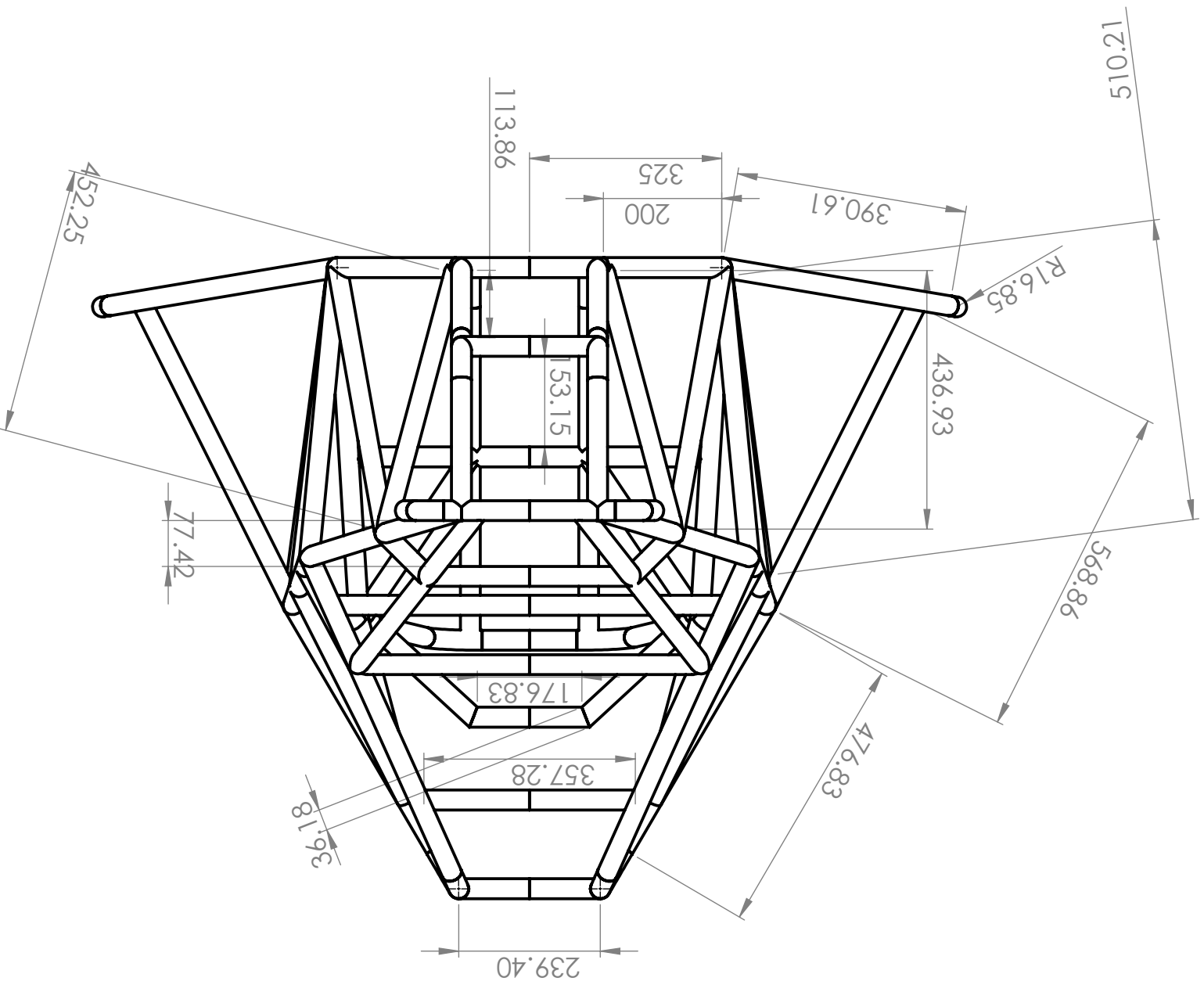


conception
mécanique

**Conception de châssis
tubulaire << buggy >>**

**-Khaled Fatma
zohra
-Aniba rania**

Date:30-09-2019



UNIVERSITE Saad Dahleb Blida

ECHELLE: 1.20

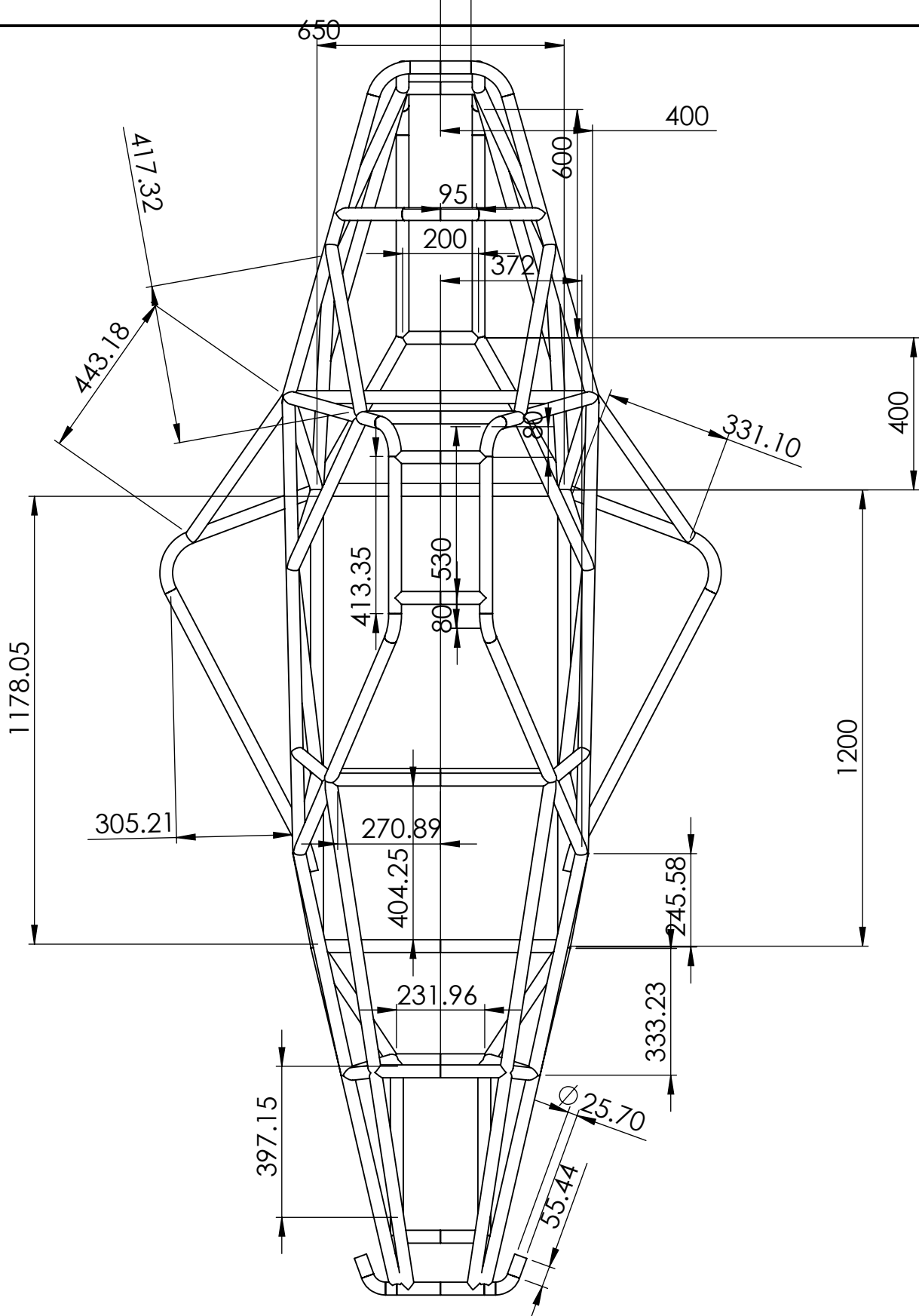


conception
mécanique

**Conception de châssis
tubulaire << buggy >>**

**-Khaled Fatma
zohra
-Aniba rania**

Date:30-09-2019



conception
mécanique

UNIVERSITE Saad Dahleb Blida

-Khaled Fatma
zohra
-Aniba rania

**Conception de châssis
tubulaire << buggy >>**

Date:30-09-2019

ECHELLE: 1.15