

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان -

Université Abou bakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



**MEMOIRE**

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

**Spécialité** : Génie Mécanique

**Option** : Construction Mécanique

**Par** : CHIKH BAELHADJ Omar

**Sujet**

**Etude et conception d'un kit de tricycle**

Soutenu publiquement, le --/09/2020, devant le jury composé de :

Mr. BELKAID Med	MAA	Univ. Tlemcen	Président
Mr. SERDOUN MN	MCA	ESSA. Tlemcen	Encadreur
Mr. BELALIA SA.	Professeur	Univ. Tlemcen	Co-Encadreur
Mr. CHORFI SM.	MCB	Univ. Tlemcen	Examineur

**Année Universitaire : 2019/2020**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# Dédicaces

## **A ma très chère mère**

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit, ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

## **A mon très cher père**

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

## **A ma chère sœur**

## **A mes très chers frères**

## **A ma chère fiancée**

## **A toute ses familles et ses enfants**

## **A tout ma famille**

Qui m'a aidé et supporté dans tous les moments et pour tous ce qu'elle m'a offerte.

**CHIKH BAEHADJ Omar**

# Remerciement

J'adresse en premier lieu notre reconnaissance à ALLAH notre DIEU tout puissant, de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et terminer ce mémoire.

Au terme ce travail, j'adresse mes remerciements les plus sincère à notre encadrants Mr. Nadjib SERDOUN et Pr. Sid Ahmed BELALIA, pour nous avoir permis de bénéficier de leur grand savoir dans différent sujet tout au long de notre travail, qui nous a fait l'honneur d'être notre encadreur.

Je remercie s'adressent également à tout l'équipe pédagogie de département Mécanique.

Sans oublier de passer mes remerciements à :

**A tous mes amies qui ont m 'accompagné à ma carrière d'étude**

**A tous mes amies de la cité université la rocade quatre**

**A tous mes amies**

**A la promo 2020**

Je remercie très chaleureusement toutes les personnes ayant Contribué, de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## Résumé

La bicyclette est l'un des principaux moyens de transport dans de nombreuses parties du monde. Sa pratique, le cyclisme, constitue à la fois un usage quotidien, un loisir populaire et un sport. La bicyclette ne dispose que de deux points d'appui au sol : elle se trouve nécessairement en équilibre instable. Les physiciens parlent d'équilibre métastable car le passage de la position d'équilibre temporaire à une position de déséquilibre perceptible est relativement lent. L'équilibre est maintenu dynamiquement par les actions du cycliste, qui s'emploie à toujours redresser sa machine en le penchant légèrement dans la direction opposée à celle où elle commence à tomber. L'objectif du présent travail est de modéliser et simuler à l'aide du logiciel de SolidWorks, un nouveau système tricycle permettra au cycliste d'avoir plus de stabilité au cours de déplacement dans différentes positions et différentes natures de terrain.

## **Abstract**

The bicycle is one of the main means of transportation in many parts of the world. Its practice, cycling, constitutes at the same time a daily use, a popular hobby and a sport. The bicycle has only two points of support on the ground: it is necessarily in unstable equilibrium. Physicists speak of a metastable equilibrium because the passage from the position of temporary equilibrium to a position of perceptible imbalance is relatively slow. Balance are maintained dynamically by the actions of the rider, who always endeavors to straighten his machine by tilting it slightly in the direction opposite to that in which it begins to fall. The objective of this work is to model and simulate using software from SolidWorks, a new tricycle system will allow the rider to have more stability when moving in different positions and different types of terrain.

## ملخص

تعتبر الدراجة الهوائية من وسائل النقل الرئيسية في كل أنحاء العالم وهي هواية شعبية و تستعمل بشكل يومي للتنقل او ممارسة الرياضة، تحتوي الدراجة على نقطتي تماس فقط على الأرض، إنها بالضرورة في حالة توازن غير مستقر ، ومن خلال دراسات الفيزيائيين فإن الانتقال من حالة التوازن المؤقت إلى حالة عدم التوازن المحسوس يكون بطيئاً نسبياً. يتم الحفاظ على التوازن ديناميكياً من خلال تصرفات راكب الدراجة، الذي يسعى دائماً إلى تقويم دراجته عن طريق إمالتها قليلاً في الاتجاه المعاكس ، الهدف من هذا العمل هو نمذجة ومحاكاة بإستخدام برنامج SolidWorks ، وسيسمح النظام جديد للدراجة ثلاثية العجلات للراكب بمزيد من الثبات أثناء الحركة في المواضع المختلفة وأنواع مختلفة من الطرقات.

# Sommaire

DEDICACES .....	I
REMERCIEMENT .....	II
RESUME .....	III
ABSTRACT .....	IV
ملخص .....	V
SOMMAIRE .....	VI
LISTE DES TABLEAUX .....	X
LISTE DES FIGURES .....	XI
INTRODUCTION GENERALE .....	- 1 -
CHAPITRE 1 : .....	- 3 -
L'ETAT DE L'ART .....	- 3 -
1. BICYCLETTE .....	- 4 -
1.1. BREF HISTORIQUE.....	- 4 -
1.1.1. LA DRAISIENNE 1817 : .....	- 4 -
1.1.2. LA DRAISIENNE A PEDALES 1839 : .....	- 5 -
1.1.3. LA MICHAUDINE 1861 .....	- 6 -
1.1.4. LA BICYCLETTE DE LAWSON 1880 .....	- 6 -
1.1.5. LE ROVER SAFETY BICYCLE 1885 .....	- 7 -
1.1.6. LE VELO D'AUJOURD'HUI.....	- 8 -
2. TRICYCLE : .....	- 8 -
2.1. INTRODUCTION .....	- 8 -
2.2. HISTOIRE ET ORIGINE DU TRICYCLE ADULTE .....	- 9 -
2.3. LES SYSTEMES DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT .....	- 10 -
2.3.1. LA TRANSMISSION DU VELO A CHAINE : .....	- 10 -
2.3.1.1. Le Pédalier .....	- 10 -
2.3.1.2. Les Manivelles .....	- 10 -
2.3.1.3. Le Dérailleur Arrière.....	- 11 -
2.3.1.4. La Chaîne .....	- 11 -
2.3.1.5. Le Vocabulaire Autour De La Chaîne De Vélo.....	- 11 -
2.3.2. La Transmission Du Vélo A Courroie : .....	- 11 -
2.3.2.1. Moyeux Internes .....	- 12 -
2.3.3. Comparaison Courroie/Chaîne .....	- 13 -
2.3.3.1. Chaîne : .....	- 13 -

2.3.3.2.	Courroie : .....	- 13 -
2.4.	<i>Les Systèmes De Freinage</i> .....	- 13 -
2.4.1.	Type De Freins .....	- 14 -
2.4.1.1.	Le Frein A Mâchoires Ou A Jante.....	- 14 -
2.4.1.2.	Le Frein à Disque .....	- 14 -
2.4.1.3.	Les Freins à Tambour .....	- 14 -
2.5.	<i>Les Modèle De Tricycle :</i> .....	- 16 -
2.5.1.	Le Tricycle Adulte Classique.....	- 16 -
2.5.2.	Le Tricycle Adulte Utilitaire.....	- 16 -
2.5.3.	Le Tricycle Adulte Electrique.....	- 17 -
2.5.4.	Un Tricycle Couche .....	- 18 -
2.5.5.	LE VELOCIMANE.....	- 18 -
2.5.6.	LE CYCLISME HANDISPORT .....	- 19 -
2.5.7.	VELO-MOBILE .....	- 19 -
<b>CHAPITRE 2 :</b> .....		<b>- 21 -</b>
<b>LE TRICYCLE ADULTE UTILITAIRE</b> .....		<b>- 21 -</b>
1.	INTERDICTION : .....	- 22 -
2.	GENERALITE SUR LE TRICYCLE ADULTE UTILITAIRE .....	- 22 -
2.1.	<i>1<sup>ER</sup> FAMILLES DE SUSPENSIONS</i> .....	- 22 -
2.2.	<i>2<sup>EME</sup> FAMILLES DE SUSPENSIONS :</i> .....	- 23 -
2.3.	<i>LES KITS DE CONVERSION TRICYCLE UTILITAIRE</i> .....	- 23 -
3.	ENONCE FONCTIONNEL DU BESOIN.....	- 23 -
4.	ETUDE DE FAISABILITE.....	- 24 -
4.1.	<i>POURQUOI LE SYSTEME EXISTE-T-IL ?</i> .....	- 24 -
4.2.	<i>QU'EST-CE QUI POURRAIT FAIRE DISPARAITRE OU EVOLUER LE BESOIN ?</i> .....	- 25 -
5.	ETUDE DE MARCHE : .....	- 25 -
5.1.	<i>LES CLIENTS CIBLES :</i> .....	- 25 -
5.2.	<i>MARCHEES CIBLEES :</i> .....	- 25 -
5.3.	<i>PREVISIONS DE VENTE</i> .....	- 25 -
5.4.	<i>PREFAISABILITE DU PROJET</i> .....	- 25 -
6.	ANALYSE FONCTIONNELLE .....	- 26 -
6.1.	<i>ANALYSE FONCTIONNELLE EXTERNE</i> .....	- 26 -
6.1.1.	RECHERCHE DES ELEMENTS DU MILIEU EXTERIEUR.....	- 26 -
6.1.2.	DIAGRAMME DE PIEUVRE : .....	- 26 -
6.1.3.	ANALYSE FONCTIONNELLE INTERNE .....	- 27 -
6.1.3.1.	LE DIAGRAMME FAST : .....	- 28 -
6.1.3.2.	CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL .....	- 29 -
<b>CHAPITRE 3 :</b> .....		<b>- 30 -</b>

<b>CALCULE DIMENSIONNELLE.....</b>	<b>- 30 -</b>
1. INTRODUCTION.....	- 31 -
2. PARTIE MECANIQUE.....	- 31 -
2.1. SCHEMA CINEMATIQUE .....	- 31 -
2.1.1.1. GRAPHE DES LIAISONS .....	- 32 -
2.1.2. LES AMORTISSEURS .....	- 32 -
2.1.3. LES TYPES D'AMORTISSEUR .....	- 32 -
2.1.4. LE CHOIX D'AMORTISSEUR : .....	- 33 -
2.1.5. LES DIMENSION STANDARD D'AMORTISSEUR : .....	- 33 -
2.2. CHOIX DE MATERIAUX : .....	- 34 -
3. ETUDE DES FORCES S'APPLIQUANT SUR LE SYSTEME TRICYCLE/CYCLISTE : .....	- 35 -
3.1. LE SYSTEME TRICYCLE /CYCLISTE IMMOBILE : .....	- 35 -
3.2. LE SYSTEME TRICYCLE /CYCLISTE EN MOUVEMENT : .....	- 36 -
<b>CHAPITRE 4 : .....</b>	<b>- 40 -</b>
<b>MODELISATION ET SIMULATION .....</b>	<b>- 40 -</b>
1. INTRODUCTION.....	- 41 -
2. MODELISATION GEOMETRIQUE DES PIECES PRINCIPAL DE KIT TRICYCLE : .....	- 41 -
2.1. MODELISATION GEOMETRIQUE DE CHÂSSIS : .....	- 42 -
2.2. MODELISATION GEOMETRIQUE DE SYSTEME DE SUSPENSION : .....	- 43 -
2.2.1. BARRES DE SUSPENSION.....	- 43 -
2.2.2. MODELISATION GEOMETRIQUE DES PIECES DE BARRE des ROUES : .....	- 44 -
2.3. MODELISATION GEOMETRIQUE DE SYSTEME DE FREINAGE : .....	- 45 -
2.4. MODELISATION GEOMETRIQUE DE PORTE BAGAGE : .....	- 46 -
2.4.1. ASSEMBLAGE DES ROULEMENTS AVEC LE CHÂSSIS : .....	- 47 -
2.4.2. ASSEMBLAGE DE BARRE DE SUSPENSION AVEC L'AXE .....	- 48 -
2.5. ASSEMBLAGE BOULONNIER : .....	- 49 -
2.5.1. ASSEMBLAGE DES PIECES DE BARRE A ROUE DU A LA BARRE DE SUSPENSION : .....	- 50 -
2.5.3. ASSEMBLAGE D'AXE D'AMORTISSEUR AVEC LA BARRE DE SUSPENSION : .....	- 52 -
2.5.4. VU 3D DE MONTAGE D'AMORTISSEUR : .....	- 53 -
2.5.5. ASSEMBLAGE D'PORTE BAGAGE ET DU A CHÂSSIS : .....	- 54 -
2.5.6. ASSEMBLAGE DE SYSTEME DE FREINAGE .....	- 55 -
2.5.7. ASSEMBLAGE DES ROUES : .....	- 56 -
2.6. LA VUE ECLATE DE KIT TRICYCLE : .....	- 57 -
2.6.1. La vue éclate de kit Tricycle en 2D : .....	- 57 -
2.6.2. La vue éclatée de kit tricycle en 3D .....	- 59 -
2.7. ASSEMBLAGE FINAL DE KIT TRICYCLE : .....	- 60 -
3. SIMULATION DE DEPLACEMENTS : .....	- 61 -
3.1. Simulation de La course de système de suspension : .....	- 61 -

3.2.	<i>Simulation de système suspension devant l'obstacle :</i>	- 62 -
3.2.1.	<i>L'obstacle sur le côté a droit :</i>	- 62 -
3.2.2.	<i>L'obstacle sur le côté à gauche :</i>	- 63 -
3.3.	<i>L'obstacle sur les deux coté :</i>	- 64 -
3.4.	<i>Simulation de système suspension sur un virage :</i>	- 65 -
4.	<b>SIMULATION STATIQUE</b>	- 66 -
4.1.	<i>Etude statique du système de suspension :</i>	- 66 -
4.2.	<i>Maillage :</i>	- 67 -
4.3.	<i>Résultats de l'étude :</i>	- 67 -
4.3.1.	<i>Contrains de Von mises :</i>	- 67 -
4.4.	<i>Déplacement</i>	- 68 -
4.5.	<i>La déformation</i>	- 69 -
	<b>CONCLUSION GENERALE</b>	- 70 -
	<b>BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE</b>	- 72 -
	<b>ANNEXE</b>	- 75 -
1.	<b>LES MISES EN PLANE DES PIECES DE CHASSIS :</b>	- 76 -
1.1.	<i>La mise en plane de châssis :</i>	- 76 -
1.2.	<i>La mise en plane de supports de châssis :</i>	- 77 -
1.3.	<i>La mise en plane de tété de châssis :</i>	- 78 -
1.4.	<i>La mise en plane de barre de serrage :</i>	- 79 -
1.5.	<i>La mise en plane de support d'amortisseur :</i>	- 80 -
1.6.	<i>La mise en plane d'auxiliaire de support d'amortisseur :</i>	- 81 -
2.	<b>LES MISES EN PLANE DE SYSTEME DE SUSPENSION :</b>	- 82 -
2.1.	<i>La mise en plane de barre de suspension :</i>	- 82 -
2.2.	<i>La mise en plane de barre à roue :</i>	- 83 -
2.3.	<i>La mise en plane de tété de barre à roue :</i>	- 84 -
2.4.	<i>La mise en plane de bouchon de tété de barre à roue :</i>	- 85 -
3.	<b>LES MIES EN PLANE DE SYSTEME DE FREINAGE :</b>	- 86 -
3.1.	<i>La mise en plane de support de freinage :</i>	- 86 -
3.2.	<i>La mise en plane de pièce triangulaire de frein :</i>	- 87 -
4.	<b>LA MISSE EN PLANE DE SYSTEME DE PORTE BAGAGE :</b>	- 88 -
4.1.	<i>La mise en plane de support de porte bagage :</i>	- 88 -
4.2.	<i>La mise en plane de pied de porte bagage :</i>	- 89 -
5.	<b>LA TIGE DE ROUE :</b>	- 90 -
6.	<b>LA TIGE DE BARRE DE SUSPENSION :</b>	- 91 -
7.	<b>LA TIGE DE BARRE A ROUE</b>	- 92 -
8.	<b>LES TIGES DE SERRAGE D'AMORTISSEUR</b>	- 93 -

# Liste des tableaux

## Chapitre 1

TABLEAU 1: LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENT D'UNE CHAINE .....	- 13 -
TABLEAU 2: LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENT D'UNE COURROIE .....	- 13 -
TABLEAU 3: COMPARAISON ENTRE LES TYPES DE FREINAGE .....	- 15 -

## Chapitre 2

TABLEAU 4: CAHIER DE CHARGE FONCTIONNEL .....	- 29 -
---	--------

## Chapitre 4

TABLEAU 5: TABLEAU DE NOMENCLATURE .....	- 58 -
--	--------

# Liste des figures

## Chapitre 1

FIGURE 1: LE CELERIFERE – UN JOUET POUR LES RICHES! .....	- 4 -
FIGURE 2: LA DRAISIENNE DU BARON DRAIS VON SAUERBRONN, 1817 ! .....	- 5 -
FIGURE 3:LA DRAISIENNE A PEDALES DU KIRKPATRICK MACMILLAN., 1839.....	- 6 -
FIGURE 4:LA BICYCLETTE LAWSON, 1880. ....	- 7 -
FIGURE 5:L'ANATOMIE DU VELO – UNE MECANIQUE SIMPLE MAIS EFFICACE. ....	- 8 -
FIGURE 6: LE PREMIER TRICYCLE POSTAL, 1888 - ARCHIVES DES YVELINES. ....	- 9 -
FIGURE 7: LE VOCABULAIRE AUTOUR DE LA CHAINE DE VELO.....	- 11 -
FIGURE 8: MOYEUX INTERNES D'UNE ROUE D'UN VELO. ....	- 12 -
FIGURE 9: LE TRICYCLE ADULTE CLASSIQUE .....	- 16 -
FIGURE 10: LE TRICYCLE ADULTE UTILITAIRE .....	- 16 -
FIGURE 11: LE TRICYCLE ADULTE ELECTRIQUE .....	- 17 -
FIGURE 12: TRICYCLE COUCHE .....	- 18 -
FIGURE 13: HANDCYCLES .....	- 18 -
FIGURE 14: TRICYCLE COUCHE .....	- 19 -
FIGURE 15: VELOMOBILE .....	- 20 -

## Chapitre 2

FIGURE 16: SYSTEME DE PARALLELOGRAMME A DEUX BRAS .....	- 22 -
FIGURE 17: SYSTEME DE PARALLELOGRAMME A QUATRE BRAS.....	- 23 -
FIGURE 18: DIAGRAMME DE PIEUVRE .....	- 27 -
FIGURE 19: DIAGRAMME DE PIEUVRE .....	- 27 -
FIGURE 20:DIGRAMME FAST .....	- 28 -

## Chapitre 3

FIGURE 21:SCHEMA CINEMATIQUE DE KIT TRICYCLE.....	- 31 -
FIGURE 22:LES TYPES D'AMORTISSEUR .....	- 32 -
FIGURE 23:L'ENTREAXE D'AMORTISSEUR .....	- 33 -
FIGURE 24: LES DIMENSION STANDARD D'UNE AMORTISSEUR .....	- 34 -
FIGURE 25:LE SYSTEME VELO/CYCLISTE EN STABILITY .....	- 35 -
FIGURE 26:LES FORCES AGISSENT SUR LE SYSTEME CYCLISTE / VELO EN MOUVEMENT.....	- 36 -
FIGURE 27: LA REACTION DE FORCE AERODYNAMIQUE SUR LE SYSTEME VELO/CYCLISTE .....	- 38 -

## Chapitre 4

FIGURE 28: MODELISATION PAR SOLIDWORKS DU TRICYCLE PROPOSE .....	- 41 -
FIGURE 29: VUE 3D D'UN CHASSIS .....	- 42 -
FIGURE 30: VUE 3D D'UNE BARRE DE SUSPENSION .....	- 43 -
FIGURE 31: VUE 3D D'UNE BARRE A ROUE .....	- 44 -
FIGURE 32: VUE DE FACE ET VUE D'ARRIERE D'UNE SYSTEME DE FREINAGE .....	- 45 -
FIGURE 33 VUE L'ARRIERE DE SYSTEME DE FREINAGE .....	- 45 -
FIGURE 34 VUE 3D D'UNE PORTE BAGAGE .....	- 46 -
FIGURE 35: VUE 3D DE L'ASSEMBLAGE ROULEMENT – CHASSIS .....	- 47 -
FIGURE 36: VUE 3D DE L'ASSEMBLAGE BARRE DE SUSPENSION ET AXE SUR CHASSIS .....	- 48 -
FIGURE 37: ASSEMBLAGE BOULONNIER .....	- 49 -
FIGURE 38: VUE 3D DE L'ASSEMBLAGE BARRE A ROUE - BARRE DE SUSPENSION .....	- 50 -
FIGURE 39 : VUE 3D DE L'ASSEMBLAGE SUPPORT DE AMORTISSEUR - CHASSIS .....	- 51 -
FIGURE 40: VUE 3D DE L'ASSEMBLAGE AXE D'AMORTISSEUR - BARRE DE SUSPENSION .....	- 52 -
FIGURE 41: VUE 3D DE MONTAGE D'AMORTISSEUR .....	- 53 -
FIGURE 42: VUE 3D DE L'ASSEMBLAGE PORTE BAGAGE -CHASSIS .....	- 54 -
FIGURE 43: L'ASSEMBLAGE SYSTEME DE FREINAGE –CHASSIS .....	- 55 -
FIGURE 44: L'ASSEMBLAGE ROUE - BARRE A ROUE .....	- 56 -
FIGURE 45: LA VUE ECLATE DE KIT TRICYCLE .....	- 57 -
FIGURE 46: LA VUE ECLATE DE TRICYCLE EN 3D .....	- 59 -
FIGURE 47: AVANT L'ASSEMBLAGE DE KIT TRICYCLE – BICYCLE .....	- 60 -
FIGURE 48: LA COURSE DE SYSTEME DE SUSPENSION .....	- 61 -
FIGURE 49: L'OBSTACLE SUR LE COTE A DROITE .....	- 62 -
FIGURE 50: L'OBSTACLE SUR LE COTE A GAUCHE .....	- 63 -
FIGURE 51: L'OBSTACLE SUR LES DEUX COTE .....	- 64 -
FIGURE 52: LE TRICYCLE SUR UNE VIRAGE .....	- 65 -
FIGURE 53: APPLICATION DES FORCES SUR LE SYSTEME DE SUSPENSION .....	- 66 -
FIGURE 54: LE MAILLAGE DE SYSTEME DE SUSPENSION .....	- 67 -
FIGURE 55: LA CONTRAINT DE VON MISES DE NOTRE SYSTEME .....	- 67 -
FIGURE 56: SIMULATION DES DEPLACEMENT .....	- 68 -
FIGURE 57: SIMULATION DES DEFORMATIONS .....	- 69 -

# INTRODUCTION GENERALE

Dans le monde, des millions de gens utilisent le vélo quotidiennement, que ce soit par choix écologique, comme c'est souvent le cas dans les pays développés, ou par nécessité pour améliorer les conditions de vie des populations, ce qui est le cas dans plusieurs pays en développement. Le vélo est certainement le mode de déplacement le plus dominant après la marche sur de courtes distances. En 2007, la production mondiale des vélos a atteint environ 130 millions, soit plus que le double des 52 millions de voitures produites. Les qualités écologiques de la bicyclette comme moyen de transport bon marché, totalement propre et bénéfique pour la santé ne sont plus à démontrer.

Le vélo est souvent l'un des premiers cadeaux d'anniversaire que l'on reçoit, La plupart des enfants apprennent la conduite du vélo et la maîtrise du maintien D'équilibre sur deux roues en bas âge, bien sûr, après quelques douloureux échecs [1].

Lorsque l'on apprend à faire du vélo, c'est comme apprendre à nager. Si l'apprentissage ne s'est pas fait dès l'enfance, il est beaucoup moins évident de s'y mettre car on manque d'assurance. Lorsqu'on est enfant ou adulte, il est donc essentiel d'apprendre à faire du vélo en parfaite sécurité. C'est pour cela que le tricycle est conseillé dans ce type de cas.

Lorsque l'on évoque le terme « tricycle », on pense directement aux petits vélos pour enfants avec les deux roues à l'arrière. Pourtant, depuis de nombreuses années, il existe aussi une version pour adulte. Ce vélo trois roues à de nombreuses similitudes avec la version pour enfant. Il permet, grâce à ses deux roues à l'arrière, de faire du vélo en toute sécurité sans avoir peur de tomber lorsque l'on manque d'équilibre. Comme les vélos.

Sur un tricycle, le centre de gravité est différent entre un vélo 2 roues et un tricycle. De ce fait, les personnes ayant été habituées au vélo classique mettent plus de temps à comprendre le principe d'un tricycle, tandis que les personnes qui montent sur ce vélo pour la première fois sont à l'aise très rapidement. [30].

Ce mémoire est divisé en quatre chapitres présentés ci-dessous.

Nous avons exposé notre introduction générale. Cette introduction avait pour but d'introduire le contexte de notre mémoire, d'expliquer la problématique de notre sujet de recherche, de présenter nos objectifs,

## CHAPITRE 1 : L'état de l'art

---

Le premier chapitre présente l'état de l'art de tricycle, on parle sur l'historique de bicyclette et tricycle et différentes module de tricycle ensuite nous allons voir les derniers systèmes de transmission et de freinage sur un tricycle.

Le deuxième chapitre expose la partie théorique, il comporte en premier temps le module de tricycle qui sera étudié et à la suite l'énoncé fonctionnelle de besoin, étude de marché et étude de faisabilité ainsi que l'analyse fonctionnelle.

Le troisième chapitre présente les différentes parties Mécaniques qui faut les prendre en compte, les matériaux des pièces et l'étude des efforts agissent sur le système.

Le quatrième chapitre est consacré à la modélisation de toutes les pièces de tricycle et simulation des efforts sur logiciel SolidWorks.

Finalement, on va terminer notre travail avec une conclusion générale.

**CHAPITRE 1 :**  
**L'état de l'art**

### 1. BICYCLETTE

#### 1.1. BREF HISTORIQUE

La bicyclette a une très longue histoire. Certains historiens remontent jusqu'à Léonard de Vinci. Dans les feuillets du Codex de Madrid, un genre de portfolio de ses œuvres, il existe une planche de la main de l'artiste qui décrit en détail l'invention de la chaîne à dents cubiques. Ces mêmes dents cubiques sont repérables sur un croquis de ce qui ressemble à une bicyclette datant de 1493.

Des annales d'histoire mentionnent l'apparition en 1771, dans un parc d'attractions à Paris, de ce qui est considéré comme l'ancêtre de la bicyclette, le célérifère, dérivé du latin « porteur rapide ». Cette invention a été imaginée par le Comte Mede de Sivrac. Il s'agit d'une poutre de bois portée par deux roues sur laquelle on s'assoit à califourchon. On se propulse dans une direction rectiligne en poussant sur le sol avec ses pieds. Cependant, ce fait historique ne fait pas l'unanimité chez les historiens, au point que certains affirment que ni l'engin ni le comte n'ont vraisemblablement jamais existé [1].



Figure 1: Le célérifère – un jouet pour les riches! .

#### 1.1.1. LA DRAISIENNE 1817 :

En 1817 apparaît la draisienne, inventée par un Allemand passionné de la mécanique, le baron Drais Von Sauerbronn. Cette invention marque réellement le début de l'histoire du vélo. La direction

## CHAPITRE 1 : L'état de l'art

---

se fait par guidon, orientant la roue avant, et la propulsion se fait en poussant le sol avec les pieds. Incompris dans son pays, le baron Drais dépose un brevet à Paris et présente son invention dans le parc du Luxembourg, en présence du public. À la manière du cheval, la draisienne se pratique en manège. Tout ce qui suivait par la suite était une succession de grandes ou de petites améliorations à la draisienne.



Figure 2: La draisienne du Baron Drais von Sauerbronn, 1817 !

### 1.1.2. LA DRAISIENNE A PEDALES 1839 :

Un forgeron écossais nommé Kirkpatrick MacMillan souhaitait transformer la draisienne afin de se déplacer plus rapidement. En 1839, il conçoit alors un système de leviers reliés à la roue arrière de sa draisienne, qui permet un mouvement de va et- vient avec les pieds. Ce mouvement actionnait des bielles rigides qui, fixées à la roue arrière, entraînaient la rotation de la roue. Si quelques historiens mettent aujourd'hui en doute la paternité du pédalier à Kirkpatrick MacMillan, celui-ci reste célèbre pour avoir, le premier, réalisé une propulsion musculaire sur deux roues. ! [3].

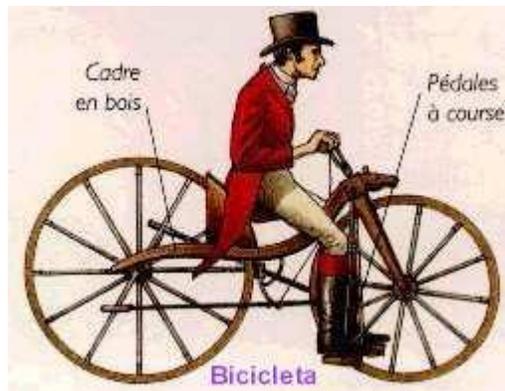


Figure 3: La draisienne à pédales du Kirkpatrick MacMillan., 1839

### 1.1.3. LA MICHAUDINE 1861

En 1868, le français Pierre Michaux, serrurier de métier, ajoute à la draisienne un frein à friction actionné par une corde et surtout, une pédale à action rotative sur la roue avant, et remplace le cadre en bois par un cadre en métal. Son poids est réduit et le procédé de fabrication en série du cadre métallique permet une réduction des coûts de production. Les historiens, qu'ils soient français ou cossais, débattront encore longtemps pour identifier le réel inventeur du premier vélocipède à pédales.

Les roues demeurent en bois et entourées de fer jusqu'en 1869, où Eugène Meyer, un artisan français, inventa des roues entièrement métalliques et à rayons réglables. Le moyeu de la roue est garni de billes pour faciliter le roulement, et les rayons sont perpendiculaires au moyeu et à la jante et travaillent en compression. [3].

### 1.1.4. LA BICYCLETTE DE LAWSON 1880

Le passage du vélocipède à la bicyclette à chaîne s'est fait progressivement, par tentatives successives. Au terme de plusieurs recherches, on réinvente, en 1879, la transmission par chaîne que Guilmet, un horloger français, et Meyer auraient utilisée dix ans plus tôt. L'ingénieur anglais Harry John Lawson 1880 a eu l'idée d'ajouter un système de pignons et chaîne pour relier un pédalier sous les pieds du cycliste à la roue arrière. Le mouvement du pédalier est transmis par la chaîne à la roue arrière. Les premières bicyclettes comportent encore une roue de grand diamètre à l'avant, mais celle-ci n'assure plus que la fonction de direction. Au fil du temps, sa taille va progressivement diminuer pour donner la forme actuelle de nos vélos. [5].



Figure 4:La bicyclette Lawson, 1880.

### 1.1.5. LE ROVER SAFETY BICYCLE 1885

En 1885, John Starley de la société *Rover* en Angleterre, conçoit la « Rover safety bicycle », ou bicyclette sécuritaire, avec des roues de taille raisonnable et une transmission par chaîne. Le cycliste y est installé à l'arrière, ce qui rend presque impossibles les chutes courantes à l'époque où le cycliste est catapulté par-dessus la roue avant. Un engrenage plus grand à l'avant (le plateau) qu'à l'arrière (le pignon) fait tourner la roue arrière plus vite que les pédales ne tourne, ce qui permet à cette bicyclette d'aller vite même sans une roue géante. De plus, le cadre en forme de fourche supporte la selle et relie la roue arrière et dont l'axe vertical du guidon coïncide avec celui de la fourche. Le point de gravité se trouve grandement amélioré. Le principe de la géométrie de la bicyclette est acquis. Il n'y aura plus de changements fondamentaux de la bicyclette jusqu'à nos jours. Le vélo moderne est né !

En 1888, un vétérinaire irlandais nommé John Boyd Dunlop, dont le fils possède un tricycle, a voulu remédier au manque de sécurité et au bruit infernal occasionné à cet engin par les mauvaises routes. Il a eu l'idée d'interposer un coussin à air entre la roue et le sol. S'apercevant des potentialités industrielles de sa réalisation, il dépose un brevet d'invention en 1888 pour des bandages à base de caoutchouc qui augmentent la sécurité et le confort du cycliste. La société Dunlop est créée en 1889 pour commercialiser les pneumatiques non démontables. Deux ans plus tard, les frères Michelin, lancent le pneumatique démontable.

### 1.1.6. LE VELO D'AUJOURD'HUI

Même si actuellement le vélo n'évolue plus dans son principe de fonctionnement il continue d'évoluer de par les matériaux utilisés pour le rendre toujours plus solide, esthétique, léger et rapide.

Les conceptions futuristes montrent également l'évolution du design des vélos. Face aux enjeux de préservation de l'environnement et de crise énergétique, le vélo est un mode de transport bien adapté aux petits trajets urbains. Aussi la bicyclette à encore de beaux jours devant elle...(petite historique R)

Actuellement sur le marché, on peut acquérir un vélo de haute performance, muni d'un cadre en carbone monobloc, des roues et d'un guidon aérodynamiques, d'un dérailleur électrique et des freins à disque et même un vélo muni d'intelligence embarquée. Évidemment, les prix sont conséquents [6].

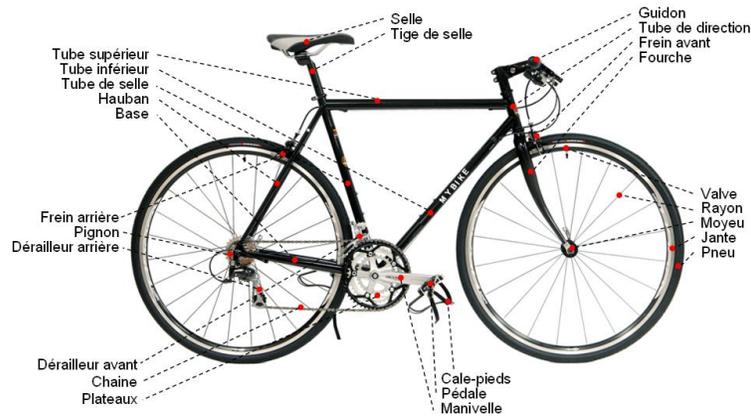


Figure 5:L'anatomie du vélo – Une mécanique simple mais efficace.

## 2. TRICYCLE :

### 2.1. INTRODUCTION

Le tricycle adulte est un moyen de transport encore peu connu du grand public. En voie de se démocratiser, il est idéal pour allier transport, confort, équilibre et praticité. Un tricycle adulte ressemble beaucoup à un vélo classique, à la différence qu'il possède trois roues, dont la disposition est le plus souvent ainsi : une à l'avant et deux à l'arrière. Le cycliste est également situé plus près du sol que sur un vélo classique.

### 2.2. HISTOIRE ET ORIGINE DU TRICYCLE ADULTE

Stephan Farffler, horloger allemand, souffrait d'une paralysie des membres inférieurs et nécessitait donc un moyen de locomotion spécial pour ses déplacements. C'est ainsi qu'il inventa le premier tricycle adulte, en 1680. Outre, sa roue supplémentaire, celui-ci avait comme particularité d'avancer grâce à des commandes placées sur le guidon.

En 1789, les français Blanchard et Maguier créèrent un autre type de tricycle adulte, à pédales. Ce dernier est apparu en réponse aux problèmes de stabilité que présentait le vélo à deux roues de Marcelin, appelé le Grand Bi. C'est d'ailleurs, cette même année que sont nés les termes bicycle et tricycle adulte. En effet, ils furent mentionnés pour la première fois dans le « Journal de Paris », afin de différencier le vélo à deux roues de celui à trois roues.

En 1818, Denis Johnson déposa un brevet pour le tricycle adulte en Grande-Bretagne. Ce mode de transport connut alors un grand succès jusque dans les années 1880, à tel point que le nombre de tricycles en circulation dépassait celui de bicyclettes à l'origine, le tricycle adulte était réservé aux femmes, qui, incommodées par leur grande jupe, éprouvaient des difficultés à pédaler sur un vélo à deux roues. Il s'adressait également davantage aux classes.

Supérieures, du fait de son prix élevé. Son utilisation s'étendit ensuite à l'ensemble de la population.

Ailleurs, notamment en Asie et en Afrique, il sert de taxi ou encore pour effectuer des livraisons.



Figure 6: Le premier tricycle postal, 1888 - Archives des Yvelines.

### **2.3. LES SYSTEMES DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT**

Le système de transmission est le lien entre la puissance transmise par vos jambes à la roue arrière. Tout est histoire de braquet et d'entretien. Voici quelques informations pour mieux appréhender cet élément mécanique.

#### **2.3.1. LA TRANSMISSION DU VELO A CHAINE :**

Le système de transmission est composé d'un pédalier avec des manivelles équipées de plateaux, d'une cassette, de deux dérailleurs et d'une chaîne reliant la cassette au pédalier. Sur un vélo, la transmission est toujours située à droite.

##### **2.3.1.1. Le Pédalier**

Il est équipé de plateaux. Selon votre pratique vous pouvez opter pour un pédalier double ou triple plateau.

Sur un triple plateau, voici le nombre de dents généralement utilisés, même s'il existe une multitude de possibilités :

52x39x30 / 50x39x30

Double plateau :

52x39 / 53x39

Double plateau compact :

50x34 / 50x36 / 52x36

##### **2.3.1.2. Les Manivelles**

Les manivelles sont les leviers présents sur le pédalier reliant les pédales de vélo. Différentes tailles existent et vous devrez choisir votre pédalier en fonction de ces tailles courantes :

170 mm ; 172,5 mm ; 175 mm

### 2.3.1.3. Le Dérailleur Arrière

Il est le rouage du changement de vitesses. Le dérailleur arrière est composé d'un ressort et de galet. Il vient se fixer au cadre du vélo, sur la patte de dérailleur aluminium prévue à cet effet. Sur un vélo, la commande du dérailleur avant est située dans la poignée ou levier droite [8].

### 2.3.1.4. La Chaîne

La chaîne permet à la roue arrière du vélo de tourner. C'est elle qui l'entraîne via la force exercée par nos jambes sur le pédalier puis transmise aux pignons. C'est donc dire qu'il s'agit d'un élément indispensable puisque c'est la chaîne qui nous permet d'avancer à vélo. Mais au-delà de cette fonction, il y a également bon nombre de choses à savoir sur la chaîne comme sa composition ou encore comment bien l'entretenir.

### 2.3.1.5. Le Vocabulaire Autour De La Chaîne De Vélo

Axes, rouleaux, et plaques sont les éléments qui composent une chaîne classique de vélo. L'association de deux plaques parallèles forme un maillon et les maillons reliés entre eux par les axes forment le corps de la chaîne. Sur une chaîne, vous retrouvez donc ces maillons qui existent soit en mâle, soit en femelle. Pour reconnaître un maillon mâle, rien de plus simple : c'est celui qui se compose de deux plaques intérieures et de deux rouleaux. Le maillon femelle, quant à lui, comporte deux plaques extérieures englobant deux axes [9].



Figure 7: Le vocabulaire autour de la chaîne de vélo

### 2.3.2. La Transmission Du Vélo A Courroie :

La courroie remplace la chaîne. Placés sur un pignon et un plateau dédié, il n'y a plus de dérailleurs, plus qu'une courroie tendue qui permet d'entraîner la roue arrière.

En général, la courroie de kevlar est installée sur des vélos avec des moyeux à vitesses internes (Alfine, Nexus, Sram, Sturmey Archer, NuVinci, etc...). Pourquoi ? Parce que ces moyeux offrent

## CHAPITRE 1 : L'état de l'art

---

plusieurs vitesses 3, 5, 7, 8, 11 et plus encore), mais à l'intérieur d'une boîte de vitesses. C'est scellé et c'est surtout sur un axe qui ne nécessite qu'un seul pignon. Pas de dérailleur, ni à l'avant, ni à l'arrière, un seul plateau, un seul pignon. Moins de pièces soumises aux affres du temps, et par conséquent, une meilleure durabilité [10].

### 2.3.2.1. Moyeux Internes

On appelle plutôt ces systèmes de vitesse des « moyeux à boîte de vitesses ». Ça correspond assez bien à ce que l'on peut se représenter et à la réalité : une boîte de vitesses, c'est un ensemble d'engrenages sur un axe. Ceux-ci ont des tailles différentes permettant de multiplier la force appliquée. Concrètement, changer de vitesse permet de multiplier la capacité de l'axe à convertir votre force en vitesse.

Comme une photo vaut mille mots, voici une coupe d'un moyeu à boîte de vitesses. Vous verrez un ensemble d'engrenages et de roulements, de cônes et de sceaux d'étanchéités... Vous n'y verrez cependant pas les ressorts et autres petites pièces qui rendent cette mécanique très accomplie et précise [11].



Figure 8: moyeux internes d'une roue d'un vélo.

### 2.3.3. Comparaison Courroie/Chaîne

#### 2.3.3.1. Chaîne :

Tableau 1: les avantages et les inconvénients d'une chaîne

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>• Facile à mettre à longueur</li><li>• Disponibilité universelle</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Entretien nécessaire</li><li>• Possibilité d'allongement</li><li>• Sensible à l'usure</li></ul>

#### 2.3.3.2. Courroie :

Tableau 2: les avantages et les inconvénients d'une courroie

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>• Durée de vie prolongée : trois à quatre fois celle d'une chaîne traditionnelle.</li><li>• Peu d'entretien et aucun graissage nécessaire</li><li>• Aucun allongement de la courroie</li><li>• Faible poids</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cadre spécifique avec fourche arrière séparable nécessaire</li><li>• Ne convient qu'à un moyeu à vitesse intégrée</li><li>• Lorsque la courbe de la courroie est trop prononcée, ou lorsque la courroie est repliée, cela peut provoquer une cassure</li></ul>

### 2.4. Les Systèmes De Freinage

En milieu urbain, le cycliste a recours fréquemment à ses freins pour réduire sa vitesse ou s'immobiliser. Pour assurer la sécurité du cycliste, les freins doivent donc permettre d'arrêter le vélo dans n'importe quelle situation et être fiables et durables.

## CHAPITRE 1 : L'état de l'art

---

Les freins fonctionnent selon un principe de base de la physique : la friction. En appuyant sur le levier du frein, le mécanisme serre les éléments de freinage frottant les uns contre les autres. Ce contact entre les deux surfaces convertit l'énergie cinétique, soit le mouvement, en chaleur qui a pour effet de ralentir le vélo.

### **2.4.1. Type De Freins**

Il existe différents mécanismes pour freiner le vélo.

#### **2.4.1.1. Le Frein A Mâchoires Ou A Jante**

Est le frein le plus utilisé, à cause de sa simplicité, de son efficacité et de son prix. Les freins à mâchoires s'actionnent en appuyant sur un levier, situé aux poignées du guidon. Le levier met en mouvement grâce à un câble, des patins qui frottent sur la jante de la roue pour ralentir la rotation.

#### **2.4.1.2. Le Frein à Disque**

Il se compose d'un disque en métal attaché au moyeu, il suit les mouvements de la roue. Lorsque les freins sont actionnés, des étriers frottent le disque et ralentissent ainsi le roulement.

#### **2.4.1.3. Les Freins à Tambour**

Il se présente sous la forme d'un tambour circulaire, installé sur le moyeu. Dans ce tambour se trouvent deux patins de freinage. Souvent, le frein à tambour sert plus comme des freins de ralentissement permettant de ralentir le vélo sans toutefois l'arrêter.

En général, pour actionner les freins, il faut presser deux leviers situés aux poignées du guidon. Selon les vélos, les leviers peuvent avoir un fonctionnement :

Mécanique : en tirant sur un câble qui actionne les freins,

Hydraulique : en poussant un liquide à travers des tuyaux jusqu'aux freins.

Actuellement, le système le plus performant reste incontestablement le frein à disque hydraulique. Il séduit un grand nombre d'utilisateurs par sa puissance, son efficacité et sa finesse de freinage. Ses performances ne sont pas affectées par une jante sale ou mouillée. Ils sont durables, demandent très

## CHAPITRE 1 : L'état de l'art

peu d'entretien, mais restent relativement chers à l'achat. Tableau 3 : Comparaison de différents types de frein.

Tableau 3: comparaison entre les types de freinage

Types de frein	Avantages	Inconvénients
<p>Freins à mâchoires</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Un frein en V s'entretient plus facilement</li><li>• Se commande très facilement et ne demande que peu d'effort de la main</li><li>• Le remplacement des patins de freins est simple</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Usure</li><li>• Le frein en V est très sensible à la poussière et a besoin d'entretien</li><li>• Un pli important de la jante ne vous empêche pas de rouler [12]</li></ul>
<p>Freins à disque</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Force de freinage exceptionnelle qui se maîtrise bien</li><li>• Facilité de changement des patins de freins</li><li>• Un pli de la jante n'empêche pas sa performance</li><li>• Aucune usure de la jante</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plus lourds et plus onéreux</li><li>• Compatibilité nécessaire avec le frein, la roue, les rayons et le moyeu</li><li>• Porte-bagage incompatible [12]</li></ul>
<p>Freins à tambour</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Efficacité moyenne</li><li>• Résistent à l'eau et à la saleté</li><li>• Entretien plus rare</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Moins fiables</li><li>• Lourd</li><li>• Entretien compliqué [6]</li></ul>

### 2.5. Les Modèle De Tricycle :

Les tricycles ne se destinent pas seulement aux enfants. Pour cause, il en existe des modèles spécialement conçus pour adulte. Ces véhicules à trois roues s'avèrent plus sécuritaires que les vélos et les motos.

#### 2.5.1. Le Tricycle Adulte Classique

Tout comme un vélo, mais avec 3 roues, le tricycle adulte classique possède un dérailleur et est actionné par la force des jambes lors du pédalage. Il permet de se sentir plus en confiance qu'à vélo et de se déplacer sans problème d'équilibre. Souvent, **les tricycles adultes sont équipés d'un panier** avant et/ou arrière pour transporter des affaires ou des courses au retour du marché par exemple. Ce type de tricycle constitue la base pour toutes les autres déclinaisons existantes.



Figure 9: le Tricycle adulte classique

#### 2.5.2. Le Tricycle Adulte Utilitaire

Le tricycle adulte utilitaire ou triporteur fait partie de la famille des vélos cargos. Il est un peu différent des autres dans le sens où il possède généralement **deux roues à l'avant et une roue à l'arrière**. Ce type de tricycle est surtout dédié à un usage professionnel, comme commerce ambulant par



Figure 10: le Tricycle adulte utilitaire

## CHAPITRE 1 : L'état de l'art

---

exemple (glacier, hot dog...) ou comme moyen de déplacement dans les grands entrepôts logistiques. Mais il peut très bien servir dans la vie quotidienne pour transporter ses enfants à l'école ou faire prendre l'air à son animal de compagnie [13].

### 2.5.3. Le Tricycle Adulte Electrique

Entièrement identiques aux tricycles classiques, les tricycles électriques bénéficient en plus d'un moteur électrique et d'une batterie afin d'accompagner le cycliste dans ses efforts, lors des montées ou des trajets avec le vent de face par exemple.

Ce système d'assistance électrique est devenu très populaire grâce aux vélos électriques VAE. On distingue deux principaux types de tricycle électriques, ceux **avec l'assistance électrique au pédalage** ou ceux **avec l'assistance électrique à la poignée**, ces derniers peuvent être utilisés sans pédaler



Figure 11: le Tricycle adulte électrique

### 2.5.4. Un Tricycle Couché

Est une variante du vélo couché munie de trois roues. Il est conçu de telle façon que le conducteur pédale en position couchée sur le dos, les jambes à l'horizontale. Le pédalier est situé à l'avant du tricycle et la selle est remplacée par un siège contre lequel s'appuie le dos de l'utilisateur. Le guidon se trouve soit au-dessus des genoux, soit sous les fesses.

On trouve deux architectures de tricycle couché : le tadpole (têtard en anglais), avec deux roues à l'avant, et le delta, avec deux roues à l'arrière. Certains tricycles peuvent s'incliner en virage.



Figure 12: tricycle couché

Carrossés, les tricycles servent de base aux vélomobiles. Entraînés par pédalage manuel, ils deviennent des handcycle ou vélocimane et sont utilisés en cyclisme handisport [14].

### 2.5.5. LE VELOCIMANE

Est un vélocipède, généralement un tricycle, entraîné par la force des bras. Il est généralement adapté aux personnes paraplégiques.

Les hand cycles (ou hand trike), utilisés en cyclisme handisport, recourent à un pédalage manuel. Certains vélocimanes peuvent avoir un pédalage assisté par moteur électrique.

Les cyclorameurs, utilisant un mouvement de rameur (traction sur les poignées), sont adaptés aux personnes valides [16].



Figure 13: handcycles

### 2.5.6. LE CYCLISME HANDISPORT

Est un sport dérivé du cyclisme. Les prototypes de vélocimanes datent du début du xx<sup>e</sup> siècle, le vélo pour handicapés physiques date des années 1960, le tandem pratiqué par les déficients visuels des années 1970 et enfin le handbike pour les personnes en fauteuil roulant des années 1990 [17].



Figure 14: tricycle couché

### 2.5.7. VELO-MOBILE

Est un cycle protégé par une carrosserie aérodynamique. La carrosserie a pour but de protéger contre les intempéries et, le plus souvent, d'obtenir un substantiel gain aérodynamique. Elle peut aussi protéger en cas de chute ou de collision. En contrepartie, elle représente un poids qui pénalise les montées. Généralement rigide, elle est soit complète, soit ouverte dans la partie supérieure.

Pour des raisons d'équilibre et pour diminuer la surface frontale, les vélomobiles sont généralement bâtis sur le principe du tricycle couché : le cycliste est assis bas, sur un siège muni d'un

## CHAPITRE 1 : L'état de l'art

---

dossier incliné en arrière, et le pédalier est en avant. Le vélomobile peut être pourvu d'une assistance au pédalage [19].



Figure 15: vélomobile

**CHAPITRE 2 :**  
**Le Tricycle Adulte Utilitaire**

## CHAPITRE 2 : Tricycle adulte utilitaire

---

### 1. INTERDICTION :

Parmi les types existants des vélos Tricycle j'ai choisi le type utilitaire celui qui a deux roues en avant, ce chapitre permet de détailler plus ce type de vélo.

### 2. GENERALITE SUR LE TRICYCLE ADULTE UTILITAIRE

Tricycle désigne un petit véhicule très léger, un cycle possédant trois roues, deux roues en avant. Il existe 2 familles de suspensions :

#### 2.1. 1<sup>ER</sup> FAMILLES DE SUSPENSIONS

Les suspensions dites « essieux rigide » où les parties gauche et droite sont liées (Suspension à pont oscillant, Suspension coulissante).



Figure 16: système de parallélogramme a deux bras

## CHAPITRE 2 : Tricycle adulte utilitaire

---

### 2.2. 2<sup>EME</sup> FAMILLES DE SUSPENSIONS :

Les suspensions dites « indépendantes » : sur un même essieu la partie gauche est séparée de la partie droite.

Ceci est réalisé en gardant le pilier central que les deux amortisseurs avant à ressorts hélicoïdaux montent à la verticale à tout moment, même lorsque le reste du vélo s'incline. Le résultat est que le corps du vélo et les trois roues se pencheront dans les virages [20].



Figure 17: système de parallélogramme a quatre bras

### 2.3. LES KITS DE CONVERSION TRICYCLE UTILITAIRE

Cet équipement se fixe en lieu et à la place de la roue avant c'est-à-dire à la fourche de bicyclette, non seulement pour disposer davantage de stabilité, mais aussi pour pouvoir transporter du matériel comme un sac ou des courses. Comme c'est un excellent moyen d'augmenter le potentiel du vélo en ville le transformant ainsi en triporteur urbain rapidement et de manière réversible.

## 3. ENONCE FONCTIONNEL DU BESOIN

Une fois le besoin est identifié on utilise la méthode APET pour Exprimer notre besoin qui doit rédiger de la façon suivant :

Le produit rendre le service de client en agissant sur la matière d'ouvre pour satisfaire le besoin

Et on doit répondre à ce trois questionne :

## CHAPITRE 2 : Tricycle adulte utilitaire

---

### A qui le produit rend-il service ?

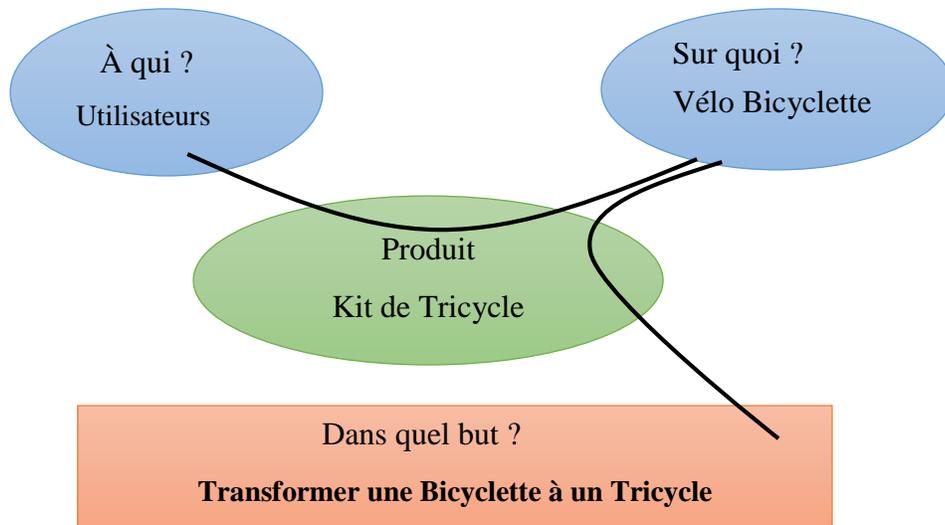
Aa les cyclistes adultes

### Sur quoi le produit agit-il ?

Bicyclette

### Dans quel but

Transformer une Bicyclette à un Tricycle



## 4. ETUDE DE FAISABILITE

Pour valider l'expression du besoin, il faut se poser les questions complémentaires suivantes :

### 4.1. POURQUOI LE SYSTEME EXISTE-T-IL ?

Bicyclette produit existant pour l'utilisation personnelle limité

Nous voulons créer ce produit afin de permettre aux personnes ayant une bicyclette d'avoir un tricycle pour transporter plus des matérielles o bien pour faciliter leur stabilité l'hors de la conduite.

## CHAPITRE 2 : Tricycle adulte utilitaire

---

### 4.2. QU'EST-CE QUI POURRAIT FAIRE DISPARAITRE OU EVOLUER LE BESOIN ?

Cette question permet de valider la stabilité du besoin, elle permet aussi d'anticiper les évolutions du besoin.

#### 4.2.1. CE QUI POURRAIT FAIRE DISPARAITRE LE BESOIN

La disparition du produit peut être envisagé si le système Il ne pouvait plus le supporter plus la charge des marchandises et quand il y aura des nouvelles solutions ou système.

#### 4.2.2. CE QUI POURRAIT FAIRE EVOLUER LE BESOIN

Afin faire évaluer le produit, il possible d'utiliser l'énergie électrique dans notre produit et des nouveaux matériaux plus léger, aussi la concurrence des concepteurs entre eux.

## 5. ETUDE DE MARCHÉ :

### 5.1. LES CLIENTS CIBLES :

- Les cyclistes adultes
- Commercial spécialisé dans domaine des cycles
- Marché extérieur.

### 5.2. MARCHES CIBLEES :

- Véhicules à trois roues

### 5.3. PREVISIONS DE VENTE

En l'Algérie il n'a pas beaucoup des tricycles et on a de million des cyclistes. Ce qui est considéré comme marchés vierge de ce produit.

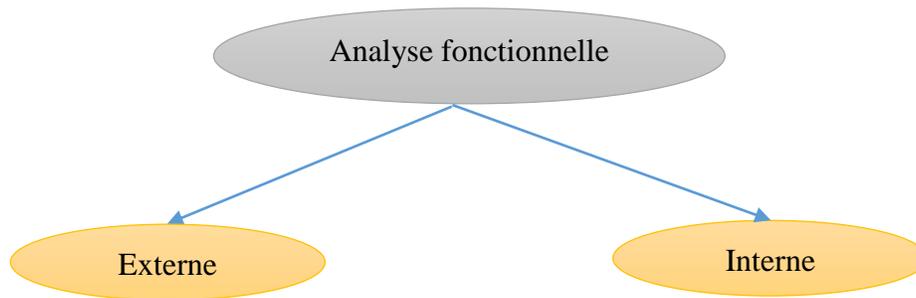
Dans le contexte défini ci-dessus, le risque de disparition est faible. Le besoin est validé par conséquent, le projet est **stable**.

### 5.4. PREFAISABILITE DU PROJET

L'objectif de notre conception est raisonnable et techniquement réalisables compte tenu des ressources existantes donc on peut dire, que notre projet est faisable.

### 6. ANALYSE FONCTIONNELLE

Est une démarche qui consiste à recenser, caractériser, hiérarchiser et valoriser les fonctions du produit (système) pour satisfaire les besoins de son utilisateur.



#### 6.1. ANALYSE FONCTIONNELLE EXTERNE

L'analyse fonctionnelle externe, décrit le point de vue de l'utilisateur et ne s'intéresse au produit qu'en tant que "boîte noire" capable de fournir des services dans son environnement durant son cycle d'utilisation [21].

##### 6.1.1. RECHERCHE DES ELEMENTS DU MILIEU EXTERIEUR

Cette étape consiste à faire l'inventaire de tout ce qui peut influencer notre système dans son environnement extérieur :

Les composantes extérieures ayant contact direct avec le besoin :

- L'utilisateur
- Bicyclette
- Les Charges
- Systèmes de freinages
- Esthétique

##### 6.1.2. DIAGRAMME DE PIEUVRE :

Est utilisée pour analyser le besoin est identifier les fonctions de services d'un produit.

Le diagramme met en évidence les relations entre les différents éléments du milieu environnant et le produit [22].

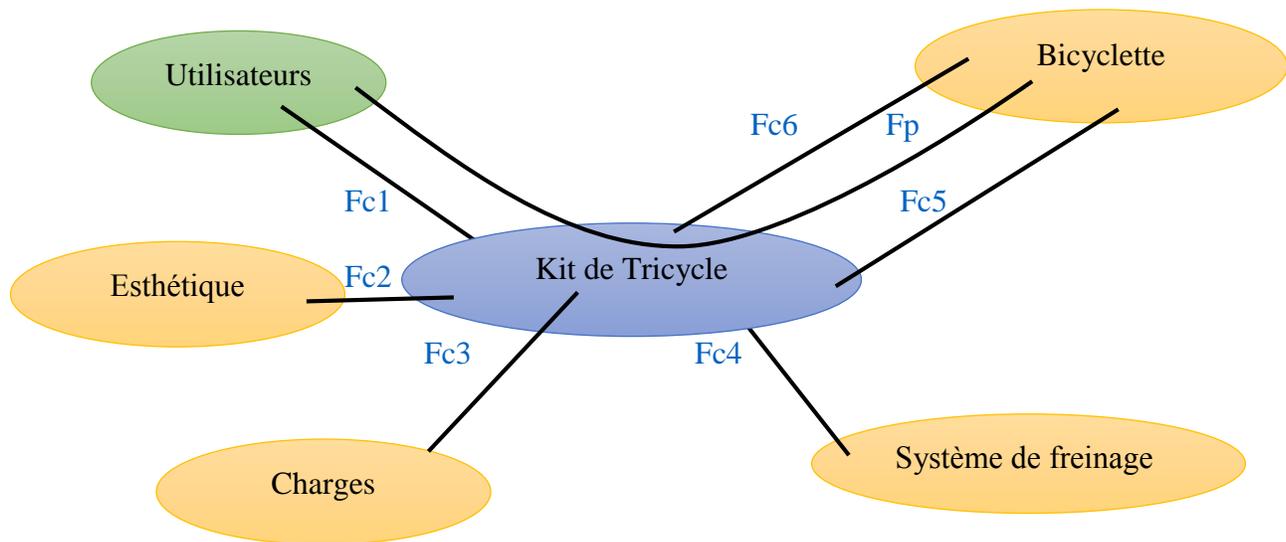


Figure 19: Diagramme de pieuvre

FP : Transformer Bicyclette à Tricycle

FC1 : faciliter l'utilisation

FC2 : avoir une forme adaptable a l'utilisation

FC3 : Transporter les charges légères (course, Marchandise etc...)

FC4 : assurez le freinage

FC5 : permettre de se déplacer

FC5 : assurez la fixation

### 6.1.3. ANALYSE FONCTIONNELLE INTERNE

L'analyse fonctionnelle interne privilégie le point de vue du concepteur, chargé de construire un produit réel à partir d'un cahier des charges donné, elle propose une décomposition conduisant de l'expression fonctionnelle du besoin à la définition des solutions constructives.

Pour déterminer ou optimiser des solutions constructives, cette analyse utilise deux outils de description :

- Le diagramme FAST (Fonctionnel Analysais System Technique),
- Le diagramme SADT (System Analysais Design Technique).

## CHAPITRE 2 : Tricycle adulte utilitaire

### 6.1.3.1. LE DIAGRAMME FAST :

La méthode s'appuie sur une technique interrogative. En partant d'une fonction principale, elle présente les fonctions dans un enchaînement logique en répondant aux trois questions :

- Pourquoi** ? pourquoi une fonction doit-elle être assurée ?
- Comment** ? comment cette fonction doit-elle être assurée ?
- Quand** ? Quand cette fonction doit-elle être assurée ?

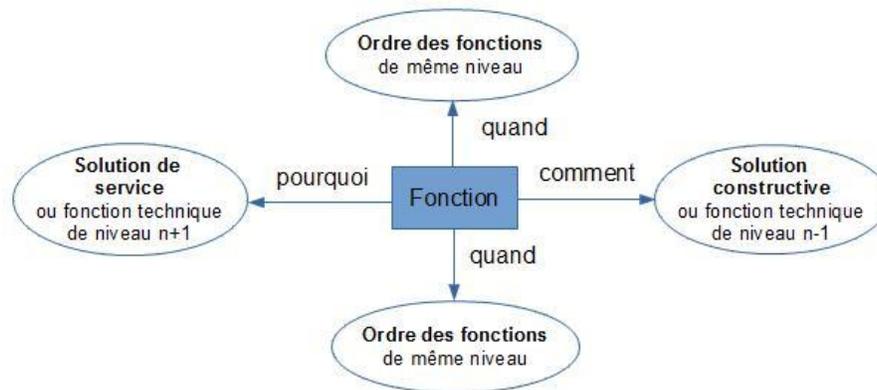
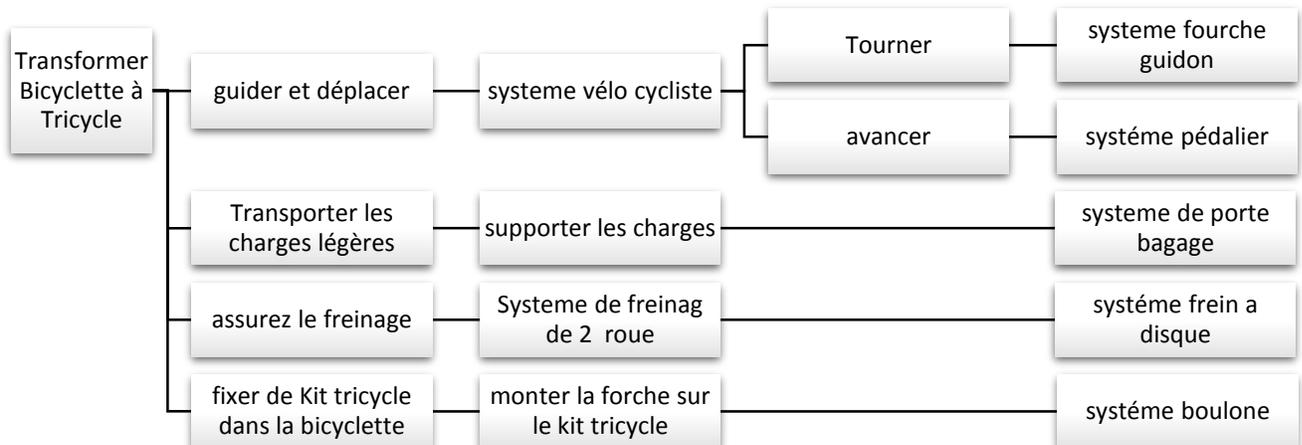


Figure 20:Diagramme FAST



## CHAPITRE 2 : Tricycle adulte utilitaire

---

### 6.1.3.2. CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL

Le cahier des charges fonctionnel (CDCF) est un document formalisant un besoin, en détaillant les fonctionnalités attendues du système, ainsi que les contraintes (techniques, réglementaires, budgétaires...) auxquelles il est soumis.

Tableau 4: Cahier de charge fonctionnel

Fonction	critère	Niveau d'exigence
Transformer Bicyclette a Tricycle	La forme	Adaptable avec les bicyclettes.
il faut construire une kit de tricycle simple à utiliser et maintenable.	Utilisation et maintenabilité	Facile de montage et démontage. Des pièces standard disponibles.
Transporter les charges légères	Poids	Transporter la charge environ de 40 Kg
permettre de se déplacer	Circuit	Facile de mouvement

**CHAPITRE 3 :**  
**Calcule Dimensionnelle**



## Chapitre 3 : Calcule dimensionnelle

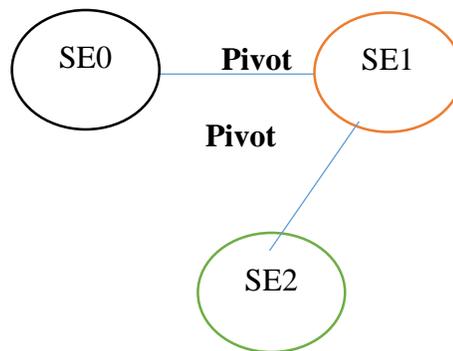
SE1 : les systèmes de suspendre

SE2 : les axes de roue

SE0 : Châssis

### 2.1.1.1. GRAPHE DES LIAISONS

Le graphe des contacts est un outil descriptif qui permet de faire le bilan des solides et des contacts entre les solides d'un mécanisme.



### 2.1.2. LES AMORTISSEURS

Le but premier d'une suspension est de permettre autant que possible aux roues de rester en contact avec le sol, afin d'obtenir la meilleure traction possible, tout en absorbant les chocs et en réduisant les vibrations. Bien qu'un amortisseur n'ait pas pour vocation première la préservation de votre postérieur, les avantages d'une suspension incluent un confort supérieur, un contrôle accru de la machine et des contraintes sur le matériel réduit.



Figure 22:les types d'amortisseur

### 2.1.3. LES TYPES D'AMORTISSEUR

Une suspension est toujours composée de 2 éléments distincts :

- Le ressort pneumatique B ou hélicoïdal C ;

## Chapitre 3 : Calcule dimensionnelle

- La partie amortissement, toujours hydraulique, logée intégralement dans le corps de l'amortisseur ou en partie déportée dans une bonbonne ou "piggyback" C1.

Les ressorts pneumatiques (ou à air) sont plus légers et offrent un fonctionnement dit progressif. Ils permettent un ajustement plus simple et plus fin par rapport au poids du pilote à l'aide d'une pompe haute pression.

Certaines marques proposent un même modèle en différentes tailles de cuve pour l'air. Plus le volume d'air est important plus votre amortisseur se rapprochera d'un comportement linéaire et gèrera mieux les variations de température dues au fonctionnement. Plus le volume d'air est faible plus votre amortisseur sera progressif.

Les amortisseurs à ressorts hélicoïdaux sont plus sensibles sur les petits chocs et offrent un fonctionnement dit linéaire. Leur fiabilité est leur point fort mais ils sont plus lourds. Ils nécessitent un ressort adapté au poids du pilote.

### 2.1.4. LE CHOIX D'AMORTISSEUR :

Vous ne pourrez pas forcément monter n'importe quel amortisseur sur votre cadre. En dehors du choix de technologie (air, ressort hélicoïdale...), il faudra respecter les points suivants en fonction des compatibilités avec votre cadre :

- L'entraxe de fixation A : distance entre les 2 points d'ancrage
- La course : débattement sur lequel va travailler l'amortisseur
- L'encombrement/forme : certains cadres n'acceptent pas un modèle trop volumineux
- Setting (ou configuration d'origine)

Pour notre système on a :

L'entraxe de fixation A est de 200 mm

La course est de 75 mm

L'encombrement le grand diamètre est de 48 mm.

### 2.1.5. LES DIMENSION STANDARD D'AMORTISSEUR :

La bosselure est la partie fixe A qui se rentre en force dans le pied de l'amortisseur. Le diamètre de montage peut être différent suivant les marques, il est donc recommandé de vérifier celui qui correspond à votre modèle. Les entretoises B sont les deux pièces qui s'installent de chaque côté de la buselure Pour assurer la



Figure 23:l'entreaxe d'amortisseur

## Chapitre 3 : Calcule dimensionnelle

libre rotation de l'amortisseur. Ces entretoises doivent s'adapter aussi au diamètre de l'axe qui permet le montage de la suspension VTT.

Pour les choisir, il faudra faire attention à deux valeurs : la longueur hors-tout **C** (une fois montées) et le diamètre de l'axe **D**. Le diamètre de montage des entretoises dans la buselure pouvant être différent suivant les marques, il est donc recommandé de bien vérifier en amont celui qui correspond à votre modèle [23].

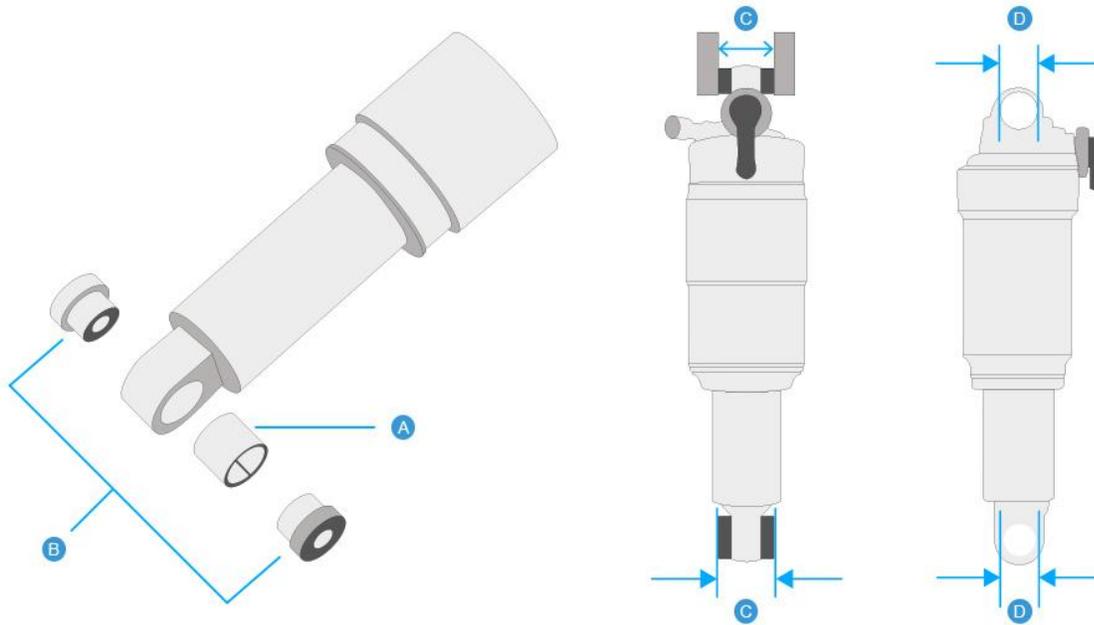


Figure 24: les dimension standard d'une amortisseur

### 2.2. CHOIX DE MATERIAUX :

L'attrait pour les alliages aluminium est dû à leur légèreté (rapport caractéristique – poids densité d'environ de 2.7 g/cm<sup>3</sup>) la relative in oxydabilité et l'aptitude décorative les alliages principaux sont à base de cuivre magnésium silicium

La prospérité mécanique du 6082 est également très importe :

Résistance a la traction de 350 MPA sa limite élastique de 310 MPA Par ailleurs sa faible densité (2.7 g/cm<sup>3</sup>) met en avant légèreté de la matière notre cahier de charge nous contraignant au niveau de poids, il est important que la matière soit plus léger possible tour en étant suffisamment résistante.

### 3. ETUDE DES FORCES S'APPLIQUANT SUR LE SYSTEME TRICYCLE/CYCLISTE :

#### 3.1. LE SYSTEME TRICYCLE /CYCLISTE IMMOBILE :

Nous considèrerons dans cette partie le système vélo/cycliste par rapport au référentiel terrestre supposé galiléen. La particularité de ce système est qu'il est déformable, Lorsque le système {cycliste +vélo} est stabilité, ce système est soumis à deux forces :

- \* Le poids du système (appelé ensuite la résistance gravitationnelle du vélo)
- \* la réaction de la route, sur chacun des pneus,

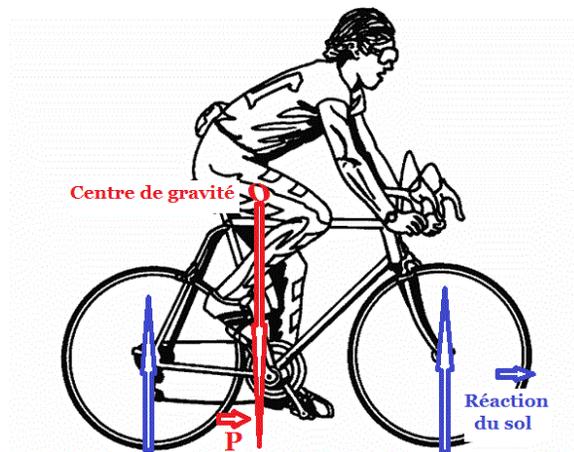


Figure 25:le système vélo/cycliste en stability

**Pour notre cas :**

Calcule la masse de système :

$m_K$  :la masse de kit tricycle est de 10 kg

$m_C$  :la masse de charge est de 40 kg

$m_b$  :la masse de bicyclette a partir de (13.2 kg jusqu'a 15 kg) on prendre 15 Kg

$m_h$  : on considère la masse d'utilisateur est 80 kg

Est, et l'intensité du champ de pesanteur à Algérie est 9,81 N.kg-1 ;

## Chapitre 3 : Calcul dimensionnelle

---

$$M = \sum m = 10 + 40 + 15 + 80 = 145 \text{ KG}$$

Calculer Résistance de la gravité

$$p = M \times g = 145 \times 9.81 = 1422.45 \text{ N}$$

Notre vélo possédant deux roues, la réaction du sol se répartit en deux contributions dont la somme est égale à la somme des forces agissent sur les systèmes. (D'après la 2ème et 3ème loi de Newton.)

$$R_a = \frac{p}{2} = 711.225 \text{ N}$$

### 3.2. LE SYSTEME TRICYCLE /CYCLISTE EN MOUVEMENT :

Analyse des forces en présence

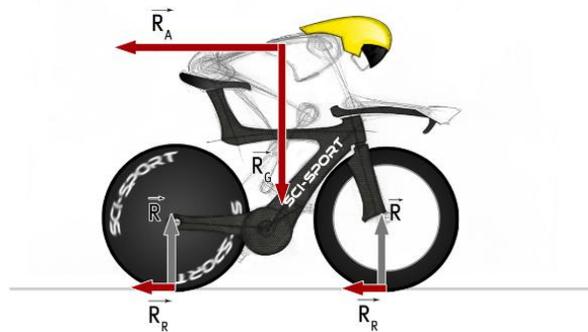


Figure 26:les forces agissent sur le système cycliste / vélo en mouvement

Etudions pour commencer les forces qui s'appliquent à un cyclo qui grimpe un col. Il est soumis à :

#### 1) RESISTANCE DE LA GRAVITE :

(Sur terrain plat, cette force est nulle. Mais sur terrain incliné, c'est la principale résistance de la performance en montée) [24].

La pente est de 10%, soit  $\tan \alpha = 10\%$  ou  $\sin \alpha = \sin (\arctan 10\%) = \sin (5.71) = 0.1$

$$p = R_G = M \times g \times \sin \alpha$$

$$p = 145 \times 9.81 \times \sin 5.71 = 141.54 \text{ N}$$

#### 2) LA REACTION DE LA ROUTE :

Est la somme d'une composante verticale R, qui compense le poids, et d'une composante  $R_R$  s'opposant au roulement et proportionnelle au poids du cyclo, selon un coefficient qui dépend de

## Chapitre 3 : Calcule dimensionnelle

---

l'état de surface de la route et du rendement mécanique des roues (d'autant plus faible que le revêtement est lisse, et que les pneus sont bien gonflés). Elle vaut :

$$R_R = C_f \cdot m \cdot g \text{ où le coefficient de frottement}$$

Le coefficient de roulement, et d'une manière générale  $R_R$  dépend essentiellement de la pression de gonflage des pneumatiques ( $P_R$ , en kPa), des matériaux composant les pneumatiques, de la nature du terrain (i.e., enrobé, terre, pavé, herbe, asphalte, piste synthétique, etc.) et du poids de l'ensemble cycliste-bicyclette. D'après Grappe et al,  $C_f$  peut être exprimé en fonction de  $P_R$  comme suit est égale a :

$$C_f = 0.1071 \times P_R^{-0.477}$$

Cette relation montre que plus les pneumatiques seront gonflés et plus le coefficient de roulement, et donc la résistance de roulement sera faible [25].

La pression de gonflage de pneu des vélos tout terrain est de 320 kpa [26].

Calcule de coefficient de frottement :

$$C_f = 0.1071 \times 320^{-0.477} = 0.0068$$

$$R_R = 0.0068 \times 145 \times 9.81 = 9.72 \text{ N}$$

**Calcule de la réaction R :**

D'après la 2ème et 3ème loi de Newton :

$$\sum F/y = 0$$

$$P_y - 2R = 0$$

$$R = \frac{P_y}{2} = \frac{p \cdot \cos \alpha}{2} = \frac{145 \times 9.81 \times \cos 5.71}{2} = 707.7 \text{ N}$$

### 3) LA FORCE AERODYNAMIQUE $R_A$

Cette force est composée de 2 forces : la force de traînée et la force de portance. En cyclisme, au vu des vitesses de déplacement, la portance est considérée comme négligeable [27].

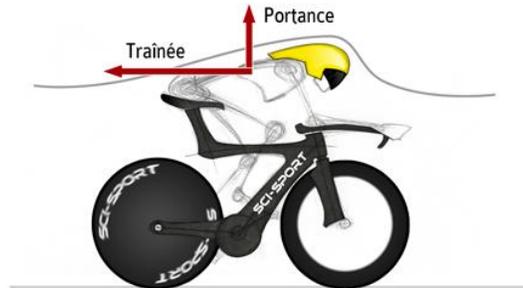


Figure 27: la réaction de force aérodynamique sur le système vélo/cycliste

La force aérodynamique est proportionnelle à :

- La surface de pénétration du cyclo dans l'air

L'aire frontale projetée peut aussi être exprimée en fonction de la position du cycliste sur sa bicyclette en utilisant l'inclinaison du tube de selle ( $\beta$ , en degrés), l'inclinaison du tronc du cycliste par rapport à l'horizontal ( $\delta$ , en degrés) et est égale à  $A_p = 0.45$  [28].

$$A_p = 0.00433 \times \beta^{.172} \times \delta^{0.096} \times m_c^{0.762}$$

- la vitesse d'écoulement du fluide sur le corps du cycliste

Dans le cas du cyclisme, le fluide dont nous parlerons est l'air. Lorsque le cycliste se déplace, l'air circule à la surface de son corps et de sa bicyclette en sens inverse à celui du déplacement. Plus la vitesse du cycliste augmente, plus l'air circule rapidement et plus la traînée aérodynamique augmente. Cela obligera le cycliste à développer une puissance plus importante. on considérons la vitesse du cyclo est de :

$$V=10 \text{ [km/h]}$$

- Un coefficient de traînée aérodynamique

## Chapitre 3 : Calcul dimensionnelle

---

Le coefficient de traînée ( $C_x$ , sans unité) (également appelé coefficient de forme ou  $C_D$ ) est utilisé pour modéliser les facteurs complexes de forme, de position et les flux d'air agissant sur le corps du cycliste en déplacement,  $C_x$  est dépendant du nombre de Reynolds ( $Re$ ),  $Re$  est un nombre sans unité qui donne une mesure du ratio des forces inertielles sur les forces visqueuses. Donc pour résumer,  $C_D$  dépend de la vitesse de l'air et de la rugosité de la surface du corps en mouvement et est égale à :  **$C_x = 0.92$**  [29].

$C_x$  est le rapport entre  $R_A$  et le produit de la pression dynamique ( $q$ , en Pa) et ( $q = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2$ ) du fluide en mouvement et  $A_p$  .  $C_x = \frac{R_A}{q \times A_p}$

- La masse volumique de l'air  $\rho$

Pour une vitesse donnée, la traînée aérodynamique est en partie dépendante de la masse volumique de l'air ( $\rho$ , en  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). La masse volumique de l'air est directement proportionnelle à la pression barométrique du fluide ( $P_B$ , en mm Hg) et inversement proportionnelle à la température absolue ( $T$ , en K), où la masse volumique de l'air à 760 mm Hg et 273K est  $\rho_0$  et est égale à  **$\rho = 1.293 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$**  :

$$\rho = \rho_0 \times \left(\frac{P_B}{760}\right) \times \left(\frac{273}{T}\right)$$

Avec :  $P_B = 760e^{-0.124 \times \text{Alt}}$  et ( l'altitude (Alt, en km))

On peut donc écrire notre force aérodynamique :

$$R_A = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A_p \cdot C_x \cdot V^2$$

$$R_A = \frac{1}{2} \times 1.293 \times 0.45 \times 0.92 \times 10^2 = 26.77 \text{ N}$$

**Chapitre 4 :**  
**Modélisation et Simulation**

### 1. INTRODUCTION

L'objectif initial de ce chapitre est modéliser notre système à l'aide des logiciels de Conception Assistée par Ordinateur, (CAO) parmi ces logiciels on a SOLIDWORKS KATIA, ABAQUS, ANSYS ...etc. Ces logiciels permettent aux concepteurs de :

- Esquisser rapidement des idées,
- Analyse statique ou dynamique.

Pour cette étude, le logiciel CAO choisis est SolidWorks, car il est très facile à utiliser et le plus utiliser dans le domaine de conception mécanique 3D.

### 2. MODELISATION GEOMETRIQUE DES PIECES PRINCIPAL DE KIT TRICYCLE :

La figure montre globalement l'objectif de cette étude à savoir le tricycle, et plus précisément le kit qui transforme une bicyclette à un tricycle, en premier lieux l'idée semble simple mais en réalité ce n'est pas aussi simple que ça, sa demande de réflexion dans la conception notamment lors on aborde le facteur sécurité et esthétique, dans la suite je vais mettre en évidence chaque constituant.



Figure 28: Modélisation par SolidWorks du tricycle proposé

## 2.1. MODELISATION GEOMETRIQUE DE CHÂSSIS :

C'est la pièce principale de notre système elle est supportée tous les pièces de notre système (Bicyclette, systèmes de suspension, système de freinage ...etc.), est constituée de Trois pièce, deux pièces pour le serrage avec la Bicyclette et l'autre pour liaison avec les autres systèmes.

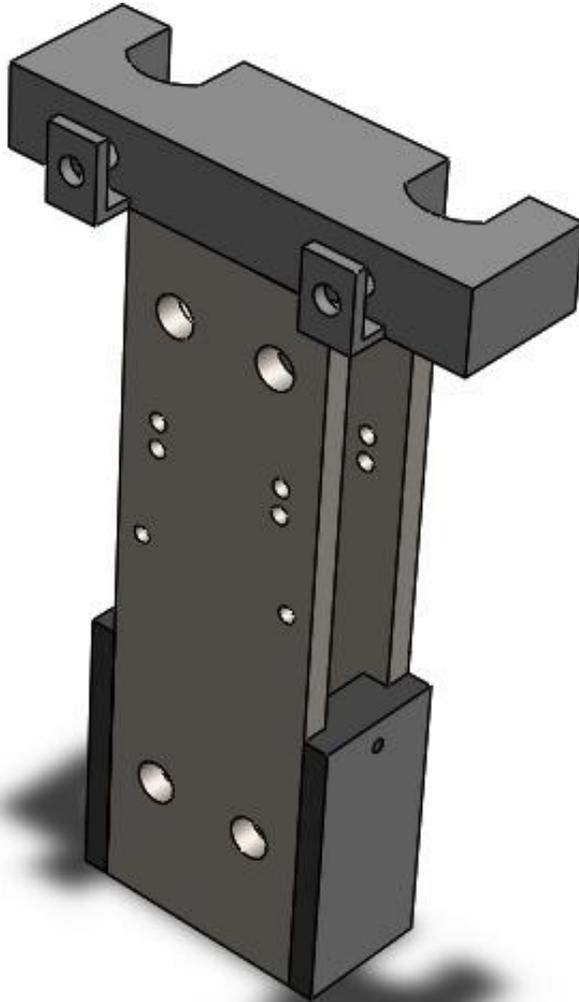


Figure 29: Vue 3D d'un châssis

## 2.2. MODELISATION GEOMETRIQUE DE SYSTEME DE SUSPENSION :

Le principe de la suspension est d'assurer le confort des cyclistes, absorber les vibrations, améliorer la tenue de route de tricycle (appui constant des roues au sol).

### 2.2.1. BARRES DE SUSPENSION

Le Kit de Tricycle comporte quatre barre de suspendue, dans lequel il y a 4 trous, deux trous ont pour but monter les barres dans le châssis et les deux autres pour fixer l'amortisseur qui est monté entre le châssis et ce support.

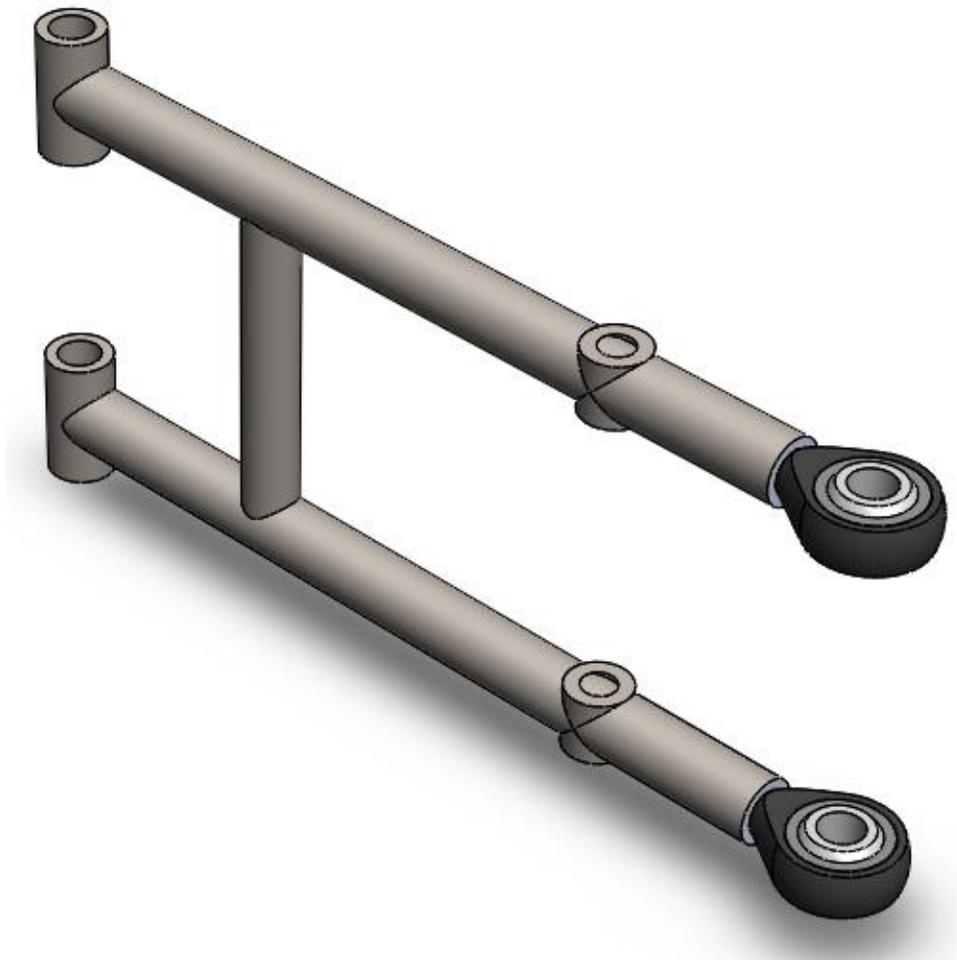


Figure 30: Vue 3D d'une Barre de suspension

### 2.2.2. MODELISATION GEOMETRIQUE DES PIECES DE BARRE des ROUES :

C'est l'une des pièces la plus important dans le système de suspension, dans laquelle les roues seront monter et l'ensemble monter dans la suspension par l'intermédiaire des barres suspension.

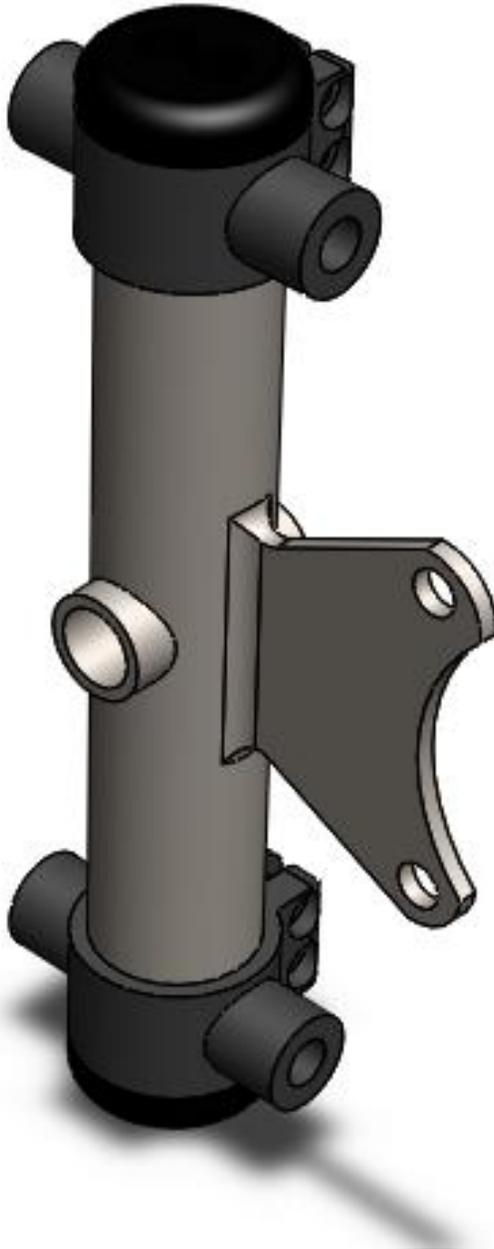


Figure 31: Vue 3D d'une Barre à roue

### 2.3. MODELISATION GEOMETRIQUE DE SYSTEME DE FREINAGE :

Système de freinage a pour but de freiner les 2 roues en même temps, à l'aide d'une seul lever de frein, son système de fonctionnement et de contrôle les deux câbles de frein des roues à l'aide de câble de lever de freinage par l'intermédiaire d'une pièce triangulaire (support des câbles) qui relie les trois câbles dans la boîte de freinage.

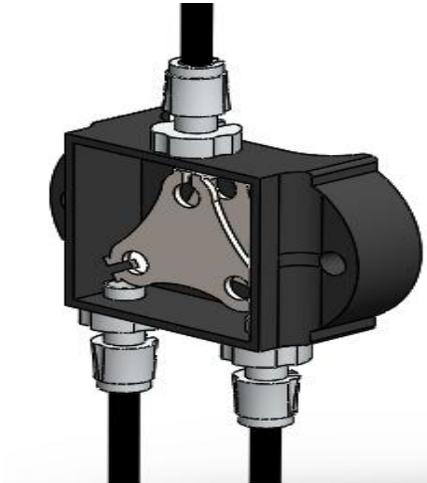


Figure 32:Vue de face et vue d'arrière d'une système de freinage

Fonctionnement de freinage est assure par deux ressort qui ont pour but le retour après l'action de freinage comme il est montre par des flèches dans la figure 38.

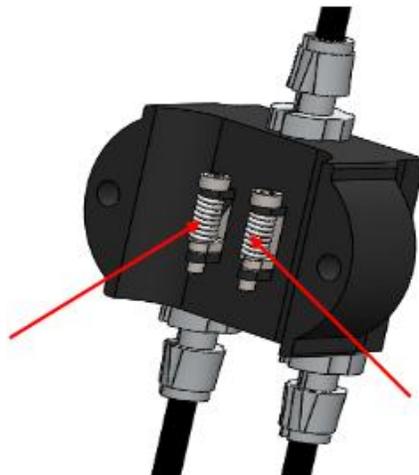


Figure 33 Vue l'arrière de système de freinage

#### 2.4. MODELISATION GEOMETRIQUE DE PORTE BAGAGE :

Support de port bagage permettre de supporter les marchandises moins de 40 Kg ; il comporter deux pièces, on a la base de porte bagage et l'autre c'est le support de la base de porte bagage.



Figure 34 Vue 3D d'une porte bagage

## 1 ASSEMBLAGE DES ELEMENTS DU CORPS

Un assemblage est un dispositif qui permet de réunir des pièces de Systèmes entre elles, Après avoir modélisé les différentes pièces constituant le Kit de tricycle je procédé à l'assemblage de ces derniers.

### 2.4.1. ASSEMBLAGE DES ROUEMENTS AVEC LE CHÂSSIS :

L'assemblage des pièces commencé par monter les roulements à son position par adhérence mécanique.

Référence :

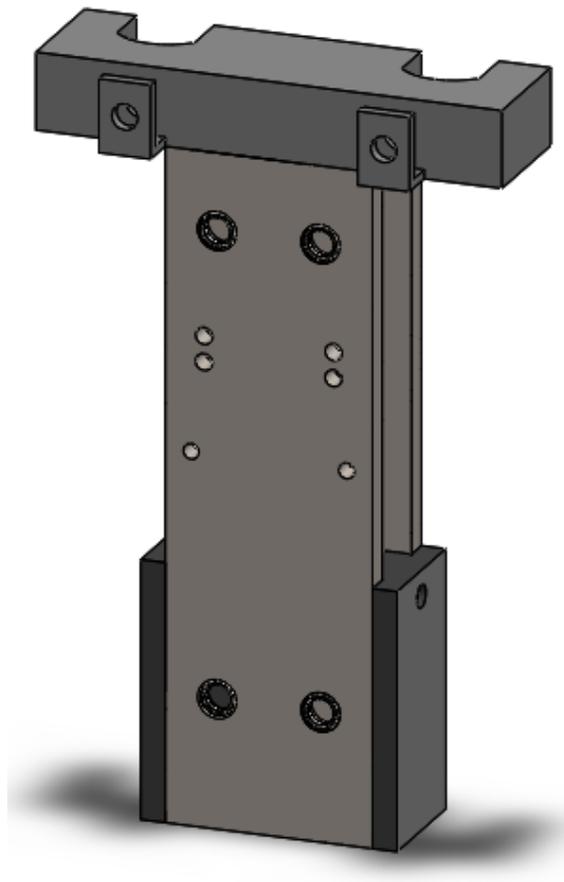


Figure 35: Vue 3D de l'assemblage roulement – châssis

### 2.4.2. ASSEMBLAGE DE BARRE DE SUSPENSION AVEC L'AXE

Les barres des suspensions sont positionnées correctement dans leurs place Co-axialement avec les roulements, qui par suit l'axe des barres est monté.

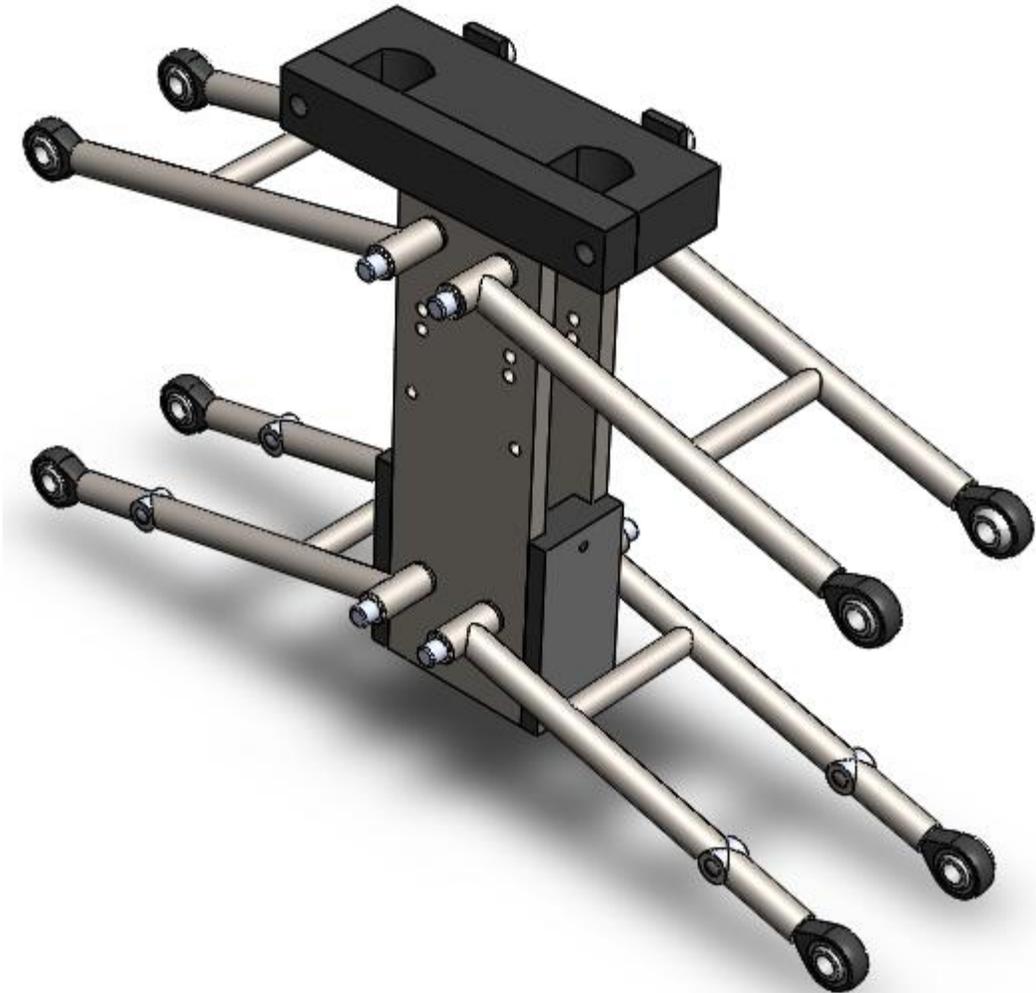


Figure 36: Vue 3D de l'assemblage Barre de suspension et axe sur châssis

### 2.5. ASSEMBLAGE BOULONNIER :

Un assemblage par élément fileté assure une liaison complète, rigide et démontable entre une ou plusieurs pièces à assembler. Les assemblages boulonnés sont largement utilisés dans différents domaines mécaniques, civils, aéronautiques et marins. Ils sont utilisés pour supporter des charges statiques ou des charges cycliques de fatigue.

Un assemblage par élément fileté est constitué par deux ou plusieurs pièces à assembler moyennant un ou plusieurs des éléments de liaison (vis écrou goujon et boulon)

Les avantages de cet assemblage on a :

- Facile de montage et démontage
- Minimiser les volumes des produits finis
- Faciliter la maintenance des pièces défectueuses. : changement des composent mécanique.  
(2)

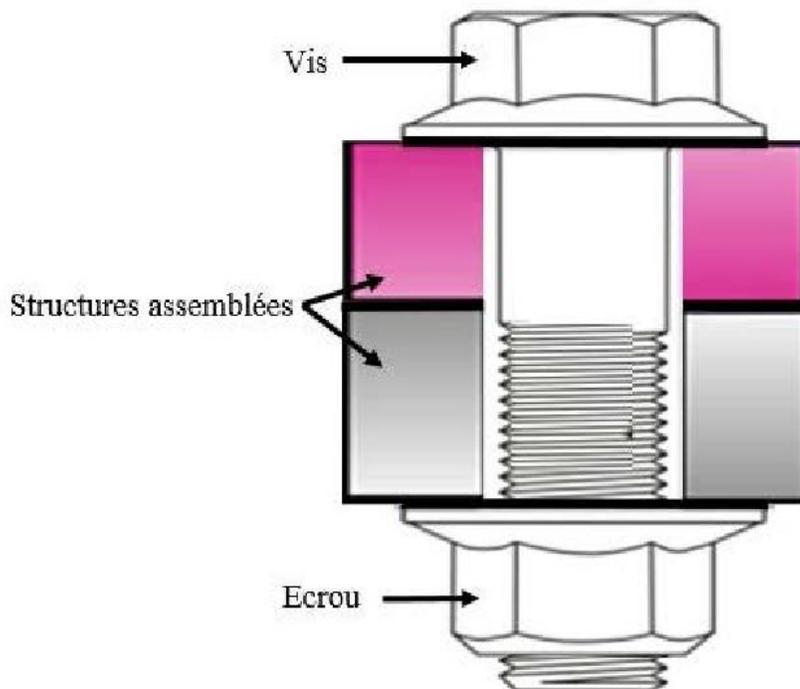


Figure 37:assemblage Boulonnier

### 2.5.1. ASSEMBLAGE DES PIÈCES DE BARRE A ROUE DU A LA BARRE DE SUSPENSION :

On a réalisé cet assemblage par quatre tige fileter et huit écrou frein (TWOLok) comme il est indiqué dans la figure 37 la référence de cet écrou est :

- Ecrou Twolok : ISO-4161-M10-N
- Référence rondelle :ISO 10673-S-10 (3).

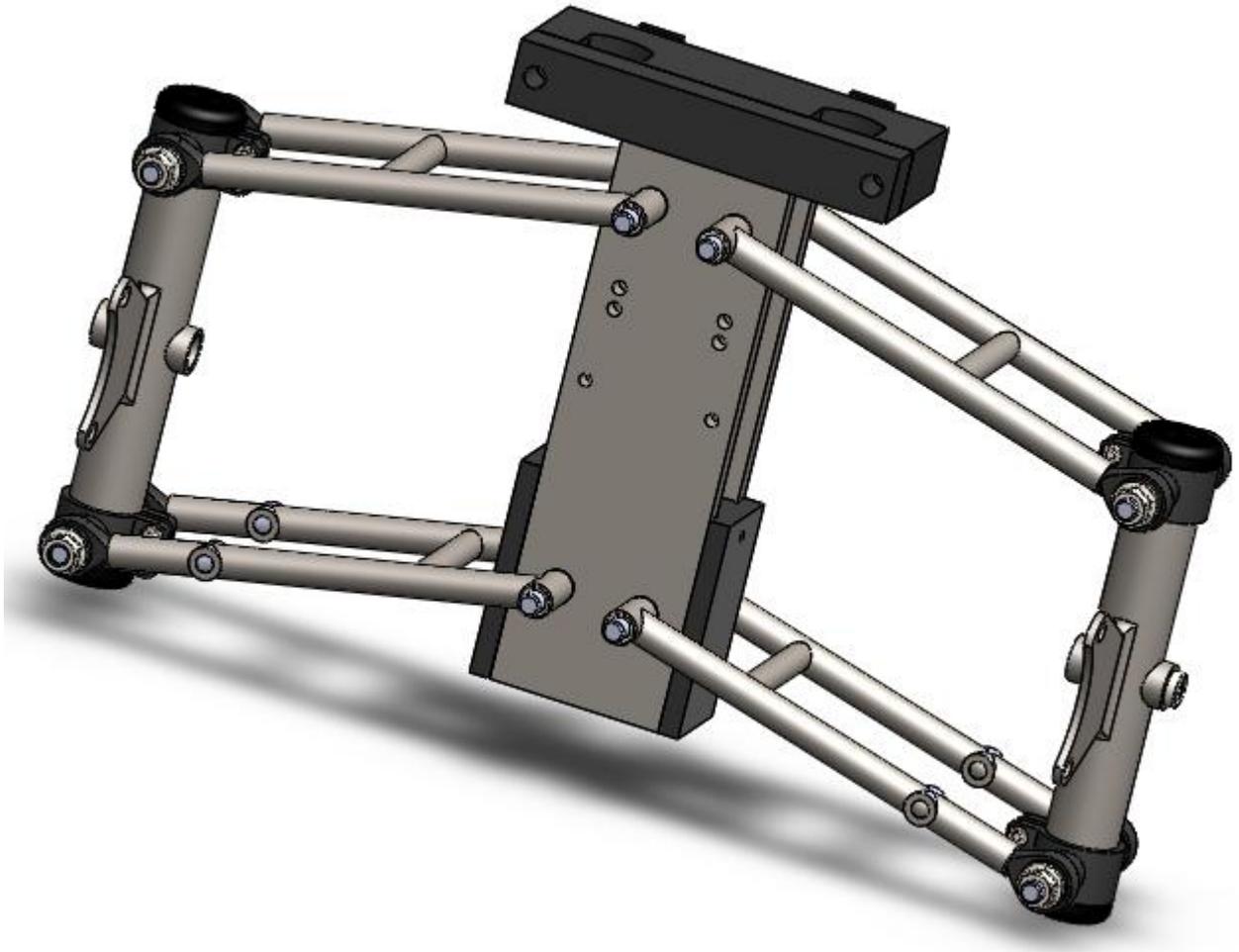


Figure 38:Vue 3D de l'assemblage Barre à roue - barre de suspension

### 2.5.2. ASSEMBLAGE DE SUPPORT D'AMORTISSEUR ET DU CHÂSSIS :

Après avoir choisi l'amortisseur, il faut assurer sa fixation entre la barre inférieure de la suspension et le châssis par ces deux coté

- Pour le 1<sup>er</sup> coté

Il faut fixer d'abord le support d'amortisseur avec le châssis, pour effectuer cette fixation on utilise huit Vis à tête cylindrique à six pans creux CHC ISO 4762- M8 x 35-24 N (voir figure 38 ) (3).

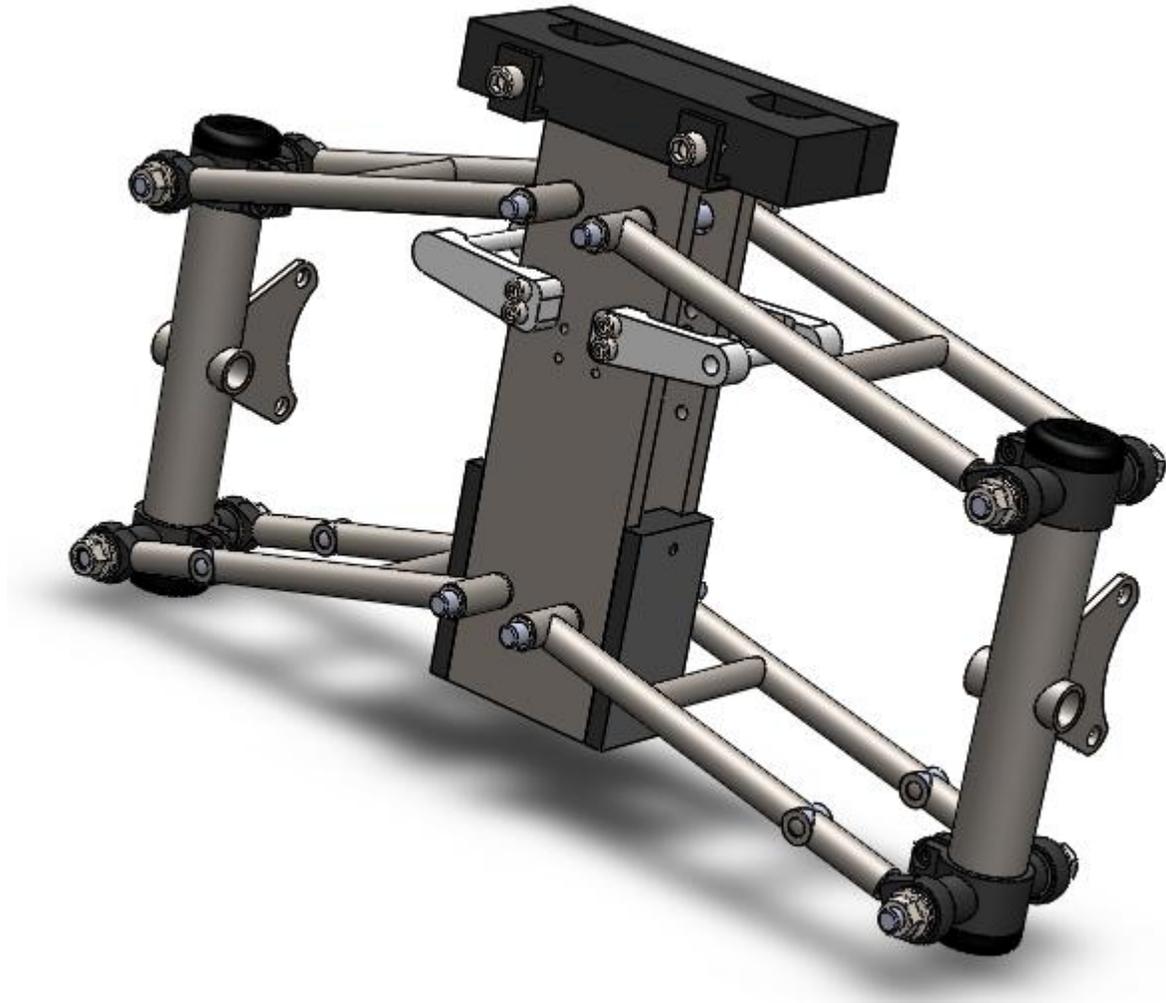


Figure 39 :Vue 3D de l'assemblage support de amortisseur - châssis

### 2.5.3. ASSEMBLAGE D'AXE D'AMORTISSEUR AVEC LA BARRE DE SUSPENSION :

Pour 2<sup>ème</sup> coté

La tête de piston d'amortisseur est fixer dans la barre inferieure de suspension à l'aide d'une tige et deux écrou. (Voir figure 39)

- Référence écrou : ISO 4161- M10- N
- Référence rondelle :ISO 10673-S-10 (3).

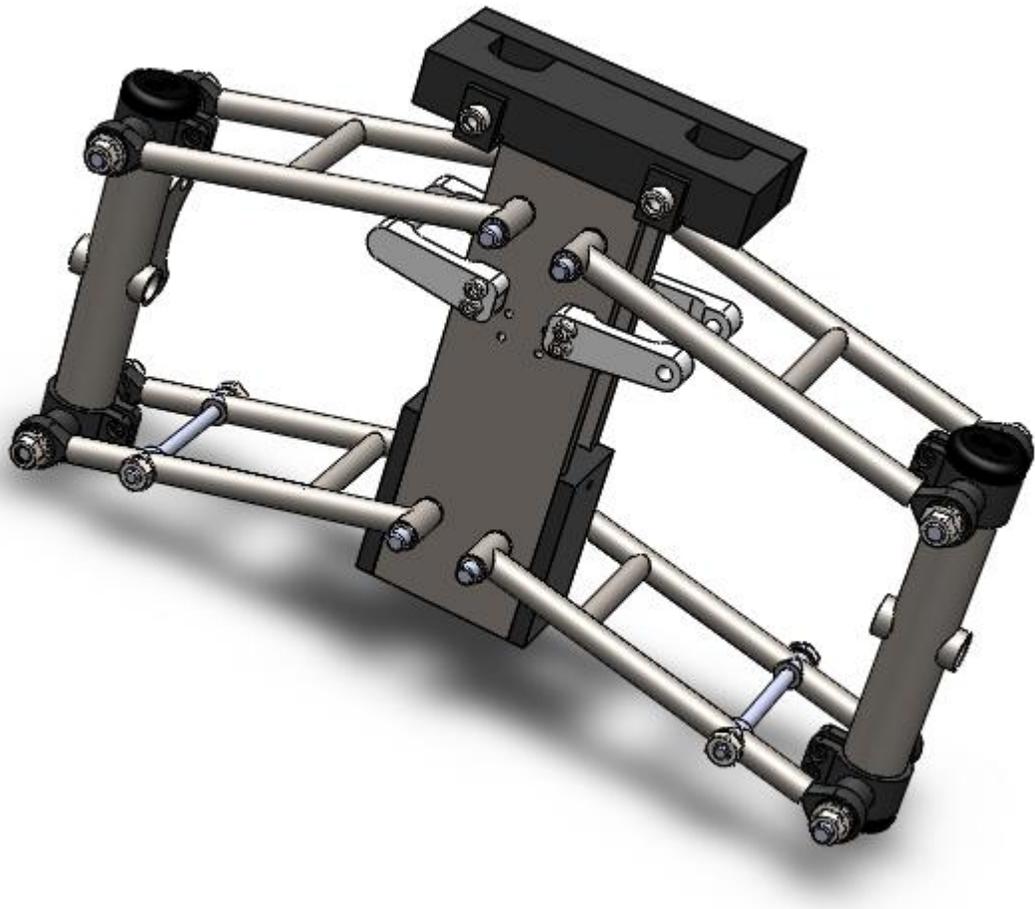


Figure 40:Vue 3D de l'assemblage axe d'amortisseur - barre de suspension

#### 2.5.4. VU 3D DE MONTAGE D'AMORTISSEUR :

Après avoir monté les supports d'amortisseur et ses axes, l'amortisseur lui-même est fixé à sa position à l'aide d'une tige et d'une rondelle a caoutchouc pour but d'éliminer les translation d'amortisseur sur les axes comme il est montre par des flèches dans la figure 40.

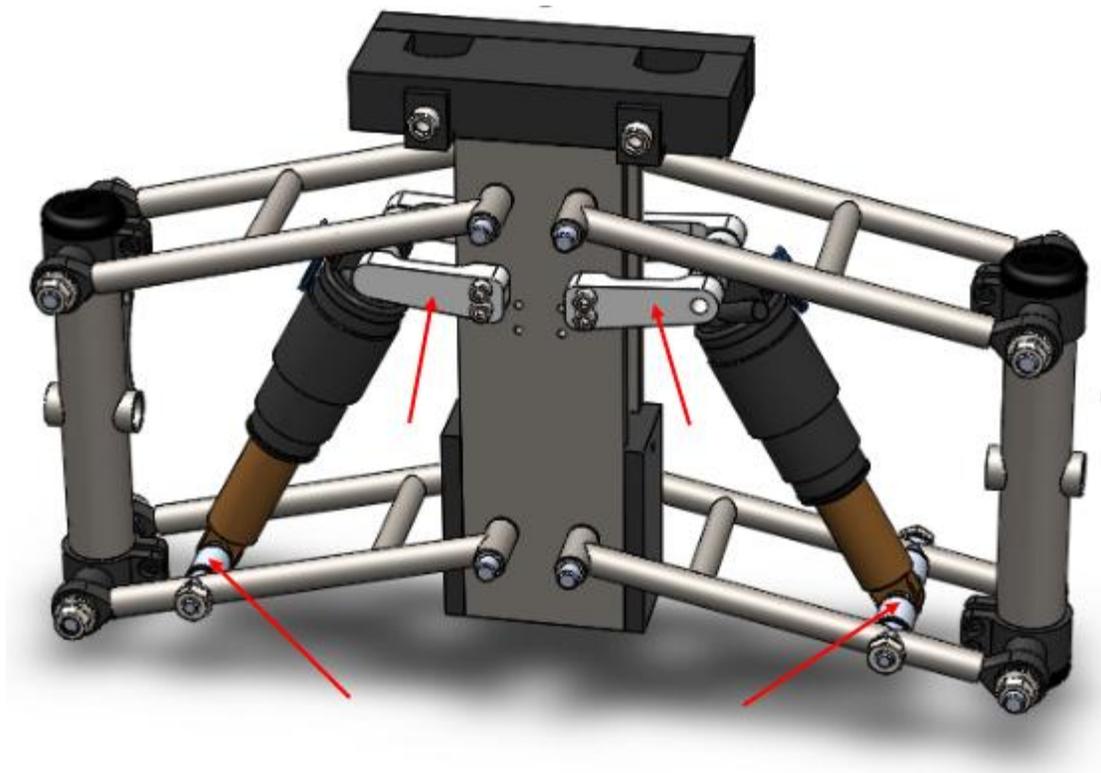


Figure 41: Vue 3D de montage d'amortisseur

### 2.5.5. ASSEMBLAGE D'PORTE BAGAGE ET DU A CHÂSSIS :

Le système porte bagage est fixé avec le châssis dans deux position, la 1<sup>ère</sup> fixation est effectuée au niveau de la tête du châssis et la 2<sup>ème</sup> fixation c'est au niveau de corps de châssis, cet assemblage est réaliser à l'aide de six vise CHC :

- Référence (3) de 2 Vise de support porte bagage : ISO 4762- M10 x 26 N
- Référence de 4 Vise de Barre de porte bagage : ISO 4762- M5 x 75 N
- Référence de Vise entre support et la barre de porte bagage : ISO 4762- M5 x 13 N

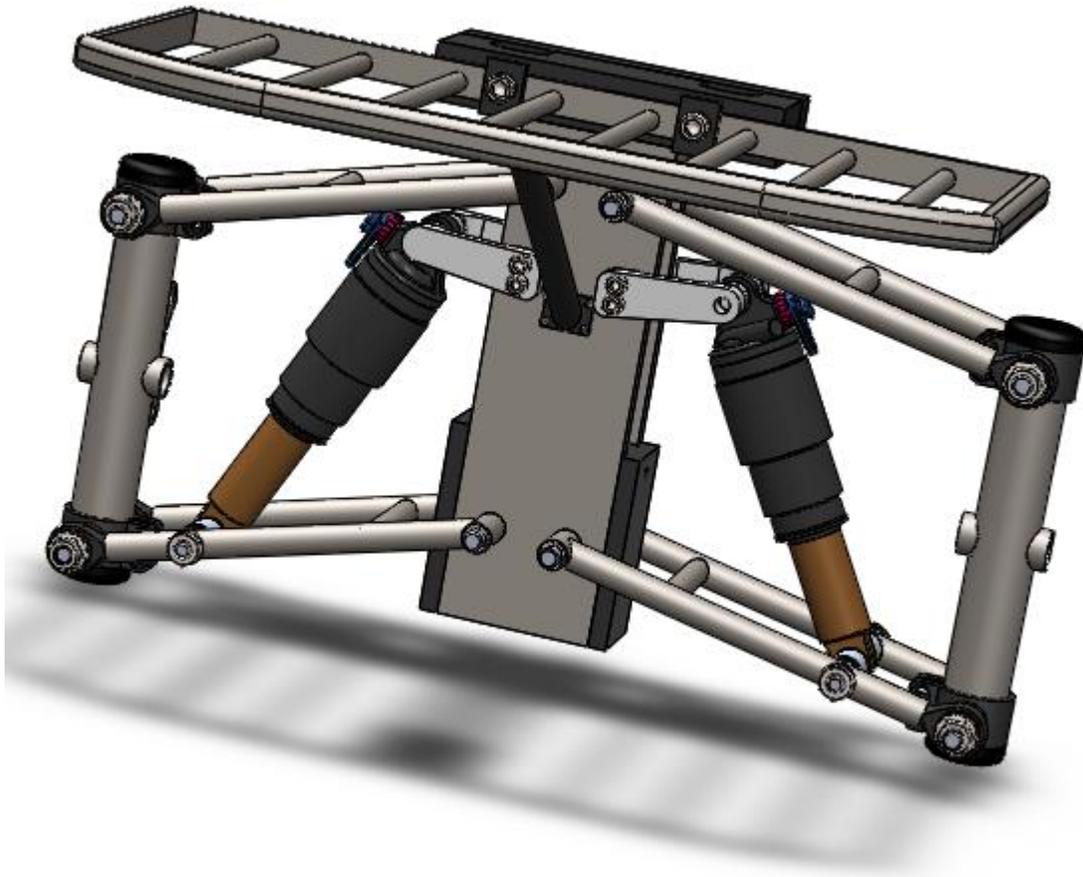


Figure 42:Vue 3D de l'assemblage porte bagage -châssis

### 2.5.6. ASSEMBLAGE DE SYSTEME DE FREINAGE

Le système de freinage est assemblé avec le châssis par deux vis CHC et après l'assemblage de cette dernière on installer les câbles de freinage come il montre par les flèches dans la figure 40 :

- Référence (3) ISO 4762- M5 x 35-22 N

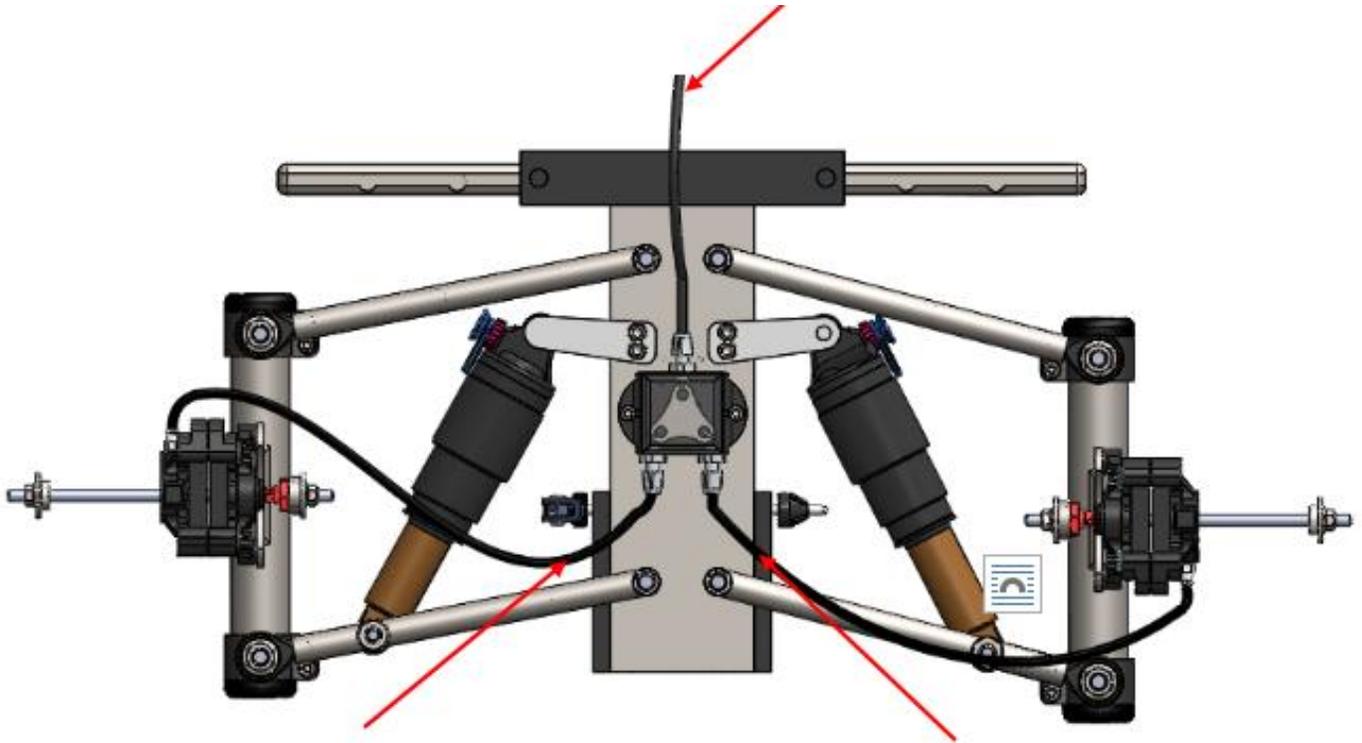


Figure 43: l'assemblage Système de freinage –châssis

### 2.5.7. ASSEMBLAGE DES ROUES :

Après avoir choisi la roue, on monte cette dernière avec la barre à roue, à l'aide d'une tige, rondelle et écrou auto-freinés :

- Référence écrou : ISO 7040- M6- N
- Référence rondelle :ISO 10673-S-6 ... (3)

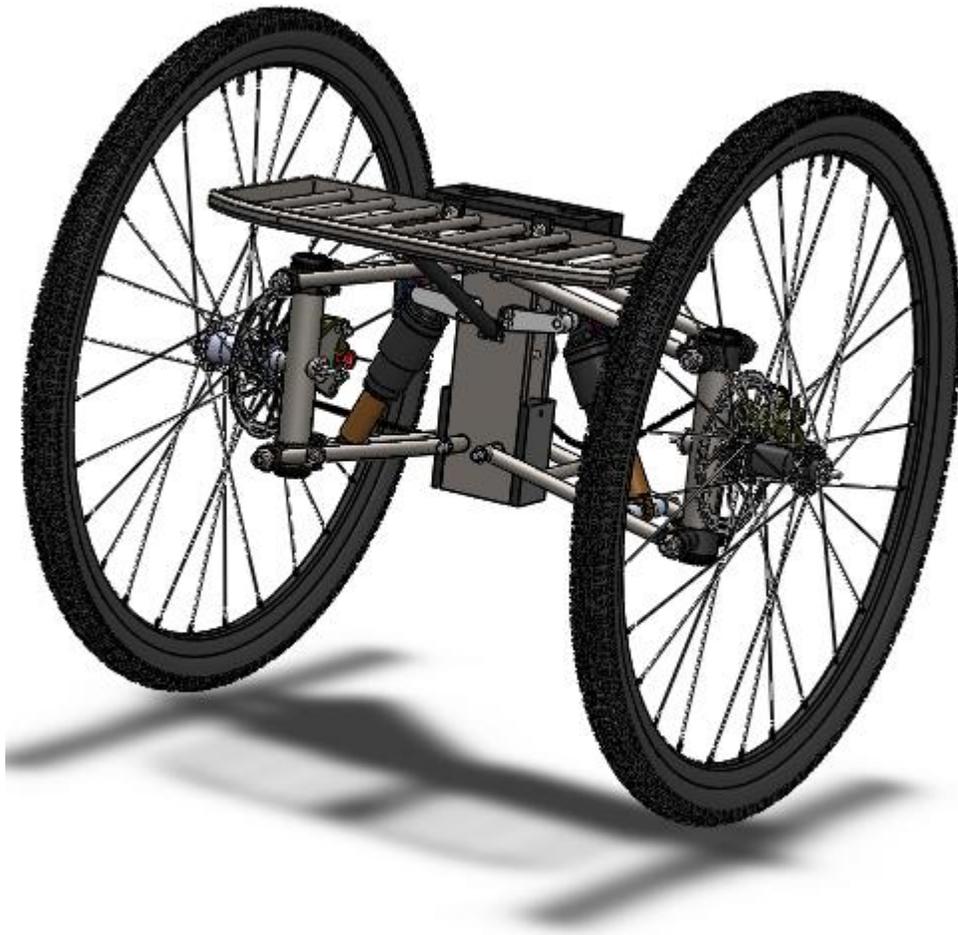


Figure 44: l'assemblage roue - barre à roue

## 2.6. LA VUE ECLATE DE KIT TRICYCLE :

Après avoir assemblé tous les pièces de kit tricycle, nous allons voir la présentation de kit tricycle en vue éclate en 2D et 3D avec son tableau de nomenclature.

### 2.6.1. La vue éclate de kit Tricycle en 2D :

On voit dans la figure 42, les positions de chaque pièce de notre kit tricycle et son numérotation sur l'assemblage final en vue éclate.

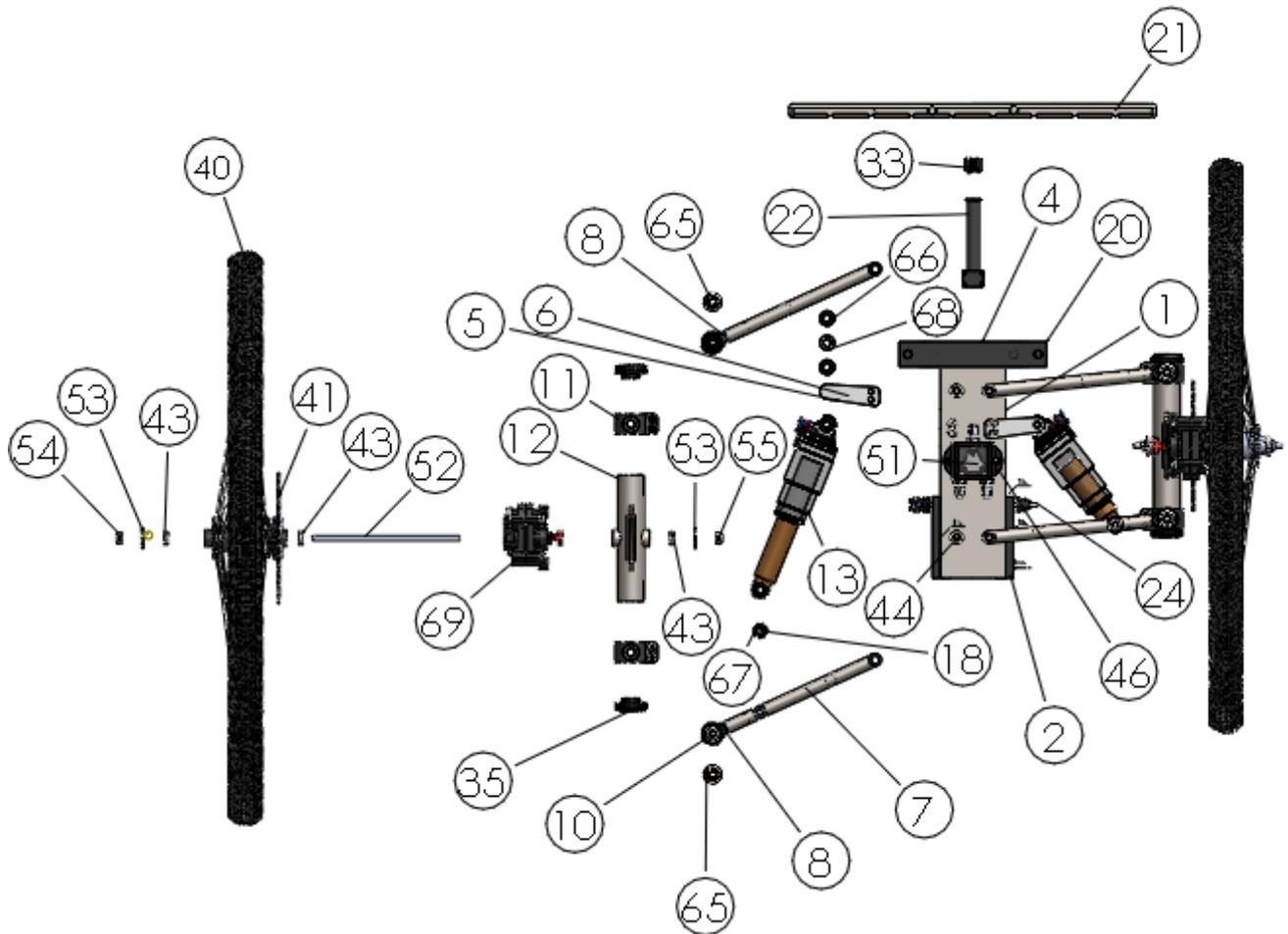


Figure 45:la vue éclate de kit tricycle

## Chapitre 4 : Modélisation et Simulation

Tableau 5: Tableau de nomenclature

	Rep	Désignations	QTE
1.	1	châssis	1
2.	4	La Tété de châssis	1
3.	2	Les supports de châssis	2
4.	20	Les barres de serrage	1
5.	7	Les Barres de suspension	4
6.	12	Les Barres à roue	2
7.	11	La tété de barres à roue	4
8.	35	Le bouchon de tété de barre à roue	4
9.	8	L'emboute à Rotule	8
10.	5	Les supports d'amortisseur	2
11.	6	L'auxiliaire de supports d'amortisseur	2
12.	10	Les tiges de barre à roue	
13.	21	Le support de Porte bagage	1
14.	22	Pied de porte bagage	1
15.	46	Support de freinage	1
16.	51	Support des câbles (la pièce triangulaires)	1
17.	52	La tige des roues	1
18.	13	L'amortisseur	2
19.	18	La tige d'amortisseur	2
20.	69	Calibre de freinage	2
21.	41	Disque de frein	2
22.	40	Les roues	2
23.	24	L'attache rapide	1
24.	54-55-65	Les écrous auto freiné	4
25.	53	Les rondelles	2
26.	43	Les roulements	6
27.	66	Les rondelles à caoutchouc	16
28.	68-67	Les tiges de serrage d'amortisseur	8
29.	33	Vise CHC	4

Voir l'annexe pour les dessins de définition des pièces .

2.6.2. La vue éclatée de kit tricycle en 3D



Figure 46: la vue éclate de tricycle en 3D

## 2.7. ASSEMBLAGE FINAL DE KIT TRICYCLE :

Après avoir accompli l'assemblage de tous les pièces de kit tricycle, on place se dernière avec la fourche de bicyclette comme il est montré dans la figure 46.



Figure 47: avant l'assemblage de kit tricycle – bicycle

### 3. Simulation de déplacements :

Le but de cette simulation, est d'étudier le système suspension devant les obstacles et les virages.

#### 3.1. Simulation de La course de système de suspension :

La figure ci-dessous montre la course maximale et minimale de chaque roue, comme on voit la roue à droite est au niveau le plus élevé et la roue d'autre côté est au niveau le plus bas.

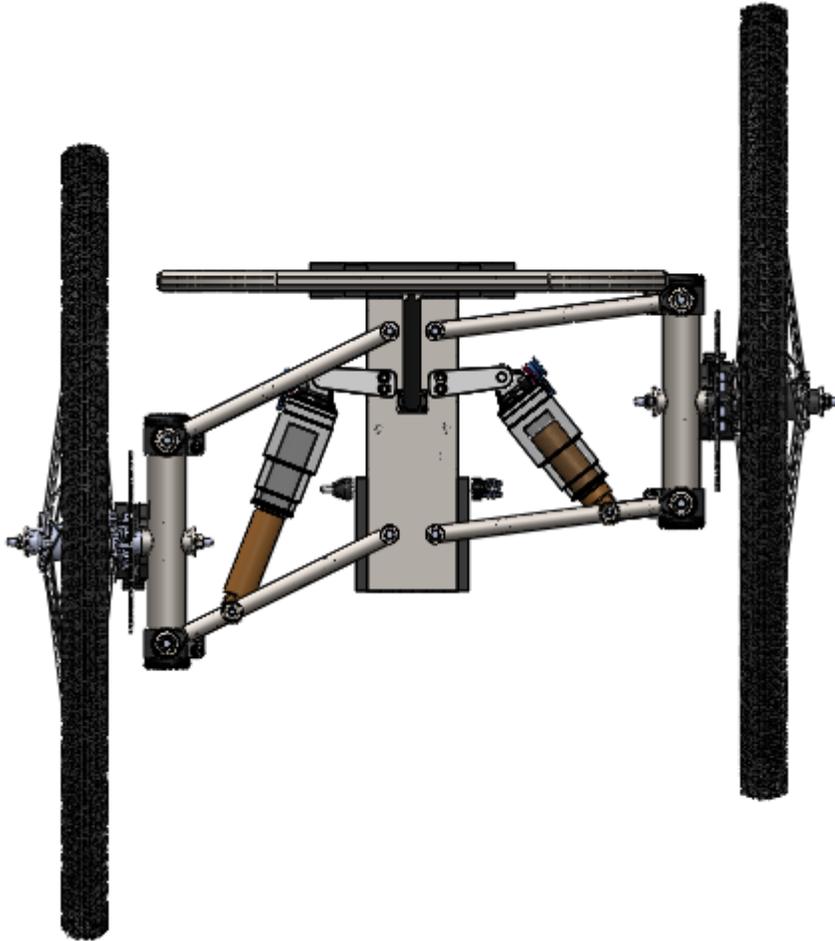


Figure 48:la course de système de suspension

### 3.2. Simulation de système suspension devant l'obstacle :

#### 3.2.1. L'obstacle sur le côté a droit :

Comme elle est montre la figure 46, quand on a un obstacle devant la roue à droit l'amortisseur de cette dernière se comprimer et l'autre amortisseur se détente.

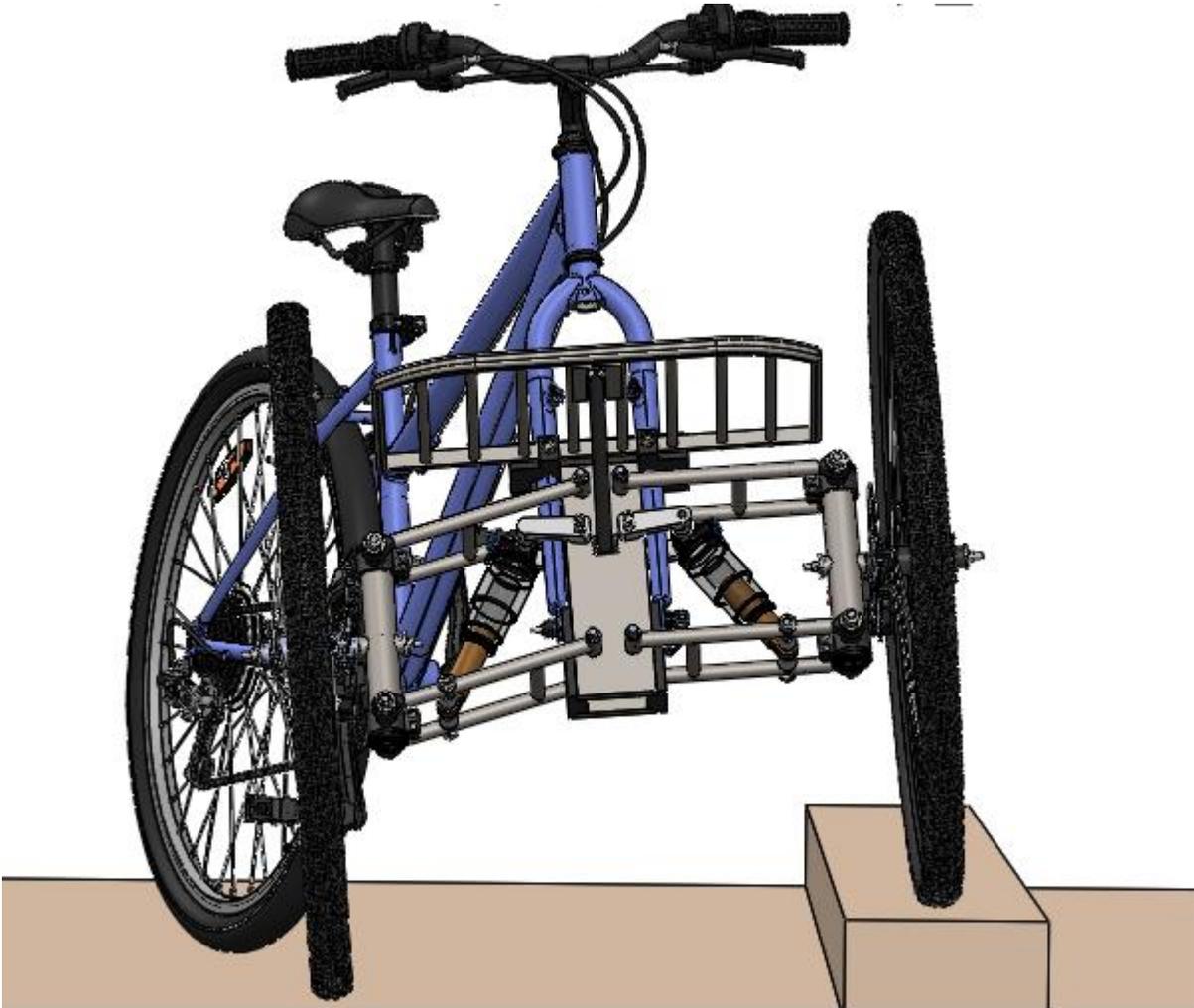


Figure 49:l'obstacle sur le côté à droite

### 3.2.2. L'obstacle sur le côté à gauche :

Contrairement à ce que nous avons vu précédemment, l'obstacle est devant la roue à gauche c'est ce qui rend son amortisseur se presser et l'autre se détente. (Voir figure 49)

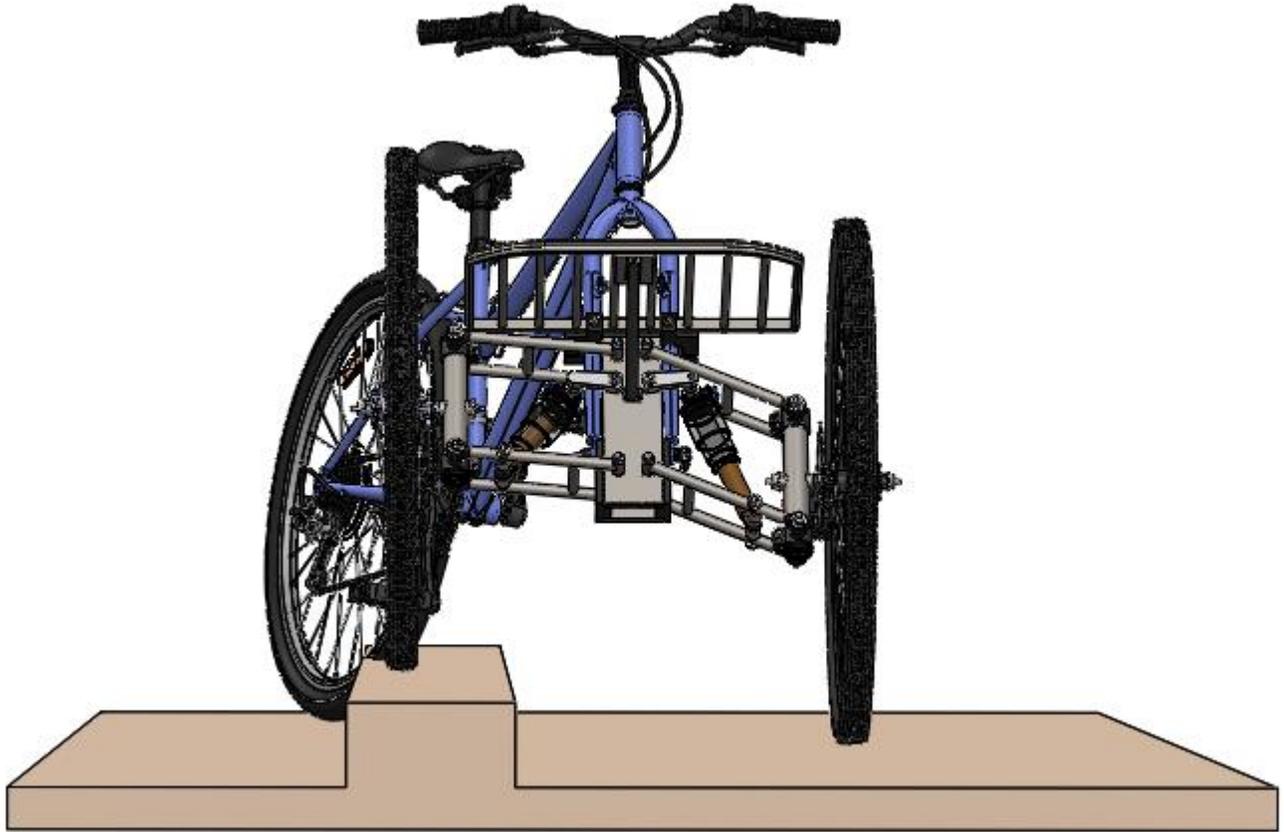


Figure 50:l'obstacle sur le côté à gauche

### 3.3. L'obstacle sur les deux coté :

Nous pouvons avoir des obstacles sur les deux coté, dans ce cas les amortisseurs seront comprimer, comme on voir dans la figure 50.

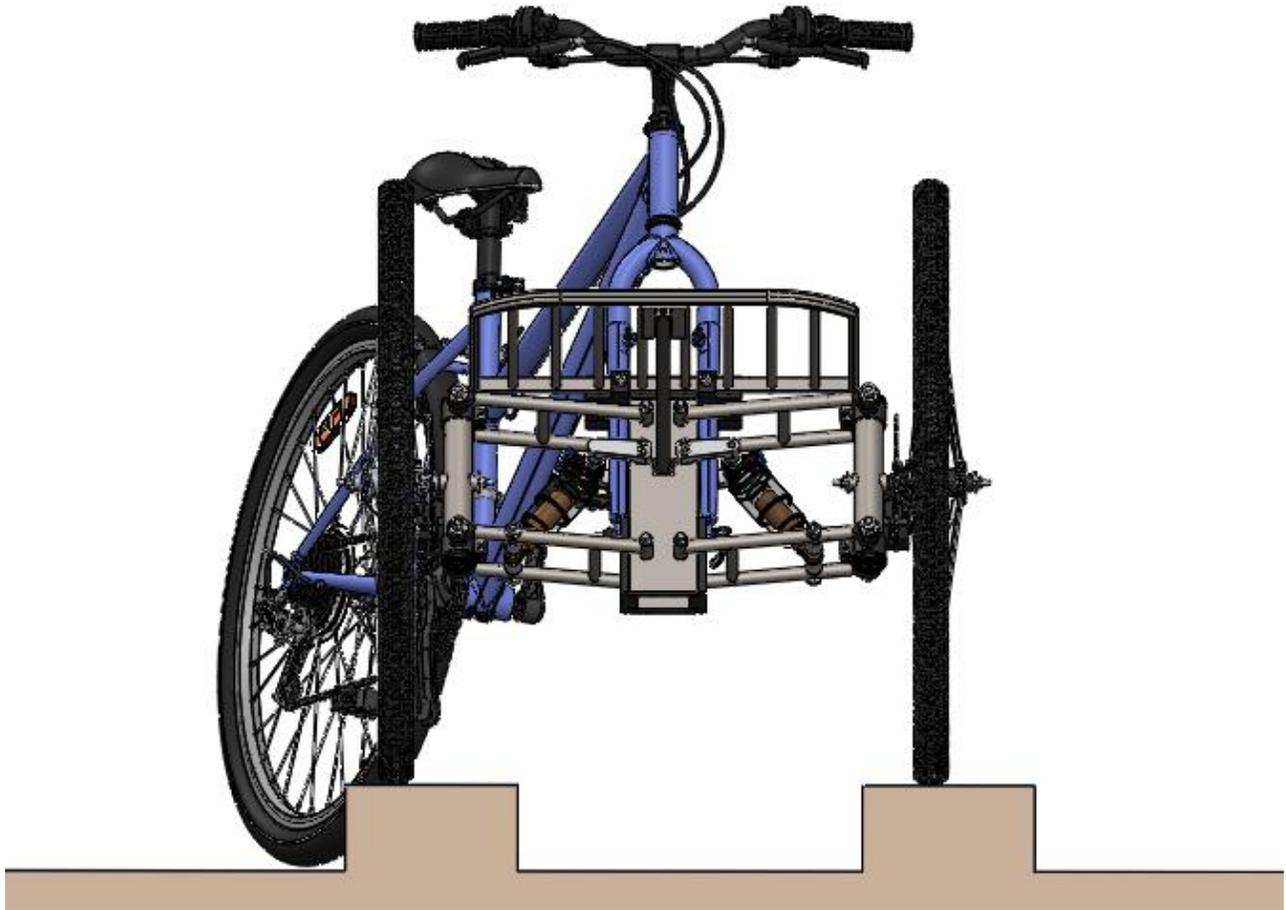


Figure 51:l'obstacle sur les deux coté

### 3.4. Simulation de système suspension sur un virage :

On voit dans la figure 51, la simulation de système de suspension sur un virage ce qui permet d'avoir un amortisseur comprimer et l'autre est datant à savoir d'inclinaison de virage



Figure 52:le tricycle sur une virage

### 4. Simulation statique

La statique a pour objectif d'étudier l'équilibre des corps, le but final est de déterminer les efforts agissant sur un système et de définir les efforts pouvant être transmis par les liaisons du système, le calcul statique avec SolidWorks est basé sur la méthode des éléments finis dont l'équation à résoudre est :

$$[K]\{q\} = \{F\}$$

Où :

[K] : matrice de rigidité.

{q} : vecteur de déplacement.

{F} : vecteur de charge extérieure

#### 4.1. Etude statique du système de suspension :

Le système de suspension est composé de 4 pièces principale sont le châssis, la barre de suspension, barre à roue et l'amortisseur. On va faire l'étude statique dans le but d'assurer la résistance de système de suspension pour réaliser une sécurité optimale des cyclistes, pour cela, on applique la force de poids de 1415.4 N sur les deux cotée de châssis chaque cotée a une force de 707.7 N et deux force de 353.85N sur les deux barre à roue cette force correspond au réaction sur les deux roue, et on a la raideur d'amortisseur est de 5200 N/m .

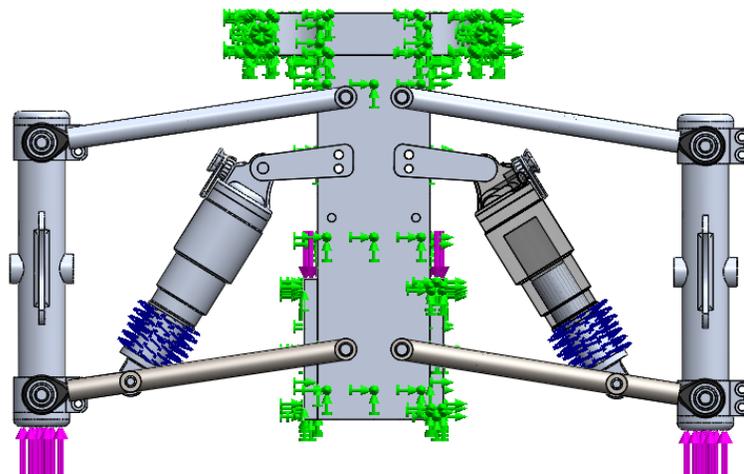


Figure 53: application des forces sur le système de suspension

## 4.2. Maillage :

On a utilisé un maillage volumique, voir figure 53

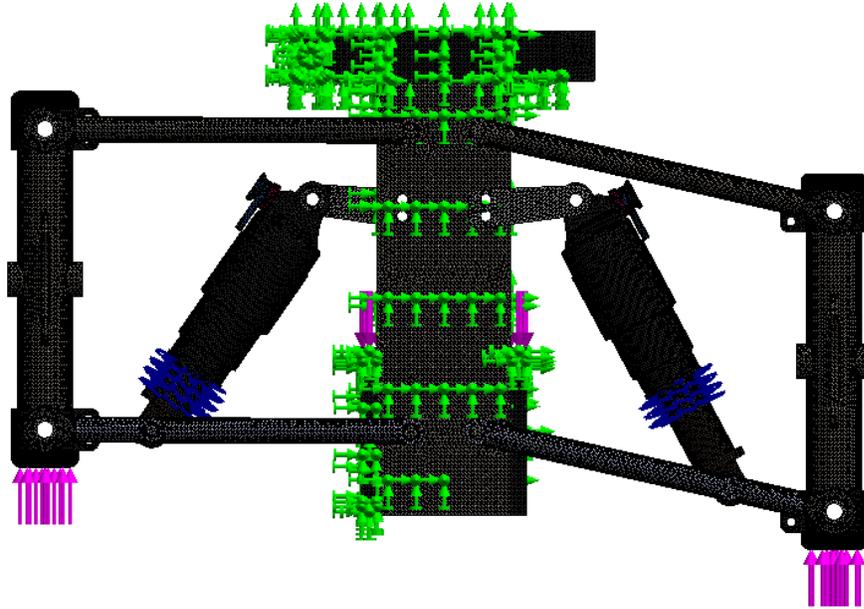


Figure 54:le maillage de système de suspension

## 4.3. Résultats de l'étude :

### 4.3.1. Contraints de Von misses :

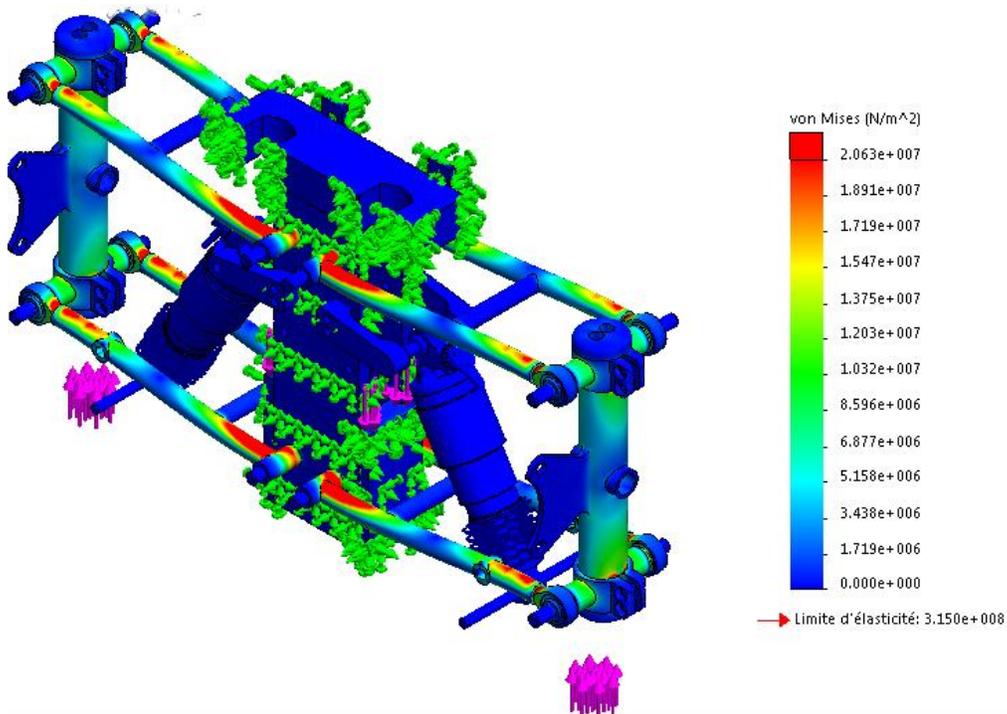


Figure 55: la contraint de Von misses de notre système

## Chapitre 4 : Modélisation et Simulation

A partir de figure 53 on remarque que les extrémités des barres de suspensions sont plus sollicitées dont la contrainte maximale est de  $2.063 \times 10^7 N.m^2$  est inférieure à la limite élastique du matériau constituant le système de suspension qui est de  $3.15 \times 10^8 N.m^2$ , donc le système résiste bien aux charges extérieures.

### 4.4. Déplacement

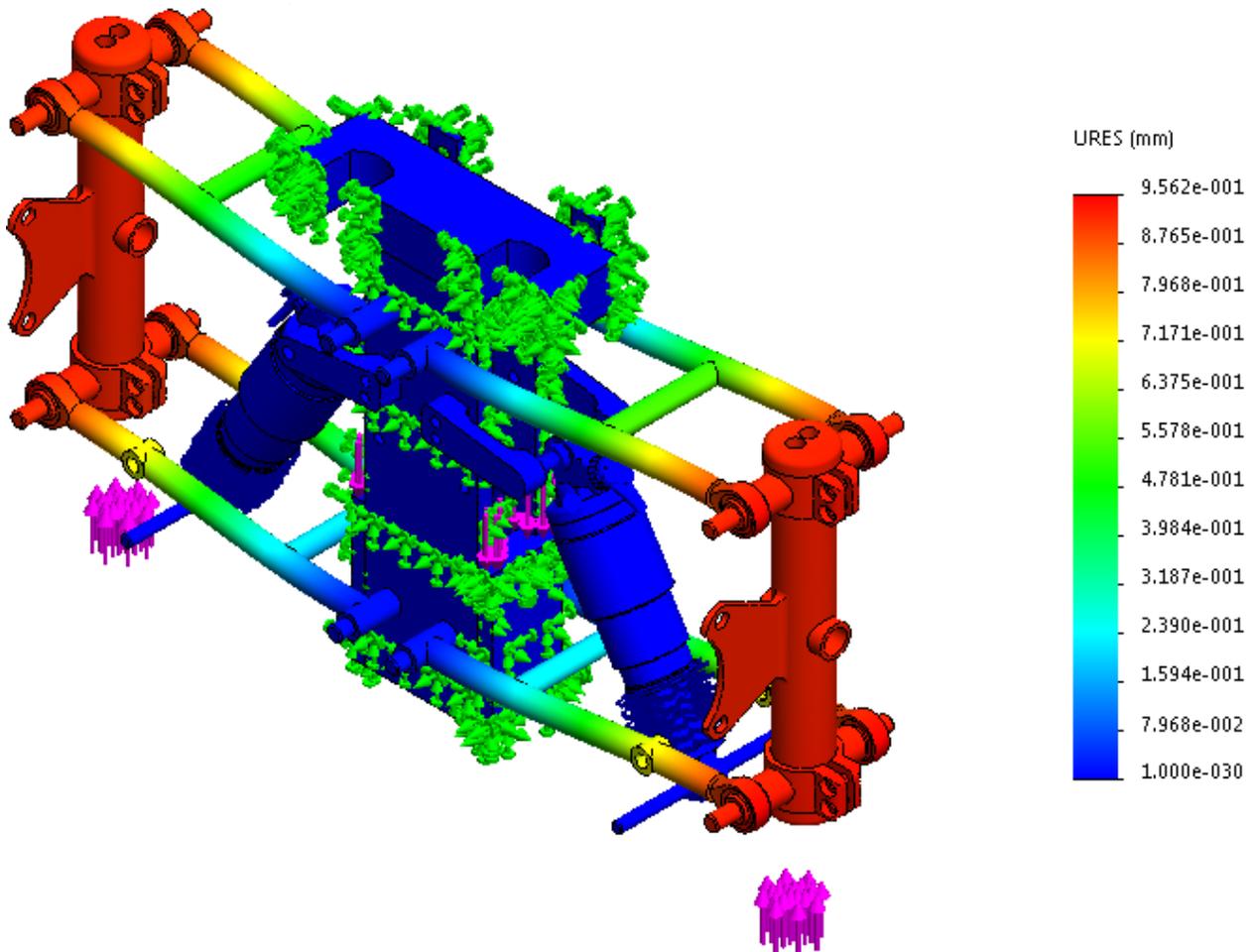


Figure 56:simulation des déplacement

Le calcul de déplacement permet de valider la rigidité du Système de suspension, Suivant la figure54, on constate que le déplacement maximal est au niveau de la barre à roue, ces déplacements peuvent affecter la précision des résultats simulés, dans notre cas le déplacement maximal est de  $0.9562 mm$ , cette valeur est tout à fait acceptable.

### 4.5. La déformation

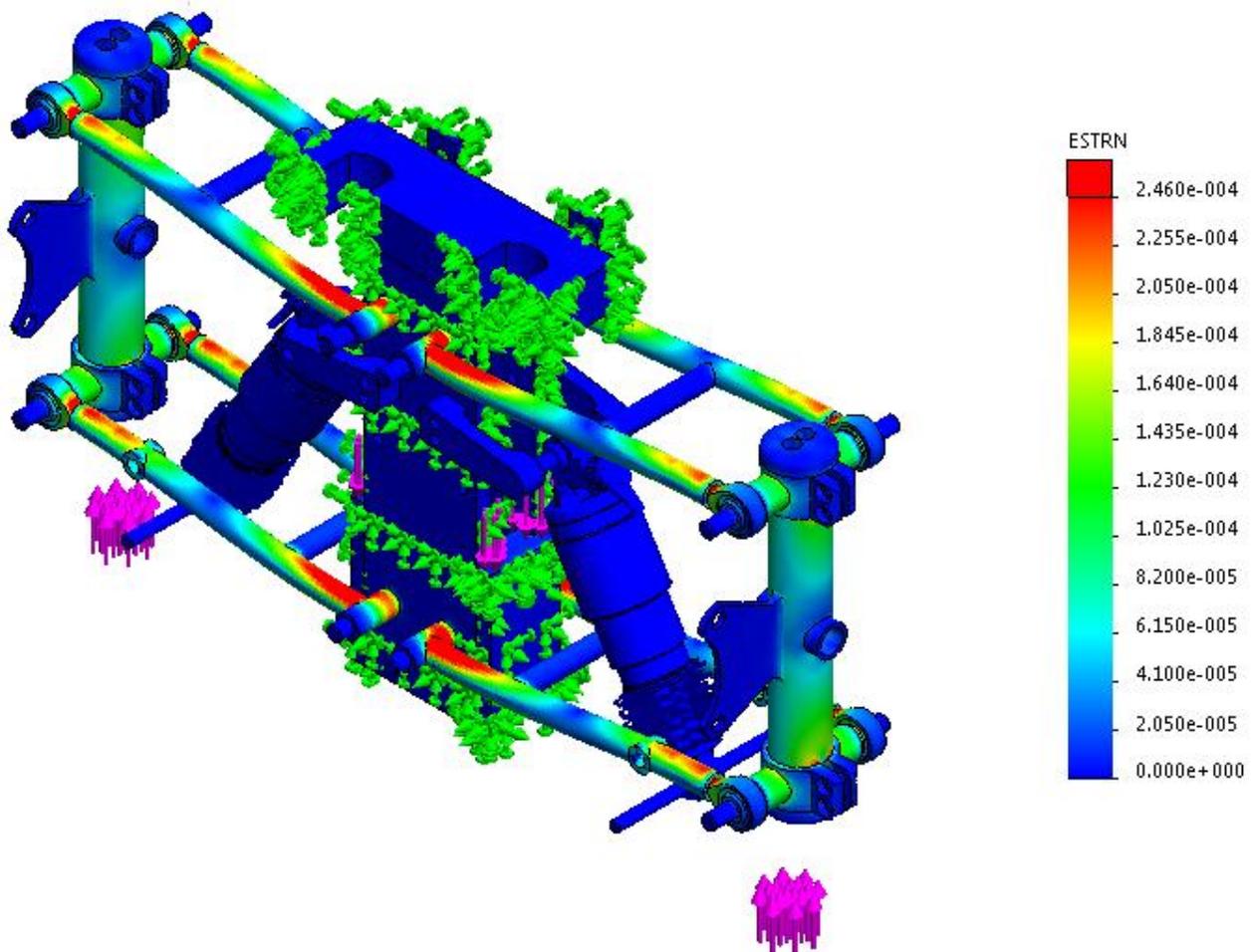


Figure 57:simulation des déformations

Le calcul de déformation permet de déterminer l'allongement du système de suspension, à partir de figure 55 on déduit que les zones des déformations maximales sont les mêmes que les zones des contraintes maximales, car à partir de lois de Hooke les contraintes sont proportionnelles aux déformations, dont la déformation maximale est de  $1.476 \times 10^{-3}$ .

**Conclusion Générale**

## Conclusion Générale

---

### **Conclusion Générale :**

Ce mémoire a pour objectif d'étudier les tricycles, destinée pour les adultes ayant des problèmes de conduite des bicyclettes et pour aider de transporter les marchandises.

A partir de mes connaissances sur la mécanique et à l'aide de mes encadreurs, j'ai déterminé un modale d'un tricycle qu'il peut satisfaire notre cahier de charge fonctionnel.

L'idée du modale, c'est un système mécanique qui permet de transférer une bicyclette à un tricycle.

La première partie dans ce mémoire a présenté quelques historiques sur les bicyclettes et les tricycles, et en suite j'ai commencé de définir les différents systèmes constituant les tricycles, dans la deuxième étape, c'est là où il y a le vrai travail dans ce projet, dans le quel a été réalisé le dimensionnement des éléments constituant le tricycle, et de trouver la solution de système de freinage qui a pour but de freiner les trois roues en même temps.

À la fin, les résultats obtenus précédemment dans le dimensionnement on était vérifié par la simulation avec application de tout efforts et charge à l'aide du logiciel SolidWorks, tous les résultats trouver sont acceptable donc on peut dire que, notre travail est satisfait.

L'élaboration de ce mémoire, ma donner des idées sur les calculs des efforts agissent sur le vélo, et il permet de de comprendre et apprendre le dimensionnement et simulation des Mécanisme complexe à l'aide du logiciel SolidWorks, l'utilisation de ce logiciel m'as permis de faciliter le travail de cette étude et à guider généralement à l'estimation des résultats approcher aux résultats réaux.

En conclusion nous devons avouer que rétrospectivement nous sommes satisfaits de cette mémoire puisque nous avons atteint de nouveau objectifs.

Ce projet était pour moi une expérience très enrichissant qui mas approché du monde Professional, et qui m'as permis de développer mon esprit de recherche et de gestion de temps.

**BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE**

## BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

---

### Webographie

---

- [1] [La petite histoire de la bicyclette. http://cyclos68.free.fr/histoire1.htm](http://cyclos68.free.fr/histoire1.htm)
- [2] <https://archivisiondirectory.blogspot.com/2013/11/first-bicycle-ever-invented.html>
- [3] [Retour vers le passé. http://gpcqm.ca/news/14/98/Retour-vers-le-passe/](http://gpcqm.ca/news/14/98/Retour-vers-le-passe/)
- [4] <https://slideplayer.fr/slide/9377265/>
- [5] <https://www.epmagazine.org/storage/201/en-bicycles.aspx>
- [6] [https://aqtr.com/system/files/file\\_manager/le\\_velo\\_en\\_mouvement.pdf](https://aqtr.com/system/files/file_manager/le_velo_en_mouvement.pdf)
- [7] <https://www.letricycle-adulte.fr/fr/informations/15-histoire-et-evolution-du-tricycle-adulte>
- [8] <https://www.lexpertvelo.com/dossier-materiel-velo-le-systeme-de-transmission-du-velo-3-364.html>
- [9] <https://www.lecyclo.com/outils/conseils-tout-savoir-sur-la-chaine-de-velo.html>
- [10] <https://www.dumoulinbicyclettes.com/blog/courroie-kevlar-gates-carbon-drive/>
- [11] <https://www.dumoulinbicyclettes.com/blog/moyeux-internes-mise-au-point/>
- [12] <https://www.koga.com/fr/koga-signature>
- [13] <https://blog.allotricycle.fr/tous-sur-le-tricycle-adulte/>
- [14] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Tricycle\\_couch%C3%A9](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tricycle_couch%C3%A9)
- [15] <http://bicycleone.com/product/ice-sprint-x-grey/>
- [16] <https://fr.wikipedia.org/wiki/V%C3%A9locimane>
- [17] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Cyclisme\\_handisport](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cyclisme_handisport)
- [18] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Cyclisme\\_handisport#/media/Fichier:Race-handbike.jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cyclisme_handisport#/media/Fichier:Race-handbike.jpg)
- [19] <https://espritlogique.wordpress.com/2011/10/06/velo-confortable-aerodynamique-velomobile/>
- [20] <https://mag.lepickup.fr/accessoires-pickup/accessoire-utilitaire-dmax-kit-lames-renforcees/>
- [21] [https://lyceeduruy.fr/si/files/2010/09/Cours2\\_Description-fonctionnelle.pdf](https://lyceeduruy.fr/si/files/2010/09/Cours2_Description-fonctionnelle.pdf)
- [22] <http://bcandas.free.fr/IMG/pdf/pieuvre-3.pdf>
- [23] <https://www.probikeshop.fr/static/choisir-entretoises-buselures-amortisseur-vtt.html>
- [24] <https://www.sci-sport.com/dossiers/methodes-d-evaluation-de-l-aerodynamisme-en-cyclisme-002.php#gravite>
- [25] <https://www.sci-sport.com/dossiers/methodes-d-evaluation-de-l-aerodynamisme-en-cyclisme-002.php#gravite>
- [26] <https://bike.michelin.com/fr/conseils/r%C3%A9gler-la-pression-des-pneus-vtt-city-et-route>
- [27] <https://www.sci-sport.com/dossiers/methodes-d-evaluation-de-l-aerodynamisme-en-cyclisme-002.php#gravite>
- [28] <https://chrophinoises.wordpress.com/chronique-cyclopedique/2-de-la-mecanique/>
- [29] [http://www.velomath.fr/calcul\\_coef\\_ex.php](http://www.velomath.fr/calcul_coef_ex.php)
- [30] <https://www.bikecenter.fr/tricycle-adulte-guide-conseil-explications/>

## BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

---

---

### BIBLIOGRAPHIE

---

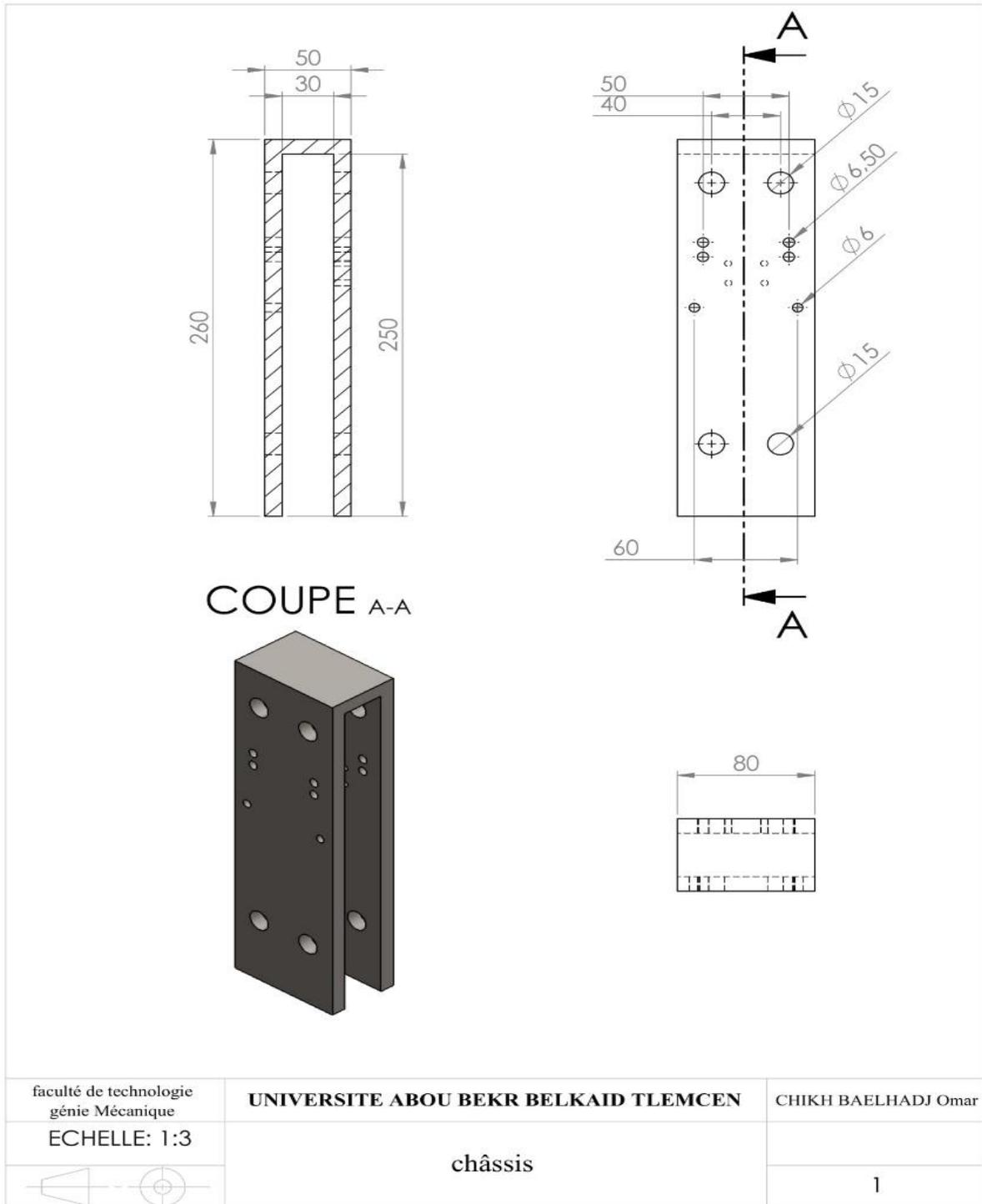
- (1) D.Spelé , R.Courhant ''Guide du calcule en mécanique'' livre , (2001).
- (2) cours M. hamza Cherif
- (3) Chevalier André - Guide du dessinateur industriel

**ANNEXE**

# ANNEXE

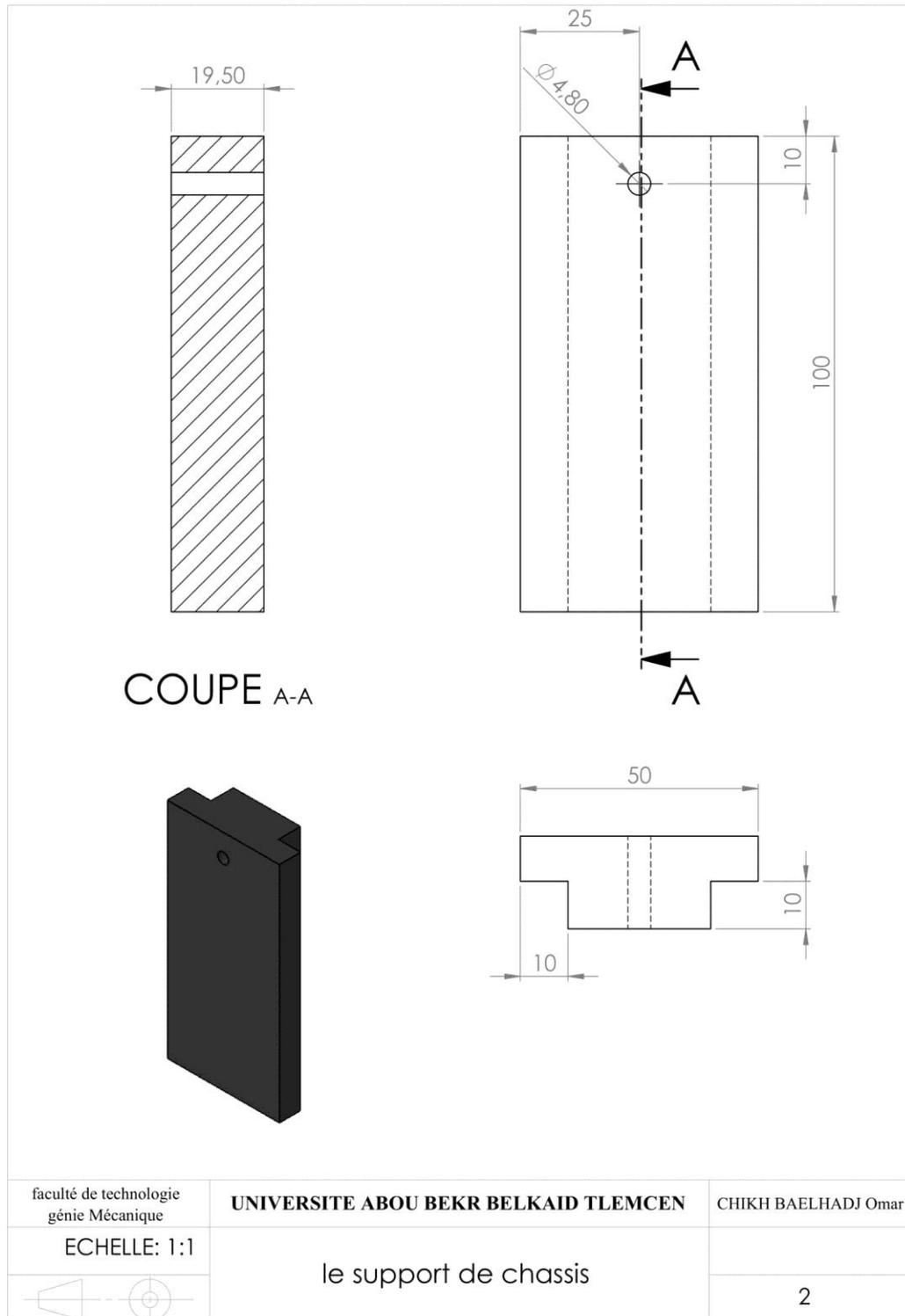
## 1. Les mises en plane des pièces de châssis :

### 1.1. La mise en plane de châssis :

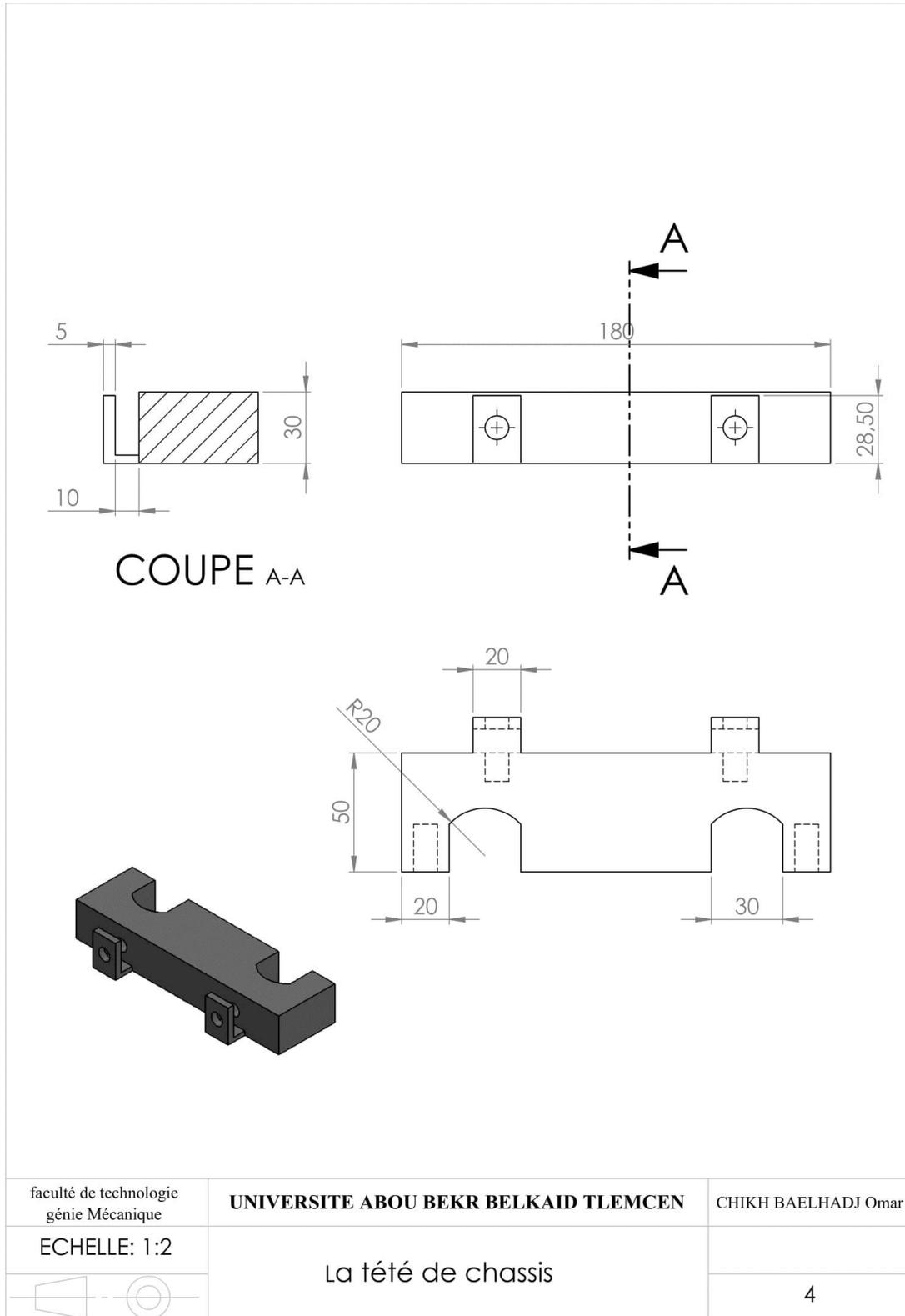


# ANNEXE

## 1.2. La mise en plane de supports de châssis :

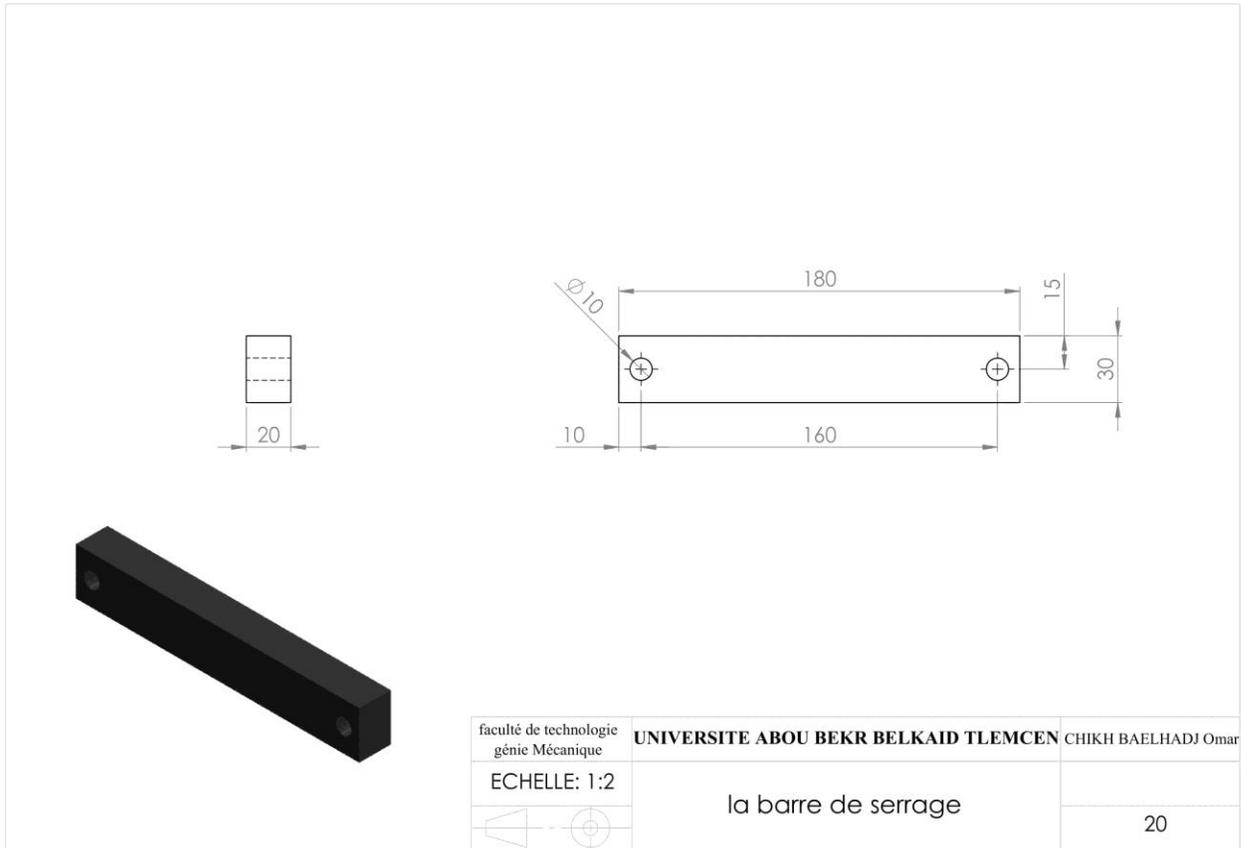


1.3. La mise en plane de tête de châssis :



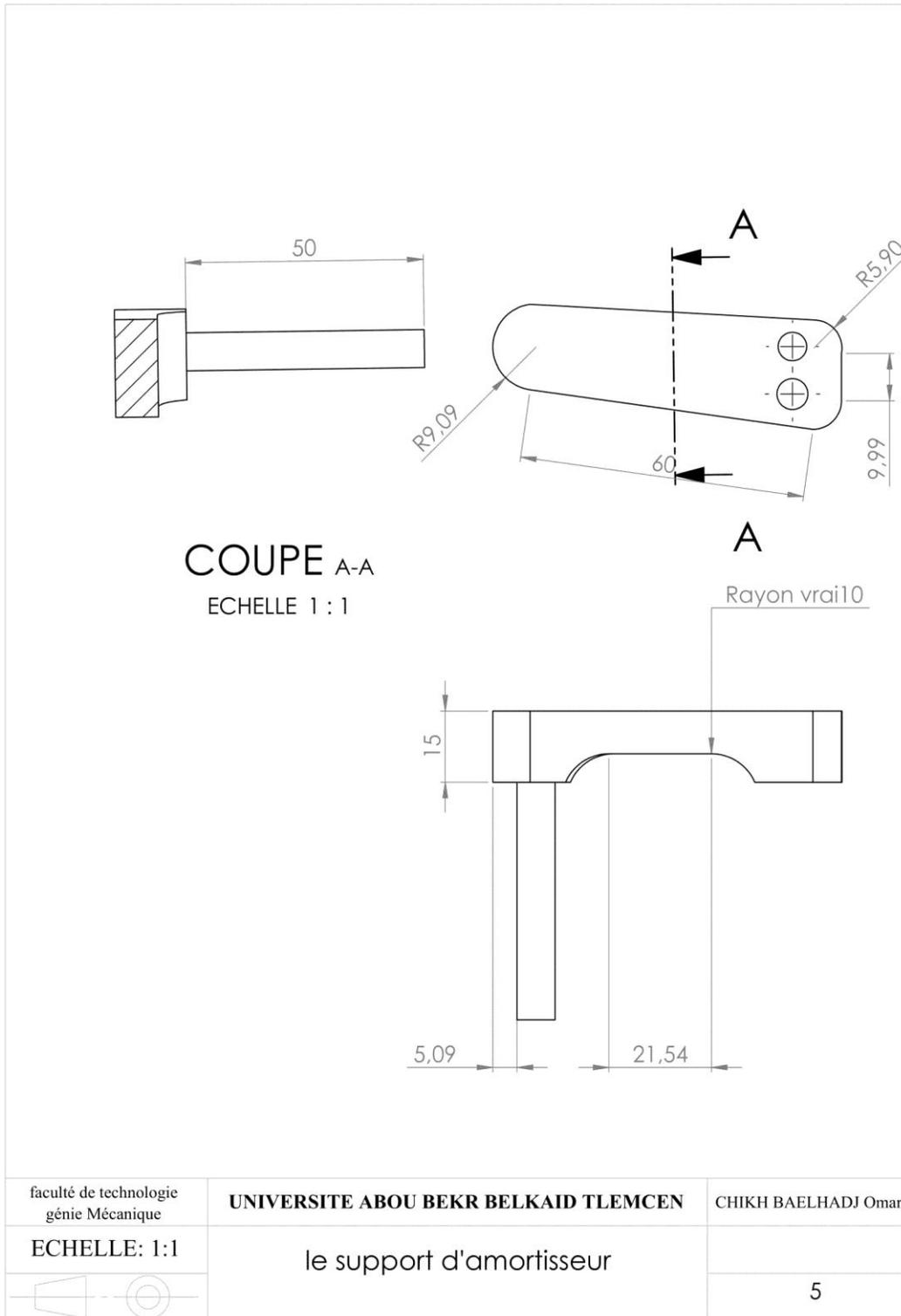
## ANNEXE

### 1.4. La mise en plane de barre de serrage :



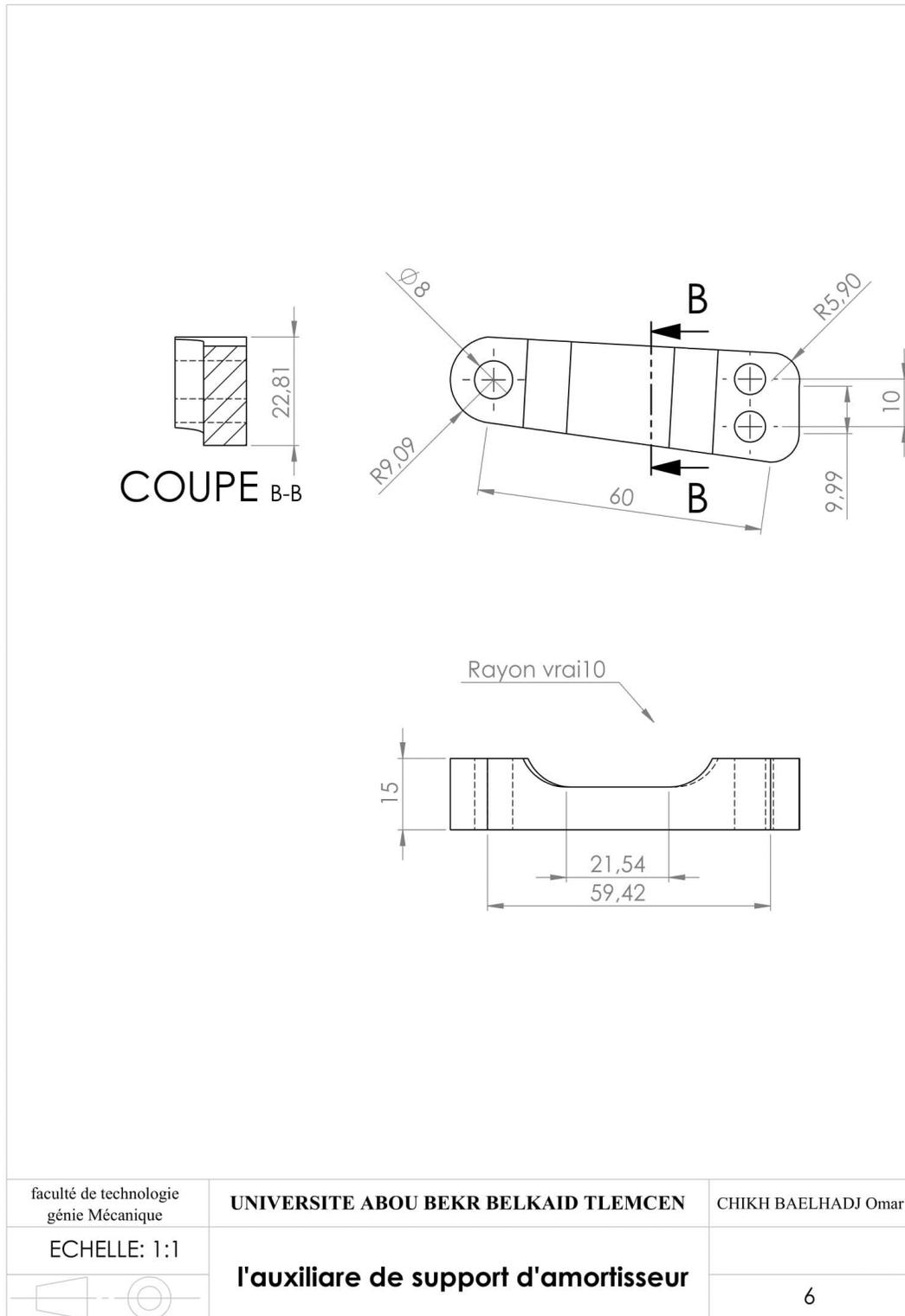
# ANNEXE

## 1.5. La mise en plane de support d'amortisseur :



# ANNEXE

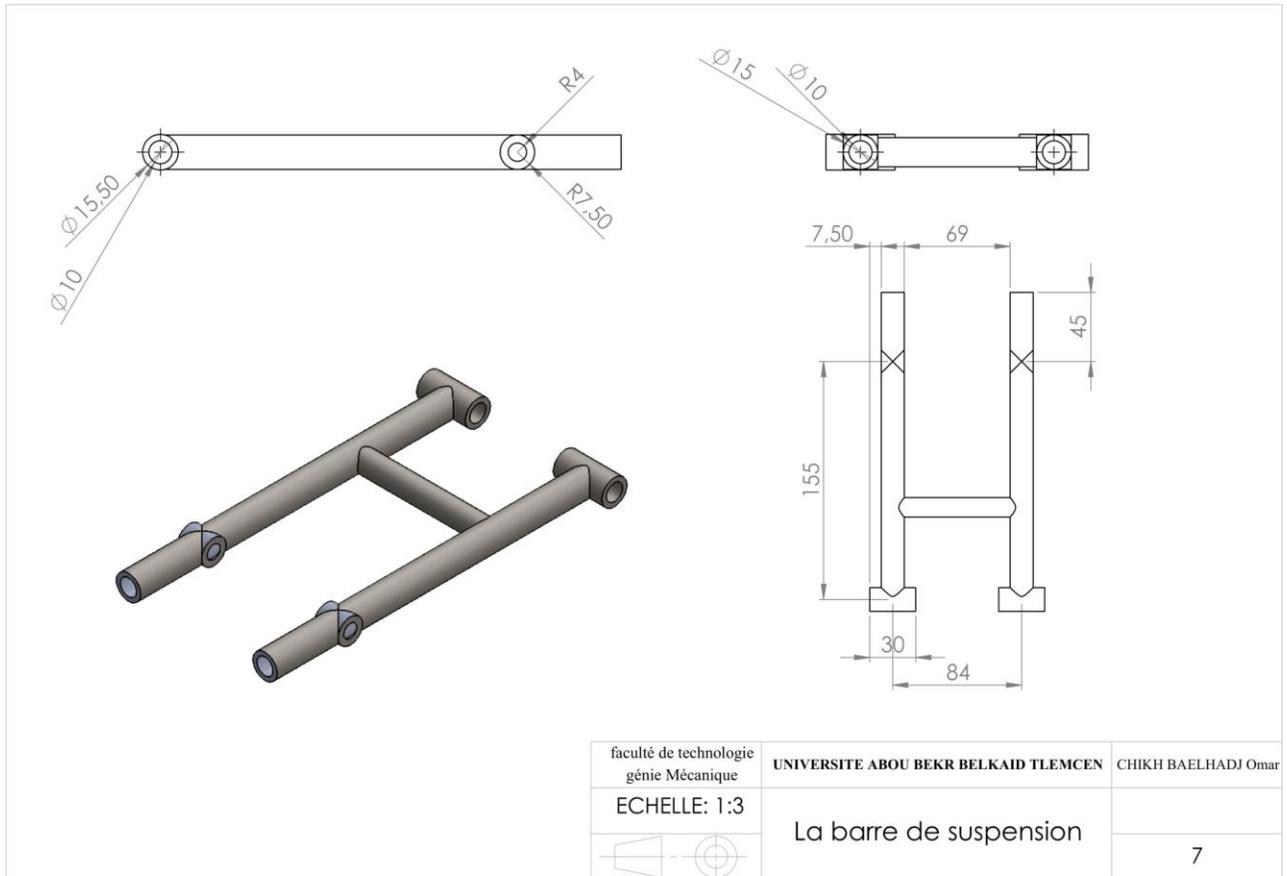
## 1.6. La mise en plane d'auxiliaire de support d'amortisseur :



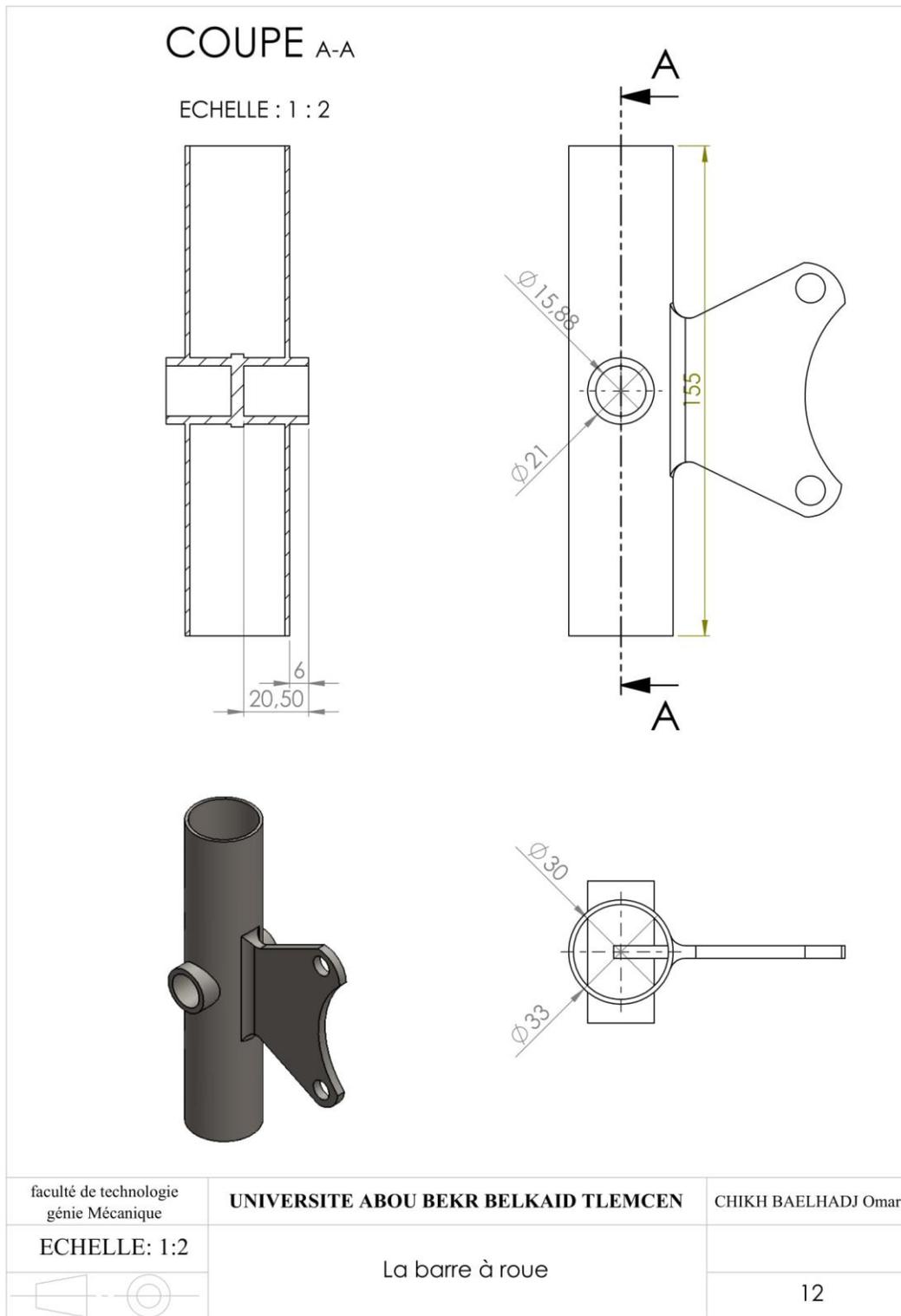
## ANNEXE

### 2. Les mises en plane de système de suspension :

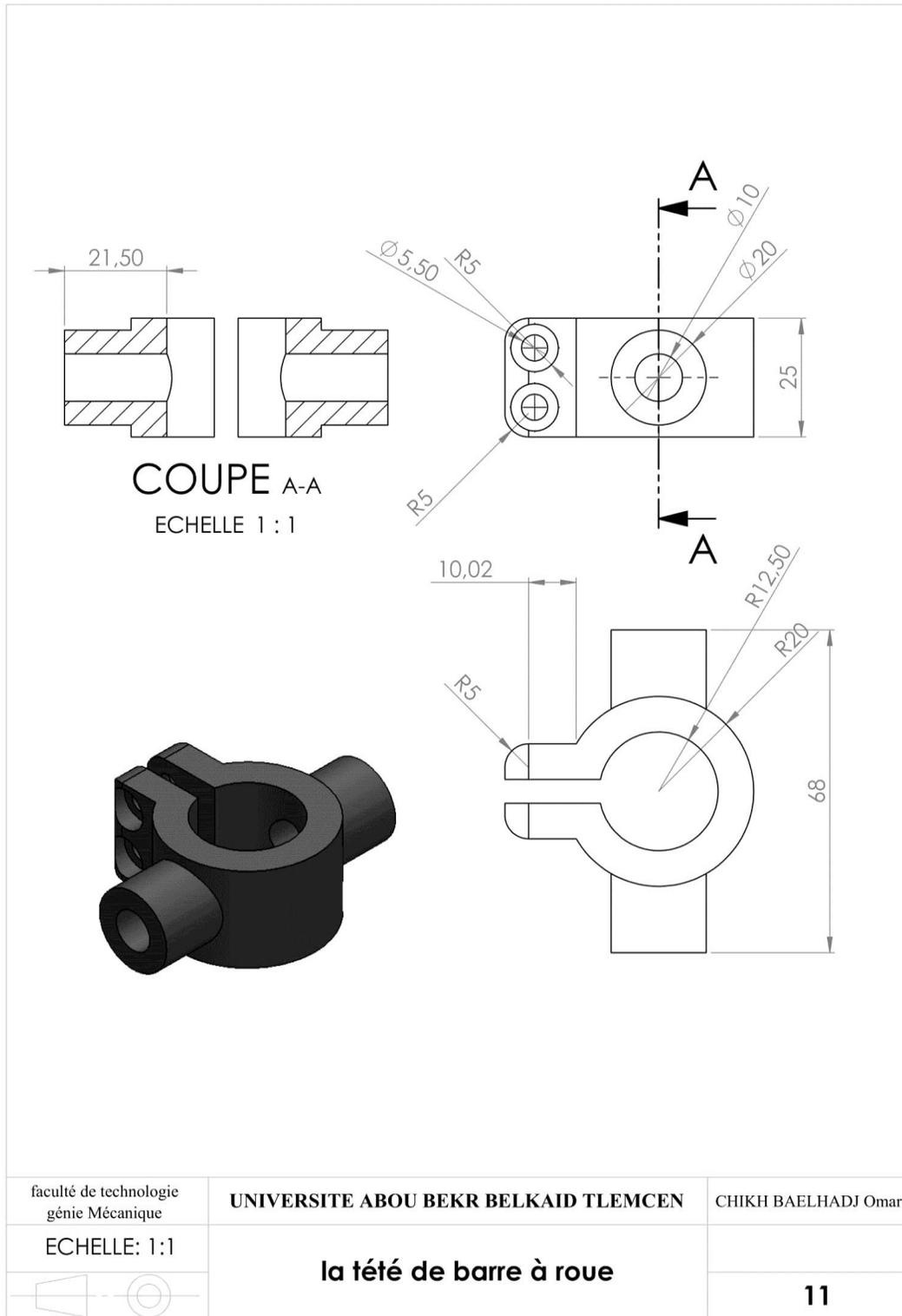
#### 2.1. La mise en plane de barre de suspension :



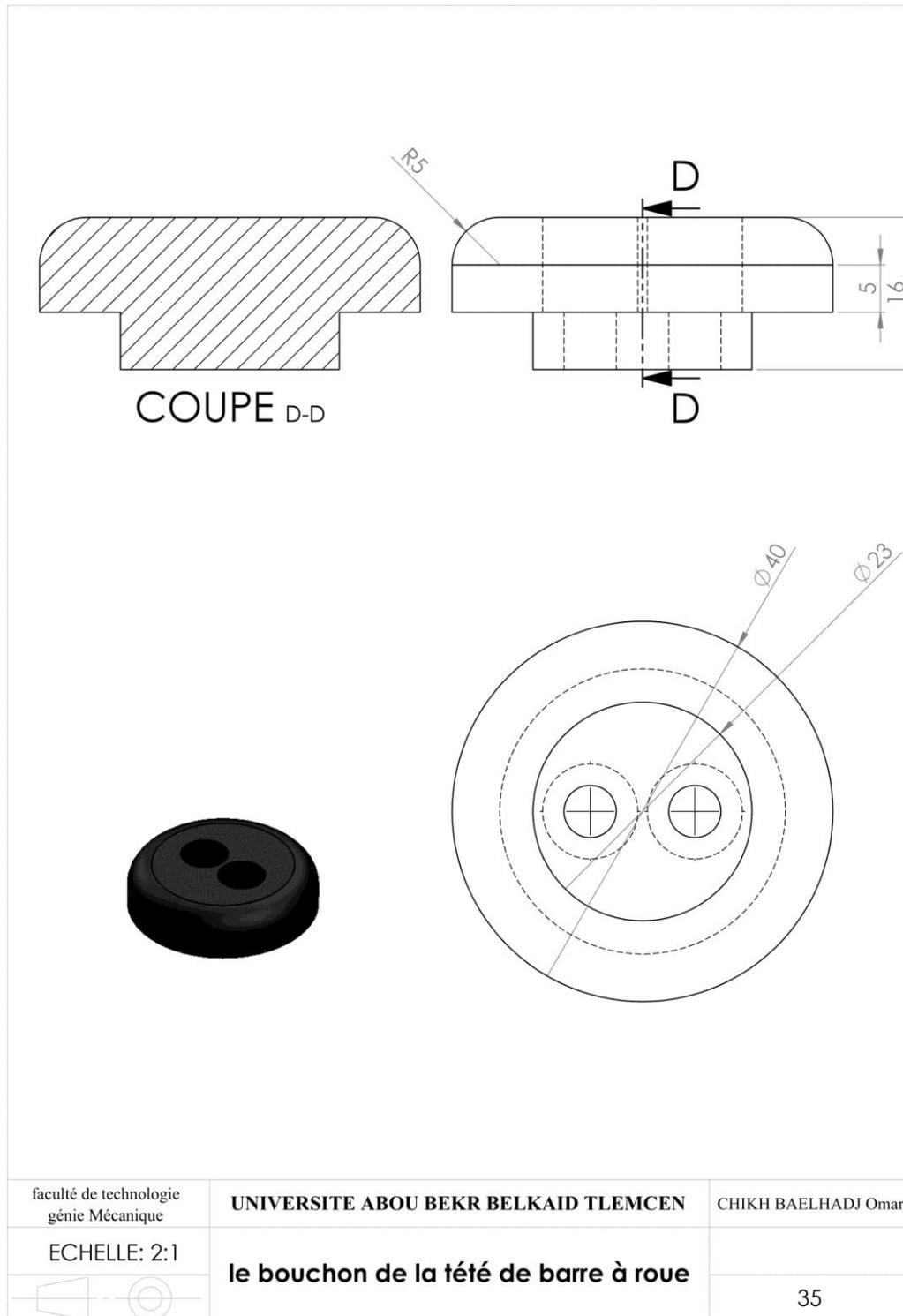
2.2. La mise en plane de barre à roue :



2.3. La mise en plane de tête de barre à roue :



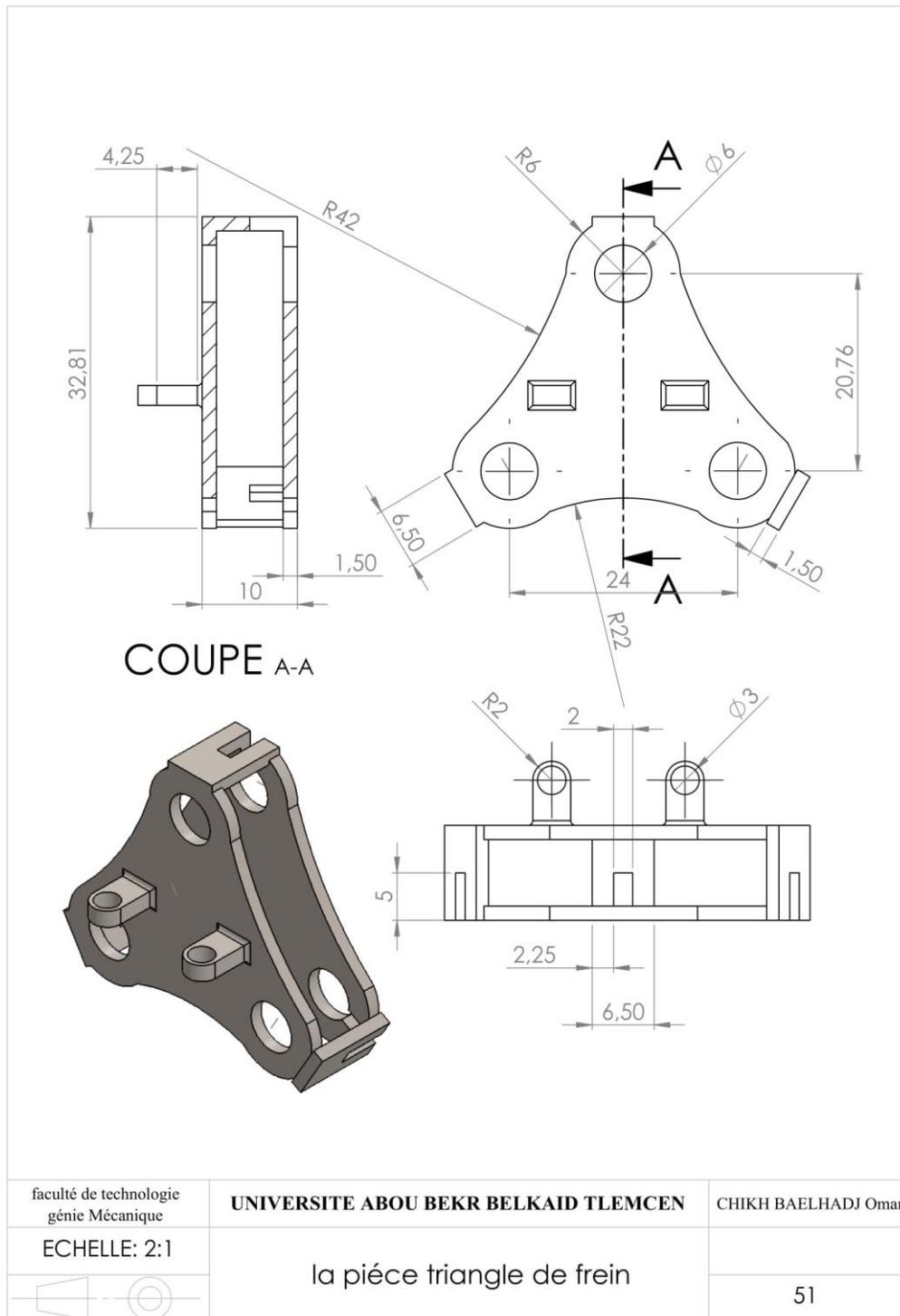
2.4. La mise en plane de bouchon de tété de barre à roue :





# ANNEXE

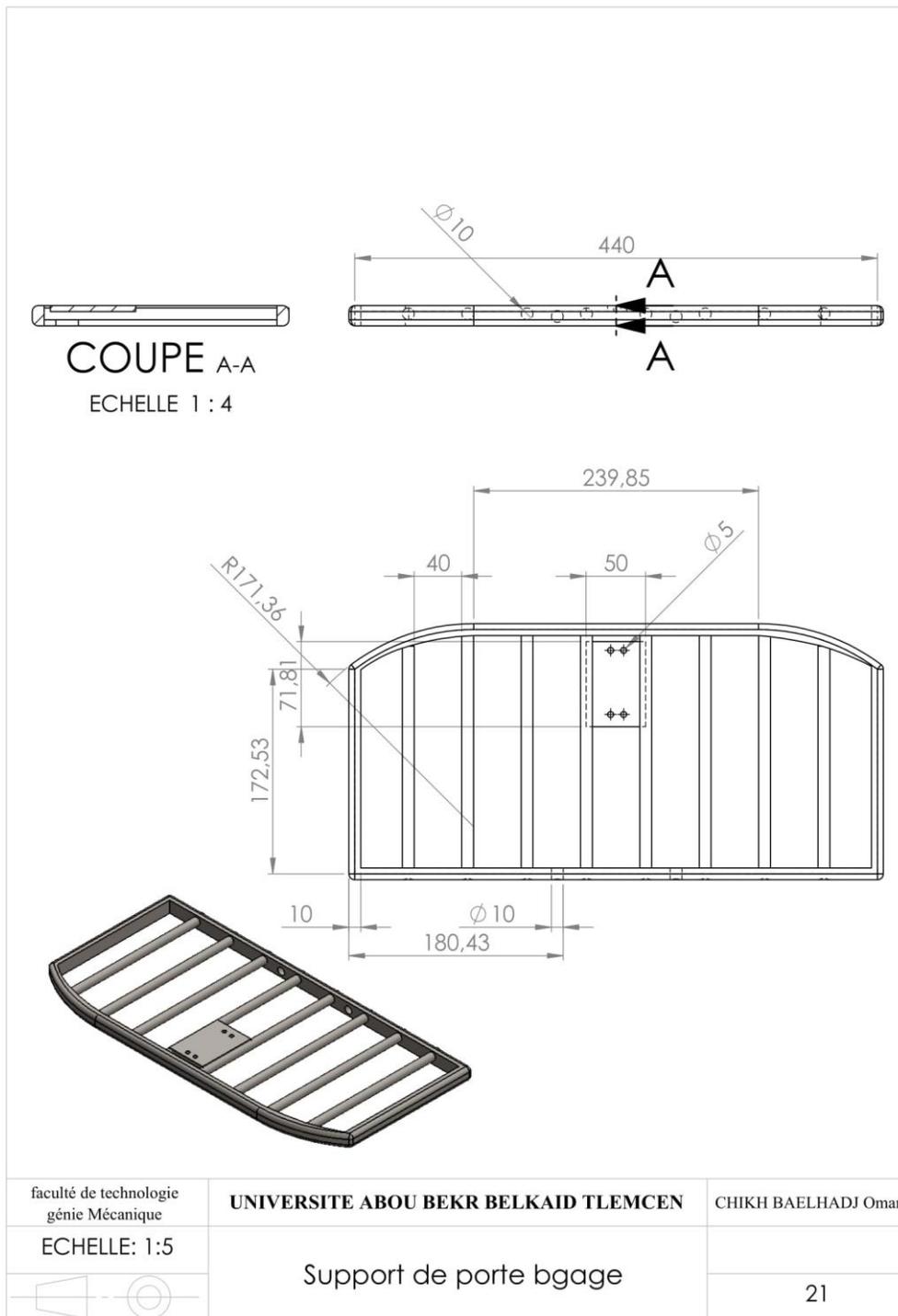
## 3.2. La mise en plane de pièce triangulaire de frein :



# ANNEXE

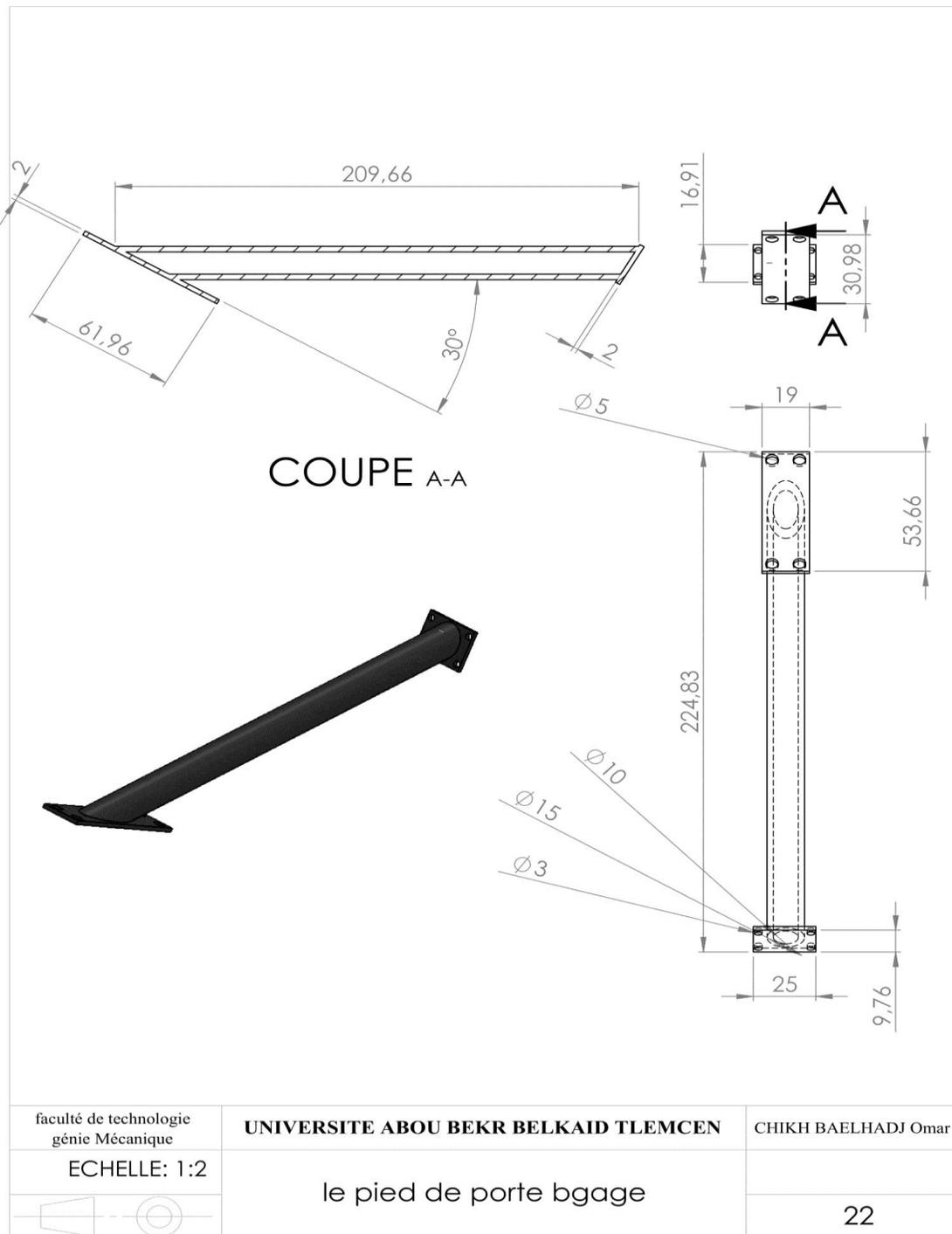
## 4. La mise en plane de système de porte bagage :

### 4.1. La mise en plane de support de porte bagage :



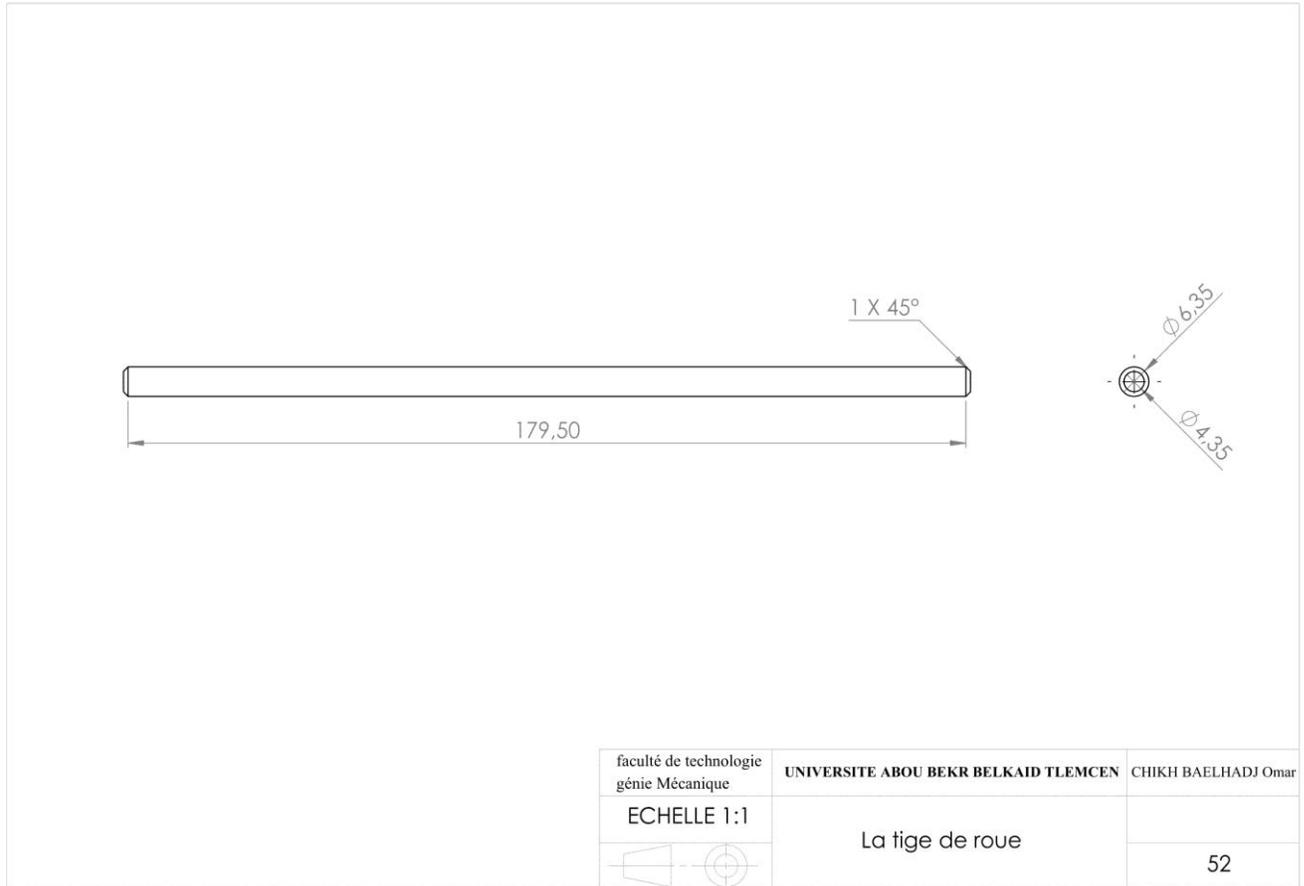
# ANNEXE

## 4.2. La mise en plane de pied de porte bagage :



# ANNEXE

## 5. La tige de roue :



## ANNEXE

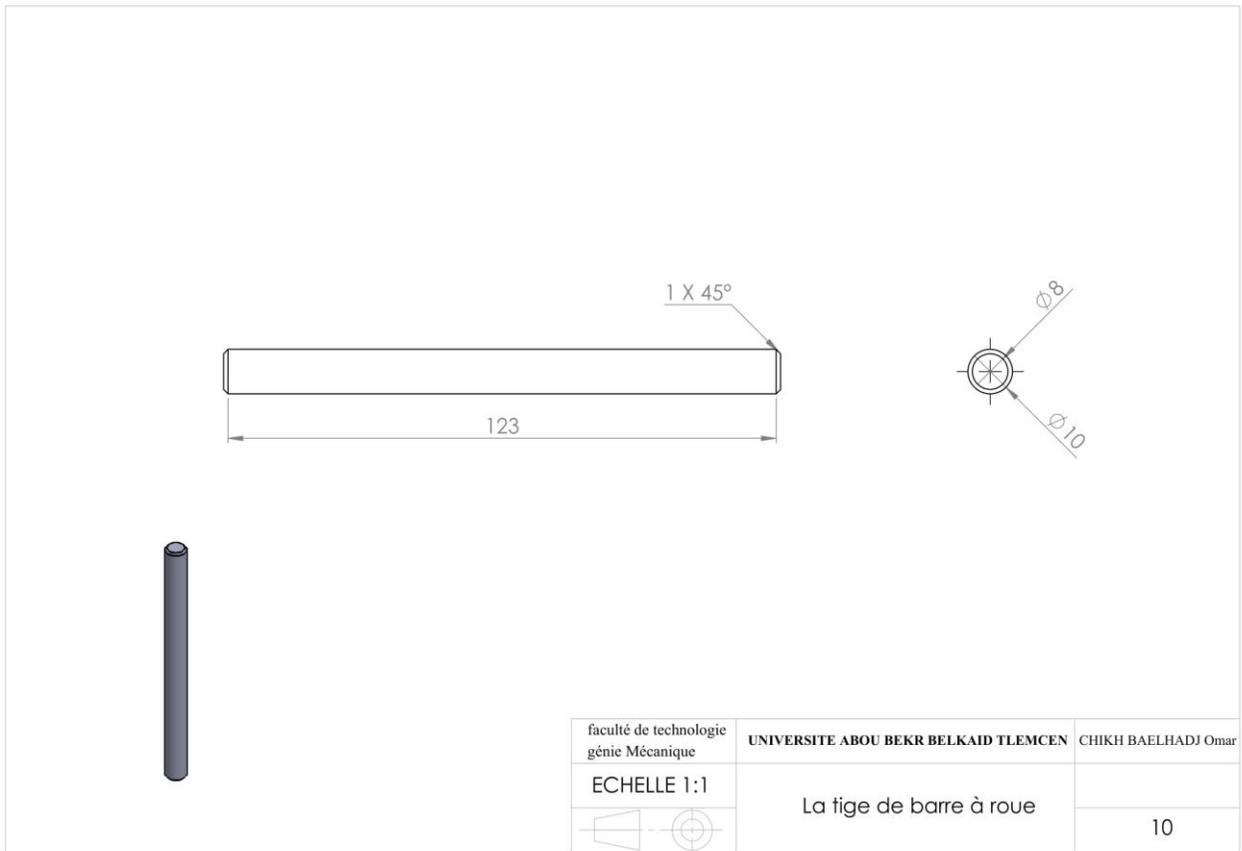
### 6. La tige de barre de suspension :



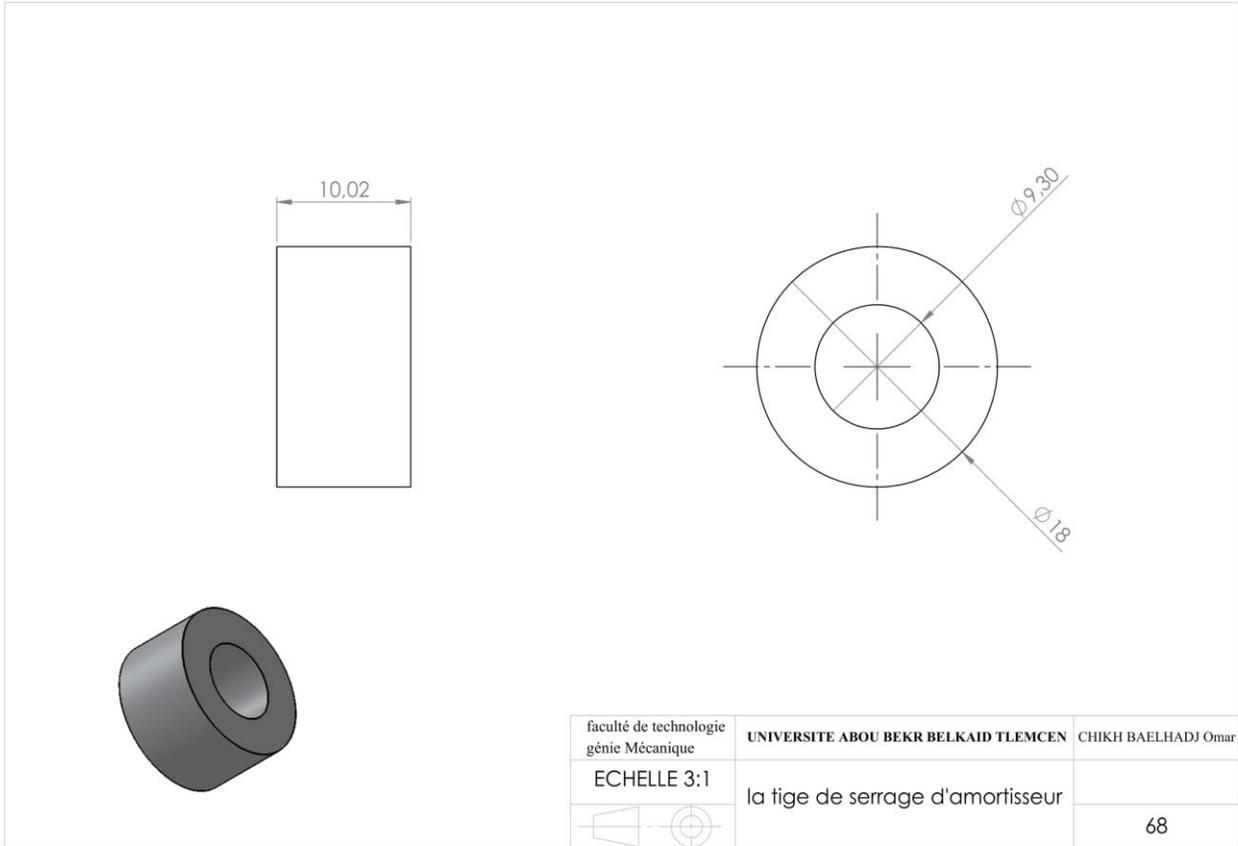
faculté de technologie génie Mécanique	UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMEN	CHIKH BAEHADJ Omar
ECHELLE: 1:1	La tige de barre de suspension	
		44

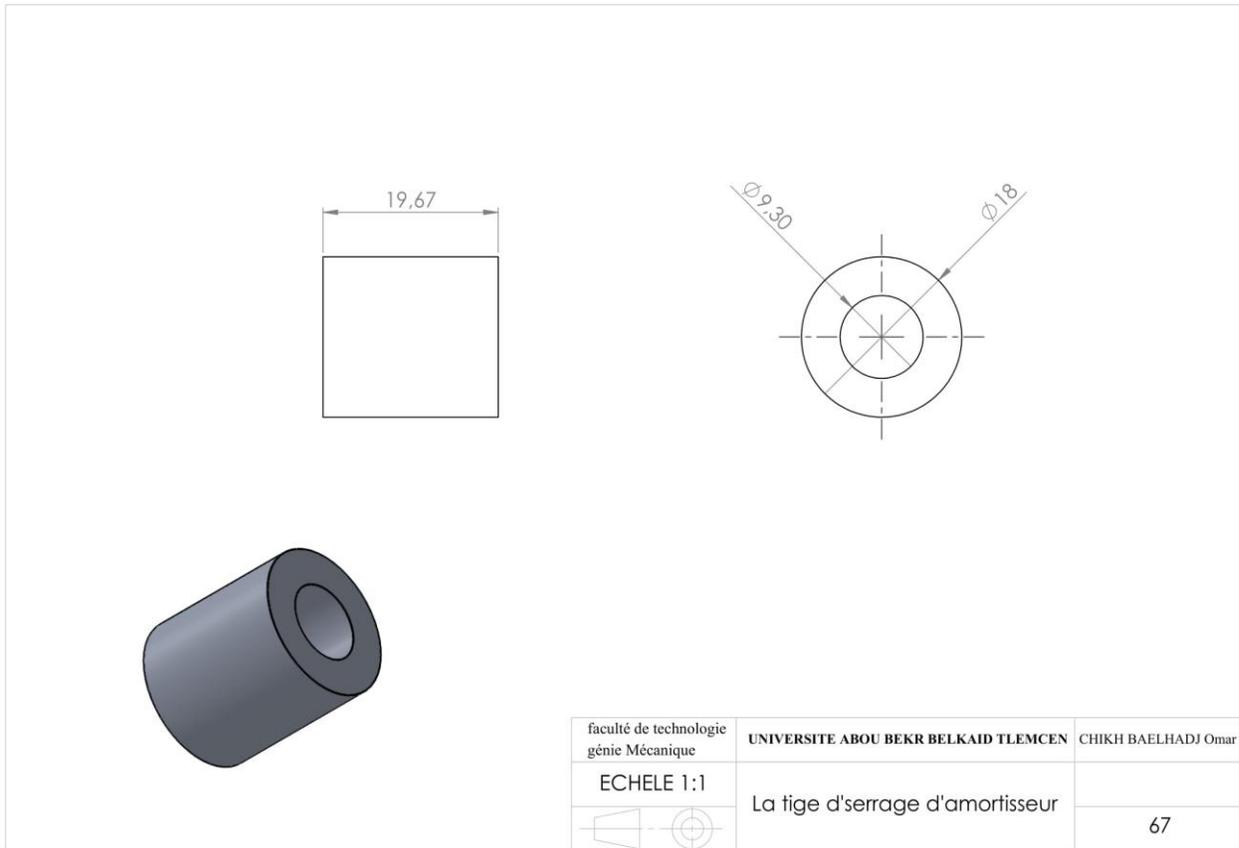
# ANNEXE

## 7. La tige de barre à roue



8. Les tiges de serrage d'amortisseur





# Résumé

La bicyclette est l'un des principaux moyens de transport dans de nombreuses parties du monde. Sa pratique, le cyclisme, constitue à la fois un usage quotidien, un loisir populaire et un sport. La bicyclette ne dispose que de deux points d'appui au sol : elle se trouve nécessairement en équilibre instable. Les physiciens parlent d'équilibre métastable car le passage de la position d'équilibre temporaire à une position de déséquilibre perceptible est relativement lent. L'équilibre est maintenu dynamiquement par les actions du cycliste, qui s'emploie à toujours redresser sa machine en le penchant légèrement dans la direction opposée à celle où elle commence à tomber. L'objectif du présent travail est de modéliser et simuler à l'aide du logiciel de SolidWorks, un nouveau système tricycle permettra au cycliste d'avoir plus de stabilité au cours de déplacement dans différentes positions et différentes natures de terrain.

# Abstract

The bicycle is one of the main means of transportation in many parts of the world. Its practice, cycling, constitutes at the same time a daily use, a popular hobby and a sport. The bicycle has only two points of support on the ground: it is necessarily in unstable equilibrium. Physicists speak of a metastable equilibrium because the passage from the position of temporary equilibrium to a position of perceptible imbalance is relatively slow. Balance are maintained dynamically by the actions of the rider, who always endeavors to straighten his machine by tilting it slightly in the direction opposite to that in which it begins to fall. The objective of this work is to model and simulate using software from SolidWorks, a new tricycle system will allow the rider to have more stability when moving in different positions and different types of terrain.

# ملخص

تعتبر الدراجة الهوائية من وسائل النقل الرئيسية في كل أنحاء العالم وهي هواية شعبية و تستعمل بشكل يومي للتنقل او ممارسة الرياضة، تحتوي الدراجة على نقطتي تماس فقط على الأرض، إنها بالضرورة في حالة توازن غير مستقر ، ومن خلال دراسات الفيزيائيين فإن الانتقال من حالة التوازن المؤقت إلى حالة عدم التوازن المحسوس يكون بطيئاً نسبياً. يتم الحفاظ على التوازن ديناميكياً من خلال تصرفات راكب الدراجة، الذي يسعى دائماً إلى تقويم دراجته عن طريق إمالتها قليلاً في الاتجاه المعاكس ، الهدف من هذا العمل هو نمذجة ومحاكاة باستخدام برنامج SolidWorks ، وسيسمح النظام جديد للدراجة ثلاثية العجلات للراكب بمزيد من الثبات أثناء الحركة في المواضيع المختلفة وأنواع مختلفة من الطرقات.