

**République Algérienne Démocratique et populaire**  
**Ministre de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou**



**Faculté De Génie de la Construction**  
**Département Génie Mécanique**

## **Mémoire De Fin D'études**

En vue de l'obtention du diplôme  
**Master Professionnel en Génie Mécanique**  
**Option : Fabrication Mécanique et productique**

# **Theme**

Etude, conception et adaptation d'un système de direction à droite du véhicule K120 /SNVI

**Réalisé par :**

M.MAHOUR Massinissa

M.GHARDANE Ali

**Soutenu le 02/10/2017 devant la Commission d'Examen**

<b>M. FERHOUM Rabah</b>	<b>MCA</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Président</b>
<b>M.HACHOUR Kamal</b>	<b>MC</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Examineur</b>
<b>M. OULD OUALI Mohand</b>	<b>Professeur</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Encadreur</b>

**Promotion 2017**

# *Remerciements*

Tout travail de recherche n'est jamais totalement l'œuvre d'une seule personne. À cet effet, nous tenons à exprimer notre sincères reconnaissance et nos vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail, en l'occurrence nos chères familles qui n'ont jamais cessé de nous encourager.

Nous tenons aussi à remercier particulièrement Mr. **OULD OUALI Mohand**, Professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou pour avoir accepté de diriger ce travail.

Nos remerciements s'adressent également aux **membres de jury** qui ont accepté d'évaluer ce mémoire.

Enfin, nous remercions le personnel du bureau d'étude de la SNVI, qui nous a fourni les informations nécessaires pour la réalisation du présent travail.

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail à :*

*Mes chers parents ;*

*Mes frères de près ou de loin ;*

*Mes oncles et mes petites nièces ;*

*A tous mes amis :*

*A ma très chère Driffa.*

*Sh. Ali*

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail à :*

*Mes chers parents ;*

*Mes frères et sœurs ;*

*Mes amis ;*

*Ma chère Lynda.*

*M. Massinissa*

# Tableau des matières



## ○ **Tableau des matières**

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>✚ Chapitre I : Présentation de l'entreprise et généralité sur la direction automobile</b>	
➤ <b>I. Présentation de l'entreprise</b> .....	2
<b>I.1. Introduction</b> .....	2
<b>I.2. Historique de la SNVI</b> .....	2
I.2.1. Présentation Berliet-Algérie .....	2
I.2.2. Présentation de la Sonacome.....	2
I.2.3. Présentation de la SNVI.....	2
I.2.4. Composition de la SNVI.....	3
<b>I.3. Description du camion K120</b> .....	13
<b>I.4. Fiche technique du K120</b> .....	15
➤ <b>II. La direction automobile</b> .....	19
<b>II.1. Historique de la conduite à droite ou à gauche</b> .....	19
<b>II.2 Liaison au sol</b> .....	20
II.2.1. Généralités sur la direction automobile .....	20
II.2.2. Système de direction .....	21
II.2.3. Types de direction .....	23
II.2.4. Organes principaux .....	27
<b>II.3. Normes et articles « liés au système de direction »</b> .....	29
<b>II.4. Conclusion</b> .....	30
<b>✚ Chapitre II : Géométrie de la direction</b>	
➤ <b>I. Cinématique du véhicule au virage</b> .....	31
<b>I.1. Introduction</b> .....	31
<b>I.2. Cinématique de véhicule au virage</b> .....	31
<b>I.3. Centre instantané de rotation</b> .....	31
<b>I.4. Relation pratique épure de JEANTAUD</b> .....	34
I.4.1. Equation de liaison du mécanisme de JEANTAUD .....	34
I.4.2. Angle de braquage maximal du véhicule K120.....	36

➤ <b>II- Etude du système de direction initial</b> .....	37
<b>II.1 Construction et fonctionnement du « Boitier de direction ZF : directions hydrauliques a écrou à billes Servocom ZF, type 8095 »</b> .....	37
<b>II.2. Géométrie et dimension du boitier de direction Servocom ZF 8095</b> .....	39
II.2.1.Vues et dimensions du boitier .....	39
<b>II.3. Géométrie et positionnement de boitier</b> .....	42
<b>II.4.Visserie de fixation de boitier sur le support de boitier</b> .....	43
<b>II.5. Rendement</b> .....	43
<b>II.6. Liaison de boitier avec l'ensemble de système de direction</b> .....	43
II.6.1. Entrée du mouvement .....	43
II.6.2. Sortie du mouvement .....	43
<b>II.7.Etude de l'installation actuelle « poste conduite à gauche »</b> .....	44
II.7.1. Installation de boitier de direction sur le support.....	44
II.7.2. Liaison levier pendant - levier de direction .....	45
II.7.3. Calcul de l'angle de pivotement de levier pendant, à droite et à gauche .....	45
<b>II.8. Conclusion</b> .....	46



## **Chapitre III : Conception, calcul et assemblage du système**

➤ <b>I. Conception</b> .....	47
<b>I.1.Introduction</b> .....	47
<b>I.2.Critères de conception</b> .....	47
<b>I.3. Matériau</b> .....	48
<b>I.3.1. Les fontes brutes</b> .....	48
1. Définition .....	48
2. Classification et Symbolisation .....	48
3. Désignation .....	48
<b>I.3.2. Choix du matériau</b> .....	49
1. Désignation du matériau .....	49
2. Spécification .....	49
3. Information technique .....	50
a) G S et D B C .....	50
b) G S spécifique .....	50
4. Autre caractéristiques .....	50
5. Analyse chimique .....	50
6. Remarque .....	51

<b>I.4.Première simulation de travail du support de boîtier</b> .....	52
1. Matériau et propriété .....	52
2. Action extérieures.....	52
3. Informations sur le maillage.....	56
4. Résultats de la simulation .....	57
<b>I.5. Solution proposé</b> .....	58
<b>I.6.Verification à la résistance du nouveau support</b> .....	59
I.6.1. Maillage de la pièce .....	59
I.6.2. Résultats de la deuxième simulation .....	61
a) Contraintes.....	61
b) Fixation du support « assemblage boulonné » .....	61
➤ <b>II. Calcul de vérification</b>	
<b>II.2.Vérification de la résistance de l'assemblage</b> .....	63
<b>II.2.1. Caractéristiques dimensionnelles de la vis</b> .....	63
<b>II.2.2. Précontrainte minimale prescrite</b> .....	64
<b>II.2.3.couple de serrage pour 1 seul boulon</b> .....	64
<b>II.2.4.Rupture statique des boulons</b> .....	65
1. Tenue des boulons sous l'effort de traction .....	65
2. Tenue des boulons sous l'effort de charge dynamique .....	66
3. Allongement et effort dynamique dans l'assemblage .....	67
4. Calcul de la rigidité des pièces assemblées $K_A$ .....	67
5. Calcul de la rigidité du boulon $K_B$ .....	68
➤ <b>III. Installation du nouveau système de direction à droite</b> .....	70
<b>III.1. Liaison boîtier de direction-support du boîtier</b> .....	70
<b>III.2.Liaison levier pendant et bielle de direction</b> .....	70
<b>III.3. Liaison de la bielle de direction au levier de direction</b> .....	71
<b>III.4. Liaison du levier a la fusée de direction</b> .....	73
<b>III.5. Liaison fusée droite a la fusée gauche</b> .....	74
<b>III.6. Assemblage complet</b> .....	75
<b>III.7. Conclusion</b> .....	76
<b>Conclusion général</b> .....	77



# Liste des

- tableaux
- Figures
- Symboles



## ○ Liste des figures

### Chapitre I

#### II-La direction automobile

Figure I.1 : Critères de la direction automobile. ....	21
Figure I.2 : direction automobile et assistance. ....	22
Figure I.3 : Fonction globale de la direction. ....	23
Figure I.4 : système de direction à crémaillère. ....	23
Figure I.5 : Différents systèmes mécaniques des boîtiers de direction. ....	25
Figure I.6 : Entraînement des roues au braquage par le système de direction : A, B, C. ....	26
Figure I.7 : principaux organes de la direction. ....	27
Figure I.8 : Diamètre de braquage extérieur. ....	29

### Chapitre II

#### I- Cinématique du véhicule au virage

Figure II.1 : Variation de centre instantané de rotation de véhicule K120 « Yi » sur l'axe de l'essieu arrière .....	32
Figure II.2 : Centre instantané de rotation. ....	33
Figure II.3 : Quadrilatère de JEANTAUD. ....	34
Figure II.4 : Modèle du mécanisme de JEANTAUD. ....	35
Figure II.5 : Variation de l'angle de braquage de véhicule K120 .....	36

#### II- Etude du système de direction initial

Figure II.1 : Boîtier de direction et assistance hydraulique. ....	38
Figure II.2 : Vue de face du boîtier de direction. ....	39
Figure II.3 : Vue de droite de boîtier. ....	40
Figure II.4 : Vue de dessous de boîtier. ....	41
Figure II.5 : Géométrie et positionnement du boîtier. ....	42
Figure II.6 : Installation actuelle de boîtier de direction sur K120 .....	43
Figure II.7 : Distance séparant le centre de la bielle de l'extrémité basse de châssis .....	44
Figure II.8 : Vue de l'ensemble de l'installation. ....	46

### Chapitre III

#### I. Conception

Figure I.1 : Aperçu de support du boîtier .....	47
Figure I.2 : Forme du graphite sphéroïdale .....	50
Figure I.3 : Distribution des contraintes dans le support.....	58

Figure I.4 : Aperçu de support de boitier .....	59
Figure I.5 : Représentation maillage du support .....	60
Figure I.6 : Contrainte que le support subit (Mpa) .....	61
Figure I.7 : Assemblage boulonné de support sur le châssis	

## **II. Calcul de vérification**

Figure II.1 : Rigidité des pièces assemblées (cas de deux pièces) .....	63
Figure II.2 : Assemblage écrou-vis .....	63
Figure II.3 : Assemblage de deux pièces boulonnées .....	67
Figure II.4 : Rigidité $K_B$ du boulon.....	68

## **III. Installation du nouveau système de direction à droite**

Figure III.1 : Installation et positionnement du boitier et du levier pendant .....	70
Figure III.2 : Installation et fixation de la bielle de direction sur le levier pendant.....	71
Figure III.3 : (a) (b) (c) Liaison bielle-levier .....	72
Figure III.4 : Assemblage fusée-levier-bielle de direction.....	73
Figure III.5 : Fusée gauche usinée.....	74
Figure III.6 : Ensemble fusée droite .....	74
Figure III.7 : Ensemble fusée gauche. ....	75
Figure III.8 : système complet assemblé (a, b, c) .....	76

○ **Liste des tableaux**

**Chapitre I**

**I- Présentation de l'entreprise**

Tableau I.1 : Infrastructures industrielles et capacités de production. ....	11
Tableau I.2: Effectifs de la SNVI de l'année 2017. ....	12
Tableau I.3 : Dimensions du K120. ....	14
Tableau I.4: Poids du K120. ....	15
Tableau I.5 : Tableaux des vitesses en Km/h au régime maxi. ....	18

**Chapitre III**

**I. Conception**

Tableau I.1 : Caractéristiques de la fonte graphite sphéroïdale traitée .....	49
Tableau I.2 : Propriétés et matériau générés par SOLIDWORKS avant la simulation.....	52
Tableau I.3 : condition aux limites du type d'encastrement .....	53
Tableau I.4, 5,6 : Application des efforts externes sur les vis de connexion.....	56
Tableau I.6 : Information sur le maillage utilisé .....	60

**II- Calcul de vérification**

Tableau II.1 : Contraintes admissible.....	66
--	----

## ○ Liste des symboles

**$Y_i$**  : Centre instantané de rotation

**$B_2$**  : Angle de braquage intérieur

**$B_3$**  : Angle de braquage extérieur

**$\beta_3^*$**  : Angle de braquage extérieure du levier de direction

**$b$**  : Distance axe essieu, axe pivot

**$b_1$**  : Entraxe pivots

**$L$**  : Empattement ; distance séparant les axes des essieux avant et arrière

**$\alpha$**  : Angle de pivotement maximal de levier pendant sur le véhicule K120 à droite

**$\beta$**  : Angle de pivotement maximal de levier pendant sur le véhicule K120 à gauche

**$L$**  : Epaisseur de châssis plus l'appui de support

**$d$**  : Diamètre nominal

**$d'$**  : Diamètre de flanc

**$d''$**  : Diamètre de fond de filet de la vis

**$P$**  : Pas de filet de la vis

**$F_p$**  : Précontrainte minimale prescrite

**$A$**  : Section équivalente résistante totale.

**$f_{ub}$**  : Résistance nominale a la rupture en traction

**$f_p$**  : Couple de serrage pour 1 seul boulon

**$f_p_{max}$**  : Précontrainte maximum

**$Y$**  : Coefficient d'incertitude de serrage

**$C_s$**  : Couple de serrage

**$\sigma_{Re}$**  : Limite élastique

**$A_t$**  : Aire équivalente

**$M_s$**  : Masse du support

**$M_b$**  : Masse du boîtier

**$M_L$**  : Masse du levier pendant

**$M_{BL}$**  : Masse de la bielle

**$g$**  : La gravité

**$F_{max}$**  : Contrainte maximale de traction

**$P_T$**  : poids de l'ensemble

**$F_{E\ dyn\ max}$**  : Effort de charge dynamique maximum

**$[\sigma_{dyn}]$**  : Contrainte dynamique admissible

**$F_{a\ max}$**  : Effort dynamique alternée maximum

**$\sigma_{a\ max}$**  : Contrainte dynamique alternée maximum

**$F_{e\ dyn}$**  : Effort dynamique

$\sigma_{dyn}$  : Contrainte dynamique

$\Delta L_B$  : Allongement du boulon

$\Delta L_A$  : Contraction des éléments assemblés

$F_0$  : Précharge ou « précontrainte » due à l'effort de serrage

$K_A$  : Rigidité respective des pièces assemblées

$K_B$  : Rigidité respective du boulon

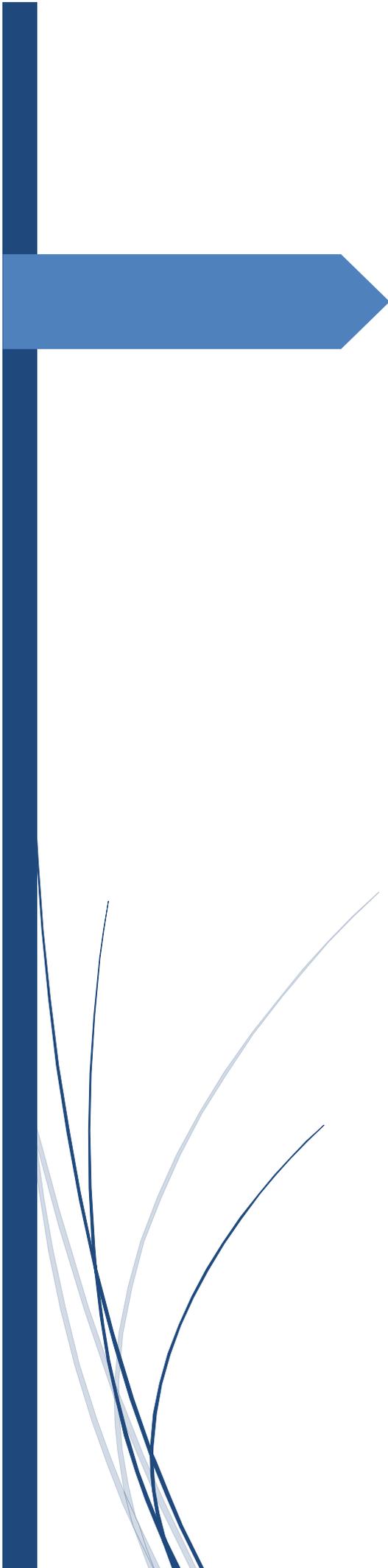
$E_A$  : Module d'élasticité longitudinale du matériau des pièces

$L$  : Epaisseur des deux pièces « support + châssis »

$E$  : Module d'élasticité longitudinale

$A''$  : Aire du fut de boulon comprise entre la tête et l'écrou

$A_A$  : Section équivalent



# Introduction générale

## Introduction générale

Le passage de l'idée à la réalisation effective d'un système fait intervenir trois fonctions principales

- la conception
- l'étude
- la fabrication

Les fonctions précédentes sont assurées par des services spécialisés ayant pour but de mener des travaux de la conception jusqu'à la réalisation du produit

Ce travail de master fait associer les services suivants :

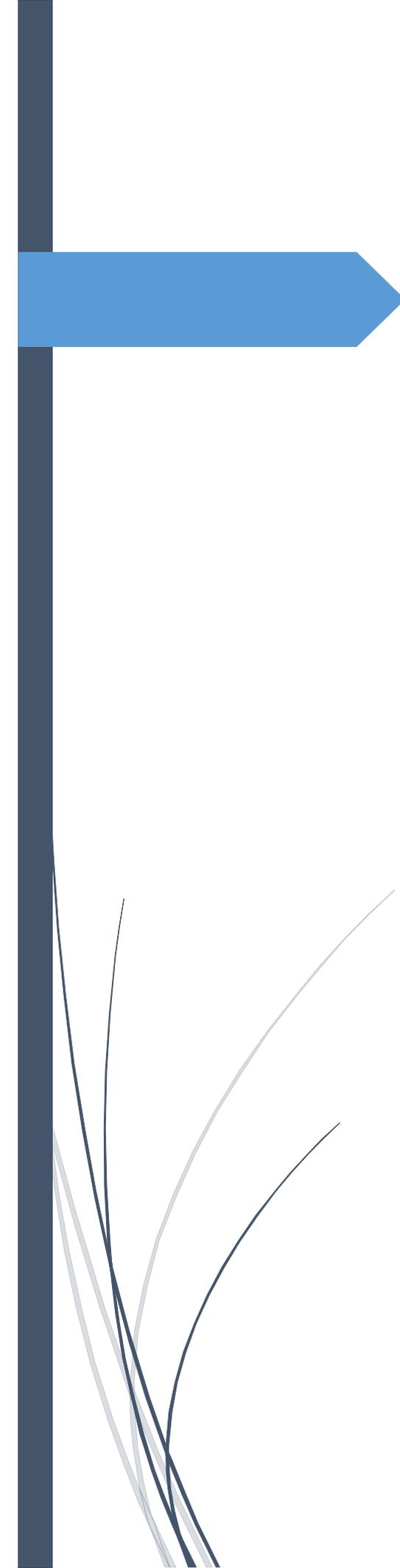
- le bureau d'étude ;
- le bureau des méthodes « prototype » ;
- l'atelier de fabrication « prototype » ;

Dans ce contexte, ce présent travail s'inscrit dans le cadre de la présentation de notre projet de fin d'études « Master 2 » en fabrication mécanique et productique et a pour objet, l'étude, conception et l'adaptation du système de direction sur le véhicule industriel « SNVI k120 » pour conduite à gauche (commande du direction à droite).

Le service technique et particulièrement la direction d'étude et de la recherche, veut élargir le champ de sa clientèle en élargissant sa gamme de production, via cette nouvelle installation du système du direction, à droite du véhicule. Par le billet de cette idée, nous allons proposer une solution adoptée, techniquement et économiquement réalisable. Nous commençons par présenter les unités et des ateliers de l'entreprise (SNVI) et spécialement l'unité de recherche et développement, là où ce sujet a été proposé. Dans le premier chapitre, nous donnerons aussi une description des différents systèmes et organes constitutifs de la direction automobile.

Le vif du sujet est abordé dans le deuxième chapitre par l'étude de la direction installée sur le véhicule industriel K120, actuellement en marche. Une vérification du comportement directoire des roues au virage, ainsi que, le dimensionnement des espaces qui doivent séparer certains organes du système est fait.

En fin, la solution la plus adéquate a été adoptée en fonction des contraintes de la SNVI. Celle-ci est présentée dans le troisième chapitre. Une conception primaire du support, qui a subi des modifications suivant la géométrie à respecter est donnée. Des simulations sont faites sur SOLIDWORKS pour vérifier notre produit. En continuant dans le même contexte, une vérification par calcul de résistance d'assemblage boulonné est faite. L'adaptation des autres organes de la direction a aussi été menée par des modifications apportées par usinages ou par de nouveaux assemblages.



# Chapitre I : Présentation de l'entreprise et généralité sur la direction automobile

## **I- présentation de l'entreprise**

### **I.1. Introduction**

Dans ce premier chapitre on présentera en premier la société nationale des véhicules industriels (SNVI) dont sa structure générale et ses principales gammes de production.

Par la suite, dans la deuxième partie on définira le système du direction en général et on exposera les différents systèmes qui existent. En fin, nous allons décortiquer et définir les principaux organes de système direction a boitier de direction.

### **I.2. Historique de la SNVI**

#### **I.2.1. Présentation Berliet-Algérie**

En juin 1957 Berliet entreprend la construction d'une usine de poids lourd de type CKD. En octobre 1958, sortie du premier véhicule Berliet (entièrement monté en Algérie). Dès lors, la production de Berliet-Algérie a connu une progression régulière. En juin 1964 le gouvernement Algérien par l'intermédiaire de la Caisse algérienne du Développement prend une participation à 40% dans la société (Berliet - Algérie).

#### **I.2.2. Présentation de la Sonacome**

La SONACOME est créée en 1967 par ordonnance N° 67-150. Elle a été chargée par le gouvernement algérien de promouvoir et de développer le secteur des industries mécaniques et d'exercer le monopole d'importation des produits mécaniques en Algérie.

Au titre de cette mission elle a lancé au cours du premier quadriennal 1970 - 1973 un programme d'investissement pour l'édification de 07 complexes industriels.

Le politique adopte par la SONACOME pour la mise en place de cet appareil de production est fondé sur les options suivantes :

- Création de complexes industriels liés aux produits à fabriquer ;
- Promotion de l'industrie par l'utilisation et le développement de toutes les techniques de transformation des métaux (fonderie / forge / emboutissage/ usinage /etc.) formation intensive des hommes (ouilleurs / régleurs / techniciens /agents de maîtrise.).

#### **I.2.3. Présentation de la SNVI**

Le décret présidentiel 81/348 portant restructuration des entreprises donne naissance à la SNVI en décembre 1981 elle est chargée dans le cadre de développement économique et social :

- De la recherche ;
- De développement ;
- De la production ;
- De l'importation ;
- De l'exportation ;
- De la distribution des véhicules industriels ;

Dans le cadre de la raison sociale, la SNVI est chargée d'assurer et de promouvoir les activités d'après la vente des véhicules industriels

### I.2.4. Composition de la SNVI

#### 1) Une société mère

Composée de :

- Directions Centrale
- Direction Centrale Commerciale et son réseau.
- Division Rénovation Véhicules Industriels – DRVI

Les missions principales de la société Mère SNVI orientées essentiellement vers :

L'exercice de contrôle des filiales et la gestion de portefeuille de participations dans les JV suivantes :

- ZF Algérie : (SNVI 20%/ ZF Allemagne 80%).
- SAPPL-MB : Société Algérienne pour la Production de Poids Lourds de marque  
Mercedes-Benz a Rouïba : SNVI 34% / EPIC EDIV (MDN) 17% / AABAR (Empirâtes Arabes Unis) 49% avec DAIMLER (partenaire technologique).
- SAFAV-MB : Société Algérienne pour la Fabrication de Véhicules de Marque  
Mercedes-Benz a Tiaret. SNVI 17% / EPIC EDIV (MDN) 34% / AABAR (Empirâtes Arabes Unis) 49% avec DAIMLER (partenaire technologique).
- RAP (Renault Algérie Production) : SNVI 34% /FNI (Fonds National D'Investissement) 17% / Renault 49%.
- CITAL (Société d'assemblage et de maintenance de rames de tramways) :  
FERROVIAL 41% / EMA (Entreprise de métro d'Alger) 10% / ALSTOM France  
43% / ALSTOM Algérie 6%.
- L'élaboration et la mise en œuvre de la politique financière.

- La définition de la politique de rémunération et du développement de la Ressource Humaine du Groupe.
- Continuer également à assurer le business actuel en rapport avec :
  - La commercialisation des véhicules industriels neufs ;
  - La rénovation des véhicules industriels à Sidi Moussa ;
  - Les activités du Transport, Dédouanement et Transit ;
  - La formation spécialisée avec son centre implante sur site de Rouïba.

### 2) Filiale véhicules industriels Rouïba (VIR)

Créé en Juillet 1970, le Complexe des Véhicules Industriels de Rouïba, érigé en Filiale le 1<sup>er</sup> janvier 2011, faisant partie du groupe industriel SNVI et est l'unique fabricant de véhicules industriel en Algérie.

Situé à 10 minutes de l'aéroport d'Alger et à 30 minutes du port, le complexe produit des camions de 6,6 à 26 tonnes de poids total en charge, des tracteurs routiers, des autocars et des autobus mettant en œuvre des technologies et des techniques d'élaboration telles que, l'estampage à chaud (forge), l'emboutissage, l'usinage, le taillage d'engrenage, la rectification et les traitements thermiques.

Capacité de production installée : 4 500 véhicules/an.

Cette filiale regroupe elle-même cinq (05) centres de production :

**Forge** : Obtention des bruts par déformation plastique à chaud.

**Mécanique** : produit des ponts, des essieux, des directions et des pièces de liaisons.

**Tôlerie et emboutissage** : produit des longerons pour cadres châssis, des cabines et des pièces de liaisons.

**Montage Camions** : assemble les camions.

**Montage Auto cars et Autobus** : produit les caisses, les treillis et assemble les cars & bus et produit également des pièces en polyester et sièges.

#### • **Activités :**

#### **Production :**

- Camions routiers
- Camions chantier
- Camions tous terrains
- Tracteurs routiers,
- Autocars et autobus,
- Minicars et minibus

- **Centres de production :**

**Prestations d'appui :**

- Centre informatique (système de GPAO /GMAO intègre)
- Laboratoires de chimie, de métallurgie et de métrologie
- Energies, fluides, maintenance
- Centre Médico-social
- Unité Etudes et Recherche (UER)

- **Le centre de Tôlerie Emboutissage**

Obtention des pièces de Tôlerie par déformation plastique à froid.

Ce centre produit les cabines de camions, les longerons, traverses de châssis, traitement de surfaces ainsi que la production, d'autres pièces et sous-ensembles élémentaires pour les centres de production et de montage. En amont se situent les opérations de débitage par utilisation des cisailles, plieuses et machines à découpe au plasma et par immersion.

- **Le centre montage camions**

Ce centre assure l'assemblage des camions.

- **La Forge**

Obtention des pièces par déformation plastique à chaud.

Dans ce centre les sont forgé à partir de barres d'aciers des :

- Arbres de boites
- Corps d'essieux
- Pignons
- Coulisseaux
- Fourchettes de boites de vitesses
- Fusées
- Leviers

Les procédés utilisés sont le forgeage par déformation ou choc, le forgeage par étirement ou refoulement, le traitement thermique.

- **Montage Autocars et Autobus**

Dans ce centre s'effectue l'assemblage des autocars et autobus et sont réalisés les soubassements, les carcasses et les pièces de tôlerie.

- **Le centre mécanique**

Dans ce centre sont usinés à partir des barres laminées, des bruts de forges, bruts de fonderie et des organes (Ponts, Essieux, boites de vitesses, boîtier de direction ainsi que diverses pièces). Tous ces organes sont assemblés après usinage dans ce centre.

- **L'Unité Etudes et Recherche (UER)**

A pour mission :

- L'innovation, l'amélioration de la qualité et le lancement de nouveaux produits ;
- L'acquisition et la maîtrise de nouvelles technologies.

### **3) Filiale Carrosseries Industrielles de Rouïba (C.I.R)**

La Filiale Carrosseries Industrielles de Rouïba, située à 10 minutes de l'aéroport d'Alger et à 30 minutes du port, fabrique des équipements industriels portes et tractes Plateaux, Bennes, Citernes à eau, Citernes hydrocarbure, Semi-remorques ainsi que des équipements spéciaux d'assainissement et voirie, de lutte contre l'incendie, des minicars et des essieux. Elle est située sur le même site que les filiales Fonderies et Véhicules Industriels, dans la zone industrielle de Rouïba -Alger.

#### **Présentation des usines de production**

Les activités de production de C.I.R relèvent des métiers de la chaudronnerie à l'exception de l'atelier mécanique dédiée aux opérations d'usinage.

Les capacités de la Filiale Carrosseries Industrielles de Rouïba méritent d'être mises en Valeur

#### **Certification**

La Filiale Carrosseries Industrielles de Rouïba est certifiée ISO 9001 version 2008 depuis l'année 2008

#### **Activités**

Production d'équipement de carrosserie, utilisant les techniques et procédés de chaudronnerie.

#### **Production**

- Plateau
- Benne
- Citerne
- Equipement de voirie
- Lutte anti-incendie
- Remorques

#### **Installations industrielles**

- Débitage
- Soudage
- Usinage
- Peinture
- Contrôle et jaugeage
- Menuiserie
- Adaptation prototypes

### 4) Filiale Fonderies de Rouïba (FOR)

Située à 10 mn de l'aéroport Houari Boumediene d'Alger et à 30 mn du port, la filiale Fonderies de Rouïba a été mise en exploitation le 1<sup>er</sup> janvier 1983 ; sa principale mission est la fabrication de bruts de fonderie en fonte ainsi que des pièces en aluminium selon les nuances suivantes :

- Fonte grise sphéroïdale GS.
- Fonte lamellaire
- GL Aluminium

Capacité de production installée est de 9000 tonnes par an de fonte grise et de 300 tonnes par an d'aluminium.

La fonderie de Rouïba produit des bruts principalement pour le secteur mécanique et pour d'autres secteurs tels l'hydraulique, les matériels agricoles et les travaux publics.

#### Activités

Capacité annuelle de production :

- Grosses pièces de 70 à 190 Kg : 5 400
- Tonnes Pièces moyennes de 20 à 70 Kg :  
2 700
- Tonnes Petites pièces de 0.5 à 20 Kg : 600  
Tonnes
- Pièces Aluminium : 300 tonne

Capacité totale de production installée : 9 000 Tonnes de pièces par an.

#### Production

- Pièces en fontes GS
- Pièces en GL
- Pièces en Aluminium

#### Installation industrielles

- Fusion
- Noyautage
- Moulage
- Sablerie
- Parachèvement
- Contrôle et Analyse

## **Présentation des usines de production**

### **1) Sablerie**

- Huit silos de stockage 3000 T de sable traite.
- Un volant de sable de 180 T.
- Trois malaxeurs de 60 T/h chacun.
- Régénération de sable récupère.
- Trois séparateurs magnétiques.
- Un mélangeur à vis.

### **2) Moulage**

- Deux lignes de moulage petites pièces ; cadence : 102 moules/h.
- Une ligne de moulage pièces moyennes, cadence : 54 moules/h.
- Une ligne de moulage grosses pièces ; cadence : 9 moules/h.

### **3) Fusion.**

### **4) Noyautage.**

### **5) Parachèvement.**

### **6) Contrôle et Analyse.**

### **7) Fonderie aluminium.**

## **5) Filiale Carrosseries Industrielles de Tiaret (C.I.T)**

La Filiale Carrosserie Industrielle de Tiaret, située à la commune de Ain Bouchekif-Tiaret a 3Km de l'aéroport de Tiaret, spécialisée dans la conception et la fabrication de carrosseries industrielles portes et tractes dans les gammes suivantes :

Plateaux, Bennes, Citernes a eau, Citernes hydrocarbures, cocottes a ciment, Portes engins, Fourgons frigorifiques/standards et véhicules spéciaux

## **Certification**

La Filiale Carrosserie Industrielle de Tiaret est certifiée ISO 9001 version 2008 depuis l'année 2007.

## **Activités**

Production de carrosseries industrielles, utilisant les techniques et procédés de chaudronnerie

## **Production**

- Bennes entrepreneurs, carrières et céréalières.
- Citernes hydrocarbures et a eau.

- Cocottes à ciment.
- Portes engins
- Fourgons frigorifiques et standards.
- Remorques
- Véhicules spéciaux destinés à des applications spécifiques tels que :
  - Plateaux et porte-conteneurs.
  - Clin mobile pour collecte de sang.
  - Sous-station mobile pour transformation de l'énergie électrique,
  - Entretien et graissage
  - Fourgons ateliers,
  - Porte-pipes,
  - Porte palettes porte bouteille gaz.

La filiale maîtrise également le carrossage des véhicules moteurs (châssis cabines) dans les gammes suivantes :

- Plateaux standards porte palettes pour bouteilles à gaz ;
- Bennes entrepreneurs, carrières, céréalières et à ordures ménagères ;
- Citernes à eau et hydrocarbures ;
- Fourgons standards et frigorifiques.
- **Installations industrielles**
  - Débitage
  - Soudage.
  - Usinage.
  - Peinture.
  - Contrôle et jaugeage.
  - Menuiserie.
  - Adaptation Prototypes.

Capacité annuelle installée est de 9 000 Produits répartie comme suit :

- Plateaux 3 500 unités
- Bennes 4 150 unités.
- Citernes 500 unités.
- Portes Engins 200 unités.
- Fourgons 650 unités

### **6) Filiale Constructions de Matériels et Equipements Ferroviaires d'Annaba (FERROVIAL)**

L'Entreprise Publique Economique de Constructions de Matériels et Equipements Ferroviaires « FERROVIAL » a été créée en 1983 à la suite de la restructuration de la Société mère SN. METAL. Elle a été transformée en S.P.A. Société par actions en 1989 au capital social de 2.254.100.000 DA.

Le Siège de FERROVIAL est situé sur l'axe routier Annaba - El- Hadja à 10 kms du Complexe Sidérurgique. Il est distant de 05 Kms du port d'Annaba et il est desservi par une voie ferrée

passant à proximité. L'entreprise est constituée de deux entités opérationnelles installées sur le même site que le siège de la Direction Générale. Elle a pour objet : les études, la recherche et le développement, la production et la commercialisation de :

- Matériels et équipements ferroviaires : wagnage de tous types, locomotives de manœuvre, appareils de voie, voiture voyageur et métro,
- Matériels de travaux publics : bétonnière, centrale à béton, brouette,
- Container maritime,
- Produits de diversification et de sous-traitance (mécanique, métallique).
  
- Produits forges.

### Activités

#### a) Production et commercialisation

- Camions de 6,6 à 26 tonnes de poids total en charge
- Autocars et autobus de 25 à 100 passagers
- Equipements de carrosserie, remorques, semi-remorques et porte-engins de 3 à 75 tonnes de poids total en charge.

#### b) Technologies et techniques mises en œuvre

- Fonderie fonte et aluminium,
- Estampage à chaud,
- Emboutissage et formage,
- Usinages de précision,
- Production de pièces en polyester,
- Travaux de chaudronnerie et de soudage
  
- **Prestations d'appui** :
  - Centre d'études et d'adaptation (avec CFAO)
  - Centre informatique (système de GPAO /GMAO intègre)
  - Centre de formation
  - Laboratoires de chimie, de métallurgie et Métrologie
  - Unité spécialisée en transit / dédouanement et transport

**Infrastructures industrielles et capacité de production** : voir tableau suivant

Usines	Nature des activités	Capacités de production installées
Filiale véhicules industriels de Rouïba	Production de véhicules motorisés (camions, autocars et autobus)	4500 unités
Filiale fonderies de Rouïba	Production de pièces de fonderie en fonte nodulaire et en aluminium	9000 tonnes
Filiale Carrosseries Industrielles de Rouïba	Production de toutes carrosseries portées, sur camions (bennes, plateau, frigo...) ainsi que de minicars de 25 places	8500 unités
Filiale Carrosseries Industrielles de Tiaret	Production de toutes carrosseries tractées (bennes, plateau, frigo ..... ).	9000 unités
Filiale Constructions de Matériels et Equipements Ferroviaires d'Annaba	Production de matériels et équipements ferroviaires, matériels de travaux publics, produits forges,...	- 300 Wagons / an - 2000 Bétonnières/ an - 10 Centrales à Béton/ an - 1000 Tonnes / an de Produits Forges.

**Tableau I.1** : Infrastructures industrielles et capacités de production. [9]

### Le réseau commercial

Le réseau commercial est chargé de la vente des produits finis, des pièces de rechange et de la réparation pour l'ensemble de la gamme et des composants fabriqués par la SNVI.

Il est composé :

- D'un Centre de livraison situé à Rouïba, ayant pour mission la réception et la distribution des véhicules et des produits commandés par la clientèle
- D'une Centrale Pièces de Rechange à Rouïba.
- De neuf (09) unités commerciales chargées de la vente et de l'après-vente des produits SNVI.
- D'un réseau d'agents agréés implantés sur l'ensemble du territoire national.

### Les structures de soutien à la production

La SNVI dispose sur le site de Rouïba des structures suivantes :

- Un Centre de Formation et de Perfectionnement pour toutes les spécialités et filières nécessaires aux technologies et techniques appliquées.
- Une Unité de Dédouanement, Transport et Transit

### Les effectifs de l'année 2017

Le Groupe SNVI compte 6 928 agents inscrits repartis par structure comme suit : voir tableau suivant

Filiales de véhicules industriels de Rouïba	2793
Filiale Carrosseries Industrielles de Rouïba	898
Filiale Fonderies de Rouïba	885
Filiale Carrosseries Industrielles de Tiaret	469
Filiale Constructions de Matériels et Equipements Ferroviaires « FERROVIAL » d'Annaba. (Depuis février 2015)	470
Direction Centrale Commerciale et son réseau	1328
Division Rénovation Véhicules Industriels - Sidi Moussa	401
Siege	127

**Tableau I.2** : Effectifs de la SNVI de l'année 2017. [[9]

Vis-à-vis de ses équipes et de son actionnaire, SNVI s'engage sur la croissance rentable de ses activités. L'offre de l'entreprise répond aux besoins de ses clients, en proposant :

- Une consommation réduite avec plus de fiabilité
- Une offre étendue de services avec des engagements concrets des produits
- Maintenance aisée
- La mobilité opérationnelle
- La sécurité de ses produits

### I.3. Description du camion k120

EDITION Avril 2013 : **K120 (4X2)** Chassis porteur PTAC 12000 kg PTRC 13250 kg

## K 120 Plateau ridelles



- **Carrosserie**

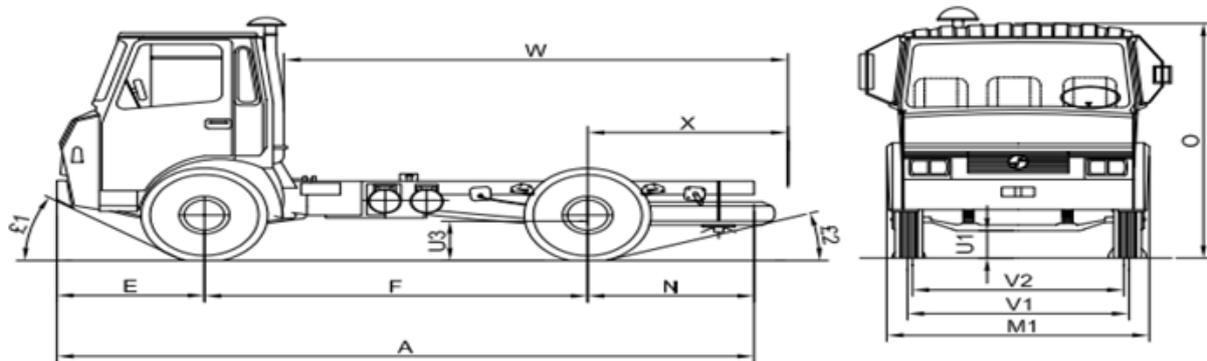
Dimensions en mm

<b>Langueur</b>	<b>5100</b>
<b>Largeur</b>	<b>2400</b>
<b>Hauteur ridelle</b>	<b>500</b>

Poids en Kg

<b>Poids du véhicule à vide</b>	<b>5500</b>
<b>Charge utile</b>	<b>6500</b>

- Plancher en tôle d'acier ép. 4mm.
- Parois avant constituée d'une ridelle fixe sur une hauteur de 1.700 mm et d'un grillage sur toute la largeur.
- Les ridelles en acier de 2.5 mm et d'une hauteur de 500 mm, démontable et rabattable
- Les ranchers (montants) arrière et intermédiaires sont fixés par des boulons



**DIMENSIONS (mm)**

		Châssis	Normal	Long	Ex. Long
Empattement		F	3300	3900	4500
Porte à feux AV		E	1221		
Porte à feux AR		N	1400	1800	2250
Porte à feux AR maxi		X	1675	2075	2475
Langueur carrossable		W	4450	5450	6450
Langueur hors tout		A	5986	6986	8036
Langueur hors tout		M1	2300		
Hauteur à vide		O	2573		
Garde au sole	Avant	U1	240		
	Arrière	U3	276		
Voie	Avant	V1	1900		
	Arrière	V2	1871		
Angle d'attaque		£1	33°		
Angle de fuite		£1	21°	15°30'	12°

**Tableau I.3 : Dimensions du K120. [9]**

**POIDS (kg)**

	Châssis	Normal	Long	Ex. Long
Poids du châssis cabine en ordre de marche		3740	3940	4000
Répartition de ce poids :	Essieu AV	2080	2220	2260
	pont Ar	1660	1720	1740
Poids Totale Autorise en Charges Du tracteur (P.T.A.C)		1200		
Charge maxi autorise sur :	Essieu AV	4000		
	pont Ar	8000		
Poids totale roulant autorisé		13250		

**Tableau I.4:** Poids du K120. [9]

**CABINE**

- Type : K1980.
- Avance fixe ou basculante.
- Constituee par des elements en tole d'acier et assemblee par des points de soudure .
- 3 places avec ceinture de securite 3 points.

**I.4.Fiche descriptive (K120)**

**MOTEUR**

Type : **PMA/CMT :**  
 Nombre de cylindres : 6 en ligne.  
 Injection : Directe.  
 Alésage/course : 100/120 mm  
 Cylindrée : 5,6 L.  
 Taux de compression : 17/1.  
 Carburant : Gasoil.

## Chapitre I : Présentation de l'entreprise et généralité sur la direction automobile

---

Puissance maxi : 110 ch. à 2800 tr/mn  
Couple maxi : 33 m.daN à 1500 tr/mn  
Aspiration : Naturelle  
Refroidissement à air.  
Capacité d'huile : 13,5 L.

### **FREINAGE**

#### **- Frein service**

A commande pneumatique agissant sur  
L'ensemble des roues AV et AR.

#### **- Frein de parcage**

Blocage mécanique agissant sur les roues AR par les cylindres.

#### **- Frein de secours**

En cas de défaillance de freinage de  
service d'un essieu l'autre essieu assure  
Le freinage de secours

### **EQUIPEMENT ELECTRIQUE**

Tension : 24 Volts obtenues par 2 batteries de 12 volts.  
Capacité : 112 AH  
Alternateur : 27 A

### **EMBRAYAGE**

Ø310 VALEO DBR disque à sec, commande hydraulique

### **BOITE DE VITESSES**

**ZF S5.42** munie de butée concentrique CSC à 5 vitesses AV synchronisée +1 marche Ar.

- . Couple admissible : 56 m.dan.
- . Rapport extrêmes : 5,72-0,76.
- . 2 versions : sans PMT/avec PMT.
- . Capacité en huile : environ
  - .3, 5 L (sans PMT)
  - .4, 3 L (avec PMT)

### **PONT ARRIERE**

Type : **P821 B** à simple démultiplication par Couple coniques et réducteur dans les moyeux

Couple utilisé : 12x41 réductions : 6,83

Capacité en huile : 7,5 L.

### **ESSIEU**

Type : **E4A21**

Rigide forge en I.

### **DIRECTION**

**ZF SERVOCOM 8095** à assistance

Hydraulique intégrée

### **CHASSIS**

Cadre à 2 longerons entretoisés par des traverses

Section : 250x70x6 (mm)

### **SUSPENSION**

**A.V** : Ressorts à lames semi-elliptiques

+ Amortisseurs télescopiques,

**A.R** : Ressorts à lames semi-elliptiques

Avec télescopiques

### **PNEUMATIQUES**

Dimensions : 10R 22.5

AV : simples, AR : jumelés

### **RESERVOIR DE CARBURANT**

1 réservoir (implanté à droite) Capacité : 140 L

**PERFORMANCES**

Rap. BV Rap pont	1ère	2 ème	3 ème	4 ème	5 ème
	<b>5.72</b>	<b>2.94</b>	<b>1.61</b>	<b>1.00</b>	<b>0.76</b>
<b>6.43</b>	<b>13</b>	<b>28</b>	<b>48</b>	<b>76</b>	<b>88</b>

**Tableau I.5 :** Tableaux des vitesses en Km/h au régime maxi. [9]

**OPTIONS**

- B.O.M
- Stabilisateur AV.
- Stabilisateur AR.
- Equipement RTMD.
- protection par grillage des feux AR.
- Rétroviseur intérieur cabine.
- Boite à pharmacie.
- Extincteur 4 Kg.
- Projecteur de travail AR.
- Couple de pont : 10x41 réductions : 8.20

## **II. La direction automobile**

### **II.1. Historique de la conduite à droite ou à gauche**

#### **1. Un cheval : à droite**

Un peu d'histoire : il faut remonter à l'Antiquité pour constater que déjà les hommes se croisaient sur leur droite. La raison de cela, et que la plupart des êtres humains étant droitiers, nos ancêtres portaient leur épée sur la jambe gauche pour la dégainer aisément. Lorsque le cheval devint le mode de locomotion pour les nobles et les hommes d'armes, l'usage de la circulation à gauche perdura pour la même raison. Ainsi, lorsque deux chevaliers se croisaient, leurs épées ne pouvaient pas se toucher. Ce qui aurait été clairement interprété comme une provocation en duel. Il est vrai qu'à cette époque on ne badinait pas avec le savoir-vivre.

#### **2. Deux chevaux, à gauche !**

Cela étant, jusqu'au XVIII<sup>e</sup> siècle, la circulation n'était pas réglementée. C'est à cette époque qu'apparut en Europe un chariot de type nouveau, bâché et à grandes roues, le Conestoga, venu des États-Unis, et plus particulièrement d'une vallée de Pennsylvanie du même nom. Le cocher ne disposant pas de siège, il était assis sur le cheval de gauche de la paire la plus proche du chariot. Il pouvait ainsi diriger l'attelage de la main droite avec son fouet. Résultat, ces chariots roulaient le plus souvent à droite, car il était plus facile de contrôler les chevaux lors d'un croisement qui s'effectuait donc à gauche, contrairement aux cavaliers.

En 1792, l'État de Pennsylvanie officialisa cette conduite à droite des pistes, avec une position du meneur d'attelage à gauche. De l'autre côté de l'Atlantique, l'affaire se précise en Europe un peu plus tard, avec l'inévitable Napoléon. Grand stratège, l'empereur savait que, lors des batailles, la tradition imposait que les combats commencent par le flanc gauche de la cavalerie. Il décida alors, pour jouer à plein l'effet de surprise, d'entraîner ses hommes à attaquer par la droite

Le résultat fut payant, notamment contre les Autrichiens. Maître de l'Europe, Napoléon imposa alors à tous la circulation à droite sur les "routes nationales". À tous, sauf... aux Anglais invaincus. À part quelques exceptions, comme le Portugal et l'Empire austro-hongrois qui firent de la résistance, la norme sur le continent devint donc la circulation à droite. Au Royaume-Uni et dans les colonies britanniques, on continua à circuler à gauche sur la chaussée.

### 3. L'automobile

L'arrivée de l'automobile va affirmer cette distinction entre pays sous influence britannique et donc roulant à gauche, et les autres. Pourtant, la conduite à droite va être justifiée par le fait que les premières automobiles avaient le frein à main disposé à l'extérieur de la carrosserie, à main droite. Le poste de conduite à droite permettait aussi de surveiller le bord de la route souvent en mauvais état et de ne pas tomber dans les ornières. Lorsque le frein à main se déplaça au centre de la voiture, le volant passa à gauche pour permettre au conducteur de continuer à utiliser le frein à main de la main droite. Tout en continuant à rouler sur le côté droit des routes, il pouvait cette fois mieux apprécier les véhicules venant en sens inverse, aussi dangereux avec l'augmentation du trafic que les ornières. [2]

## II.2 Liaison au sol

### II.2.1. Généralités sur la direction automobile

La commande de direction des véhicules impose au conducteur de direction par l'intermédiaire du volant le couple de pivotement dû à l'action du sol sur les roues directrices pour pouvoir modifier à volonté sa trajectoire. L'appareillage constituant la direction doit lui permettre d'agir sans fatigue excessive et en toute sécurité.

C'est pour améliorer ces deux derniers points que se sont développés les systèmes qualifiés de « direction assistées » celles-ci permettent :

- D'une part de limiter l'effort que le conducteur exerce sur le volant afin de faire tourner les roues grâce à un système d'assistance,
- D'autre part d'assurer quelque autres fonctions utiles telles que le « durcissement » de la direction au fur et à mesure que la vitesse de déplacement du véhicule augmente.

Ces fonctions assurées par les directions assistées sont des caractéristiques des systèmes asservis. Pour être parfaite, une direction doit répondre aux impératifs suivants : la sécurité, la douceur, l'irréversibilité, la stabilité et la compatibilité de la direction et de la suspension

Pour pouvoir envisager la fabrication de cette direction « parfaite », il faut que celle-ci s'intègre dans l'environnement du véhicule, et qu'elle soit d'un coût raisonnable dans le contexte industriel pour le constructeur automobile.

Les divers critères de choix qui en résultent sont recensés sur le diagramme suivant :

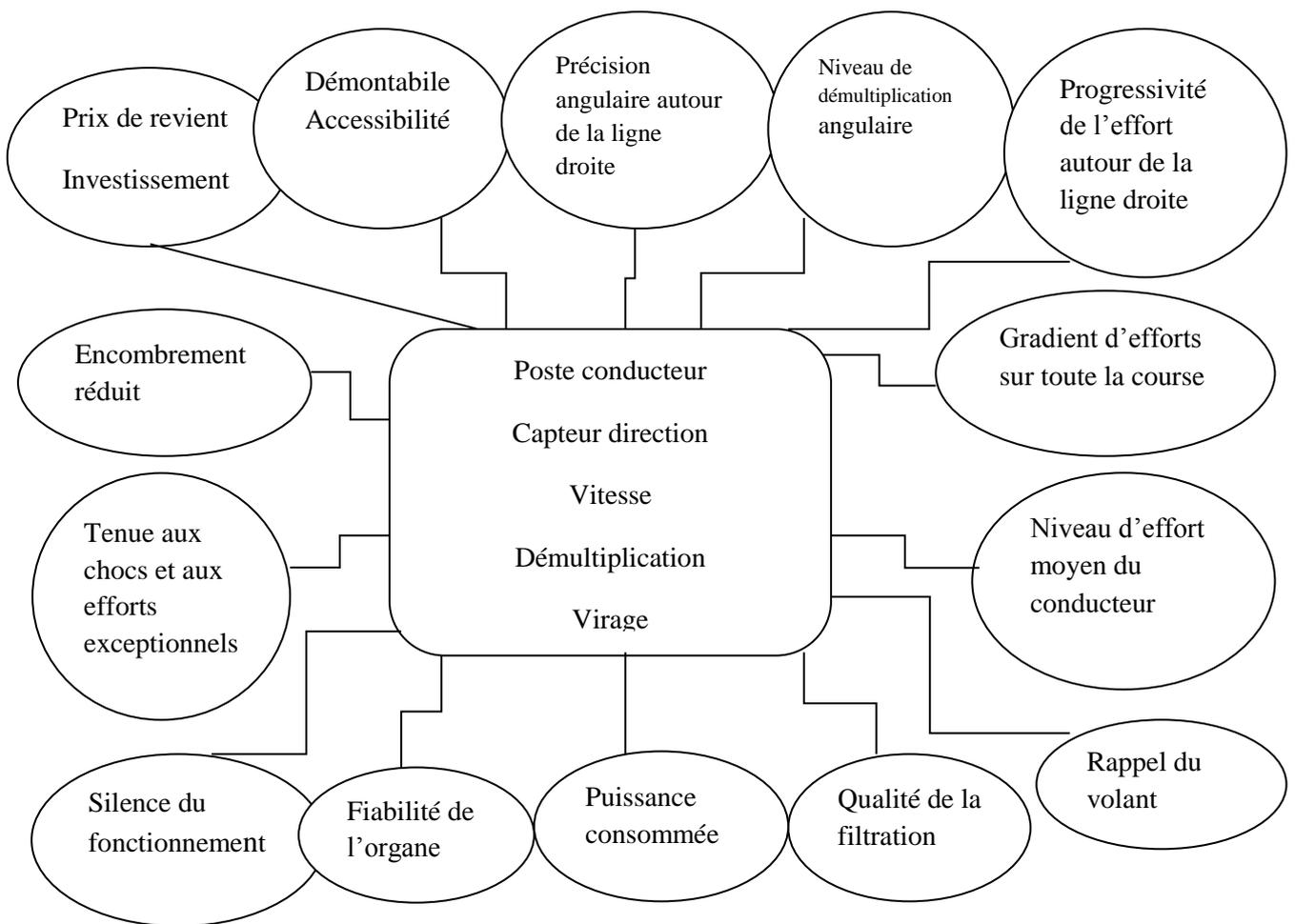


Figure I.1 : Critères de la direction automobile. [4]

## II.2.2. Système de direction

### 1. Fonctions de la direction

Le train avant et le système de direction ont pour mission de permettre le braquage des roues directrices afin d'assurer le guidage et le contrôle du véhicule. Le train avant et le système de direction ont une géométrie qui doit permettre de :

- Limiter la transmission vers le volant des chocs de la route.
- Eviter les pertes d'adhérences en virage comme en ligne droite.
- Introduire un couple de rappel pour maintenir les roues en position de ligne droite.  
Eviter un braquage incontrôlé lors des débattements de suspension.
- Limiter les efforts à assurer pour effectuer le braquage.

2. Mécanisme du système de direction

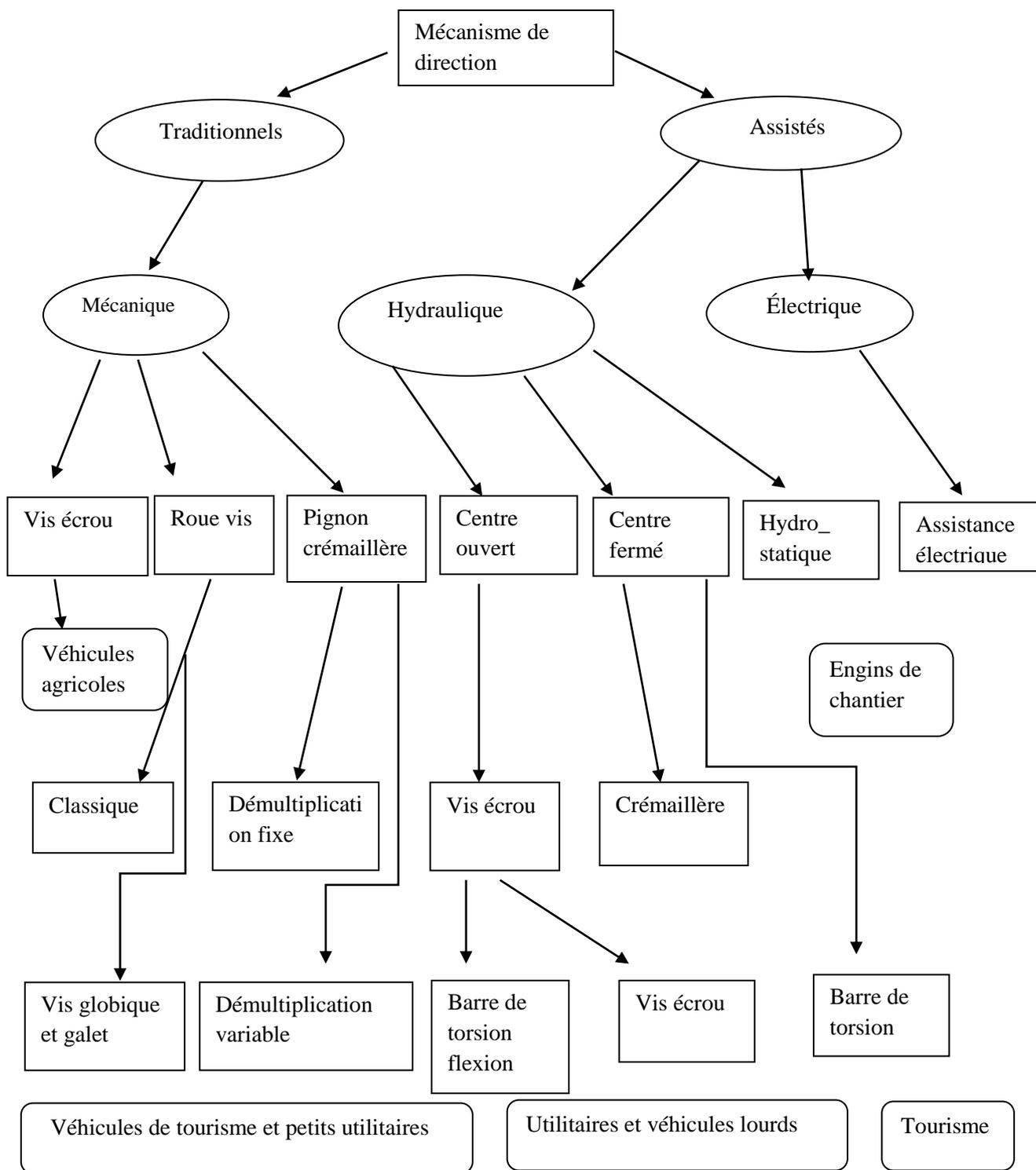
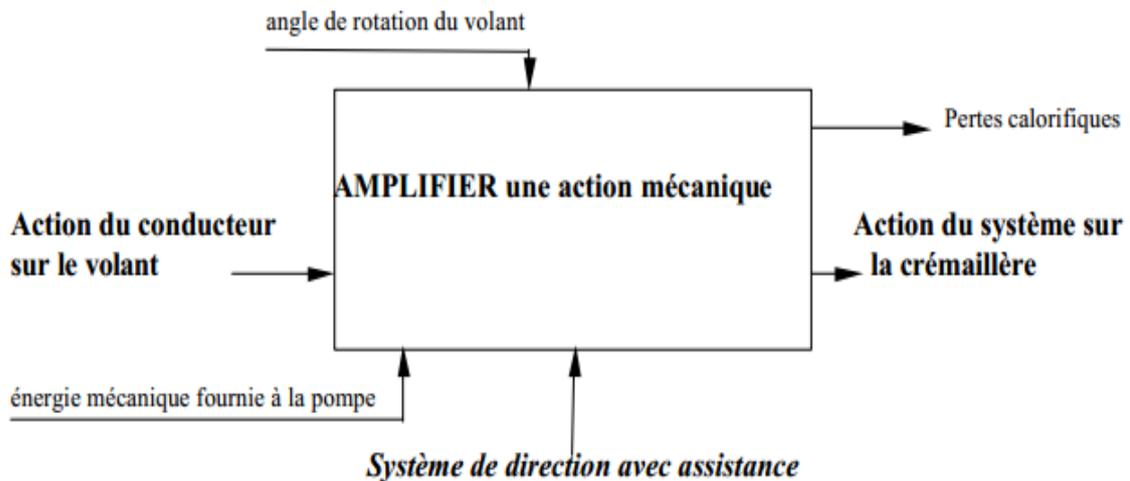


Figure I.2 : Direction automobile et assistance. [4]

### 3. Fonction globale

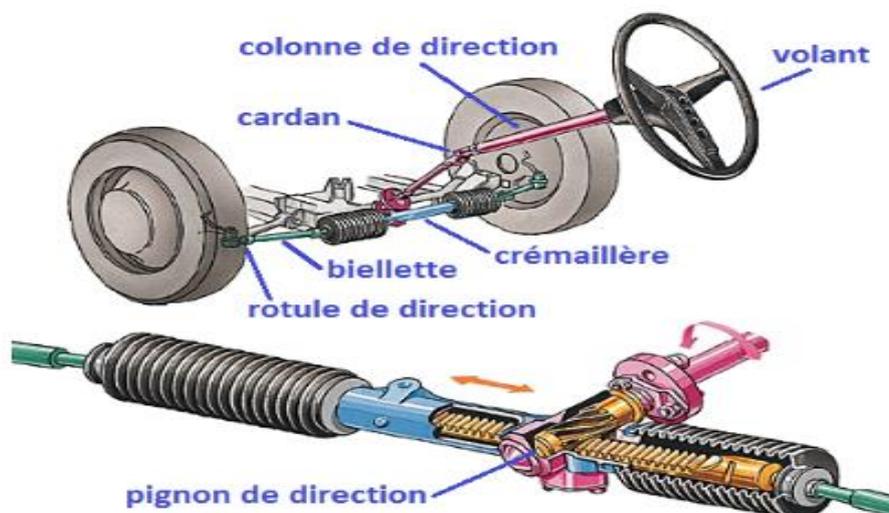


**Figure I.3 :** Fonction globale de la direction. [4]

#### II.2.3. Types de direction

##### 1. Direction à crémaillère

C'est le système de direction standard que l'on retrouve dans le domaine des voitures particulières et des camions légers, avec une démultiplication directe, une grande rigidité et un bon rendement, ce sont les caractères distinctifs de cette direction mécanique. La liaison entre la direction et les roues directrices n'exige qu'un petit nombre de pièces. Une biellette est assemblée à chaque extrémité (droite et gauche) de la crémaillère, ou en son milieu, la crémaillère peut être entraînée aussi bien latéralement que par son milieu.



**Figure I.4 :** Système de direction à crémaillère. [4]

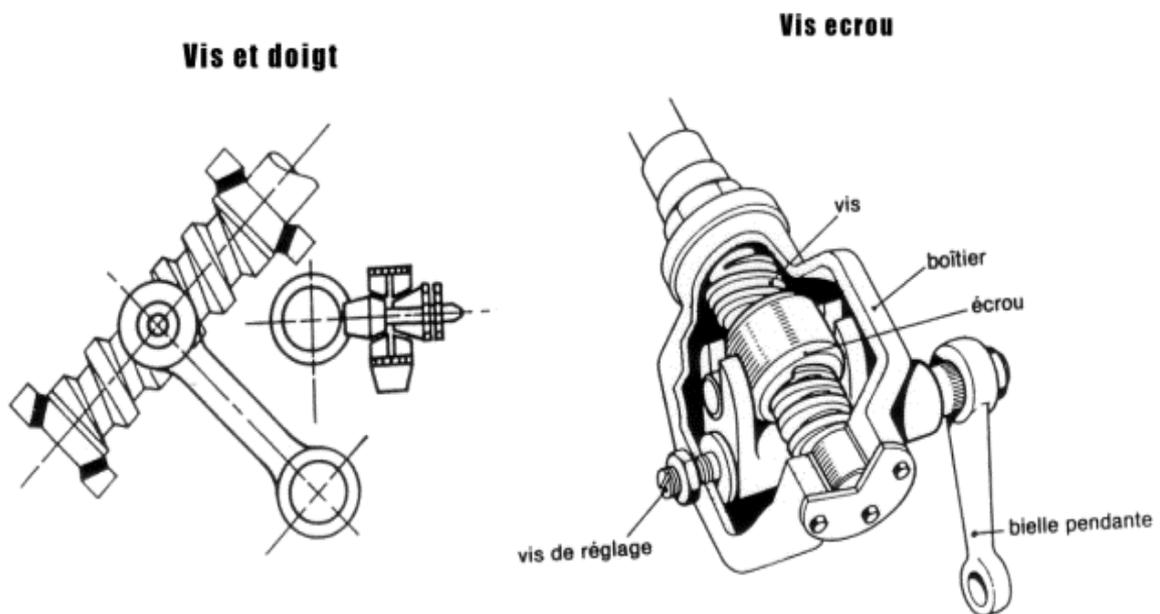
Le mouvement de rotation imprimé au volant par le conducteur se transmet au pignon d'entraînement par la colonne de direction, l'engrènement de ce pignon sur la crémaillère engendre un déplacement axial de cette dernière, et par conséquent le braquage des roues directrices.

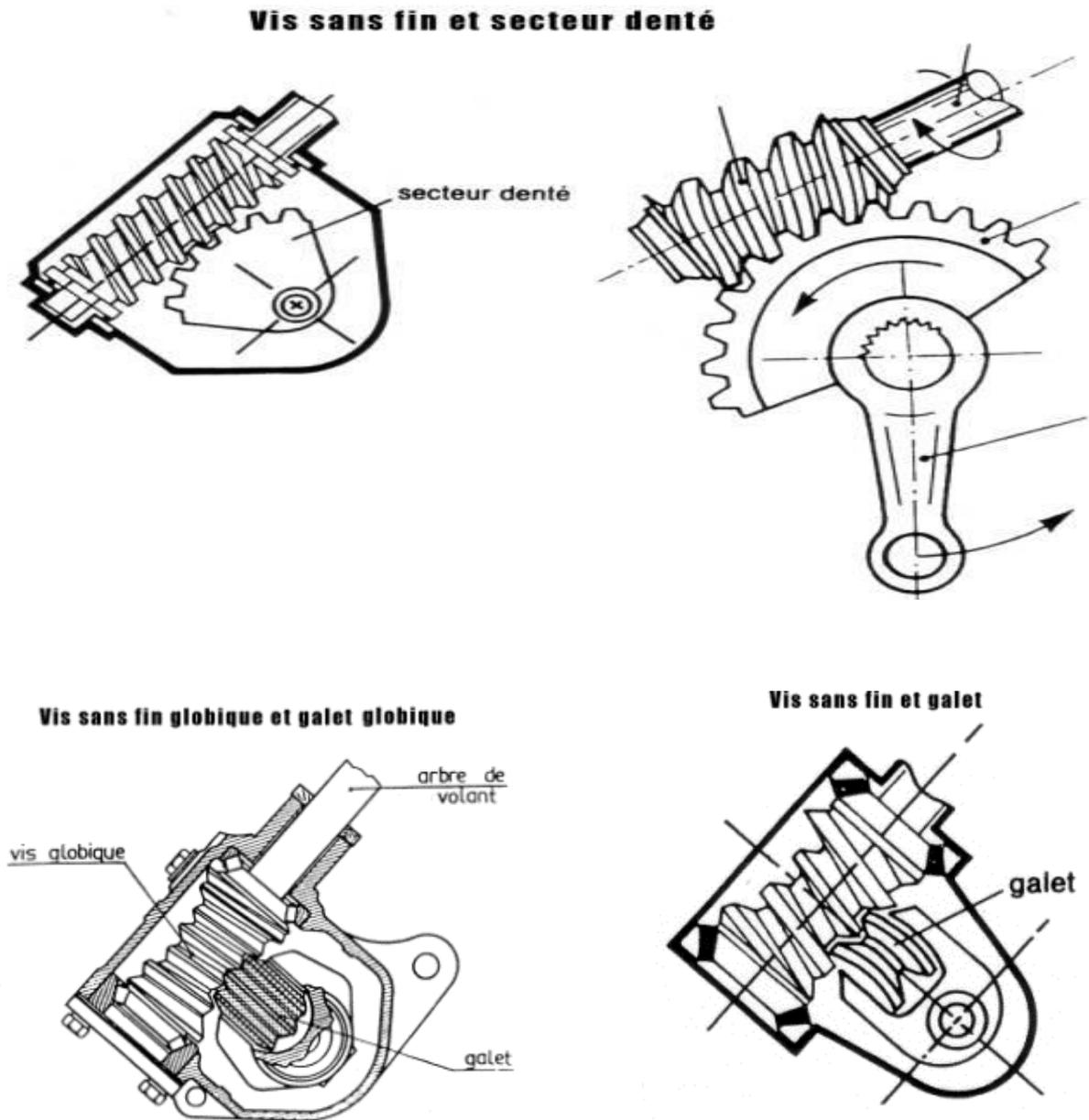
Certains dispositifs sont dits à « démultiplication variable » : la denture de la crémaillère est réalisée avec un module et un angle de pression variables tandis que le pignon qui engrène comporte une denture normale. La direction à crémaillère est couramment montée par les constructeurs car elle présente pour avantages :

- \* La légèreté et un faible encombrement de l'ensemble crémaillère-timonerie.
- \* Une réduction des articulations et des jeux, et une bonne adaptation aux roues indépendantes.

## 2. Direction a boîtier

La direction à boîtier assure la démultiplication du mouvement entre la colonne de direction et la bielle pendant, elle réalise l'irréversibilité du système de direction grâce à l'utilisation du système de roue et vis sans fin. Intègre généralement avec système d'assistance hydraulique. De nombreux systèmes ont été développés, dont certains sont maintenant abandonnés et n'apparaissent ici que pour information.



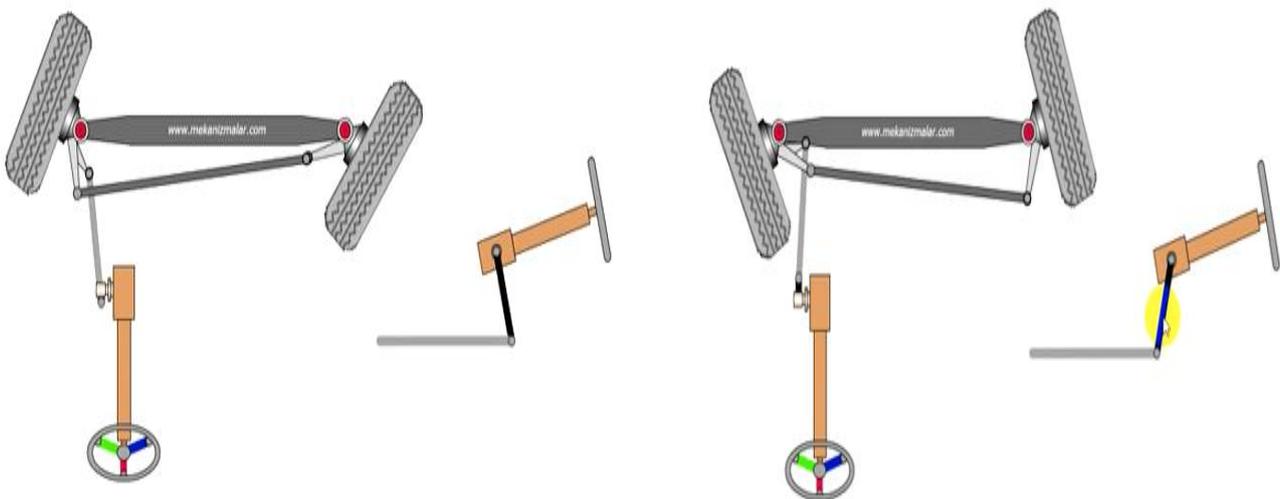
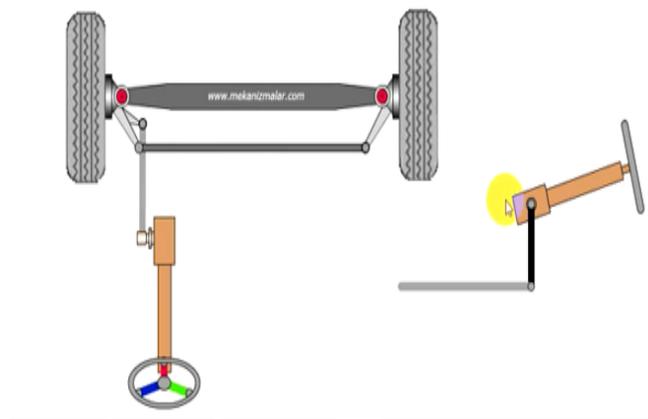


**Figure I.5 :** Différents systèmes mécaniques des boîtiers de direction. [4]

### 3. Principes de fonctionnement

L'arbre d'entrée du boîtier de direction reçoit l'extrémité de la colonne de direction par un emmanchement cannelé et une bride de serrage boulonnée. Cet arbre tourne de 3 à 4 tours environ sur lui-même. Le boîtier de direction démultiplie ce mouvement en une rotation d'environ 1/4 de tour, de l'arbre de sortie placé perpendiculairement au premier.

Le levier, ou bras de direction, est fixé sur l'arbre de sortie et son extrémité décrit 1/4 de circonférence environ. Depuis que les voitures ont des roues indépendantes à l'avant, les biellettes de direction doivent être de longueurs sensiblement égales aux triangles de suspension et à peu près parallèles à ceux-ci pour des raisons de géométrie de train avant. Le boîtier ne pouvant être placé entre les axes de triangles de suspension, le levier de sortie reçoit rarement la biellette gauche, bien que ce montage soit retenu sur certaines voitures.



A. Neutre : véhicule en ligne droite

B. Braquage à droite

C. Braquage à gauche

**Figure I.6** : Entraînement des roues au braquage par le système de direction : A, B, C. [4]

### II.2.4. Organes principaux

Ce schéma nous donne les principaux organes qui constituent le système de direction automobile :

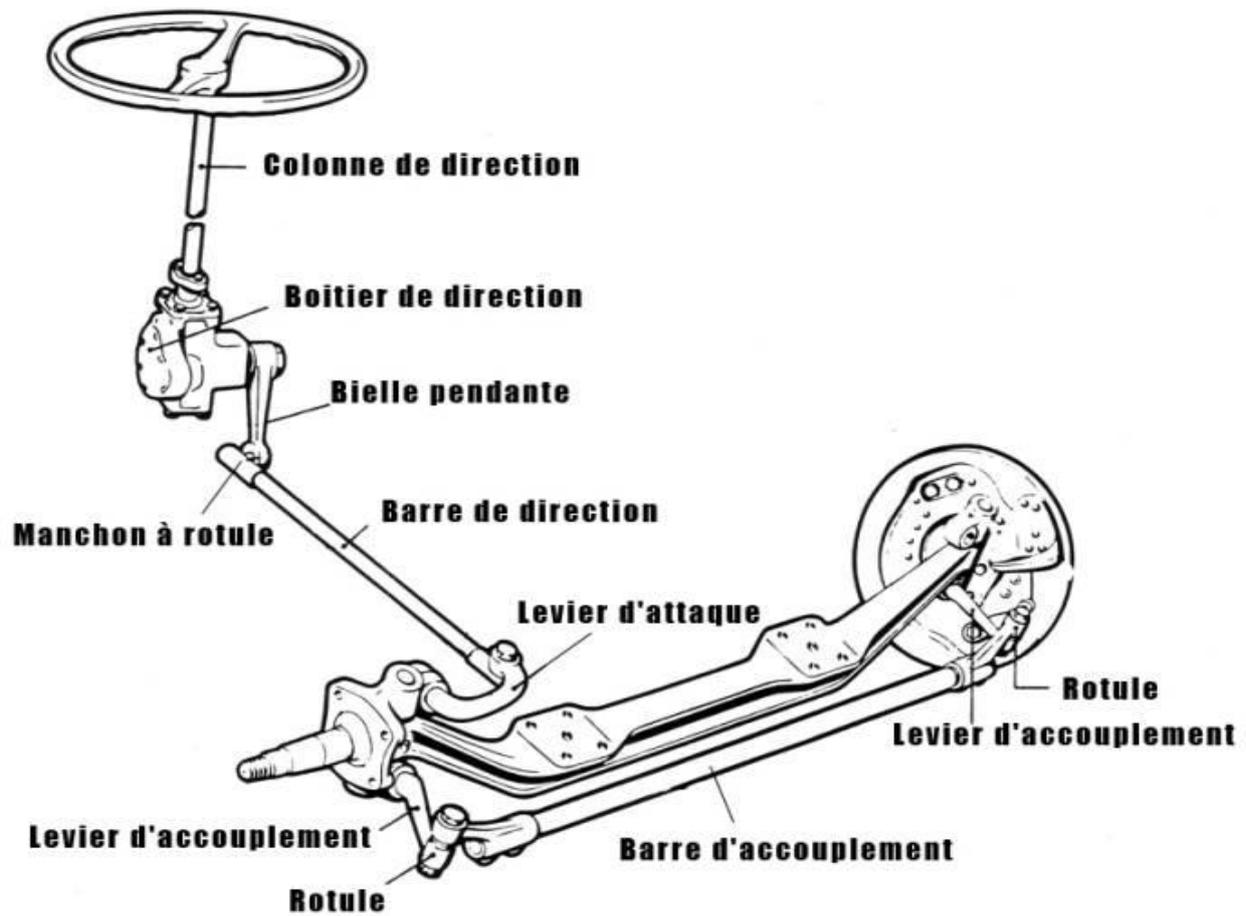


Figure I.7 : Principaux organes de la direction. [4]

**a) Le volant**

Il permet de transformer l'effort du conducteur en un effort de rotation (couple ou moment), son rayon permet l'amplification de l'effort fourni, de plus il comporte diverses commandes électrique (autoradio, régulateur de vitesse...) et l'airbag conducteur. Pour cette raison la dépose du volant et de ses connecteurs doit être réalisée selon les préconisations du constructeur.

**b) Tube de commande**

Le tube de commande ou colonne de direction est la pièce qui relie le volant à l'ensemble du boîtier de direction, elle est constituée d'une barre longue de forme cylindrique et est sollicitée principalement à la torsion.

**c) Tube enveloppe bague**

Sert de fixation pour le tube de commande

**d) Support du boîtier de direction**

Fixe le boîtier de direction au châssis

**e) Levier pendant**

Elle relie l'axe de sortie du boîtier de direction à la bielle de direction. Sa position est repérée par rapport à l'axe de sortie du boîtier afin de respecter le point milieu lors du remontage.

**f) Bielle de direction**

Elle relie le levier pendant au levier d'attaque, ses extrémités sont pourvues de rotules permettant de transmettre les efforts de commande tout en restant libre en rotation dans tous les plans, et sa longueur est réglable et permet de modifier l'angle de l'axe de direction de l'essieu sans interférer sur le parallélisme.

**g) Levier de direction**

Il relie la bielle de direction à la fusée à laquelle il est solidaire.

**h) Les leviers d'accouplement**

Ils permettent de transmettre les mouvements via la barre d'accouplement d'une fusée à l'autre.

**i) Les fusées**

Elles supportent la roue, montées sur pivot elles peuvent tourner par rapport à l'essieu.

**j) La barre d'accouplement**

Elle relie les fusées et permet par l'intermédiaire des manchons à rotule d'agir sur le parallélisme des roues.

### k) Boîtier de direction

La pièce maîtresse du système dont la fonction est d'assurer la démultiplication du mouvement entre la colonne de direction et le levier pendant. Elle réalise l'irréversibilité du système de direction grâce à l'utilisation du système de roue et vis sans fin, généralement munie d'un système d'assistance hydraulique. De nombreux systèmes ont été développés et certains sont maintenant abandonnés.

## II.3. Normes et articles « liés au système de direction »

Ordonnance concernant les exigences techniques requises pour les véhicules routiers, mise en vigueur le 1 octobre 1995 liée au système de direction

1. La direction doit avoir un jeu réduit et être d'un maniement facile.
2. Si la force de commande nécessaire pour manier le volant excède 300N en première vitesse dans un virage serré, un dispositif d'assistance de la direction est indispensable ; en cas de défaillance de ce dispositif, la force de commande ne doit pas excéder 500N dans les quatre premières secondes
3. Le mécanisme et la géométrie de la direction doivent être conçus et réglés de manière qu'il ne se produise pas de shimmy et que le véhicule roule toujours en ligne droite quand la direction est en position normale

### Ordonnance sur la construction et l'équipement des véhicules

Lorsque les roues sont complètement braquées, le diamètre de braquage extérieur ne doit pas dépasser

- a) 20 [m] pour les véhicules dont l'empattement excède 5 mètres, ainsi que pour les véhicules lourds ayant trois essieux ou plus.
- b) 18 [m] pour tous les véhicules automobiles
- c) 12[m] pour les véhicules tracteurs

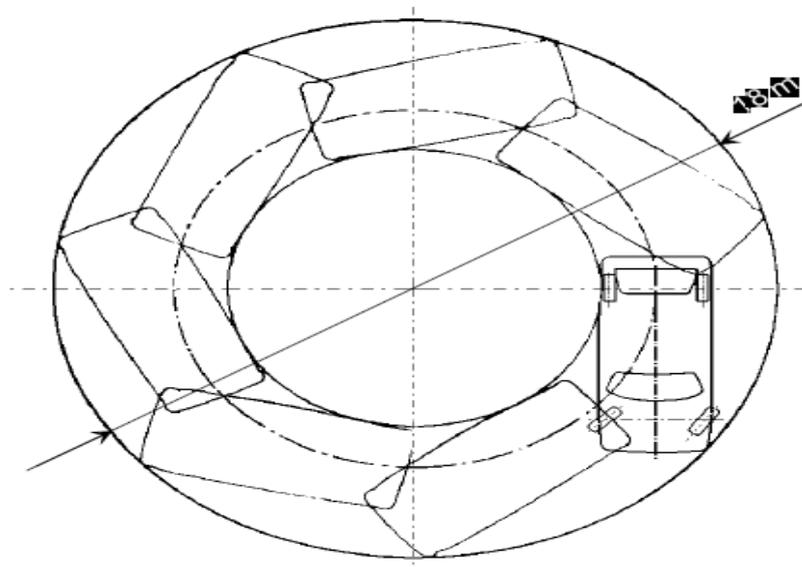
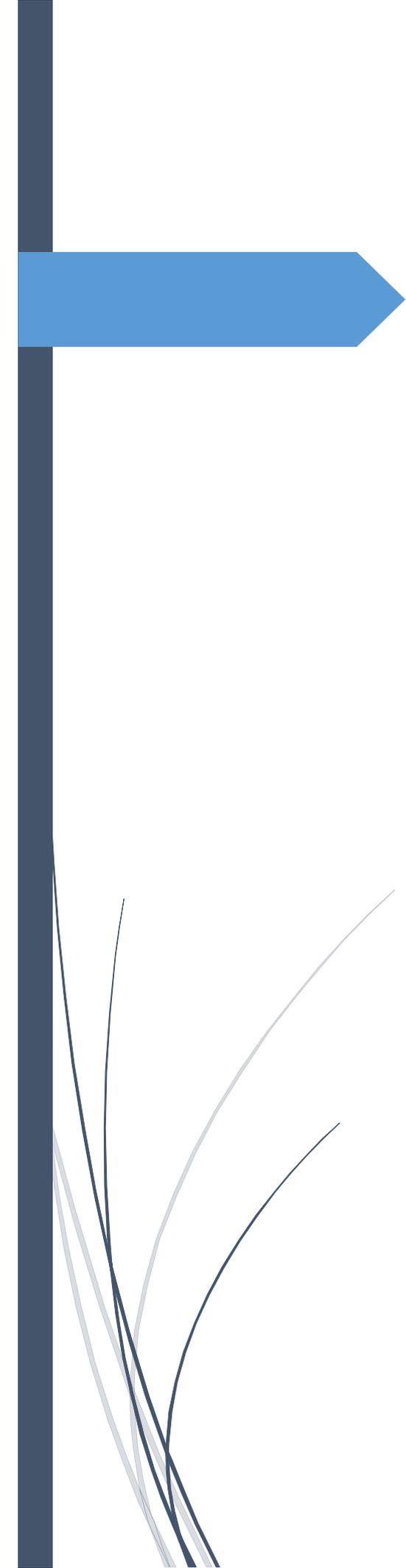


Figure I.8 : Diamètre de braquage extérieur. [8]

## **II.4. Conclusion**

Ce premier chapitre nous a permis de consolider nos connaissances, en premier lieu sur la société nationale de véhicule industriel (SNVI), et aussi sur sa structure, mais aussi sur la direction automobile en générale. Cette partie nous permettra de bien entamer la suite de ce travail.



# Chapitre II : géométrie de la direction

## I. Cinématique du véhicule au virage

### I.1. Introduction

Dans ce chapitre on s'arrêtera sur la géométrie de la direction, en passant par la cinématique de véhicule au virage et aussi le centre instantané de rotation des véhicules automobiles, sans oublier de citer les modèles géométriques et la modélisation mathématique de JEANTAUD.

La deuxième partie consistera à l'étude du système de direction tel qu'il est installé initialement, dit poste conduite à gauche en citant les paramètres géométriques et dimensionnels des fonctionnalités principales (boîtier de direction ZF 8095, support de fixation...etc.).

### I.2. Cinématique de véhicule au virage

Le véhicule automobile que nous étudierons est caractérisé par l'utilisation d'une invention universelle connue depuis des millénaires et aux propriétés remarquables, la roue qui va de pair avec l'utilisation d'un sol terrestre artificiel : la route.

Par cinématique externe on entend l'étude globale du mouvement du corps du véhicule indépendamment des causes qui le produisent. Ce corps de véhicule est considéré comme un solide rigide, il n'est pas en contact direct avec le sol grâce aux roues considéré dans cette étude comme des solides rigides. Le modèle global est donc un ensemble de solides rigides assemblés par une liaison remarquable, la liaison rotoïde constitutive de l'invention de la roue.

Les roues sont reliées aux corps de véhicule par d'autres solides qui permettent notamment le guidage du véhicule, dès lors que l'on a au moins trois roues, leur nombre n'a pas d'importance sur la modélisation utilisée et les méthodes d'études et nous utiliserons la méthode d'études des véhicules à 4 roues. Nous supposant dans ce qui suit que les roues sont rigides est le roulement sans glissement, c'est-à-dire qu'à un ordre de commande « braquage du volant » correspond à une trajectoire unique et que la puissance dissipée par l'action de liaison est nulle.

La principale liaison qui assure le guidage de véhicule c'est l'existence d'une différence entre l'angle de braquage de la roue droite et celui de la roue gauche. On constate immédiatement que pour assurer le roulement sans glissement sur les quatre roues, la roue intérieure doit être braquée plus que la roue extérieure. [1]

### I.3. Centre instantané de rotation

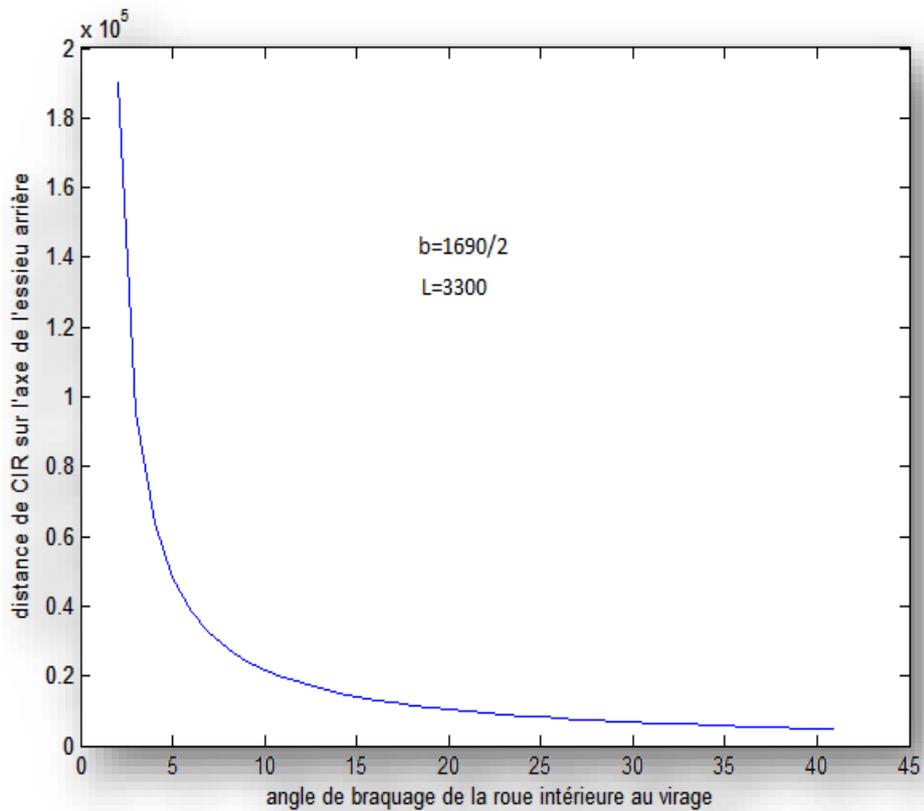
On connaît un résultat important de la théorie du mouvement plan sur plan : les normales aux trajectoires de tous les points passent par le **CIR** « **I** ». Pour un braquage fixé, le point « **I** » est sur l'axe porteur de l'essieu (pont) arrière ou :

$$Y_i = b + l \cot g\beta^2 \quad (1)$$

Le programme de matlab suivant nous aidera à calculer  $Y_i$

```
b=1690/2
l=3300
B=0:1:40
Yi=b+ (l*cotd (B))
Plot (Yi)
```

Après exécution du programme, la figure II.1 nous donne le résultat sous forme d'un graphe



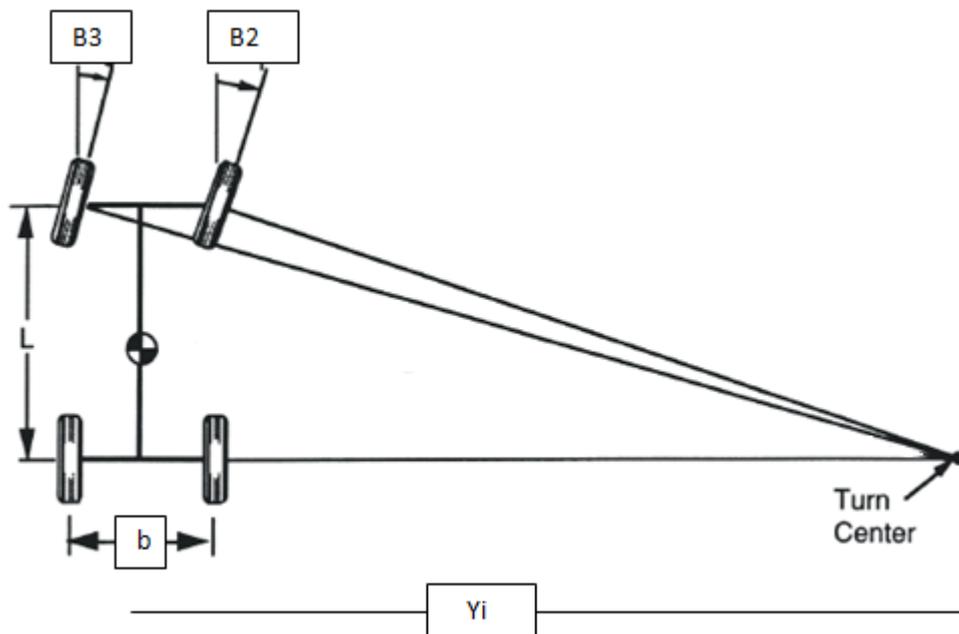
**Figure II.1 :** Variation de centre instantané de rotation de véhicule K120 « Yi » sur l'axe de l'essieu arrière

$\beta_3^*$  est différent de l'angle  $\beta_3$  dont aurait dû tourner le support (S3) pour que la relation théorique soit vérifiée. (Voir figure II.4)

Les axes des roues avant se coupent sur l'essieu arrière, au centre instantané de rotation. D'où la construction simple de centre instantané de rotation et des angles de braquage liés par la relation :

$$\cotg \beta_3 - \cotg \beta_2 = \frac{2b}{L} \quad (2)$$

La figure suivante définit le centre instantané de rotation ;



**Figure II.2 :** Centre instantané de rotation. [1]

#### I.4. Relation pratique épure de JEANTAUD

Nous avons cité que pour assurer le roulement sans glissement aux quatre points de contact, il faut réaliser une relation particulière entre les angles  $\beta_2$  et  $\beta_3$ . Cette relation ne peut être réalisée exactement ni de façon simple. La première, fut faite par Bollée en 1978, sur un véhicule à vapeur. La facilité de manœuvre avait conduit à le dénommer « l'obéissante ». Il réalisa la synchronisation du braquage des roues par un mécanisme remarquable sur le véhicule « la mancelle ». Cependant, on crédite JEANTAUD du principe et de la réalisation du dispositif universellement adopté de nos jours (on trouve une solution exacte sur le véhicule Farman de 1929).

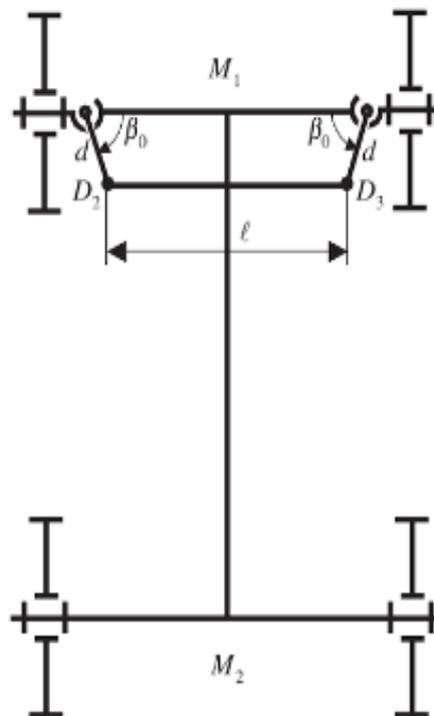


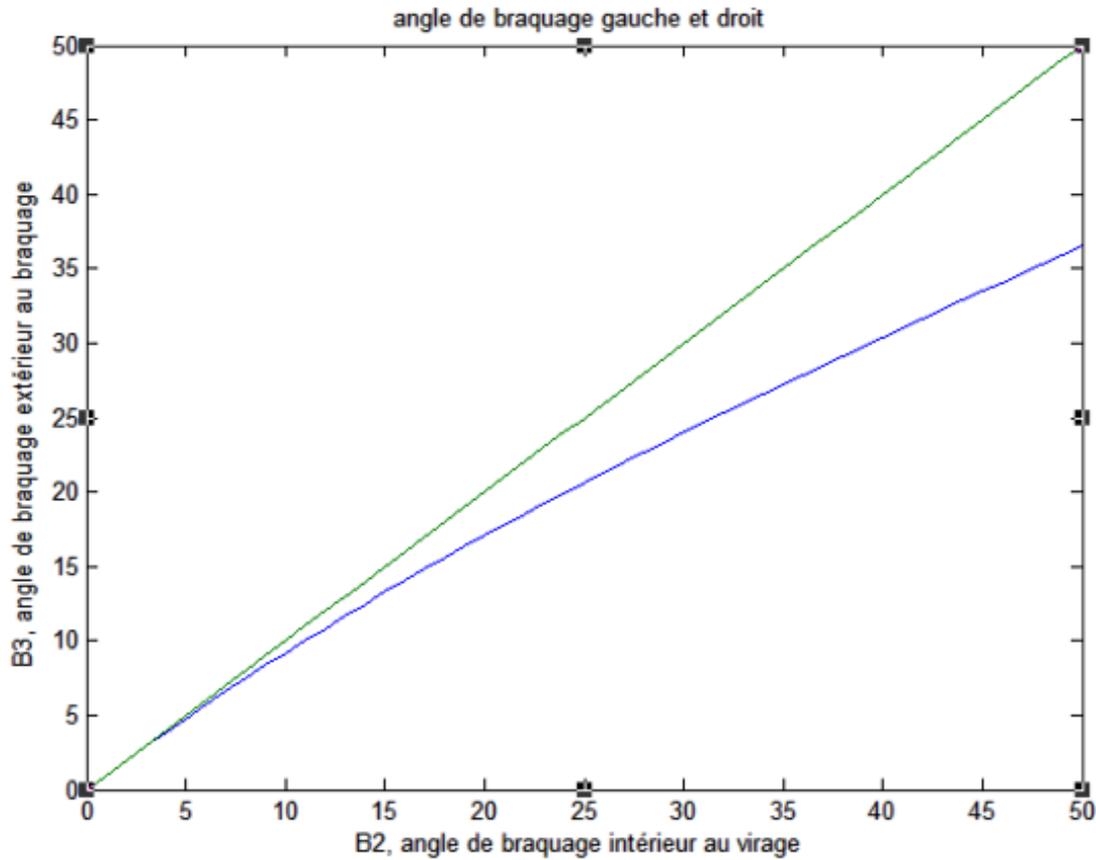
Figure II.3 : Quadrilatère de JEANTAUD. [1]

##### I.4.1. Equation de liaison du mécanisme de JEANTAUD

Lorsque le support (S2) de la roue (S4) tourne d'un angle  $\beta_2$ , le support (S3) « fusée droite » de la roue (S5) « fusée gauche » tourne d'un angle  $\beta_3^*$ . D'où l'angle

$$\beta_3 = \text{arctg}\left[\cotg\beta_2 + \left(\frac{2b}{L}\right)\right] \quad (3)$$





**Figure II.5 :** Variation de l'angle de braquage de véhicule K120

#### I.4.2. Angle de braquage maximal du véhicule K120

En suivant la norme :

- le rayon de braquage extérieur ne doit pas dépassé 18 m.
- L'angle de braquage maximal est : 40°.
- Sur le véhicule K120 la SNVI a fixé cet angle à 39°. [8]

## II- Etude du système de la direction initial

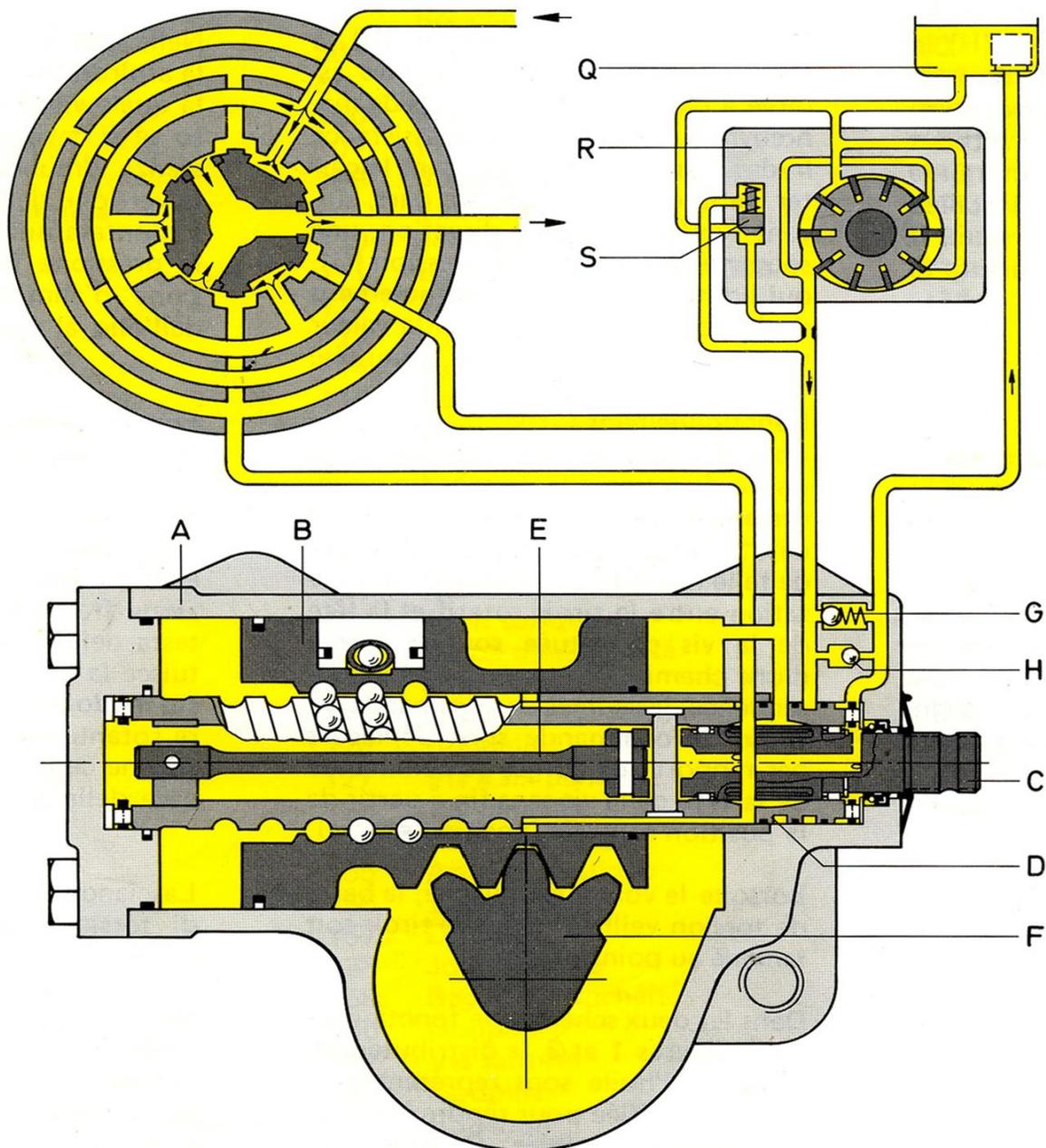
### II.1 Construction et fonctionnement du « Boitier de direction ZF : directions hydrauliques a écrou à billes Servocom ZF, type 8095 »

#### a) Description du boitier

Le distributeur, le vérin de travail de même qu'une boîte de direction mécanique complète sont réunis dans le boitier de la direction hydraulique à écrou à billes **Servocom ZF**, la pompe à huile entraînée par le moteur, dont le réservoir d'huile peut être monté sur la pompe ou disposé séparément, fournit l'huile sous pression nécessaire à la direction. Le carter de la direction (A). (Voir à cet effet la figure II.1) est conçu sous la forme d'un vérin pour le piston (B) qui assure la mission de convertir la rotation de la vis de la direction (C) en un mouvement axial et de transférer celui-ci à l'arbre de secteur (F). Les dentures de l'arbre de secteur et du piston sont droites est d'un état de surface élevée de telle manière qu'un réglage unique sans jeu dans la position en ligne droite puisse être réalisé en moyen des deux couvercles latéraux du carter conçus de façon excentrique.

On peut recenser les organes suivants dans la figure qui suit

- |  |                  |   |
|--|------------------|---|
| <b>A.</b> carter                             | <b>B.</b> Piston | <b>C.</b> Tiroir rotatif / vis de direction |
| <b>D.</b> Chemise de commande / vis sans fin |                  | <b>E.</b> Barre de torsion                  |
| <b>F.</b> arbre de secteur                   |                  | <b>G.</b> soupape de limitation de pression |
| <b>H.</b> soupape de ré aspiration           |                  | <b>J.</b> Fente d'admission                 |
| <b>K.</b> fente de d'admission               |                  | <b>L.</b> Fente de retour                   |
| <b>M.</b> Fente de retour                    |                  | <b>N.</b> Gorge axiale                      |
| <b>O.</b> gorge axiale                       |                  | <b>P.</b> gorge de retour                   |
| <b>Q.</b> Réservoir d'huile                  |                  | <b>R.</b> pompe a palette ZF                |
| <b>S.</b> soupape de limitation de débit     |                  |   |



**Figure II.1 :** Boîtier de direction à assistance hydraulique. [8]

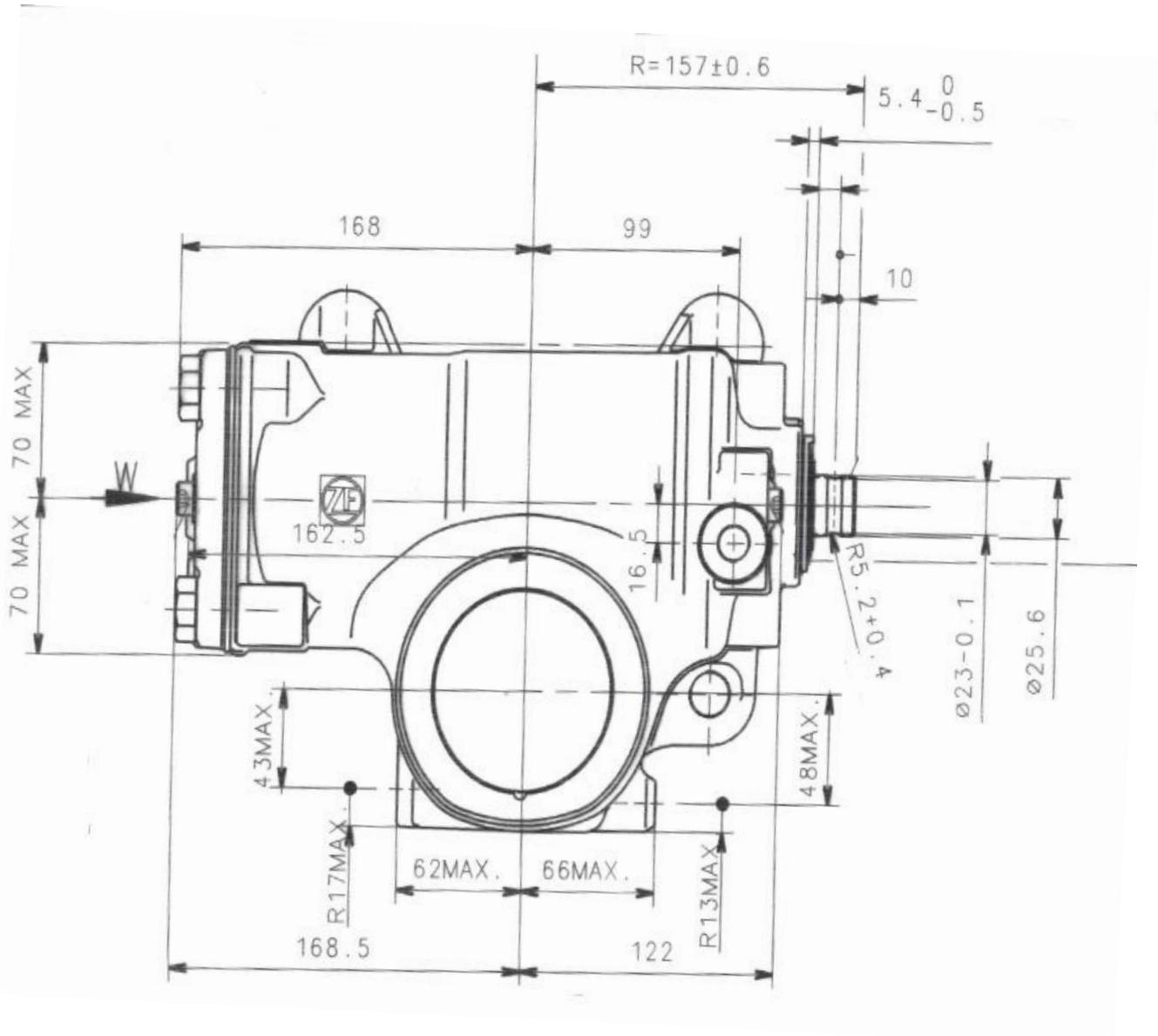
### b) Fonctionnement

lors du transfert d'un couple de la vis de direction a la vis sans fin ou inversement, la barre de torsion (E) est déformée dans le domaine élastique de telle manière qu'apparaisse une rotation entre le tiroir rotatif et la tête de la vis constituée sous la forme d'une chemise de commande. En conséquence, les gorges de commande deux tiroirs de commande sont déplacées par rapport aux gorges de commande de la tête de la vis sans fin à partir de la position centrale (position neutre)

Lorsque le volant est relâché, la barre de torsion veille à ce que le tiroir soit ramené au point neutre.

## II.2. Géométrie et dimension du boîtier de direction Servocom ZF 8095

### II.2.1. Vues et dimensions du boîtier



**Figure II.2 :** Vue du face du boîtier du direction. [7]

La figure II.2, nous donne la vue de face du boîtier de direction **ZF 8095**, et ces principale dimension, et cela aussi dans les figures qui vont suivre (Figure 03 et 04).

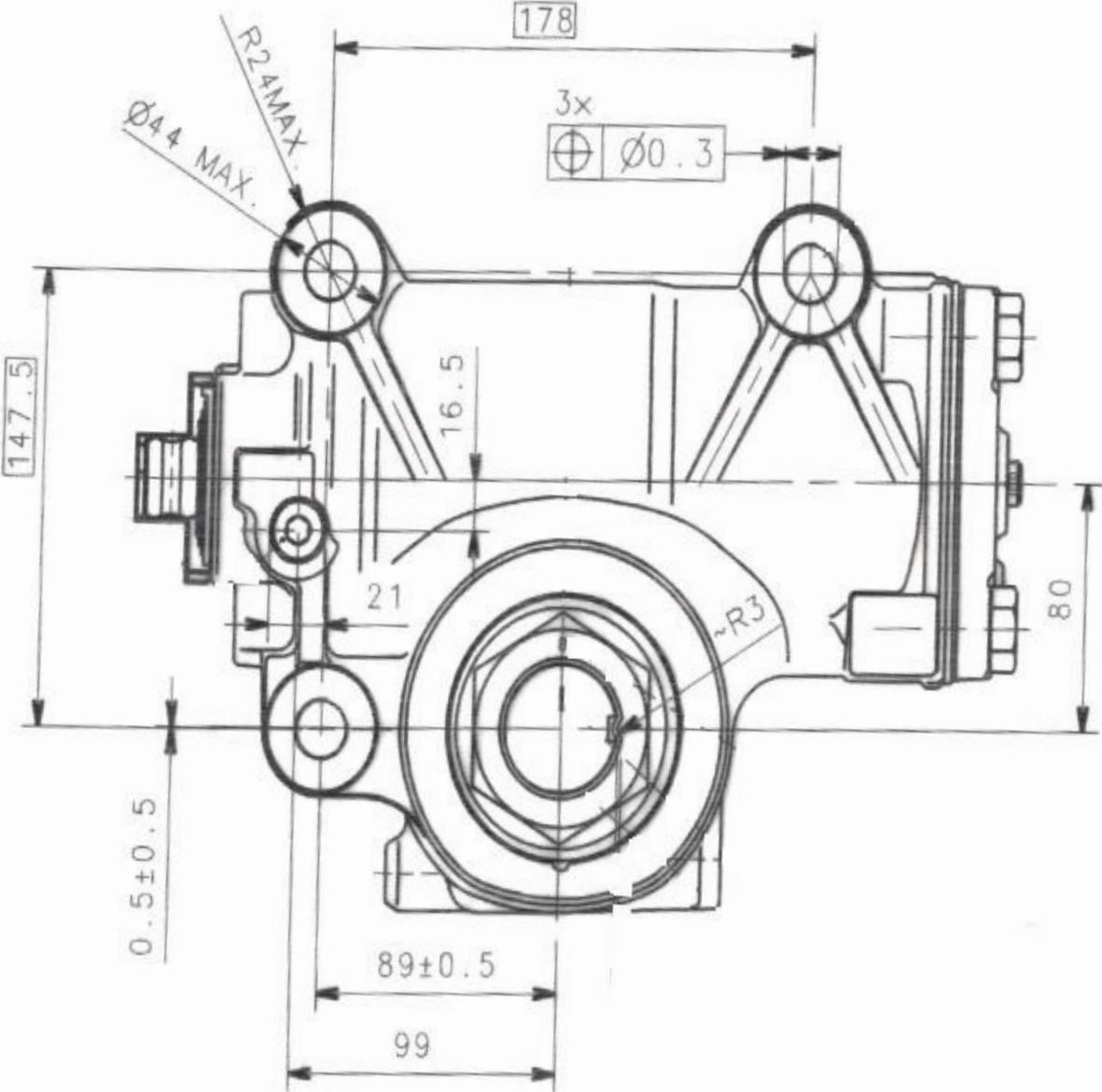


Figure II.3 : Vue de droite de boitier. [7]

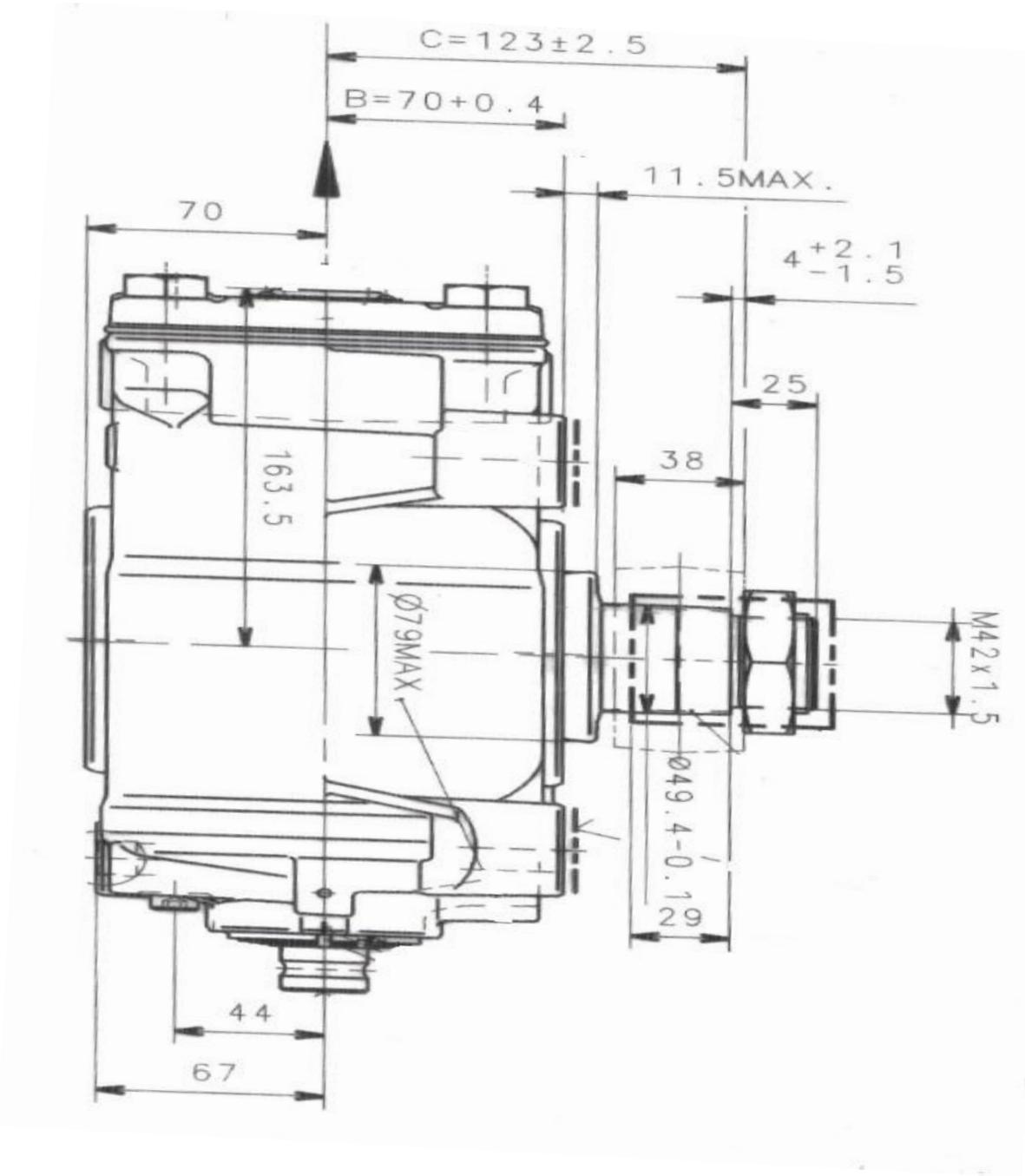
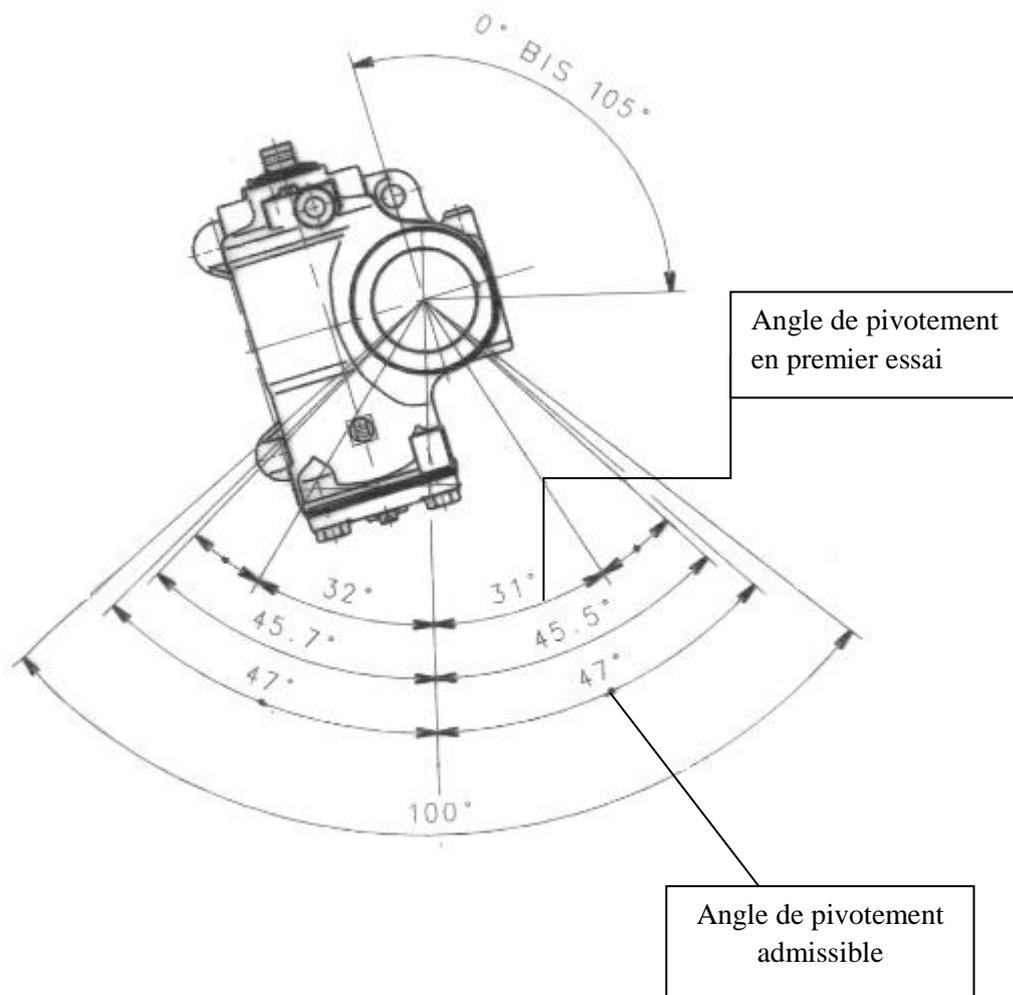


Figure II.4 : Vue de dessous de boitier. [7]

### II.3. Géométrie et positionnement de boîtier

Le système mécanique intégré au boîtier nous oblige à respecter la géométrie et la position qui sont données par le constructeur de boîtier « ZF » et ceci pour garder la marge de fonctionnement « l'angle de travail de levier de direction ».

Zone d'installation admissible, angle d'inclinaison vers le coté est :  $15^\circ$



**Figure II.5 :** Géométrie et positionnement du boîtier. [7]

## II.4. Visserie de fixation de boîtier sur le support de boîtier

Pour y procéder à la fixation du boîtier, le constructeur a prescrit la visserie nécessaire ;

Le boîtier est muni de 3 trous filetés M20\*1.5 /20 de profondeur, à utiliser entièrement, il doit être fixé par trois vis 6 pans M20\*1.5 selon ISO 8765, qualité 10.9.

Le couple de serrage 520 Nm $\pm$ 10%. En cas de valeurs et normes divergentes le couple de serrage doit être modifié. [7]

## II.5. Rendement

Le constructeur fournit aussi le nombre de tours de volant à la limite qui est de 2.2 tours à gauche ou à droite à partir de la position neutre de levier pendant qui a pour débattement 47 ° à gauche et du même pour la droite . Le couple que peut développer, le boîtier est du ; 150+15 bar à un rendement de 90%. [7]

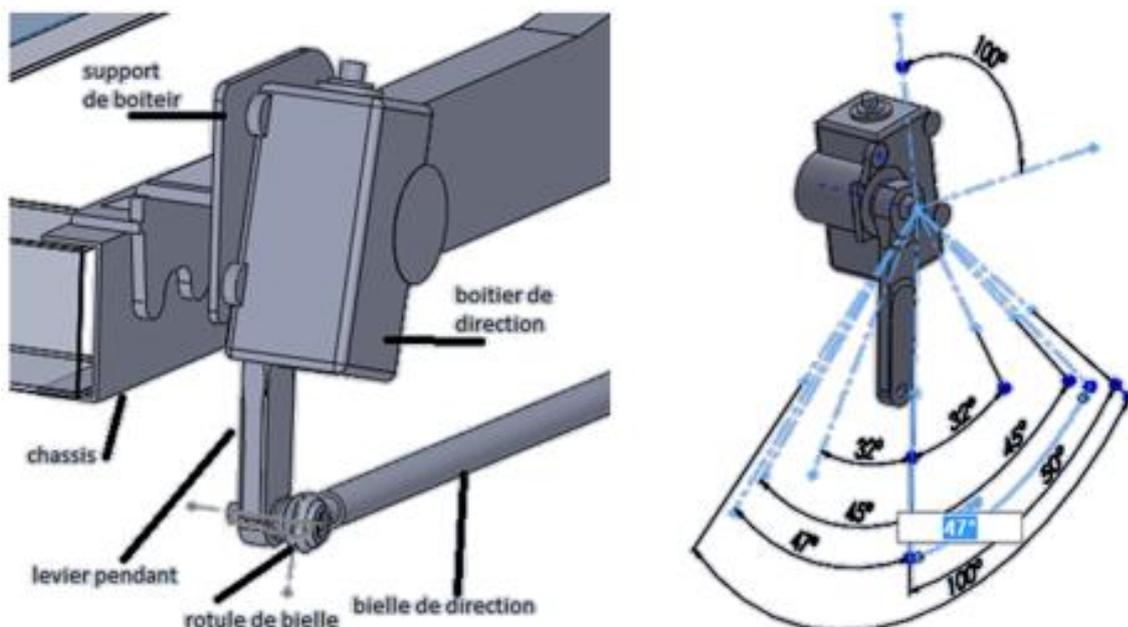
## II.6. Liaison de boîtier avec l'ensemble de système de direction

### II.6.1. Entrée du mouvement

L'entrée de mouvement au boîtier par la colonne de direction est assurée par des cannelures cylindriques 1\*79 ZGN 715. Pour la fixation par serrage, un boulon ajuste et un écrou à six pans indésirable selon recommandation du constructeur ZF a utilisé. [7]

### II.6.2. Sortie du mouvement

La sortie de mouvement est assurée par l'arbre de secteur denté qui est lié au levier de direction en transmission du mouvement via des cannelures coniques B 2°\*48 ZGN 738 Après montage de levier de direction, ceci est fixé par un écrou M42\*1.5. [7]



**Figure II.6 :** Installation actuelle de boîtier de direction sur K120

## II.7. Etude de l'installation actuelle « poste conduite à gauche »

### II.7.1. Installation de boîtier de direction sur le support

- L'angle maximal admissible de débattement du levier pendant est fixé à  $47^\circ$ .
- L'inclinaison de boîtier est fixée à  $10^\circ$
- Distance séparant l'axe de la rotule de l'extrémité extérieure du châssis sont  $dz=131.14$  mm et  $dy=91.18$  mm.
- Distance séparant l'axe rotule de l'aire sur laquelle repose l'écrou de serrage du levier pendant est :  $dz'=57.64$  mm

\*\*\*Tolérance permise sur la bielle de direction est fixée à  $(\pm 10$  mm)

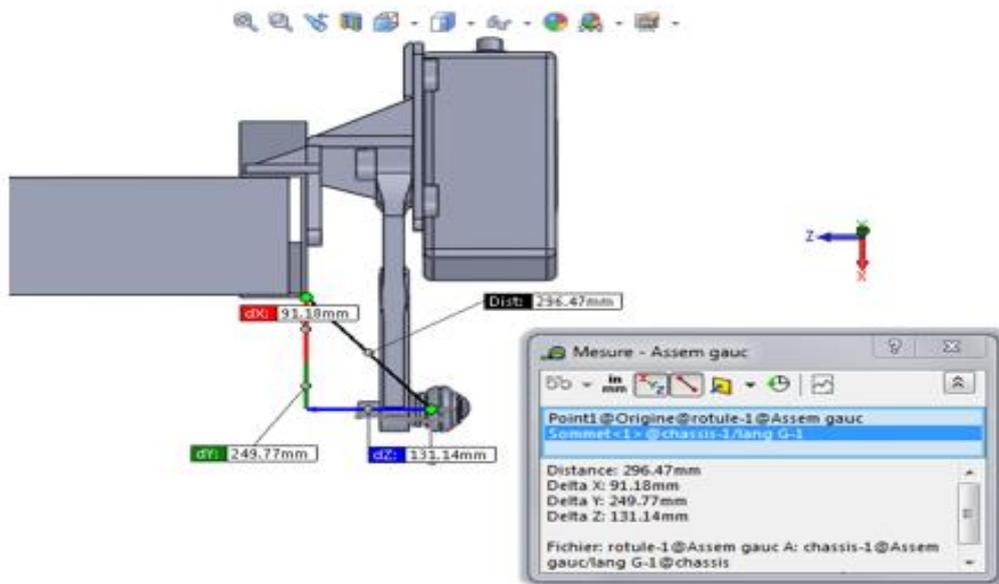
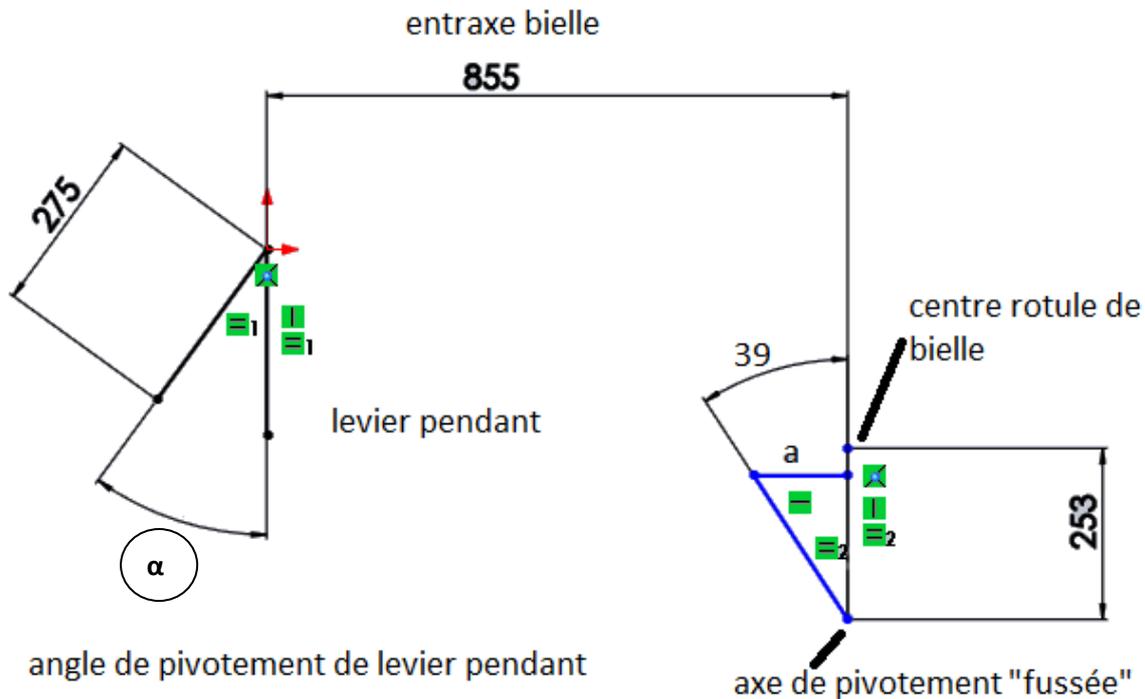


Figure II.7 : Distance séparant le centre de la bielle de l'extrémité basse de châssis

### II.7.2. Liaison levier pendant - levier de direction

Cette liaison est assurée par la bielle de direction qui a pour longueur **845 mm** avec une tolérance fixée à  $\pm 10$  mm. Elle est réglable sur les installations prototypes avant de la commander en sous-traitance.

La butée mécanique est fixée à  $39^\circ$  (angle d'attaque ou angle intérieur de braquage) qui nous permet de calculer l'angle de pivotement maximal de levier pendant  $\alpha$  sur le véhicule **K120**



### II.7.3. Calcul de l'angle de pivotement de levier pendant, à droite et à gauche

#### a) braquage à droite

$$a = \sin(39) * 253$$

$$a = 159.2 \text{ mm}$$

$$\alpha = \sin^{-1} \left( \frac{a}{275} \right) \quad (1)$$

L'angle de pivotement maximal de levier pendant sur le véhicule K120 est :

$$\alpha = 35.38^\circ$$

**b) braquage à gauche**

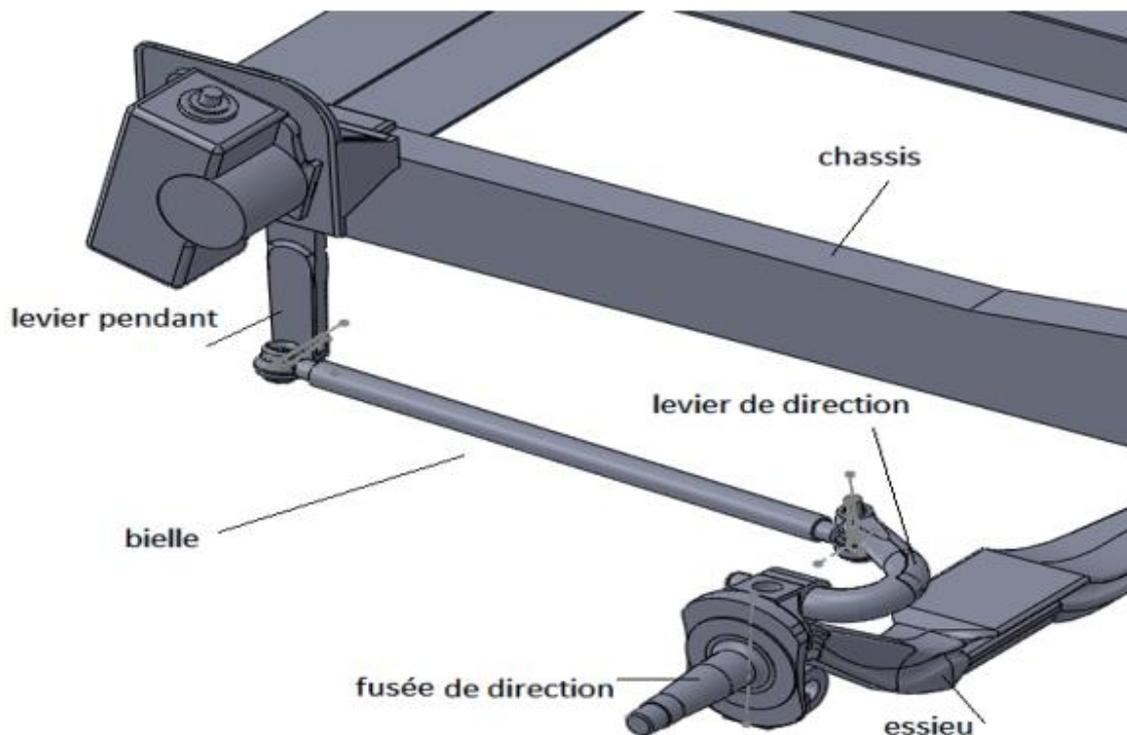
Dans le même raisonnement et par la même procédure de calcul on peut définir l'angle de débattement de levier pendent pour le braquage à gauche «  $\beta$  » :

$$\rightarrow a = \sin(33) * 253 = 137.8$$

$$\rightarrow \beta = \sin^{-1}\left(\frac{a}{275}\right) = 30.07^\circ \quad (2)$$

$$\beta = 30.07^\circ$$

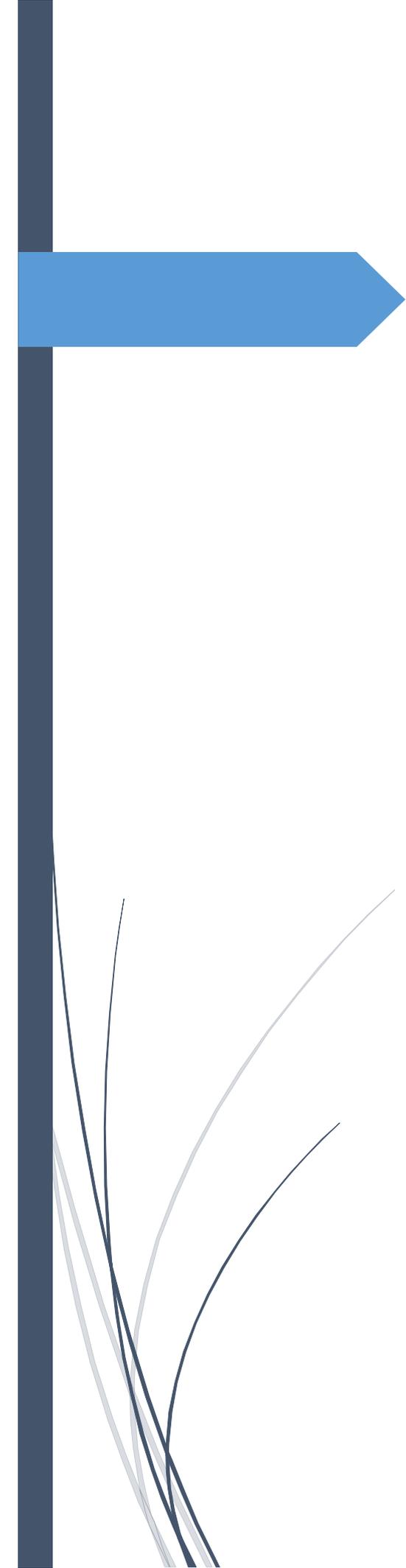
En considérant cet angle, on peut régler la butée sur le boîtier de direction en utilisant la gamme de mise en action de limiteur hydraulique à  $45^\circ$  qui ne va pas l'atteindre puisque le pivotement est limité mécaniquement par la butée mécanique installée sur l'ensemble « essieu-roue »



**Figure II.8 :** Vue de l'ensemble de l'installation

## II.8. Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'étudier le système de direction poste conduite à gauche du véhicule K120 et son installation, principalement ça géométrie et ces dimensions.



# Chapitre III : Conception, calcul et assemblage du système

## I. Conception

### I.1.Introduction

Dans la plupart des cas, le processus de conception innovante commence par l'identification et la formulation du concept, à partir d'une idée, d'un besoin particulier ou d'un changement dans le contexte d'utilisation. Par la suite, nous chercherons à visualiser le produit, c'est-à-dire à préciser ses caractéristiques à travers l'utilisation de représentations graphiques, de la construction de modèles ou grâce à l'utilisation d'outils issus de la conception assistée par ordinateur. Ceci nous permet alors de préciser la configuration, la taille de la fonctionnalité du produit.

Enfin, la matérialisation à travers un prototype vous confronte aux choix de matériaux et des procédés qui vous permettront de valider ou d'affiner le concept initial.

### I.2.Critères de conception

La conception primaire a débutée par le dimensionnement de la géométrie que doit respecter le boîtier de direction dans le système. Nous avons aussi tenu comptes des critères imposés par les contraintes technologiques et économiques, ou, est imposé, le respect de l'entrée et la sortie de mouvement ainsi que les liaisons aux autres organes de système. La marge de manœuvre imposée par la direction de bureau d'étude n'a fait que cadrer la conception dans un sens précis.

La figure I.1 ci-après présente le modèle choisi.

Le plan « N : 11 » donne plus d'informations et détails sur ce support.

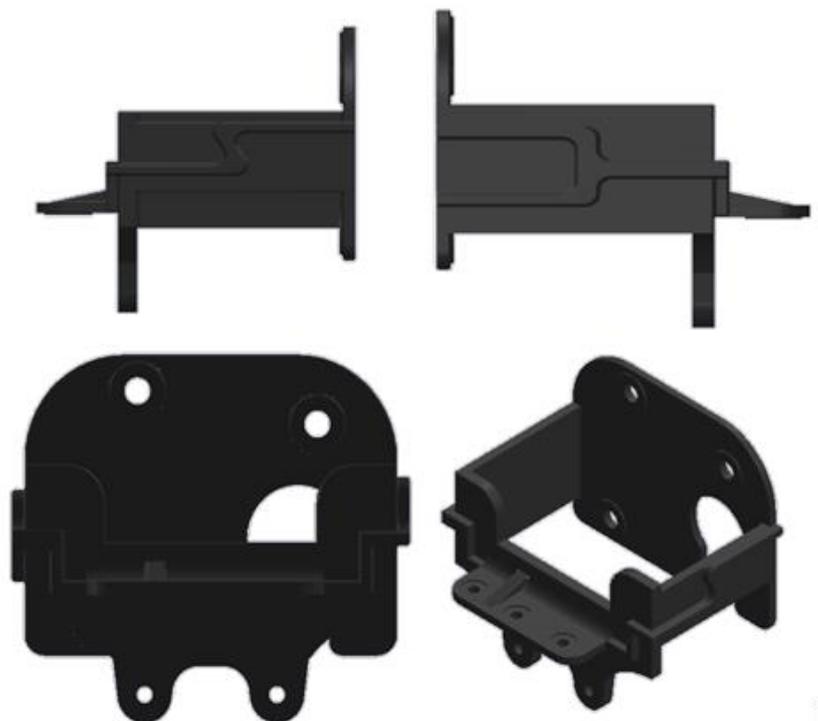


Figure I.1 :

Aperçu de support du boîtier

### I.3. Matériau

#### I.3.1. Les fontes brutes

##### 1. Définition

On entend par fonte brute un alliage de fer et de carbone présentant une teneur en carbone supérieure à 2 % et des teneurs en d'autres éléments inférieures ou égales aux limites indiquées au tableau 1. Elle est destinée à être ensuite transformée, l'état liquide, en acier ou fonte moulé. La fonte est livrée soit à l'état liquide, soit solide en tant que produit brut sous forme de gueuses ou autres produits similaires, ou sous forme de granulats. [6]

##### 2. Classification et Symbolisation

Les différents type de fontes sont définis par :

- La morphologie du graphite ;
- La nature de la matrice ;
- Les caractéristiques sur éprouvettes coulée à part ;
- Les caractéristiques correspondantes sur pièces ;
- La composition chimique conseillée ou imposée ;

Ces fontes sont classées d'après la forme du graphite et la nature de leur matrice.

Une symbolisation à deux chiffres liés à cette classification est employée

- |  |                    |         |
|--|--------------------|---------|
| • Fonte à graphite lamellaire courantes                  | (usage général)    | 00 à 04 |
| • Fonte à graphite lamellaire spécifiques                | (usage spécifique) | 05 à 39 |
| • Fonte à graphite nodulaire de recuit                   |                    | 40 à 49 |
| • Fonte à graphite sphéroïdale, ductile brutes de coulée |                    | 50 à 59 |
| • Fonte à graphite sphéroïdale, traité thermiquement     |                    | 60 à 69 |
| • Fonte spécifique à graphite sphéroïdale                |                    | 70 à 79 |

L'ensemble des caractéristiques de ces fontes est définir pour convenir aux usages prévus.

##### 3. Désignation

Ecrire :

- Fonte (en tout lettres)
- Symbole
- La référence à la présente Norme.

- Eventuellement le traitement thermique de stabilité pour les fontes à graphite lamellaire.

Exemple : Fonte 03 Norme 02.21.4001 (éventuellement : stabilité à 550°)

### I.3.2. Choix du matériau

#### 1. Désignation du matériau

Pour une pièce donnée, le choix de type de fonte est guidé par la recherche du compromis optimal entre les :

- Propriétés d'emploi (caractéristiques mécaniques, résistance à l'usure, fatigue...)
- Aptitude au moulage (coulabilité, santé ...)
- Aptitudes à l'usinage (tenue des outillages, état de surface...)

La fonte définie est une **Fonte à graphite sphéroïdale, traité thermiquement**

**Fonte 66 norme 02.21.4001 (stabilité à 870°C)**

Ou bien : **EN-GJS-400-15**

Ce choix est épaulé par ces avantages suivants :

- Rapport résistance/poids amélioré
- Meilleure production des détails de surface et du fini
- Usinabilité supérieure
- Usinage réduit
- Cout moindre des pièces
- Résistance mécanique
- Déduction du poids de la pièce

#### 2. Spécification

Symbole	Désignation	Exemple D'emplois	Caractéristiques imposées						Traitement	Structure micrographique	
			Analyse chimique							Graphite	Matrice
			C	Si	Mn	S	P	Div			
66	Fonte a graphite sphéroïdal ferritique	Cuves de ponts (exemple)	3.5 3.9	2.8 2.8 (3)	≤ 0.5	≤ 0.02	≤ 0.05	(6)	Avec	Sphérules > 85%	Ferrite cémentite <2%

Caractéristique mécaniques				
Dureté sur pièces	R <sub>m</sub>	A%	K <sub>M</sub>	z r l

	Sur éprouv. Coul.a Part ou dissect N/mm <sup>2</sup>		J/cm <sup>2</sup>	
<b>HB 137-170</b>	<b>≥380</b>	<b>≥15</b>	<b>≥15</b>	<b>210</b>

**Tableau I.1** : Caractéristiques de la fonte graphite sphéroïdale traitée. [6]

(3) La valeur minimale n'est qu'indicative

(4) Limite de fatigue 10<sup>8</sup> cycles en flexion rotative sur éprouvette lisse type Moore.

(6) Mg résiduel suivant nature de la fonte et dimensions des pièces.

### 3. Information technique

#### a) G S et D B C

Le graphite doit être à répartition homogène

Par opposition aux fontes à graphite sphéroïdal ductiles brutes de coulée (DBC), les fontes à graphite sphéroïdal (GS) subissent impérativement un traitement thermique d'austénitisation à une température égale ou supérieure à 870° C et le refroidissement approprié pour obtenir la structure demandée. (Excepté dans le cas de la fonte 67 où la liberté est laissée au fournisseur)

Les matrices suivantes sont possibles :

- Perlitique
- Ferritique

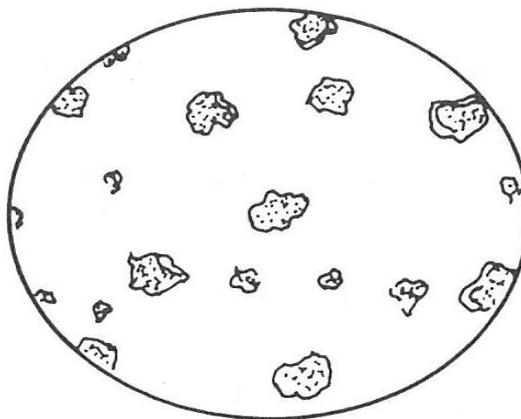
#### b) G S spécifique

Fonte à graphite sphéroïdal spécifiques à un type de pièce particulière définie essentiellement par des caractéristiques à obtenir sur la pièce considérée et généralement reportée au plan de pièce.

### 4. Autre caractéristiques

1) A titre indicatif, la limite élastique des différentes malléables à GS et DBC est égale à la résistance à la traction

2) Le module des fontes malléables GS est de 18.10<sup>4</sup> N/mm<sup>2</sup>



limite élastique des  
graphite nodulaire  
≈0.7 fois la

d'élasticité pour les  
DBC est égal à

pour fonte à graphite

### 5. Analyse chimique

Formes du graphite sphéroïdale :

**Figure I.2 :** Forme du graphite sphéroïdale. [6]

## 6. Remarque

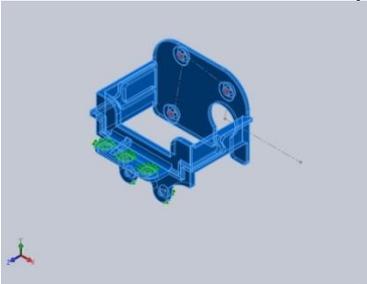
De nombreux avantages expliquent le succès de la fonte à graphite sphéroïdal pour la conception de nouvelles pièces dans tous les secteurs industriels. Ces avantages viennent de la polyvalence de la fonte à graphite sphéroïdal qui offre souvent au concepteur le meilleur compromis des propriétés. Cette polyvalence est particulièrement évidente pour ce qui concerne les propriétés mécaniques (ductilité élevée ou haute résistance à la traction). Ces propriétés sont souvent alliées à un bon comportement à l'usure et à la corrosion. Cet article présente les nuances de fontes à graphite sphéroïdal qui permettent au concepteur des systèmes mécaniques d'optimiser, que ça soit d'un point de vue comportement du matériau ou économique, la fabrication des systèmes tout en respectant la normalisation européenne

#### I.4.Première simulation de travail du support de boitier

Elle consiste à mettre le produit dans les conditions réelles de travail, à savoir ; sa fixation et les efforts de pression qu'il subit.

Cette simulation a été faite en suivant les étapes préconisées dans SOLIDWORKS.

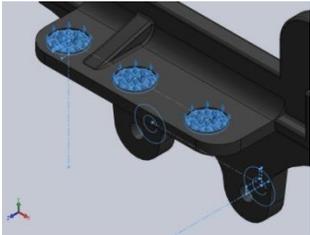
##### 1. Matériau et propriété

Référence du modèle	Propriétés	Composants
	<p>Nom : <b>0.7040 (EN-GJS-400-15)</b></p> <p>Type de modèle : <b>Linéaire élastique isotropique</b></p> <p>Critère de ruine par défaut : <b>Inconnu</b></p> <p>Limite d'élasticité : <b>2.5e+008 N/m<sup>2</sup></b></p> <p>Limite de traction : <b>4e+008 N/m<sup>2</sup></b></p> <p>Masse volumique : <b>7250 kg/m<sup>3</sup></b></p> <p>Module d'élasticité : <b>1.2e+011 N/m<sup>2</sup></b></p> <p>Coefficient de Poisson : <b>0.26</b></p> <p>Coefficient de dilatation thermique : <b>1.2e-005 /Kelvin</b></p>	<p><b>Corps volumique 1(Congé12) (support)</b></p>

**Tableau I.2** : Propriétés et matériau générés par SOLIDWORKS avant la simulation

##### 2. Action extérieures

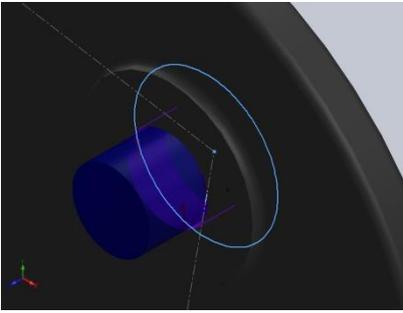
La fixation de support sur le châssis, est assurée par cinq (05) boulons type MH 12, classe 10.8, trois (03) boulons fixent la face horizontale de l'équerre et deux autres fixent la face latérale.

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-1		<p><b>Entités : 5 face(s)</b></p> <p><b>Type : Géométries fixe</b></p>

**Tableau I.3 :** condition aux limites du type d'encastrement

Le support subit une pression générée pas le boitier de direction ZF 8095 qui peut atteindre 192 bars équivalent à 19.2 Mpa, N/mm<sup>2</sup>

Le boitier est fixé sur le support par 3 vis M20 qualité 10.9 imposé par le constructeur de boitier « ZF ». **Connecteur axe/boulon/palier**

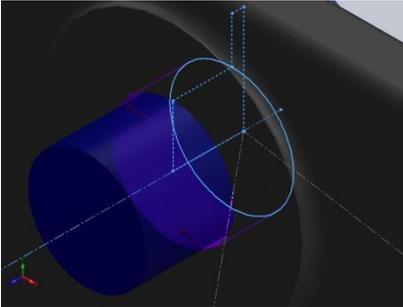
Référence du modèle	Détails du connecteur	Détails de résistance
 <p><b>Vis pour lamage-1</b></p>	<p><b>Entités :</b> 1 arête(s), 1 face(s)</p> <p><b>Type :</b> Boulon (Diamètre de la tête/écrou) (Vis pour lamage)</p> <p><b>Diamètre de la tête :</b> 31.5 mm</p> <p><b>Diamètre nominal de la tige :</b> 20</p> <p><b>Précontrainte (Moment de torsion) :</b> 520</p> <p><b>Module d'Young :</b> 2.1e+011</p>	Aucune donnée

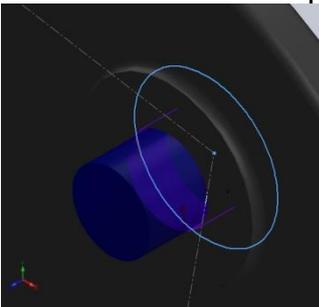
	<p><b>Coefficient de Poisson :</b> 0.28</p> <p><b>Unités de précontrainte :</b> N.m</p>	
--	---	--

**Tableau I.4**

**Forces dans les connecteurs**

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	0	0	-1.0849e+005	1.0849e+005
Force de cisaillement (N)	-40.619	-103	0	110.72
Moment de flexion (N.m)	0.39881	-0.21407	0	0.45263

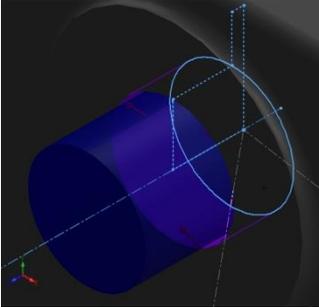
 <p><b>Vis pour lamage-2</b></p>	<p><b>Entités :</b> 1 arête(s), 1 face(s)</p> <p><b>Type :</b> Boulon (Diamètre de la tête/écrou) (Vis pour lamage)</p> <p><b>Diamètre de la tête :</b> 31.5 mm</p> <p><b>Diamètre nominal de la tige :</b> 20</p> <p><b>Précontrainte (Axial) :</b> 520</p> <p><b>Module d'Young :</b> 2.1e+011</p> <p><b>Coefficient de Poisson :</b> 0.28</p> <p><b>Unités de précontrainte :</b> N</p>	<p>Aucune donnée</p>
--	--	----------------------

Référence du modèle	Détails du connecteur	Détails de résistance
	<p><b>Entités :</b> 1 arête(s), 1 face(s)</p> <p><b>Type :</b> Boulon (Diamètre de la tête/écrou) (Vis pour lamage)</p> <p><b>Diamètre de la tête :</b> 31.5 mm</p> <p><b>Diamètre nominal de</b> 20</p>	<p>Aucune donnée</p>

<b>Vis pour lamage-1</b>	<p style="text-align: center;"><b>la tige :</b></p> <p><b>Précontrainte</b> 520 (Moment de torsion) :</p> <p><b>Module d'Young :</b> 2.1e+011</p> <p><b>Coefficient de Poisson :</b> 0.28</p> <p><b>Unités de précontrainte :</b> N.m</p>	
--------------------------	---	--

**Forces dans les connecteurs**

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
<b>Force axiale (N)</b>	0	0	-1.0849e+005	1.0849e+005
<b>Force de cisaillement (N)</b>	-40.619	-103	0	110.72
<b>Moment de flexion (N.m)</b>	0.39881	-0.21407	0	0.45263

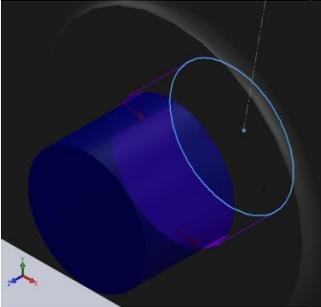
 <p><b>Vis pour lamage-2</b></p>	<p><b>Entités :</b> 1 arête(s), 1 face(s)</p> <p><b>Type :</b> Boulon (Diamètre de la tête/écrou) (Vis pour lamage)</p> <p><b>Diamètre de la tête :</b> 31.5 mm</p> <p><b>Diamètre nominal de la tige :</b> 20</p> <p><b>Précontrainte (Axial) :</b> 520</p> <p><b>Module d'Young :</b> 2.1e+011</p> <p><b>Coefficient de Poisson :</b> 0.28</p> <p><b>Unités de précontrainte :</b> N</p>	<p>Aucune donnée</p>
---	--	----------------------

**Forces dans les connecteurs**

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
<b>Force axiale (N)</b>	0	0	-389.54	389.54
<b>Force de cisaillement (N)</b>	90.053	-45.974	0	101.11

<b>Moment de flexion (N.m)</b>	0.19239	0.24974	0	0.31525
--------------------------------	---------	---------	---	---------

**Tableau I.5**

	<p><b>Entités :</b> 1 arête(s), 1 face(s)</p> <p><b>Type :</b> Boulon (Diamètre de la tête/écrou) (Vis pour lamage)</p> <p><b>Diamètre de la tête :</b> 31.5 mm</p> <p><b>Diamètre nominal de la tige :</b> 20</p> <p><b>Précontrainte (Moment de torsion) :</b> 520</p> <p><b>Module d'Young :</b> 2.1e+011</p> <p><b>Coefficient de Poisson :</b> 0.28</p> <p><b>Unités de précontrainte :</b> N.m</p>	<p>Aucune donnée</p>
<p><b>Vis pour lamage-3</b></p>		

**Forces dans les connecteurs**

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
<b>Force axiale (N)</b>	0	0	-1.0834e+005	1.0834e+005
<b>Force de cisaillement (N)</b>	-76.938	21.602	0	79.913
<b>Moment de flexion (N.m)</b>	-0.07329	-0.18543	0	0.19939

**Tableau I.6**

**Tableau I. (4, 5,6) :** Application des efforts externes sur les vis de connexion

**3. Informations sur le maillage**

<b>Type de maillage</b>	Maillage volumique
<b>Mailleur utilisé :</b>	Maillage basé sur la courbure
<b>Points de Jacobien</b>	4 Points
<b>Taille d'élément maximum</b>	0 mm

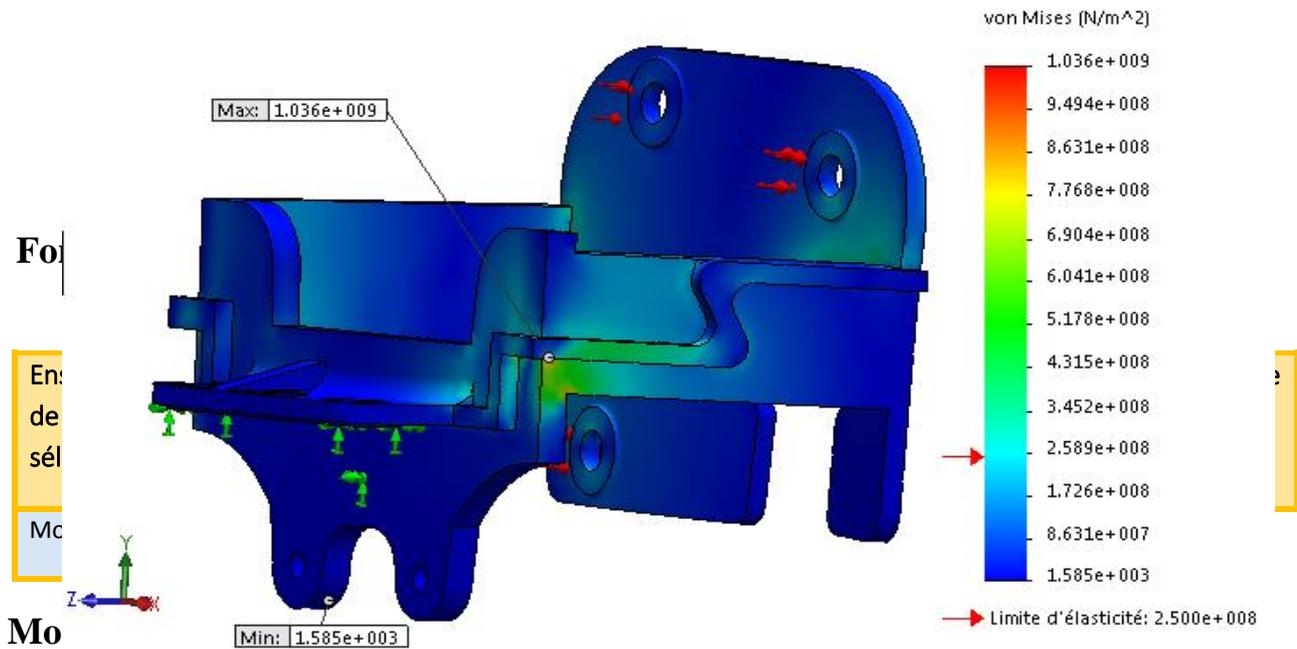
<b>Taille d'élément minimum</b>	0 mm
<b>Nombre total de nœuds</b>	173889
<b>Nombre total d'éléments</b>	109121
<b>Aspect ratio maximum</b>	46.853
<b>% d'éléments ayant un aspect ratio &lt; 3</b>	98.9
<b>% d'éléments ayant un aspect ratio &gt; 10</b>	0.0055
<b>% d'éléments distordus (Jacobien)</b>	0
<b>Durée de création du maillage (hh:mm:ss):</b>	00 :00 :41
<b>Nom de l'ordinateur :</b>	CBSCOMPUTER-PC
<b>Qualité de maillage</b>	Haute

#### 4. Résultats de la simulation

Après exécution de l'analyse statique des données précédentes, nous obtenons les résultats que nous présentons dans ce qui suit. La figure I.3 suivante montre les contraintes que le support peut subir lors de son travail.

Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON : contrainte de von Mises	1.585e N/m <sup>2</sup>	1.945e+009 N/m <sup>2</sup>
		Noeud : 107916	Noeud : 129850
a finir support-Analyse statique 5-Contraintes-Contraintes1			

Type de tracé: Analyse statique contrainte nodale Contraintes1  
 Echelle de déformation: 9.16193



Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N.m	0	0	0	0

**Figure I.3** : Distribution des contraintes dans le support

**Remarque**

Après la mise en condition du travail du support conçu, les résultats de l’analyse qu’on peut voir dans la figure I.3 montrent que la structure ne résistera pas aux efforts que le boîtier de direction développe et le poids de l’ensemble (boîtier, levier pendant, bielle, et le support)

### I.5. Solution proposé

Pour remédier à cette situation, nous avons adopté la stratégie suivante :

- Diminuer les distances séparant les points d'application des efforts aux points de fixation
- Eliminer les zones de concentration des contraintes

Le but de cette démarche est de réduire le couple que le support subit.

La figure I.4 nous donne un premier aperçu du support de boîtier.

Pour plus de détails : voir plan « 1 »

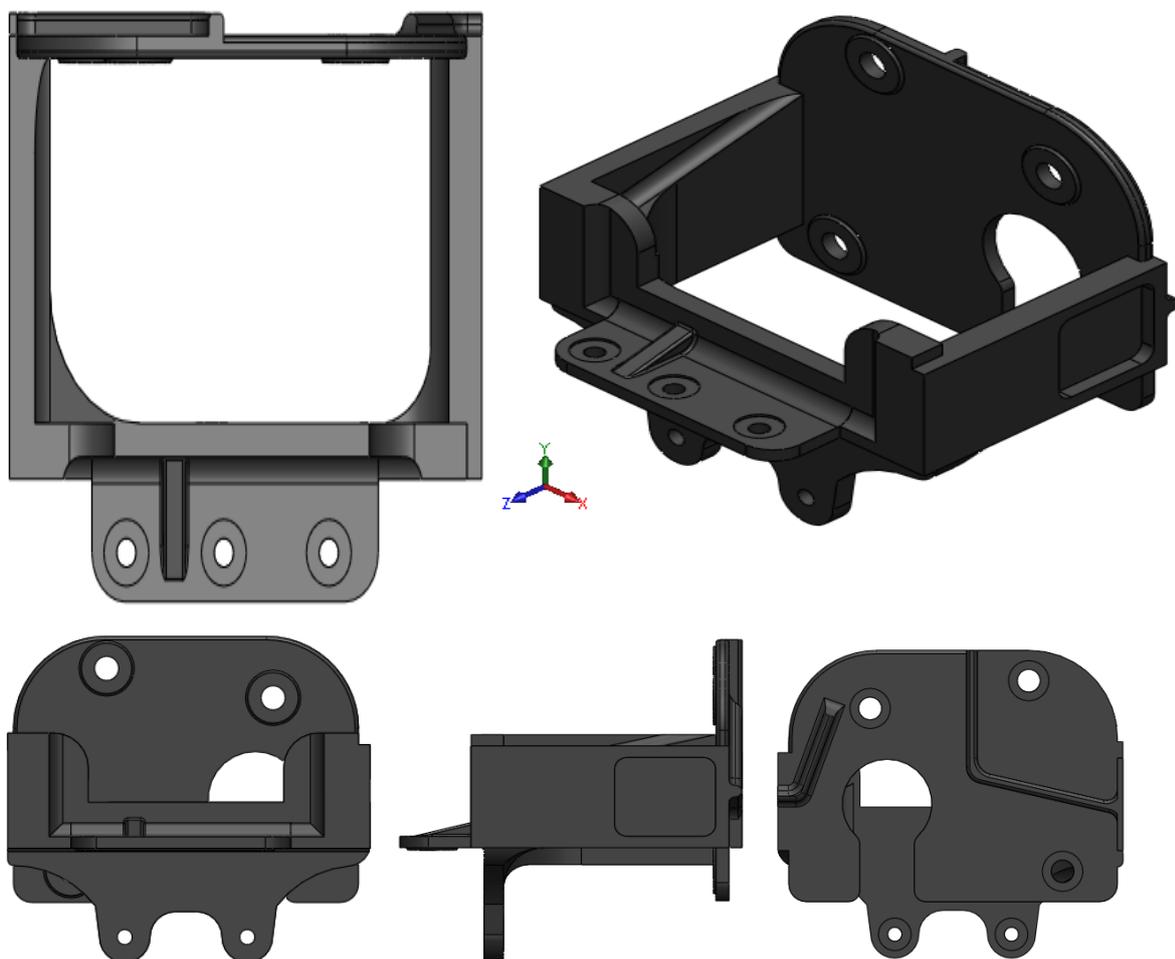


Figure I.4 : Aperçu de support de boîtier

### I.6. Verification à la résistance du nouveau support

La simulation de la mise en conditions de travail, dont la fixation et le chargement de cette pièce sont les mêmes que pour la première simulation. Cette analyse a été effectuée en suivant les étapes suivantes :

**I.6.1. Maillage de la pièce**

Le tableau et l'image qui suivent montre les détails de maillage

Type d'analyse	Maillage volumique
Mailleur utilisé	Maillage standard
Points de Jacobien	4 points
Taille d'élément	1 mm
Tolérance	0.15 mm
Qualité de maillage	haute
Nombre total de nœuds	817643
Nombre total d'éléments	556443
Pourcentage d'éléments ayant un aspect ratio	99.8
Durée de création de maillage	00 :12 :34

Tableau I.6 : Information sur le maillage utilisé

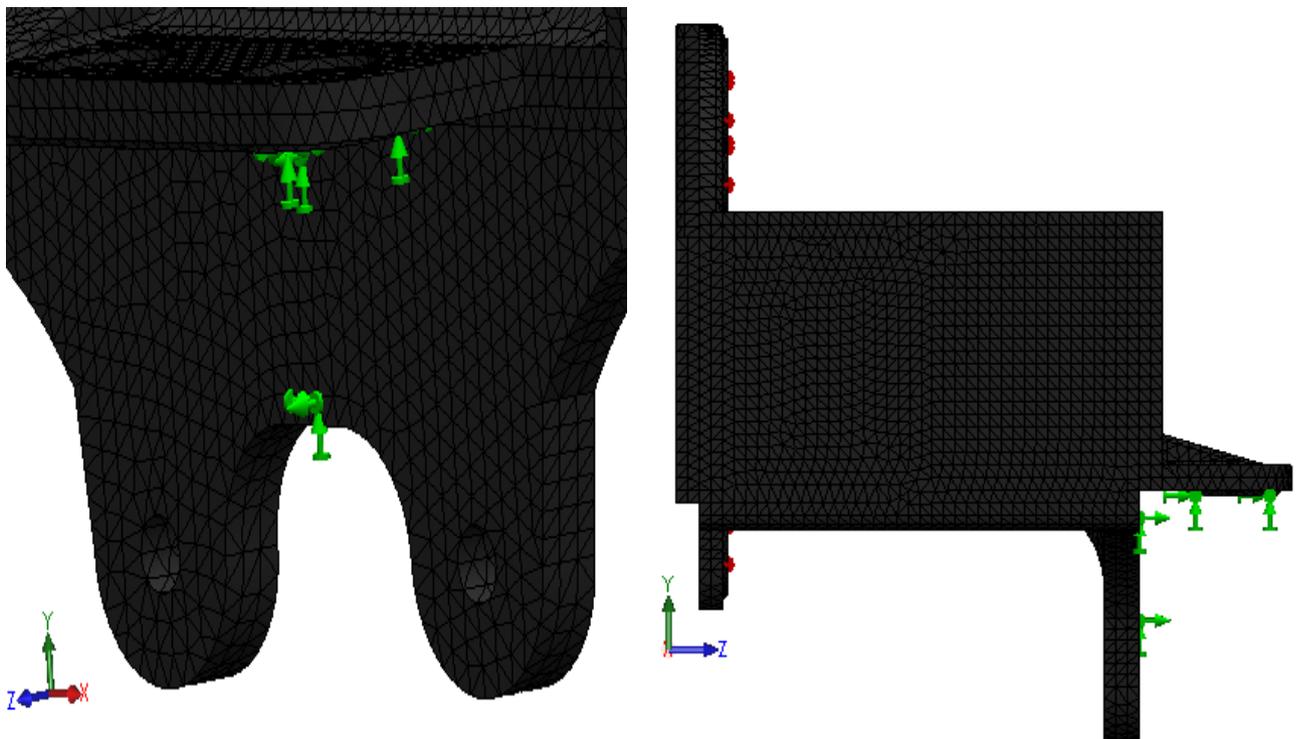


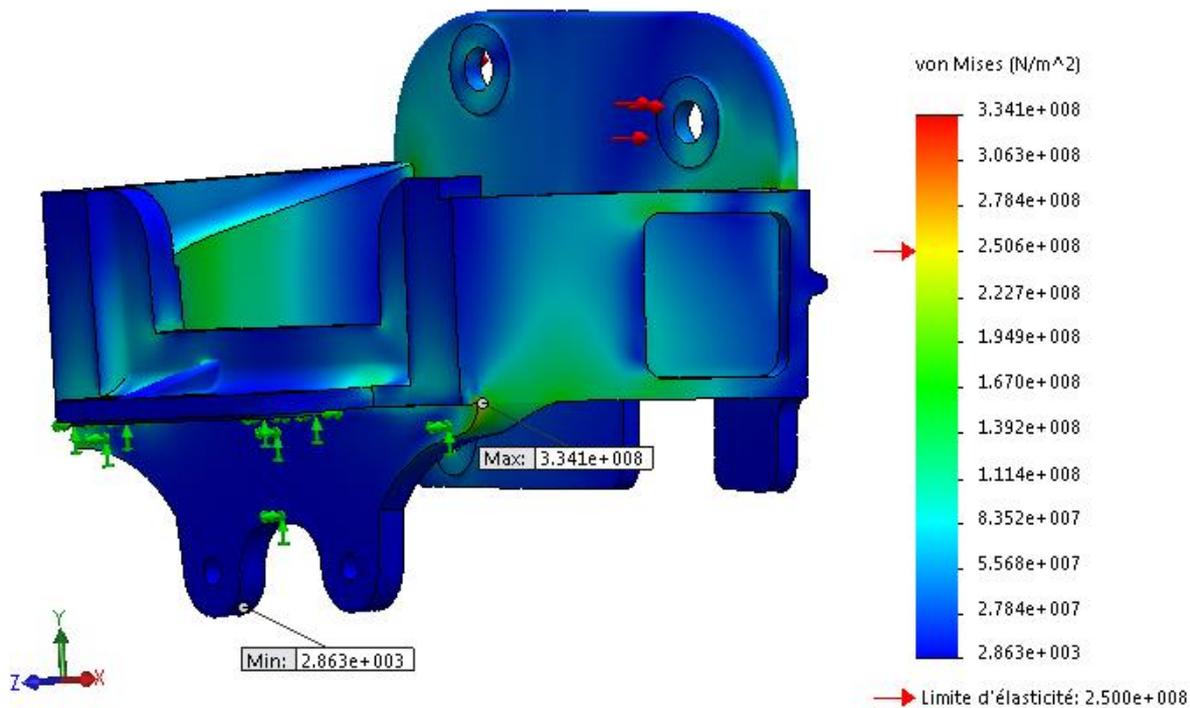
Figure I.5 : Représentation maillage du support

## I.6.2. Résultats de la deuxième simulation

Après exécution de l'analyse des données, nous aboutissons aux résultats suivants :

### a) Contraintes

La figure ci-après montre la variation des contraintes sur la structure. La contrainte maximale que subit le support est  $\sigma = 334.10$  MPa.



**Figure I.6 :** Contrainte que le support subit « MPa »

La contrainte maximale qui atteint 334 MPa est le résultat de concentration des contraintes. Cette valeur qui peut être réduite en changeant le maillage. Ce résultat est donné par SOLIDWORKS sans considérer le coefficient de sécurité.

Cette contrainte n'atteint pas la limite de rupture qui est de l'ordre de  $\sigma = 400$  MPa.

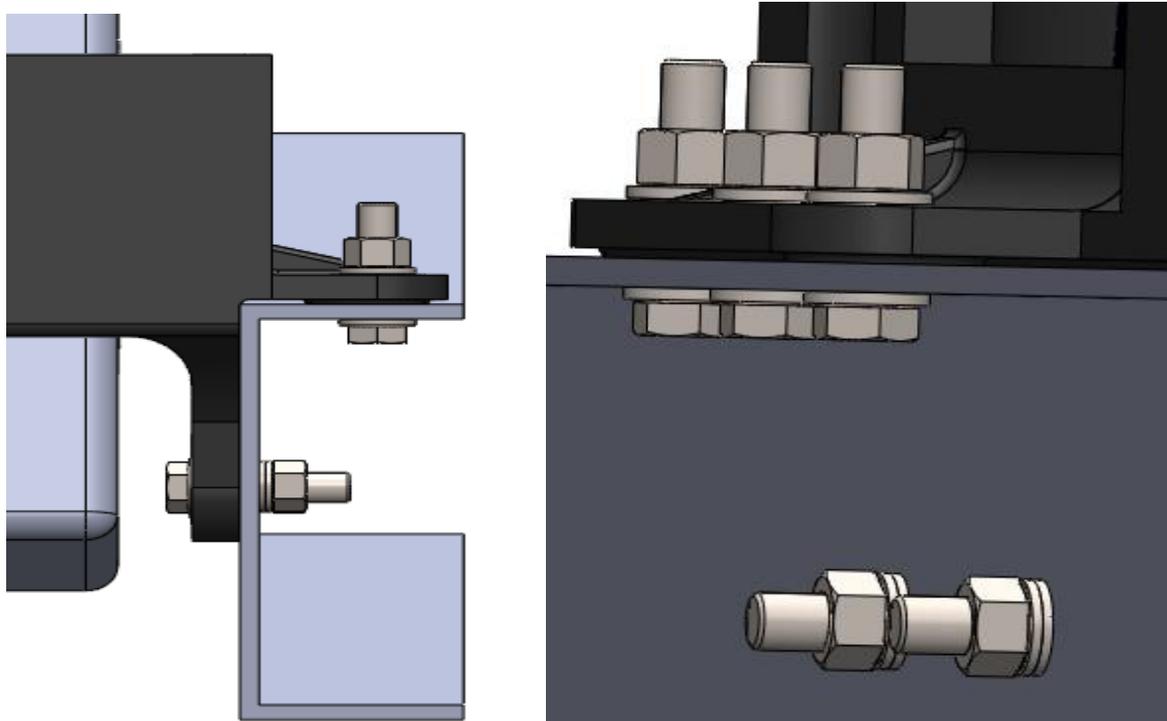
### b) Fixation du support « assemblage boulonné »

La configuration d'installation de l'assemblage est la même que dans l'ancienne configuration. Donc, mêmes boulons et même caractéristiques.

Ceci est jugé utile pour ne pas intervenir sur les gammes de perçage et les gammes d'installation d'assemblage ainsi que la vérification de l'ensemble aux sollicitations dynamiques :

- Perçage de châssis.
- Perçage de support de boîtier.
- Vibration et choc.
- La mise en place et le serrage par l'ouvrier.

Comme le montre la figure I.7 ; le support est réalisé avec une fixation démontable sur le châssis via (05) boulons M12 classe 8.8. (03) boulons fixent l'appui horizontal de l'équerre et les (02) autres fixent l'appui latéral. (Voir plan 02).



**Figure I.7 :** Assemblage boulonné de support sur le châssis

## II. Calcul de vérification

### II.1. Vérification de la résistance de l'assemblage

Dans le calcul de cet assemblage boulonné, on considère que les boulons sont sollicités en traction. La sollicitation est statique ou l'assemblage est soumis à l'ensemble des poids des ; support, le boîtier de direction, le levier pendant et la bielle de direction avec l'ensemble des vis et des écrous. [5]

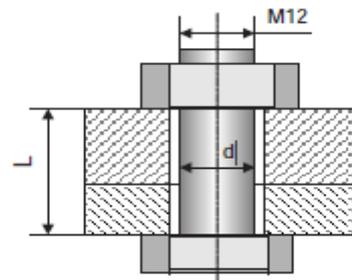
#### II.1.1. Caractéristiques dimensionnelles de la vis

$L=10 + 6 = 16$  mm (épaisseur de châssis plus l'appui de support)

$$d = 12\text{mm}$$

$$d' = d - 0.65 \cdot P = 10.8625 \text{ mm}$$

$$d'' = d - 0.226 \cdot P = 9.8545 \text{ mm}$$



**Figure II.1 :** Rigidity des pièces assemblées (cas de deux pièces). [5]

**d** : diamètre nominal

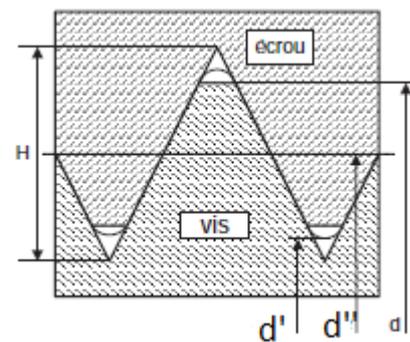
**d'**: diamètre de flanc

**d''** : diamètre de fond de filet de la vis

**P** = 1.75 « pas de filet de la vis »

Dans le calcul de cet assemblage boulonné, nous considérons que les boulonneries supportent une force de traction. Donc nous remplacerons la vis par une tige pleine dont la section est la suivante :

$$A = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d' + d''}{2} \right)^2 \quad (1)$$



Pour le serrage par écrou :

Il s'agit d'une section fictive qui, considérée dans les calculs, donne une valeur assez précise de la résistance de boulon en traction. En effet, dans ce cas la ruine se produit dans la

zone filetée et la surface de rupture n'est évidemment pas plane. Section résistante « A » qui est définie comme étant la section calculée en considérant le diamètre moyen entre le diamètre à font de filet et le diamètre à flanc de filet comme l'indique la figure II.2.2

A.N ;

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right) \left(\frac{10.8625 + 9.8545}{2}\right)^2$$

La section équivalente est  $A = 84.27 \text{ mm}^2$ . Pour 1 seul boulon

Pour les 5 boulons, la section résistante totale est  $A_t = A * 5 = 421.36 \text{ mm}^2$

$$A_t = 421.36 \text{ mm}^2.$$

### II.1.2. Précontrainte minimale prescrite

La précontrainte minimale prescrite est la suivante

$$F_p = 0.7 * f_{ub} * A \quad (2)$$

A : section équivalente résistante totale.

$f_{ub}$  : la résistance nominale a la rupture en traction avec la valeur suivante

800 N/mm<sup>2</sup> pour les boulons de classe 8.8

A.N

$$F_p = 0.7 * 800 * 84.27 = 47191.2 \text{ N}$$

$$F_p = 47191.2 \text{ N}$$

### II.1.3.couple de serrage pour 1 seul boulon

Vu que l'assemblage est assuré par 5 boulons, la précontrainte est partagé par 5

$$f_p = \frac{F_p}{5} \quad (3)$$

$$f_p = 47191.2 / 5 = 9438.24 \text{ N}$$

$$f_p = 9438.24 \text{ N}$$

$$\text{La précontrainte maximum est } f_{p \text{ max}} = \gamma * f_p \quad (4)$$

Ou  $\gamma$  est le coefficient d'incertitude de serrage ;  $\gamma = 1.5$

$$fp_{max} = 1.5 * 9438.24$$

$$fp_{max} = 14157.36 \text{ N}$$

Le couple de serrage normalisé pour cette précontrainte, est :

$$Cs = 54 \text{ N. m} \pm 5 \%$$

Manuel portatif : clé dynamométrique électrique.

## II.1.4.Rupture statique des boulons

### 1. Tenue des boulons sous l'effort de traction

L'effort maximum que peuvent supportés les boulons en traction, on associe la contrainte ;

$$\sigma_{Re} = F_{max} / A_t \Leftrightarrow F_{max} = \sigma_{Re} * A_t \quad (5)$$

$\sigma_{Re} = 640 \text{ MPa}$  ; limite élastique de boulon

$A_t = 421.36 \text{ mm}^2$  ; aire équivalente des 5 boulons

$$F_{max} = 640 * 421.36 = 269670.4 \text{ N}$$

$$F_{max} = 269670.4 \text{ N} = 269.67 \text{ KN}$$

L'effort statique que les boulons supportent dans cet assemblage est le poids de l'ensemble des organes, le support du boitier, le boitier, le levier pendant et la bielle de direction.

Masse du support :  $M_S = 16.5 \text{ Kg}$

Masse du boitier :  $M_b = 29 \text{ Kg}$

Masse du levier pendant :  $M_L = 6.7 \text{ Kg}$

Masse de la bielle :  $M_{BL} = 10 \text{ Kg}$

La gravité :  $g = 9.81 \text{ m.s}^{-1}$

#### -Calcul du poids de l'ensemble $P_T$

$$P_T = \Sigma M * g = (16.5 + 29 + 6.7 + 10) * 9.81 = 1107.05$$

$$P_T = F = 1107.05 \text{ N}$$

Remarque : On remarque, l'effort que développe le boitier de direction est largement inférieur à l'effort que les 5 boulons peuvent supportés

$$F \lllll F_{max}$$

## 2. Tenue des boulons sous l'effort de charge dynamique

La sollicitation d'un boulon à la fatigue correspond à la superposition d'un effort moyen  $F_m$  constant et d'une charge dynamique alternée  $F_a$  tel que ;

$$F_{E \text{ dyn max}} = F + F_{a \text{ max}} \quad (6)$$

Pour une contrainte due à la charge statique  $\sigma = 0.7 R_e$  de la classe de qualité, nous pouvons trouver les valeurs des contraintes dynamiques admissibles

$$[\sigma_{\text{dyn}}] = \sigma_{a \text{ max}}$$

Le tableau qui suit, nous montre les limites en contraintes admissibles de certains boulons en fatigue.

Classe de qualité des boulons	Dimension des boulons		
	M4 a M8	M10 a M16	M18 a M30
8.8    10.9    12.9	<b>60 MPa</b>	<b>50 MPa</b>	<b>40 MPa</b>

**Tableau II.1** : Contraintes admissible. [5]

La pression que le boîtier développe est considérée comme la source de l'effort alterné

$$P = \sigma = 16.5 \text{ MPa} \rightarrow F_{a \text{ max}} = \sigma * A_T$$

$$A_T = 421.36 \text{ mm}^2 : \text{Section équivalente totale des boulons.}$$

$$F_{a \text{ max}} : \text{effort dynamique alterné.}$$

A.N:

$$F_{a \text{ max}} = 16.5 * 421.36 = 6952$$

$$F_{a \text{ max}} = 6952 \text{ N}$$

Calcul de l'effort dynamique

$$F_{e \text{ dyn}} = F + F_{a \text{ max}} \quad (7)$$

$$= 6952.44 + 1107.05 = 8059.49 \text{ N}$$

$$F_{e \text{ dyn}} = 8059 \text{ N}$$

Calcul de la contrainte dynamique :

$$\sigma_{\text{dyn}} = F_{\text{dyn}} / A_T \quad (8)$$

$$= 8059 / 421.36 = 19.12$$

$$\sigma_{\text{dyn}} = 19.12 \text{ MPa} < [\sigma_{\text{dyn max}}] = 50 \text{ MPa}$$

Par conséquent l'assemblage boulonné résiste aux efforts qu'il subit.

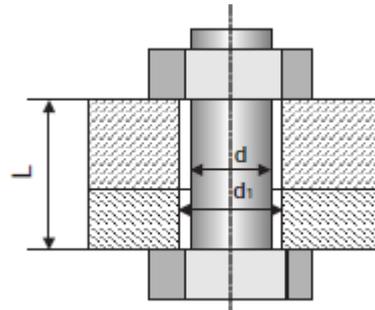
### 3. Allongement et effort dynamique dans l'assemblage

- Allongement du boulon sous précharge :

$$\Delta L_B = F_0 / K_B \quad (9)$$

- Contraction des éléments assemblés

$$\Delta L_A = F_0 / K_A \quad (10)$$



**Figure II.3 :** Assemblage de deux pièces boulonnées. [5]

Avec :

$F_0 = 14157.36$  précharge ou « précontrainte » due à l'effort de serrage en N

$K_A$  est la rigidité respective des pièces assemblées

$K_B$  est rigidité respective du boulon

### 4. Calcul de la rigidité des pièces assemblées $K_A$ :

Nous supposons que la pression de serrage se répartit uniformément sur une surface  $A_A$

$$K_A = \frac{E_A * A_A}{L} \quad (11)$$

Avec :

$$A_A = \frac{\pi}{4} (9d^2 - d_1^2) \quad \text{en mm}^2$$

$E_A = 169.10^3$  MPa : module d'élasticité longitudinale du matériau des pièces

$L = 16$  mm ; épaisseur des deux pièces « support + châssis »

$d = 12 \text{ mm}$

$d_1 = 13 \text{ mm}$

A.N:

$$A_A = \frac{\pi}{4} (9 * 12^2 - 13^2) = 885.14 \text{ mm}^2$$

$$A_A = 885.14 \text{ mm}^2$$

$$K_A = \frac{(169 * 10^3) * 885.14}{16} = 9349221.25 \text{ N/m}$$

$$K_A = 9349221.25 \text{ N/m}$$

### 5. Calcul de la rigidité du boulon $K_B$

$$\frac{1}{K_B} = \left( \frac{L_1 + (0.4 * d)}{E * A''} \right) + \left( \frac{L_2 + 0.4d}{E * A} \right) \quad (12)$$

$E = 220.10^3 \text{ MPa}$  ; module d'élasticité longitudinale

$A''$  : aire du fut de boulon comprise entre la tête et l'écrou

$$A'' = 2\pi r (L_1 + L_2) = 2 * \pi * 6 * 23.5$$

$$A'' = 885.92 \text{ mm}^2$$

$$L_2 = 3.5 \text{ mm}$$

A.N:

$$\frac{1}{K_B} = \left( \frac{20 + (0.4 * 12)}{220 * 10^3 * 885.92} \right) + \left( \frac{3.5 + 0.4 * 12}{220 * 10^3 * 84.27} \right)$$

$$K_B = 1740052.88 \text{ N/m}$$

Calcul de l'allongement du boulon sous la précharge :

$$\Delta L_B = F_0 / K_B = \frac{14157.36}{1740052.88}$$

$$\Delta L_B = 8.1 * 10^{-3} \text{ mm}$$

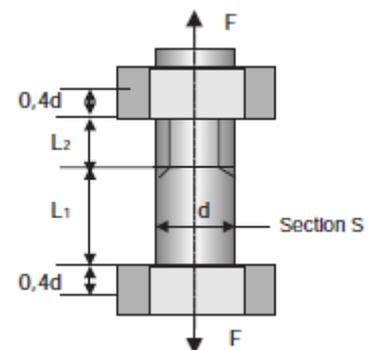


Figure II.4 : Rigidité  $K_B$  du boulon. [5]

Calcul de la contraction des éléments assemblés sous la précharge :

$$\Delta L_A = F_0 / K_A = \frac{14157.36}{9349221.25}$$

$$\Delta L_A = 1.5 * 10^{-3}$$

Dans ce modèle de calcul il est supposé que la charge extérieure  $F$  s'applique sur l'assemblage complet ramené à un boulon.  $F$  se traduit par deux parties : un effort de tension  $F_B$  et un effort  $F_A$  qui réduit la contraction des pièces assemblées.

Ou la force extérieure ;  $F = 6952 \text{ N}$

Les efforts  $F_B$  et  $F_A$  sont :

$$F_B = \left( \frac{K_B}{K_B + K_A} \right) * F \quad (13)$$

$$F_A = \left( \frac{K_A}{K_B + K_A} \right) * F$$

A.N:

$$F_B = \left( \frac{1740052.88}{1740052.88 + 9349221.25} \right) * 6952$$

$$F_B = 1090.86 \text{ N}$$

$$F_A = \left( \frac{9349221.25}{1740052.88 + 9349221.25} \right) * 6952$$

$$F_A = 5861.13$$

En général et comme ce fut le cas dans notre calcul, l'effort extérieur appliqué dans l'axe se distribue inégalement entre la vis et les pièces assemblées.

$$K_A \gg K_B \quad \text{et} \quad F_A \gg F_B$$

### III. Installation du nouveau système de direction à droite

Pour adapter les organes « pièces » au nouveau système de direction poste conduite à droite décrit précédemment, d'autres modifications ont été apportées sur plusieurs plans en optimisant au minimum les contraintes économiques et technologiques.

Ceci est pour respecter :

- l'emplacement de la pièce
- le sens d'orientation
- Les contraintes technologiques et dimensionnelles

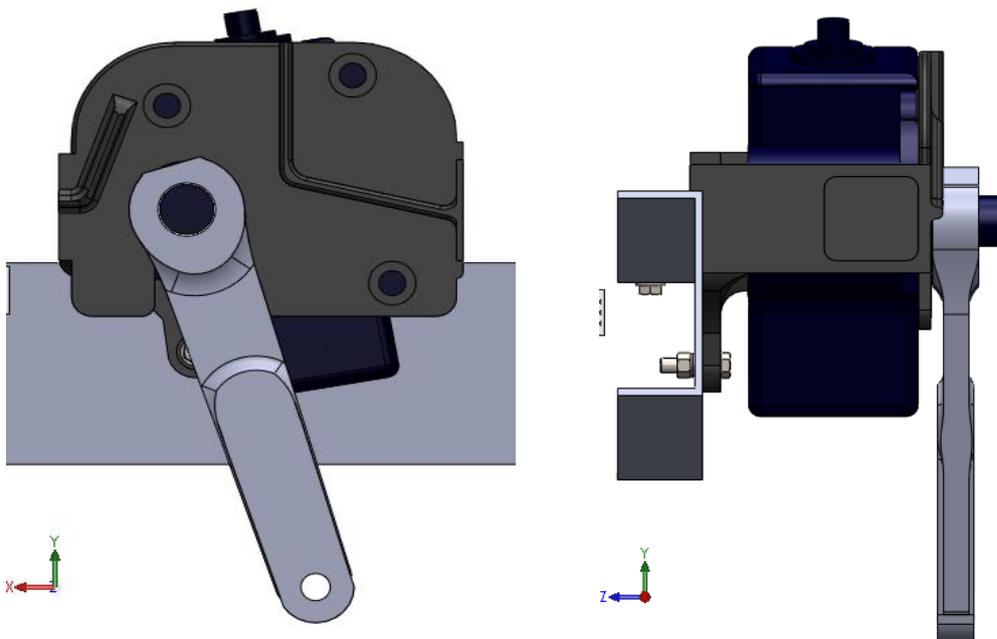
#### III.1. Liaison boîtier de direction-support du boîtier

Cette liaison n'a pas été modifiée à proprement dit, vu les contraintes géométriques et dimensionnelles imposées par le bureau d'étude. La seule adaptation concerne le sens d'installation, qui oriente la sortie du mouvement vers l'extérieur du véhicule. Ceci va imposer les modifications qui vont suivre.

En consultant (le plans (2) : assemblage de support du boîtier au châssis, boulonné) et revoir les titres (II.4 ; II.5 ; II.6) page 43 et 44, on peut se référencier sur cette liaison.

#### III.2. Liaison levier pendant et bielle de direction

Le nouveau sens d'orientation du boîtier de direction nous mène vers une nouvelle installation pour assurer le fonctionnement du levier pendant et la liaison à la bielle de direction, la figure suivante montre



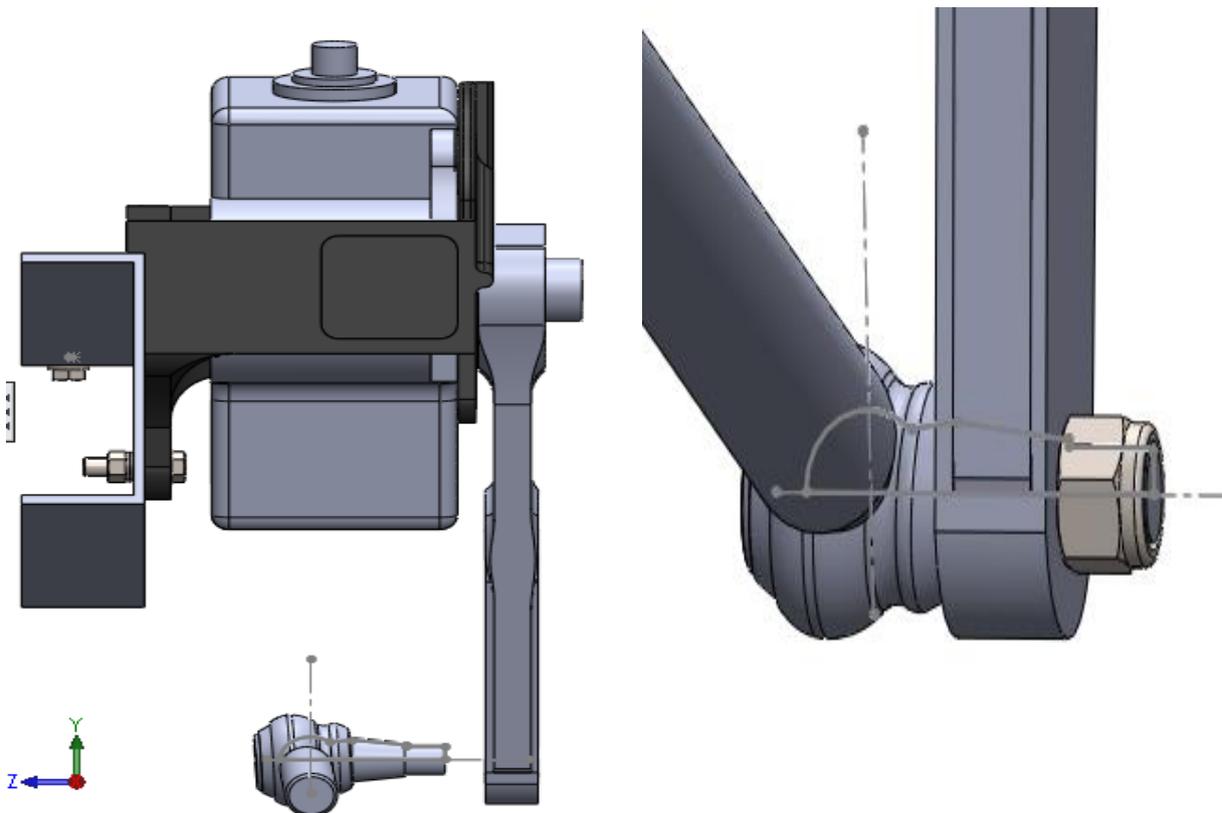
**Figure III.1** : Installation et positionnement du boîtier et du levier pendant

On peut voir les détails de la nouvelle installation dans le plan (04)

**1<sup>ère</sup> modification : inverser le sens de perçage conique sur le levier de direction**

Cette conception et la nouvelle installation, doivent respect le même axe de rotation du centre bielle de direction que l'ancien système. Ceci nous a imposé d'inverser le sens de perçage conique qui reçoit le cône de la rotule de bielle.

La fixation de la bielle sur le levier pendant est assurée par un emmanchement forcé avec serrage par écrou a couple de serrage dominant M 20 10.9 à pas fin, épinglé à travers l'écrou sur la tige de la rotule pour assurer le freinage.



**Figure III.2 :** Installation et fixation de la bielle de direction sur le levier pendant

Sur le plan (5) ; on peut voir le levier pendant usiné et le perçage conique.

**III.3. Liaison de la bielle de direction au levier de direction**

La deuxième modification apportée dans cette liaison est due au fait que le sens du perçage de levier de direction change, puisque le sens du montage change sur cette nouvelle installation à droite du véhicule. La figure III.3 nous montre l'installation

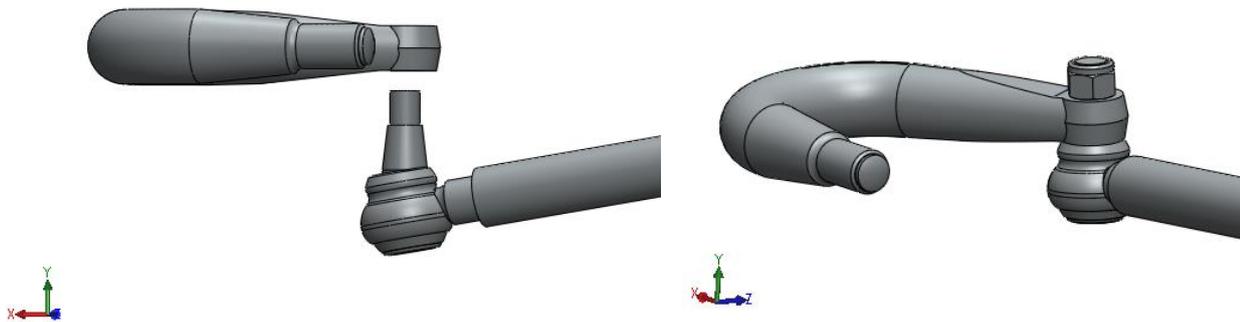


Figure (a)

figure (b)

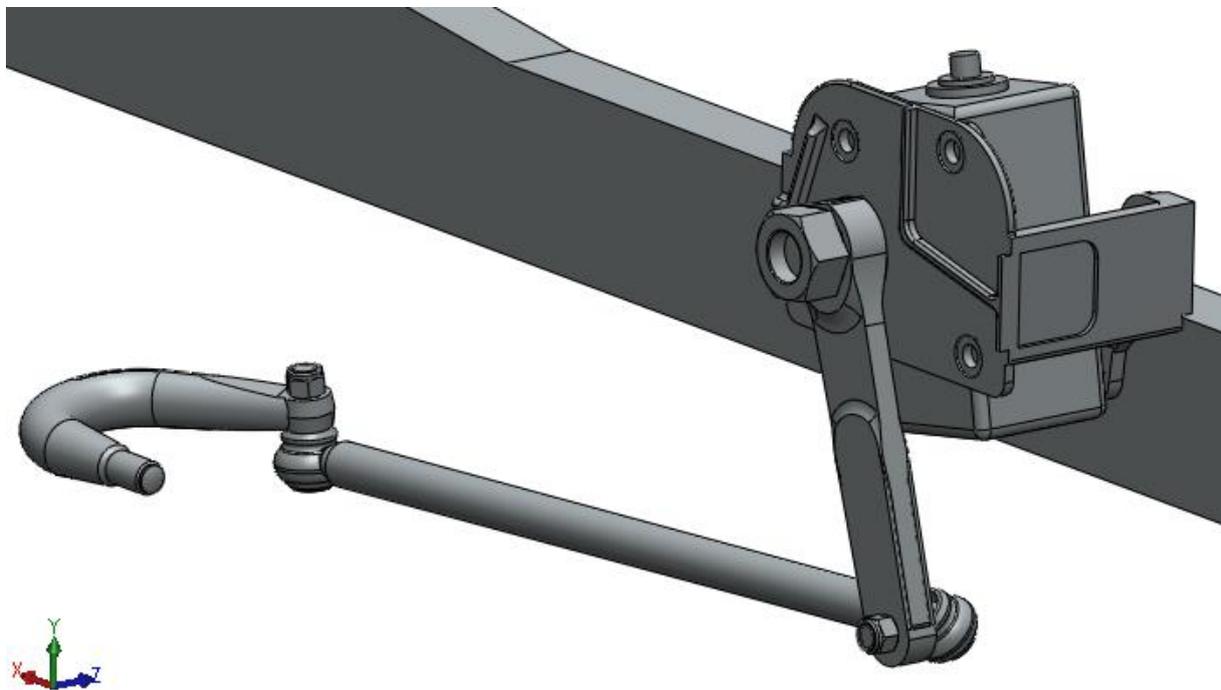


Figure (c)

**Figure III.3 :** (a) (b) (c) Liaison bielle-levier

Le plan (8) montre l'ensemble de cette installation

**2<sup>ème</sup> modification :** Le levier de direction qui vient de la forge sera usiné au centre mécanique comme le plan (4) l'indique, puis assemblé à même la configuration apparente sur le plan 8. La fixation du levier est assurée par un serrage via un écrou à couple de serrage dominant, épinglé à travers la rotule pour assurer le freinage.

L'autre fixation du levier de direction fait l'objet d'une autre modification dans la liaison suivante.

### III.4. Liaison du levier à la fusée de direction

La fusée de direction est une pièce moulée, obtenue en fonderie, sans aucune différence entre les deux fusées, du gauche ou droite. Son brute reste le même comme ce fut le cas avec le système installé à gauche.

En s'appuyant sur l'essieu et en tournant suivant l'axe pivot, cet organe assure une fonction complexe, ou il transfère le mouvement, venant du volant par le boîtier du direction, vers la roue directrice par liaison directe ou il est monté séré dans le moyeu par deux roulement. Le second transfert du mouvement est assuré par une liaison indirecte via une bielle et deux leviers de connexion, vers la deuxième roue.

#### 3<sup>eme</sup> modification :

De même pour le système installé à gauche, la fusée est fraisée pour recevoir les deux faces d'appui de l'essieu, supérieur et inférieur, puis percée pour centraliser l'axe pivot entre l'essieu et la fusée, et pour finir. La modification intervient dans l'usinage des deux trous conique pour les liaisons au levier de direction et le levier de connexion.

Le plan (8) indique tous les détails de la fusée et le plan (9) montre l'assemblage fusée-levier de direction qu'on peut voir sur la figure III.4

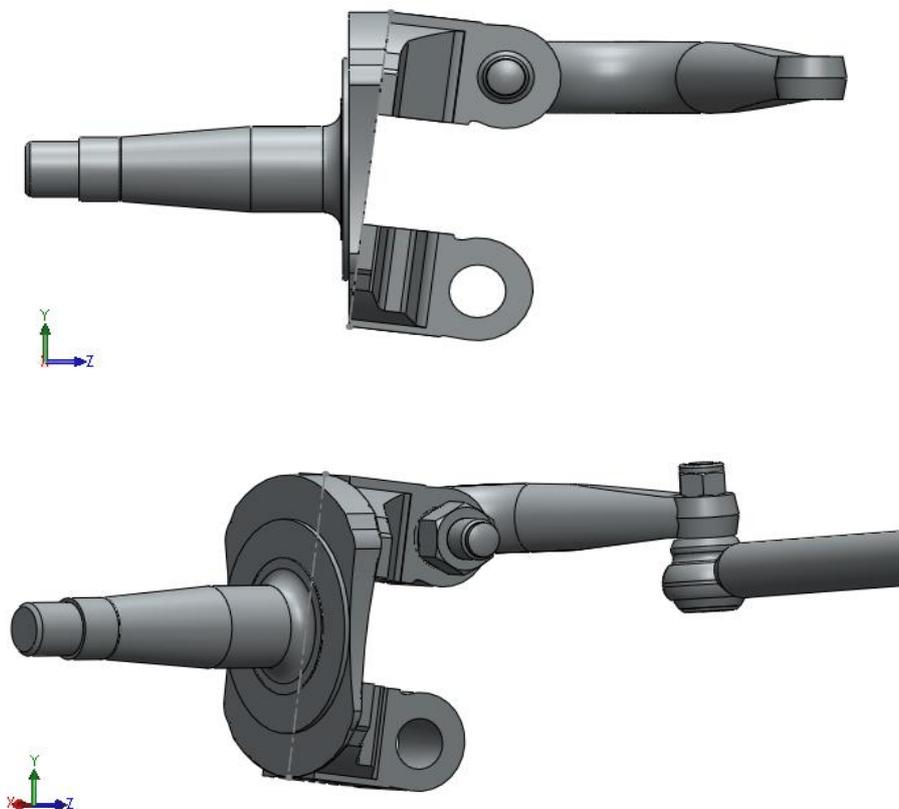


Figure III.4 : Assemblage fusée-levier-bielle de direction

### III.5. Liaison fusée droite a la fusée gauche

C'est l'autre liaison complexe dans ce système, à savoir, le transfert et le changement d'angle du pivotement (angles du braquage) entre la fusée-droite et la fusée-gauche en suivant le calcul par les formules 2 et 3 dans le chapitre 2. Pour cette liaison, rien n'a été modifié sauf qu'on élimine l'opération d'usinage (perçage) du trou conique qui reçoit le levier de direction.

Un aperçu de l'ensemble conçu sur SOLIDWORKS apparaît sur les figures III. (6.7)

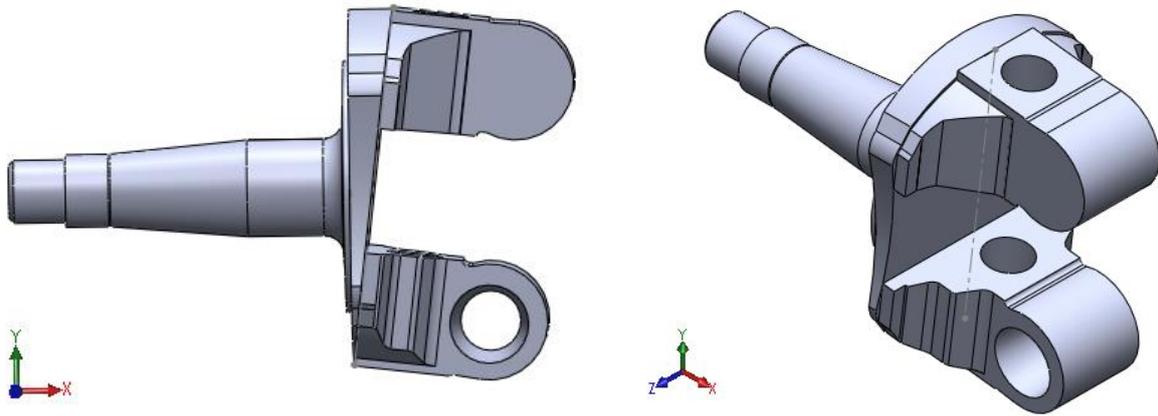


Figure III.5 : Fusée gauche usinée

Pour plus du détail, consultons les plans (8) et (12).

Les figures III.6 et III.7, nous donnent un aperçu général des deux fusées, assemblées, liées aux autres organes du système de la direction à droite du véhicule

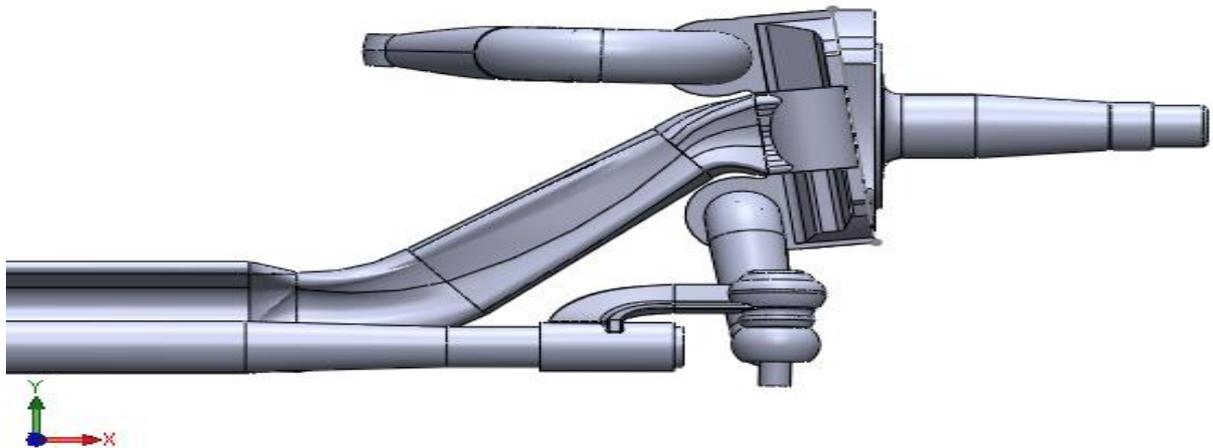


Figure III.6 : Ensemble fusée droite.

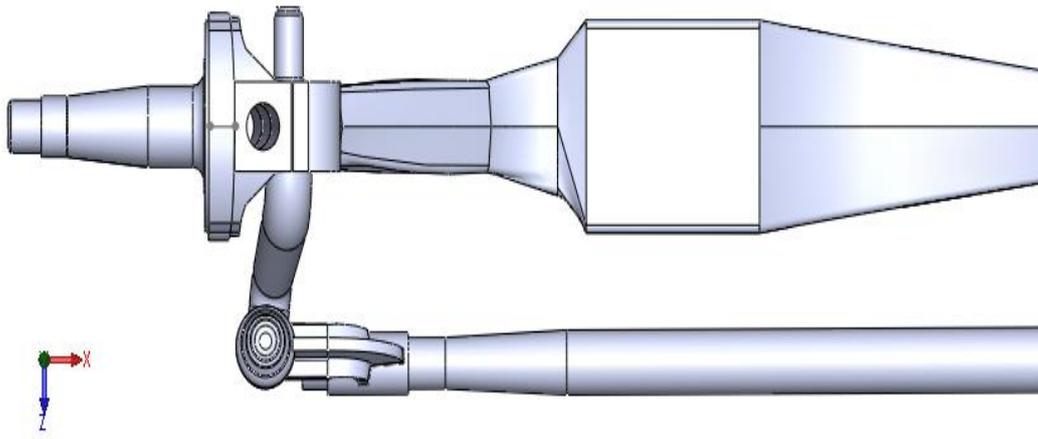


Figure III.7 : Ensemble fusée gauche.

### III.6. Assemblage complet

Après que les modifications sont apportées aux différents organes du système, il vient l'assemblage de l'ensemble par une chaîne de montage logique, ce qu'on peut voir sur la figure qui suit et le plan (14)

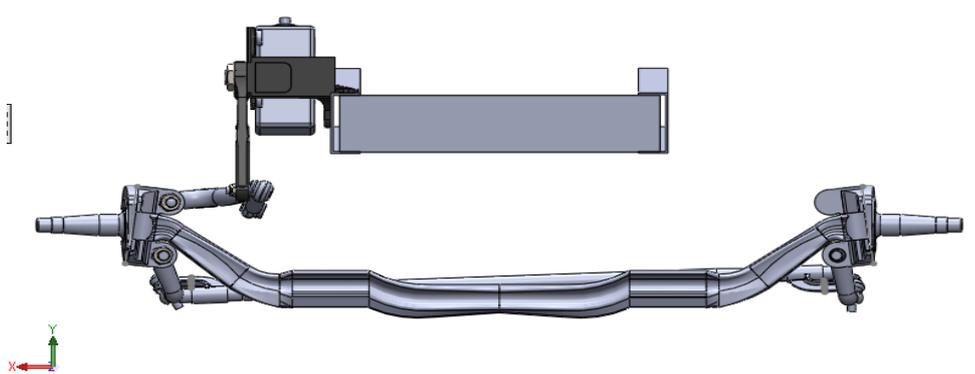


Figure (a) : vue de face

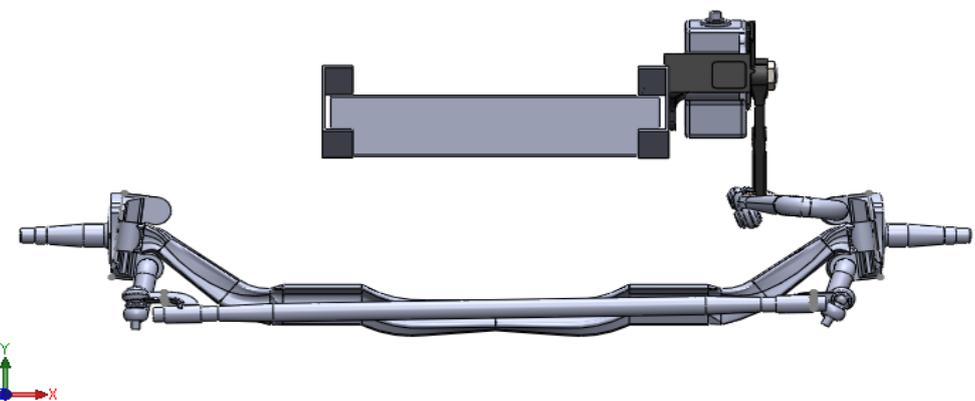


Figure (b) : vue de derrière

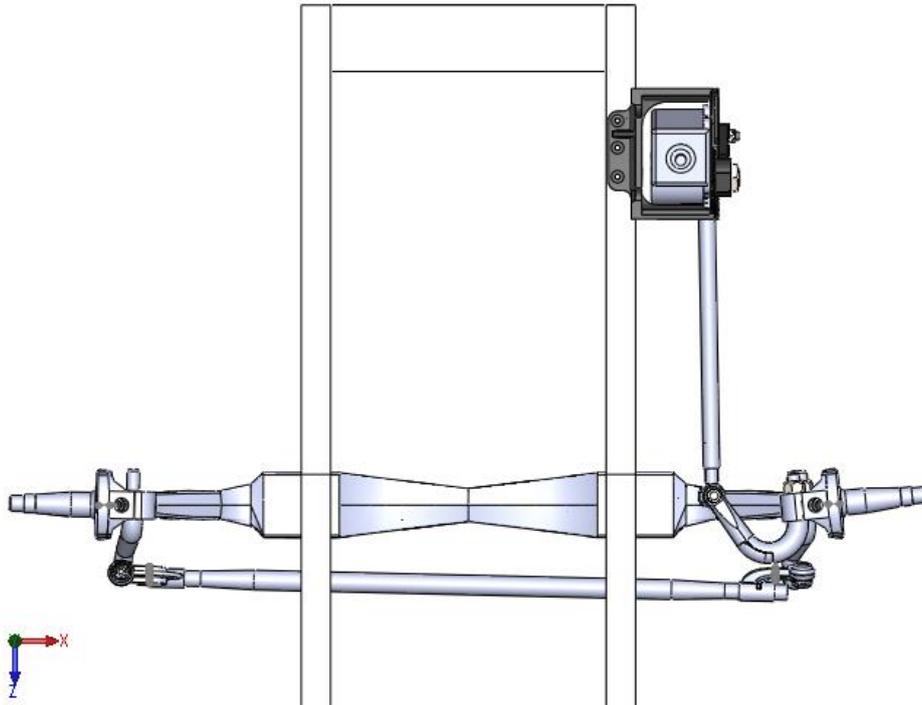


Figure (c) : vue de dessus

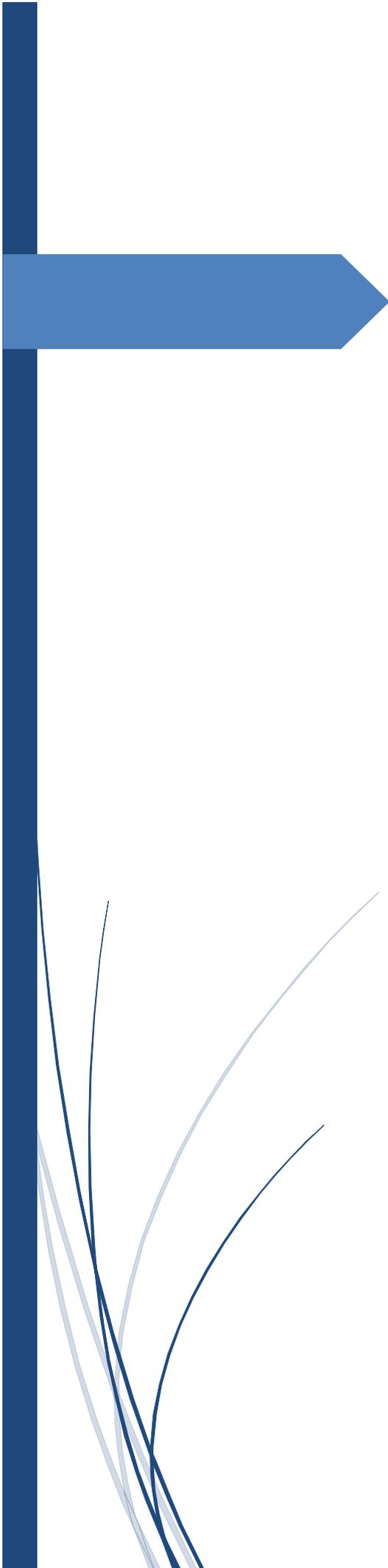
**Figure III.8 : Système complet assemblé (a, b, c)**

Plan (14) représente les différentes pièces de l'assemblage et leurs nomenclatures

### III.7. Conclusion

La nouvelle conception et le calcul de vérification de l'assemblage boulonné, répondent aux objectifs souhaités à savoir l'installation des organes de la direction à droite du véhicule.

Cependant, des tests doivent être menés pour confirmer ce résultat.



# Conclusion générale

## **Conclusion général**

En somme, dans ce travail, nous avons proposé une solution pour adapter l'installation du système de direction à droite du véhicule (K120) pour une conduite à gauche. En effet, le système conçu s'insère dans l'espace toléré du véhicule, en respectant les distances et les géométries. De plus, les modifications apportées à l'ancien système ont été minimisées et réduites au maximum afin de satisfaire les contraintes économiques.

Ce sujet, est en premier, une rencontre avec le domaine automobile, ce qui nous a donné accès à de nouvelles techniques d'ingénierie et a élargi notre formation, poussant les portes du professionnel en fréquentant les ingénieurs et les ateliers de l'entreprise SNVI. Ce travail nous a permis de mettre en valeur nos connaissances théoriques et les utilisées selon des réflexions logiques et tolérées, en conception, ayant conçu toutes les pièces du système et modifier certaines selon le besoin. L'approche du véhicule par le comportement de ses roues directrices, en étudiant la variation des angles, intérieur et extérieur, des roues au virage, et son centre instantané de rotation, à approfondi nos connaissances de ce types de système mécanique. L'utilisation du logiciel SOLIDWORKS été d'un apport considérable que ce soit d'un point de vue personnel ou dans la conduite du projet.

Par ailleurs, un vaste travail mériterait d'être mené à grande échèle en réalisant et expérimentant le produit dans des conditions réelles, afin que ce projet aboutisse.



# Références bibliographique



## ○ **Références bibliographique**

[1] JEAN – PIERRE BROUSSARD ; Dynamique du véhicule : Modalisation des systèmes complexe ; Presses polytechniques et universitaires ; ROMANDES ; 2004.

[2] CRISTIAN VIGNOL ; La curieuse et amusante histoire de l'automobile : 2016.

[3] ANDRE CHEVALIER ; Le chevalier ; Guide du dessinateur industriel ; HACHETTE.

[4] HUBERT MEMENTEAU ; Technologie fonctionnelle de l'automobile ; Tome2 ; Transmission, train roulant, La direction ; DUNOD.

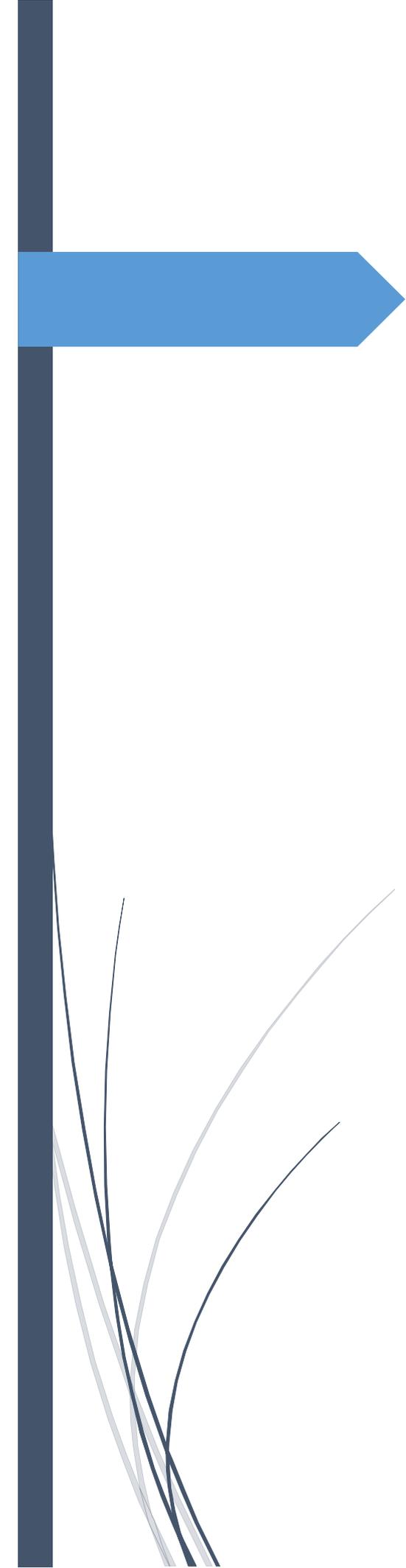
[5] YONDE XIONG ; Formulaire de mécanique ; Pièces de constructions ; EYROLLES ; 2001.

[6] G.BAL-FONTAINE ; Fonte pour pièces de véhicule ; Norme : 02.21.4001/F

[7] Plan SNVI ; Bureau d'étude.

[8] Documentation SNVI ; Bureau d'étude.

[9] Documentation SNVI.



# Annexe