

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté du génie de la construction

Département de génie mécanique



MÉMOIRE

DE FIN D'ÉTUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
MASTER *professionnel* EN GENIE MECANIQUE

OPTION: Fabrication mécanique et productive

Thème
Thème

ETUDE DE PHENOMENE DE CISAILLEMENT DES VIS DE
FIXATION
DES CHAPEAUX DE PALIER SUR LE PONT P1021X

Proposé et dirigé par :
M^r: ZIANI HOCINE

Etudié par :
M^r: DAHMANI AMAR

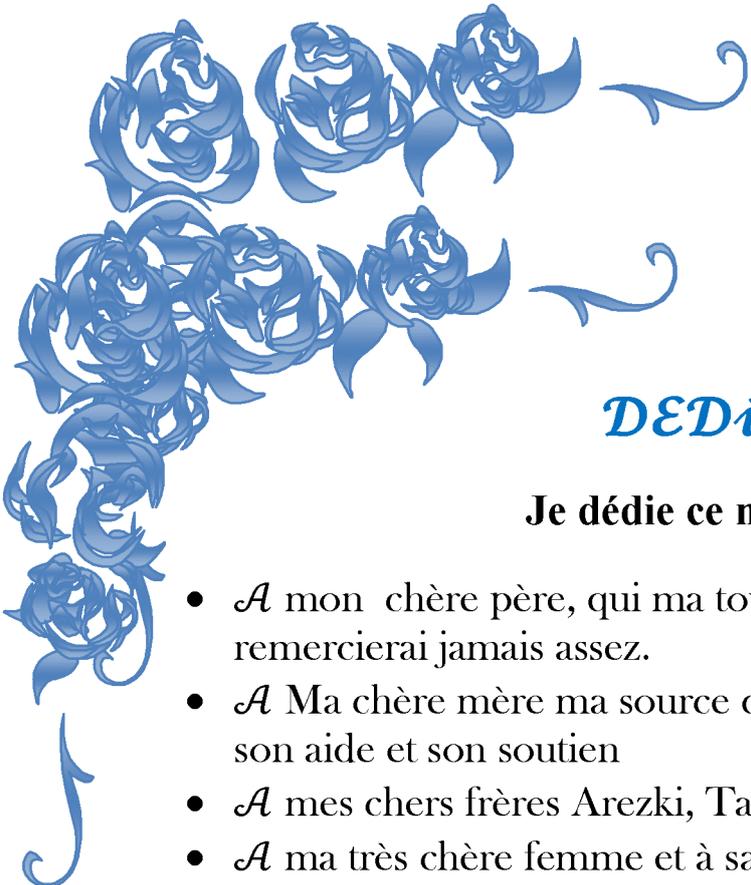
M^r: SAADI MERZOUK

PROMOTION: 2013/2014

Remerciements

Nous tenons à remercier tout premièrement Dieu le tout puissant pour nous avoir donné la volonté, la santé et la patience.

Nous tenons à adresser nos vifs remerciements à Mr. ZIANI HOCINE, professeur au département de génie mécanique, qui nous a proposé ce sujet, nous a orienté le long de la réalisation de ce mémoire, nous a prodigué les précieux conseils qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude. Nous tenons également à remercier vivement toute personne qui nous a aidés à élaborer et à réaliser ce mémoire, ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à accomplir ce travail. Nos remerciements vont aussi à tous les enseignants du département de génie mécanique qui ont contribué à notre formation, nos sincères remerciements s'adressent à tous les membres du jury qui ont accepté de juger notre travail.

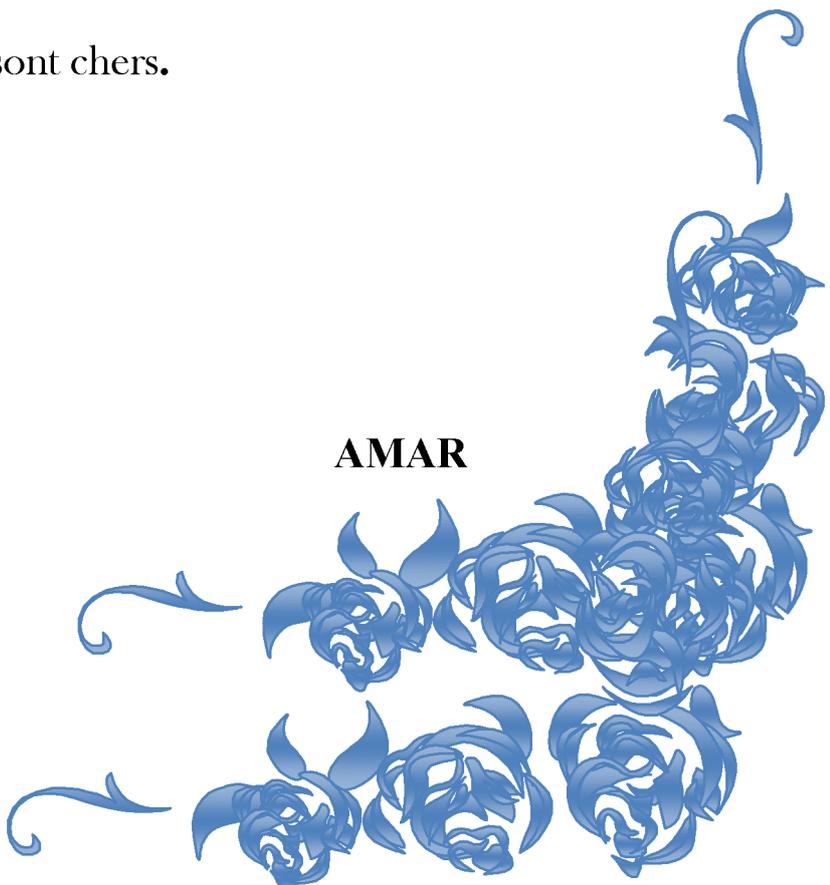


DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

- *A* mon chère père, qui ma toujours soutenu et encouragé, je ne le remercierai jamais assez.
- *A* Ma chère mère ma source d'encouragement et de réussite ; pour son aide et son soutien
- *A* mes chers frères Arezki, Tahar et Jugurtha
- *A* ma très chère femme et à sa famille.
- *A* Mes Grands Parents
- *A* mes tantes.
- *A* mes oncles
- *A* mes cousins.
- *A* tous mes chers amis.
- *A* mes amis de la fac en particulier la Promotion 2014.
- Ainsi qu'à tous ceux qui me sont chers.

AMAR





DEDICACES

Je dédie ce modeste :

À...

Mon très cher père

*Ma chère mère ma source d'encouragement et de réussite ; pour
son aide et son soutien.*

Mes très chers frères

Mes très chères ; sœurs et leurs maries

Ma chère femme et sa famille

*Toute la famille SAADI, ainsi que tous mes proches et tous mes
amis(es).*

Toute la promotion 2014

.

MERZOUK



Chapitre I

Symbole	Désignation
SNVI	Société National des Véhicules Industriels
SONACOME	La SOCIETE NATIONALE de CONSTRUCTION MECANIQUE
DVI	Division des Véhicules Industriels
DFR	Division de la Fonderie Rouïba
DCR	Division de la Carrosserie Rouïba
DLS	Division Logistique et Service
UER	Unité Etude et Recherche
DFR	Direction Formation Rouïba
D.R.H	Direction des sources humaines
D.F.B	Direction des fabrications
D.M.I	Direction de maintenance industrielle
D.A.F	Direction administrative et financière
D.M.G	Direction des moyens généraux
D.A.A	Direction des achats et approvisionnements
D.T.C	Direction technique

Chapitre II

Symbole	Désignation
P1021X12x41	Pont, 10 :10 tonne, 2 : mécanique ,1 : réducteur X : option, 12 : pinion d'attaque ,41 : la couronne.
R I 6 A	Roue Indépendante à 6 tonne Avant
100L6	100 Places et 6cylindre en ligne.
100V8	100 Places et 8 cylindres en moulant.

Chapitre III

Symbole	Désignation
Cr	Crome
Mo	Molybdène
C	Carbonne
Mn	Magnésium
Si	Silicium

Chapitre IV

Symbole	Désignation
γ_{mb}	Résistance des boulons au cisaillement =1.25
γ_{mb}	Résistance des boulons a la traction =1.50
F_v	Résistance des boulons au cisaillement par plan de cisaillement
A_s	Aire de la section du boulon
F_b	Résistances à la pression diamétrale des pièces assemblées
T	épaisseur des pièces
F_t	Assemblages sollicités à la traction
d	Diamètre nominale du boulon
F_{yb}	Contrainte limite d'élasticité
F_{ub}	Contrainte limite de rupture
HR	Haute résistance
μ	Le coefficient de frottement
F_p	l'effort de précontrainte axiale
F_s	Résistance au glissement

m	nombre d'interface de frottement
K_s	coefficient fonction de la dimension des trous de perçage
γ_{ms}	coefficient partiel de sécurité

Chapitre V

Symbole	désignation
C	couple maxi
N	nombre de boulon
R	Rayon

Chapitre VI

Symbole	désignation
CAO	Conception assisté par ordinateur
D	Démentions.

Sommaire

Dédicaces.....	I
Remerciement	II
Nomenclature.....	III
Résumé.....	VII
Sommaire.....	VIII
Liste des figures.....	XIII
Liste de tableaux.....	XVI
Introduction générale.....	1
Chapitre I: Présentation de l'entreprise et problématique.	
I.1 Introduction	2
I.2 Historique.....	2
I.2.1 Berliet Algérie.....	2
I.2.2 SONACOM.....	2
I.2.3 La SNVI	3
I.3 Présentation de la D.V.1.....	4
I.4 Structures Fonctionnelles	4
I.5 Organigramme du complexe des véhicules industriels	5

I.6 Gammes de production de la SNVI	6
I.7 La problématique.....	6
 Chapitre II: Présentation de l'autobus 100L6 et ses caractéristiques	
II.1 Description du Bus 100L6	7
II.2 Fiche descriptive.....	9
II.3 Fiche descriptive du autobus 100 places et usa.....	13
II.4 La géométrie de l'ossature d'autobus 100L6	18
II.4.1 La face latérale gauche	18
II.4.2 La face latérale droite	19
II.5 LES ENSEMBLES.....	20
II.5.1 Dessin de définition de la partie arrière du bus 100L 6.....	20
II.5.2 Ensemble de pont : P 1 0 2 1 X 12 x41.....	21
II.5.2.1 Ensemble moyeux Tambour	22
II.5.2.2 Ensemble réducteur.....	24
II.5.2.3 Ensemble tête de PONT.....	26
 Chapitre III :Présentation de la vis et ses caractéristiques	
III.1 Dessin de définition de la vis M 20×1.50 classe 10-9	27

III.2. Gamme d'usinage.....	30
III.2.1 Inventaire des surfaces	31
III.2.2 Contraintes dimensionnelles	31
III.2.3 Contraintes technologique	32
III.2.4 Tableau des opérations élémentaire.....	32
III.2.5 Regroupement des surfaces	32
III.2.6 Tableaux des contrats de phases	33
III.3 La matière de la vis.....	37
III.3.1 Désignation	37
III.3.2 Traitement thermique de la vis.....	37
III.3.3 La composition chimique en (%).....	37
III.4 La dureté	37
III.5 La charge qui peut subir.....	37

Chapitre IV: **Généralité sur les Boulons précontraints et non précontraints**

IV.1 Généralité sur les Boulons précontraints et non précontraints	38
IV.1.1 Boulons ordinaires	38
IV.1.1.1 Coefficients partiels de sécurité.....	38
IV.1.1.2 Assemblages Sollicités Au Cisaillement.....	38

IV.1.1.3 Assemblages sollicités à la traction	38
IV.1.1.4 Assemblages sollicités simultanément au cisaillement et à la traction	39
IV.1.1.5 la valeur de la section résistante A_s des boulons à la traction.....	39
IV.1.1.6 Caractérisation mécanique des boulons selon leur classe d'acier	39
IV.2 Dimensionnement des boulons précontraints.....	40
IV.2.1 Principe.....	40
IV.2.2 Précaution constructive	40
IV.2.3 Caractéristiques mécanique des boulons.....	41
IV.2.4 Assemblages résistant au classement.....	42
IV.2.5 Assemblages sollicités simultanément au cisaillement et à la traction.....	43

Chapitre V:Calculs des efforts agissent sur la vis de fixation

V.1 : Dimensionnement des boulons.....	44
V.2 : Calcule de l'effort de précontraint.....	44
V.3 : calculon f_v	45
V.3.1 : calcul le rayon	46
V.4 : Calcul F_t	47
V.5 : calcul de la résistance au glissement.....	47

Chapitre VI:Simulation de l'effort appliqué sur la vis HR

VI.1 : Présentation du logiciel CAO Solid works	48
VI.2 : Fonctionnement du logiciel CAO Solid works	48
VI.3 : Interface utilisateur de solidworks.....	49
VI.4 : Le module Simulation de Solid Works.....	50
VI.4 .1 : A propos de Solid Works Simulation.....	50
VI.4 .2: Calculs.....	50
VI.4 .3 : 1 Le module Simulation.....	51
VI.5 : Simulation de vise HR.....	59
VI.5.1 : Informations sur le modèle.....	60
VI.5.2 : Propriétés du matériau.....	61
VI.5.3 : Actions extérieures.....	61
VI.5.4 : Informations sur le maillage.....	62
VI.5.4.1 : Informations sur le maillage – Détails.....	62
VI5.4.5 : Résultats de l'étude.....	63
Références bibliographique.....	65

Chapitre I

Figure. I.1 : Organigramme de la division des véhicules industriels.....	5
---	---

Chapitre II

Figure. II.1 Face gauche et avant du bus	7
Figure II.2 : Face de droite de dessous et arrière du bus.....	7
Figure II.3 : Structure autoportante d'autobus 100L6.....	18
Figure II.4 : La face latérale gauche.....	18
Figure II.5 : La face latérale droite.....	19
Figure II.6 :L'ossature pavillon.....	19
Figure II.7 : La partie arrière du bus 100L 6.....	20
Figure II.8 : Transmission.....	21
Figure II .9 Pont 10021X 12 x 41.....	22
Figure II .10 Moyeux Tambour.....	22
Figure II .11 : Ensemble réducteur.....	24
Figure II .12 : Tête de PONT.....	26
Figure II .13 : Pignon d'attaque et la couronne.....	26

Chapitre III

Figure III.1 : Dessin de définition de la vis de fixation	27
Figure III.2 : Vu éclater du support différentiel et éléments le constituant	28
Figure III.3 : Vis de fixation.....	29
Figure III.4 : Numérotation des surfaces d'usinage.....	30

Chapitre IV

Figure IV.1 : Assemblages sollicités simultanément au cisaillement et à la traction.....	43
---	----

Chapitre V

Figure V.1 : Assemblages sollicités simultanément au cisaillement et à la traction.....	45
Figure V.2 : dessin de définition de support différentielle.....	46

Chapitre VI

Figure VI.1 Interface utilisateur de solidworks	49
Figure VI.2 . Rectangle avec un cercle au milieu.....	51
Figure VI.3 Pièce.....	52
Figure VI. 4 Proprety Manager.....	52

Figure VI. 5 Nommer l'étude.....	53
Figure VI. 6 Choix du matériau.....	54
Figure VI. 7 Les déplacements imposés.....	55
Figure VI. 8 Blocage des degrés de liberté.....	55
Figure VI. 9 Les chargements.....	56
Figure VI. 10 Maillage.....	57
Figure VI. 11 Résultat de la distribution des contraintes.....	58
Figure VI.12 : VIS HR classe 10.9.....	59
Figure VI.13 : Efforts appliqués sur la vis HR.....	60
Figure VI.14 : Simulation des contraintes de la vis HR.....	63
Figure VI.15 : Simulation des déplacements de la vis HR.....	64
Figure VI.16 : Simulation de déplacement et déformation de la vis HR.....	65
Figure VI.17 : Simulation du le coefficient de sécurité de la vis HR.....	66

Chapitre I

Tableau. I.1 : Gammes de production de la SNVI (Car et Bus).....6

Chapitre II

Tableau II.1 : Dimension de l'autobus 100L6 en (mm).....8

Tableau II.2 : Poids de l'autobus 100L6 en (kg).....8

Tableau II.3 Tableaux des vitesses.....12

Tableau II.4 : Tableaux du rapport de vitesse.....12

Tableau II.5:Comparaison entre 100L6 et 100V8.....13

Tableau II.6 : Equipement électrique.....16

Tableau II.7 : Tableaux des vitesses en km/h au régime maxi.....17

Tableau II.8 : Tableaux des vitesses en km/h au régime maxi.....17

Tableau II. 9 : La face latérale gauche.....18

Tableau II. 10 : La face latérale droite.....19

Tableau II. 11 : L'ossature de pavillon19

Tableau II. 12 : Ensemble moyeux tambour.....23

Tableau II. 13 : Ensemble réducteur.....25

Chapitre III

Tableau III.1 : Désignation des éléments du Support de différentielle.....29

Tableau III.2 Tableau des opérations élémentaire.....32

Tableau III.3 Tableau de regroupement des surfaces.....32

Chapitre IV

Tableau .IV.1 : la valeur de la section résistante As.....	39
Tableau .IV.2 : les caractéristiques mécaniques des boulons.....	39
Tableau .IV.3 : Caractéristiques mécanique de deux classes de boulon HR.....	41

Chapitre V

Tableau V.1 : Les caractéristiques de la vis.....	44
--	----

Chapitre VI

Tableau VI.1: Propriétés de la vis HR.....	60
Tableau VI.2 : Propriétés du matériau.....	61
Tableau VI.3 : Déplacements imposés.....	61
Tableau VI.4 : Charges appliquées.....	61
Tableau VI.5 : Informations sur le maillage.....	62
Tableau VI.5 : Informations sur le maillage – Détails.....	62

Introduction général

Le secteur du transport constitue aujourd'hui la colonne vertébrale de l'économie moderne, d'ailleurs parmi les caractéristiques les plus importantes des pays développés on trouve la grande mobilité de la marchandise et des personnes.

Pour le besoin du secteur de transport, la SNVI a conçu différents types de véhicules destinés à ce secteur, dont on trouve le Bus 100L6, ce Bus est conçu pour le transport urbain sur des distances moyennes. La conception de l'ossature de ce Bus est formée par un grand nombre d'éléments de petites dimensions réunis par des soudures.

La SNVI envisage de lancé un nouveau produit, qui est le bus 100L6 lui-même avec un moteur de GNC notre travail consiste à faire l'étude des boulons précontraints utilisés pour la fixation de palier sur le pont P1021X 12x41 de l'autobus 100L6. Ce travail est motivé suite au problème du cisaillement fréquents des vis de classe 10. 9.

Ce mémoire est composé de cinq chapitres et d'une Introduction Générale et ainsi qu'une Conclusion Générale, ces chapitres sont les suivants :

Chapitre I : Présentation de autobus 100L6 et ces caractéristiques ;

Chapitre II : Position du problème ;

Chapitre III : Généralités sur les boulons précontraints et non précontraints ;

Chapitre IV : Calcule de la vis HR 10.9;

Chapitre V :. Simulation de l'effort appliqué sur la vis HR a l'aide de logiciel solids Works ;

I.1 introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter la société des véhicules industriels la SNVI ; ses différents types de produits et notamment des véhicules de transport en commun de personnes, puis nous allons faire une description technique de bus 100L6 –dans le quel le problème posé par la SNVI se situe.

I.2 Historique:**I.2.1 Berliet Algérie:**

Le 02 juin 1958, la Société Française "BERLIET" entreprend la construction d'une usine de poids lourds, à 30 Km à l'est d'Alger (Rouïba) sur une superficie de 100 Hectares, dont 5,5 hectares couverts. Le 10 octobre 1958, l'usine a réalisé le premier véhicule BERLIET entièrement monté en Algérie.

En juin 1964, après l'indépendance, le gouvernement Algérien par l'intermédiaire de la caisse de développement, a pris une participation de 40% dans la société Berliet Algérie.

I.2.2 SONACOME:

La SONACOME est créée par l'ordonnance No 67/ 150 en 1967 dans le but de promouvoir et développer le secteur des industries mécaniques et d'exercer le monopole d'importation des produits mécaniques en Algérie.

Au titre de cette mission, elle lance 2,5 Milliards de Dinars pour l'édification du complexe industriel intégré dont celui des véhicules.

La politique adoptée par la SONACOME pour la mise en place de cet appareil de production est fondée sur les options suivantes:

- Création des complexes industriels aux produits à fabriquer.
- Promotion de l'industrie par l'utilisation et le développement de toutes les techniques de traitement de transformation des métaux (fonderie -forgeage -usinage -traitement thermique).
- Formation intensive des personnels, techniciens, ingénieurs, pour cela, la SONACOME à doté chaque complexe d'une usine, une école de formation à haut niveau d'intégration et de démarrage de la production, elle a également créé de divisions de ces produits. [1]

I.2.3 La SNVI :

Société Nationale des Véhicules Industriels dénommée SNVI suite au décret présidentielle N° 81-342 du 12 /12 /1981 et après la restructuration de la SONACOME.

La SNVI dont le siège se situe à Rouïba est composée de six (06) unités de production qui sont:

- DVI : Division Véhicules Industriels.
- DFR: Division Fonderie Rouïba.
- DCR: Division Carrosserie Rouïba.
- DLS: Division Logistique et Service.
- UER: Unité Etude et Recherche.
- DFR: Direction Formation Rouïba.

L'UER a pour mission de:

- Développer la gamme actuelle produit par le complexe véhicules industriels.
- Améliorer la qualité et la fiabilité de ce produit.
- Réduire les coûts de la participation.
- Mener des actions pour diversifier leurs sources d'approvisionnement.
- Mener des actions pour consolider les sous-traitants nationaux.[1]

Son domaine d'activité concerne :

- Les châssis.
- La chaîne cinématique.
- La cabine.
- Les équipements.
- Les carrosseries autobus et autocars.

Afin de concrétiser ces objectifs, l'U.E.R mène les opérations suivantes :

- Calculs des systèmes.
- Etude de conception des nouveaux produits.
- Homologation.
- Fabrication et essais prototype.
- Mise en place des produits nouveaux par traitement de nomenclature.
- Standardisation et normalisation.
- Elaboration et exécution du plan produit. [1]

I.3 Présentation de la D.V.I :

La division Véhicule Industriel (D.V.I) est située dans la zone industrielle de Rouiba à 30 KM à l'est de la capitale avec une superficie de 100 hectares dont 177125 m² couverts, il comprend les bâtiments suivants avec leurs superficies :

- Mécanique :40625 m²
- Tôlerie emboutissage:32000 m²
- Montage camion:32000 m²
- Montage autobus:2700 m²
- Services généraux:7500 m²
- Polyester:9000 m²
- Administration :1 6000 m²
- Réception control :7500 m² [1]

I.4 Structures Fonctionnelles:

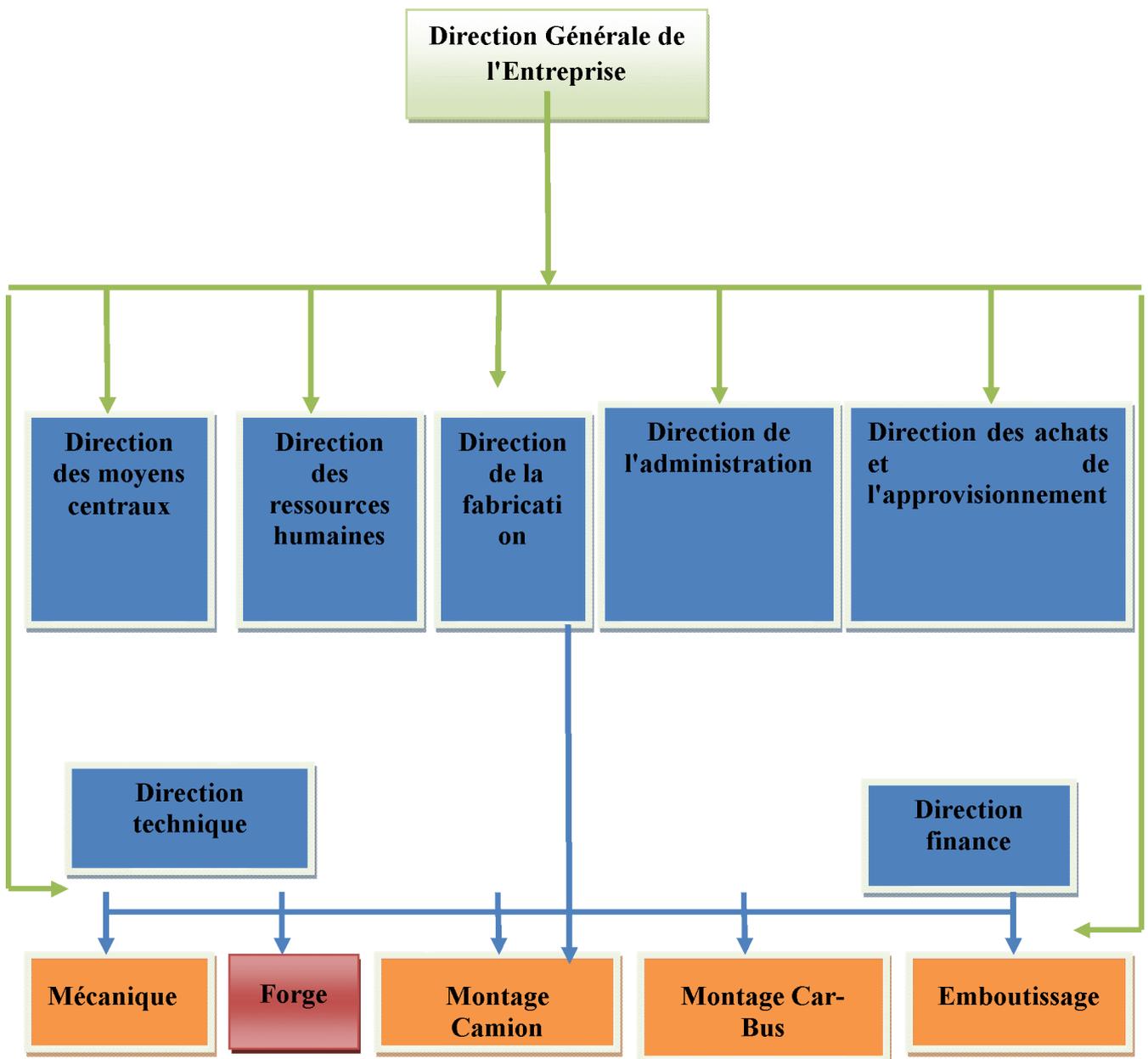
La D.V.I est structurée en sept (07) directions:

- Direction des sources humaines. D.R.H
- Direction des fabrications. D.F.B
- Direction de maintenance industrielle. D.M.I

- Direction administrative et financière. D.A.F
- Direction des moyens généraux. D.M.G
- Direction des achats et approvisionnements. D.A.A
- Direction technique. D.T.C. [1]

I.5 Organigramme du complexe des véhicules industriels :

I.1: Organigramme de la division des véhicules industriels



I.6 Gammes de production de la SNVI :

Tableau. I.1 : Gammes de production de la SNVI (Car et Bus)

Catégories	Gammes	Désignation	Type de véhicule
Car et Bus	Autocars	49L6	Autocar
	Autobus	100V8	Autobus
	Minicars	25L4	Minicar châssis mécanisé
	Minicars	18L4	Minicar châssis mécanisé
	Minibus	38L6	Minicar interurbain
	Minibus	70L6	Minibus urbain

Tableau. I.2 : Gammes de production de la SNVI (Camions et véhicules Spéciaux)

Catégories	Gammes	Désignation	Type de véhicule
Camins	Basse	K66	porteur 4 X 2
		cabine type k	porteur 4 X 2
		K120	porteur 4 X 2
		cabine type k	porteur 4 X 2
	Haute	B260 Cabine basculante	porteur tracteur 4 X 2
		C260	porteur tracteur 4 X 4
		C260	porteur tracteur 6 X 4
		T350 Camion	porteur 4 X 2
		B350	porteur 6 X 4
		Tracteur	tracteur 6 X 4
véhicules spéciaux	Militaire	M120	porteur tracteur 4 X 4
		Militaire	porteur tracteur 4 X 4
		M230 Militaire	porteur tracteur 6 X 6

❖ Introduction :

Le secteur du transport constitue aujourd'hui la colonne vertébrale de l'économie moderne, d'ailleurs parmi les caractéristiques les plus importantes des pays développés on trouve la grande mobilité de la marchandise et des personnes.

Pour le besoin du secteur de transport, la SNVI a conçu différents gamme de véhicules destinés à ce secteur, dont on trouve le Bus 100L6, ce Bus est conçu pour le transport urbain sur des distances moyennes

II.1 Description du Bus 100L6 :

- ❖ 100 PLACES : - places assises : 26 -Places debout : 74
- ❖ L6 : 6 cylindres en lignes

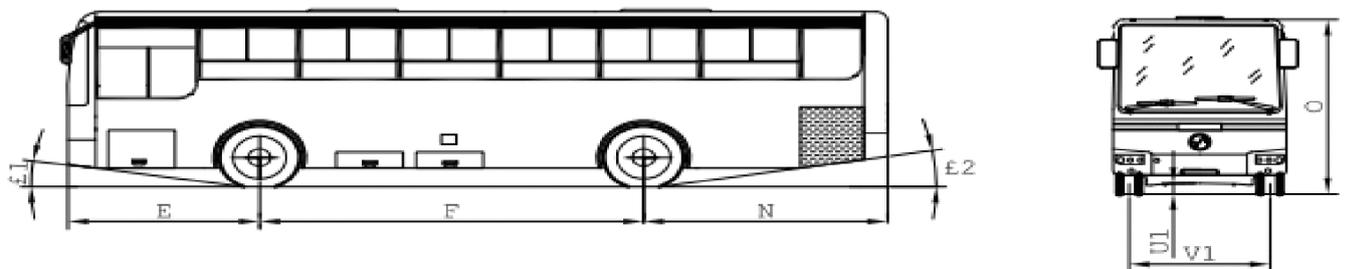


Figure II.1 : Face gauche et avant du bus

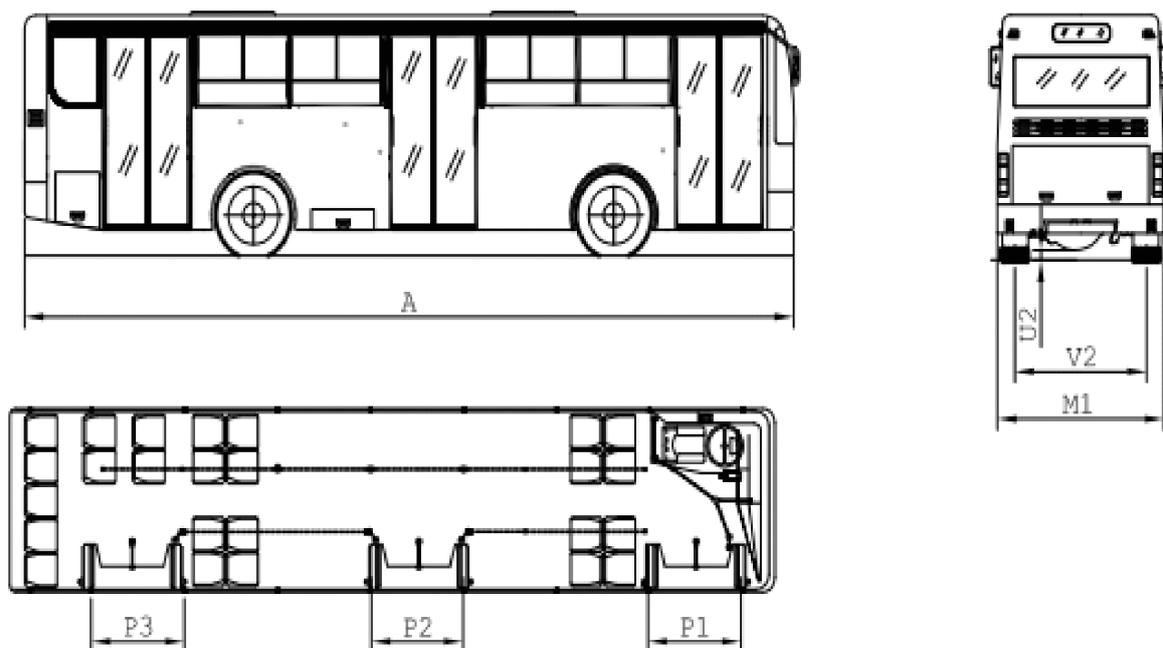


Figure II.2 : Face de droite de dessous et arrière du bus [1]

Tableau II.1 : Dimension de l'autobus 100L6 en (mm)

DIMENSION (mm)			
Empattement		F	5600
Porte à faux avant		E	2450
Porte à faux arrière		N	3390
Portes	Avant	P1	1330
	Centrale	P2	1330
	Arrière	P3	1250
Longueur hors tout		A	11440
Largeur hors tout		M1	2445
Hauteur à vide		0	2920
Garde au sol	Avant	U1	189
	Arrière	U2	247
Voie	Avant	V1	2063
	Arrière	V2	1888
Angle d'attaque		£1	8°
Angle de fuite		£2	8°

Tableau II.2 : Poids de l'autobus 100L6 en (kg)

POIDS (kg)		
Pois en ordre de marche		8760
Répartition de ce poids sur	Essieu	2460
	Pont	3600
Poids total autorisé en charge (PTAC)		16000
Charge maxi autorisé sur	Essieu	6000
	Pont	10800

II.2 Fiche descriptive 100L6

CARROSSERIE :

Ossature en tubes métalliques soudés électriquement, habillée de l'extérieur par des tôles d'acier étirées et intérieurement par des panneaux .

MOTEUR :

Type :	CUMMINS C300-20
Nbr de cylindres :	6 en ligne
Injection :	Directe
Alésage/course (mm) :	114/135
Cylindrée:	8,3 L
Taux de compression :	16,5/1
Carburant :	Gasoil
Puissance maxi:	296ch (221kW) à 2200 tr/mn
Couple maxi:	1125 Nm à 1400 tr/mn
Aspiration:	turbocompressée
Refroidissement :	à eau
Capacité d'huile :	23,6 L

EMBRAYAGE : sans

BOITE DE VITESSES :

ZF 5 HP 592 à commande automatique

5 rapports AV Synchronisés + 1 m AR.

Rapports extrêmes: 3.43-0.83

Convertisseur 2,2 : 1

PONT ARRIERE :

SNVI P1021X

Couple conique à dentures hypoïdes et réducteurs dans les moyeux.

Couple: 12x41x1/2 (réduction totale : 6.83)

Où

Couple: 10x41x1/2 (réduction totale : 8.2)

ESSIEU :

Type: RI6A à roues indépendantes (tambours).

Où

Type: RI5DH à roues indépendantes (disques)

DIRECTION :

SNVI ZF 8098 à assistance hydraulique intégrée

SIEGES VOYAGEURS :

En polyester avec revêtement en mousse et tissu.

Bâti en tube acier

SIEGE CONDUCTEUR :

Dossier inclinable et assise réglable en hauteur et en longueur.

Revêtement en tissu plastique.

PORTES :

3 portes louvoyant à 2 vantaux, grande glace en deux parties sur chaque vantail, Poignées et rambardes.

Commande électropneumatique des portes avant, centrale et arrière par le conducteur.

BAIES :

Glace de grande* surface en verre sécurit.

Pare-brise panoramique.

SUSPENSION :

AVANT : 2 ressorts hélicoïdaux + 2 amortisseurs télescopiques et 2 coussins d'air.

ARRIERE : 2 ressorts à lames + 2 amortisseurs télescopiques et 4 coussins d'air. Barre de torsion à l'Av et l'AR.

Freinage:

-Frein principal (service) avec ABS:

Frein à pied, à air comprimé agissant sur l'ensemble des roues. Freins à tambours,

ou à disques sur roues AV, avec ABS

Circuits avant et arrière indépendants

- Frein de stationnement :

Indépendant, commandé par robinet et agissant sur les roues AR.

- Frein de parcage :

Dispositif à verrou à blocage mécanique agissant sur les roues AR.

Incorporé dans les cylindres télescopiques doubles de l'essieu AR.

Le serrage des freins AR. est obtenu soit par le frein principal soit par le frein de stationnement.

- Frein de secours :

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

- Ralentisseur Intégré sur boîte.

EQUIPEMENT ELECTRIQUE :

Tension : 24 V

2 accumulateurs de 12 Volts chacun Capacité : 200 AH.

Alternateur de 140 A.

PNEUMATIQUES :

Dimension : 11 R 22,5 tubeless

AV : simples

AR : jumelées

RESERVOIR DE CARBURANT :

Capacité : 1 réservoir 250 L

PERFORMANCES :

Tableaux des vitesses en km/h au régime maxi.

Tableau II.3 Tableaux des vitesses

VITESSES	1ère	2ème	3ème	4ème	5ème
RAPPORT B.V	3.43	2.01	1.42	1.00	0.83
Avec 12x41	19	32	45	64	82
Avec 10x41	16	27	38	53	65

OPTIONS :

BV VOITH DIWA3 D854.3E 3H à commande automatique

4 rapports AV Synchronisés + 1 m AR.

Rapports extrêmes: 5.30-0.70 [1]

Tableau II.4 : Tableaux du rapport de vitesse

VITESSES	1 ^{ère}	2ème	3ème	4ème
RAPPORT B.V	5.30	1.43	1.00	0.70
Avec 12x41	12	43	62	88
Avec 10x41	10	36	52	74

II.3 Fiche Descriptive du autobus 100 places etusa

Version 100L6 Motorisation Cummins

Version 100V8F Motorisation Deutz

MOTORISATION :

Tableau II.5: Comparaison entre 100L6 et 100V8

Véhicule	100L6	100V8F
Type	CUMMINS C300-20	KHDF8L413F
Nombre de cylindres	6 en ligne	8enV
Injection	Directe	Directe
Alésage / Cours (mm)	114/135	125/130
Cylindrée (L)	8,3	12,76
Taux de compression	16,5/1	18/1
Carburant	Gasoil	Gasoil
Puissance maxi	296ch (221 kW) à 2200tr/mn	210 ch (155kw) à 2500tr/mn
Couple maxi	1125 Nm à 1400 tr/mn	73,5 mdaN à 1500 à 1500
Aspiration	turbocompressée	naturelle
Refroidissement	Eau	air
Capacité d'huile (L)	23.6	19

EMBAYAGE :

Sans (boite automatique)

BOITE DE VITESSES :

Véhicule 100 L6 :

ZF 5 HP 592 à commande automatique

5 rapports AV Synchronisés + 1 m AR..

Rapports extrêmes: 3.43-0.83.

Convertisseur 2,2 : 1

Véhicule 100 V8F :

ZF 4 HP 500 à commande automatique.

4 Vitesses AV + 1 m AR.

Rapports extrêmes: 3,43-1,00

Convertisseur 2,2:1

PONT ARRIERE :

- SNVI P1021X

Couple conique à dentures hypoides et réductrices dans les moyeux.

Couple: 12x41x1/2 (réduction totale : 6.83)

ESSIEU :

- RI6A à roues indépendantes (tambours) ou RI6DH à roues indépendantes (disques) pour 100 V8
- RI6DH à roues indépendantes (disques) pour 100 L6

DIRECTION :

- Type : ZF 8098 à assistance hydraulique intégrée

Où

- Type SNVI D80 S2120

Démultiplication totale : 1/26.4 à vis écrou, avec assistance hydraulique

SIEGES VOYAGEURS :

- En polyester avec revêtement mousse et tissu.

Bâti en tube acier (de fourniture HHC-Pilot, ou REVAR)

SIEGE CONDUCTEUR :

- Dossier inclinable et assise réglable.
- Revêtement en tissu.

PORTES :

- 3 portes avant, centrale et arrière, à command électropneumatique.
- Portes louvoyant à 2 vantaux, grande glace en deux parties sur chaque vantail, poignées et rambardes.
- Robinet de commande secours des portes manœuvrables de l'intérieur et de l'extérieur.
- Immobilisation du véhicule lorsque les portes centrale et/ou arrière sont ouvertes par blocage des freins AR.

BAIES :

- Glace de grande surface en verre sécurit (de fourniture HHC et Africaver Newpoli homologué).
- Pare-brise panoramique (de fourniture HHC et Africaver).

SUSPENSION :

- Barre de torsion à l'AV et l'AR.
- AVANT : 2 ressorts hélicoïdaux + 2 amortisseurs télescopiques et 2 coussins d'air.
- ARRIERE : 2 ressorts à lames + 2 amortisseurs télescopiques et 4 coussins d'air.

FREINAGE :

-Frein principal (service) avec ABS:

Frein à pied, à air comprimé agissant sur l'ensemble des roues. Freins à tambours, ou à disques sur roues AV, avec ABS

Circuits avant et arrière indépendants

- Frein de stationnement :

Indépendant, commandé par robinet et agissant sur les roues AR.

- Frein de parcage :

Dispositif à verrou à blocage mécanique agissant sur les roues AR.

Incorporé dans les cylindres télescopiques doubles de l'essieu AR.

Le serrage des freins AR. est obtenu soit par le frein principal soit par le frein de stationnement.

- Frein de secours :

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

- Ralentisseur :

Intégré sur boîte de vitesse.

EQUIPEMENT ELECTRIQUE :

Tableau II.6 : Equipement électrique

Véhicule	100 L6	100 V8F
Batteries	Tension : 24 V	Tension : 24 V
Accumulateurs	2x12 volts Capacité : 200 AH.	2x12 volts Capacité : 160 AH.
Alternateur	140 A	125 A.

PNEUMATIQUES :

- Dimension : 11 R 22,5 tubeless

AV : simples

AR : jumelées

RESERVOIR DE CARBURANT :

- Capacité : 1 réservoir 250 L [1]

PERFORMANCES :

- Tableaux des vitesses en km/h au régime maxi.

✓ 100L6

Tableau II.7 : Tableaux des vitesses en km/h au régime max

Vitesses	1ère	2ème	3ème	4ème	5ème
Rapport B.V.	3.43	2.01	1.42	1.00	0.83
Avec 12x41	19	32	45	64	82

✓ 100V8F

Tableau II.8 : Tableaux des vitesses en km/h au régime maxi

Vitesses	1ère	2ème	3ème	4ème
Rapport B.V.	3.43	2.01	1.42	1.00
Avec 12x41	21	35	50	71

EQUIPEMENTS :

- Prédiposition système billettique électronique (CCS ou EPI)
- Téléphonie mobile (CTI ou TAIT)
- Girouettes frontale et latérale (EPI)

DIVERS :

Lot de bord.

II.4 La géométrie de l'ossature d'autobus 100L6

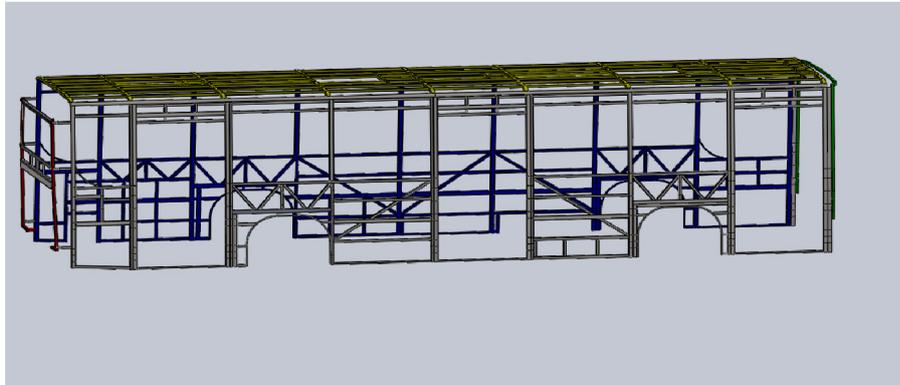


Figure II.3: Structure autoportante d'autobus 100L6

II.4.1 La face latérale gauche

Tableau II. 9 : La face latérale gauche

Longueur	11440mm
Hauteur	2920mm
matériaux	S235

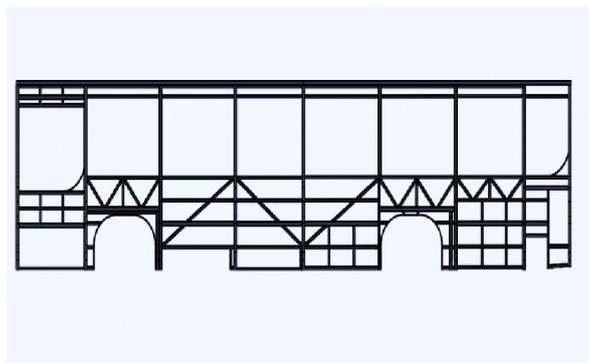


Figure II.4 : La face latérale gauche

II.4.2 La face latérale droite

Tableau II. 10 : La face latérale droite

Hauteur	2920mm
Longueur	11440mm
matériaux	S235

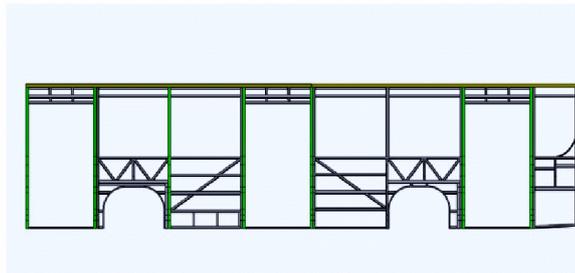


Figure II.5 : La face latérale droite

L'ossature de pavillon

Tableau II. 11 : L'ossature de pavillon

Longueur	10830mm
La largeur	2306mm
matériaux	S235

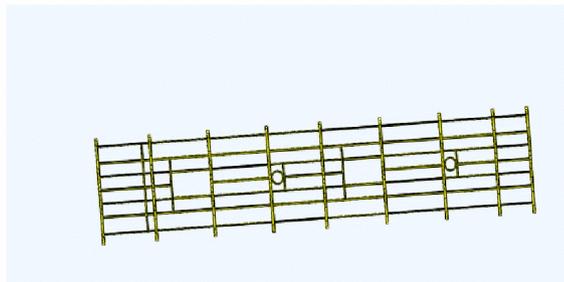


Figure II.6 :L'ossature pavillon

II.5 LES ENSEMBLES

II.5.1 Dessin de définition de la partie arrière du bus 100L 6

La parti arrière du bus est constitué d'un châssis tubulaire sur le qu'elle est fixé le moteur est la boîte à vitesses reliaer au pont avec un arbre de transmission oymak. [1]

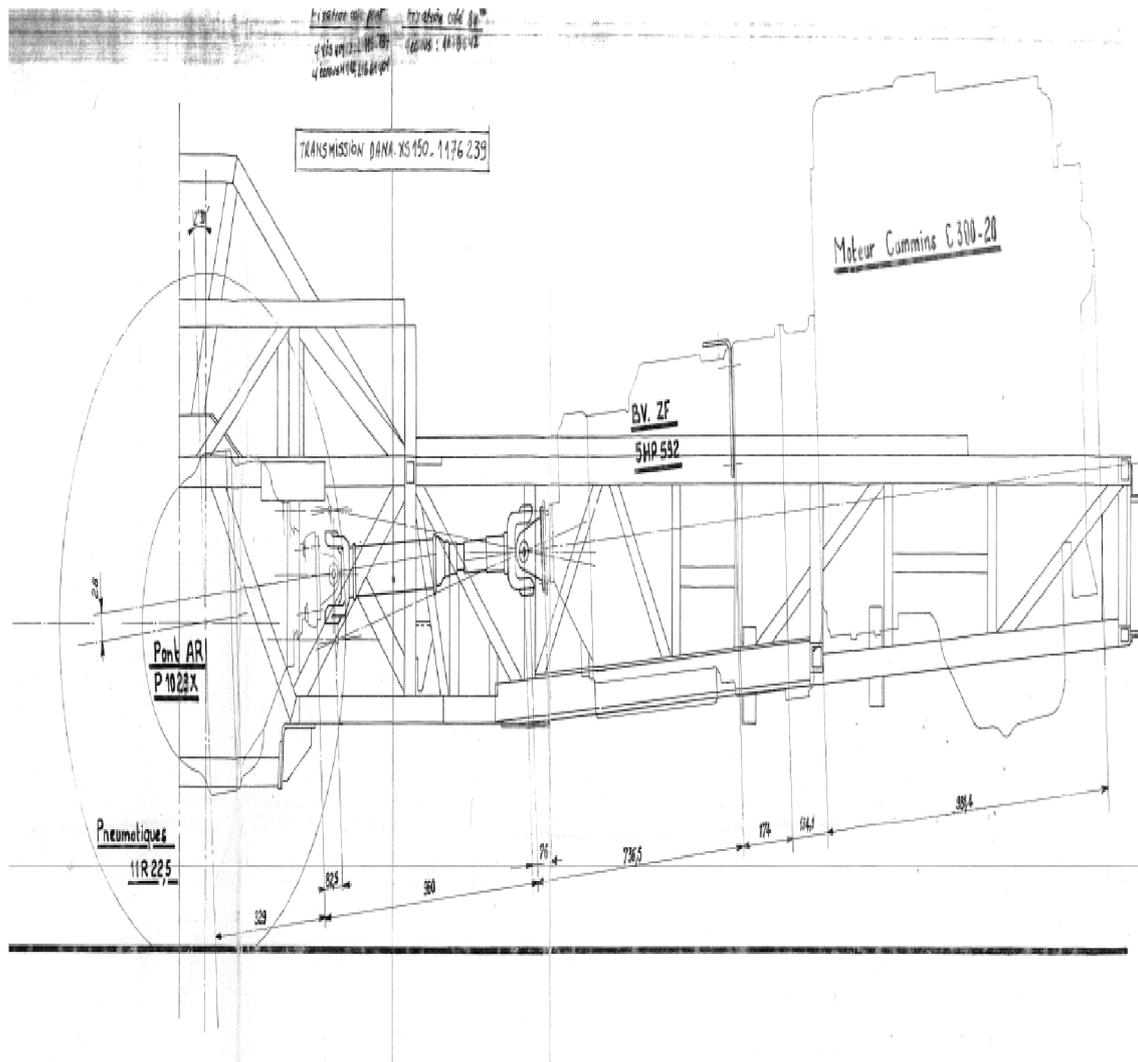


Figure II.7 : La partie arrière du bus 100L 6

- Châssis tubulaire : est un ensemble de tube soudé.
- Moteur et la boîte de vitesses
- Transmission oymak.

Un arbre est un organe mécanique transmettant une puissance sous forme d'un couple et d'un mouvement de rotation. La forme cylindrique de cet organe est à l'origine de son nom.

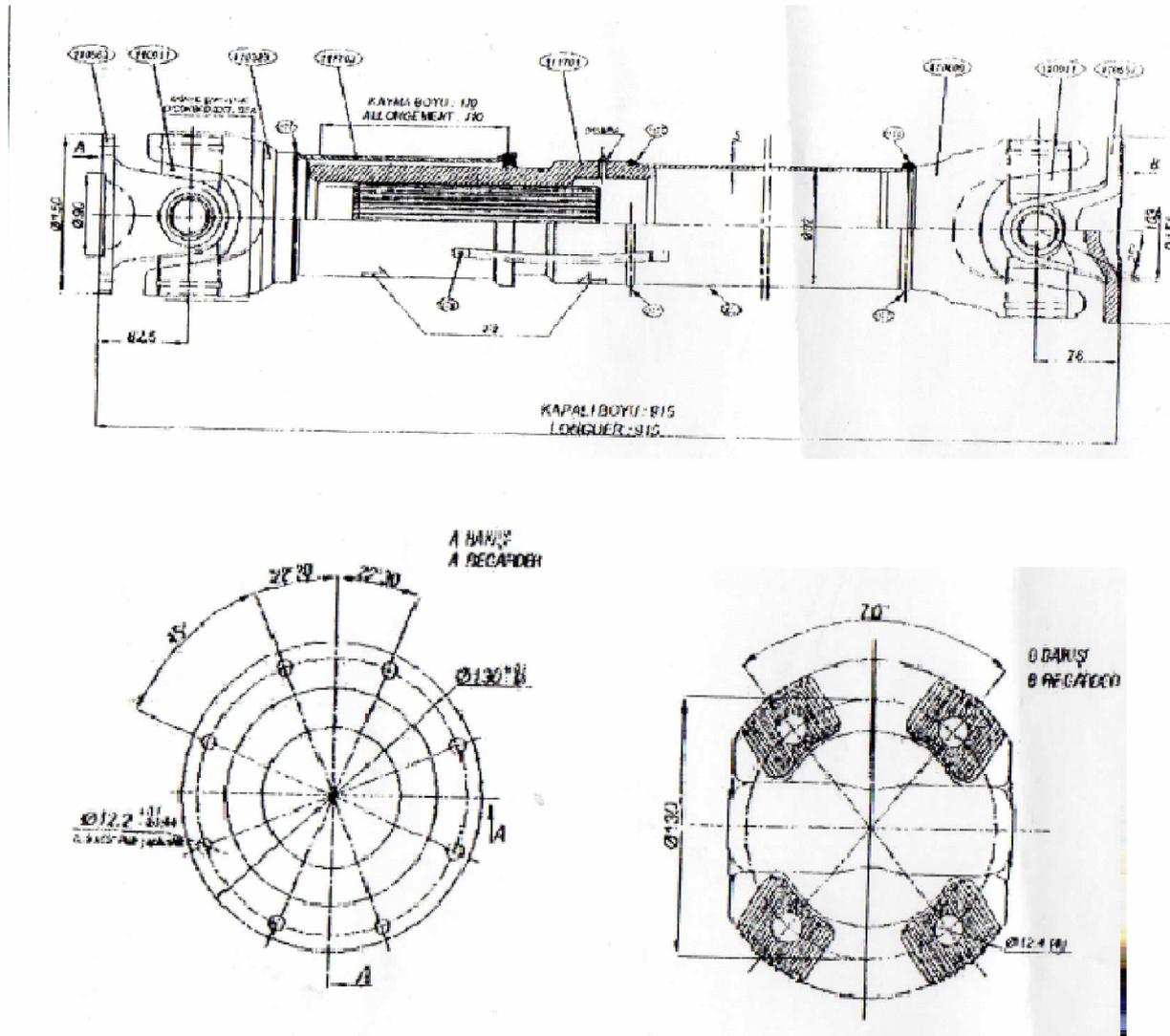


Figure II.8 : Transmission

II.5.2 Ensemble de pont : P 1 0 2 1 X 12 x41

P : pont ; 10 :10 tonne ; 2 : mécanique 2; 1 : réducteur

X : option ; 12 : pinion d'attaque ; 41 : la couronne

_ Il est constitués : de ensemble réducteur, ensemble moyeu Tambour et ensemble tête de pont.

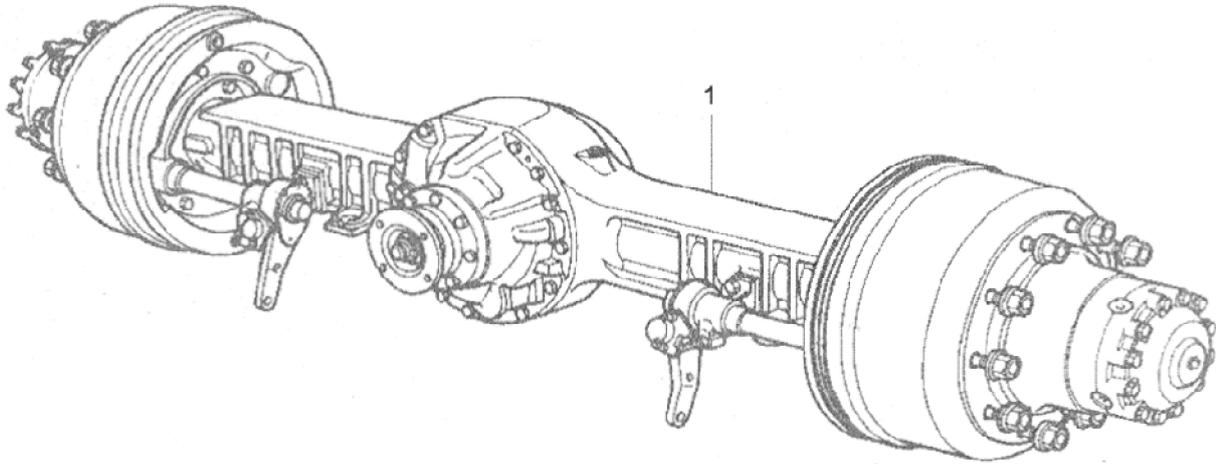


Figure II .9 Pont 10021X 12 x 41

II.5.2.1 Ensemble moyeux Tambour :

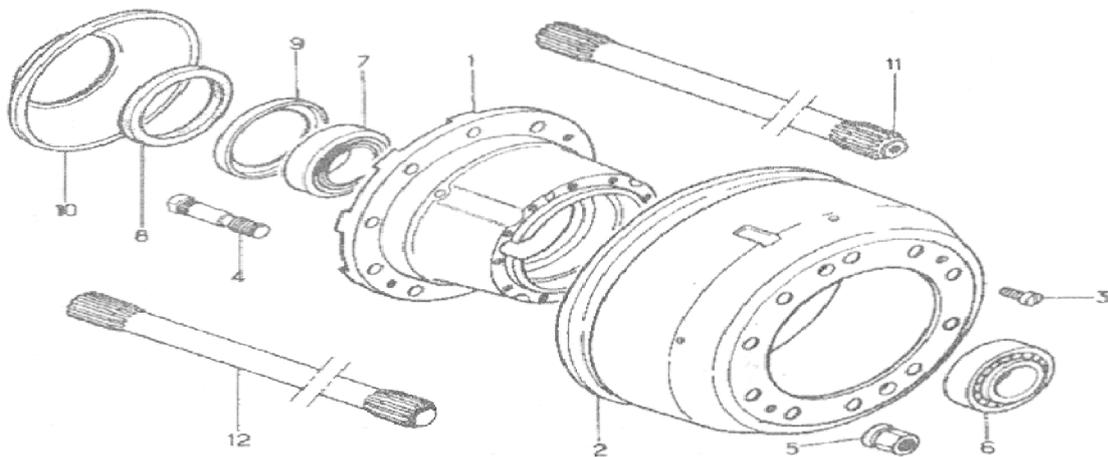


Figure II .10 Moyeux Tambour

Tableau II. 12 : Ensemble moyeux tambour

N° de la pièce	Désignation
1	Moyeu
2	Tambour
3	Vis 12x22
4	Axe de roue m22x150 LG97
5	Ecrou m22x150
6	Roulement 95 ,25x168, 27x41, 27
7	Roulement 95,25x157, 16x36, 51
8	Joint 120x160x15
9	Tôle
10	Tôle
11	Arbre droit
12	Arbre gauche

II.5.2.2 Ensemble réducteur

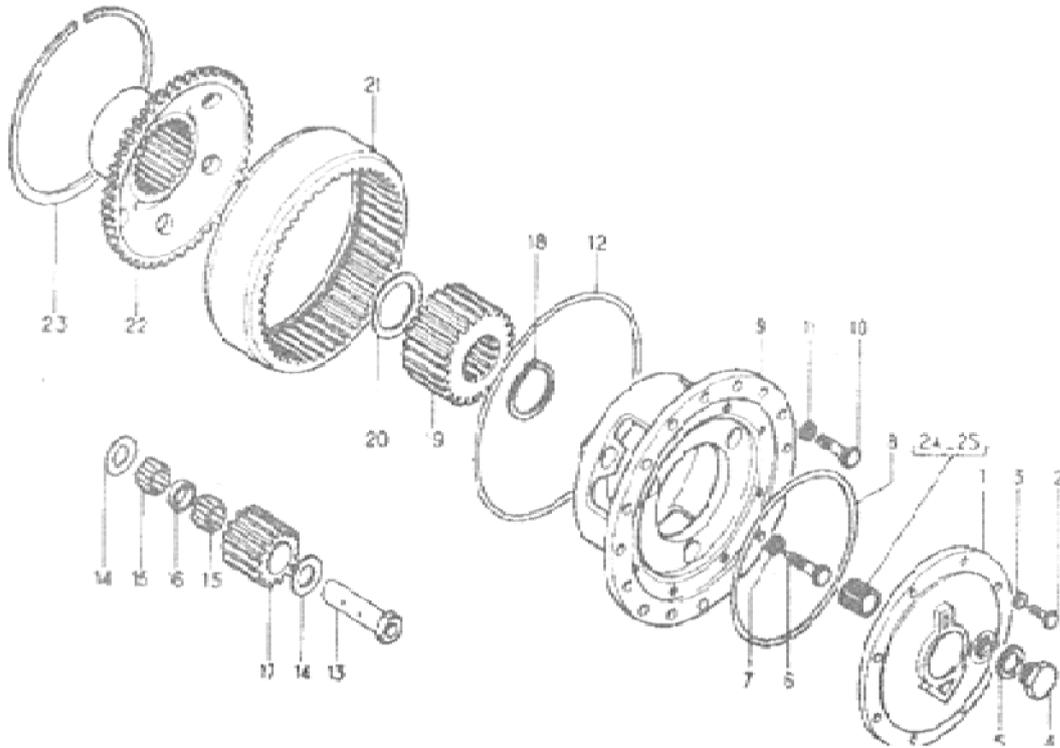


Figure II .11 : Ensemble réducteur

Tableau II. 13 : Ensemble réducteur

N° de la pièce	Désignation
1	Couvercle de moyeu
2	Vis HM 10x25
3	Rondelle w10
4	Bouchon remplissage
5	JOINT
6	Bouchon de vidange

7	Joint $\phi 12 \times 17 \times 1.5$
8	Joint torique 176x182x3
9	Porte satellite
10	Vis
11	Rondelle w12
12	Joint torique
13	Axe
14	Rondelle de butée
15	Cage a aiguilles 25x33x24
16	Entretoise
17	Satellite 15 dents
18	Circlips
19	Planétaire 27 dents
20	Rondelle de butée
21	Couronne
22	Porte couronne
23	Jonc
24	Grain de butée EP 26
25	Grain de butée EP 26

II.5.2.3 Ensemble tête de PONT :

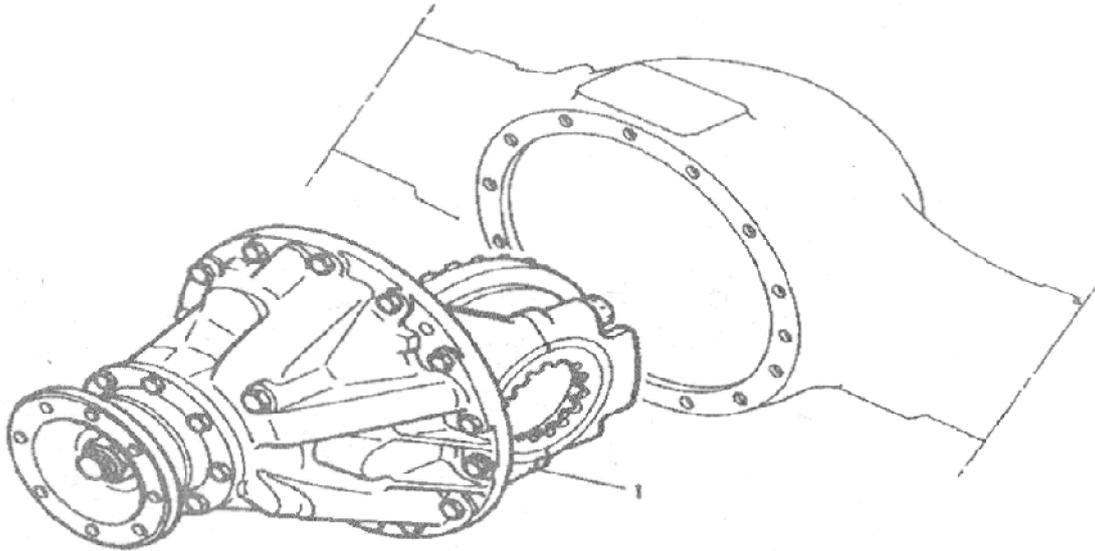


Figure II .12 : Tête de PONT

Il est constitué de l'ensemble pignon d'attaque et de l'ensemble Couronne.

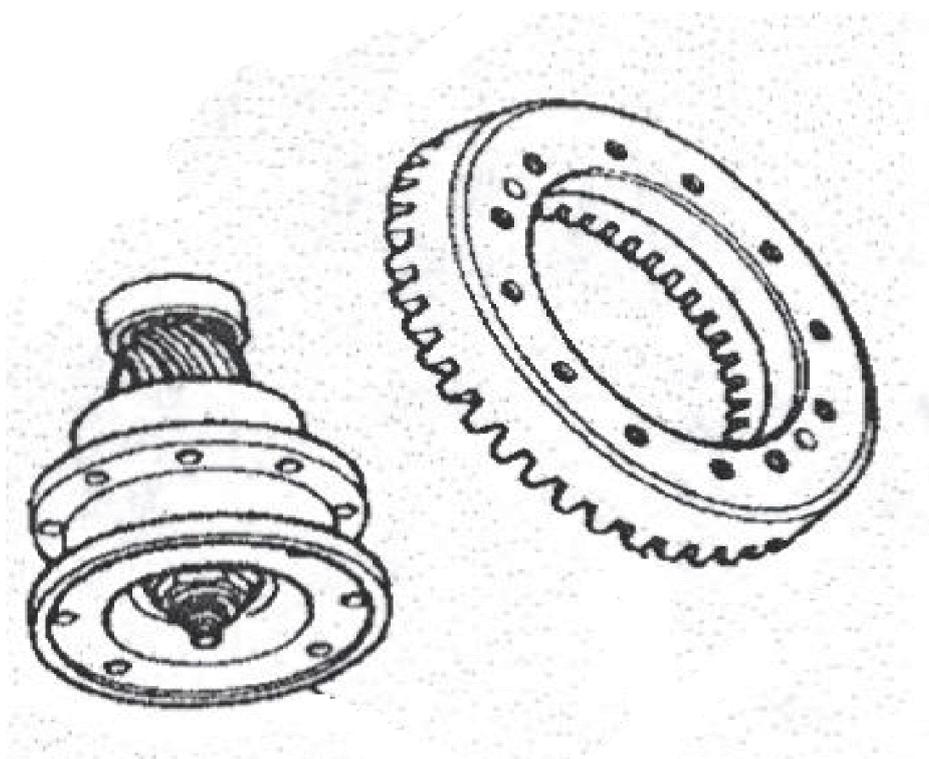


Figure II .13 : Pignon d'attaque et la couronne. [1]

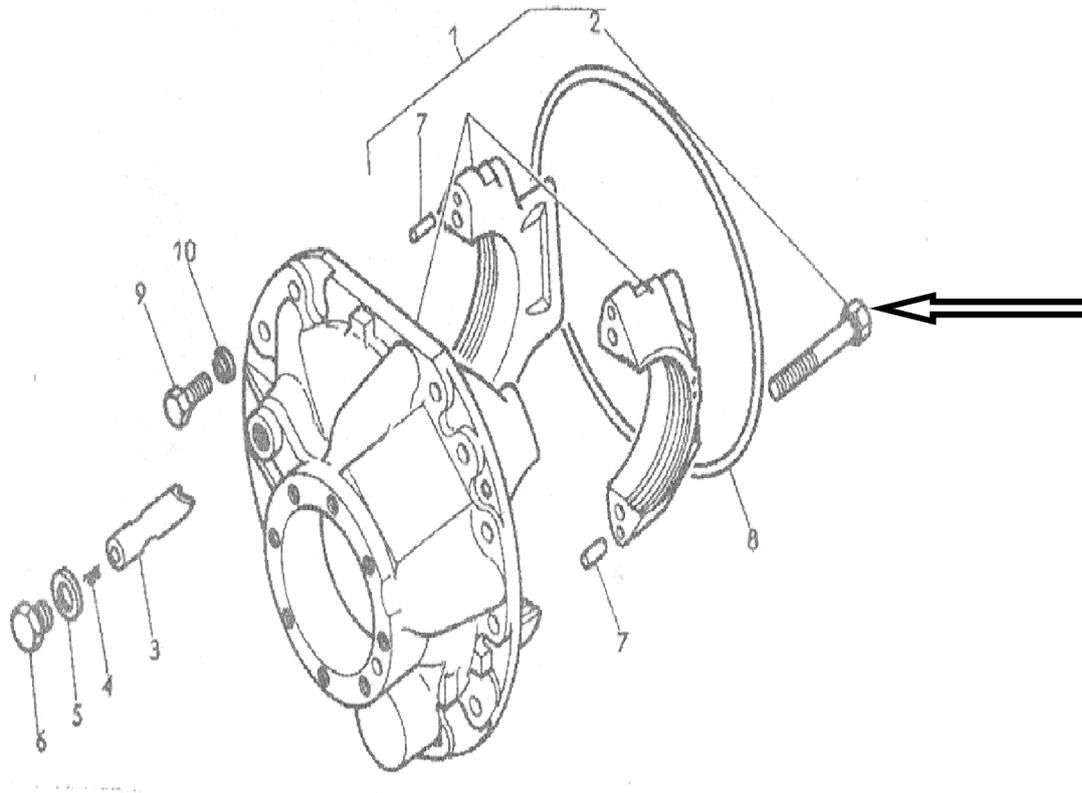


Figure III.2 : Vu éclater du support différentiel

Tableau III.1 : Désignation des éléments du Support de différentielle

N° de la pièce	Désignation
1	Support de différentiel
2	Vis de fixation de palier
3	Tube de graissage
4	Ressort
5	Joint
6	Bouchon
7	Goupille LG002
8	Joint torique 316x7
9	Vis fixation support 12x41
10	Rondelle W12

**Figure III.3:** Vis de fixation

III.2. Gamme d'usinage :

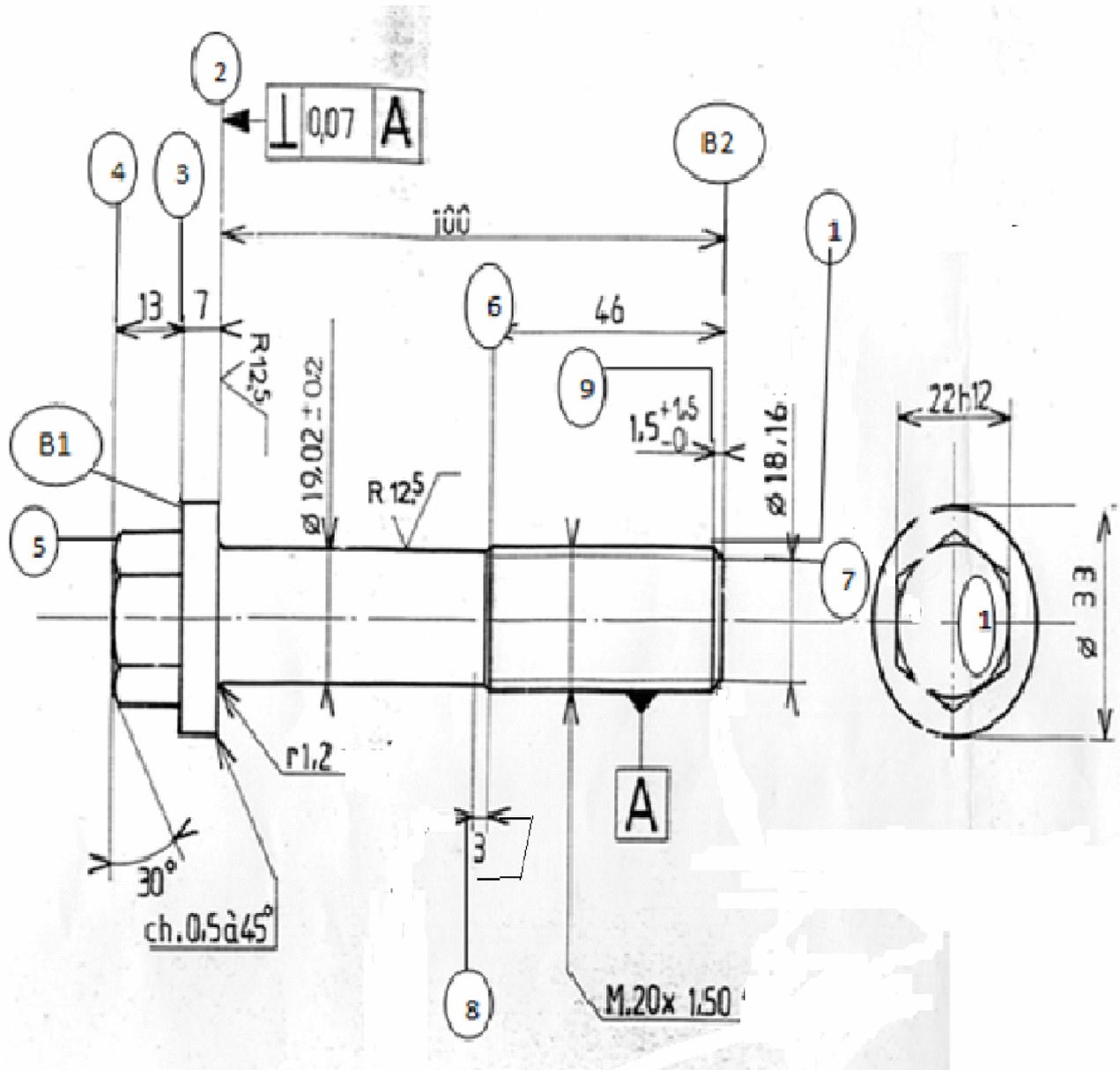


Figure III.4 : Numérotation des surfaces d'usinage

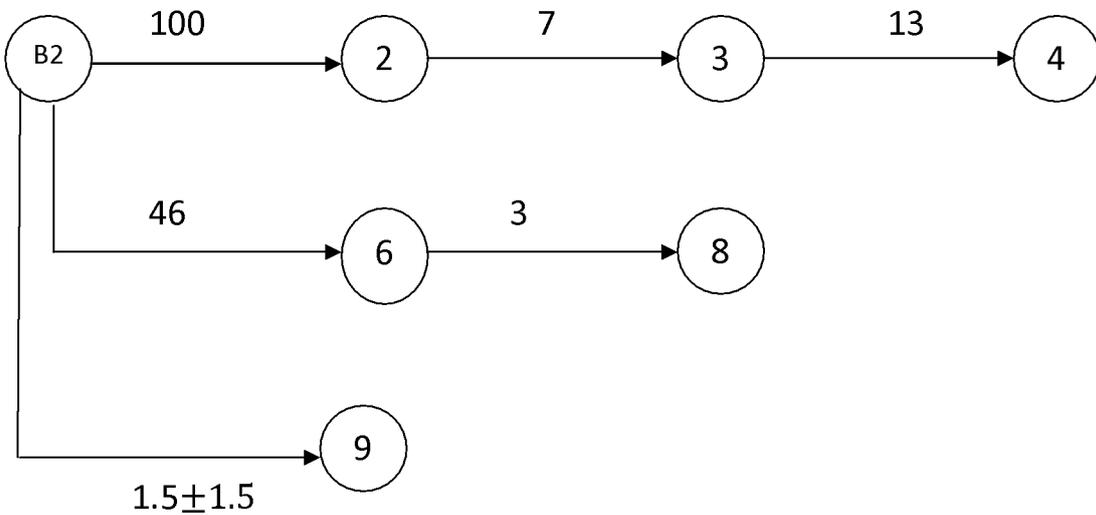
III.2.1 Inventaire des surfaces :

-brute : B1, B2

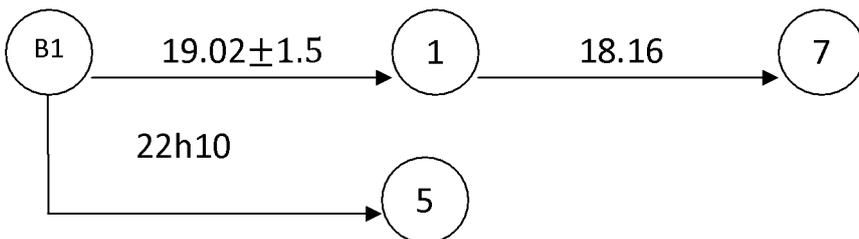
-surfaces usinés : 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9

III.2.2 Contraintes dimensionnelles :

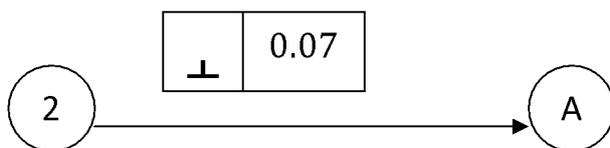
-Suivant axe OX :



-Suivant OY :



- Contraintes géométrique :



III.2.3 Contraintes technologique :

3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 : F utilisations rationnelle des outils de finition

III.2.4 Tableau des opérations élémentaire :

Tableau III.2 Tableau des opérations élémentaire

Surfaces	Régédité	Dimension	Rugosités	Nb opération
1	1	B1 (13.97)	12.5	E ; F
2	1	B2 (100)	12.5	E ; F
3	1	2 (7)	50	F
4	1	3 (13)	50	F
5	1	B1 (13.97)	50	F
6	1	B2 (46)	50	F
7	1	1 (0.86)	50	F
8	1	6 (3)	50	F
9	1	B2 (1.5±1.5)	50	F

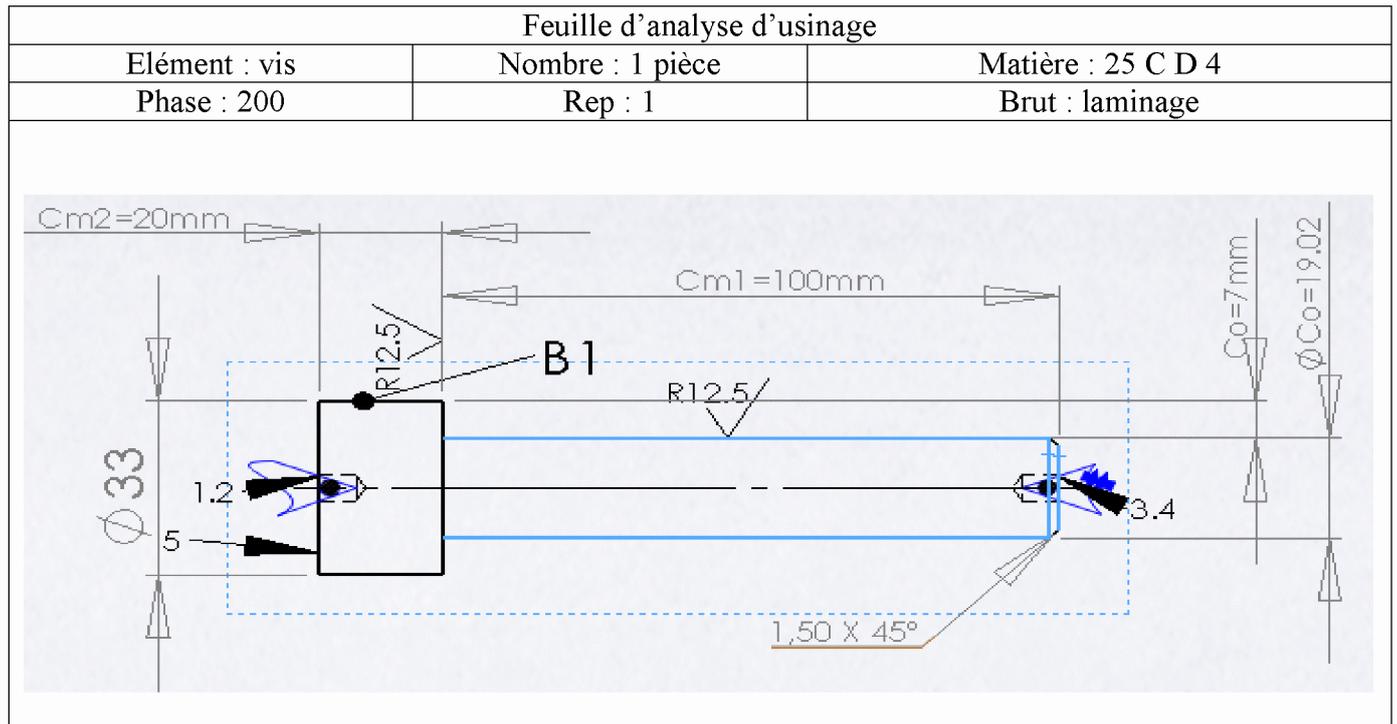
III.2.5 Regroupement des surfaces :

Tableau III.3 Tableau de regroupement des surfaces

Groupe A	(1 ; 2 ; 7)	tournage
Groupe B	(3 ; 4 ; 5)	Fraisage simultanément

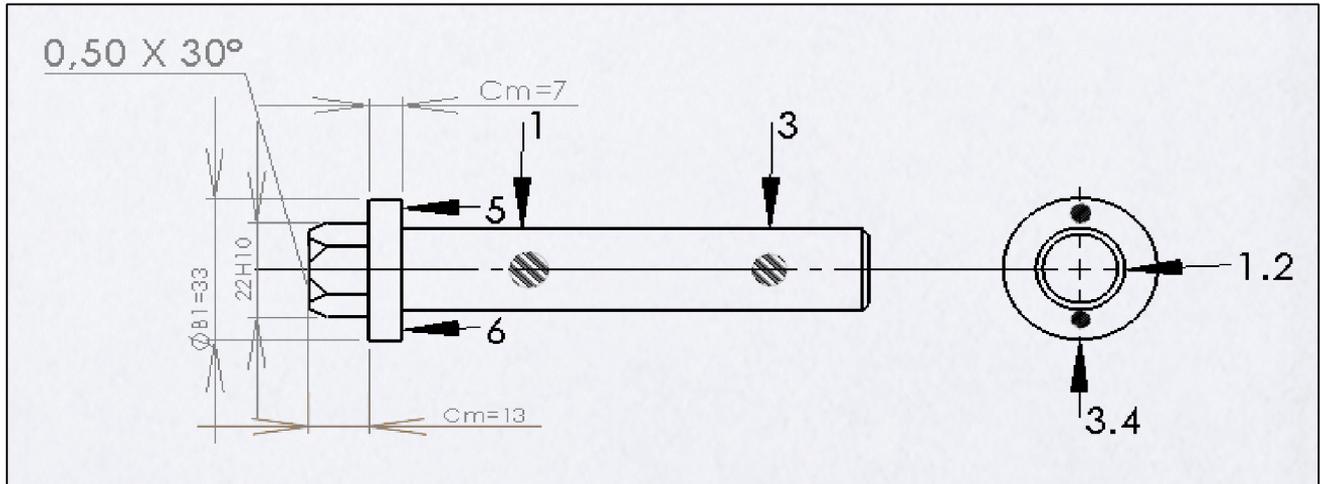
III.2.7 Tableaux des contrats de phases :

Feuille d'analyse d'usinage				
Elément : vis		Nombre : 1 pièce		Matière : 25 C D 4
Phase : 100		Rep : 1		Brut : laminage
Sous phase	Désignation des phases, sous phase et opération	Machine utilisé	Outil utilisé	Contrôle
100	Contrôle de brut : Vérifier si le brute de laminage est capable de donné la pièce demandé Le par B.E			Pied à coulisse



Sous phase	Désignation des phases, sous phase et opération	Machine utilisé	Outil utilisé	Contrôle
200	<p>Tournage :</p> <p>décolletage :</p> <p>Une pièce en montage ;</p> <p>Référentielle du départ définit par:</p> <ul style="list-style-type: none"> -centrage long 3N (1,2,3 ; 4) sur B2 -une butée en 1N (1) sur B2 -immobilisation opposé aux appuis (1, 2, 3,4,5) <p>Perçage des deux trous de centrage</p> <p>210 : dressage en ébauche : (1) (2) (7)</p> <p>Cm1= 100mm</p> <p>220 : dressage en finition : (1) (2) (7)</p> <p style="margin-left: 40px;">Cm2= 7mm</p> <p style="margin-left: 40px;">Cm3=19.02mm</p> <p style="margin-left: 40px;">Cm4=1.5x45°</p> <p style="margin-left: 40px;">Ra=12.5</p>	<p>Tour à comman de numériq ue</p> <p>2axe ½</p>	<p>Outil a dressé</p> <p>Forêt à centrer Ø4</p>	<p>Réglet</p> <p>Pied à coulisse</p> <p>Rapporteur d'angle</p> <p>Montage spécial pour le contrôle de la perpendicularité</p>

Feuille d'analyse d'usinage		
Elément : vis	Nombre : 1 pièce	Matière : 25 C D 4
Phase : 300	Rep : 1	Brut : laminage



Sous phase	Désignation des phases, sous phase et opération	Machin e utilisé	Outil utilisé	Contrôle
300	<p>Fraisage :</p> <p>Une pièce en montage ;</p> <p>Référentielle du départ définit par :</p> <ul style="list-style-type: none"> -centrage long sur la surface (1) en 4N (1 ; 2 ; 3 ; 4) -Appui linéaire sur la surface (2) en 2N (5 ; 6) -immobilisation opposé aux appuis <p>Montage sur un diviseur</p> <ul style="list-style-type: none"> -fraisage en finition de surface (3) et la surface (5) <p>Cm1=13mm Cm2=22h12mm Ra=50</p>	Fraiseuse horizont al	Fraise de 2T Ø=20	<p>Pied à coulisse</p> <p>Calibre à mâchoire double</p> <p>C M D=20h12</p>

Feuille d'analyse d'usinage				
Elément : vis		Nombre : 1 pièce		Matière : 25 C D 4
Phase : 400		Rep : 1		Brut : laminage
Sous phase	Désignation des phases, sous phase et opération	Machine utilisé	Outil utilisé	Contrôle
400	<p>Laminage de filet roulé (par écrasement)</p> <p>Une pièce en montage ;</p> <p>Référentielle du départ définit par:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Appuis plan sur la surface (2) en 3N (1,2,3) -Centrage court sur la surface (1) en 2N (4 ; 5) -immobilisation opposé aux appuis (1, 2, 3,4,5) -filetage en finition de la surface (8) <p>Et la surface (6)</p> <p style="text-align: center;">2xCm2=M20x1.5</p> <p style="text-align: center;">Ra=50</p>	Laminoir	Deux disque de filet roulé pas 1.5mm	<p>Pied à coulisse</p> <p>Outil de contrôle de filetage (écrou)</p>

III.3 La matière de la vis :

III.3.1 Désignation :

- Ancienne désignation : 25 C D 4.
- Nouvelles désignation : 25 Cr Mo 4.

III.3.2 Traitement thermique de la vis :

✓ 1^{er} étape four de maintient:

Austinisation à 870°C et on laisse pour 01heure de maintient.

✓ 2^{ieme} étape :

On la trempe dans l'huile pendant 15 à 20 minutes.

✓ 3^{ieme} étape :

Lavage et revenu à 520°C 01h de maintient refroidissement a l'air

✓ 4^{ieme} étape :

En phosphate la vis pour la protection

III.3.3 La composition chimique en (%):

Carbone (C) : 0.23 à 0.29.

Magnésium (Mn) : 0.60 à 0.90.

Silicium (Si) : 0.10 à 0.40.

Crome (Cr) : 0.90 à 1.20.

Molybdène (Mo) : 0.15 à 0.25.

III.4 La dureté :

La dureté Brinell (HB) : 165 – 185

III.5 La charge qui peut subir :

91 à 116 kilogramme /millimètre². [1]

IV.1 Généralité sur les Boulons précontraints et non précontraints :**IV.1.1 Boulons ordinaires :****IV.1.1.1 Coefficients partiels de sécurité :**

-Résistance des boulons au cisaillement : $\gamma_{mb}=1.25$

- Résistance des boulons à la traction : $\gamma_{mb} =1.50$

IV.1.1.2 Assemblages Sollicités Au Cisaillement

Il convient de vérifier deux cas :

- la résistance au cisaillement des boulons.

- la résistance à la pression diamétrale des pièces.

⇒ Résistance des boulons au cisaillement par plan de cisaillement :

- Pour les classes de qualité 4.6, 5.6 et 8.8 :

$$F_v = \frac{0.6 \times F_{ub} \times A_b}{\gamma_{mb}} \quad [2]$$

- Pour les classes de qualité 4.8, 5.8, 6.8 et 10.9 :

$$F_v = \frac{0.6 \times F_{ub} \times A_b}{\gamma_{mb}} \quad [2]$$

$$A_b = A_s : \text{aire de la section du boulon} \quad A_s = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

⇒ Résistances à la pression diamétrale des pièces assemblées

$$F_b = 2.5 \times \alpha \times F_u \times d \times \frac{t}{\gamma_{mb}} \quad [2]$$

t = épaisseur des pièces.

$$\alpha = \text{Min} (F_{ub} / F_u, 1)$$

IV.1.1.3 Assemblages sollicités à la traction

La résistance à la traction des boulons vaut :

$$F_t = \frac{0.9 \times F_{ub} \times A_s}{\gamma_{mb}} \quad [2]$$

IV.1.1.4 Assemblages sollicités simultanément au cisaillement et à la traction :

Les boulons soumis à des efforts combinés de cisaillement V

et de traction T , doivent satisfaire aux conditions suivantes :

$$\frac{V}{f_v} + \frac{T}{1.4 \times F_T} \leq 1 \quad [3]$$

IV.1.1.5 la valeur de la section résistante A_s des boulons à la traction :**Tableau .IV.1 :** la valeur de la section résistante A_s

Diamètre nominale du boulon d (mm)	14	16	18	20	22	24	27	30
Section résistante A_s (mm^2)	115	157	192	245	303	353	459	561

La section résistances d'un boulon est : $A_s = \frac{\pi \times d^2}{4}$

IV.1.1.6 Caractérisation mécanique des boulons selon leur classe d'acier :**Tableau .IV.2 :** les caractéristiques mécaniques des boulons

Valeurs de la limite d'élasticité F_{ub} et de la Résistance à la traction F_{ub} des boulons							
classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
F_{yb} (N/mm^2)	240	320	300	400	480	640	900
F_{ub} (N/mm^2)	400	400	500	500	600	800	1000

IV.2 Dimensionnement des boulons précontraints:

IV.2.1 Principe:

Bien que présentant le même aspect qu'un boulon ordinaire, un boulon HR (haute résistances) est constitué d'acier à haute limite élastique et comporte une rondelle incorporée à la tête. Lors de boulonnage, il est serré fortement, ce qui a pour effet de lui communiquer un effort de précontrainte. Cette précontrainte développée par frottement mutuel des pièces, une forte résistance à leur glissement relatif.

Le coefficient de frottement μ des pièces a un rôle prépondérant.

Si F_p est l'effort de précontrainte axiale et F_s l'effort de cisaillement transmis par l'assemblage et sollicitant des boulons, il faut vérifier que l'interface des pièces en contact puisse transmettre l'effort au glissement

$$\text{Soit : } F_s \leq \mu \times F_p \quad [3]$$

IV.2.2 Précaution constructive :

Un bon assemblage par boulon HR exige que les précautions élémentaires doivent être respectées :

- ✓ La tête de boulon ne doit pas poinçonner les pièces assemblage (d'où l'interface d'une rondelle)
 - ✓ La force de précontrainte doit bien être appliquée à sa valeur de calcul (D'où l'importance du couple de serrage et la nécessité d'utiliser des clés dynamométriques ou pneumatiques)
 - ✓ Le coefficient de frottement μ doit correspondre à sa valeur de calcul :
- $\mu = 0.50$ pour les surfaces de la classe A
- $\mu = 0.40$ pour les surfaces de la classe B
- $\mu = 0.30$ pour les surfaces de la classe C
- $\mu = 0.20$ pour les surfaces de la classe D

La classe A :

Surfaces décapées par grenailage ou sablage, avec enlèvement de toutes, les plaques de rouille non adhérentes et sans piqûres de corrosion ;

Surfaces décapées par grenailage ou sablage et métallisées par projection d'aluminium ;

Surfaces décapées par grenailage ou sablage et métallisées par projection d'un revêtement à base de zinc garanti d'assurer un coefficient de glissement qui ne soit pas inférieur à 0.5.

La classe B :

Pas de recommandations.

La classe C :

Boulon nettoyé par brossage métallique ou à la flamme avec enlèvement des plaques de rouille non adhérentes.

La classe D :

Boulons non traités. [3]

IV.2.3 Caractéristiques mécanique des boulons :

Il existe deux classe de boulon HR, définies en fonction de leur contrainte limite d'élasticité F_{yb} et de leur contrainte de rupture F_{ub} .

Les boulons HR1 ou HR 10.9

Les boulons HR2 ou HR 8.8

Le premier chiffre correspond à $\frac{F_{ub}}{100}$

Le second chiffre correspond à $\frac{F_{yb}}{F_{ub}}$

Tableau .IV.3 : Caractéristiques mécanique de deux classes de boulon HR

Repère	Appellation	F_{ub} (MPA)	F_{YB} (MPA)	$\Delta L/L$ (%)
HR1	HR 10.9	1000	900	≥ 8
HR2	HR 8.8	800	640	≥ 12

IV.2.4 Assemblages résistant au classement :

La résistance au glissement F_s d'un boulon HR précontrainte vaut :

$$F_s = K_s \times m \times \mu \times \frac{F_p}{\gamma_{ms}}$$

Avec :

F_p : est la force de précontrainte, telle que définit au paragraphe suivant,

μ : est le coefficient de frottement des pièces

m : est le nombre d'interface de frottement

K_s : est un coefficient fonction de la dimension des trous de perçage et vaut :

$K_s = 1.0$ pour les trous à tolérance normale, à savoir :

1 mm pour les boulons $\varnothing 12$ et $\varnothing 14$.

2 mm pour les boulons $\varnothing 16$ et $\varnothing 24$.

3 mm pour les boulons $\varnothing 27$ et plus.

$K_s = 0.85$ pour les trous circulaires surdimensionnés et pour les trous oblongs courts

$K_s = 0.7$ pour les trous oblongs longs.

γ_{ms} : est le coefficient partiel de sécurité qui vaut :

$\gamma_{ms} = 1.25$ pour les trous à tolérances normale, ainsi que pour les trous oblongs dont le grand axe est perpendiculaire à l'axe de l'effort.

$\gamma_{ms} = 1.40$ pour les trous surdimensionnés, ainsi que pour les trous oblongs dont le grand axe est parallèle à l'axe de l'effort. [3]

$\gamma_{ms} = 1.10$ pour les trous à tolérances normales, ainsi que pour les trous oblongs dont le grand axe est perpendiculaire à l'axe de l'effort.

Précontrainte :

L'effort de précontrainte autorisé dans les boulons vaut :

$$F_p = 0,7 \times F_{ub} \times A_s \quad [2]$$

IV.2 .5 Assemblages sollicités simultanément au cisaillement et à la traction :

Si un assemblage résistant au glissement est soumis à un effort de traction F_T concomitant avec un effort de cisaillement F_v , qui tend à provoquer le glissement, la résistance au glissement par boulon doit être calculée selon la formule suivante :

$$\Rightarrow F_v < F_s = k_s \times m \times \mu \times \frac{F_p - 0.8 \times F_T}{\gamma_{ms}} \quad [2]$$

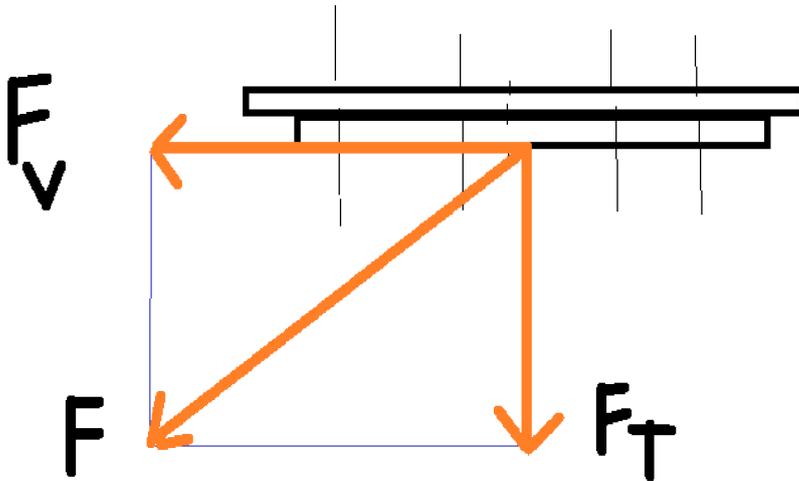


Figure IV.1 : Assemblages sollicités simultanément au cisaillement et à la traction

V.1 : Dimensionnement des boulons :

La vis est de classe 10.9 :

$$\frac{F_{ub}}{100} = 10 \Rightarrow F_{ub} = 10 \times 100 = 1000 \text{ M Pa.}$$

$$\text{Et } \frac{F_{yb}}{F_{ub}} \times 10 \Rightarrow F_{yb} = \frac{9 \times F_{ub}}{10} = 900 \text{ M Pa. [4]}$$

Les caractéristiques de la vis choisie sont :

Tableau V.1 : Les caractéristiques de la vis

La classe	Le diamètre (mm)	La longueur (mm)	La longueur de la partie filetée (mm)	As (mm ²)	f _{ub} (N/mm ²)	f _{yb} (N/mm ²)	γ _{mb}
HR10.9	20	120	46	245	1000	900	1.25

As : aire de la section résistante de la partie filetée de boulon.

F_{ub} : la résistance maximale a la traction.

F_{yb} : la limite élastique.

γ_{mb} : Le coefficient partiel de sécurité [2]

V.2 : Calcul de l'effort de précontraint :

$$F_p = 0,7 \times F_{ub} \times A_s$$

$$F_p = 0,7 \times 1000 \times 245$$

$$F_p = 171500 \text{ N.}$$

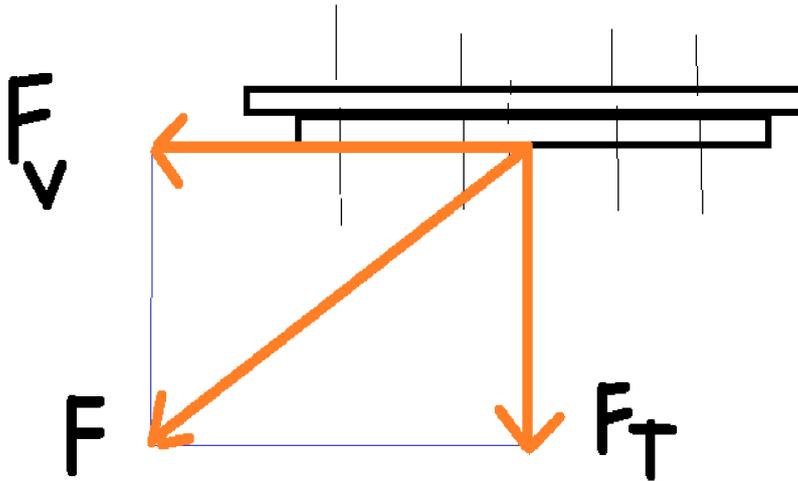


Figure V.1 : Assemblages sollicités simultanément au cisaillement et à la traction

F_t : effort de traction

F_v : effort de cisaillement

Est un assemblage sollicité au cisaillement et en traction.

La résistance de boulon doit être calculée selon

La formule ci après :

$$\Rightarrow F_v < F_s = k_s \times m \times \mu \times \frac{F_p - 0.8 \times F_T}{\gamma_{ms}}$$

V.3 : calculon f_v :

$$C = n \times F_v \times R \Rightarrow F_v = \frac{C}{N} \times R$$

C = couple maxi = 1125 Nm

N = nombre de boulon = 4

R = le rayon [4]

V.3.1 : calcul le rayon:

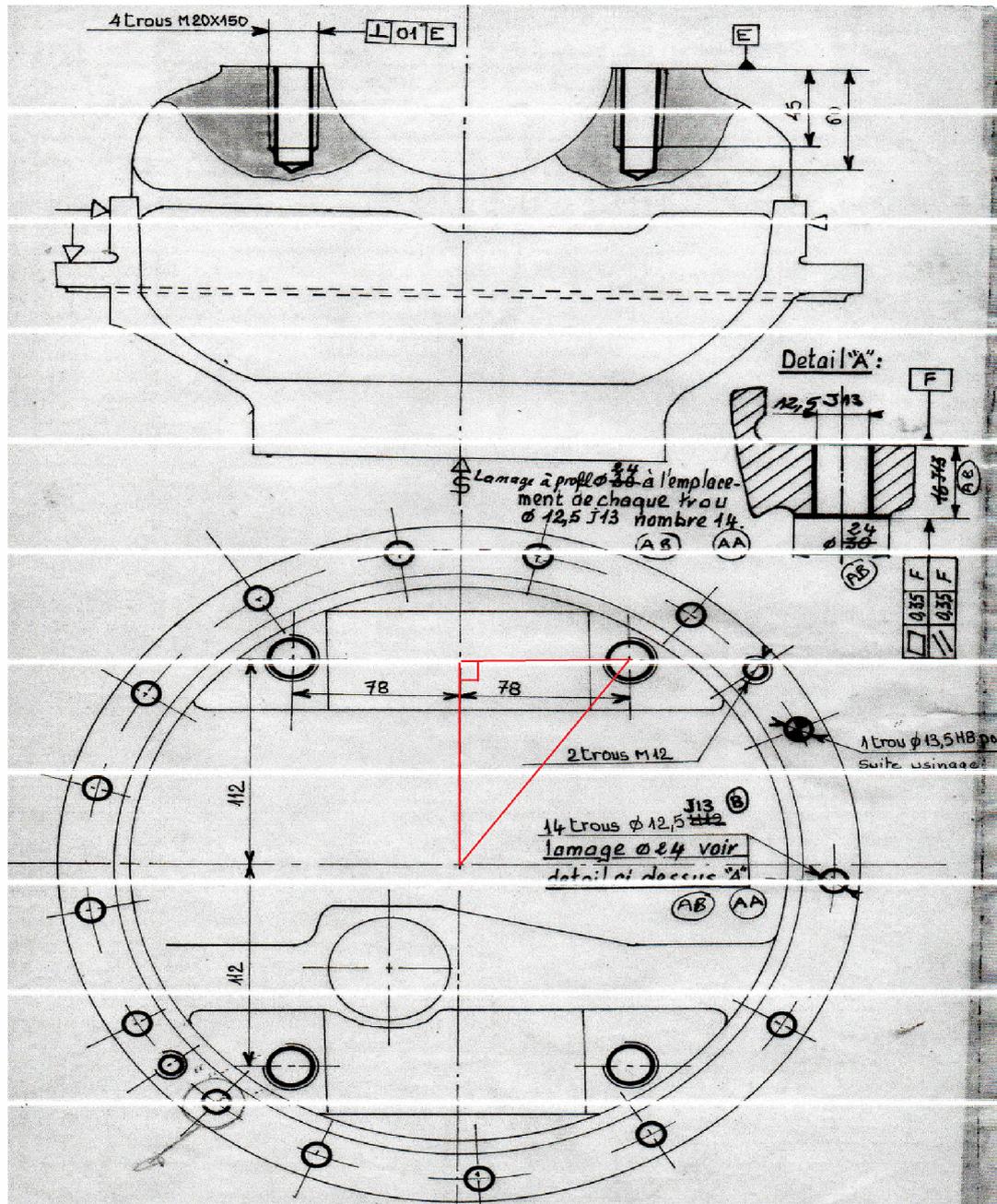


Figure V.2 : dessin de définition de support différentielle

⇒ En utilisons la loi de Pythagore ont déduit le rayon R :

$$R^2 = A^2 + B^2 \Rightarrow R = \sqrt{A^2 + B^2}$$

$$R = \sqrt{(112)^2 + (78)^2}$$

$$R = 136.484 \text{ mm} \quad [4]$$

$$F_v = \frac{C}{N} \times R \Rightarrow F_v = \frac{1125}{4} \times 136.484$$

$$F_v = 2060.68 \text{ N}$$

V.4: Calcul F_t :

$$F_t = 147000 \text{ N} \text{ c'est une donn e. [1]}$$

V.5 : calcul de la résistance au glissement:

$$\Rightarrow F_v < F_s = k_s \times m \times \mu \times \frac{F_p - 0.8 \times F_T}{\gamma_{ms}} \quad [2]$$

$k_s = 2 \text{ mm}$ pour les boulons $\emptyset 16 \text{a} \emptyset 24$.

m = nombre d'interfaces de frottement.

$\mu = 0.3$ pour les surfaces de la classe

$$\gamma_{ms} = 1.25$$

$$F_s = 2 \times 2 \times 0.3 \times \frac{171500 - 0.8 \times 147000}{1.25} \quad [2]$$

$$F_s = 51744 \text{ N}$$

La résistance au glissement est v rifi e avec un intervalle de tolérance $\pm 10\%$ [5].

VI.1 : Présentation du logiciel CAO Solid works

Le logiciel de CAO Solid Works est une application de conception mécanique 3D paramétrique qui permet aux concepteurs d'esquisser rapidement des idées, d'expérimenter des fonctions et des cotes afin de produire des modèles et des mises en plan précises.

Un modèle Solid Works est entièrement intégré par rapport aux mises en plan et aux assemblages qui le référence. Les changements introduits dans le modèle sont entièrement reflétés dans les mises en plan et les assemblages qui lui sont associés. Inversement si vous effectuez des changements dans le contexte d'une mise en plan ou d'un assemblage, ces changements sont reflétés dans le modèle.

Les relations géométriques telles que les relations parallèles, perpendiculaires, horizontales, verticales, concentriques et coïncidentes sont des exemples des contraintes supportées par Solid Works. Des équations peuvent également être utilisées pour établir des relations mathématiques entre les paramètres. Par ces moyens vous pouvez garantir que des concepts seront établis et conservés. [6]

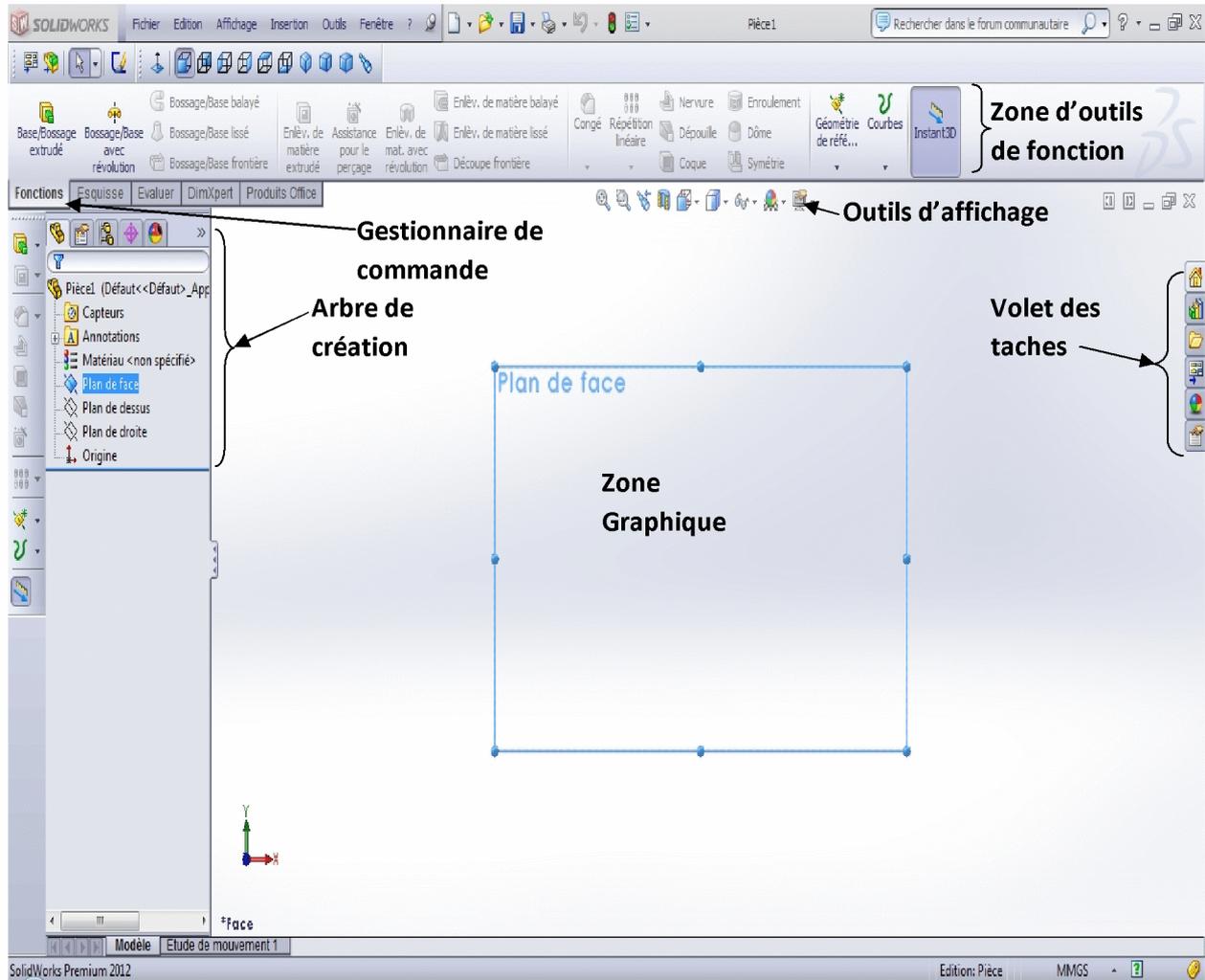
VI.2 : Fonctionnement du logiciel CAO Solid works :

Tout comme un assemblage est constitué d'un certain nombre de pièces individuelles, un modèle Solid Works est formé d'éléments individuels. Ces éléments sont appelés des fonctions.

Lorsque vous créez un modèle à l'aide du logiciel Solid Works, vous travaillez avec des fonctions géométriques intelligentes et faciles à comprendre telles que bossages, les enlèvements de matière, les perçages, les nervures, les congés, les chanfreins et les dépouilles. Au fur et à mesure qu'elles sont créées, les fonctions sont directement appliquées à la pièce en cours de construction.

Les fonctions sont classées en deux catégories : les fonctions esquissées (nécessitant la création préalable d'une esquisse plane) et les fonctions appliquées.

Le logiciel Solid Works vous montre graphiquement la structure basée sur des fonctions de votre modèle dans une fenêtre spéciale appelée l'arbre de création Feature Manager. L'arbre de création Feature Manager ne se contente pas d'afficher la séquence de création des fonctions, il vous donne en plus un accès facile à toutes les informations connexes sous-jacentes. [6]

VI.3 : Interface utilisateur de solidworks :**Figure VI.1** Interface utilisateur de solidworks

-Zone d'outils de fonction : elle est constituée de différentes fonctions de conception telle que bossage, perçage, enlèvement de matière, assistance pour le perçage, congé, nervure.....ect.

-Zone graphique : c'est dans cette partie que les dessins d'esquisse et d'ensemble et de mise en plan son afficher.

-Gestionnaire de commande : permet de passer d'une commande à une autre par simple clique, de fonction à l'esquisseect.

-Arbre de création : donne un accès plus facile pour mieux suivre les étapes de création d'une pièce comme le plan utilisé, l'évolution de la conceptionect.

-Outils d'affichage : afficher la pièce dans différents vue et plusieurs visualisations. [6]

VI.4 : Le module Simulation de Solid Works

VI.4 .1 : A propos de Solid Works Simulation

Solid Works Simulation est un outil d'analyse de conception qui repose sur la méthode des éléments finis. Solid Works Simulation appartient à la famille des produits logiciels d'analyse mécanique développés par SRAC qui fait aujourd'hui partie de Solid Works Corporation. Etabli en 1982, la société SRAC est la première à mettre en œuvre l'analyse par éléments finis sur ordinateur de bureau. En 1995, SRAC pénètre le nouveau marché des logiciels d'analyse par éléments finis économiques en s'associant à Solid Works Corporation et en créant le logiciel COSMOS Works, l'un des premiers produits Solid Works Gold, le logiciel COSMOS Works devient rapidement le complément d'analyse le plus vendu chez Solid Works Corporation. Suite à la réussite commerciale du produit COSMOS Works intégré au logiciels de CAO Solid Works Simulation pour 2010.

VI.4 .2: Calculs

Chaque degré de liberté à chaque nœud d'un maillage d'éléments finis constitue une inconnue. Dans une analyse de structures, les degrés de liberté affectent aux nœuds s'apparentent à des déplacements nodaux. Les déplacements sont des inconnues principales qui sont toujours calculées en premier.

Si des éléments volumiques sont utilisés, trois composants de déplacement ou trois degrés de liberté (les trois inconnues) par nœud doivent être [calculés](#). Si des éléments coque sont utilisés, six composantes de déplacement ou six degrés de liberté (les six inconnues) par nœud doivent être calculés. Tous les autres aspects de l'analyse, tels que les contraintes et les déformations, sont calculés en fonction des déplacements nodaux. En fait, certains programmes d'analyse par éléments finis offrent des solutions avec un calcul de contraintes facultatif [8].

VI.4 .3 : 1 Le module Simulation

Objectif : La méthode des éléments finis est un outil puissant pour résoudre des problèmes complexes dans des domaines variés tels que le transfert de chaleur, la mécanique des fluides, les vibrations et bien sûr la résistance des matériaux. L'objectif est de simuler le chargement d'une pièce parallélépipédique avec un pesage débouchant en son milieu.

La mise en œuvre d'un problème d'analyse par la méthode des éléments finis nécessite la réalisation des tâches suivantes :

- Modélisation géométrique de la pièce
- Définition des propriétés mécaniques et physiques du matériau
- Mise en place des conditions frontière (déplacements imposés)
- Application du chargement
-
- Création d'un maillage (discrétisation de la géométrie)
- Exécution de la solution
- Analyse des résultats

Exemple d'utilisation : Pièce parallélépipédique avec un perçage :

- On crée un nouveau fichier
- On crée une nouvelle esquisse sur le plan de Face et dessinez ceci.

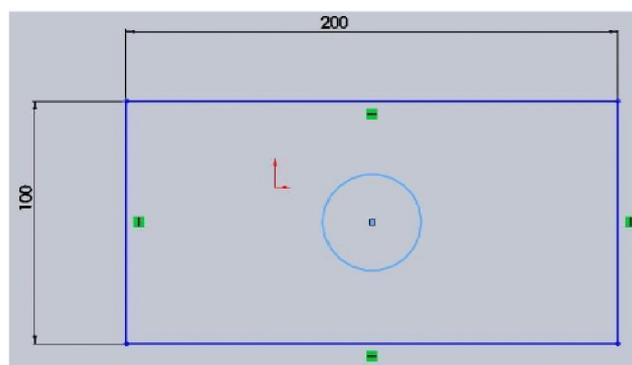


Figure VI.2. Rectangle avec un cercle au milieu

On utilise l'outil Bossage/Base extrudé pour obtenir la forme de la figure III.3

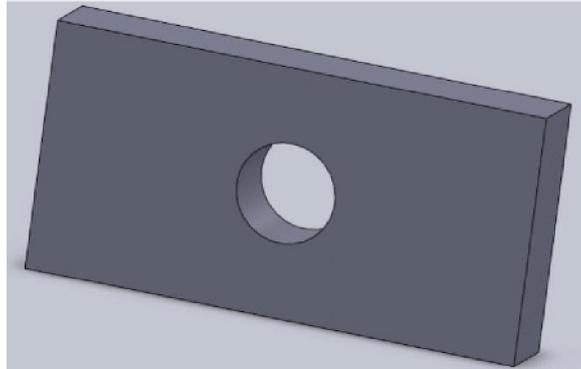


Figure VI.3 Pièce

On crée un axe (Géométrie de référence) par l'intersection des plans de face et de droite.

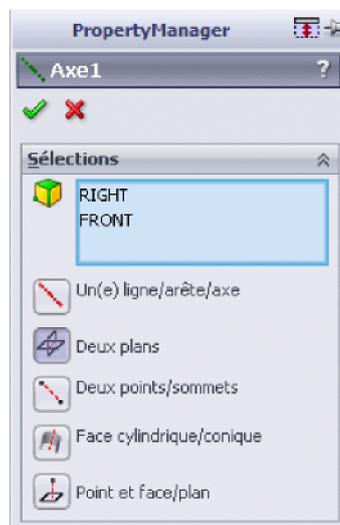


Figure VI. 4 Proprety Manager

On enregistrer notre modèle sous Pièce.sldprt.

On est prêt à entreprendre notre analyse par éléments finis. Dans l'onglet Options
→ Compléments → rendre actif Solid Works Simulation.

On Patiente cela peut prendre un peu de temps. Dans notre barre d'outils, l'onglet

Simulation doit apparaître, on le sélectionne.

On déroule le bouton Étude et on sélectionne Nouvelle étude. On lui donne le nom « Pression 100 k Pa ».



Figure VI. 5 Nommer l'étude

Sous l'arbre de création apparaît notre étude de simulation. On sélectionne la pièce, puis clique bouton droit et on sélectionne Appliquer/Éditer matériau. On sélectionne Acier allié, tout comme on pourrait créer une base de données sur d'autre matériau en choisissant l'option personnalisé

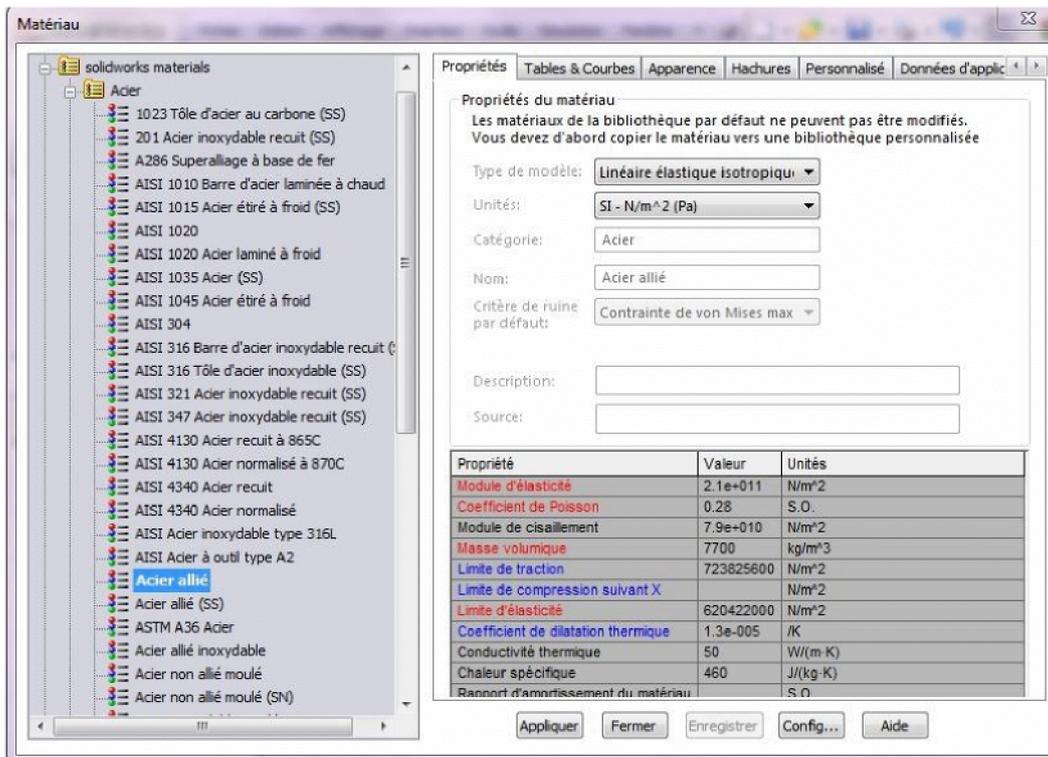


Figure VI. 6 Choix du matériau

Appliquons les conditions frontières (déplacements imposés). Une condition correspondant à une symétrie doit être imposée sur la face gauche de la pièce (bloquez la translation normale au plan de symétrie et bloquez les rotations dans le plan de symétrie). Sélectionnez Déplacements imposés, bouton droit Déplacement imposé avancé → Utiliser une géométrie de référence. Sélectionnez la face gauche de la pièce comme géométrie à contraindre et l'axe créé précédemment comme géométrie de référence (le fait de choisir un axe comme géométrie de référence transforme le système de coordonnées en polaire).

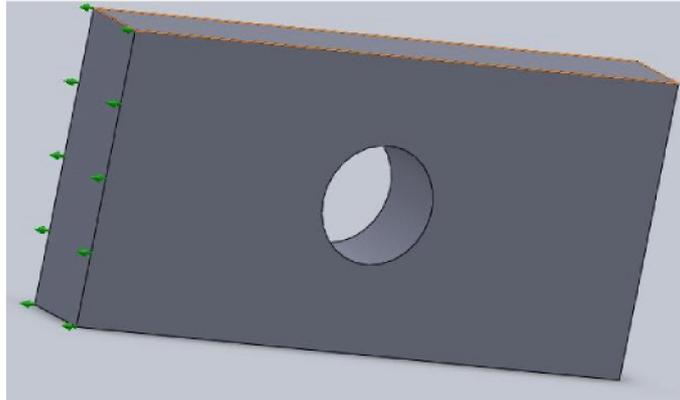


Figure VI. 7 Les déplacements imposés

On bloque les degrés de liberté suivants



Figure VI. 8 Blocage des degrés de liberté

On impose le chargement en sélectionnant Chargements externes, bouton droit → Force. Et on applique une force vers la pièce de 1kPa.

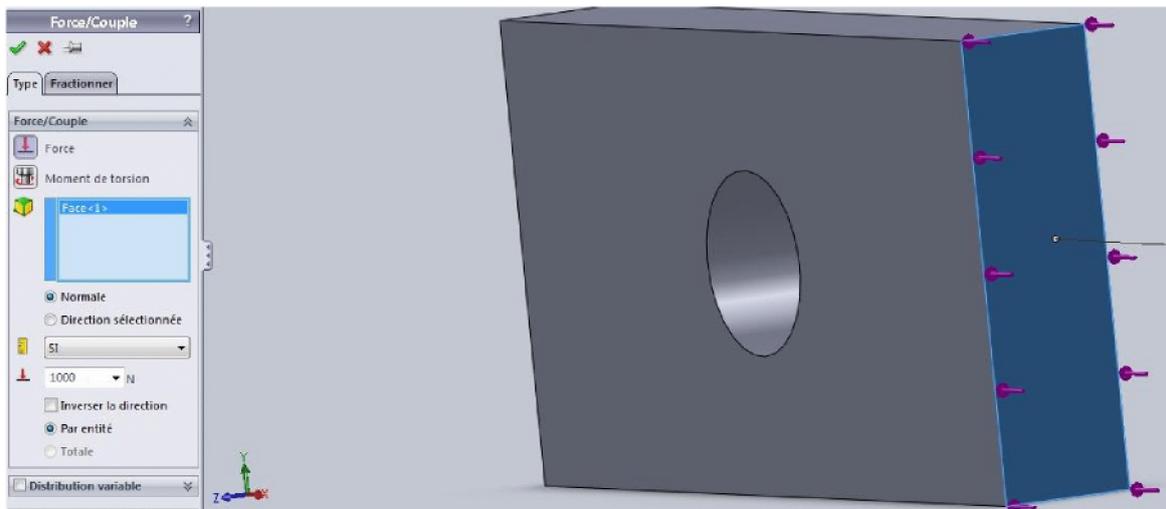


Figure VI. 9 Les chargements.

On sélectionne Maillage, bouton droit → Créer le maillage. Le bouton glissière détermine la finesse du maillage et donc la précision du modèle, mais également la charge de calcul du maillage.

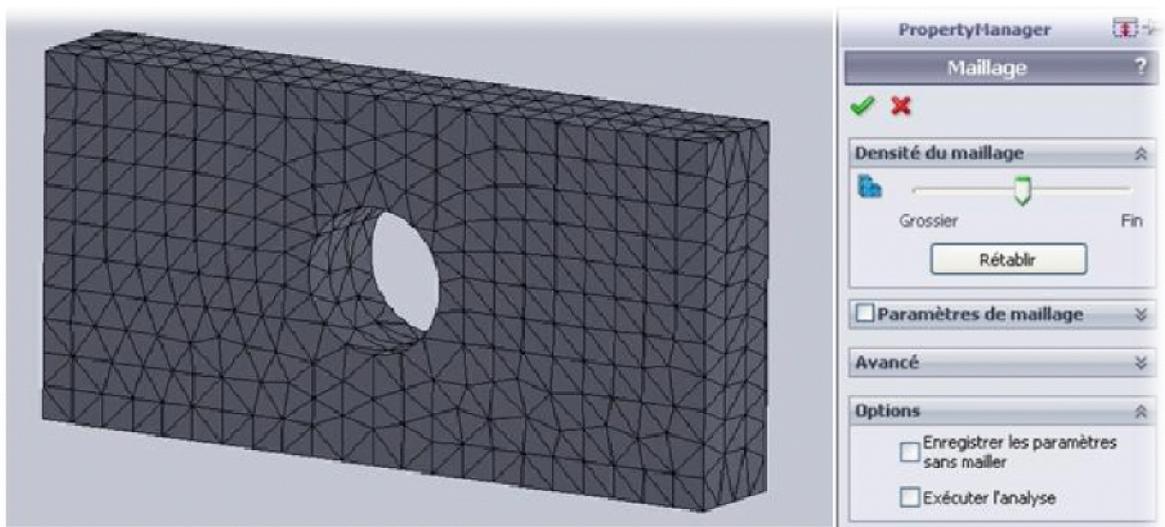


Figure VI. 10 Maillage

On peut cacher ou montrer le maillage de la géométrie en cliquant bouton droit sur maillage dans l'arbre de simulation.

Exécuter la simulation. On obtiendra la distribution de la contrainte sur la surface

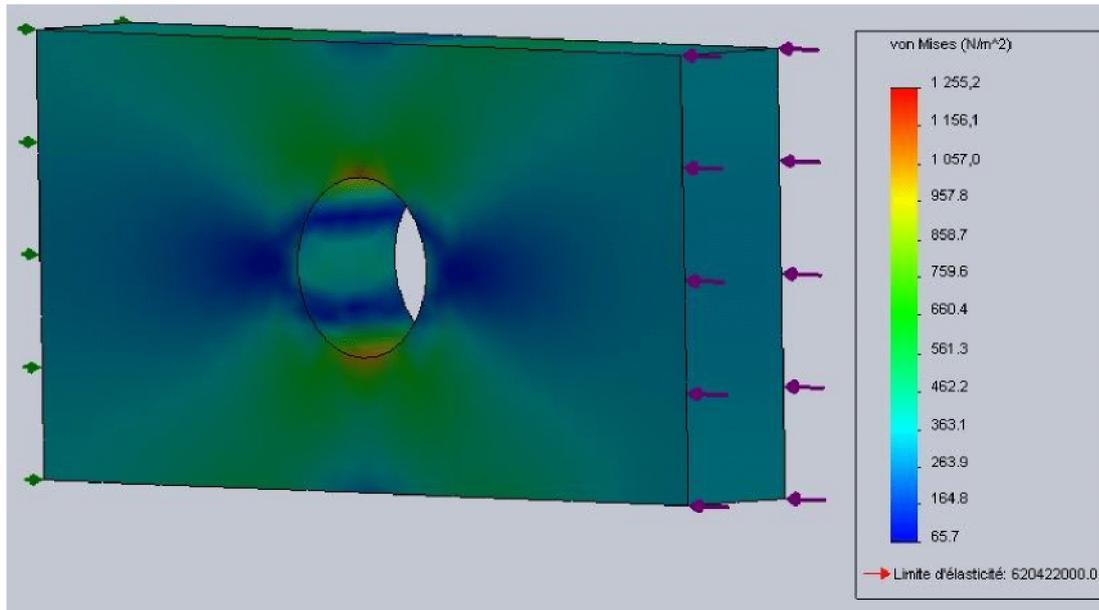


Figure VI. 11 Résultat de la distribution des contraintes

On peut animer la déformation de la pièce (déformation exagérée d'un facteur 10) en sélectionnant Contraintes, bouton droit Animer.

En sondant en quelques points sur la surface de votre modèle (sélectionnez contraintes, bouton droit → Sonder, puis on sélectionne des points sur la surface) on compare la valeur obtenue à la valeur théorique.

On remaille notre modèle avec 3 précisions différentes (bon moyen) et comparer les résultats obtenus [9].

VI.5 : Simulation de vis HR :



Figure VI.12 : VIS HR classe 10.9

Date: mercredi 14 octobre 2014

Concepteur: Solid works

Nom de l'étude: Simulation Xpress Study

Type d'analyse: Analyse statique

Table of Contents

Description	59
Hypothèses	Erreur ! Signet non défini.
Informations sur le modèle.....	60
Propriétés du matériau.....	61
Actions extérieures.....	61
Informations sur le maillage	62
Résultats de l'étude.....	63
Conclusion.....	Erreur ! Signet non défini.

La vis HR de classe 10.9 est soumise simultanément a un effort de traction F_T et un effort de cisaillement F_v .

Avec: $F_T = 147000$ N et $F_v = 2060.68$ N

VI.5.1 : Informations sur le modèle

Tableau VI.1: Propriétés de la vis HR. [7]

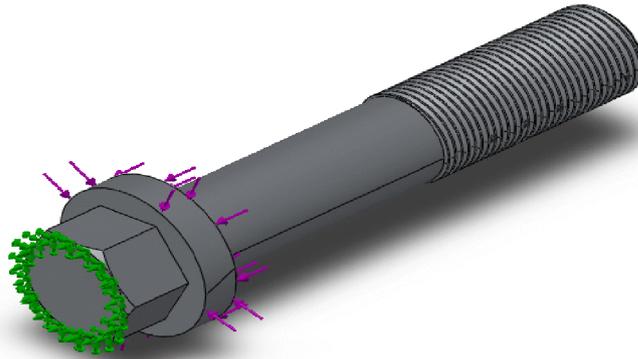
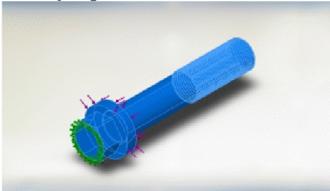


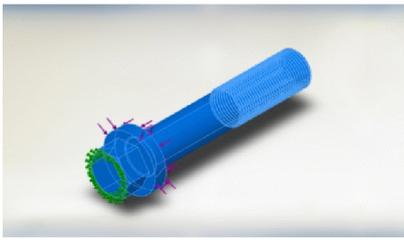
Figure VI.13 : Efforts appliqués sur la vis HR

Nom du modèle: vis HR
 Configuration actuelle: Défaut

Corps volumiques			
Nom du document et référence	Traité comme	Propriétés volumétriques	Chemin/Date de modification du document
Enlèvement de matière- Balayage2 	Corps volumique	Masse:0.401168 kg Volume:4.01168e-005 m ³ Masse volumique:10000 kg/m ³ Poids:3.93145 N	C:\Users\amar\Desktop\vis e hr.SLDPRT Jun 18 13:26:43 2014

VI.5.2 : Propriétés du matériau

Tableau VI.2 : Propriétés du matériau

Référence du modèle	Propriétés	Composants
	<p>Nom: Molybdène Type de modèle: Linéaire élastique isotropique Critère de ruine par défaut: Contrainte de von Mises max. Limite d'élasticité: 325 N/mm² Limite de traction: 500 N/mm²</p>	<p>Corps volumique 1(Enlèvement de matière-Balayage2)(vise hr)</p>

VI.5.3 : Actions extérieures

Tableau VI.3 : Déplacements imposés

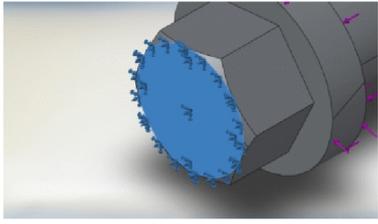
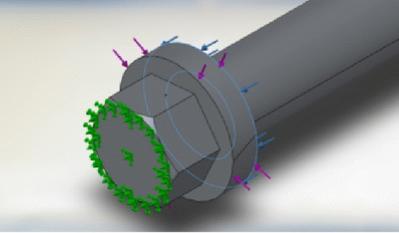
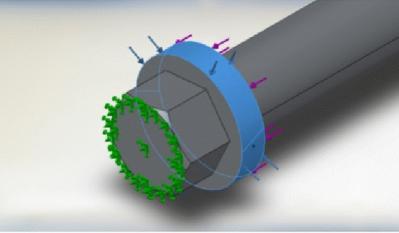
Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détail du déplacement imposé
Fixe-1		<p>Entités: 1 face(s) Type: Géométrie fixe</p>

Tableau VI.4 : Charges appliquées

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		<p>Entités: 1 face(s) Type: Force normale Valeur: 147000 N</p>
Force-2		<p>Entités: 1 face(s) Type: Force normale Valeur: 2060.68 N</p>

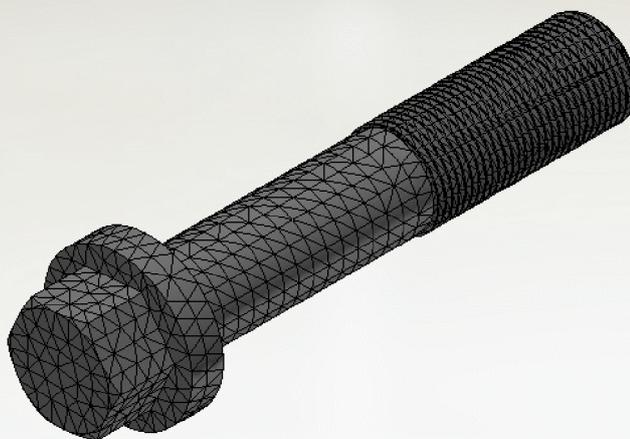
VI.5.4 : Informations sur le maillage**Tableau VI.5 : Informations sur le maillage**

Type de maillage	Maillage volumique
Mailleur utilisé:	Maillage standard
Transition automatique:	Désactivé(e)
Boucles automatiques de maillage:	Désactivé(e)
Points de Jacobien	4 Points
Taille d'élément	3.42442 mm
Tolérance	0.171221 mm
Qualité de maillage	Haute

VI.5.4.1 : Informations sur le maillage – Détails**Tableau VI.5 : Informations sur le maillage – Détails**

Nombre total de noeuds	29154
Nombre total d'éléments	17897
Aspect ratio maximum	87.004
% d'éléments ayant un aspect ratio < 3	79.3
% d'éléments ayant un aspect ratio > 10	2.96
% d'éléments distordus (Jacobian)	0
Durée de création du maillage (hh:mm:ss):	00:00:53
Nom de l'ordinateur:	AMAR-PC

Nom du modèle: vise hr
 Nom de l'étude: SimulationXpress Study
 Type de maillage: Maillage volumique



VI .5.4.2 : Résultats de l'étude

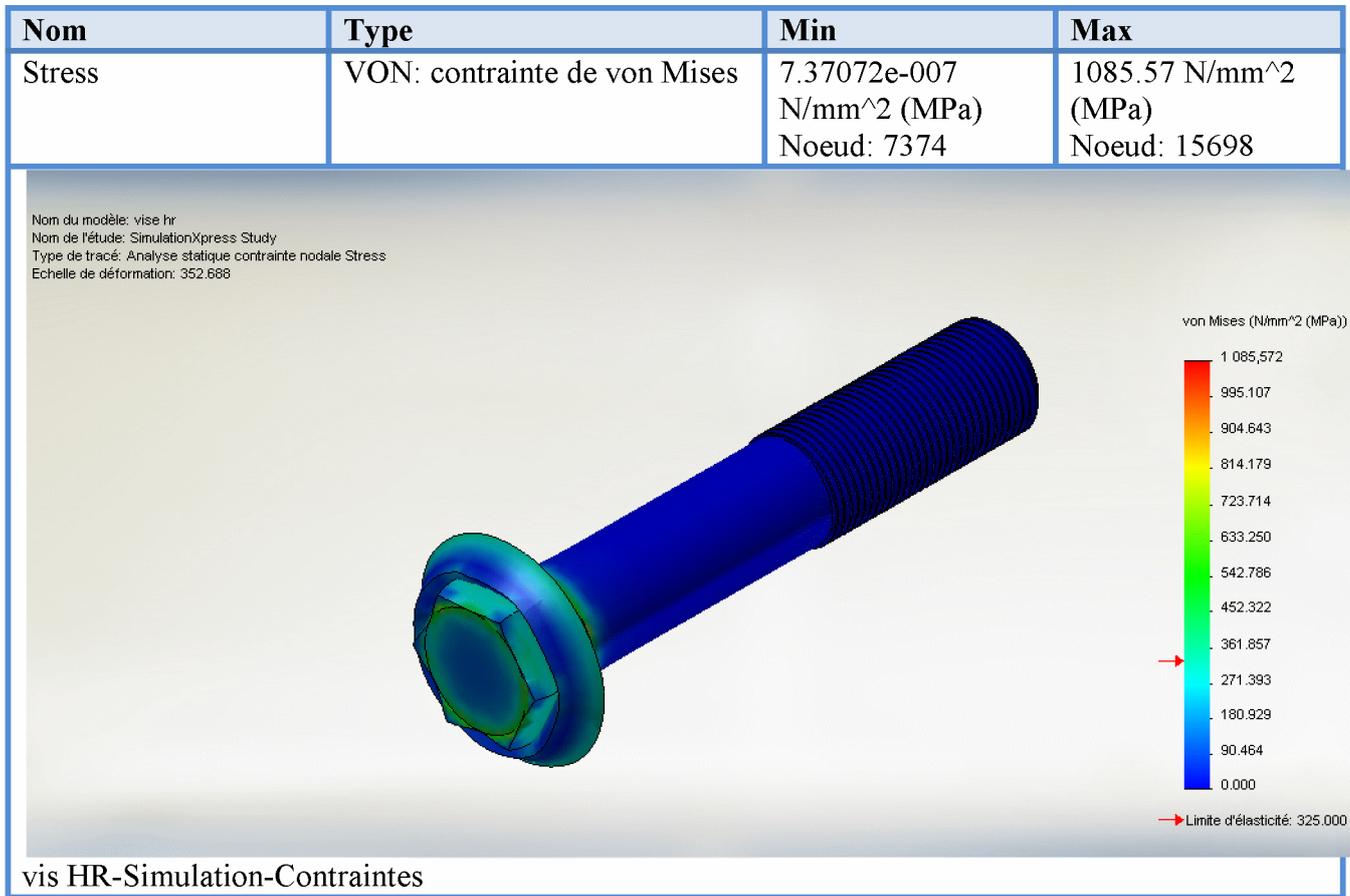


Figure VI.14 : Simulation des contraintes de la vis HR

La contrainte de van mises maximale se situe au niveau de la rondelle incorporée de la vis précontrainte de classe 10.9. [7]

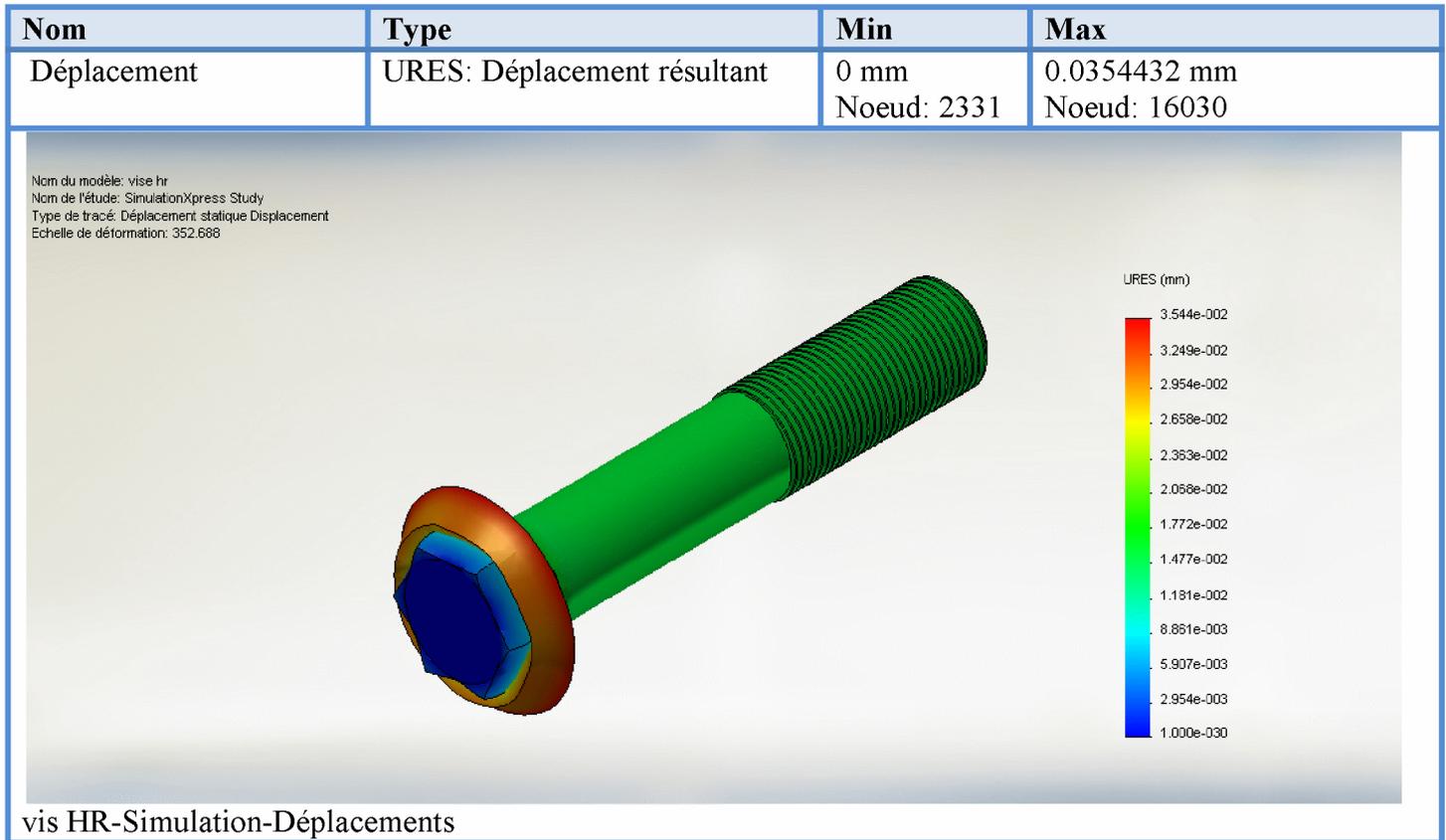


Figure VI.15: Simulation des déplacements de la vis HR

le déplacement maximal de la vis HR de classe 10.9 est de l'ordre de 0,03 au contour extérieur de la rondelle incorporée.

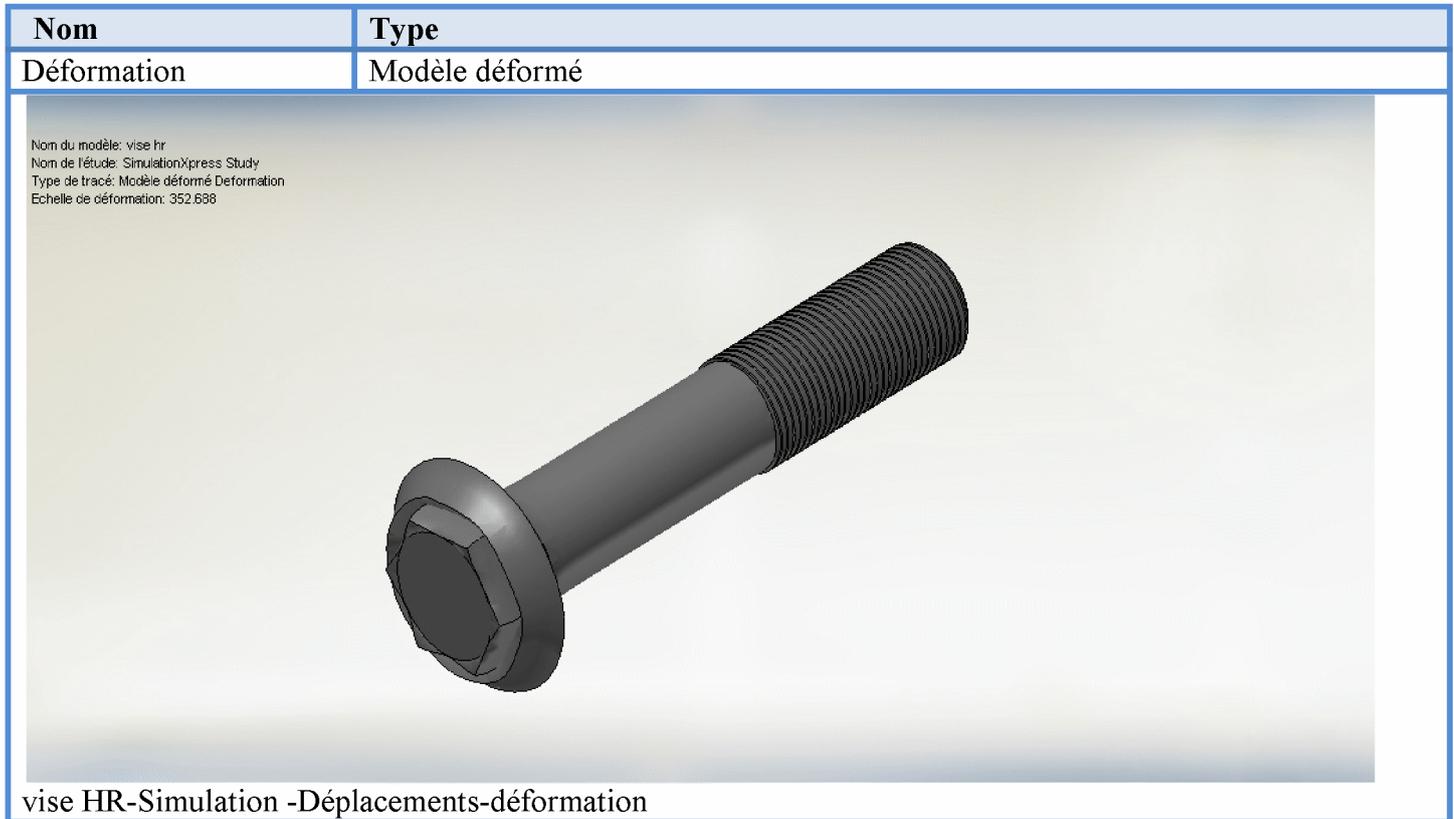


Figure VI.16 : Simulation de déplacement et déformation de la vis HR

On voit avec la simulation de déplacement de la vis HR de classe 10.9 que la rondelle incorporée à la tête de la vis commence à déformation et se déplace vers le haut de la tête de boulon. [7]

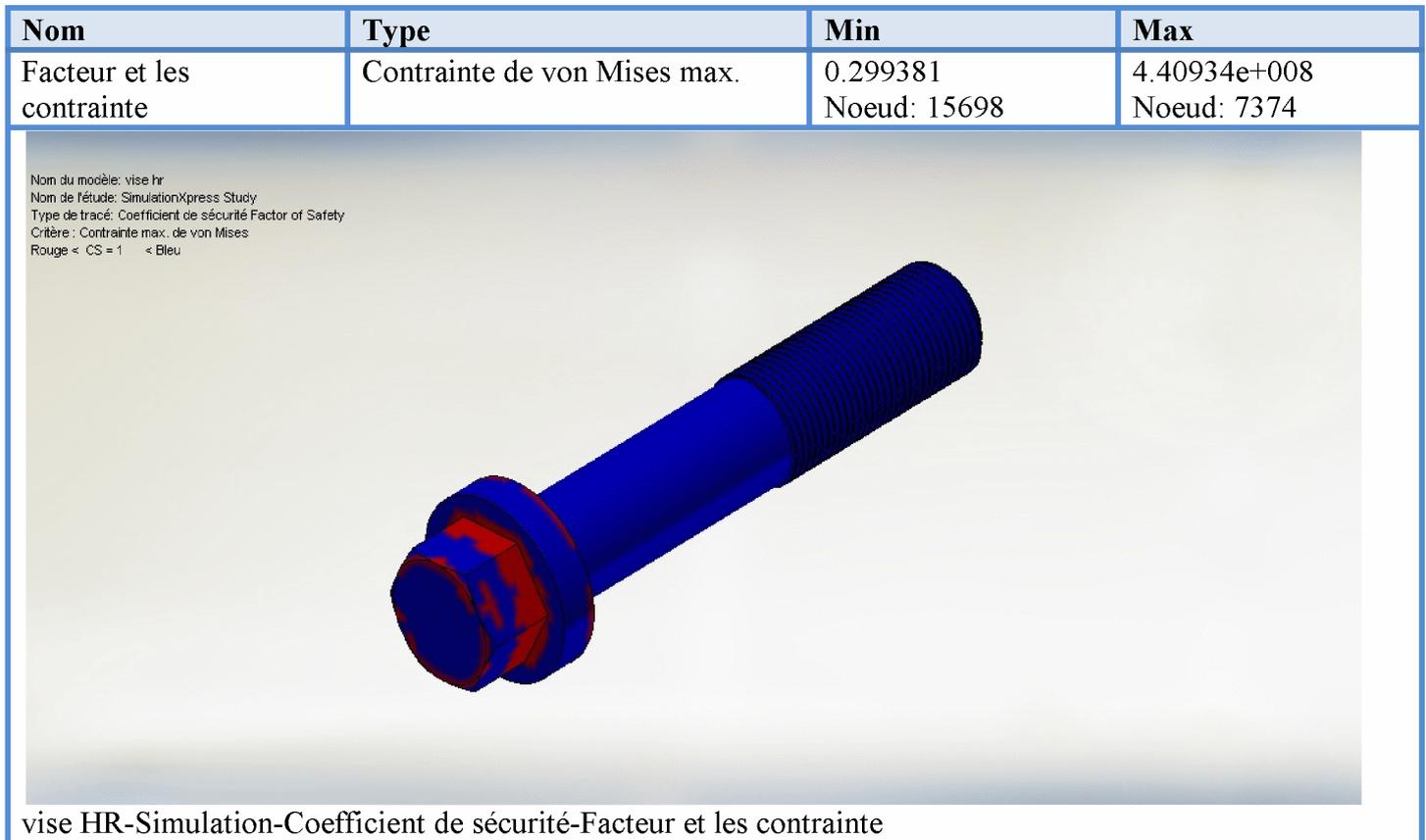


Figure VI.17 : Simulation du le coefficient de sécurité de la vis HR

D'après la figure on voit une zone rouge endommagée à la tête de la vis et ainsi à la rondelle incorporée à la tête de la vis HR de classe 10.9 qu'il va cisailer à cause des efforts que n'as imposé sur elle.

Conclusion :

L'étude de ce présent projet nous a permis de concrétiser l'apprentissage théorique acquis tout au long de notre cursus et surtout de mettre en application les différentes techniques de calcul tout en respectant les normes en vigueur (l'eurocode 3).

En effet ce travail nous a permis de se familiariser avec le logiciel Solid Works qui est un outil indispensable pour un master professionnel.

Après l'étude et simulation des boulons précontraintes de classe 10.9 ont conclu qu'ils résistent aux efforts imposés.

Le problème de cisaillement des vis est dû essentiellement à une surcharge, suite à la modification de la chaîne cinématique (remplacement de l'arbre de transmission) donc reste à vérifier le montage de l'arbre dans l'atelier mécanique pour des éventuels défauts de montage ou bien se référer aux changements effectués par l'Unité d'Etude et Recherche (UER) pour l'arbre de transmission suite aux problèmes de cisaillement des vis de fixation de la transmission à la tête de pont P1021X au paravent.

Références Bibliographique :

[1] : COLLECTIF SNVI, DOCUMENTS FOURNIS PAR L'UNITE D'ETUDES ET DE RECHERCHE DE LA SOCIETE NATIONALE DES VEHICULES INDUSTRIELS.2009 ;

[2] : conception et calcule des structures métallique selon l'eurocode 3.

[3] : Mr H.ZIANI. Cours de charpente métallique (L3) licence

[4] : Guide du dessinateur industriel – chevalier.

[5] : détermination des valeur et tolérances des couples de serrage application a la boulonnerie classique

Livre –calcul – construction industriel.

[6] : Mr k. lattarie. Cours de conception de fabrication assisté par ordinateur (CFAO).

[7] : Simulation avec le logiciel Solid Works.

[8] : HERVÉ OUDIN, Méthode des éléments finis MEF, 2010.

[9] : Dasault, Introduction aux éléments finis sous Solid Works Simulation, 2010.