

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA DE BOUMERDES  
FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR  
DEPARTEMENT MECANIQUE



# MEMOIRE DE MASTER

En vue de l'obtention du Diplôme

Master II en Génie Mécanique

Option : Modélisation et Simulation en Mécanique

---

## *Thème*

*Contribution à L'intégration D'un Système  
De Freinage EBS*

*Sur Bus Prototype SNVI-FENNEC*

---

Réalisé par :

BOUCHAKOUR M<sup>ED</sup>

Proposé par :

M<sup>r</sup>: BOUSSEKINE

Suivi par :

M<sup>r</sup>: H. BOUHABILA

PROMOTION 2016

## **Remerciements**

Je veux remercier mon promoteur monsieur H.BOUHABILA qui m'a guidé et encouragé tout au long de mon travail et ces judicieux conseils et remarques.

A monsieur K.MOHAMMEDI et leur équipe de formation qui nous ont donné la chance de continuer notre cycle d'étude de DEUA vers le master II et pour ses patiences et disponibilités aussi pour le temps précieux qu'ils nous ont consacré.

Je tiens également à remercier les collègues de bureau d'étude de la SNVI pour leurs soutiens et ses informations.

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Ma très chère mère et chère père pour leurs tendresses et ses présences.*

*Ma très chère femmes pour tous ses sacrifices et ses encouragements durant mes études et qui m'a toujours souhaite la réussite, et à leur famille*

*Mes frère Mes chères sœurs*

*Tous mes amis et mes proches que leur vie soit pleine de bonheur et de joie*

*Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail*

*MOHAMED*

# Sommaire

---

Introduction générale .....	1-2
<b>CHAPITRE I</b>	<b>TYPES ET EVOLUTION DE FRENAGE PNEUMATIQUE</b>
I.1 introduction.....	3
I.2 présentation de la SNVI.....	4
I.2.1 mission de l'entreprise.....	5
I.3 Présentation de l'autocar FENNEC.....	6
I.3.1 le groupe motopropulseur.....	7
I.4 présentation de fournisseur WABCO.....	8
I.5 Définition de freinage.....	8
I.6 Qu'est qu'un bon freinage ?.....	9
I.7 Evolution du freinage.....	9
I.7.1 Frein à tambour mécanique.....	10
I.7.2 Frein à disque.....	10
I.7.3 Hydraulique frein à tambour.....	10
I.8 Frein anti - blockage ABS ( Antilock Braking system ).....	10
I.9 Frein électronique EBS ( electronic braking system).....	11
I.10 Types de freins.....	11
I.10.1 Frein à bande.....	11
I.10.2 Frein à disque.....	11
I.11 Types de disques.....	12
I.11.1 Le disque plein.....	12
I.11.2 Le disque ventilé.....	12
I.11.3 Les étriers : des freins à disque .....	12
I.11.3.1 Les étriers fixes.....	12
I.11.3.2 Les étriers coulissants .....	12
I.12 Frein à tambour .....	13
I.12.1 En parallèle .....	13
I.12.2 En série .....	13
I.13 Freinage pneumatique.....	13
I.13.1 Les composants des systèmes de freinage conventionnel pneumatique.....	13
I.13.1.1 Compresseur et régulateur.....	14
I.13.1.2 Les réservoirs d'air.....	15

---

I.13.1.3 La commande au pied .....	16
I.13.1.4 Cylindres de frein.....	16
I.13.1.5 Régleur de jeu .....	17
I.13.1.6 Mécanisme de frein .....	18
I.14 INTRODUCTION .....	19
I.15 Circuit d'alimentation d'air (remplissage).....	19
I.15.1 Circuit de freinage de l'essieu avant.....	20
I.15.2 Circuit de freinage de pont arrière.....	20
I.15.3 Circuit du frein de stationnement et de secours.....	22
I.15.4 Descriptif général du système de freinage conventionnel de bus FENNEC.....	22
I.16 Système de freinage ABS.....	23
I.16.1 Définition.....	23
I.16.2 Fonctionnement du système ABS.....	24
I.16.3 Composantes du système de freinage ABS poids lourds (pneumatique).....	25
I.16.4 Fonctionnement des composantes.....	26
I.16.4.1 Le capteur de roues.....	26
I.16.4.2 Boitier électronique de commande.....	26
I.16.4.3 Témoin lumineux (5a ;Sb).....	26
I.17 Circuit de système ABS sur le bus FENNEC.....	27
I.18 Schéma d'installation du système ABS sur le bus FENNEC.....	29
<b>CHAPITRE II</b> .....	
<b>Intégration de système EBS sur proto FENNEC</b> .....	
II.1 INTRODUCTION.....	30
II.2 Système de freinage EBS pneumatique.....	30
II.2.1 Définition.....	30
II.2.2 Les composantes de base du système EBS sont les suivantes.....	32
II.2.2.1 Module central.....	32
II.2.2.2 Robinet de frein.....	33
II.2.2.3 Valve relais proportionnelle .....	34
II.2.2.4 Modulateur d'essieu.....	35
II.2.2.5 Valve de redondance.....	36
II.2.2.6 afficheur .....	37
II.2.3 Logiciel de diagnostic.....	38

II.2.3.1 Matériel nécessaire.....	38
<b>CHAPITRE III</b>	<b>Etude de problématique. Modélisation Géométrique et solutions</b>
III.1 Cahier des charges.....	41
III.1.1 Présentation de l'étude.....	41
III.1.2 Transmission du signal et liaison capteur couronne.....	41
III.2 Cahier de charge fonctionnel .....	43
III.2.1 Diagramme de l'environnement du support couronne.....	43
III.2.2 Diagramme de FAST su support couronne.....	44
III.2.3 Diagramme de l'environnement support capteur .....	44
III.2.4 Diagramme de FAST du support capteur.....	45
III.2.5 les objectifs de ce projet .....	45
III.2.6 Etude de faisabilité .....	46
III.2.7 Avant- projet d'étude du support couronne.....	46
III.2.7.1 Rechercher de solution technique.....	46
III.2.7.2 Evaluation de la solution N1 .....	46
III.2.7.3 Evaluation de solution N2.....	47
III.3 INTRODUCTION .....	47
III.4 Présentation des logiciels de conceptions et de simulations.....	47
III.4.1 SOLIDWORKS .....	48
III.4.2 CATIA.....	48
III.5 Modélisation géométrique des composantes.....	48
III.6 Modélisation géométrique des organes mécanique du pont arrière P831X1 du bus FENNEC.....	49
III.6.1 Représentations des pièces avant et après la solution.....	53
III.7 Etude d'adaptation du support couronne.....	54
III.8 Vérification de la résistance du moyeu avant la modification .....	54
III.8.1 Caractéristique du matériau .....	54
III.8.2 Caractéristique du maillage.....	55
III.8.3 Actions extérieurs.....	55
III.8.3.1 Déplacement imposé : géométrie fixe et appuie de type pivot sur les paliers de roulement.....	55
III.8.3.2 Les forces résultantes et le déplacement imposés.....	56
III.8.3.3 Chargement imposés .....	56
III.8.3.4 Résultats de l'étude.....	57

---

III.8.3.4.1	Distribution des contraintes de von-mises .....	57
III.8.3.4.2	Etude de déformation .....	58
III.8.3.4.3	Etude de coefficient de sécurité.....	58
III.9	Vérification de résistance du moyeu avec 8 perçages.....	59
III.9.1	Modification du moyeu .....	59
III.9.2	Condition de résistance du moyeu après modification.....	59
III.9.2.1	Concentration de contrainte de von-mises .....	59
III.9.2.2	Interprétation des coefficients de sécurités .....	60
III.10	Etude de résistance du moyeu après la deuxième modification avec trois perçage.....	61
III.10.1	Distribution de contraintes de Von-mise .....	61
III.10.2	Propriété du matériau .....	61
III.10.3	Distribution de coefficient de sécurité.....	62
III.11	Etude de résistance de l'assemblage avec fixation à trois vis.....	63
III.11.1	Propriété de l'assemblage .....	63
III.11.2	Chargement appliqué sur l'assemblage.....	64
III.11.3	Forces résultantes sur l'assemblage.....	64
III.11.4	Etude de résistance de l'assemblage .....	65
III.11.4.1	Distribution de contraintes de von- mises.....	65
III.11.4.2	Distribution du coefficient de sécurité de l'assemblage.....	65
III.12	Détails sur les vis de serrage .....	66
III.12.1	Force maximale appliqué pour la vis la plus solliciter.....	67
III.12.2	Etude de résistance des vis .....	67
III.12.2.1	Vérification la résistance du matériau de la vis de fixation.....	67
Conclusion		
Fiche technique de bus FENNEC		
Mise en plan		
Références bibliographiques		
Résumé		

## LA LISTE DES FIGURES

<b>CHAPITRE I</b>	<b>TYPE ET EVOLUTION DE FRENAGE PNEUMATIQUE</b>
Figure I.1 Système de freinage pneumatique à double circuit.....	4
Figure I.2 prototype FENNEC.....	7
Figure I.3 Compresseur d'air .....	14
Figure I.4 la soupape de sûreté.....	15
Figure I.5 la commande au pied.....	16
Figure I.6 les cylindres de frein.....	17
Figure I.7 Régleur de jeu manuel.....	17
Figure I.7.1 Régleur de jeu automatique.....	17
Figure I.8 Mécanisme de frein.....	18
Figure I.9 circuit d'alimentation (remplissage des réservoirs d'air).....	19
Figure I.10 circuit de freinage de l'essieu avant.....	20
Figure I.11 circuit de freinage de pont arrière.....	21
Figure I.12 circuit du frein de stationnement et de secours.....	22
Figure I.13 descriptif générale du système de freinage conventionnel de bus FENNEC.....	23
Figure I.14 vue éclater des composantes du système de freinage ABS pneumatique.....	25
Figure I.15 Schéma d'un système de freinage de bus FENNEC muni de dispositif ABS.....	28
Figure I.16 Schéma générale d'un système ABS sur le bus FENNEC.....	29
<b>CHAPITRE II</b>	<b>Intégration de système EBS sur proto FENNEC</b>
Figure II.1 Schéma détaillé sur système de freinage EBS de bus FENNEC.....	31
Figure II.2 Module central.....	32
Figure II.3 Robinet de frein.....	33
Figure II.4 Valve relais proportionnelle.....	34
Figure II.5 Modulateur d'essieu.....	35
Figure II.6 Valve de redondance.....	36
Figure II.7 Afficheur sur tableau de bord.....	37
Figure II.8 Matérielles de diagnostic et réparation.....	38
Figure II.9 Architecteur d'un système de freinage EBS de bus FENNEC.....	39

**CHAPITRE III****Etude de problématique. Modélisation Géométrique et solutions**

Figure III.1 Schématisation simplifiée de problématique le montage par serrage du support couronne sur le moyeu .....	41
Figure III.2 Capteur de vitesse couronne dentée (100dents) ; support couronne.....	42
Figure III.3 Ensemble couronne ; support couronne ; capteur ; et support capteur.....	42
Figure III.4 Diagramme de l'environnement du support couronne.....	43
Figure III.5 Diagramme de l'environnement du support capteur.....	44
Figure III.6 Schéma du support couronne proposé sur FENNEC .....	46
Figure III.7 Support couronne à 3 et 8 perçage par jeu avec de fixation .....	46
Figure III.8 Modèle 3D du pont arrière du bus FENNEC SNVI.....	49
Figure III.9 Carter pont P831XI.....	49
Figure III.10 Carter pont P831XI.....	50
Figure III.11 Moyeu sans perçage .....	50
Figure III.12 Tambour .....	51
Figure III.13Arbre différentiel.....	51
Figure III.14Trompette .....	51
Figure III.15 Ensemble frein KNORR.....	52
Figure III.16 Géométrie fixe et les appuis sur les palie.....	55
Figure III.17 Distribution des contraintes de von-mises.....	57
Figure III.18 Distribution des déformations.....	58
Figure III.19 Distribution de coefficient de sécurité.....	58
Figure III.20 Moyeu avec 8 perçages.....	59
Figure III.21 Distribution de la contrainte de von-mises.....	59
Figure III.22 Distribution de coefficient de sécurité sur le moyeu de 8 perçages.....	60
Figure III.23 Distribution de contrainte de von-mises avec trois perçages.....	61
Figure III.24 Distribution de coefficient de sécurité.....	62
Figure III.25 Distribution de contrainte de von-mises de l'assemblage.....	65
Figure III.26 Distribution du coefficient de sécurité de l'assemblage.....	66

---

## LA LISTE DES TABLEAUX

### CHAPITRE III

### Etude de problématique. Modélisation Géométrique et solutions

Tableau III.1 Caractéristique du matériau.....	54
Tableau III.2 Caractéristique du maillage .....	55
Tableau III.3 Les forces résultantes et les déplacements imposés.....	56
Tableau III.4 Chargement imposés.....	56
Tableau III.5 Propriété du matériau.....	61
Tableau III.6 Propriété de l'assemblage.....	63
Tableau III.7 Chargement appliqué sur l'assemblage.....	64
Tableau III.8 Forces résultantes sur l'assemblage.....	64
Tableau III.9 Détails sur les vis de serrage.....	66
Tableau III.10 Forces maximale appliqué pour la vis la plus solliciter.....	67

# **Introduction**

# Introduction générale

## Introduction générale :

Dans un secteur aussi concurrentiel que vital pour l'économie nationale, le secteur des véhicules industriels cherche en permanence à améliorer la fiabilité et les performances de ses véhicules. Parmi ses performances, le freinage des véhicules industriels a toujours fait l'objet d'une attention toute particulière de la part des constructeurs, tant les enjeux sécuritaires et économiques sont cruciaux.

Les évolutions les plus récentes des systèmes de freinage sont dues à des nombreuses études réalisées à l'aide de moyens de simulations de plus en plus puissants.

Prenant ce constat comme appui, notre étude a donc pour objectif la mise en place et le fonctionnement d'un système de freinage EBS (Electronic Braking System), sur un véhicule industriel autobus FENNEC (Prototype). Cependant, la Société Nationale de Véhicules Industriels (S.N.V.I ROUIBA) constitue le champ excellent de ma expérience car je travaille au sein de cette société (Service après-vente).comme inspecteur technique et intervention depuis 2009 ; ce qui me permet de voir et suivi et signaler les différents problèmes et anomalies via des rapport techniques et par la suite participé et proposer des solutions adéquats ; en collaboration avec les différents structures concernés (qualité ;bureau d'études, production .....Etc.). L'autobus **FENNEC** est l'échantillon sur lequel l'étude s'élaborera.

Dans cette étude, nous focalisons sur la mise en place d'un système EBS appartenant au fournisseur WABCO, intégré sur le bus FENNEC

Notre présent travail est structuré de la manière suivante:

- Généralités sur le freinage*
- Adaptabilité de circuit du freinage EBS sur le bus FENNEC*
- Etude du problème*
- Modélisation géométrique. Et simulation.*

Dans le premier chapitre, nous présenterons, l'établissement de montage de véhicules industriels (**SNVI**), et aussi des généralités sur ses dispositifs de freinage, entre autre, WABCO, qui est le fournisseur du dispositif de freinage. Notamment, nous dressons un aperçu général sur l'Histoire de l'évolution du freinage pneumatique, plus particulièrement, le dispositif du freinage ABS et conventionnel. : Son principe de fonctionnement et ses composantes.

# Introduction générale

Pour cela, nous amorçons, dans un premier temps, la présentation des circuits du freinage conventionnels déjà installés sur le bus après le circuit ABS.

Dans le deuxième chapitre, nous mettons l'accent sur l'adaptabilité du dispositif du freinage EBS, sur le circuit du freinage FENNEC, nous indiquons à la fin via des schémas, l'intégration de différentes composantes du système EBS sur le circuit pneumatique et sur le pont arrière.

Le troisième chapitre, qui constitue l'axe central de notre étude, sera consacré à l'élaboration d'un cahier des charges qui passe en revue la problématique, tout en proposant, évidemment, des solutions adéquates au problème. Nous essayons de cerner le problème confronté, qui se constitue principalement, sur le desserrement du support couronne sur le moyeu du

Pont-arrière du bus **FENNEC**, puis nous présentons les deux logicielles (**CATIA** et **SOLIDWORKS**) ont comme rôle de faire des conceptions des différents pièces constituant le pont arrière et même ont la capacité de présenter ces pièces en modèle 3D ainsi les différentes simulations en état statique et dynamique.

L'avant dernière étape consiste à faire une nouvelle conception et modélisation géométrique des (02) pièces avariées (support couronne et moyeu) sujet sur lequel notre conception s'adapte puisque ces deux pièces sont considérées comme cause de problème (source de l'incident) et la remplacer l'ancien assemblage par serrage (presse) ; par une autre fixation de support couronne sur le moyeu cette fois-ci par vis (08vis) .pour

Cela nous avons effectué une étude de résistance des deux pièces en lui appliquant des conditions ou sollicitation (forces ; chargement, moment) et faire une simulation pour voir l'influence de huit perçage sur le moyeu avec solidworks ainsi l'analyse des différents résultats des contraintes et déformations et les zones les plus critiques .et les résultats étaient satisfaisante.

Et de la même manière nous avons réduit le nombre de perçage jusqu'à (03) vis qui garantissent une position d'équilibre isostatique et la pièce comporte bien à la dernière étape de l'étude consiste à étudier la résistance de l'assemblage (moyeu ; support couronne ; et couronne) aux sollicitations appliquées et la vérification des vis aux efforts axiaux et cisaillement.

# **Chapitre I**

## **Types et évolution de freinage pneumatique**

## I.1. Introduction

Le système de freinage automobile a pour principale fonction de transformer l'énergie cinétique du véhicule en énergie thermique. Si le véhicule est naturellement ralenti par les résistances aérodynamiques, de roulement et les frictions dans ses organes mécaniques (moteur, transmission), ainsi que le dispositif du frein moteur avec l'appellation «Jacob» ou «Dynatard» pour les véhicules poids lourds, elles sont insuffisantes pour stopper brusquement le véhicule en cas d'urgence. L'obtention d'un arrêt total et d'une décélération maximale nécessite un système mécanique à friction agissant sur les éléments en rotation. Dans le passé, quelques véhicules disposaient d'un système de freinage directement sur la transmission, mais aujourd'hui, les freins sont exclusivement placés dans chaque roue. Depuis le 1<sup>er</sup> avril 1976, les constructeurs de camions doivent satisfaire aux normes fédérales, c'est-à-dire, qu'ils doivent munir leurs véhicules routiers, tels les camions, camions-remorques, autobus et remorques, d'un système de freinage opérationnel en tout temps. Afin de répondre à ces exigences, les constructeurs ont mis au point un système de freinage à double circuit, ce qui a pour effet de rendre le véhicule plus sécuritaire. **Figure 1** Comme vous pouvez le constater, le schéma illustré dans la **figure 1** comprend les trois circuits principaux du système de freinage à double circuit, soit le circuit d'alimentation du système de freinage (**bleu**), le circuit de freinage de service de l'essieu avant (**rouge**) et le circuit de freinage de service des essieux arrière (**vert**). À ces circuits, viendront se greffer au circuit du système de freinage de stationnement et de secours, ainsi que le circuit de la remorque. D'où les trois dispositifs de freinage :

**1) Dispositifs de freinage de service :** dont la fonction est de contrôler le mouvement du véhicule et de l'arrêter d'une façon sûre, rapide et efficace, quelles que soient les conditions de vitesse, de chargement ou des conditions atmosphériques et ceci indépendamment de déclivité ascendante ou descendante sur laquelle il se trouve. Son action doit être modelable et le conducteur doit pouvoir obtenir ce freinage de sa place de conduite, sans enlever les mains de l'organe de direction, C'est pourquoi cette commande se fait toujours au pied. Il doit agir sur toutes les roues du véhicule et son action doit être répartie entre les roues d'un même essieu de façon symétrique par rapport au plan longitudinal du véhicule. Presque tous les véhicules touristiques et tous les poids lourds sont équipés d'un double circuit de commande de freinage.

**2) Le dispositif de freinage de stationnement :** dont la fonction est de maintenir le véhicule immobile sur une déclivité ascendante ou descendante pouvant atteindre jusqu'à

18%, et cela même en l'absence du conducteur. Les éléments actifs doivent être maintenus en position de serrage au moyen d'un dispositif à action purement mécanique; pouvant être actionné de la place du conducteur. Ce dispositif doit être complètement indépendant du dispositif de freinage de service. Sur le poids lourd, il peut être éventuellement combiné avec le dispositif de freinage de Secours.

**3) Le dispositif de freinage de secours :** qui a pour fonction d'arrêter le véhicule sur une distance raisonnable. En cas de défaillance du freinage de service, son action doit être modelable et le conducteur doit pouvoir l'obtenir de sa place de conduite conservant le contrôle de son véhicule; avec au moins d'une main de l'organe de direction. Ce dispositif peut être combiné soit avec le dispositif de freinage de service, soit avec le dispositif de freinage de stationnement.

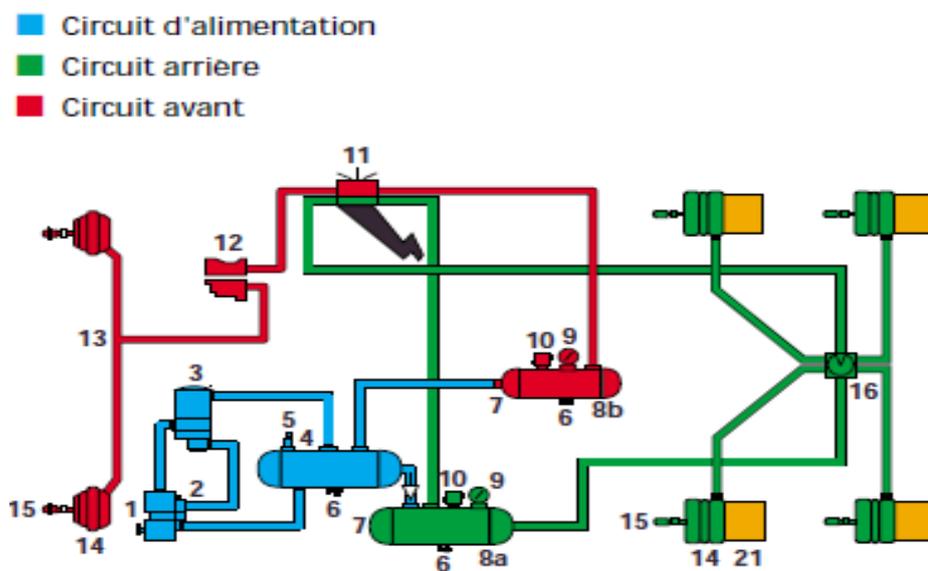


Figure I.1 : Système de freinage pneumatique à double circuit

## I.2 .Présentation de la SNVI

La Société Nationale des Véhicules Industriels (SNVI) est née par décret 81-342 du 12/12/1981. Elle a héritée des structures, des moyens, des Biens, des activités, monopole à l'importation. Et le personnel détenus ou géré par la Société Nationale de Construction Mécanique (SONACOME) par décret n° 81-345 du 12/12/1981. La Société Nationale de

Construction Mécanique (SONACOME) a été créé par Ordonnance n° 67-150 du 09/08/1967 ayant pour vocation d'exploiter et de gérer les usines de construction mécanique du secteur public. Son schéma d'organisation regroupe dix Divisions dont la DVI future SNVI.

La SONACOME a héritée du patrimoine de la société africaine des automobiles BERLIET (S.A.A.B / S.A). Après sa dissolution par décret n° 73-764 du 01/10/1973 suivant les Conventions conclues à ALGER le 24/06/1964 entre l'état algérien et la S.A.A.B/S.A le 06/08/1964 entre la Caisse algérienne du Développement (S.A.D) et la S.A.A.B/S.A et le Contrat du 30/09/1970 entre SONACOME et S.A.A.B/S.A. L'installation de la société africaine des automobiles BERLIET (S.A.A.B/S.A) en Algérie remonte à 1957. Son siège se situe à ALGER immeuble « MAURITANIA ». Elle est dotée d'une usine de montage de véhicules « poids lourd » à 30KM à l'Est d'ALGER plus exactement à ROUIBA avec des succursales implantées à : HUSSEIN DEY, CONSTANTINE, ORAN et OUARGLA. Le 09/05/1995, la transformation de la SNVI en Société par Actions à la capitale sociale de 2,2 milliards de dinars.

A partir, de mois d'Octobre 2011, la SNVI à changer de statut juridique pour devenir un Groupe industriel composé d'une Société Mère et de quatre filiales. [1]

### **I.2.1. Mission de l'entreprise**

L'entreprise Nationale des Véhicules Industrielles (SNVI) issue de la restructuration de la SONACOME est chargée dans le cadre du plan national du développement économique et social de :

- La recherche ;
- Le développement ;
- L'importation ;
- La distribution Elle se spécialise dans le secteur des véhicules industriels et leur composante dont :
  - Les camions ;
  - Les autocars, autobus, minicars, minibus ;
  - Les camions spéciaux ;
  - Le matériel tracté (remorque, semi-remorque, et autres..... ) ;
  - Les pièces brutes de fonderie.

### I.3. Présentation de l'autocar FENNEC :

Le pont arrière **P831X** monté aujourd'hui sur plusieurs bus de la gamme SNVI par exemple le bus **49L6, SAFIR** et deux proto type **.Numidia,** et FENNEC

L'autocar interurbain de 49 places assises (type FENNEC) est le véhicule destiné aux transports grandes lignes de voyageurs. Développé sur la base mécanique du 49 L6, dont plusieurs milliers d'exemplaires sont en exploitation et assurent avec toute la fiabilité et la qualité requise, Ce mode de transport dans toutes les régions d'Afrique (Sénégal en particulier) conçu sur la base classique de châssis à longerons renforcés. Le cadre châssis, est conçu et fabriqué par SNVI, il se présente sous la forme de deux longerons en acier emboutis en U, entretoisés par des traverses en acier. L'essieu avant de type rigide, est de conception et de fabrication SNVI, il est en acier forgé. Le pont arrière dont la cuve est issue de la fonderie de la SNVI, est composé d'éléments mécaniques (pignons, couronne, etc.) tous usinés dans les ateliers de SNVI. La direction à assistance hydraulique est de fabrication ZF. La suspension est de type mixte : pneumatique et mécanique (coussins d'air et ressort à lames ressort) spécialement adaptées aux exploitations sur routes présentant des déformations (nids de poules et dos d'âne). La superstructure (ou carrosserie) est entièrement **fabriquée** par les ateliers de la SNVI.

- La structure est en tubes d'acier galvanisé.
- La carrosserie est montée sur la base de tôle emboutées
- Les pièces de garnissage
- Le garnissage est en polyester sont produits dans les ateliers de SNVI.
- La sellerie (siège passagers) est de production SNVI.

### I.3.1 Le groupe motopropulseur

- Le moteur et la boîte de vitesse sont approvisionnés auprès des constructeurs de renommée mondiale, **Cummins** pour le moteur ce dernier car il est muni d'une grande partie d'électronique et d'un calculateur. et **ZF** pour la boîte de vitesses. Ces deux organes sont de la dernière génération.



**Figure I.2:** prototype FENNEC

#### **I.4. Présentation de fournisseur WABCO**

WABCO est l'acronyme de Westinghouse Air Brake Compagny, société qui a été créée à Pittsburgh, en 1869, par George Westinghouse, pour exploiter son invention révolutionnaire dans les chemins de fer : le freinage servo-commandé à air-comprimé.

Durant les années 1920, WABCO applique ce système aux camions. Le groupe WABCO, celui des produits pour véhicules automobiles, est fondé sur cette œuvre de pionniers. Il est aujourd'hui intégré à l'American standard et détient en propre une ou plusieurs sociétés dans 11 pays différents.

Plus récemment, en 1981, WABCO a démarré la production en série du système ABS qui, grâce à l'utilisation d'un microprocesseur, assure la maîtrise directionnelle du véhicule en évitant le blocage des roues.

En 1996 WABCO a remplacé le système ABS par un autre system de freinage EBS (ELECTRONIC BREIKING SYSTEME)

Les équipements de WABCO s'appliquent à une multitude d'organes : freinage, moteurs, boîtes de vitesses, suspension, actionnement de portes, climatisation...

La diversité des véhicules qui en sont équipés illustre cette variété des équipements de WABCO : voiture, camions, cars, bus, tracteurs routiers, remorques et semi-remorques.

#### **I.5. Définition de freinage**

Un frein est un système permettant de ralentir, voire d'immobiliser, les pièces en mouvement d'une machine ou un véhicule en cours de déplacement. Son fonctionnement repose sur la dissipation de l'énergie cinétique du véhicule en énergie thermique.

Quels que soient le système de freinage et son emploi, un frein absorbe une énergie mécanique extérieure pouvant être soit une énergie potentielle due à la gravité (cas des appareils de levage), soit une énergie cinétique (cas des véhicules), soit les deux à la fois (cas, par exemple, d'un véhicule lancé abordant une descente). L'énergie mécanique absorbée est restituée par le frein sous une autre forme qui dépend du système de freinage considéré.

Dans notre cas, on se limite à l'étude des freins transformant l'énergie mécanique en chaleur par frottement de deux solides, car ce sont les plus répandus et les plus économiques pour assurer la fonction de freinage : le ralentissement ou l'arrêt de la machine, ou de l'appareil en mouvement est dû à la résistance de frottement engendrée dans un organe de friction, par la pression d'un corps contre la jante d'un rotor en mouvement.

### **I.6. Qu'est-ce qu'un bon freinage ?**

Le système de freinage idéal doit être capable d'arrêter à tout moment un véhicule sur la distance la plus courte possible et la maintenir à l'arrêt, Le freinage devra donc répondre à plusieurs critères:

- \*Efficacité : l'effort à appliquer sur la pédale sera faible, pour une puissance de freinage maximum ;
- \* Stabilité : le véhicule gardera sa trajectoire sans dérapage, ni tirage, ni déport, ni réaction au niveau du volant ;
- \* Fidélité : pour un effort donné sur la pédale, on obtiendra toujours un même ralentissement ;
- \*Confort : le freinage sera progressif, sans bruit, l'effort et la course de la pédale seront judicieux.

Il est possible de réaliser des systèmes de freinage remplissant toutes ces conditions, et tous les systèmes actuels tendent vers ce but, Mais ils ne sont que des compromis, afin que leur prix de revient demeure acceptable sur les véhicules de grande série.

### **I.7. Evolution du freinage**

Les premiers systèmes de freinage impliqués un levier et un bloc de bois. Ce système a été utilisé pour les voitures avec des roues cerclées d'acier. Le pilote tirait un levier pour pousser un bloc de bois contre les pneumatiques, ce qui ralentit la voiture. Ce système était efficace et cela a bien fonctionné, mais n'était plus viable lorsque le caoutchouc des pneus a été introduit. À ce moment, un autre type de système de freinage devait être exploré.

### **I.7.1. Frein à tambour mécanique**

Dans les années 1900, a été présenté le frein à tambour mécanique. Ce système de freinage impliquait une bande unique " souple en acier inoxydable, enroulée autour d'un tambour sur l'essieu arrière ". Lorsque le conducteur a engagé le frein, le groupe allait faire pression sur le tambour et la machine s'arrêterait. Les premiers freins à tambour étaient externes. Cela a été un problème parce qu'ils ont été exposés aux intempéries et ne durera pas longtemps. Les freins devaient être remplacés assez souvent. Ce problème a été résolu en mettant les patins de frein, à la partie qui applique une pression pour ralentir.

### **I.7.2. Frein à disque**

Une autre technologie qui a été breveté en 1900 a été le frein à disque. Les freins à disque sont en fer. Ces disques sont " «pressés» par les patins de frein pour amener le véhicule à l'arrêt. Ces plaquettes de frein sont pressées au moyen d'une pince qui est sous la pression du fluide hydraulique. Initialement, la plaquette de frein n'a pas de doublure. Lorsque les deux pièces en métal sont mises en contact, il y avait un bruit terrible. L'amiante a été utilisé pour le revêtement dans les deux systèmes de freins à disque et des systèmes de freins à tambour, ce qui a contribué à améliorer sensiblement les performances.

### **I.7.3. Hydraulique frein à tambour**

En 1918, le frein à tambour hydraulique a été inventé par Malcolm Lougheed. Ce système utilise un fluide hydraulique pour appliquer une pression pour arrêter la voiture. Lorsque le conducteur engage le frein, le fluide hydraulique est poussé à travers une série de tuyaux dans le tambour de frein. Ce fluide pousse les patins de frein contre la garniture intérieure du tambour. Ce qui ralentie la machine. Cependant, la plus grande difficulté avec freins à tambour est la chaleur. La chaleur est accumulée et ne possède pas de façon à se dissiper, cette accumulation de chaleur engendre des déformations qui provoquent des vibrations au cours du freinage.

### **I.8. frein anti-blocage ABS (Antilock Braking System)**

Un changement des systèmes de freinage, freins antiblocage est un dispositif de sécurité qui empêche le blocage des freins. Les capteurs de vitesse de la voiture permettent de déterminer si une roue est sur le point de bloquer. Ensuite, une série de soupapes hydrauliques limite ou réduit le freinage de cette roue. Cela permet au conducteur de garder le contrôle de la voiture et empêche la voiture de partir en vrille.

### **I.9. Frein électronique EBS (electronic braking system)**

Les exigences en termes de systèmes de freinage augmentent constamment, si bien que le développement et l'introduction d'un système de freinage électronique EBS constituent une étape logique. L'EBS renforce la sécurité routière en réduisant la distance de freinage et en améliorant la stabilité au freinage. Les fonctions de diagnostic et de surveillance intégrées ainsi que l'affichage de l'usure des garnitures de freins permet une gestion logistique efficace du parc de véhicule. L'EBS Et à l'aide de son module central communique à tout moment avec d'autres systèmes (calculateurs) équipant le véhicule (régulation du moteur, Boite à vitesses, ralentisseur, écran etc.) par l'intermédiaire d'un bus de données de véhicule selon SAE J 1939.

### **I.10. Types de freins:**

#### **I.10.1. Frein à bande**

Le frein dans lequel une bande entoure et serre la périphérie d'une pièce cylindrique en rotation. Souvent utilisé pour les trottinettes et les bicyclettes d'entraînement.

#### **I.10.2. Frein à disque:**

Le frein à disque est constitué de deux parties principales : le disque et l'étrier. Le disque ou rotor est entraîné en rotation par l'origine à ralentir et frotté sur ses deux faces parallèles par les garnitures appelées plus couramment « plaquettes » qui déterminent les pistes de frottement, ces dernières sont donc des anneaux plats et perpendiculaires à son axe de rotation, Le rôle du disque est d'absorbé sous forme de chaleur l'énergie mécanique dissipée. La structure ou stator appelée également « étrier » est la partie non tournante, elle peut être fixe, avoir un mouvement latéral ou un mouvement de pivotement. Ce dernier système n'est pas utilisé dans le secteur des véhicules industriels. Le frein agit par pincement sur le disque, les efforts de serrage sont égaux et perpendiculaires au disque, le mécanisme comprend une pince en forme de chape qui enjambe le disque et reçoit les pièces de serrage, les pièces de frottement connues sous le terme « plaquettes »viennent s'appliquer contre les pistes du disque lorsqu'elles sont poussées par les pistons ou autres systèmes, Les plaquettes sont immobilisées en rotation par une butée destinée à transmettre le moment de freinage sur la partie fixe du véhicule.

**I.11. Types de disques :****I.11.1. Le disque plein**

Ce type de disque est très utilisé sur les véhicules utilitaires, on trouve le plus souvent sur les voitures particulières de bas de gamme.

**I.11.2. Le disque ventilé**

C'est ce modèle de disque que l'on rencontre généralement sur les véhicules industriels, entre les deux pistes de frottement sont aménagées des ouïes (canaux) radiales pour assurer une ventilation forcée lorsque le disque tourne, l'air circulant de la partie centrale vers l'extérieur. En automobile les ouïes (canaux) sont généralement droites pour permettre le montage du même disque sur le côté droit ou gauche du véhicule.

**I.11.3. Les étriers: Des freins à disque,**

On trouve deux types d'étriers, les étriers fixes et les étriers coulissants.

**I.11.3.1. Les étriers fixes**

Ces mécanismes sont réservés aux commandes hydrauliques, L'étrier n'a aucun mouvement par rapport à l'essieu auquel il est assemblé, Les pistons sont disposés de chaque côté du disque agissant directement sur une plaquette, Lorsque l'effort de commande est élevé, on trouve deux, trois ou quatre pistons de chaque côté du disque, Ce qui permet de diminuer l'encombrement du mécanisme dans le sens radial et d'assurer une meilleure répartition de l'effort sur la plaquette qui fait des efforts élevés a une grande surface, Il est également possible de séparer l'alimentions des cylindres pour pistons pour réaliser le circuit de secours.

**I.11.3.2. Les étriers coulissants**

Ces étriers sont bien sur immobilisés en rotation mais libres en coulissement ; on les trouve pour les commandes hydrauliques sur les véhicules utilitaires et sur toutes les installations à commande pneumatique. Les mécanismes de coulissements sont protégés de l'environnement corrosif des routes pendant les saisons hivernales à l'aide de dispositifs spécifiques qui tiennent compte de températures élevées de fonctionnement.

### I.12. Frein à tambour

Les freins à tambour des utilitaires légers sont souvent dérivés des modèles de freins que l'on trouve sur les voitures de tourisme. Les freins simple ainsi que les freins-servo peuvent être montés sur les essieux avant ou arrière. Les freins duplex sont généralement réservés pour l'essieu avant et exceptionnellement sur l'essieu arrière, Puisque, celui-ci est utilisé, en général, en frein de stationnement ou frein à main ce qui n'est pas souhaitable pour les freins Duplex. Un frein à tambour dispose de deux segments. Ces derniers peuvent être montés :

**I.12.1. En parallèle :** ils sont indépendants entre eux et sont actionnés par un dispositif de commande commun ou individuel. La somme des couples de chaque segment donne le couple total du frein.

**I.12.2. En série :** Le segment primaire met en action le segment secondaire. Le couple délivré par le segment secondaire est fonction du couple du primaire.

### I.13. Freinage pneumatique

#### I.13.1. Les composants des systèmes de freinage conventionnel pneumatique

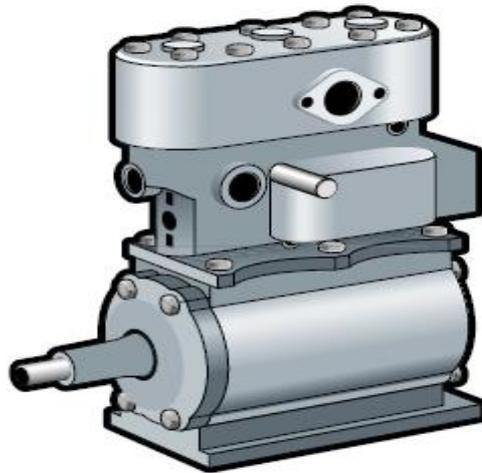
Tout système de freinage pneumatique fonctionnel est composé des cinq éléments principaux suivants :

1. Un compresseur, pour comprimer l'air et munis d'un régulateur pour le contrôler ;
2. Un réservoir, pour emmagasiner l'air comprimé ;
3. Une commande au pied, pour régler l'arrivée d'air comprimé du réservoir au moment du freinage ;
4. Des cylindres de frein et des régleurs de jeu, pour communiquer la force exercée par l'air comprimé à la timonerie mécanique ;
5. Des garnitures de frein et des tambours ou rotors qui créent le frottement entraînant l'arrêt du véhicule ;

Avant de pouvoir étudier le rôle de chaque élément du système de freinage, il est essentiel d'en comprendre le fonctionnement

### I.13.1.1. Compresseur et régulateur

Dans un système de freinage pneumatique, la force est communiquée par l'intermédiaire de l'air comprimé qui provient d'un compresseur, Le compresseur agit par pompage de l'air dans un réservoir où l'air est emmagasiné sous pression. Le compresseur est entraîné par le moteur du véhicule par l'intermédiaire de courroies et de poulies ou par arbres et pignons. Le compresseur est en prise directe avec le moteur, ce qui signifie qu'il tourne en même temps que le moteur. Lorsque la pression du circuit de freinage est normale, le cycle de pompage du compresseur peut s'interrompre. Un régulateur contrôle les pressions d'air minimale et maximale, On dit alors que le compresseur est soit en « cycle de décharge » ou en « cycle de pompage ».



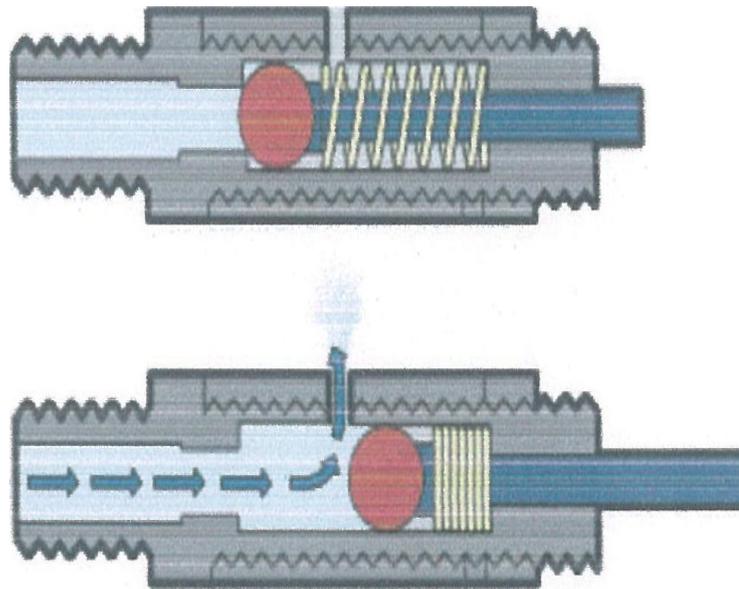
**Figure I.3 :** Compresseur d'air

### I.13.1.2. Les réservoirs d'air

Les réservoirs sont conçus pour emmagasiner l'air comprimé. Le nombre et la taille des réservoirs à installer sur un véhicule dépendent du nombre et de la taille des cylindres de frein, ainsi que des dimensions du frein de stationnement. La plupart des véhicules ont plusieurs réservoirs, ce qui permet au système d'emmagasiner un grand volume d'air. Le

Sont plus éloignés du compresseur sont appelés réservoirs primaire et secondaire, ou réservoirs secs.

Les réservoirs sont également munis d'une soupape de sûreté, si le régulateur était en panne et ne parvenait pas à « décharger » le compresseur, la soupape de sûreté protégerait les réservoirs de la surpression et de l'explosion. Cette soupape comprend une bille à ressort qui permet à l'air de décharger la pression du réservoir dans l'atmosphère. C'est la force du ressort qui détermine le réglage de la pression de la soupape, (**Figure 4**)



**Figure I.4** : la soupape de sûreté

### I.13.1.3. La commande au pied

La commande au pied permet au conducteur d'actionner les freins. La quantité d'air comprimé que l'on envoie dans le circuit de freinage est fonction de la course imprimée à la pédale; Cependant, la puissance maximale obtenue au freinage correspond à la pression d'air qui se trouve dans le réservoir, (**Figure 5**). Lorsque le conducteur appuie sur les freins en enfonçant partiellement la pédale, la commande au pied maintient automatiquement le niveau de pression créé sans que le conducteur ne soit obligé d'ajuster la pression de son pied sur la pédale. Le relâchement de la pédale permet à l'air du circuit de s'échapper dans l'atmosphère par les orifices d'échappement. Étant donné que dans les systèmes pneumatiques, les pédales sont à ressort, elles ne produisent pas le même effort au pied que celles des circuits hydrauliques.

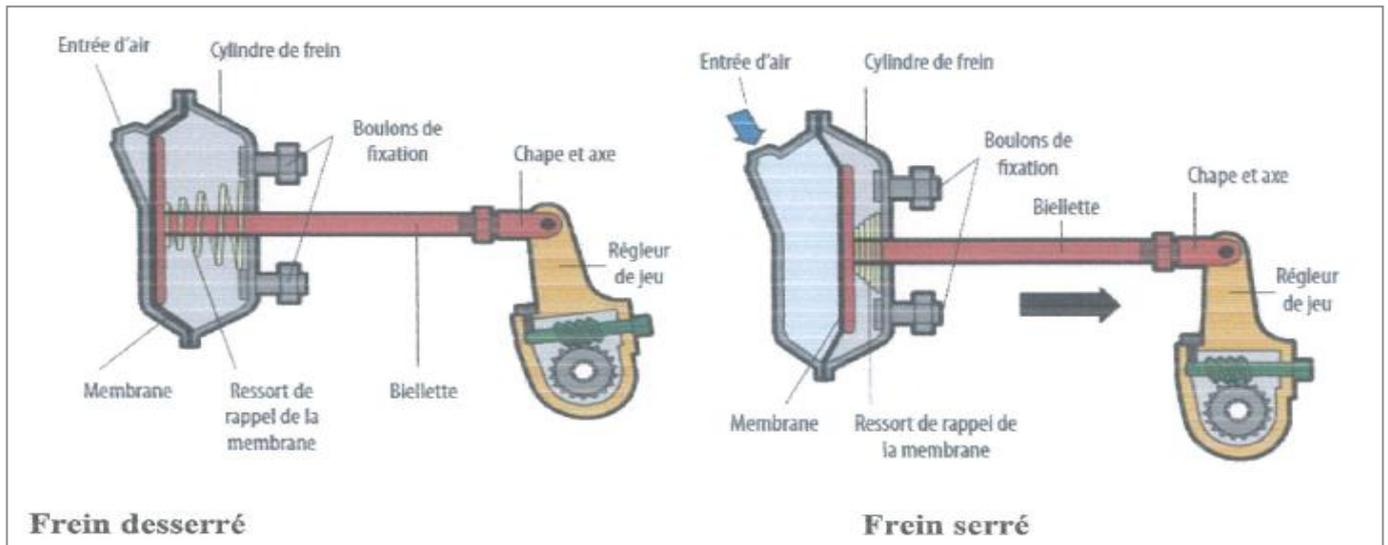


**Figure I.5 :** La commande au pied

### I.13.1.4. Cylindres de frein

Le cylindre de frein est un logement circulaire partagé au milieu par une membrane souple. La pression de l'air contre la membrane l'éloigné de sa position, ce qui entraîne la biellette vers l'extérieur et contre le régleur de jeu. (**Figure 6**) Les cylindres de frein avant sont généralement plus petits que les cylindres de frein arrière Parce que les essieux avant supportent des poids moins importants que les essieux arrière. L'air comprimé qui arrive par l'orifice d'admission exerce une pression contre la membrane et la biellette. Celle-ci est fixée

à un levier en bras de manivelle, appelé régleur de jeu, au moyen d'une chape et d'un axe. Le déplacement longitudinal de la biellette, sous l'effet de la pression exercée dans le cylindre de frein est transformé en mouvement rotatif de l'arbre à cames qui commande les mâchoires et les cames en S. La membrane et la biellette reprennent la position de repos sous l'effet du ressort de rappel logé dans le cylindre de frein lorsque l'air comprimé est évacué.



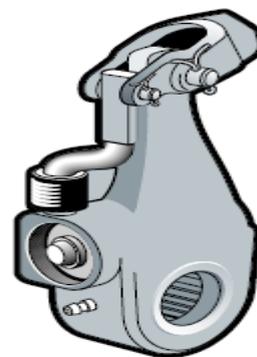
**Figure I.6 : les cylindres de frein**

#### I.13.1.5. Régleurs de jeu

Comme son nom l'indique, le régleur de jeu permet aussi de réduire le débattement qui se crée dans la timonerie, entre la biellette et les mâchoires de frein. Cette défaillance est provoquée par l'usure des garnitures de frein. Si les régleurs ne sont pas convenablement ajustés dans les limites établies, il y a risque de détérioration du rendement des freins et d'augmentation du temps de réaction. Ainsi, si le jeu devient excessif, la membrane risque de toucher le fond du cylindre, ce qui peut se traduire par une perte complète du freinage sur la roue en question.



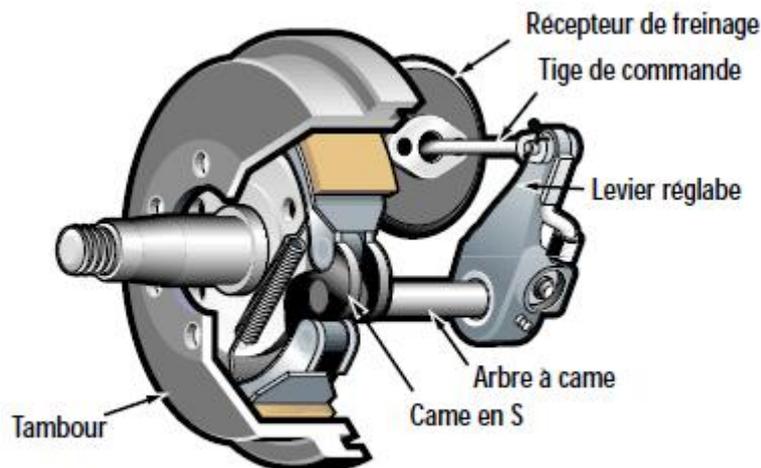
**Figure I.7 : Régleurs de jeu manuel**



**Figure I.7.1 : Régleurs de jeu automatique**

### I.13.1.6.Mécanisme de frein

La garniture de frein est fixée à la mâchoire. Les garnitures doivent permettre un freinage uniforme sur toutes les roues, avec perte minimale d'efficacité à haute température. Il ya réduction de l'efficacité du freinage quand les tambours chauffées se dilatent et se séparent des garnitures. Celles-ci, quand elles sont surchauffées, deviennent également moins efficaces. Lorsque l'arbre à cames de frein pivote, la came en S agit sur les mâchoires et les garnitures de frein et les applique contre le tambour. Le frottement des garnitures contre le tambour se Traduit par un dégagement de chaleur, (**Figure8**). La quantité de chaleur qu'un tambour peut absorber et dégager dans l'atmosphère est fonction de son épaisseur. Les tambours dont l'épaisseur a été réduite sous l'effet de l'usure risquent de s'échauffer trop rapidement. Par ailleurs, les freins peuvent perdre leur efficacité et leur fiabilité et rendre le véhicule dangereux si le tambour est déformé, si le ressort de rappel est affaibli, si les garnitures sont de mauvaise qualité, s'il y a un mauvais réglage, ou encore de la graisse ou des impuretés sur les garnitures. Il ne faut pas usiner ou user les tambours au- delà des limites prescrites par les fabricants.



**Figure I.8** : Mécanisme de frein

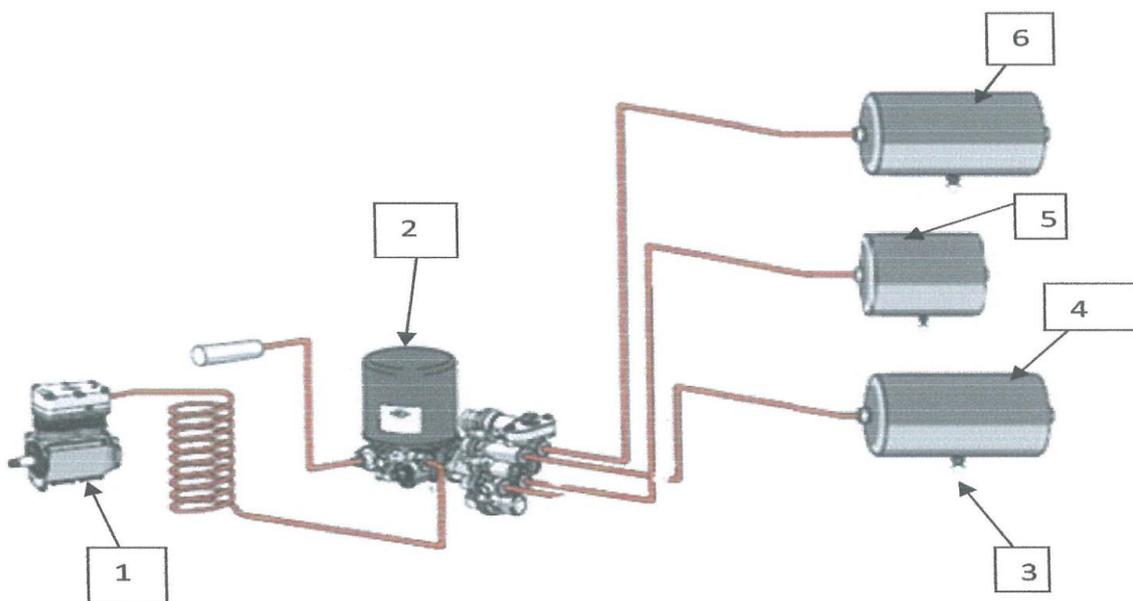
## I.14. INTRODUCTION

Pour mieux comprendre le fonctionnement de freinage EBS et ses nouvelles composantes qui seront adapté sur le pont arrière de notre véhicule proto FENNEC ; il nous faut tout d'abord comprendre le principe de fonctionnement de freinage conventionnel et ABS puisque ces deux dernier considérés comme une base de freinage EBS. et pour cela nous montrons les différents schémas partielles et le schéma général de système conventionnel.

## I.15. Circuit d'alimentation d'air (remplissage)

L'air comprimé passe du compresseur d'air (1) à l'épurateur d'air (2), Ensuite, Il se dirigé vers les réservoirs (4) et (5) (avant, arrière et de secours) par le biais de la valve de Protection à 4 circuits (2), où il est emmagasiné (avec son énergie) jusqu'au moment de son Utilisation. Le compresseur d'air (1) comprime, ou cesse de comprimer selon les signaux envoyés par le régulateur de pression (2).

Le dessiccateur (épurateur) d'air (2) évacue l'humidité et les saletés accumulées pendant la phase de repos du compresseur d'air. Une soupape de sûreté pré-ajustée et un robinet de purge (3) complètent l'équipement du circuit d'alimentation.



**Figure I.9 :** Circuit d'alimentation (remplissage des réservoirs d'air)

### I.15.1. Circuit de freinage de l'essieu avant

L'air quitte le réservoir de service (4) du circuit de l'essieu-avant et se dirige, par la suite, jusqu'à l'entrée de la pédale de frein (8). L'air y est retenu, prêt à être utilisé lorsque le conducteur actionnera la pédale de frein (8). Lorsque, celle-ci, est actionnée par le conducteur, l'air se dirige vers les récepteurs de freinage (19) et actionne les leviers lorsque le conducteur relâche les freins, la pédale de frein (8) coupe l'alimentation en air en provenance du réservoir de service de l'essieu avant. En effet, l'air est évacué des récepteurs de freinage (19) sous l'effet des ressorts de rappels et expulsé par la valve de décharge rapide (16). Les tiges et leviers retournent à leur position de départ, ce qui a pour effet de libérer la roue. Le véhicule peut, à nouveau, se déplacer librement

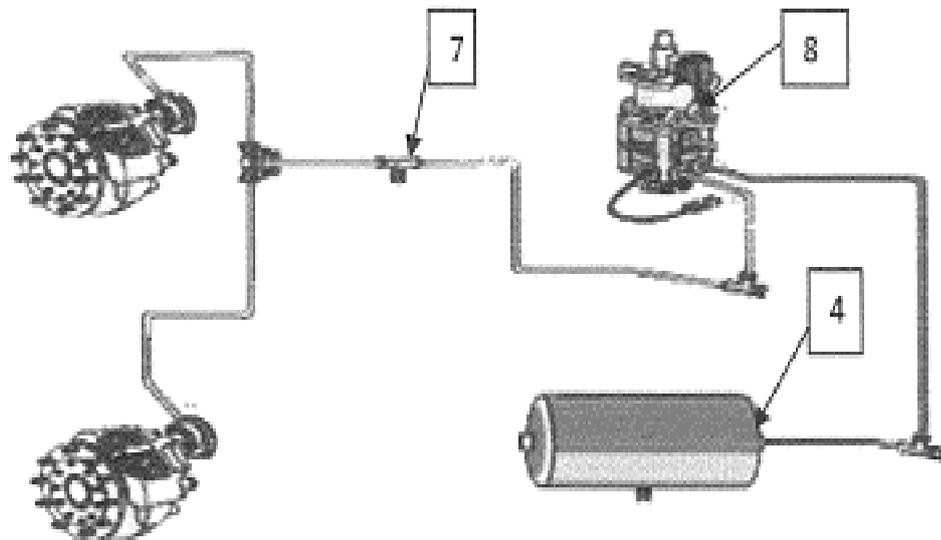


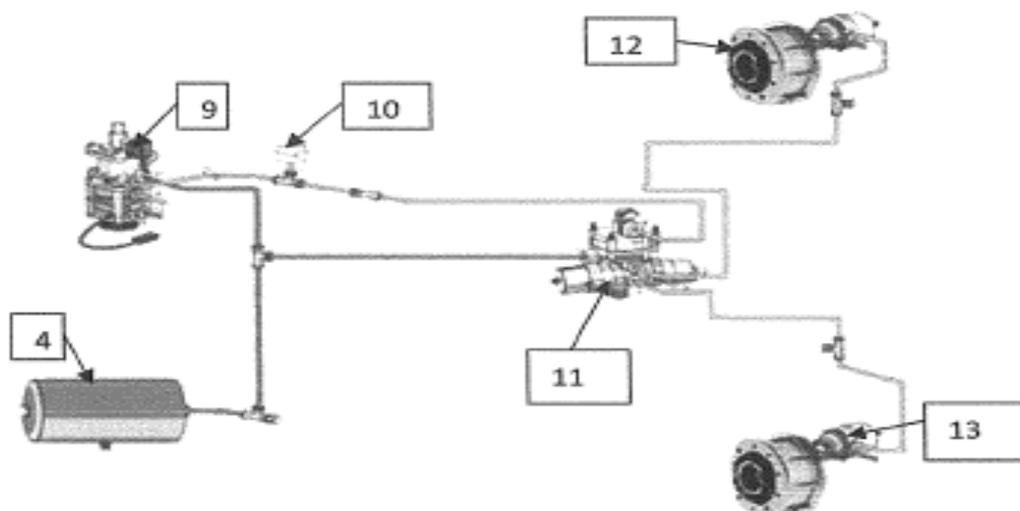
Figure I.10 : Circuit de freinage de l'essieu avant

### I.15.2. Circuit de freinage de pont arrière

Comme pour l'essieu avant, l'air quitte le réservoir de service du circuit de l'essieu arrière (4), puis se dirige simultanément à la pédale de frein (8) et à une valve relais (11), en voici la raison: Généralement, la pédale de frein (8) est située plus près de l'essieu avant que

de l'essieu arrière du véhicule. Donc, plus la distance entre les récepteurs de freinage (13) et la pédale de frein (8) est grande, plus le temps de réaction des freins de l'essieu arrière seront longs. Pour remédier à ce problème sur des véhicules ayant de longs empattements particulier, on installe une valve relais (11) sur l'essieu arrière. La valve relais est branchée simultanément au réservoir de service de l'essieu arrière par une canalisation de grand diamètre, et à la pédale de frein (15) par une canalisation qui devient une canalisation de commande.

L'air est retenu à la pédale de frein (8) prêt à être utilisé .Lorsque le conducteur actionne la pédale de frein (15), la pression s'établit dans la canalisation de commande jusque dans la partie supérieure de la valve relais (11); ce qui entraîne l'ouverture du relais permettant à l'air de passer directement du réservoir au récepteur de freinage (13) de l'essieu arrière et active les leviers réglables qui font appliquer les freins. La pression de l'air qui est dirigé au récepteur de freinage (13) est déterminée par l'ouverture de la pédale de frein (10). Lorsque le conducteur relâche la pédale de frein (8), l'air qui actionnait la valve relais est évacué; ce qui interrompt l'alimentation en air des récepteurs de freinage (13). Les ressorts de rappels des récepteurs de freinage déplacent les leviers réglables (16) vers leur position initiale tout en expulsant l'air par l'orifice d'échappement de la valve relais, et les roues se libèrent

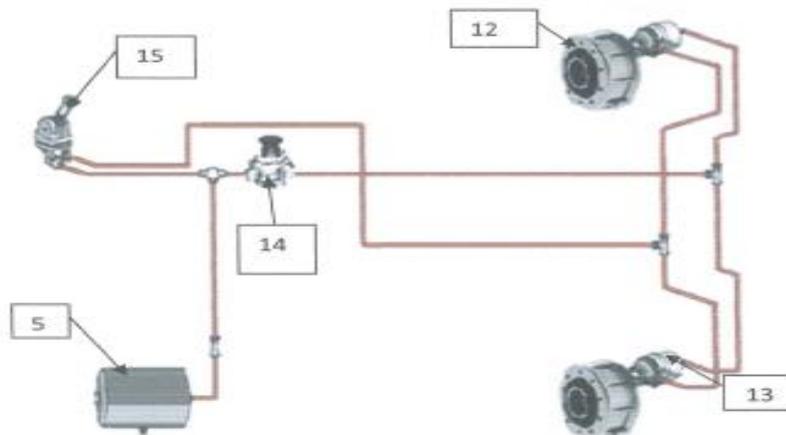


**Figure I.11 :** Circuit de freinage de pont arrière

### I.15.3. Circuit du frein de stationnement et de secours

Par le même principe, l'air quitte le réservoir de secours (5) en direction du robinet de frein à main (15) et du bouton poussoir (14) simultanément, afin d'être dirigé vers les cylindres doubles. Pour pouvoir circuler, le conducteur doit avant tout actionner le frein de service pour déverrouiller le frein de stationnement avec le bouton poussoir (14), il sera alors en « position route ».

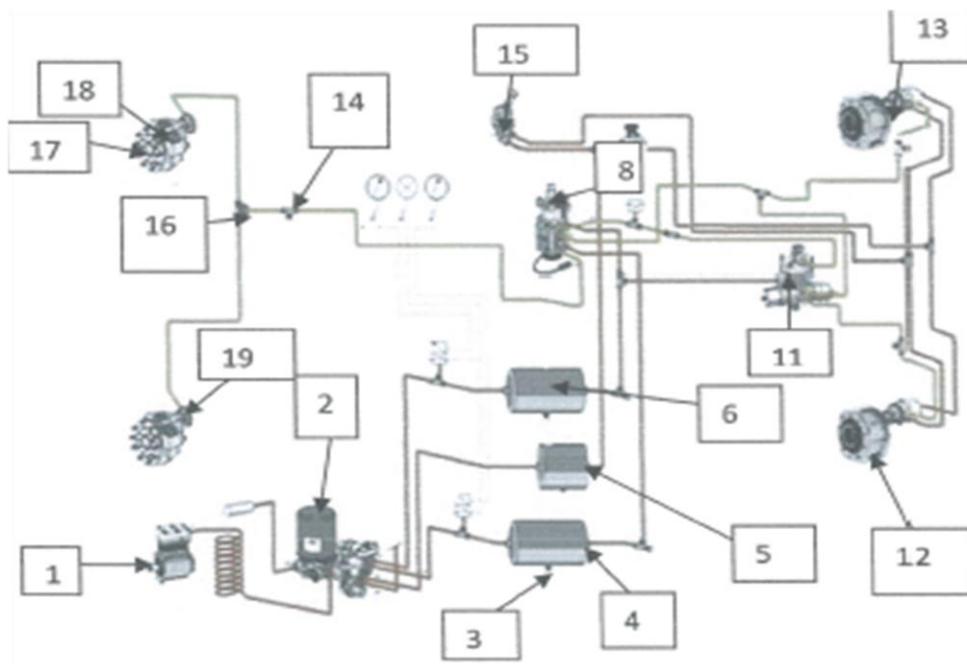
Pour l'utilisation de frein de secours, le conducteur utilisera le robinet de frein à main (15) qui permettra à l'air d'être conduit vers les cylindres frein qui actionneront les leviers réglables et qui vont engendrer l'arrêt du véhicule pour le parcage, le conducteur devra alors réalimenter les cylindres frein, afin de verrouiller la tige tout en maintenant la pression d'air au frein de service, ce qui engendrera le blocage des roues.



**Figure I.12 :** Circuit du frein de stationnement et de secours

### I.15.4. Descriptif général du système de freinage conventionnel de bus ENNEC

La figure ci-dessous représente le schéma qui regroupe les quatre parties des circuits



**Figure I.13 :** Descriptif général du système de freinage conventionnel de bus FENNEC

## I.1.16. Système de Freinage ABS

### I.16.1. Définition

Le système de freins ABS est un dispositif électronique qui sert à contrôler la vitesse des roues en tout temps ainsi que leur vitesse pendant le freinage. Si le système détecte le blocage d'une roue pendant le freinage, il relâche la pression du frein de la roue en question. Ceci empêche la roue de dérapier et augmente la stabilité et le contrôle du véhicule en cas d'arrêt d'urgence et de conditions climatiques défavorables qui rendent la chaussée glissante, ainsi que dans les virages et les changements de voie. Le système de freins à air comprimé demeure le même avec l'ajout des freins antiblocage.

En plus des composantes de freinage conventionnel Les composantes de base du système A.B.S. sont les suivantes :

- Une unité de commande électronique;
- Un détecteur de roues et une roue dentée;
- Des soupapes A.B.S.

L'unité de commande électronique constitue le cerveau du système. Les détecteurs de roues peuvent être posés sur un minimum de deux et sur un maximum de six essieux, selon le

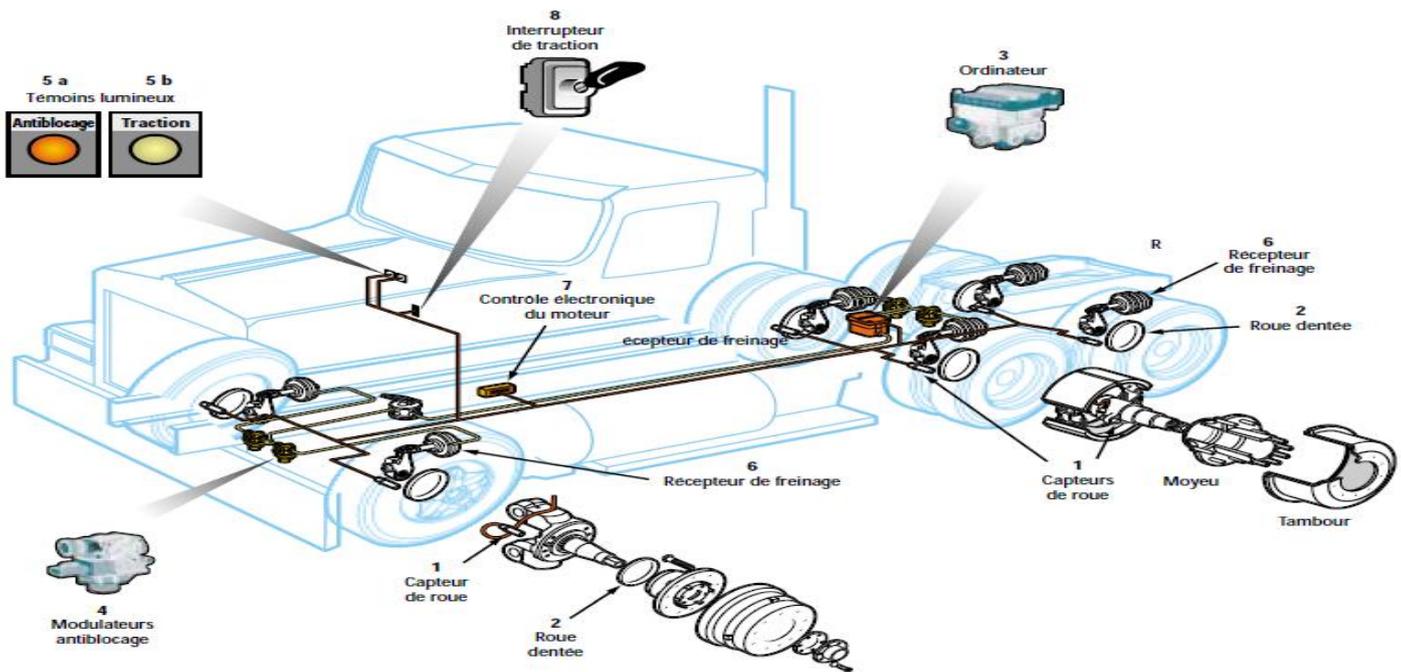
système. Les détecteurs transmettent constamment des données à l'unité de commande. Lorsque le conducteur freine et que le système détecte le blocage d'une des roues, l'unité commande envoie un signal aux soupapes A.B.S. de relâcher la pression de freinage sur la roue en question afin d'éviter le blocage. En général, le tableau de bord est équipé d'un voyant rouge pour informer le conducteur du fonctionnement du système. Chaque conducteur se doit de bien connaître le fonctionnement du voyant avertisseur de son véhicule.

Dans un véhicule muni de freins A.B.S., le conducteur freine normalement. Lorsque le système A.B.S. se met en marche, le conducteur ne doit pas relâcher la pression exercée sur la pédale. Il faut éviter de pomper sur la pédale de frein, car le système A.B.S. serre et desserre les freins jusqu'à cinq fois la seconde, ce qui dépasse ce que le conducteur peut accomplir en les pompant. Pour que le système fonctionne correctement, le conducteur doit appuyer sur le frein et le maintenir ainsi, ce qui permettra au système A.B.S. de contrôler la pression de freinage de chaque roue.

Lorsque l'on utilise un frein moteur et que la chaussée est glissante, le système A.B.S. détectera le blocage des roues et désactivera le frein moteur jusqu'à ce que le véhicule effectue un regain de traction, puis réactivera le frein moteur

### **I.16.2.Fonctionnement du système ABS**

Le système de freins antiblocage (ABS) de constructeur WABCO est un dispositif électronique servant à mesurer et à contrôler la vitesse de chaque roue pendant la période de freinage. Le dispositif fonctionne avec les systèmes de freinage pneumatique standard. Le système ABS mesure en tout temps la vitesse de chaque roue et contrôle le niveau de freinage dans les conditions de blocage de roues. Le système permet d'améliorer la stabilité et la direction du véhicule en réduisant le niveau de blocage des roues pendant le freinage. Le boîtier électronique de commande reçoit et analyse les signaux transmis par les capteurs de vitesse. Lorsque le boîtier électronique détecte un blocage de roue, le dispositif actionne le modulateur approprié permettant ainsi de contrôler la pression d'air. Si un mauvais fonctionnement se produisait dans le système, le dispositif ABS dans la ou les roues ne fonctionnant pas correctement est mis hors fonction afin de permettre à la roue ou aux roues en question d'avoir recours au système de freinage régulier. Le système ABS continue d'être en fonction dans les autres roues,



**Figure I.14 :** Vue éclater des composantes du système de freinage ABS pneumatique

### I.16.3. Composantes du système de freinage ABS poids lourds (pneumatique)

- Le capteur de roues (1) : Le capteur est installé de sorte que son extrémité soit très près de la roue dentée.
- La roue dentée (2) : La roue dentée est installée sur le moyeu de chacune des roues. Elle compte 100 dents.
- L'ordinateur (3) : ou le boîtier électronique de commande l'ordinateur contrôle l'ensemble du système antiblocage et la traction intégrale.
- Modulateur antiblocage (4) : Le modulateur antiblocage commandé par l'ordinateur règle la pression d'air dans les récepteurs de freinage afin de contrôler le freinage et d'empêcher les roues de bloquer. Le modulateur est généralement fixé au longeron ou à une traverse du châssis.
- Témoin lumineux (5a, 5b) : Le témoin lumineux installé sur le tableau de bord indique que le système est défectueux lorsqu'il reste allumé en permanence.
- Récepteur de freinage (6) : Le récepteur de freinage est généralement installé sur l'essieu près de la roue à freiner.
- Contrôle électronique du moteur (7) : Le contrôle électronique du moteur agit directement sur le rendement du moteur.
- Interrupteur de traction (8) : L'interrupteur de traction permet de choisir entre la position marche (on) ou arrêt (off).

**I.16.4.Fonctionnement des composantes :****I.16.4.1.Le capteur de roues**

Est localisé très près de la roue dentée (2), il transmet, de façon continue, les informations sur la vitesse de rotation de la roue à l'ordinateur (3). Chaque fois qu'une dent de la roue dentée(2) s'approche et s'éloigne du capteur de roues (1), un signal est transmis à l'ordinateur. Les signaux, ainsi émis, diminuent proportionnellement avec le ralentissement de la rotation de la roue.

**I.16.4.2.Boîtier électronique de commande**

Est composé de quatre micro processeurs qui ont pour fonction de :

- Traiter toutes les informations que les capteurs de roues (1) leur acheminent. Deux de ces microprocesseurs assurent la sécurité du système. Les deux autres vérifient de façon continue la vitesse de rotation des roues
- Calculer la vitesse de chacune des roues et plus particulièrement leur décélération. Si une roue est sur le point de bloquer, l'ordinateur(3) relâche et applique les freins par l'entremise d'un modulateur antiblocage (4), plusieurs fois à la seconde pour empêcher cette dernière de bloquer.
- Commander et régler la pression d'air dans les récepteurs de freinage (6) afin de contrôler le freinage et d'empêcher les roues de bloquer.
- S'auto-diagnostiquer, si une anomalie est détectée, le système est désactivé et le système de freins fonctionne alors de façon conventionnelle.
- Désactiver le système de freins ABS lorsque le véhicule atteint la vitesse de 5 km/h et moins pour permettre à ce dernier de s'immobiliser.
- Lorsque l'ABS est en service, l'ordinateur contrôle le modulateur d'antiblocage (4). Cette composante contrôle et module la pression d'air de chacune des chambres de freins des roues affectées pour empêcher de bloquer la roue, Lors d'un freinage normal, l'air traverse le modulateur antiblocage (4) et se rend aux récepteurs de freinage (6) sans moduler la pression.

**I.16.4.3.Témoin lumineux (5a, Sb)**

Le témoin lumineux (5a) du système de freins-antiblocage des véhicules construits avant 1997 s'allume lors du démarrage du véhicule. Il s'éteint dès que le véhicule circule à une vitesse de 4 à 6 km/h (2 M mi/h). Si le témoin lumineux demeure allumé, cela indique généralement un problème du système ABS. Pour les véhicules construits depuis 1997, le

système auto diagnostique avant la mise en mouvement et le témoin s'éteint comme dans une automobile si aucun mal fonctionnement n'est décelé. Dans le cas contraire le témoin reste allumé. Il y a aussi un témoin lumineux (5b) lorsque le véhicule est muni de la traction intégrale (indicateur de patinage). Ce témoin s'allume lorsque les roues motrices patinent pendant l'accélération. Il s'éteint lorsque le patinage des roues cesse. Lorsque les témoins lumineux (5a, 5b) restent allumés pour signaler un problème, le système de freinage ABS et la traction intégrale sont alors désactivés et le véhicule fonctionne alors avec son système de freins conventionnel,

### **I.17. Circuit de système ABS sur le bus FENNEC :**

Le capteur de roue (24), localisé très près de la couronne(20), transmet, de façon continue les informations sur la vitesse de rotation de la roue, à l'ordinateur (boîtier de commande électrique) (22). Chaque fois qu'une dent de cette dernière s'approche, ou s'éloigne du capteur de roues (24), un signal est transmis à l'ordinateur. Les signaux, ainsi émis, diminuent proportionnellement avec le ralentissement de la rotation de la roue.

L'ordinateur en question est composé de quatre microprocesseurs qui ont pour fonction de :

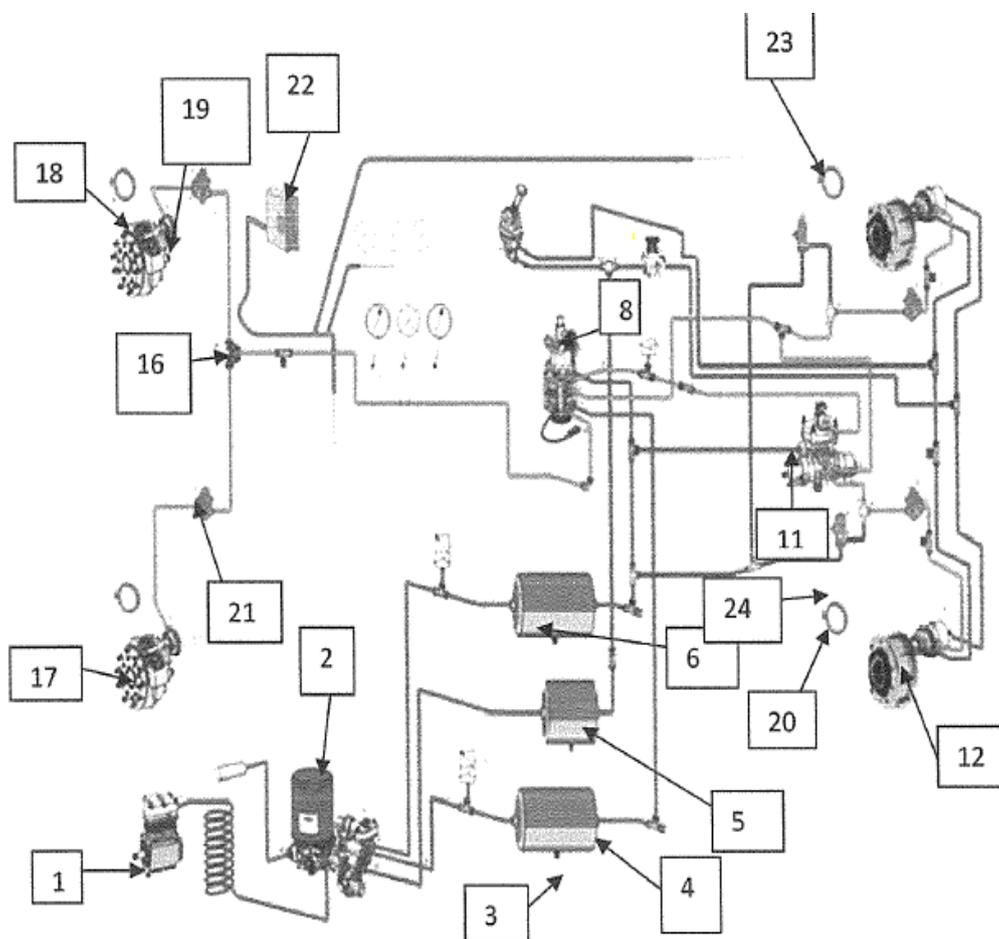
- Traiter toutes les informations que les capteurs des roues (24) leurs acheminent. Deux de ces microprocesseurs assurent la sécurité du système, pendant que les deux autres vérifient de façon continue La vitesse de rotation des roues.

" Calculer la vitesse de chacune des roues et plus particulièrement leurs décélérations. Si une roue est sur le point de bloquer, l'ordinateur (22) relâche et applique les freins par l'entremise d'un modulateur antiblocage (21), plusieurs fois à la seconde pour empêcher cette dernière de bloquer.

- Commander et régler la pression d'air dans les récepteurs de freinage (13/19) afin de contrôler le freinage et d'empêcher les roues de bloquer.
- S'auto-diagnostiquer. si une anomalie est détectée, le système est désactivé et le système de freins fonctionne alors de façon conventionnelle.

<sup>9</sup> Désactiver le système de freins ABS lorsque le véhicule atteint la vitesse de 5 km/h et moins pour permettre à ce dernier de s'immobiliser» ; Lorsque l'ABS est en service,

l'ordinateur contrôle le modulateur d'antiblocage (21). Cette composante contrôle et module la pression d'air de chacune des chambres de freins des roues affectées pour empêcher de bloquer la roue. Lors d'un freinage normal, l'air traverse le modulateur antiblocage (21) et se rend aux récepteurs de freinage (13/19) sans moduler la pression.

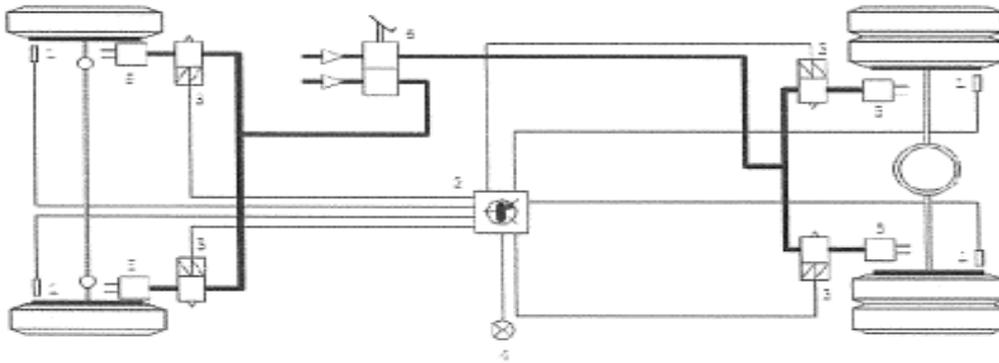


**Figure I.15:** Schéma d'un système de freinage de bus FENNEC muni de dispositif ABS

- |                         |                                  |   |
|-------------------------|----------------------------------|---|
| 1. Compresseur          | 10. Capteur de pression          | 19. Cylindre de diaphragme de frein     |
| 2. Epurateur d'air      | 11. Valve relais                 | 20. Roue denté                          |
| 3. Soupape de vidange   | 12. Cylindre de frein à tambour  | 21. Valve de modulation                 |
| 4. Réservoir avant      | 13. cylindre                     | 22. Boitier électroniques (calculateur) |
| 5. Réservoir de secours | 14. Bouton poussoir              | 23. Vanne électromagnétique             |
| 6. Réservoir arrière    | 15. Robinet de frein à main      | 24. Capteur ABS                         |
| 7. Clapet anti retour   | 16. Valve de desserrage rapide   |   |
| 8. Pédale de frein      | 17. Disque de frein avant droite |   |
| 9. pédale de frein      | 18. disque de frein avant gauche |   |

### I.18.Schéma d'installation du système ABS sur le bus Fenec

Le schéma, ci-dessous, illustre un exemple de configuration de l'installation du système ABS sur le bus fenec (véhicule à 2 axes). Quatre (4) capteurs de vitesse de roue et quatre (4) valves de modulation de pression sont utilisées dans cette configuration. Les parties principales du système ABS sont les capteurs qui enregistrent la vitesse des roues, les valves de modulation de pression qui ajustent la pression dans les cylindres de freins des roues de la manière prescrite, pendant la commande d'ABS et le boîtier de commande électronique (ECU), qui enclenche les valves de modulation de pression en traitant les signaux des capteurs de vitesses des roues.



**Figure I.16 :** Schéma générale d'un système ABS sur le bus FENNEC

1 - capteur de vitesse de roue

2 -boîtiers de commande électronique d'ABS

3- valve de modulation de pression

4- lampe d'avertissement d'ABS

5-chambre de frein

6- pédale de frein

# Chapitre II

Intégration de système EBS sur bus  
FENNEC

## **II.1.Introduction:**

Après avoir expliqué dans le chapitre **I** les différents types de freinage et surtout le freinage pneumatique ainsi que le circuit conventionnel équipent le bus fennec et une vision générale de système ABS. On s'intéresse dans ce chapitre **II** à l'intégration de système et EBS sur notre prototype.

## **II.2.Système de freinage EBS pneumatique**

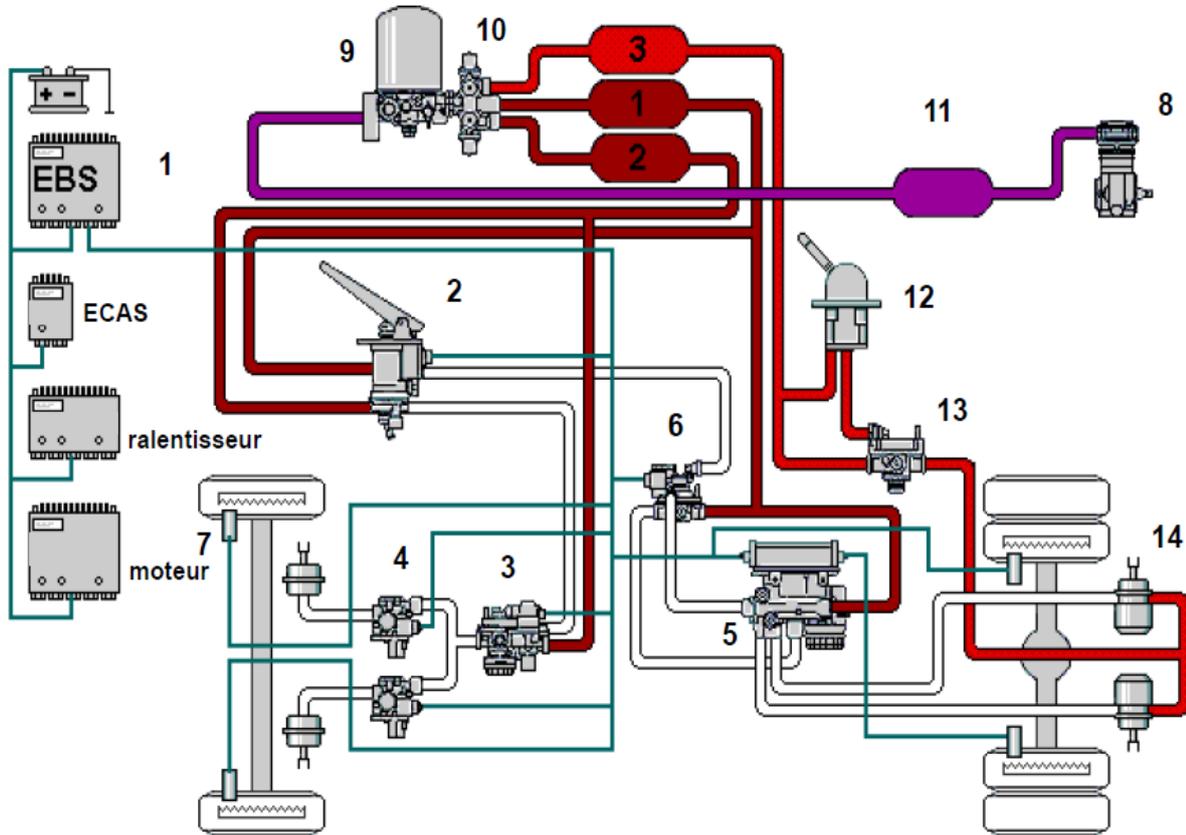
### **II.2.1.Définition**

En plus des avantages apporté par le système de freinage ABS par rapport à un système de freinage traditionnelle les spécialistes de domaines des véhicules industrielles cherchent toujours la création ou le développement d'un système qui rassemble le maximum des avantages sur tous les plans (sécurité ; cout ; performance ; duré de vie ; diagnostic et réparation) c'est le cas de système de freinage commandé électroniquement rassemble un grand nombre de fonctions. L'objectif consiste à réduire les frais de maintenance tout en garantissant une sécurité de freinage maximale par exemple en optimisant l'usure des garnitures. Le réglage de pression d'après les critères d'usure au niveau des essieux arrière et avant permet d'harmoniser l'usure des garnitures. L'usure totale est minimisée grâce à la charge régulière de tous les freins. Cela permet de procéder en même temps à la maintenance et au changement des garnitures. Les temps d'immobilisation sont par Conséquent réduits. En fonction du profil d'utilisation du véhicule et des autres facteurs, le propriétaire Du véhicule peut réaliser de substantielles économies. Une simple comparaison des frais de maintenance relatifs au "frein" pour un autobus équipé d'un système de freinage électronique par rapport à un véhicule doté d'un système de freinage traditionnel ou ABS de conception moderne fait état d'économies plus importantes pour le propriétaire du premier autobus.

Les exigences élevées de l'EBS en matière de sécurité proviennent de plusieurs facteurs un temps de réponse et de montée en pression plus court des freins au niveau des essieux avant et arrière réduisant la distance de freinage.

- Une meilleure fonction ABS augmentant la stabilité du véhicule lors du freinage.
- Cela implique une surveillance permanente des composants du système de freinage et de l'usure des garnitures de freins au niveau des essieux avant et arrière.

□ La fonction ASR intégrée contribue à une stabilité et à une traction optimale du véhicule au démarrage et à l'accélération.



FigureII.1 : Schéma détaillé sur système de freinage EBS de bus FENNEC

<b>1</b> Module central EBS	<b>8</b>	Compresseur
<b>2</b> Robinet de freinage à pied EBS	<b>9</b>	Dessiccateur d'air
<b>3</b> Valve relais proportionnelle	<b>10</b>	Valve protection à quatre circuits
<b>4</b> Electrovalve ABS	<b>11</b>	Réservoirs d'air
<b>5</b> Modulateur d'essieu EBS	<b>12</b>	Robinet de frein à main
<b>6</b> Valve de redondance EBS	<b>13</b>	Valve relais
<b>7</b> Capteurs ABS	<b>14</b>	Cylindre de freinage

## II.2.2. Les composantes de base du système E.B.S. sont les suivantes :

Sans oublier les composantes citées auparavant l'**EBS** est différencié par

- 1 Module central
- 2 Robinet de freinage à pied EBS
- 3 Valve relais proportionnelle
- 4 Electrovalve ABS
- 5 Modulateur d'essieu
- 6 Valve de redondance
- 7 Capteurs ABS
- 8 Afficheur des informations et défaillances

### II.2.2.1. Module central

Le module central sert à commander et à surveiller le système de freinage régulé électroniquement.

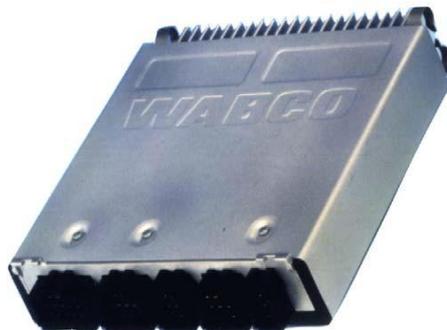
Il détermine la décélération de consigne du véhicule depuis le signal

Reçu du robinet de frein. La décélération de consigne est calculée à l'aide des vitesses de roue mesurées par les capteurs, le signal d'entrée pour la régulation électropneumatique, les valeurs de consignes de pression qui en découlent pour les essieux avant et arrière.

La valeur de consigne de la pression de l'essieu avant est comparée à la valeur réelle mesurée et les différences existantes sont régulées à l'aide de la valve relais proportionnelle. Les vitesses de roue sont évaluées en vue de parvenir à une régulation de l'ABS au moyen de

La modulation des pressions de freinage dans les cylindres de frein. Le module central échange des données avec les modulateurs d'essieu via le bus du système

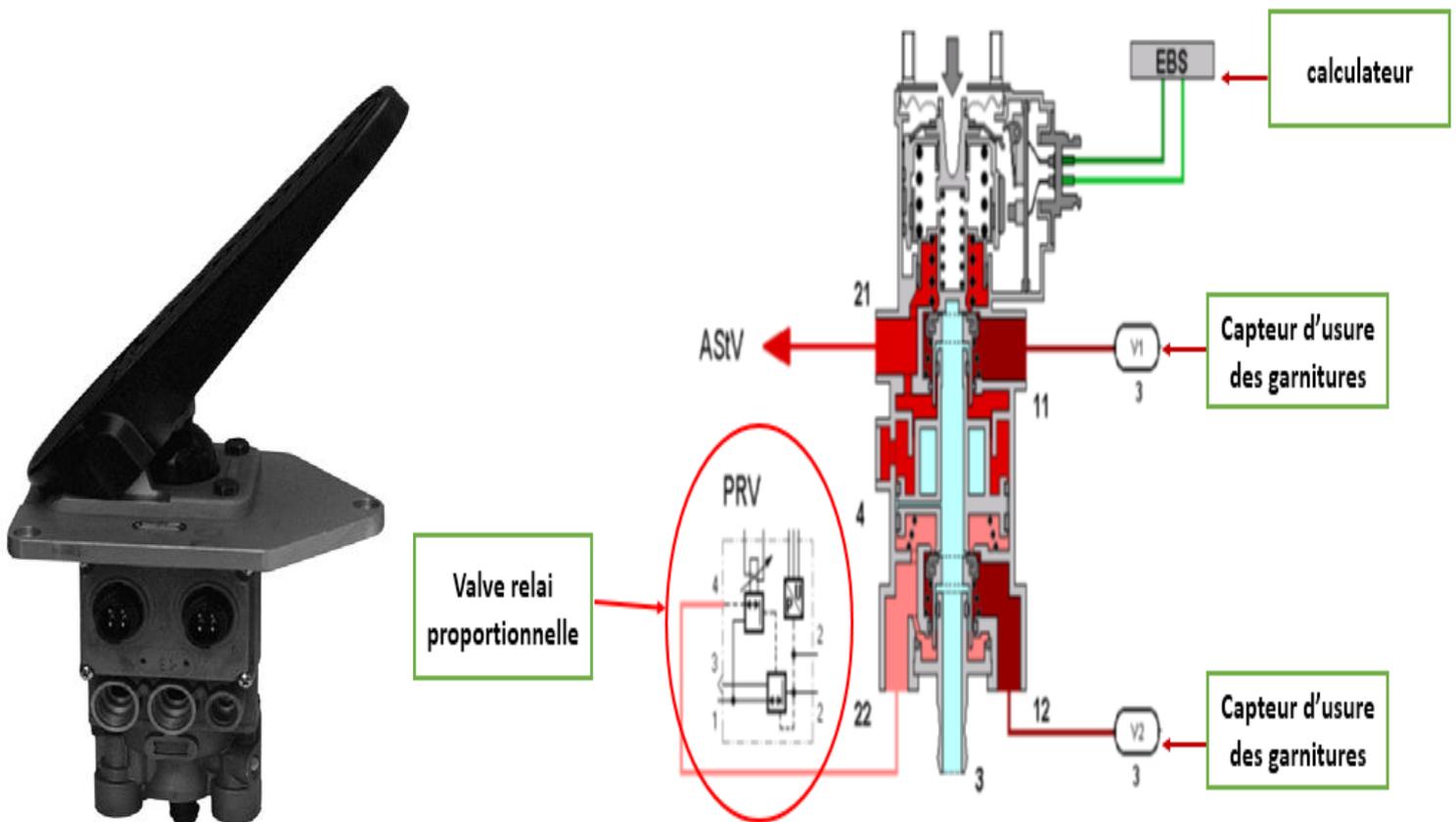
EBS. Le module central (calculateur) communique avec d'autres systèmes (régulation du moteur, ralentisseur, écran etc.) par l'intermédiaire d'un bus de données de véhicule selon SAE J1939.



**Figure II. 2 :** Module central

**II.2.2.2. Robinet de frein**

Le robinet de freinage produit des signaux électriques et pneumatiques pour l'alimentation et l'échappement du système de freinage régulé électroniquement. L'appareil présente une structure pneumatique à double circuit et une structure électrique à double circuit. Le début de l'activation est enregistré de façon électrique par un double interrupteur. La course du piston d'activation est détectée par le capteur et restituée sous la forme d'un signal électrique modulé en largeur d'impulsion. Par ailleurs les pressions de redondance pneumatique dans les circuits 1 et 2 sont émises. Par conséquent, la pression du 2<sup>ème</sup> circuit est retenue de façon insignifiante. En cas de défaillance d'un circuit (électrique ou pneumatique) les autres circuits restent en mesure de fonctionner.

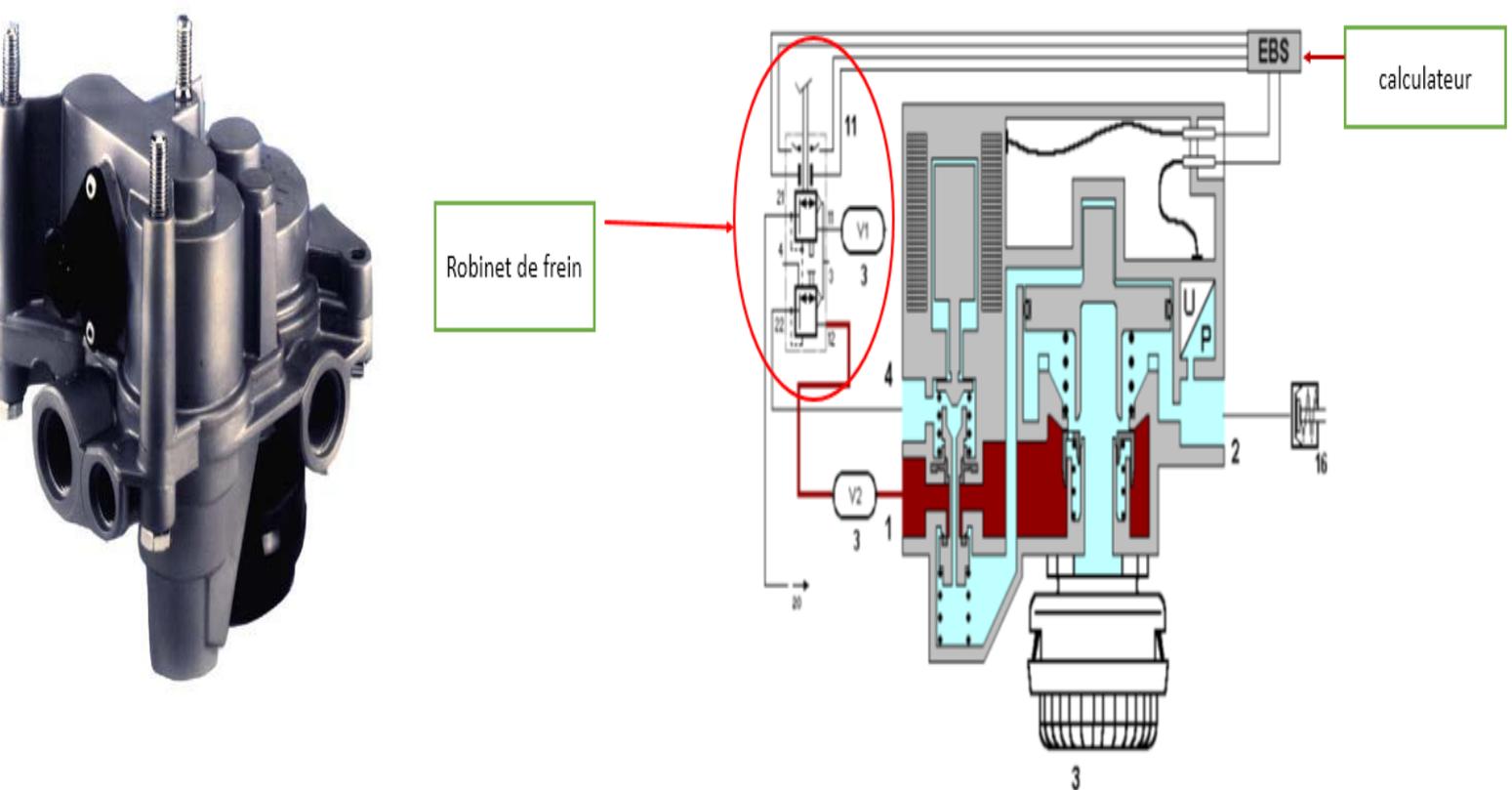


**Figure II.3 : Robinet de frein**

### II.2.2.3. Valve relais proportionnelle

La valve relais proportionnelle est utilisée en tant qu'actionneur électrique dans le système de freinage régulé électroniquement pour l'émission des pressions de freinage au niveau de l'essieu avant.

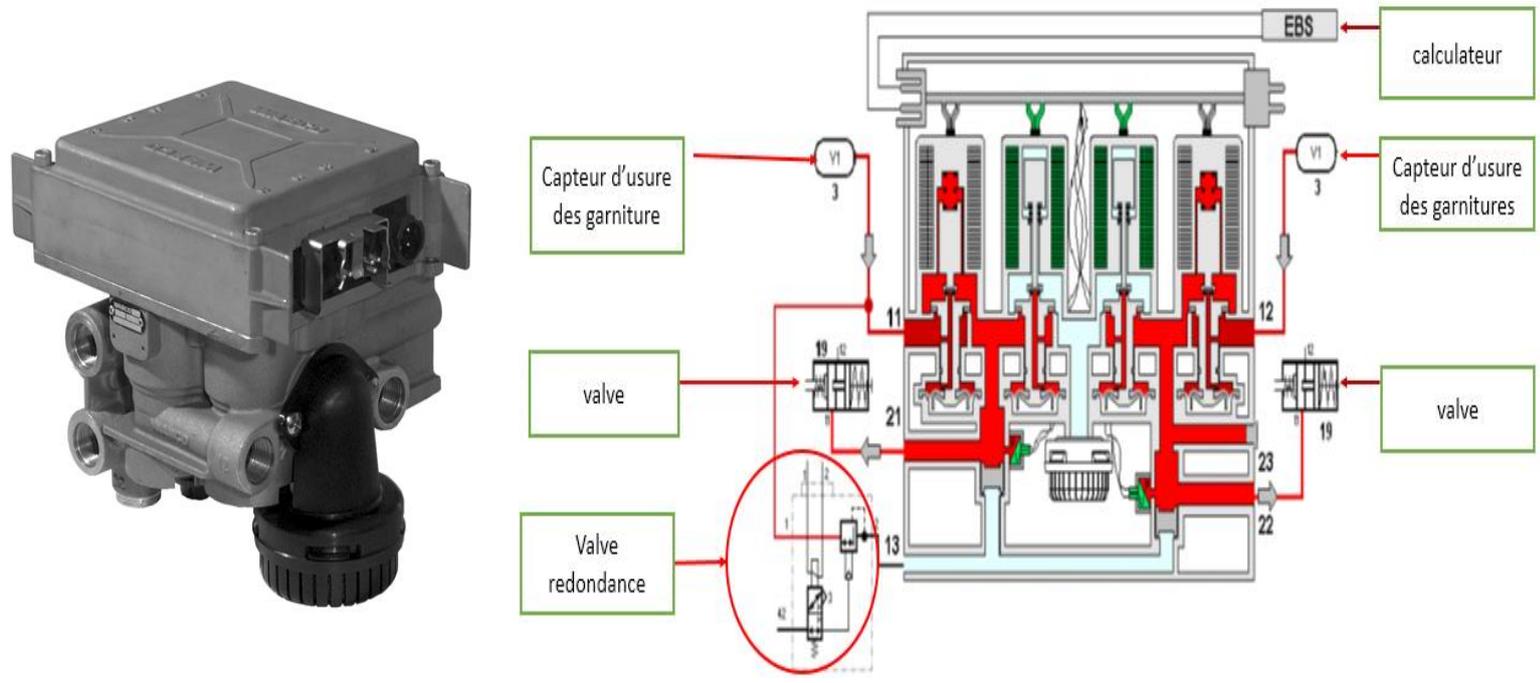
Elle se compose d'une électrovalve proportionnelle, d'une valve relais et d'un capteur de pression. Le contrôle et la surveillance électriques opèrent par l'intermédiaire du module central du système hybride (électropneumatique / pneumatique). Le courant de contrôle prédéfini par l'électronique est converti au moyen de l'électrovalve proportionnelle en une pression de contrôle pour la valve relais. La pression de départ de la valve relais proportionnelle est proportionnelle à cette pression. Le contrôle pneumatique de la valve relais est réalisé au moyen de la pression redondante (de soutien) du capteur de freinage.



**Figure II.4 :** Valve relais proportionnelle

**II.2.2.4. Modulateur d'essieu :**

Le modulateur d'essieu régule la pression de freinage de part et d'autre d'un ou deux essieux. Il est pourvu de deux canaux de régulation de la pression pneumatique ment indépendants équipés chacun d'une valve d'alimentation et d'échappement, dotée à chaque fois d'un capteur de pression et d'une électronique de régulation commune. La prescription en matière de pressions déconsigne et de surveillance externe est traitée par l'intermédiaire du module central. En plus les vitesses de roue sont mesurées par des capteurs de vitesse. En cas de tendance au blocage ou au patinage, la valeur de consigne donnée est modifiée. Le raccordement de deux capteurs pour déterminer l'usure des garnitures de frein est prévu. Le modulateur de l'essieu pour l'essieu moteur est pourvu d'un raccordement complémentaire pour un circuit de freinage pneumatique redondant. Une double valve d'arrêt par côté commande la plus élevée des deux pressions. (Électropneumatique ou redondante) pour le cylindre de frein. Le modulateur d'essieu pour l'essieu supplémentaire n'a pas de valve 3/2.



**Figure II.5 :** Modulateur d'essieu

### II.2.2.5. Valve de redondance

La valve de redondance sert à l'alimentation et à l'échappement rapide du cylindre de frein au niveau de l'essieu arrière en cas de redondance et se compose de plusieurs autres valves, qui doivent entre autres satisfaire aux fonctions suivantes:

- Electrovalve à 2/2 voies pour maintenir la redondance pour le circuit de freinage électropneumatique intact
- Fonction de valve relais, pour favoriser le temps de réponse de la redondance,
- Le maintien de la pression, en vue de synchroniser en cas de redondance le début de mise en pression au niveau des essieux arrière et avant.
- En cas de redondance, l'essieu arrière 1:1 est commandé. La valve de redondance installée possède en plus une valve 3/2, qui est alimentée dans le cas de l'ABS et doit éviter un contrôle involontaire de la pression de redondance de l'essieu arrière lors des régulations de l'ABS

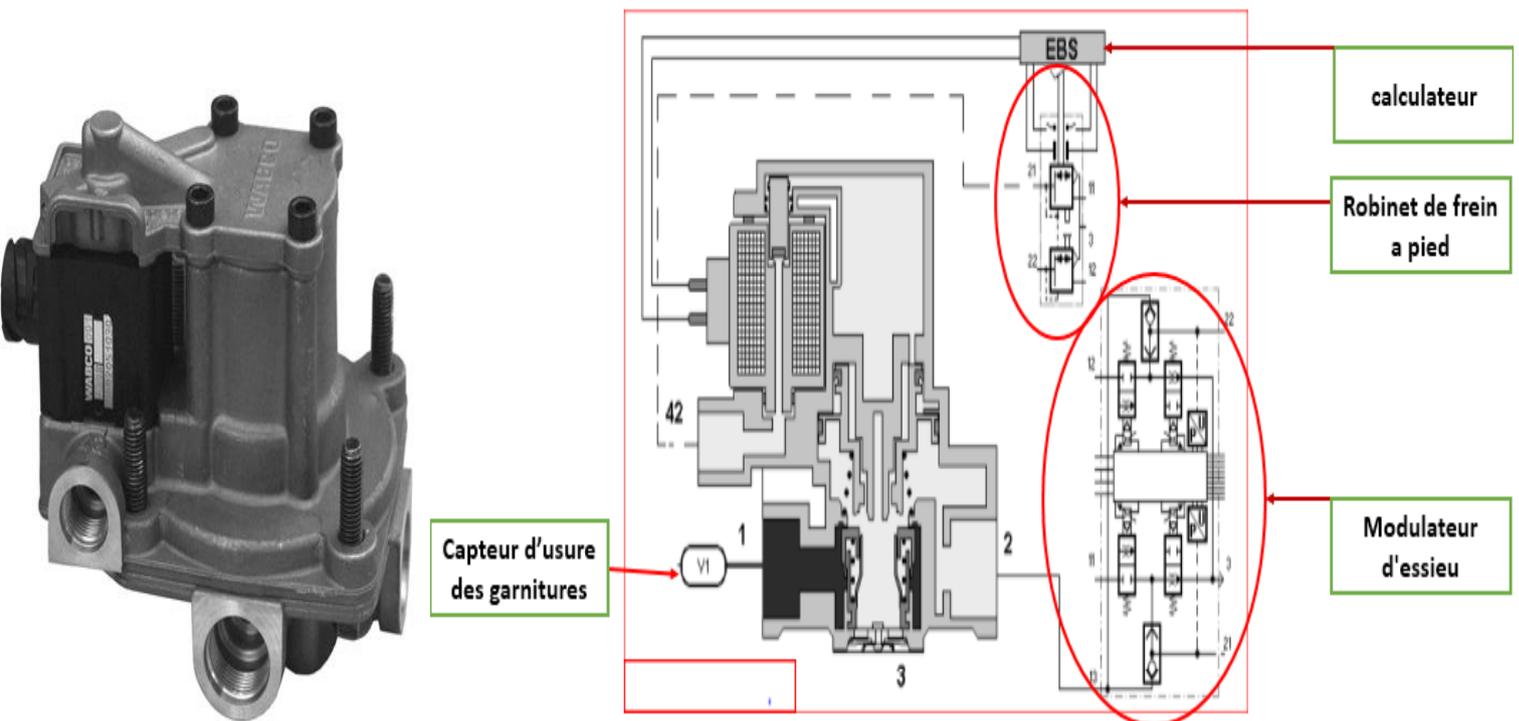


Figure II.6 : Valve de redondance

### II.2.2.6. Afficheur :

Les défaillances identifiées sont transmises via le module central de l'EBS, par l'intermédiaire du bus de données du véhicule et sont affichées sur l'écran du tableau de bord.

Éventuellement, l'affichage des défaillances est réalisé sans cet écran par un voyant lumineux rouge et un jaune.

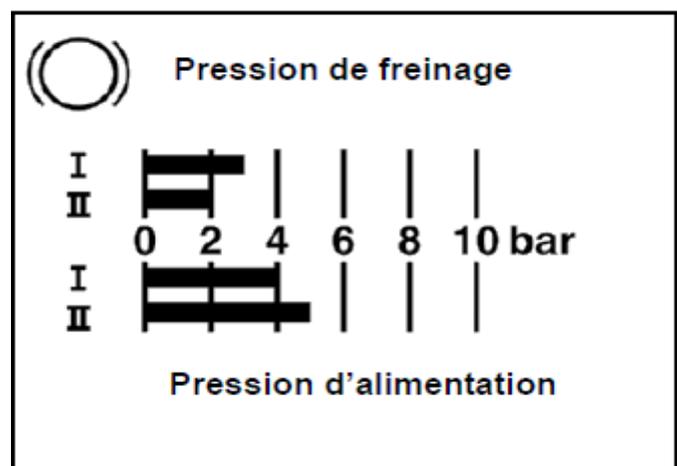
Un voyant **ASR** distinct signale ensuite au conducteur les

Régulations ASR en cours.

Témoin rouge:  Système hors tension

Témoin jaune:  défaillances mineures:

Par ex : capteur défaillant (mode de fonctionnement d'urgence)



**Figure II.7 :** Afficheur sur tableau de bord

### II.2.3. Logiciel de diagnostic

En plus de certaines solutions de diagnostics connues de longue date telles que le diagnostiqueur et le Testeur Compact, WABCO vous propose, avec des cartes programme, les diagnostics sur PC.

A tous les systèmes WABCO nouvellement disponibles sur le marché, tels que par ex. EBS, correspond, en plus de la carte programme pour le diagnostiqueur, le logiciel de diagnostic pour les diagnostics sur PC. Le logiciel vous offre un diagnostic détaillé et convivial. Les programmes et l'interface sont supportés par **tous les PC et les portables disponibles sur le marché** répondant aux propriétés suivantes:

#### II.2.3.1. Matériel nécessaire

Le matériel suivant est requis:

- Ordinateur portable si possible
- PC Pentium et version supérieure
- Mémoire principale 16 Mo, écran couleur 800x600
- Espace libre sur le disque dur: 10 Mo
- Lecteur de disquette 3,5"
- 1 Port COM (à 9 broches) pour l'interface de



**Figure II.8 :** Matérielles de diagnostic et réparation

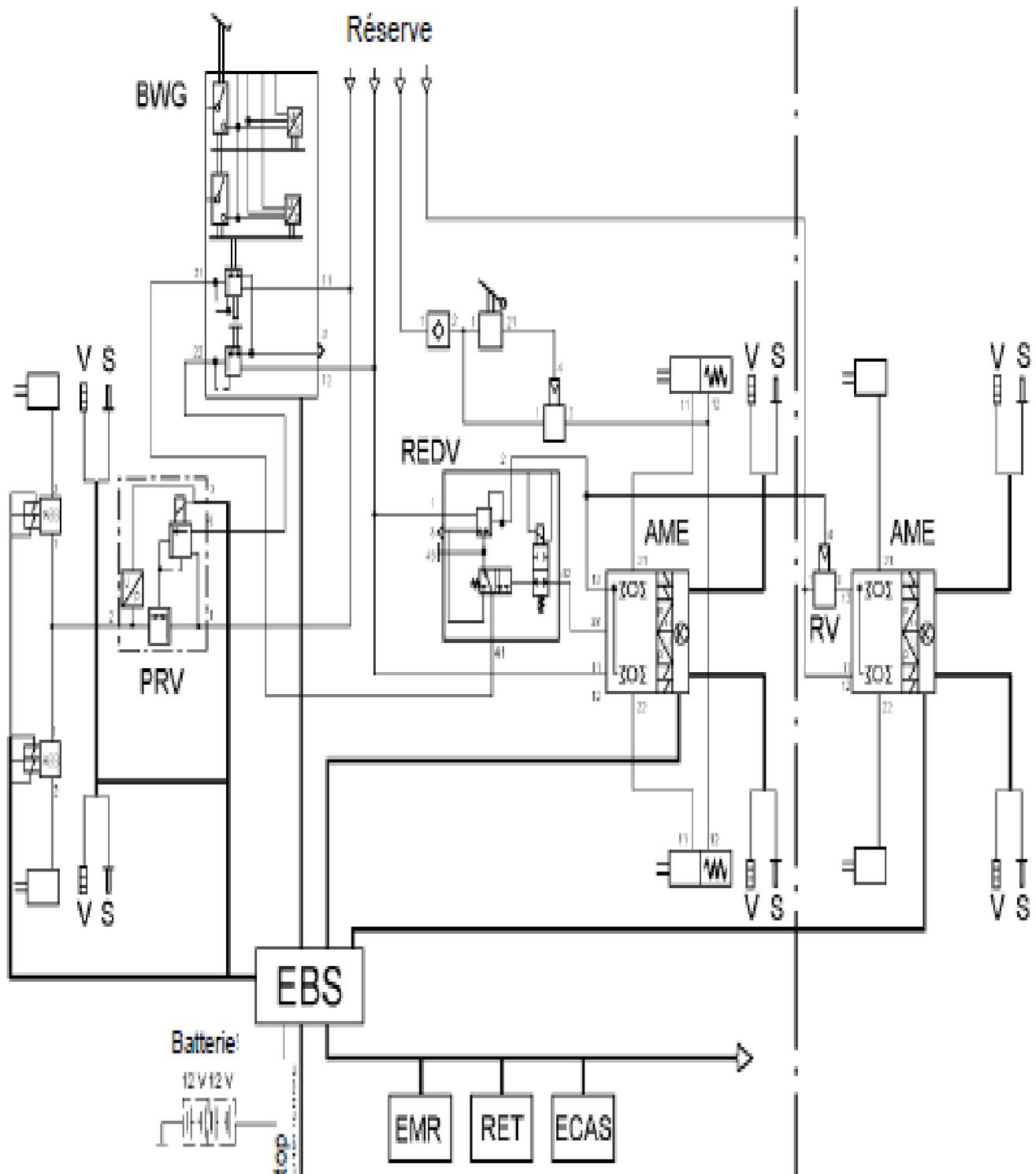


Figure II.9 : Architecteur d'un système de freinage EBS de bus FENNEC

**AME** = Modulateur d'essieu

**REDV** = valve de redondance

**ECAS**= Régulation électronique de niveau

**EMR**= Régulation électronique moteur

**S** = Capteur de vitesse

**PRV**=Valve relais proportionnelle

**BWG** = Robinet de freinage à pied EBS

**RET** = Ralentisseur

**RV**= Valve relais

**V**= Capteur d'usures des garnitures

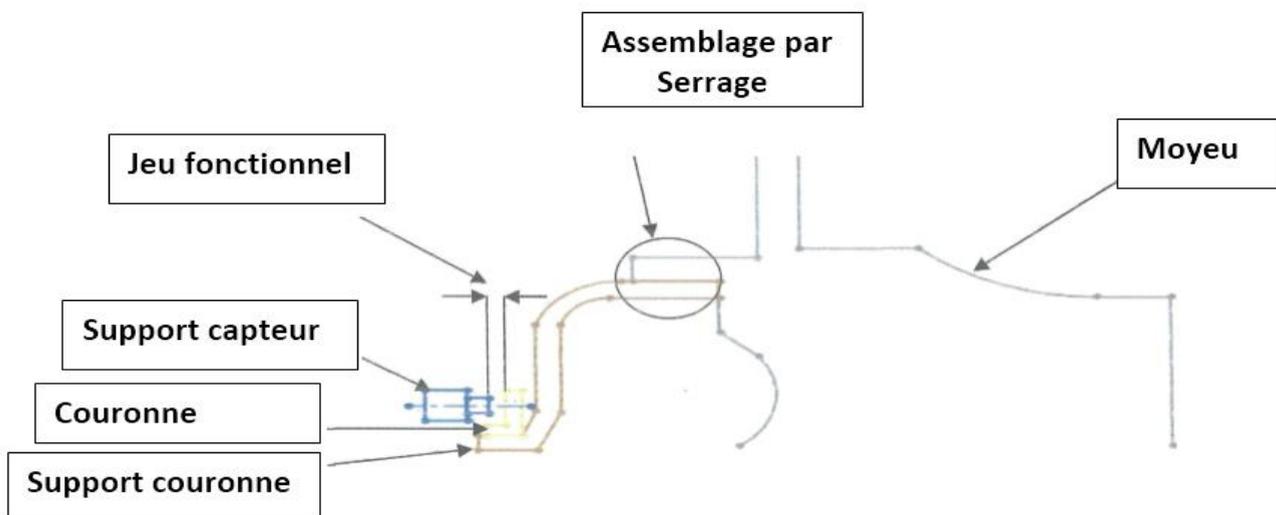
# **Chapitre III**

**Etude de problématique  
modélisation Géométrique et  
Solutions**

### III.1 .Cahier des charges

#### III.1.1 Présentation de l'étude

Le problème rencontré par la SNVI dans le montage du dispositif EBS sur le bus FENNEC, est la liaison support couronne denté ajusté par serrage sur le moyeu du pont arrière du bus. Ce problème a été déjà constaté sur quelque bus 100L6 SNVI. Et pour éviter de tomber dans le même problème sur notre FENNEC (les deux bus possède presque la même conception des pièces constituent le pont arrière) on a entamé d'étudier cette phénomène de desserrement de support couronne assemblé par serrage sur le moyeu, provoquant ainsi une perte d'ajustement du jeu entre le capteur et la couronne, ou la détérioration du capteur de vitesse sous l'effet du relâchement de support couronne.

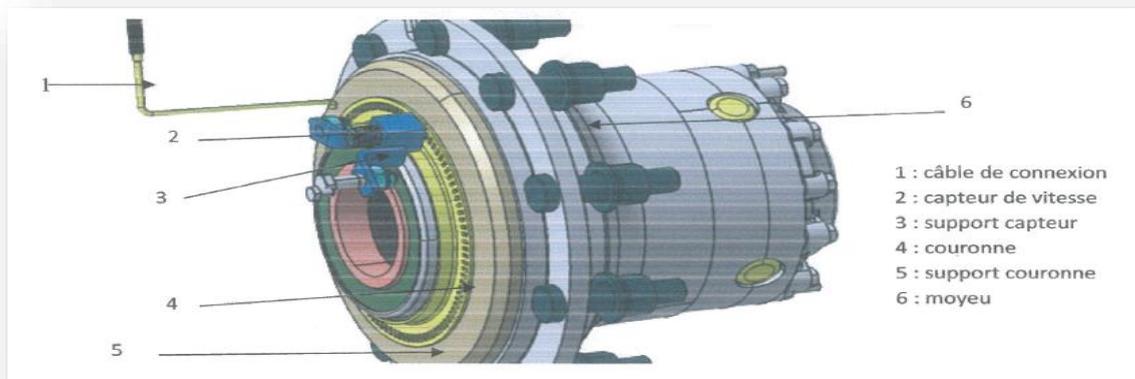


**Figure III.1** Schématisation simplifiée de problématique Le montage par serrage du support couronne sur le moyeu

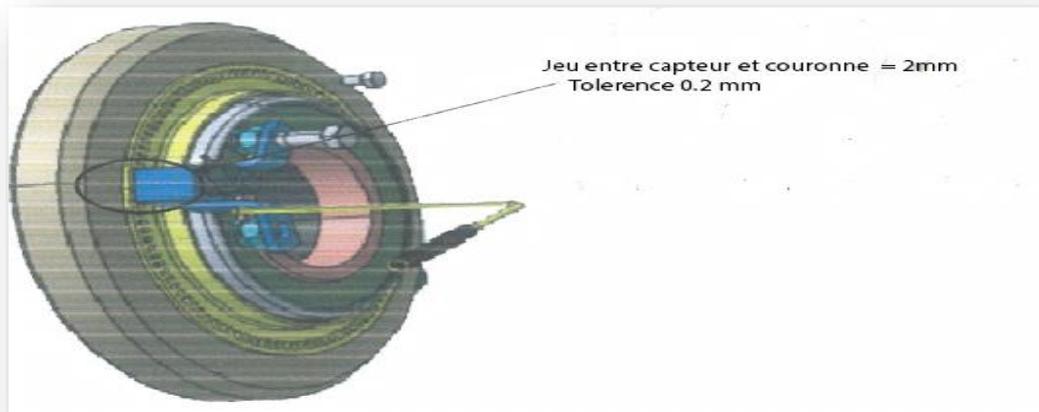
#### III.1.2. Transmission du signal et liaison capteur couronne

Le capteur est l'élément chargé de détecter les conditions de rotation de la roue et de les transmettre au boîtier électronique de commande. Le capteur, solidaire de l'essieu, est placé à l'intérieur du moyeu de la roue, il fournit des pulsations dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse de rotation de la roue du véhicule et de la roue dentée la roue dentée possède 100 dents. L'ajustement du jeu entre la couronne et

le capteur joue un rôle essentiel sur la qualité de freinage. Le jeu étant infiniment petit soit 2 mm est la tolérance est de 0.2 mm, toute Perturbation de Eloignement du capteur sur la couronne au-delà de la tolérance influe directement sur la qualité de la transmission du signale, ainsi sur la qualité et l'efficacité du dispositif de freinage ABS



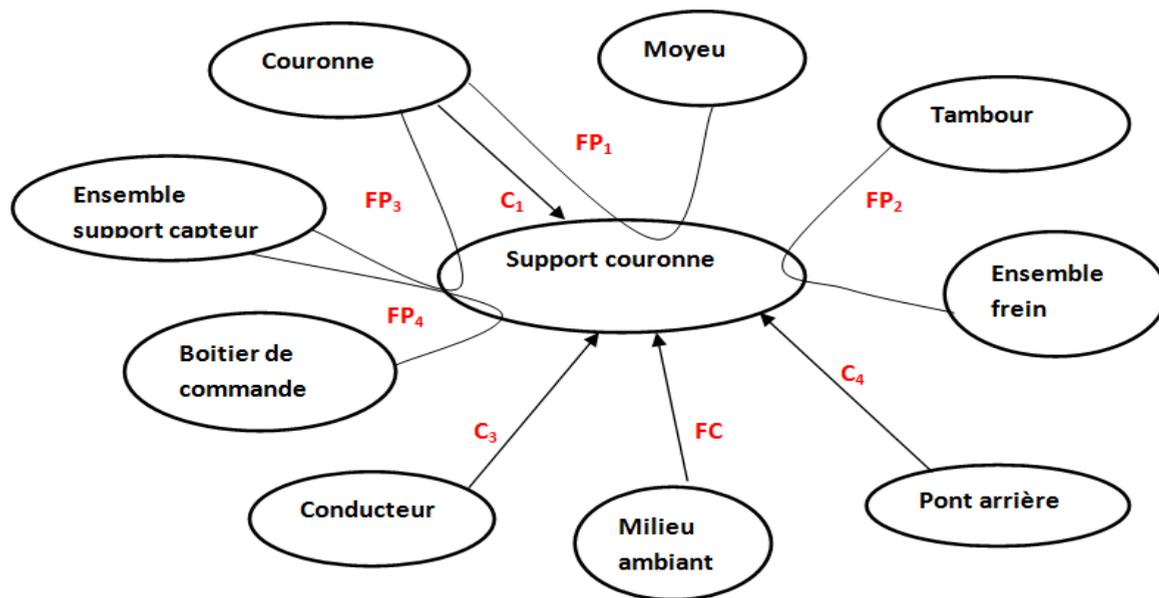
**Figure III. 2 :** capteur de vitesse , couronne dentée (100 dents ) , support couronne



**Figure III. 3 :** Ensemble couronne ; support couronne ; capteur ; et support capteur

## III.2. Cahier de charge fonctionnel

### III.2.1 Diagramme de l'environnement du support couronne



**Figure III.4** Diagramme de l'environnement du support couronne

**FP**: fonction principale

**FC** : fonction complémentaire

**FP<sub>1</sub>** : s'adapter par rapport au moyeu.

**FP<sub>2</sub>** : assurer le bon fonctionnement.

**FP<sub>3</sub>** : positionner la couronne par rapport au support capteur.

**FP<sub>4</sub>** : transmettre l'information au boitier de commande.

**FC** : résister au milieu ambiant.

**C<sub>i</sub>** : assurer la mise en position et le maintien position par rapport à la couronne.

**C<sub>2</sub>** : s'adapter au pont arrière.

**C<sub>3</sub>** : facilité l'utilisation de frein à l'utilisateur

III.2.2 Diagramme de FAST du support couronne

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
S'adapter au moyeu	Assure la fixation par rapport au moyeu	Se positionner au même niveau que le capteur Maintenir le jeu entre la couronne et le capteur Réglage de plage de jeu du capteur
	Assurer la liaison complète avec le moyeu	
	Mise en position de la couronne	

Après identification des fonctions de service, nous les avons ordonnées logiquement pour aboutir à une solution technique du montage

III.2.3. Diagramme de l'environnement support capteur

Analyse des besoins et identification des fonctions de services du produit étudié (SUPPORT CAPTEUR)

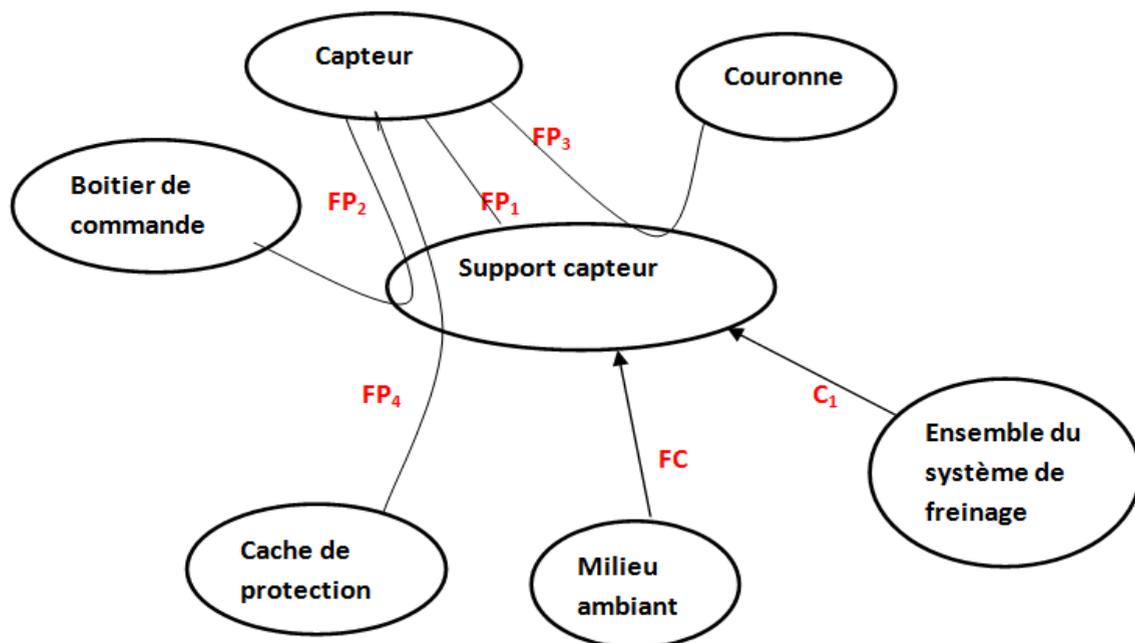


Figure III.5 Diagramme de l'environnement du support capteur

**Fp** : assurer la mise en position et le maintien position de capteur.

**FP2** : assurer la transmission de l'information.

**FP3** : positionner par rapport à la couronne.

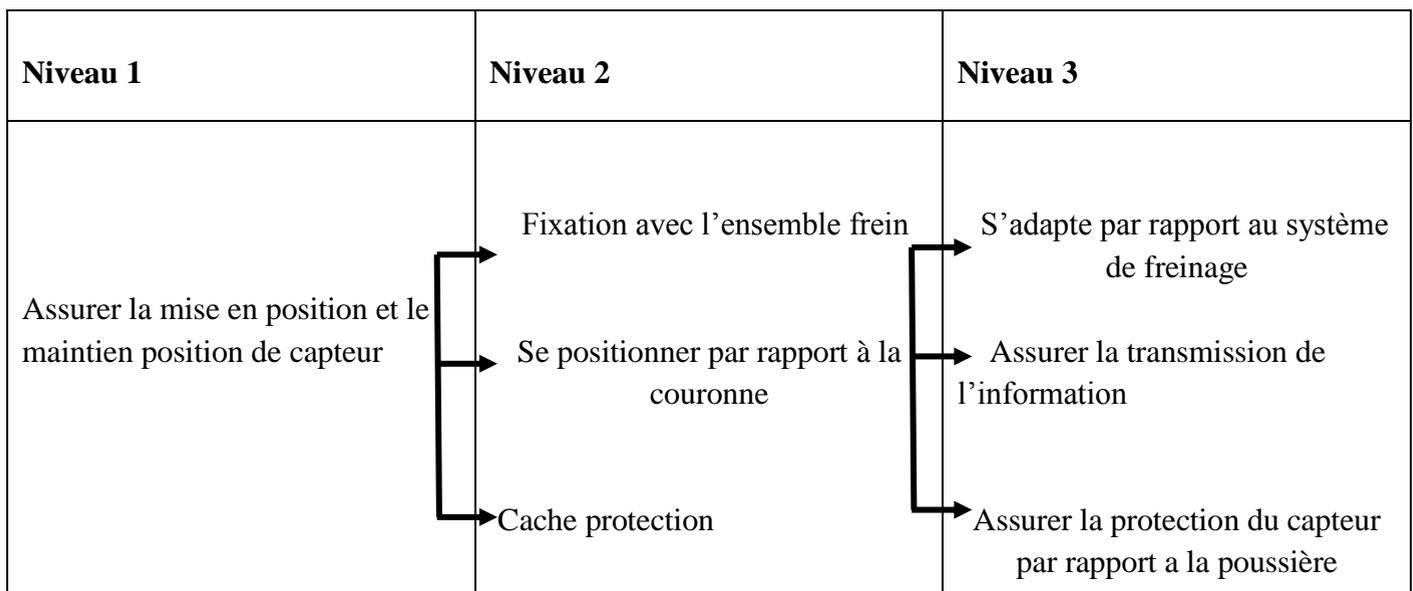
**FP4** : assurer la protection du capteur par rapport à la poussière.

**FC** : résister au milieu ambiant.

**C** : s'adapter par rapport au système de freinage

**III.2.4. Diagramme de FAST du support capteur**

Après identification des fonctions de service, nous les avons ordonnées logiquement pour aboutir à une solution technique du montage



**III.2.5. Les objectifs de ce projet :**

- Adapter le support couronne par rapport au moyeu ;
- Assurer le bon fonctionnement ;
- Assurer la mise en position et le maintien position de capteur ;
- Assurer la transmission de l'information.

### III.2.6. Etude de faisabilité

Nous avons constaté que les besoins généraux de la maîtrise du projet sont tous disponibles (mains d'œuvre et matières premières). De point de vue technologique, ce projet ne présente pas des grandes contraintes qui font l'objection à sa réalisation.

### III.2.7. Avant-projet d'étude du support couronne

#### III.2.7.1. Recherche de solutions technique

##### ◆ Solution N°1 :

Le **Figure III.6** illustre le support couronne adaptés sur le moyeu du bus 100 L6 de la SNVI et qui est proposer pour le proto FENNEC

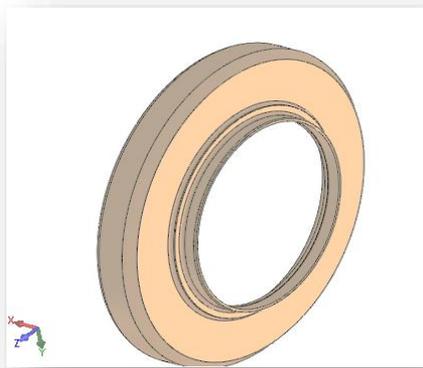


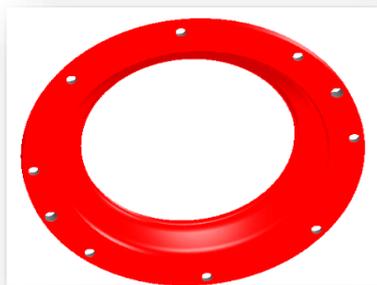
Figure III .6 . Schéma du support couronne proposé sur FENNEC

#### III 2.7.2 Evaluation de la solution N°1

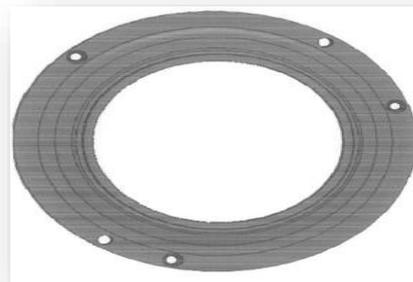
Cette solution est rejetée à cause de desserrement du support couronne assemblé par serrage sur le moyeu.

##### ◆ Solution N°2 :

Nouveau support couronne adapté sur le moyeu du pont arrière du bus FENNEC, montage par jeu avec vis de fixation.



8 perçage



3 perçage

**Figure III.7** : support couronne à 3 et 8 perçage par jeu avec de fixation

### III.2.7.3 Evaluation de solution N°2

Cette dernière solution est apparemment adéquate pour l'adaptation dudit support couronne sur le moyeu du bus FENNEC

Cette solution est accompagnée par le support capteur qui maintient le capteur dans sa position et assure le jeu fonctionnel et le cache capteur qui protège le capteur des résidus du freinage.

## III.3 INTRODUCTION

A partir des résultats de dimensionnement exigé par le cahier des charges, nous avons procédé à la modélisation géométrique de l'ensemble support couronne, couronne, support capteur et cache capteur, adapté au pont « P831X1 » du bus FENNEC SNVI.

Le cahier des charges, fourni par la SNVI, comprend un nombre d'exigences auxquelles la conception de l'ensemble (support couronne, support capteur et cache capteur), qu'on va appeler, désormais, « **ensemble de transmission de signale EBS** », doit répondre. Comme nous l'avons signalée, la conception doit se conformer, parfaitement, aux exigences du cahier des charges et des conditions imposées qui sont : fiabilité de transmission, emplacement adéquat, assurer la sécurité du montage, garantissant l'adaptation de la conception sur le pont P831X1.

En effet, la conception d'un tel dispositif nécessite des solutions pour certaines contraintes imposées. Parmi lesquelles, la saturation de l'emplacement du dispositif de freinage et la agressivité du milieu environnant, chargement ou efforts appliqués, résidus de la matière des garnitures de freinage (ferrodo), à cela s'ajoute aussi, vibration et température engendrée par le freinage, tout en suivant une démarche de simplification de conception et minimisation des coûts de réalisation.

## III.4.Présentation des logiciels de conceptions et de simulations

Les évolutions les plus récentes des systèmes de freinage sont dues à de nombreuses études réalisées à l'aide de moyens de simulations de plus en plus puissants. Parmi ses systèmes, nous vous présenterons nos travaux de conception et de simulation avec les logiciels **SOLIDWORK** et **CATIA**

### III.4.1.SOLIDWORKS

Solidworks Premium 2014 offre des fonctionnalités puissantes et faciles à utiliser qui automatisent les tâches, simplifient les activités de conception et aide à définir et à valider rapidement la forme, rajustement et le fonctionnement de vos conceptions. Partie intégrante de la solution de développement de produits SolidWorks (conception, simulation, conception éco responsable, communication technique et gestion des données), Solid Works Premium 2014 permet de créer des conceptions innovantes grâce à des outils métier qui vous aident à travailler de manière plus efficace et à prendre de meilleures décisions en matière de conception.

### III.4.2.CATIA

CATIA est une puissante application qui permet de créer des conceptions riches et complexes l'objectif du cours Principes de base CATIA V5 est de vous apprendre à créer des pièces et des assemblages dans CATIA et d'en réaliser des mises en plan simples. Ce cours se concentre sur l'apport des connaissances et des concepts qui vous permettront de réaliser vos conceptions sur des bases solides.

### III.5. Modélisation géométrique des composantes

La modélisation est d'une importance capitale pour la conception du montage, voir la précision des éléments de l'assemblage entre eux, de plus, le jeu fonctionnel entre le capteur et la couronne qui est de 2 mm. Un jeu fonctionnel qui assure la transmission du signal au boîtier électronique de commande. Ainsi sur l'adaptabilité du dispositif avec les organes de freinage sur le pont arrière du véhicule, avec une visualisation 3D, qui nous permet un pré-contrôle sur le montage avant sa réalisation.

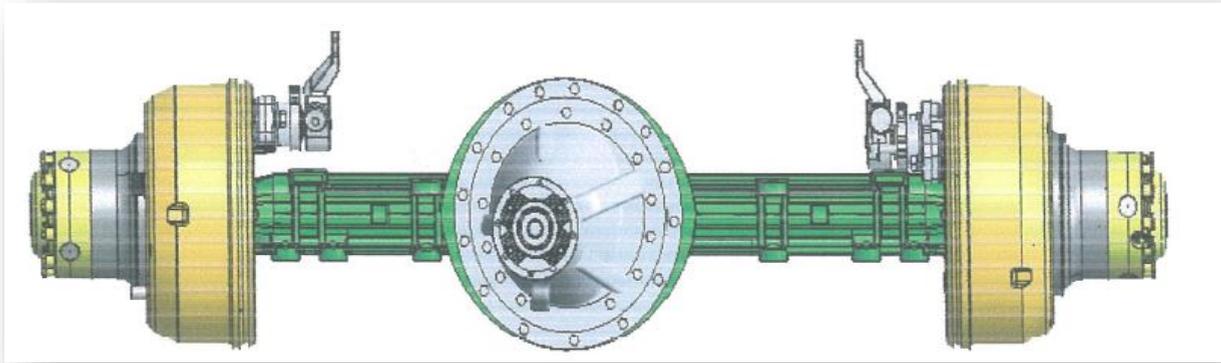
Nous avons modélisé notre conception de la manière suivante :

- Modélisation des organes mécanique du pont arrière sous C ATIA
- Conversion des modèles 3D sous format CAT.PRODUCT de CATIA au format ( iges, stp ,SLDPRT ...) format SOLIDWORKS
- Réalisation du montage du pont arrière p 831X1 sous SOLID WORKS
- Vérification de la zone de l'adaptation de la couronne et du capteur (à vérifier)
- Conception d'un support couronne a adapté sur le moyeu
- Conception d'un support capteur à adapté sur l'ensemble frein KNORR
- Adaptation de la couronne sur le support couronne et du capteur sur le support capteur
- Adaptation de l'ensemble sur le pont
- Vérification du jeu entre le capteur et la couronne

### III.6 Modélisation géométrique des organes mécanique du pont arrière P831X1 du

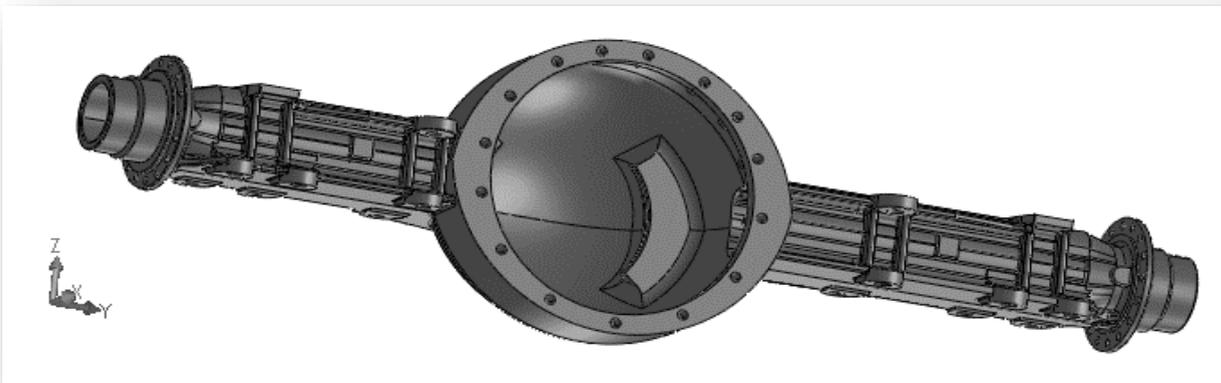
bus FENNEC :

La **figure III.10**. illustre le pont arrière du bus FENNEC SNVI.



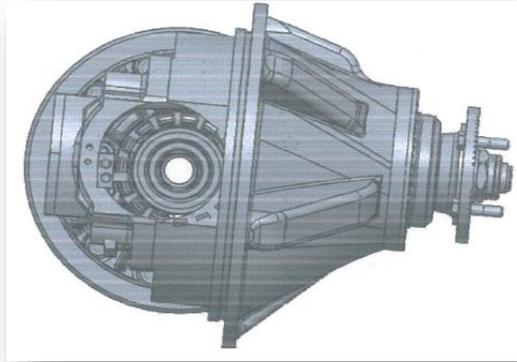
**Figure III.8:** Modèle 3D du pont arrière du bus FENNEC SNVI

#### a-Carter pont P831X1

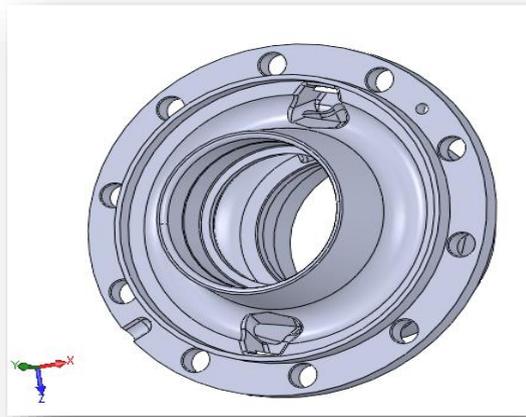


**Figure III.9** Carter pont P831XI.

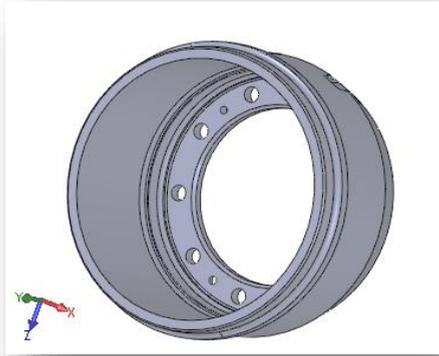
La **figure III.9**. illustre le Carter pont en fonte graphite sphéroïdal ou fonte grise : FGS 300-6 / selon le cahier des charges matériaux CDCF S1 -SNVI, contient les organes mécaniques de transmission,

**b-Mécanique du pont (différentiel)****Figure III.10.:** Carter pont P831XI.

La **figure III.10** illustre le mécanisme du pont avec différentielle de couple de rapport de 16/41

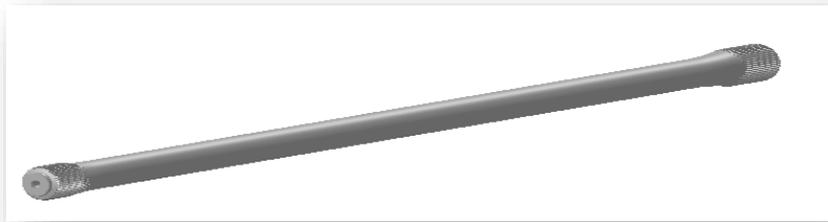
**Figure.III.11**Moyeu sans perçage

La **figure III.11** illustre un moyeu en FGS 38-15 pièce réviser assure la liaison fixe encastré et démontable avec le tambour et le flasque du carter réducteur, et une liaison pivot avec la trempette de pont, des modifications sont apportées sur le moyeu pour l'adaptation du support couronne du dispositif ABS



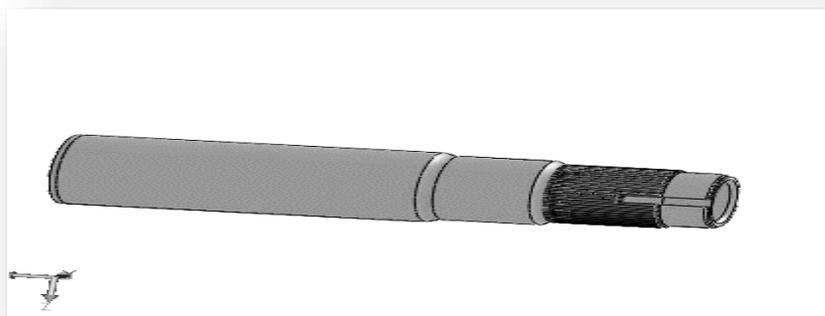
**Figure III.12.** Tambour

La **figure III.12.** illustre un tambour de frein en fonte grise FGS 300 organe du système de freinage, assure la liaison avec le moyeu et la pneumatique.



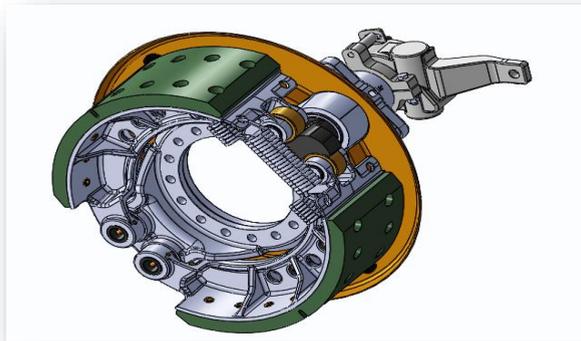
**Figure III.13.** Arbre différentiel

La **figure III.13.** illustre un arbre en 45SCD6 selon le cahier des charges CDCF S16 assure la transmission de rotation entre le différentiel du pont et la roue motrice.



**Figure III.14.** Trompette

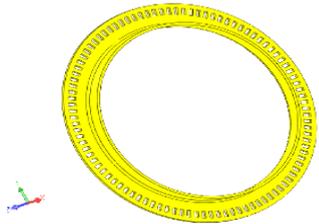
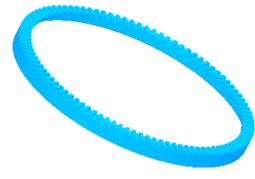
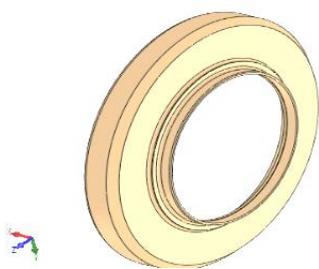
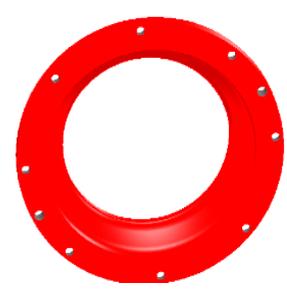
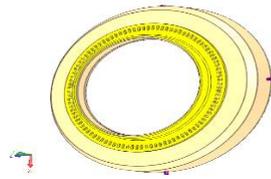
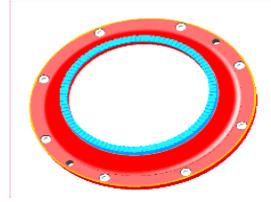
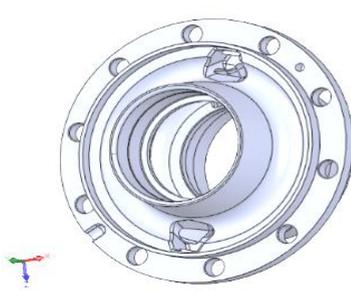
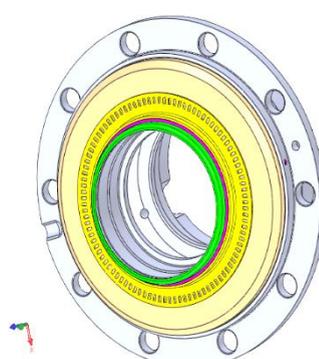
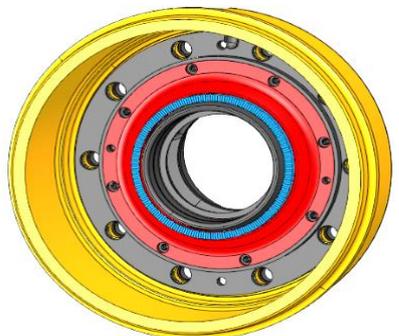
la **figure III.14.** illustre la trompette de pont ; elle assure la liaison pivot entre l'ensemble moyeu et réducteur de vitesse



**Figure III.15.** Ensemble frein KNORR

La **figure III.15** illustre un ensemble de frein KNORR matériaux du corps (FGS 300-6) conçu pour nouveau bus FENNEC

III.6.1.Representation des pièces avant et après la solution :

Avant modification	Après modification
<ul style="list-style-type: none"> <li>Couronne</li> </ul>  <p style="text-align: right;">1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Couronne</li> </ul>  <p style="text-align: right;">1</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Support couronne</li> </ul>  <p style="text-align: right;">2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Support couronne percé</li> </ul>  <p style="text-align: right;">2</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensemble 1+2 Assemblage par presse</li> </ul>  <p style="text-align: right;">3</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensemble 1+2 Assemblage par boulons</li> </ul>  <p style="text-align: right;">3</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Moyeu</li> </ul>  <p style="text-align: right;">4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>moyeu percé</li> </ul>  <p style="text-align: right;">4</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensemble 3+4</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensemble 3+4+tambour</li> </ul> 

### III.7 Etude d'adaptation du support couronne

La méthode des éléments finis (**MEF**) permet de modéliser le comportement mécanique des structures de géométrie complexe tel les pièces de l'assemblage que nous allons étudier. Lors de la conception il est possible de calculer les zones de contraintes élevées et ainsi, modifier la structure pour optimiser son comportement et sa résistance.

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 et de l'épaisseur
- ✓ -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

### III.8. Vérification de la résistance du moyen avant la modification

#### III.8.1. Caractéristique du matériau

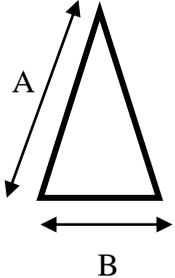
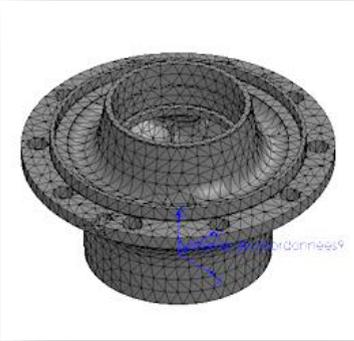
(Base de données des matériaux **SOLIDWORKS**).

Contraintes admissible	Valeurs	Unités
Module d'élasticité	66178.1	N/mm <sup>2</sup>
Coefficient de Poisson	0.27	SU.
Module de cisaillement	50000	N/mm <sup>2</sup>
Limite d'élasticité	572.17	N/mm <sup>2</sup>
Limite de traction	151.66	N/mm <sup>2</sup>

**TABLEAU III. 1.** Caractéristiques du matériau

**III.8.2. Caractéristique du maillage**

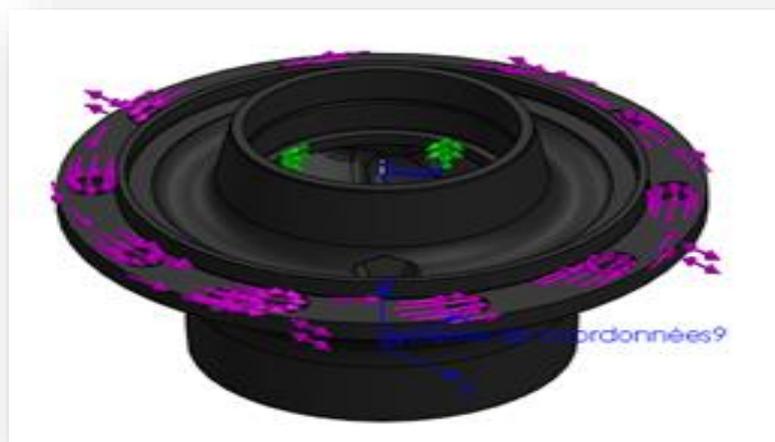
Le tableau suivant **III.2 illustre** les caractéristiques de maillage

Type de maillage	Vue de maillage	Nombre des nœuds
Triangulaire dimension : A=7,733 A/B=1,5 moyen de 		Nombre totale des nœuds :  <b>35529</b>

**TABLEAU III.2 :** Caractéristique du maillage

**III.8.3. Actions extérieures**

**III.8.3.1. Déplacement imposé : géométrie fixe et appuie de type pivot sur les paliers de roulement**



**Figure III.16 :** géométrie fixe et les appuis sur les palie

### III.8.3.2. Les forces résultantes et le déplacement imposés

Le tableau III.3. Illustre les forces résultantes sur le déplacement imposé

Composants	X	Y	Z	Résultante
Force de réaction(N)	1710.8	-7.63652	1759.43	2454.07
Moment de réaction (N-m)	0	0	0	0

TABLEAU III.3. Les forces résultantes et les déplacements imposés

### III.8.3.3. Chargement imposé

Le tableau suivant III.4 nous donne la façon dont les conditions aux limites sont définies telle que la force de gravitation, masse distribué et le couple appliquer.

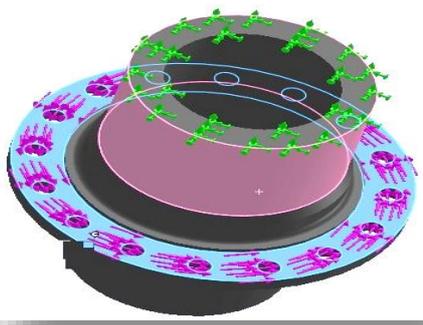
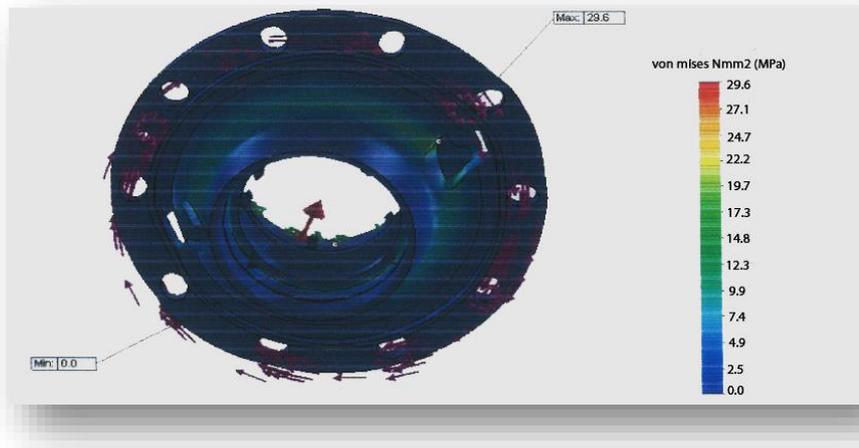
Force de gravitation	Masse distribué	Couple appliqué
		
9.18kg/s	Chargement distribué 4600N	couple maxi 1200n-m avec un rapport de 16/41 répartie sur les 2 roues soit 234.24 n-m

TABLEAU III.4 Chargement imposé

**III.8.3.4. Résultats de l'étude**

*III.8.3.4.1. Distribution des contraintes de Von-mises*

Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON: contrainte de von Mises	0.0586656 N/m <sup>2</sup> Noeud: 6465	6637.97 N/m <sup>2</sup> Noeud: 11063
<b>CONTRAINTE VON-MISES</b>			



**Figure III.17 :** Distribution des contraintes de Von-mises

Prenant appui de la simulation faite, nous pouvons constater des déformations dans le domaine élastique de valeurs insignifiantes. A ce niveau, nous déduisons que dans les conditions extrêmes, les sollicitations sur le moyeu peuvent engendrer des déformations qui provoquent le desserrement du support couronne. Cette défaillance est soulevée dans bus 100L6 SNVI. Ainsi constatons-nous que l'arête, sur laquelle la première solution a été assemblée par serrage, subit les concentrations de contraintes les plus intenses en tenant compte de ces données, nous optons donc pour une autre conception et un autre assemblage préconisant la transmission des déformations subies par le moyeu au support couronne.

III.8.3.4.2 Etude de déformation

Nom	Type	Min	Max
Déformations1	ESTRN: Deformation equivalent	1.60157e-011 Element: 2745	6.46806e-008 Element: 4034
<b>MOYEU : etude de deformation</b>			

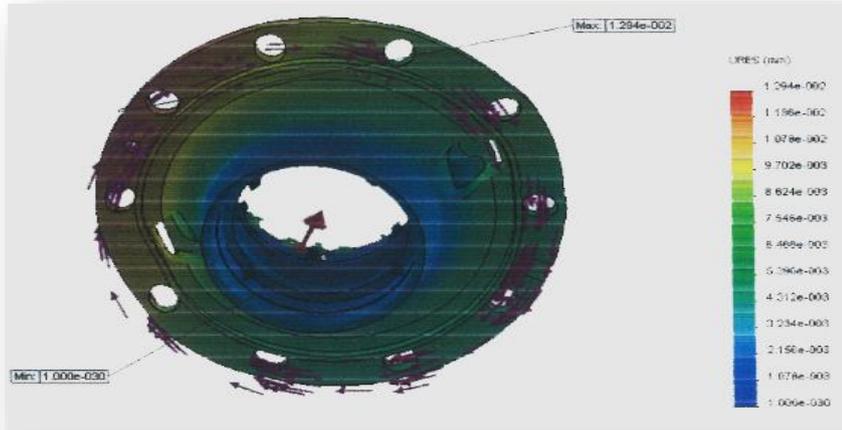


Figure III.18 : Distribution des déformations.

Sur cette **figure III.18** nous avons essayé de mettre en évidence la cause du phénomène de démontage du support couronne du moyeu qui est dû probablement aux petite déformations au niveau de l'assemblage par serrage, d'après cette figure nous pouvons dire que la petite déformation de l'ordre de 0.01 mm qui se produit de manière cyclique provoquerait après un certain temps de roulement du bus, le décalage du support couronne de sa position initiale.

III.8.4.3.3 Etude de coefficient de sécurité



Figure III.19: Distribution de coefficient de sécurité

Cette figure nous montre clairement que les zones les plus sollicitées reste 18.3 fois plus élevées par rapport à la limite d'élasticité de notre matériau ce qui confirme que cette pièce travail dans le domaine élastique donc elle ne pose aucun problème de résistance.

### III. 9 Vérification de résistance du moyeu avec 8 perçages

Après étude du moyeu avec chargement maximale et un couple maximale, nous proposons une solution de montage à vis et une nouvelle conception du support couronne. A cet effet, nous allons apporter des modifications sur le moyeu avec 8 perçages / taraudages de type M8 millimètre, pour la fixation du support couronne, par la suite, nous effectuons l'étude du moyeu avec les mêmes conditions aux limites, afin de vérifier l'influence de notre solution

#### III.9.1. Modification du moyeu



Figure III.20 : Moyeu avec 8 perçages.

#### III.9.2. Condition de résistance du moyeu après modification.

##### III.9.2.1 Concentration de contrainte de Von-mises

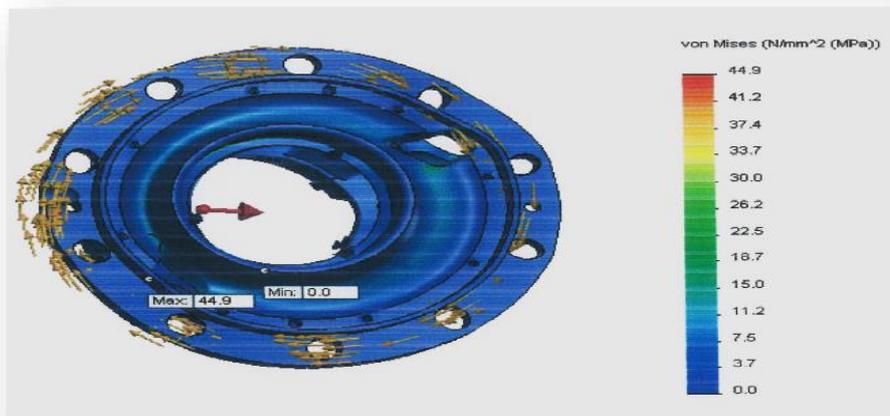
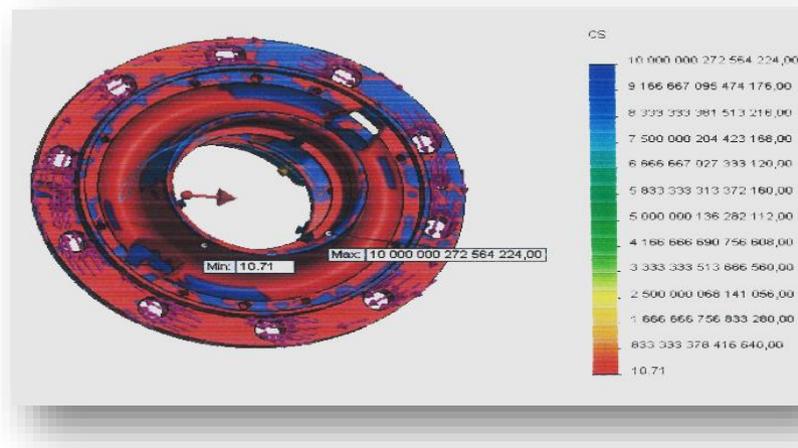


Figure III.21: Distribution de la contrainte de Von-mises

Selon les résultats obtenus dans la figure, les concentrations sont de valeurs insignifiantes (d'ordre de 44.9 MPa) et les perçages n'ont pas fragilisé la structure, du fait que la concentration maximal Affichée est inférieure à la contrainte admissible du matériau.

### .III.9.2.2. Interprétation des coefficients de sécurité

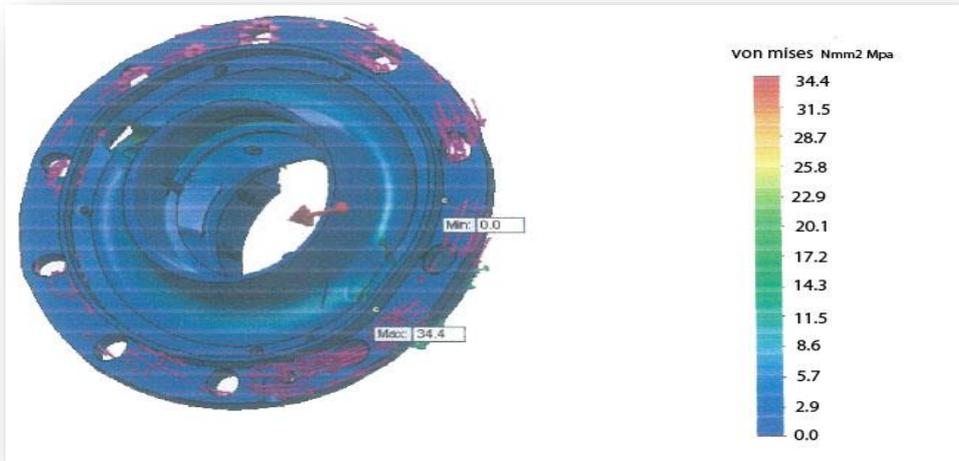


**Figure III.22:** Distribution de coefficient de sécurité sur le moyeu de 8 perçages.

Nous constatons une influencé des perçages sur la distribution des coefficients de sécurité, comme l'indique la figure (III.24) au préalable, la simulation a indiqué un coefficient minimal de 18,30 avant les perçages, et de 10,71 après. Sachant bien que cette diminution n'a pas été comprise dans la zone des perçages, cela nous ramène à déduire qu'avec une diminution de nombre de perçages, la pièce se comportera mieux par rapport aux efforts appliqués.

### III. 10. Etude de résistance du moyeu après la deuxième modification avec trois perçages

#### III. 10.1. Distribution de contraintes de Von-m



**Figure III.23** : Distribution de contrainte de Von-mises avec trois perçages

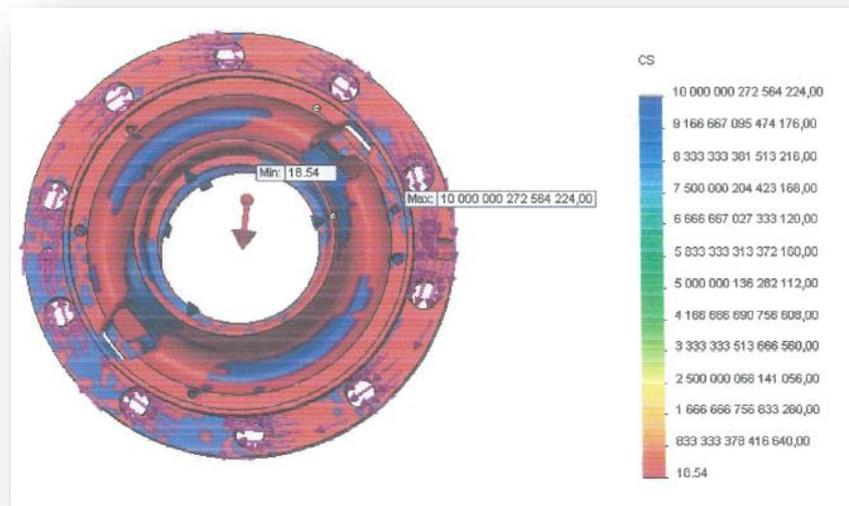
Après avoir réduit le nombre de perçages, nous remarquons un affaiblissement de la concentration de contraintes maximales au voisinage des perçages de 44.9 Mpa sur 8 perçages, 34.4 Mpa sur 3 perçages, tout en sachant que les concentrations et les déformations sont insignifiantes, par rapport aux contraintes admissibles du matériau qui sont de : Perçages de 44.9 Mpa sur 8 perçages, 34.4 Mpa sur 3 perçages, tout en sachant que les concentrations et les déformations sont insignifiantes, par rapport aux contraintes admissibles du matériau qui sont de :

#### III.10.2 Propriété du matériau

<b>Contrainte admissible</b>	<b>Valeur</b>	<b>Unité</b>
Module d'élasticité	<b>66178.1</b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>
Coefficient de Poisson	<b>0.27</b>	<b>SANS</b>
Module de cisaillement	<b>50000</b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>
Limite d'élasticité	<b>572.17</b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>
limite de traction	<b>151.66</b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>

**Tableau III.5** : Propriété du matériau

### III.10.3. Distribution de coefficient de sécurité



**Figure III .24** Distribution de coefficient de sécurité.

D'après la **figure (III.24)** la diminution du nombre de perçages a influencé le coefficient de sécurité du moyeu en passant d'un coefficient de sécurité minimal de 10.71 avec 8 perçages à 18.54 avec 3 perçages , ce qui nous ramène à dire que la pièce se comporte nettement mieux avec 3 perçage.

## III .11. Etude de résistance de l'assemblage avec fixation a trois vis

## III.11.1. Propriété de l'assemblage

Composante	Propriété des matériaux	Vue de l'ensemble
<b>MOYEU</b>	<p><b>Nom :</b> Fonte grise</p> <p><b>Type de modèle:</b> Linéaire élastique isotopique</p> <p><b>Limite de traction:</b> <math>1.51658e+008</math> /m<sup>2</sup></p> <p><b>Limite de compression:</b> <math>5.72165e+008</math> N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Module d'élasticité:</b> <math>6.61781e+010</math>N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficient de Poisson:</b>0.27</p> <p><b>Masse volumique:</b>7200 kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>Module de cisaillement:</b><math>5e+010</math>N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coef de dilatation thermique:</b><math>1.2e-005</math> /Kelvin</p>	
<b>Support couronne</b>	<p><b>Nom :</b> 16MnCr5</p> <p><b>Type de modèle:</b> Linéaire élastique isotopique</p> <p><b>Limite de traction:</b> 731 N/mm<sup>2</sup></p> <p><b>Module d'élasticité:</b> 460 N/mm<sup>2</sup></p>	
	<p><b>Nom :</b> Acier normalisé</p> <p><b>Type de modèle:</b> Linéaire élastique isotopique</p> <p><b>Limite de traction:</b> <math>1.11e+009</math>N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Module d'élasticité:</b> <math>2.05e+011</math> N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficient de Poisson:</b>0.32</p> <p><b>Module de cisaillement:</b><math>8e+010</math>N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Limite d'élasticité :</b> <math>8e+010</math> N/m<sup>2</sup></p>	

Tableau III.6 : Propriété de l'assemblage

**III.11.2 : chargement appliqué sur l'assemblage**

Nom du chargement	Détails du chargement
Force-1	<b>Référence:</b> Plan de droite <b>Type:</b> Force <b>Valeurs:</b> 46000 N
Couple-1	<b>Référence:</b> Axel <b>Type:</b> Moment de torsion <b>Valeur:</b> 234.14 N-m

**Tableau III.7** : Chargement appliqué sur l'assemblage

Les chargements sur le moyeu ont été établis de la même manière qu'il les reçoit en circonstance réel dans sa situation statique tout en lui appliquons le chargement maximal et le couple maximal sur le quart-véhicule

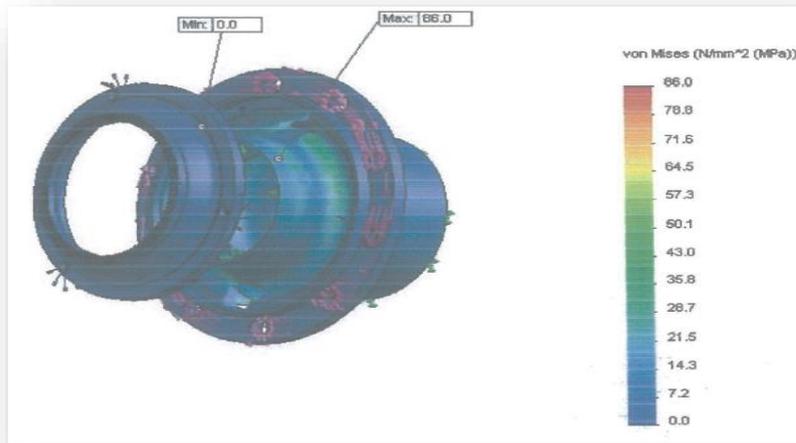
**III.11.3 Forces résultantes sur l'assemblage**

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
<b>Modèle entier</b>	N	-92000.5	-0.005476	6.94024	92000 forces appliquées

**Tableau III.8** : Forces résultantes sur l'assemblage

**III.11.4. Etude de résistance de l'assemblage**

**III. 11.4.1. Distribution de contraintes de Von mises**

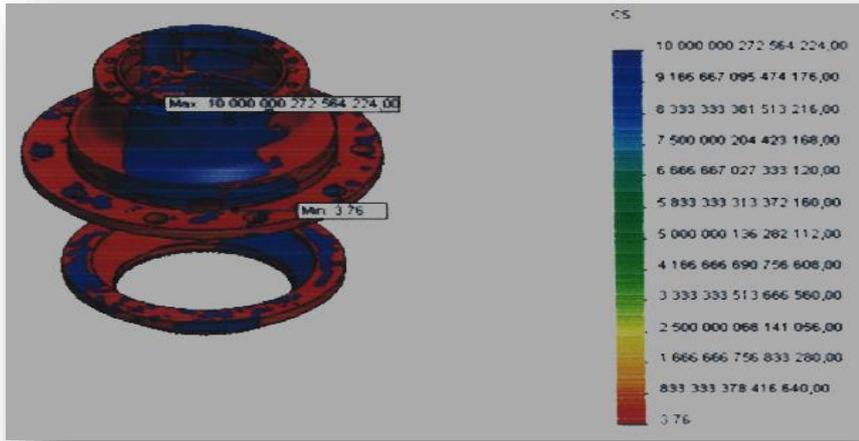


**Figure III.25:** Distribution de contrainte de Von Mises de l'assemblage.

Nous remarquons que la distribution des contraintes reste toujours dans le domaine élastique, et de valeur insignifiante (86 Mpa) pour la valeur maximal par rapport aux contraintes admissible élastique qui est de (572.17Mpa) ; la contrainte maximal calculer reste en d'hors de la zone de l'assemblage. Ce qui nous ramène à dire que l'assemblage est convenable.

**III.11.4.2 Distribution du coefficient de sécurité de l'assemblage**

Nom	Type	Min	Max
Coefficient de sécurité	Automatique	3.76028 Nœud : 14935	1 e + 016 Nœud : 1



**Figure III.26 :** Distribution du coefficient de sécurité de l'assemblage.

A travers la figure ci-dessus, que le coefficient de sécurité est vérifié par rapport à la consigne attribuée, qui est de 3, et le coefficient de sécurité minimale afficher qui est de 3.76 se situe au niveau d'une zone fragilisée par un important canal d'aération

**III.12 Détails sur les vis de serrage**

Référence du modèle	Détaille du connecteur	Détaille de résistance						
 <p>Vis pour lamage 1/2/3</p>	<p>Type : boulon (vis pour lamage )                      Diamètre de la tête : 13 mm                      Diamètre nominale de la tige 8mm                      Précontrainte axiale : 640 N</p>	<table border="1"> <tr> <td>Contrôle des boulons :</td> <td>Ok</td> </tr> <tr> <td>CS calculé :</td> <td>17.0849</td> </tr> <tr> <td>CS désiré :</td> <td>2</td> </tr> </table>	Contrôle des boulons :	Ok	CS calculé :	17.0849	CS désiré :	2
Contrôle des boulons :	Ok							
CS calculé :	17.0849							
CS désiré :	2							

**Tableau III.9 :** détails sur les vis de serrage

**III.12.1. force maximale appliqué pour la vis la plus solliciter**

Le tableau suivant III.10 illustre les forces maximales appliquées pour la vis la plus sollicité

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	3.7836	-699.33	-7.6675	699.38
Force de cisaillement (N)	277.39	-2.5099	-95.812	293.48
Moment de flexion (N-M)	-0.53806	0.014798	-1.6924	1.7759(1)

**Tableau III.10 :** Force maximale appliqué pour la vis la plus solliciter

**III.12.2. Etude de résistance des vis****III.12.2.1. vérification la résistance du matériau de la vis de fixation****A) Contrainte en traction**

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma], [\sigma] = \frac{R_e}{\&} \quad , \quad \sigma_{\max} = \frac{F}{nS} \quad \text{avec } S = \frac{\pi d^2}{4}$$

$R_e$  : limite élastique de matériau

$\&$  : coefficient de sécurité

$n$  : nombre de vis ( $n = 1$ , cas de la vis la plus sollicité)

$$R_e = 640 \text{ N/mm}^2$$

$$\& = 2$$

$$[\sigma] = \frac{640}{2} \quad [\sigma] = 320 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\max} = \frac{4F}{\pi d_f^2} \quad , \quad F_r = 699.38 \text{ N} \quad F_r : \text{ Force résultante}$$

• Calcule le diamètre  $d_f$

$$d_f = \lceil \lceil -2 \times (k \times 0.613) \rceil \rceil + d_{\text{nominal}}$$

$$d_{\text{nominal}} = 8 \text{ mm} \quad \text{Pas} : k = 1.25$$

$$d_f = \lceil \lceil -2 \times (1.25 \times 0.613) \rceil \rceil + 8$$

$$d_f = 6.47 \text{ mm}$$

$$\text{Donc} : \sigma_{\max} = \frac{4 \times 699.38}{3.14 \times (6.47)^2} \quad \sigma_{\max} = 21.28 \text{ N/mm}^2$$

$$21.28 \leq 320 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \sigma_{\max} \leq [\sigma]$$

Donc le condition de résistance à la traction est vérifiée.

### b) contrainte de cisaillement des filets de la vis

$$\tau_{\text{Max}} \leq [\tau]$$

$$\tau_{\text{Max}} = \frac{4F_r}{\pi d^2}, \text{ Avec } F_r = 293.48 \text{ N : force résultantes au cisaillement}$$

$$\tau_{\text{Max}} = \frac{4 \times 293.48}{3.14 \times (6.47)^2}$$

$$\tau_{\text{Max}} = 8.93 \text{ N/mm}^2$$

$$[\tau] = \frac{R_{2G}/2}{\gamma} = \frac{R_{2G}}{2\gamma}, \text{ Avec } R_{2G} = 640 \text{ N / mm}^2.$$

$$[\tau] = \frac{640}{4} [\tau] = 160 \text{ N / mm}^2.$$

$$8.93 \leq 160 \text{ N/mm}^2.$$

$$\tau_{\text{Max}} \leq [\tau]$$

La condition de résistance au cisaillement est vérifiée.

# Conclusion

## Conclusion

Notre préoccupation initiale et majeure, dans ce travail, était l'adaptation du système EBS sur le bus FENNEC de la SNVI. Le but été l'amélioration et la modernisation des dispositifs du freinage des véhicules de SNVI. En effet, nous avons abordé, dans notre projet, les différents types de systèmes de freinage pneumatiques (des différences en fonction de la catégorie des véhicules), ainsi que leur fonctionnement, en mettant, particulièrement, l'accent sur le système ABS adapté au système de freinage pneumatique, dit « conventionnel ».

Cependant, notre travail se focalise sur la conception et le dimensionnement, conformément aux conditions du cahier des charges, des organes qui vont permettre l'adaptation du système EBS WABCO sur le bus FENNEC plus précisément au niveau du pont arrière. A ce niveau, et par des mesures prises sur le pont P831 XI, nous avons entamé la conception et la modélisation 3D de ses organes, avec un logiciel de conception assisté par ordinateur (CAO). Par la suite, nous avons effectué une étude de vérification de résistance de l'ensemble moyeu support couronne et couronne qui constitue l'assemblage retenus par l'adaptation sur le pont P831X1, La première étape consiste à vérifier la résistance du moyeu par rapport aux chargements appliqués afin de d'identifier la cause de desserrement du support couronne sur le moyeu et de vérifier la résistance de ce dernier par rapport aux conditions dont il est soumis, nous avons constaté que le moyeu résiste parfaitement au chargement. Or que les déplacements qui reste toujours dans le domaine élastique provoque le desserrement du support couronne dans des conditions agressives, cela nous ramène à adopté un autre montage qui consiste à un assemblage à vis.

Au premier lieu, nous avons adopté un montage à huit vis ce qui dit des perçages au niveau du moyeu, nous avons effectué une étude de résistance sur le moyeu pour vérifier une éventuelle influence des perçages sur sa structure, D'après cette étude, nous avons aboutis à un résultat très satisfaisant du fait que sa limite d'élasticité est nettement plus élevée par rapport aux contraintes résolues sur la figure [III 22], Cela dit que si le moyeu n'est pas fragilisé avec huit perçages le résultat avec trois perçages sera plus intéressant du fait que le moyeu se comportera mieux par rapport aux contraintes ; à constater dans la figure [III 24]. Comme les trois perçages équidistants nous procurent un bon équilibre isostatique sur le montage.

Nous avons opté pour cette solutions avec la nouvelle conception du support couronne. Après vérification de la résistance de l'assemblage, résistance des vis aux efforts résultants et l'influence de la consolidation du support couronne sur le moyeu.

Ces études ont été exécutées sous logiciel **SOLIDWORKS** avec des simulations de Chargements statiques, afin de vérifier notre conception dans le cas statique.

Pour que notre étude fasse l'objet d'une éventuelle réalisation, il est nécessaire de mener:

Un calcul vibratoire ;

Une étude thermique ;

Elaboré une gamme d'usinage ;

Voir l'emplacement idéal de capteur d'usures.

# **Fiche Technique**

## **Fiche technique de bus FENNEC**

### **MOTEUR**

Type : CUMMINS C 300-20

Nbre de cylindre : 6 en ligne

Injection : Directe

Alésage / course (mm) : 114/135

Cylindre : 8.3 L

Taux de compression : 16.5/1

Carburant : GASOIL

Puissance maxi : 296 ch ( 221 kw ) à 2200 tr/mn

Couple maxi : 1125 Nm à 1400 tr / mn

Aspiration : turbocompressée

Refroidissement à eau

Capacité d'huile : 23.6 L

### **EMBRAYAGE**

Ø430 mono disque à sec , commande hydraulique et assistance pneumatique

### **BOITE DE VITESSE**

Type : ZF S6-85

Boîte manuelle à 6 rapports AV synchronisés +1m AR

Rapports extrêmes : 6.75-0.83

Capacité d'huile : 11 L

Couple admissible : 1200 m.N

### **PONT ARRIERE**

Type : SNVI P.831 X

Pont à couple conique à denture hypoïdes avec réducteur dans les moyeux

Couple : 16x41 réductions : ½

Rapport : 5.125

Capacité d'huile : 9.5 L

## **ESSIEU**

Type : **SNVI E 4AX21**

Essieu rigide

## **DIRECTION**

Type : ZF 8095

Avec assistance intégré

## **CHASSIS**

Cadre à 2 longerons en tôle d'acier emboutis en forme de U entretoisée par des traverses centrale en X

Section de longerons : 187 x 75x 6 mm

## **SIEGES**

- Voyageurs : en mousse recouverte de tissu, accoudoirs relevable, poignées appliquer aux dossiers

Nombre de places assises : 49

Type : chardon

- Chauffeur : suspendu, réglable en hauteur et en longueur, avec dossier inclinable, coussin et dossier en mousse

Revêtement en tissu

## **SOUTE A BAGAGES**

Entre les deux essieux, sur toute la longueur, avec portillon sur chaque face latérale.

Volume : 5 m<sup>3</sup>

## **PORTES**

Deux portes battantes vitrées sur face latérale à commande électropneumatique :

- Porte avant battante
- Porte arrière à deux vantaux

Une commande de secours est prévue par la disposition de déverrouillage de l'extérieur et de l'intérieur.

## **BAIES**

Teintés avec rideaux

- Frein principale (service) :

A air à double circuits indépendants agissant sur les roues avant et arrière. (Frein à tambour)

- Frein de parcage (indépendant).

A air agissant sur les roues arrière.

- Ralentisseur électromagnétique : **TELMA F151**

## **EQUIPEMENT ELECTRIQUE**

Tension : **24 volts** obtenue par 2

Batteries de **12 volts**

Capacité : **160 AH**

Alternateur : **155 A**

## **PNEUMATIQUE**

Dimension : 10 R22.5 – tubeless avant : simple, arrière : jumelés

## **RESERVOIR DE CARBURANT**

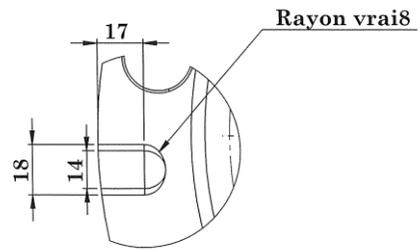
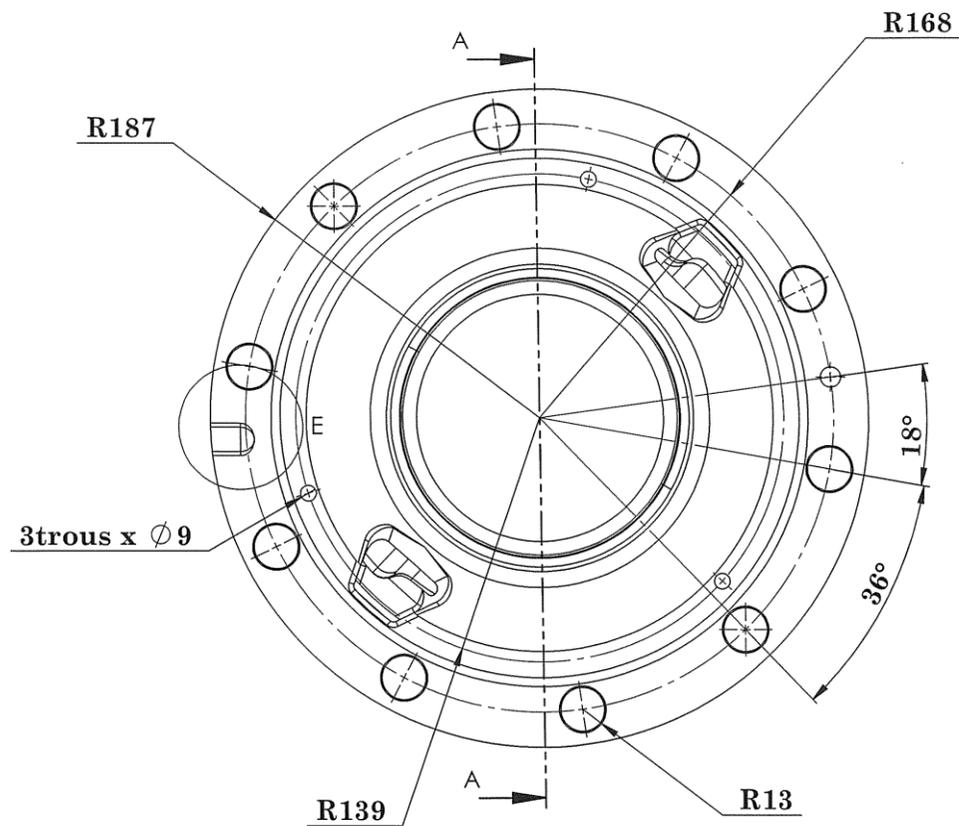
Capacité : 1 réservoir 250 L

## **PERFORMANCE**

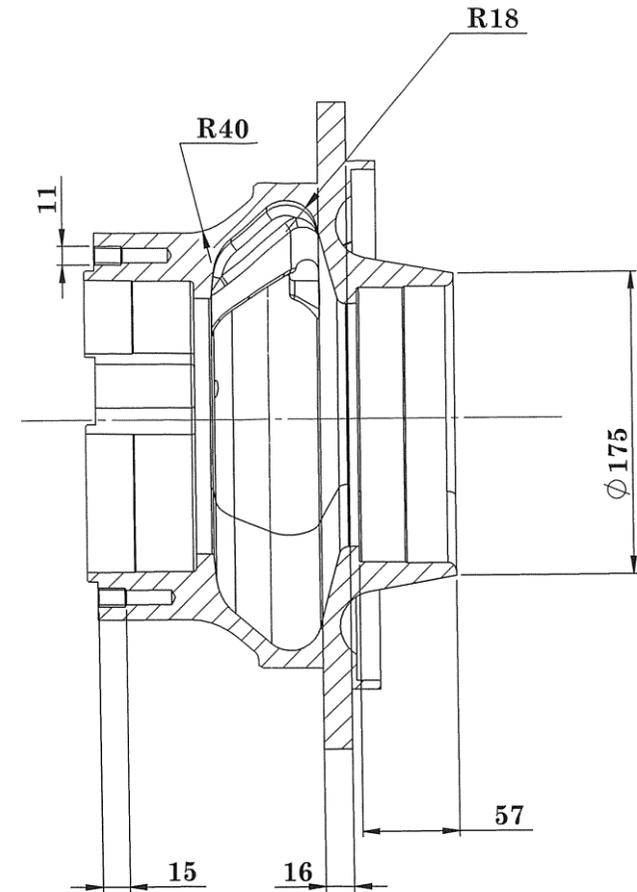
Tableau de vitesse Km/ h au régime maxi.

Vitesse	1 <sup>ère</sup>	2 <sup>ème</sup>	3 <sup>ème</sup>	4 <sup>ème</sup>	5 <sup>ème</sup>	6 <sup>ème</sup>
Rapports B.V	6.75	3.87	2.36	1.47	1	0.83
Vitesse Km/h	13	22	36	58	85	103

# Mise en plan

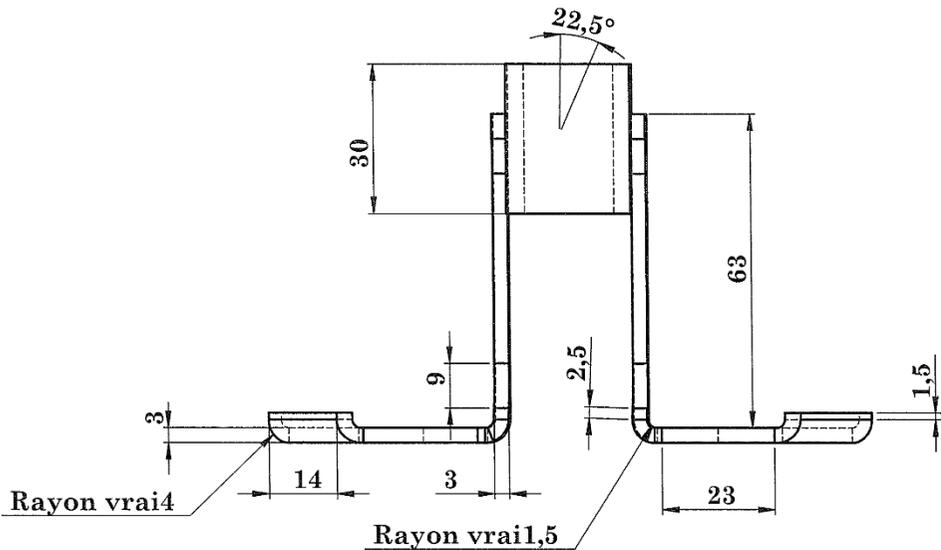
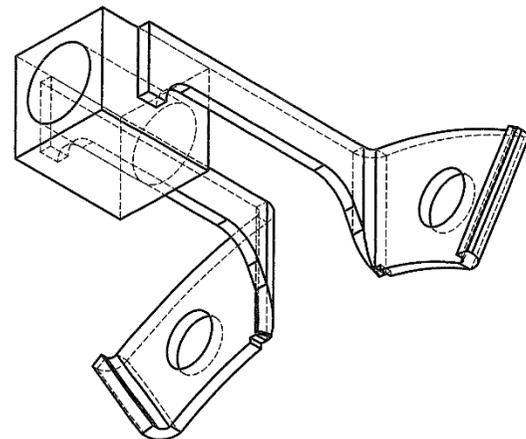
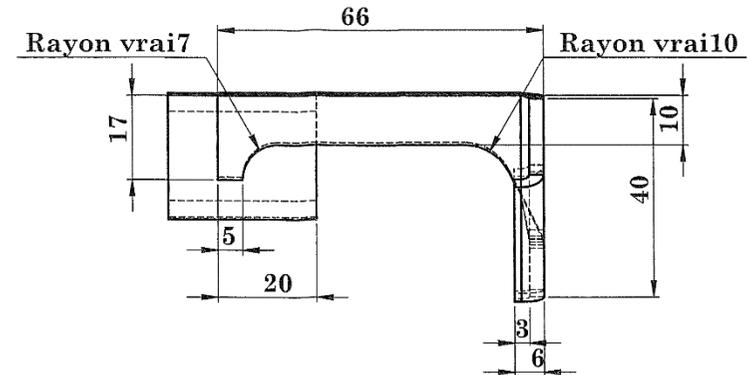
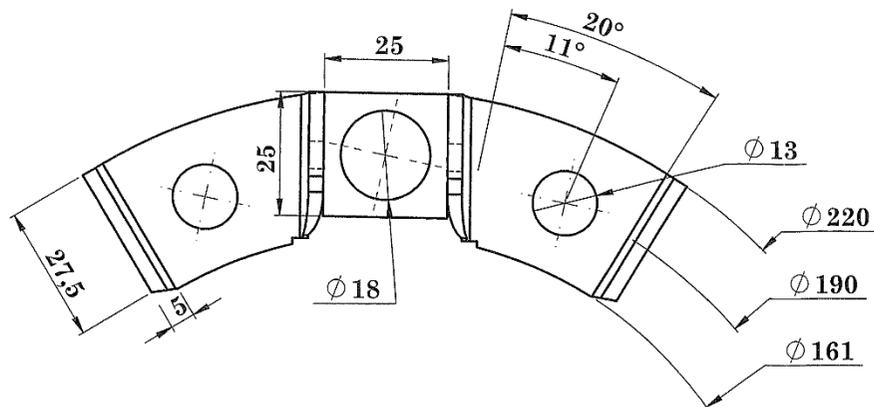


DÉTAIL E  
ECHELLE 2 : 3

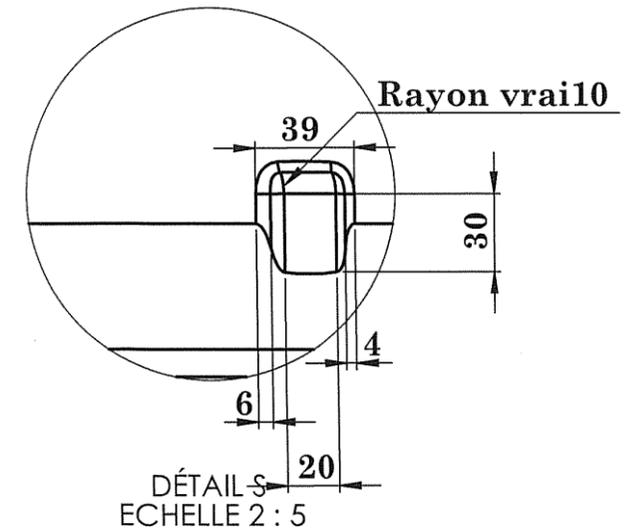
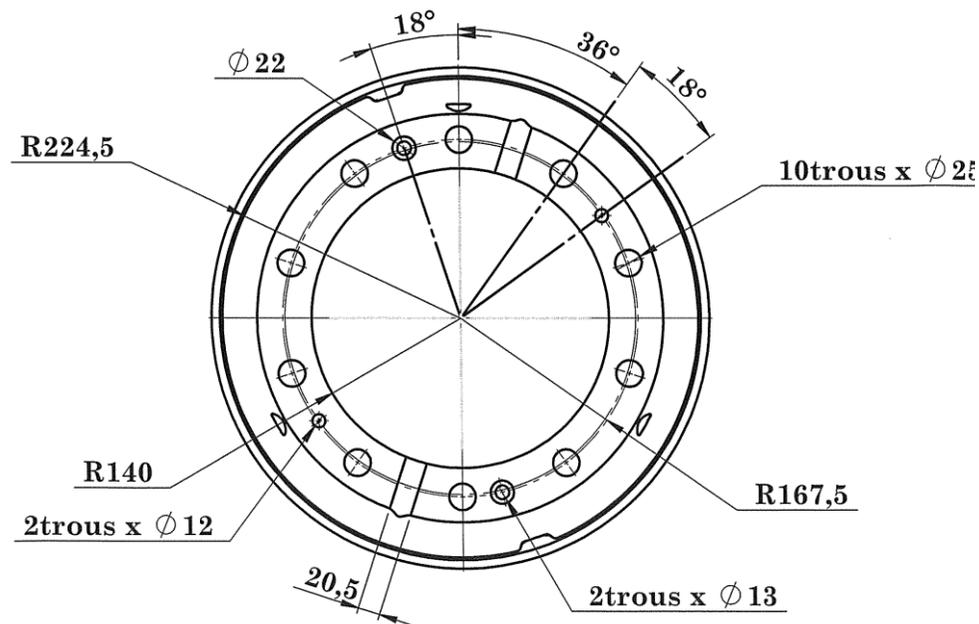
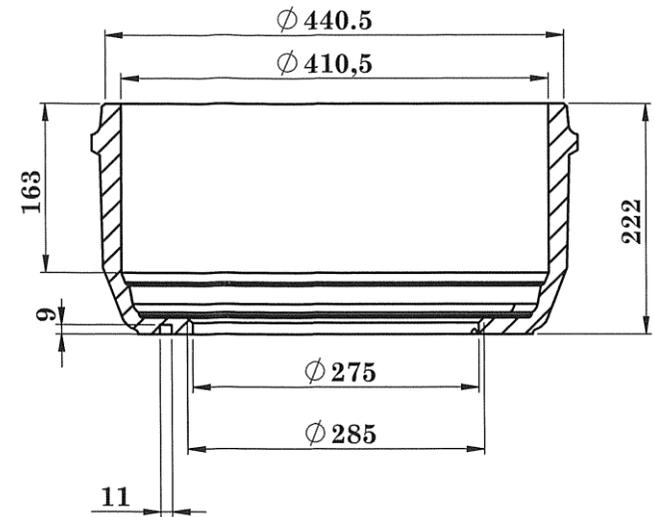
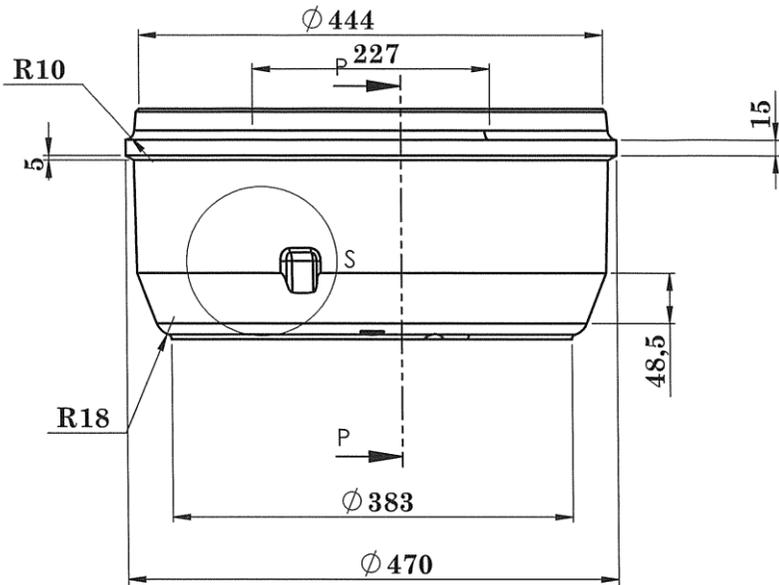


COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 3

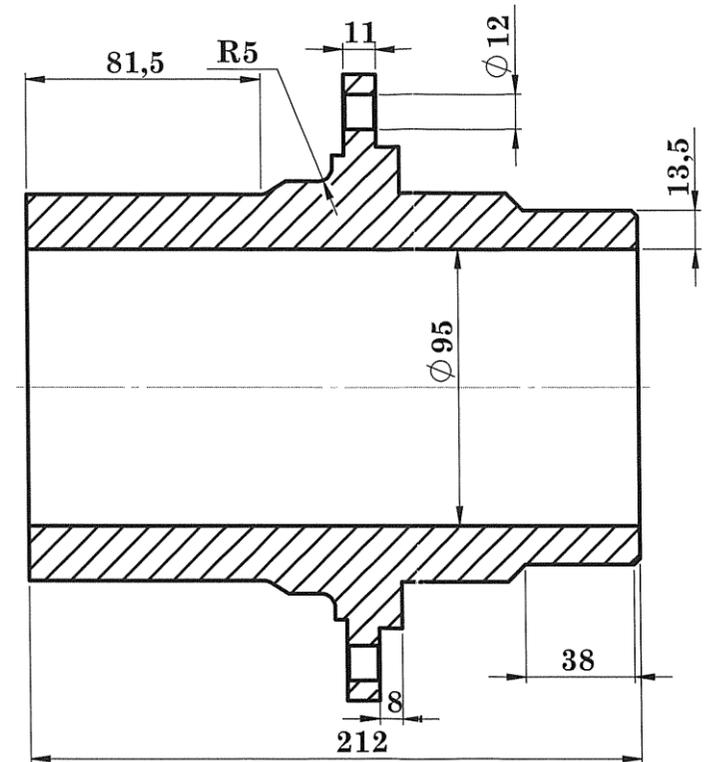
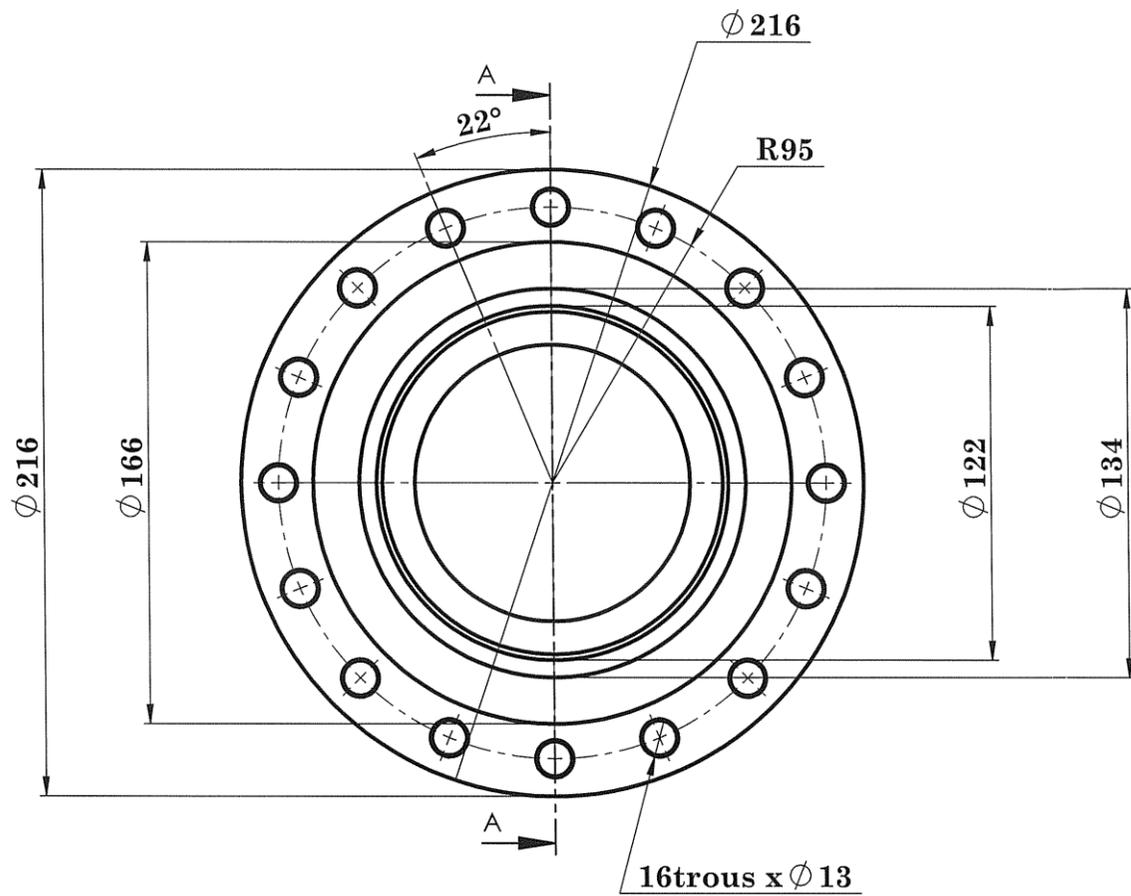
UNIVERSITE MHAMMED BOUGUERA BOUMERDES		FGS 38 - 15
ECHELLE : 1/3	Cotation de Modification du Moyeu	DATE : 04/09/2016
		MMSM 2015
BOUCHAKOUR Mohamed		



UNIVERSITE MHAMMED BOUGUERA BOUMERDES		FGS 38 - 15
ECHELLE : 1/3	Cotation de support capteur	DATE : 04/09/2016
		MMSM 2015
BOUCHAKOUR Mohamed		



UNIVERSITE MHAMMED BOUGUERA BOUMERDES		FGS 38 - 15
ECHELLE : 1/3	Tambour	DATE : 04/09/2016
		MMSM 2015
BOUCHAKOUR Mohamed		



COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 2

UNIVERSITE MHAMMED BOUGUERA BOUMERDES		FGS 38 - 15
ECHELLE : 1/3	Corps du pont	DATE : 04/09/2016
 		MMSM 2015
BOUCHAKOUR Mohamed		



# **Références bibliographiques**

## Référence bibliographie

- [1] : ([www.snvi.dz](http://www.snvi.dz)) site officiel de la S.N.V.I / avril 2014
- [2] : manuel de freinage à air comprimé/ Groupe WABCO westinghouse/ document offert par l'entreprise de la SNVI en avril 2014
- [3] : Jean-Jacques CARRE « Théorie de freinage » Techniques de l'ingénieur. PARIS 19/02/1989
- [4] : Bernard ADAM « technologie du freinage des véhicules industriels » Edition techniques pour l'automobile et l'industrie. PARIS 1985
- [5] : <http://manager-articles.com/5/reparation-auto/freins/article-604.html/avril> 2014
- [6]: [http://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departmentsps-sppdf/Publicationsab\\_manual-f.pdf](http://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departmentsps-sppdf/Publicationsab_manual-f.pdf) (2)/avril 2014
- [7] : Société de l'assurance de l'automobile du Québec « Manuel sur les freins pneumatique », Québec 2001.
- [8] : ([http://www.corohusker800.com/pdf/WABCO\\_ABS\\_BRAKE\\_MANUAL.pdf](http://www.corohusker800.com/pdf/WABCO_ABS_BRAKE_MANUAL.pdf)) manuel officiel de WABCO fournisseur de la S.N.V.I /avril 2014
- [9] : [http://www.solidworks.fr/launch/documents/SW2014\\_Datasheet\\_Premium\\_FRA.pdf](http://www.solidworks.fr/launch/documents/SW2014_Datasheet_Premium_FRA.pdf)/ avril 2014
- [10] : Formation CATIA Version 5 Edition 16 Novembre 2005 EDU-CAT-JF-V5F-FF-V5R16
- [11] [http://lololemecano.info/MaintVI/transmission/chaine\\_cinematique/chaine\\_cinematique.htm#4](http://lololemecano.info/MaintVI/transmission/chaine_cinematique/chaine_cinematique.htm#4) / 05 /06/2014
- [12] : TALEB CHERIF, mémoire de fin d'étude <Etude et conception d'un réducteur de vitesse d'une mini central à béton CB 300/425>, université de bejaia,2014.
- [13] ; Introduction au élément finie sous solidworks technique de modélisation, 2012 /dassaut système [14]: Y. Xiong. <Formulaire de résistance des matériaux>, G00525, PARIS 2002.

# Résumé

Notre projet d'étude se porte sur l'étude de l'intégration de dispositif de freinage EBS sur un bus croisière (prototype) \*FENNEC\* de la SNVI .nous avons entamé notre travail pour l'étude des composante de système de freinage pneumatique et le fonctionnement en mode conventionnelle et en mode EBS en ce sens nous avons donné une aperçu sur l'intégration du système EBS .

La dernière étape consiste à la modélisation géométrique des organes retenue par l'adaptation sur le pont , et une étude de résistance de ces organes .cette étude est le plus concluantes dans notre travail, du fait qu'elle nous aidé a déterminer la cause de la panne et de lui apporter une solution réalisable et peu couteuse .ce travail consiste à modéliser le moyeu ,sujet lequel notre conception s'adapte .pour cela nous avons effectué une étude de résistance de la pièce en lui appliquant des conditions au limite (chargement et déplacement) par la suite nous avons exécuter une cette étude avec une simulation sous SOLIDWORKS et les résultat nous ont ramené a déduire la cause du desserrement du support couronne après vérification des concentration de contraintes et des déformation.

La deuxième étape consiste à examiner la solution proposée et de vérifier l'influence de huit perçage sur la résistance du moyeu, les résultats étaient très satisfaisantes .nous avons réduit le nombre de perçage a trois vis qui garantissent une position d'équilibre isostatique, et la pièce se comporte mieux par rapport aux contraintes appliquées.

La dernière étape consiste à étudier la résistance de l'assemblage (moyeu, support couronne, couronne) aux sollicitations appliquées et la vérification des vis à l'effort axiaux, et aussi aux efforts de cisaillement et l'influence de la consolidation du support couronne sur le moyeu.