



## Projet de Fin d'Etudes

**ETUDE ET CONCEPTION D'UN BANC D'ESSAI DE CIRCUIT  
ELECTRIQUE DE LA BOITE DE VITESSE POUR DUMPER  
BEML-BH85**

Présenté et soutenu par

Ons Mbarek

En vue de l'obtention de

**Diplôme de Licence Appliquée en Génie Mécanique**

Sous la Direction de :

**Mr. Soua Wadhah**

**Encadreur (ISSAT Gafsa)**

**Mr. Bilel Mraydi**

**Encadreur (CPG)**

Soutenu le 07/07/2023    Devant la commission d'examen compose de jury :

Président

**Mr. Khaled Rouabeh**

Rapporteur

**Mr. Yamen ben Ammar**

Encadreur

**Mr. Wadhah Soua**

**Année universitaire : 2022/ 2023**

# Dédicaces

Je remercie ALLAH le tout puissant pour tout

Du plus profond de mon cœur et avec le plus grand plaisir de ce monde, je dédie ce travail à :

## ***A ma mère***

*La lumière de mes jours ; la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur A la femme qui a souffert sans me laisser courber, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère Naziha Harrabi .*

## ***A mon père***

*A l'homme, ma précieuse offre de Dieu, qui doit ma vie, je lui dédie ce travail en témoignage de mon grand amour et reconnaissance infinie mon chère père Monji Mbarek.*

## ***A ma chère jumelle Ines***

*Pour leur encouragement permanent, et leur soutien moral*

## ***À mes frères Rabie, Mahdi et Walid***

*Qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études.*

## ***A toute ma famille***

*Source de ma motivation et mes espoirs, Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.*

## ***Aux enseignants de l'ISSAT de Gafsa***

*Qui m'ont aidé tout au long de cette licence et qui m'ont fait partager leurs expériences*

*A tous qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, mes collègues d'études Spécialement de la promotion de génie*

*Mécanique (2022/2023)*

**Ons Mbarek**

# Remerciements

Le plus dur n'est pas de rédiger le rapport mais de remercier toutes les personnes qui m'ont soutenu pour nous présenter aujourd'hui avec toute cette confiance alors avec un grand plaisir que nous reversés ces quelques lignes en signe de gratitude et de reconnaissance à tous ceux et celles qui ont contribué à rendre cette expérience enrichissante pour la réalisation de notre projet.

Je tenais à remercier tout spécialement **Mr. Whdah Soua** enseignant supérieur à l'institut supérieur de sciences appliquées et de technologie pour l'honneur qu'il nous fait en encadrant ce projet de fin d'études avec la plus grande attention, pour ses conseils et discussions fructueuses tout en nous laissant une grande liberté dans l'organisation de notre travail . Son soutien à la fois scientifique et moral ainsi que sa gentillesse nous ont été très précieux

Je remercie aussi sincèrement **Mr Bilel Mraydi** encadrant industriel, pour sa disponibilité, ses compétences, sa modestie et son aide précieuse tout au long de ce projet même pendant les moments les plus difficiles

Je tenais à remercier aussi Mr. **Khaled Rouabeh** pour je avoir fait l'honneur de présider le jury de mon projet de fin d'études.

**Que Mr. Yamen ben Ammar**, reçoive mes remerciements pour l'honneur qu'il me fait en acceptant la lourde tâche de rapporteur.

J'adresse aussi mes remerciements en saluant vivement les membres du jury pour l'honneur qu'ils me font en acceptant de lire et juger ce travail.

On tient à présenter nos chaleureux remerciements à tout le personnel de la société CPG en particulier toutes les équipes de DMM pour ces efforts pour me faire comprendre et son support.

Je salue chaleureusement tous les éminents enseignants de notre département de génie mécanique qui ont contribué énormément à forger notre acquis et à promouvoir l'image de l'ingénieur de l'avenir

Mes remerciements s'adressent également aux les personnels administratifs et techniques de notre chère institut ISSAT Gafsa pour ses disponibilités et ses générosités.

**QUE LA PAIX D'ALLAH soit toujours avec vous !**

# Table des matières

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil.....</b>	<b>2</b>
Introduction .....	3
1. Présentation de CPG.....	3
2. Historique .....	3
3. Présentation de DMM .....	6
3.1 Présentation DMM : direction de maintenance et de matériel.....	6
3.2 Les missions de services de divisions :.....	7
3.3 Organigramme de DMM : .....	8
3.4 Représentation des engins de la CPG .....	9
Conclusion.....	11
<b>Chapitre II: Etude bibliographique.....</b>	<b>12</b>
Introduction .....	13
1.le mécanisme de transmission automatique .....	13
1.1 Définition :.....	13
1.2 les éléments du mécanisme de transmission :.....	14
1.2 : Les avantages de la transmission :.....	15
2 Description de boite de vitesse automatique .....	15
2.1 Définition :.....	15
2.2 Les fonctions de boite de vitesse automatique :.....	15
2.3 Le but .....	16
2.4 La composition de boite de vitesse automatique .....	16
2.5 Le principe de fonctionnement de boite de vitesse automatique :.....	17
2.6 Commande des Positions du levier sélecteur :.....	18
2.7 Les avantages et les inconvénients de boite de vitesse automatique .....	18
3 Les différences : .....	19
4 : Eléments mécaniques de la boite de vitesse.....	21
4.1 Dessin d'ensemble : .....	22
4.2 Le Commande électrique de boite de vitesses automatique .....	23
4.3 La composition de circuit électrique :.....	24
4.4 Principe de fonctionnement de circuit électrique : .....	24

5	Le calculateur : le cerveau de la commande automatique :.....	25
5.1	Les fonctions du calculateur dans la boîte de vitesse automatique :.....	25
5.2	Les voies reliant au calculateur :.....	27
6	Analyse AMDEC (9).....	28
6.1	Définition AFNOR : .....	28
6.2	Buts de l'AMDEC : .....	28
6.3	Méthodologie de l'AMDEC Machine (véhicule) : .....	28
6.4	Processus de l'AMDEC :.....	31
7	Analyse AMDEC de boîte de vitesse automatique .....	32
7.1	AMDEC Partie mécanique : .....	32
7.2	AMDEC partie hydraulique :.....	33
7.3	AMDEC Partie électronique et électrique : .....	34
7.4	Les actions préventives : .....	37
8	Bande d'essai : .....	38
8.1	Définition et fonctionnement :.....	38
8.2	Typologie de bancs d'essais : .....	38
9	Problématique et présentation de projet :.....	39
	Conclusion.....	39
	<b>Chapitre III : Analyse fonctionnelle de système.....</b>	<b>40</b>
	Introduction .....	41
	1. Analyse fonctionnelle du besoin de banc d'essai .....	41
	1.1. Modélisation du système .....	41
	1.2. Saisie du besoin .....	41
	1.3. Énoncer le besoin.....	42
	2. Valider le besoin.....	42
□	Identification des fonctions de service (Diagramme pieuvre du système).....	43
	3. Diagramme de pieuvre .....	43
	4. Modélisation formulation les fonctions de service .....	44
	4.1. : tri –croise .....	44
	5. Histogramme des fonctions de service (Diagramme de PARETO).....	45
	6. Cahier de charge fonctionnel de : EP1 .....	46
	7. Les différents tests cibles (EP2) .....	47
	8. les exigences des paramètres nécessaires de banc d'essai .....	48
	Conclusion.....	48

<b>Chapitre IV : Mise en place du banc d'essai &amp; Choix de solutions.....</b>	<b>49</b>
Introduction .....	50
1. Architecture générale des bancs d'essais et leur environnement .....	50
1.1. Le but de réalisation.....	50
.....	51
1.2. Les éléments électriques intègres dans le banc d'essai.....	52
1.3. Choix des solutions et la mesure nécessaire .....	53
Conclusion.....	54
<b>Chapitre V : Conception de schéma électrique de transmission automatique.....</b>	<b>55</b>
Introduction .....	56
1. Définition .....	56
2. Conception du circuit électrique : commande électrique de transmission de DUMPER BH85- 1(SWE).....	56
3. Les éléments de commande automatique dans le schéma électrique.....	56
3.1. Commande électrique (lignes en vert) .....	56
3.2. Commande hydraulique (lignes en mauve) .....	57
4. L'objectif de La synoptique entre les deux circuits .....	57
Conclusion.....	58
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>59</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>60</b>

## Liste des figures

Figure 1:direction de la C.P.G.....	3
Figure 2:Philippe thomas .....	4
Figure 3:Historique d'extraction de phosphate .....	4
Figure 4:Logo de CPG.....	4
Figure 5:Direction de la maintenance et du matériel .....	6
Figure 6:Les ateliers centraux de la D.M.M.....	7
Figure 7:Organigramme de DMM .....	8
Figure 8:structure des ateliers de DMM.....	9
Figure 9:exemples Des engins de la CPG .....	10
Figure 10:PELLE HYDRAULIQUE .....	10
Figure 11:BULDOZER .....	10
Figure 12:Niveleuse .....	11
Figure 13: Dumper .....	11
Figure 14:Schéma des différents organes de transmission dans un véhicule.....	13
Figure 15: Boite de vitesse automatique .....	15
Figure 16:les différentes vitesses de levier .....	18
Figure 17:Vue en coupe de la boite vitesses automatique ( 6).....	21
Figure 18:Dessin d'ensemble de bva ( 7).....	22
Figure 19:Vue de coupe : Unité de commande électrique ( 8).....	23
Figure 20: les defferents electrannes ( 9) .....	24
Figure 21:un calculateur de BVA (9).....	26
Figure 22:criticité .....	29
Figure 23:processus de l'AMDEC .....	31
Figure 24:Modélisation de système.....	41
Figure 25:Diagramme Bête à corne .....	42
Figure 26:Diagramme pieuvre du système.....	43
Figure 27:Méthode de tri-croisé.....	44
Figure 28:Diagramme de PARETO .....	44
Figure 29:Vue de branche de circuit électrique de boite de vitesse automatique de DUMPER BH85-1 au sein du DMM.....	51
Figure 30:schéma de la circuit électrique de transmission automatique bempl(SWE).....	56

## Liste des tableaux

Tableau 1: Carte d'identité de la C.P.G .....	5
Tableau 2: les éléments de transmission et leurs rôles.....	14
Tableau 3: les différences entre deux boîtes .....	20
Tableau 4: Les composants mécaniques de la boîte vitesses automatique .....	21
Tableau 5: Composant de la boîte vitesse automatique .....	22
Tableau 6: nomenclature de commande électrique de boîte de vitesse automatique.....	23
Tableau 7: les voies reliées au calculateur .....	27
Tableau 8: Niveaux de criticité et leurs définitions.....	30
Tableau 9: niveaux de gravité et leurs définitions.....	30
Tableau 10: Niveaux de fréquences et leurs définitions.....	31
Tableau 11: niveaux de probabilité non détection et leurs définitions.....	31
Tableau 12: AMDEC Partie mécanique.....	32
Tableau 13: AMDEC partie hydraulique .....	33
Tableau 14: AMDEC Partie électronique et électrique.....	34
Tableau 15: Les criticités des éléments électriques de la boîte de vitesse automatique .....	36
Tableau 16: caractéristiques des fonctions de service.....	44
Tableau 17: cahier de charge pour les techniciens de service maintenance.....	46
Tableau 18: les exigences des paramètres indispensables dans le banc d'essai.....	48
Tableau 19: Les éléments électriques intégrés dans le banc d'essai .....	52



## **Introduction générale**

Le Système de transmission est l'un des paramètres les plus importants dans le changement de vitesses de manière automatique et entraîne le déplacement de véhicule en toute sécurité. Il Distribuer la puissance du moteur aux roues, ainsi que Ajuster ce puissance motrice en fonction de la vitesse, les accélérations et les décélérations du véhicule.

Les circuits électriques incluses dans Les boîtes de vitesses automatiques présentent le cœur de le mécanisme de transmission et ces rôles importants dans la commande et le contrôle de bonne fonctionnement de véhicule, D'où l'importance d'avoir des bancs d'essai pour les tester. Dans ce cadre ce situe notre projet intitulé « Conception d'un banc d'essai de circuit électrique de boîte de vitesses automatique pour DUMPER BH85-1 » qui se déroule au sein du CPG.

Dans un premier chapitre on a fait une présentation de l'organisme d'accueil. Ainsi que nous citons les différents engins existants

Le deuxième chapitre basé sur une étude bibliographique sur le mécanisme de transmission ainsi que le mode de fonctionnement de boîte de vitesse automatique qui renferment les circuits électriques, les bases de la commande automatique de véhicule, ainsi qu'une analyse d'AMDEC sur les différentes pannes qui peut attaques la boîte de vitesses et entraîne la rupture de sa fonction.

Par la suite la problématique et l'introduction de la notion du banc d'essai comme solution adaptative finissant par une conclusion.

Dans un troisième chapitre ainsi que l'analyse fonctionnelle de notre système étudier.

Dans le quatrième chapitre qui est consacré au mise en place notre système en conserve les éléments de basses ainsi que les solutions nécessaires pour la réalisation de bonne test de circuit électrique.

Dans le cinquième chapitre, on concerner de dessiner un circuit électrique de boîte de vitesse automatique par SOLID WORKS ELECTRICAL.

Enfin, on clôturera ce rapport par une conclusion générale et quelques perspectives.

<p><b>Chapitre I :</b></p> <p><b>Présentation de l'organisme d'accueil</b></p>
--

## Introduction

Au cours de ce chapitre nous présente l'organisation de la société où je fais mon stage de fin d'études ainsi que les différents engins de productions au sein de DMM.

### 1. Présentation de CPG

Crée en 1897, la Compagnie des Phosphates de Gafsa (CPG) entreprise publique anonyme à caractère industriel et commercial, qui a pour objet l'exploitation des gisements de phosphate en Tunisie.

La CPG figure parmi les plus importants producteurs de phosphates, occupant la cinquième place mondiale Basée à Gafsa, la CPG exploite huit mines à ciel ouvert, situées dans les délégations de Redeyef, Moularès, Métlaoui et Mdhilla, et onze laveries destinées au traitement du minerai.

L'activité de l'entreprise se définit essentiellement en 4 grands groupes : la préparation du terrain, extraction, production et la commercialisation des phosphates



Figure1 : Direction de la C.P.G

### 2. Historique

C'était en avril 1885, lors d'une prospection dans la région de Metlaoui, partie occidentale du sud du pays, que Philippe THOMAS, géologue amateur français, a découvert des couches puissantes de phosphates de calcium sur le versant Nord de JEBEL THELJA. D'autres prospections géologiques et des explorations de grande envergure ont suivi cette découverte décisive. Celles-ci ont révélé l'existence d'importants gisements de phosphate au sud et au Nord de l'île de Kasserine



Figure2 : Philippe THOMAS

A partir de 1896, date de création de "la Compagnie de Phosphate et de Chemin de Fer de Gafsa," une nouvelle activité industrielle des phosphates a vu le jour dans le pays. Les Premières excavations ont commencé dans la région de Metlaoui et vers 1900, la production de phosphate marchand a atteint un niveau de 200,000 tonnes.

Après ces débuts, la Compagnie de Phosphate et de Chemin de Fer de Gafsa a connu tout au long de sa longue histoire une série de changements structurels avant d'acquérir son statut actuel et de devenir en janvier 1976, la Compagnie des Phosphates de Gafsa - CPG. Avec une expérience centenaire dans l'exploitation et la commercialisation des phosphates tunisiens, la **CPG** figure parmi les plus gros producteurs de phosphate dans le monde. Elle occupe le cinquième rang à l'échelle mondiale avec une production actuelle excédant **8 millions de tonne** de phosphate marchand (**année 2007**).



Figure 3: Historique d'extraction de phosphate



Figure 4 : Logo de société CPG

Tableau 1: Carte d'identité de la C.P.G

Nom	Compagnie des Phosphates de Gafsa (CPG)
Date de creation	1897
Domains d'activité	Extraction et production du phosphate
Capital	268 Million Dinars
Effectif (fin 09/ 2017)	6444
Nombre de cadres supérieurs (fin 09/ 2017)	835
Siège Social	Cité Bayech - 2100 - Gafsa- Tunisie
Capacité de production	8 Millions de tonnes
Rang mondial de Production	5 <sup>ème</sup>
Sites exploitation	Redyef- Molayares- Metlaoui- Mdhila-Gafsa
Nombre de sites d'exploitation	8
Nombre d'unités de production	10
Forme juridique :	Société anonyme.
Ouvriers	5089

### 3. Présentation de DMM



Figure 5: Direction de la maintenance et du matériel

#### 3.1 Présentation DMM : direction de maintenance et de matériel

La direction de maintenance et de matériel est un groupement des ateliers où s'exécutent des travaux spéciaux la CPG, elle s'occupe de matériel et maintenance (électrique et mécanique).

Elle réalise des travaux de modification ou d'extension des usines, élabore les cahiers des charges, elle est chargée aussi par la réception et le suivi de matériel.

Une tournée générale dans tous les ateliers nous donne une idée sur le travail dans l'entreprise, on découvre plusieurs travaux (entretien, maintenance, et fabrication des pièces différents forment).

La DMM répond par ses différentes activités aux demandes de prestation de maintenance et de gestion de matériel exprimé par les unités des productions.

La plupart de ses demandes ne peut pas être réalisées chez les demandeurs leurs unités ne disposent pas la qualification technique et des équipements nécessaires pour la réalisation de ce genre de travaux. Pour assurer la maintenance, la réparation, la révision et le suivi des engins de carrière de manière efficace, la C.P.G a divisé sa flotte en plusieurs familles selon leurs fonctions :

- Engins de Défonçage (Tracteurs à chaîne ou Bulldozers, bulldozers sur pneu...)
- Engins de Chargement (Chargeuses, pelles hydrauliques, Pelles sur chenilles...)
- Engins de Transport (Tombereaux rigides de Chantier, Tombereaux articulés de Chantier...) Locomotive (Locomotives de traction...)
- Engins des Travaux Annexes (Niveleuses, Arroseuses, Camions de gasoil, Camions explosifs...)
- Engins de Manutention (Chariots élévateurs...)

La répartition et l'organisation des tâches entre les différents ateliers sont assurées selon le type et famille des engins ainsi que leurs sous-ensembles.



Figure 6: Les ateliers centraux de la D.M.M

### **3.2 Les missions de services de divisions :**

La DMM contient 7 divisions, chaque division est répartie en services réalisant les activités suivantes

#### **❖ Division électromécanique :**

- Le rembobinage la répartition des moteurs et des transformateurs électriques
- L'usinage et le ré usinage des pièces / La construction métallique
- La confection et la répartition des organes de soudure
- Le gros entretien mécanique et électrique usine
- La réalisation des nouvelles installations électriques et mécaniques
- Equipement de forges d'eau industrielle et entretien de leurs équipements.

#### **❖ Division engins :**

- Assurer le reconditionner des engins et des sous – ensembles
- Assurer les suivies des engins et des sous –ensemble conditionnées
- Approvisionnement du magasin des pièces de rechange

#### **❖ Division électronique :**

- Assurer la maintenance des systèmes électroniques

#### **❖ Division technique :**

- Assurer la gestion de matériel
- L'étude technique de demandes d'achats de matériel et des pièces de rechanges
- Le suivi du matériel sous garantie et les activités des engins de carrière
- Garantie et les activités des engins de carrière

#### **❖ Division technologie :**

- Assurer l'approvisionnement de la CPG en matériel

#### **❖ Division inventaire :**

- Assurer le recensement du matériel de la CPG

❖ Division infra-structure.

➤ Parmi les fonctions retenues, nous distinguons deux types de fonctions de service

### 3.3 Organigramme de DMM :

La figure suivante présente l'organigramme de la Direction de la maintenance et du matériel.

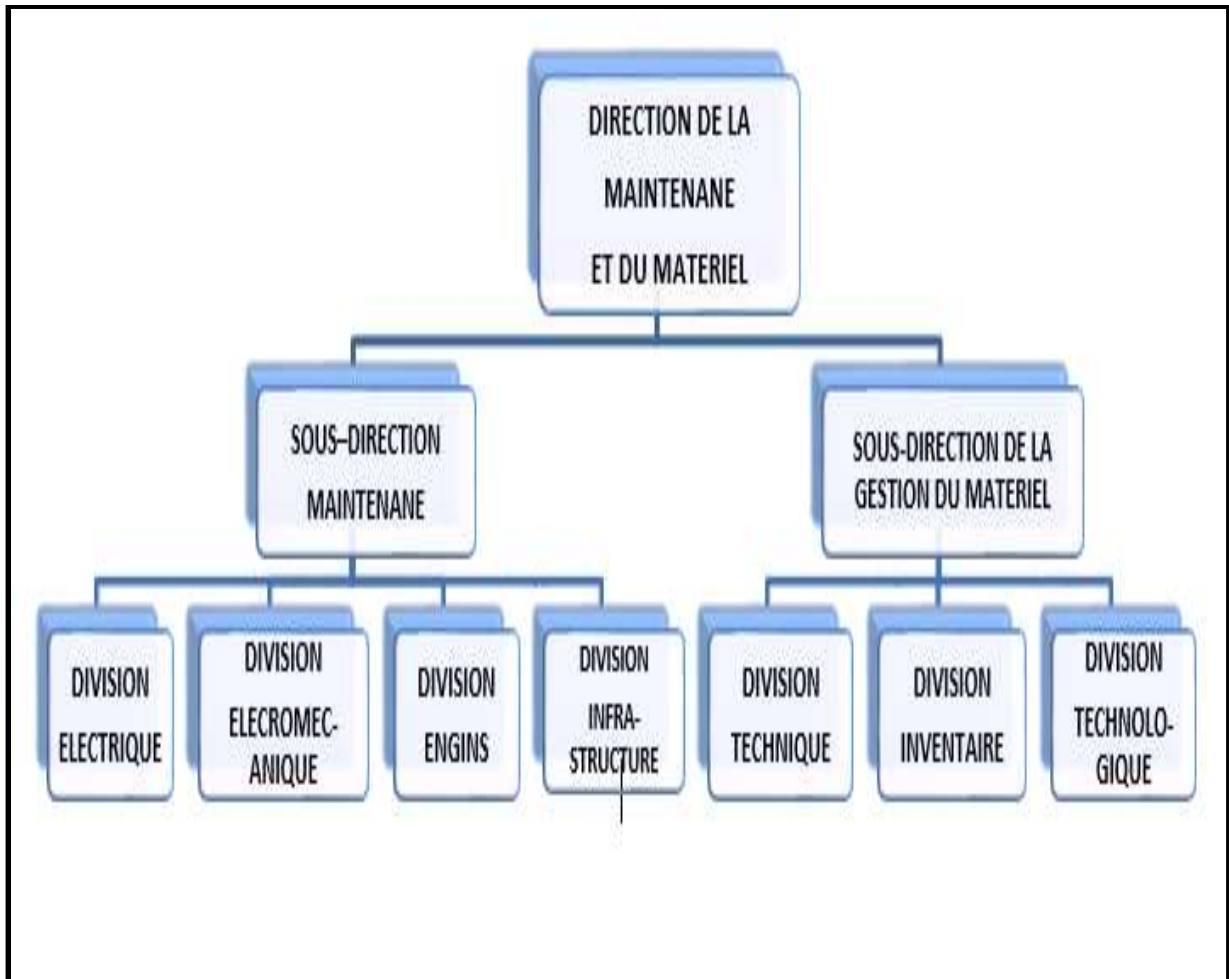


Figure 7 : Organigramme de DMM



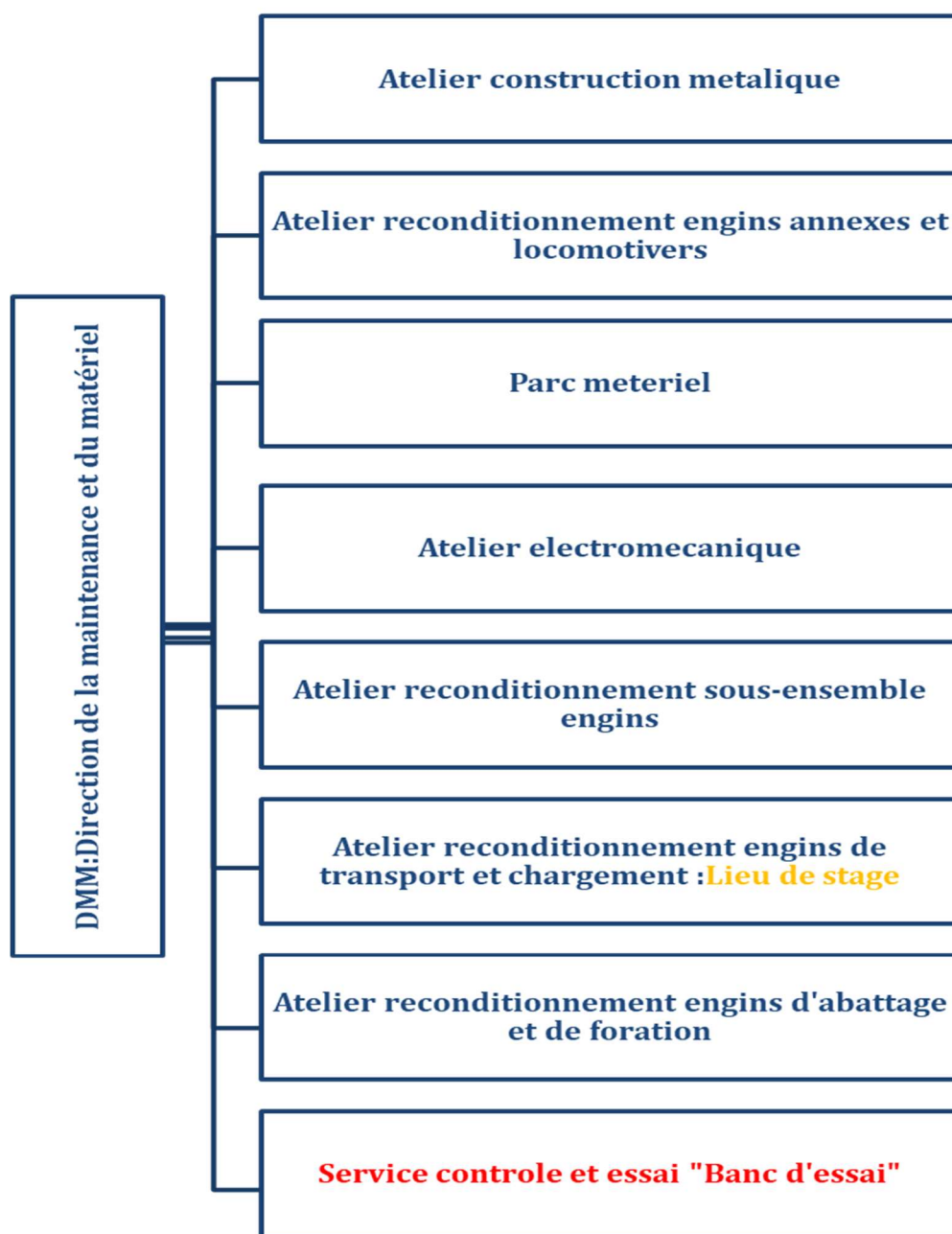


Figure8 : structure des ateliers de DMM

### 3.4 Représentation des engins de la CPG

La compagnie des phosphates de Gafsa est l'un des importantes entreprises tunisiennes en termes de parc des machines lourdes et de différents types (CATERPILLAR, KOMATSU, CUMMINS.) Et d'entretien de ses diverses pièces.



Figure 9:exemples Des engins de la CPG

Parmi les engins couramment utilisés dans le domaine des travaux miniers (DMM), on retrouve les équipements suivants :

- LA PELLEUSE (excavatrice) : Il s'agit d'un engin mobile de déblayage muni d'un godet ou d'une pelle. Ce godet se remplit en pénétrant dans le tas de matériaux à charger, puis se vide en projetant son contenu en arrière par-dessus la machine.



Figure 10 : PELLE HYDRAULIQUE

- LE BULDOZER : Le bulldozer est un engin muni de chenilles ou de pneus et équipé d'une lame frontale. La lame, portée par deux bras articulés et actionnée par un système hydraulique, permet de niveler et de déplacer les matériaux. Sa caractéristique principale est sa puissance, qui lui permet de surmonter tous les obstacles.



Figure 11 : BULDOZER

- Niveleuse : La niveleuse est un véhicule doté de six roues et d'une lame de grande largeur. Elle est utilisée pour régler en hauteur les couches de matériaux. Certains modèles sont également équipés d'une lame frontale et d'un ripper.



Figure 12: Niveleuse

- Dumper : Le dumper est un véhicule automoteur monté sur pneus, muni d'une benne basculante. Il est spécifiquement conçu pour circuler sur les chantiers et déverser sa charge en basculant à l'arrière.



Figure 13: Dumper

## Conclusion

Dans ce chapitre, on a fait une présentation sur la Compagnie de Phosphate Gafsa (GPG) ainsi que les différents ateliers de la direction de maintenance et du matériel ( DMM) en focalisant une peu sur les différents missions de chaque division de maintenance sur les différents engins qui nous situes certaines de eux .

<p><b>Chapitre II:</b> <b>Etude bibliographique</b></p>
---

## Introduction

Dans Ce Chapitre, je veux sur La Transmission De Boîte De Vitesse Automatique Ainsi Que Ces Commandes Fonctionnelles (Electrique ,Electroniques , Hydraulique ) En Finissant Ce Chapitre Par Une Analyse De AMDEC Sur Les Pannes Qui Peuvent Attaque Ce Système Et Entraîne La Rupture De La Transmission D'où Arrêt De Production Ainsi Qui L'utilité De Banc D'essai

### 1.le mécanisme de transmission automatique

#### 1.1 Définition :

La transmission est un dispositif mécanique permettant de transmettre un mouvement d'une pièce à une autre. Cet élément de la chaîne d'énergie a pour fonction l'adaptation du couple et de la vitesse entre l'organe moteur et L'organe entraîné.

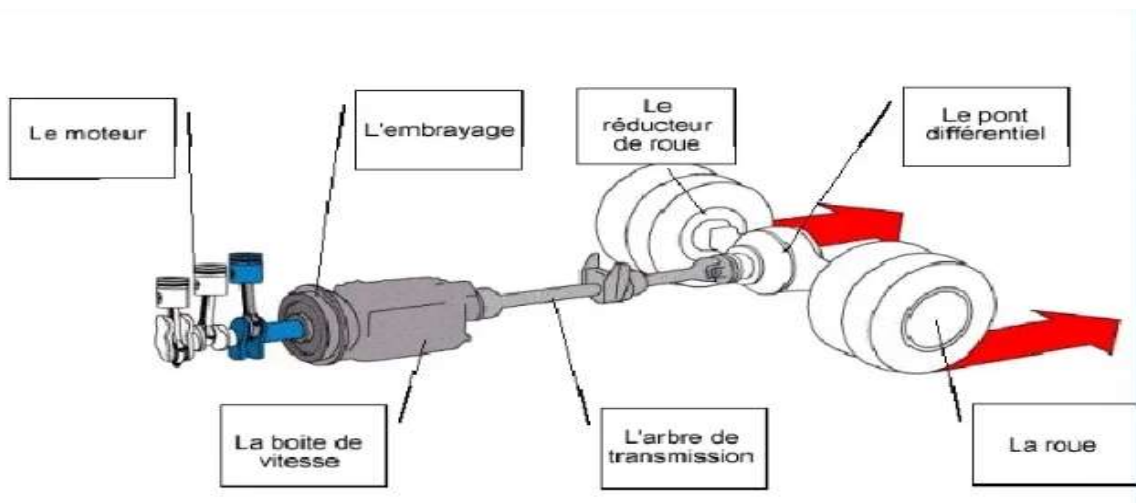

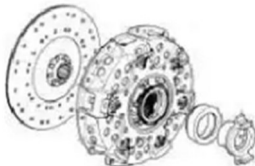






Figure 14: Schéma des différents organes de transmission dans un véhicule

Les transmissions des mines fournissent une densité de puissance maximale et entraînent des pertes de puissance minimales - même lorsqu'elles fonctionnent dans des environnements difficiles. En dépit de ces défis, la clé est d'obtenir un fonctionnement fiable et rentable.

## 1.2 Les éléments du mécanisme de transmission :

Tableau 2:les éléments de transmission et leurs rôles

Les éléments de transmissions	Leurs rôles
<p>❖ <b>Le moteur thermique</b></p> 	<p>il transforme l'énergie chimique présente dans le carburant et l'air en énergie mécanique.</p>
<p>❖ <b>l'embrayage</b></p> 	<p>il permet d'accoupler ou désaccoupler le moteur à la transmission, il permet aussi en phase de patinage la mise en mouvement du véhicule.</p>
<p>❖ <b>La boîte de vitesse</b></p> 	<p>elle permet d'adapter le couple moteur au couple résistant (air, pente, roulement, charge).</p>
<p>❖ <b>L'arbre de transmission</b></p> 	<p>il transmet le mouvement de la boîte de vitesse au pont différentiel</p>
<p>❖ <b>Le pont différentiel</b></p> 	<p>il transforme le mouvement de rotation selon l'axe moteur / boîte en mouvement de rotation selon l'axe de l'essieu, il permet aussi d'obtenir une vitesse de roue droite / gauche différente afin d'éviter le grippage en virage.</p>
<p>❖ <b>Le réducteur de roue</b></p> 	<p>il permet de diminuer de vitesse de rotation et augmenter ainsi le couple transmis aux roues</p>

## **1.2 : Les avantages de la transmission :**

- ✓ Etablir ou interrompre la liaison des roues avec la source de puissance
- ✓ Choisir les rapports de vitesses
- ✓ Permettre la marche arrière
- ✓ Permettre aux roues motrices de tourner à des vitesses différentes dans les virages.
- ✓ Changement du sens de mouvement provenant du moteur, appliquant aux roues

Tous ces avantages favorisant le déplacement de véhicule assuré principalement par une boîte de vitesse automatique robuste et solide.

## **2 Description de boîte de vitesse automatique**

### **2.1 Définition :**

La boîte de vitesses automatique est un composant essentiel permettant de transmettre le mouvement du moteur thermique aux roues motrices d'un véhicule. Elle offre aux conducteurs la possibilité de contourner les contraintes liées au changement de vitesses manuel (1)

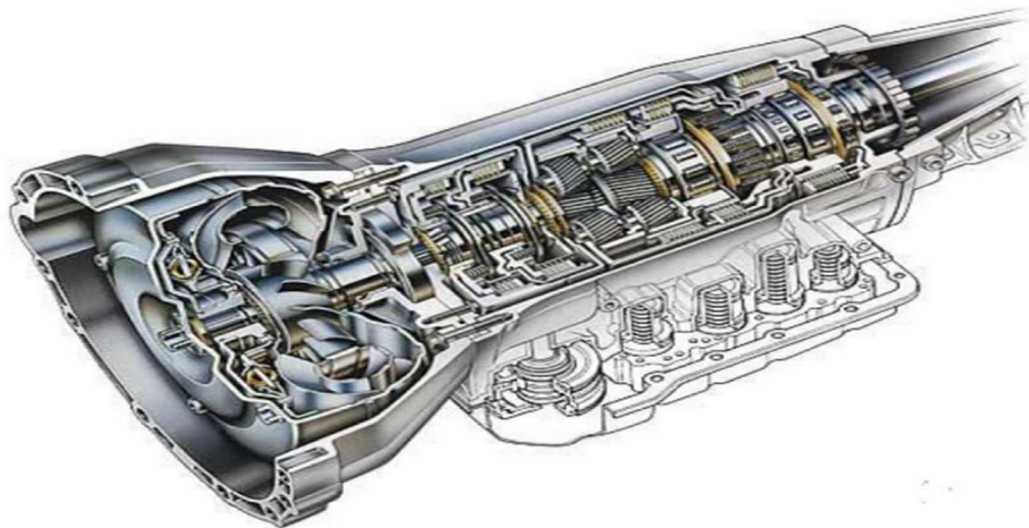


Figure15 : Boîte de vitesse automatique (2)

### **2.2 Les fonctions de boîte de vitesse automatique :**

La boîte de vitesses remplit plusieurs fonctions essentielles pour adapter le couple moteur aux différentes conditions de conduite. On peut distinguer quatre fonctions principales :

- Fonction de "changement de rapport" : C'est la fonction principale de la boîte de vitesses. Elle permet de modifier la démultiplication entre la vitesse de rotation du moteur et celle des roues du véhicule.



- Fonction de "multiplicateur de couple" : Dans certaines situations, comme lors d'une montée ou d'un démarrage en côte, le couple fourni par le moteur est insuffisant par rapport au couple résistant appliqué aux roues motrices. La boîte de vitesses permet alors de démultiplier la vitesse de rotation pour obtenir un couple plus élevé aux roues.
- Fonction d'"inverseur de marche" : Les manœuvres en marche arrière sont courantes lors de l'utilisation des véhicules. Étant donné que le moteur ne peut tourner que dans un seul sens, la boîte de vitesses intègre des éléments permettant d'inverser la direction de rotation de la transmission selon les besoins.
- Fonction de "point mort" : Pour permettre au moteur de fonctionner sans entraîner le véhicule, il est nécessaire de désengager temporairement la transmission. Cette fonction permet de placer les éléments mobiles de la boîte de vitesses dans une position appelée "point mort", où la chaîne cinématique est interrompue sans avoir à débrayer en permanence. (3 )

### **2.3 Le but**

L'utilisation d'une boîte de vitesses dans un véhicule a plusieurs objectifs : assurer la transmission de puissance entre les éléments moteurs et les éléments entraînés, prolonger la durée de vie du moteur et des autres organes de transmission, et permettre la sélection des rapports de vitesses appropriés en fonction des besoins de conduite.

### **2.4 La composition de boîte de vitesse automatique**

Les boîtes de vitesses automatiques sont composées de plusieurs éléments essentiels qui travaillent ensemble pour permettre le fonctionnement fluide et automatisé du changement de vitesses. Voici brièvement les principaux composants d'une boîte de vitesses automatique et leurs fonctions :

🔧 Convertisseur de couple : Le convertisseur de couple est un composant clé de la transmission automatique. Il utilise des turbulences hydrauliques pour transmettre la puissance du moteur aux roues. Il permet également une mise en mouvement en douceur du véhicule lors du démarrage.

🔧 Train épicycloïdal : Le train épicycloïdal est un ensemble d'engrenages planétaires qui permettent différentes combinaisons de vitesses et de rapports de démultiplication. Il offre une grande flexibilité pour le changement de vitesses en fonction des conditions de conduite.

🔧 Embrayages et freins : Les embrayages et les freins sont utilisés pour verrouiller et libérer différents éléments du train épicycloïdal afin de sélectionner les rapports de vitesses appropriés.



Les embrayages sont responsables de la transmission de puissance, tandis que les freins sont utilisés pour arrêter ou bloquer certains éléments de la transmission.

🔧 Valves et actionneurs hydrauliques : Les valves et les actionneurs hydrauliques contrôlent le flux d'huile dans la boîte de vitesses, ce qui permet d'activer les embrayages et les freins au bon moment pour effectuer les changements de vitesses de manière fluide et précise.

🔧 Unité de commande électronique (ECU) : L'unité de commande électronique est le cerveau de la boîte de vitesses automatique. Elle reçoit des informations sur les conditions de conduite et les demandes du conducteur, et elle contrôle les différentes valves et actionneurs pour assurer le bon fonctionnement de la transmission.

En travaillant ensemble, ces composants permettent à la boîte de vitesses automatique de sélectionner automatiquement les rapports de vitesses en fonction de la vitesse du véhicule, de l'accélération, de la charge et d'autres paramètres, offrant ainsi une expérience de conduite plus confortable et simplifiée pour le conducteur.

### **2.5 Le principe de fonctionnement de boîte de vitesse automatique :**

Le fonctionnement d'une boîte de vitesses automatique repose sur plusieurs éléments regroupés dans un seul bloc, qui permettent d'accomplir toutes les fonctions nécessaires. Contrairement à une boîte de vitesses manuelle, il n'y a pas d'embrayage, mais un convertisseur de couple hydraulique qui isole le moteur de la transmission lorsque le véhicule est à l'arrêt et permet le patinage lors des changements de rapport. Les arbres d'entrée et de sortie peuvent être alignés ou parallèles en fonction du type de boîte. L'arbre de sortie est équipé de trains épicycloïdaux en cascade plutôt que de pignons.

Chaque train épicycloïdal possède son propre système d'embrayage et de frein pour les décélérations. La sélection d'un rapport se fait via un système de distribution d'huile sous pression au train épicycloïdal correspondant (bloc hydraulique). Ce système de distribution d'huile comprend une pompe à haute pression reliée au moteur, un distributeur (semblable à une carte à trous) et des électrovannes. Les premières générations de boîtes automatiques étaient pilotées par des systèmes mécaniques, électromécaniques ou hydrauliques, avec un câble reliant la boîte à l'accélérateur pour asservir la boîte en fonction de la charge du moteur. La pression d'huile variable délivrée par la pompe fournissait une information proportionnelle au régime moteur, permettant ainsi au système de contrôle de déclencher les changements de rapports selon les besoins.

En réalité, le passage des vitesses s'effectue grâce à des trains épicycloïdaux connectés entre eux par des disques de friction, le tout étant contrôlé hydrauliquement. Cela permet d'obtenir un plus grand nombre de rapports de transmission dans un espace réduit, généralement de 6 à

10 rapports. Le dispositif, piloté à la fois hydrauliquement et électroniquement, sélectionne le meilleur rapport en fonction de différentes informations telles que la position de la pédale d'accélérateur, la position du sélecteur de vitesse, la vitesse du véhicule et la charge du moteur. Un sélecteur permet de choisir parmi plusieurs modes de fonctionnement (normal, sport, neige, etc.) et également de passer en marche arrière ou en mode de stationnement (parking) (2).

## **2.6 Commande des Positions du levier sélecteur :**

Le moteur ne peut être lancé que sur les positions N ou P.

La position du levier sélecteur apparaît sur un indicateur à cet effet placé dans le combiné d'instruments. Les positions signifient ce qui suit

- P** Verrou de stationnement et position de démarrage également :  
Sortie de boîte de vitesses verrouillée mécaniquement :  
la clé de contact peut être retirée.
- R** Marche AR :  
Ne l'enclencher qu'à l'arrêt ou au régime de ralenti :  
Le phare de recul s'allume lorsque le contact est mis.
- N** Position neutre ou ralenti;  
Egalement en position de démarrage;  
Pas de transmission du couple.
- D** Drive, le véhicule avançant automatiquement :  
Déplacement en avant  
Les 4 rapports passent automatiquement.
- 3** Déplacement en avant  
Les rapports 1 à 3 s'enclenchent automatiquement :  
Le 4ème rapport n'est pas utilisé.
- 2** Déplacement en avant  
Les rapports 1 et 2 s'enclenchent automatiquement  
Les rapports 3 et 4 ne sont pas utilisés.
- 1** Déplacement en avant  
Seul le 1er rapport est utilisé

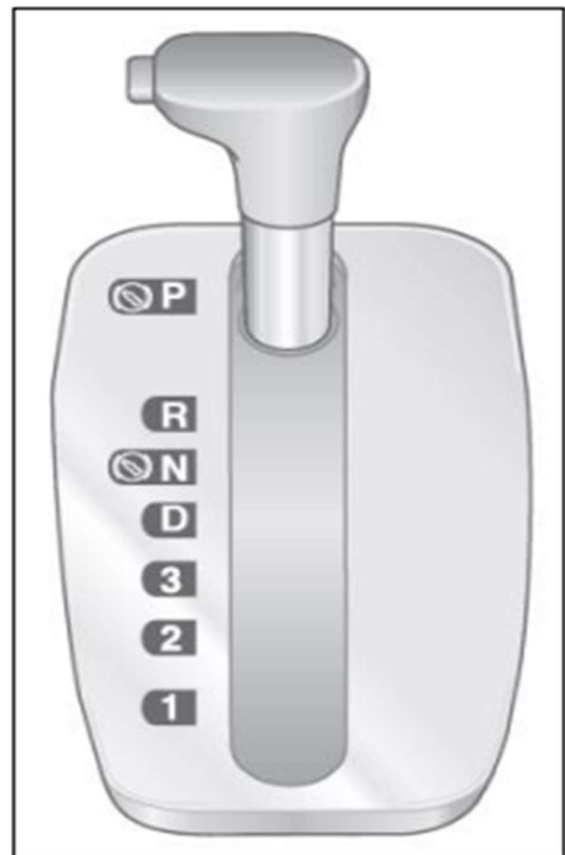


Figure 16: les différentes vitesses de levier ( 4)

## **2.7 Les avantages et les inconvénients de boîte de vitesse automatique**

### **❖ Avantage**

- Confort de conduite.
- Douceur de fonctionnement
- . - Accepte facilement les grosses puissances, c'est pour cela que certaines voitures de prestige

- Durée de vie et facilité d'entretien (pas d'embrayage à remplacer).
- Fiabilité éprouvée.

❖ **Inconvénients**

- Surconsommation de carburant
- . - Coût plus élevé qu'une boîte manuelle.
- Frein moteur plus faible (sauf si équipée d'un embrayage de pontage).
- Lenteur des passages de vitesses (réactivité).

**3 Les différences :**

En quoi diffère un véhicule à boîte mécanique (manuelle) d'un autre à boîte automatique ?

Le flux des forces est identique dans les deux cas : Moteur - embrayage - boîte de vitesses - différentiel - arbres de roues - châssis-suspension (5)

Tableau 3:les différences entre deux boîtes

Avec boîte de vitesse mécanique	Avec boîte de vitesse automatique
<div data-bbox="228 309 777 598" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ Embrayage mécanique actionné manuellement</li> <li>_ embrayage mécanique avec arbre de renvoi</li> <li>_ avec enclenchement mécanique (via levier de sélection Fourchette de sélection manchons baladeurs) pour transmettre le couple</li> <li>_ le conducteur participe à l'enclenchement des rapports. les yeux et les oreilles sont impliqués.</li> <li>_ interruption de flux des forces lors de l'enclenchement d'un rapport . En règle générale le véhicule avance en roue libre durant 1 à 2 secondes (selon le conducteur) lors de changement d'un rapport</li> <li>_ le conducteur est plus sollicité physiquement et doit pleinement se Concentrer sur ce qui se passe.</li> </ul>	<div data-bbox="962 300 1477 560" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ le convertisseur de couple désolidarise automatiquement, le véhicule étant arrêté, le moteur qui tourne de la boîte en position statique, mais doit remplir d'autres fonctions et on peut y voir aussi une boîte hydraulique dans celui-ci</li> <li>_ boîte planétaire</li> <li>_ la condition sine qua non pour qu'une commande automatique devienne possible, transmission automatique du couple via les embrayages et les freins</li> <li>_ moins de travail pour le conducteur, des capteurs Enregistrent les résistances à la progression du véhicule .La commande électronique de la boîte de vitesses traite ces informations en vue de la sélection d'un rapport, lequel est formé par des éléments et des organes hydrauliques de sélection</li> <li>_ le flux des forces n'est jamais interrompu dans les boîtes automatiques et celles – ci accélèrent continuellement. leurs accélérations n'ont rien à envier à celles des boîtes mécaniques.</li> <li>_ le confort de conduite est meilleur ; le stress est supprimé, la sécurité augmente au total.</li> </ul>

#### 4 . Eléments mécaniques de la boîte de vitesse

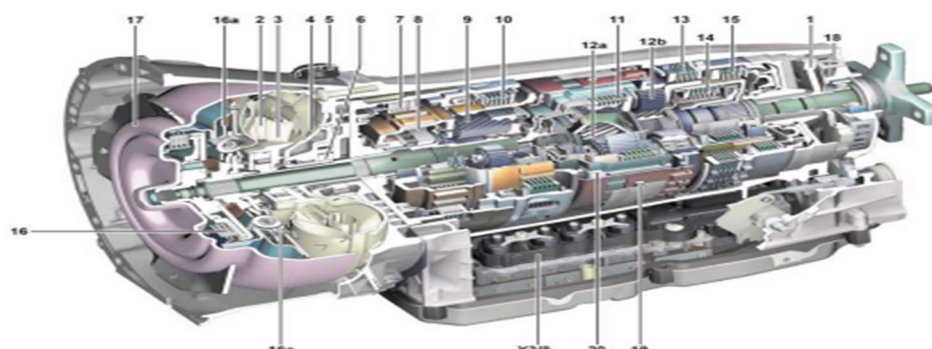


Figure17:Vue en coupe de la boîte vitesses automatique (6)

Tableau 4:Les composants mécaniques de la boîte vitesses automatique

N°	Nom des pièces	N°	Nom des pièces
1	Pignon de verrou de stationnement	13	Frein multidisque
2	Roue de turbine	14	Embrayage multidisque K3
3	Stator	15	Frein multidisque B2
4	Roue de pompe	16	Embrayage de pontage de convertisseur
5	Purge du carter de boîte de vitesses	16 a	Pendule centrifuge
6	Pompe d'huile	17	Carter de convertisseur
7	Frein multidisque K1	18	Bague d'impulsions pour détection du régime
8	Embrayage multidisque K1	19	Aimant annulaire pour détection du régime
9	Train planétaire ravineaux	20	Aimant annulaire pour détection du régime
10	Frein multirisques B3	M4 2	Pompe à huile électrique de boîte de vitesses
11	Embrayage multidisque K2	N8 9	Calculateur pompe auxiliaire huile de boîte de vitesse
12a	Train planétaire simple avant	Y3/ 8	Unité de commande de boîte de vitesses en Ferment intégrée
12b	Train planétaire simple arrière		

#### 4.1 Dessin d'ensemble :

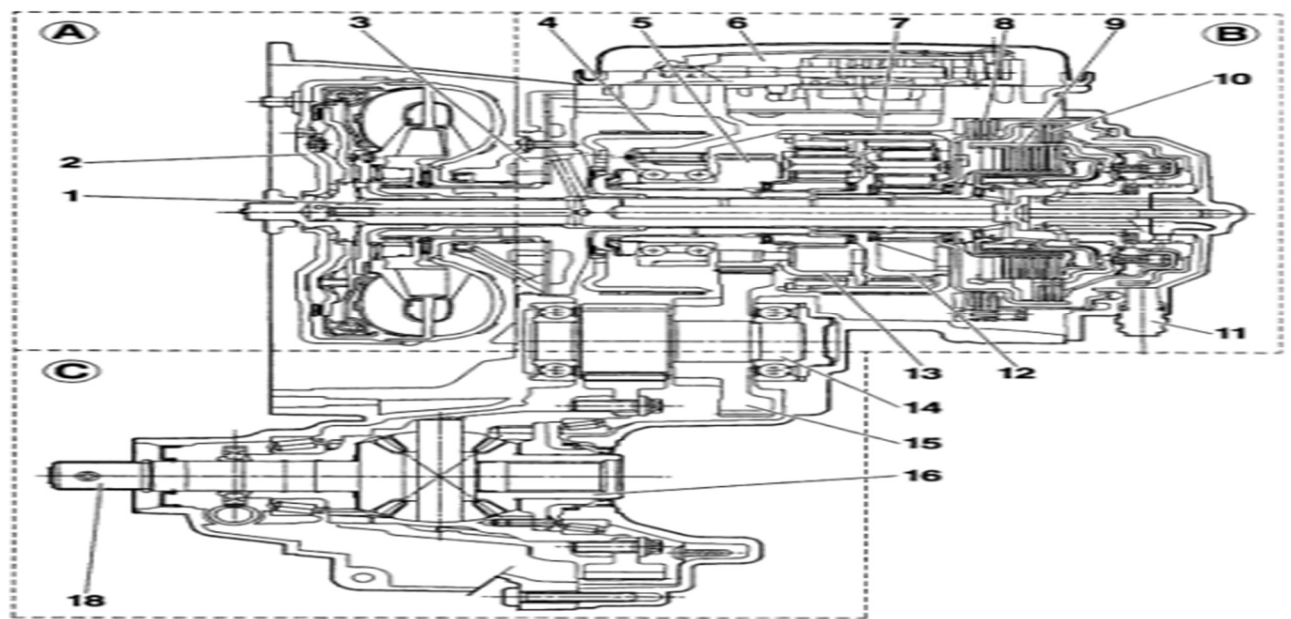


Figure18:Dessin d'ensemble de bva (7)

Tableau 5:Composant de la boîte vitesse automatique

N°	Nom des pièces	N°	Nom des pièces
<b>A</b>	<b>Carter convertisseur</b>	<b>9</b>	<b>Embrayage « E2</b>
<b>B</b>	<b>Carter de boîte de vitesses</b>	<b>10</b>	<b>Embrayage E1</b>
<b>C</b>	<b>Carter de différentiel</b>	<b>11</b>	<b>Capteur de vitesse d'entre de boîte</b>
<b>1</b>	<b>Arbre de turbine</b>	<b>12</b>	<b>Train épicycloïdal 2</b>
<b>2</b>	<b>Convertisseur de couple</b>	<b>13</b>	<b>Train épicycloïdal 1</b>
<b>3</b>	<b>Pompe d'huile</b>	<b>14</b>	<b>Arbre secondaire</b>
<b>4</b>	<b>Frein «F3</b>	<b>15</b>	<b>Pignon de descente sur arbre secondaire</b>
<b>5</b>	<b>Pignon de descente sur arbre de sortie</b>	<b>16</b>	<b>Boitier différentiel</b>
<b>6</b>	<b>Bloc hydraulique</b>	<b>17</b>	<b>Capteur de vitesse de sortie de boîte</b>
<b>7</b>	<b>Frein « F2</b>	<b>18</b>	<b>Arbre de sortie</b>
<b>8</b>	<b>Frein F1</b>		



## 4.2 Le Commande électrique de boîte de vitesses automatique

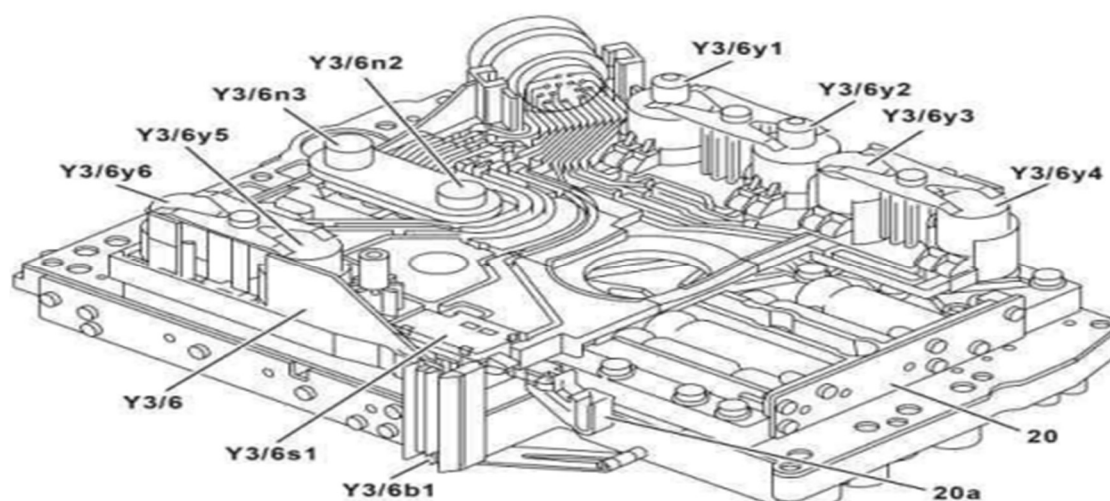


Figure19 : Vue de coupe : Unité de commande électrique

Tableau 6:nomenclature de commande électrique de boîte de vitesse automatique

Nomenclature	Désignation
Y3/6	Unité de commande électrique
Y3/6n2	Capteur de vitesse de rotation n2
Y3/6n3	Capteur de vitesse de rotation n3
Y3/6b1	Capteur de température d'huile de boîte de vitesses
Y3/6s1	Contacteur de blocage de démarrage
Y3/6y3	Electrovanne pour passage rapports 1-2 et 4-5
Y3/6y1	Electrovanne de régulation pour pression de modulation
Y3/6y2	Electrovanne de régulation pour pression de commande
Y3/6y5	Electrovanne pour passage rapports 2-3
Y3/6y4	Electrovanne pour passage rapports 3-4
Y3/6y6	Electrovanne PWM pour pontage de convertisseur
20	Plaques de commande des vitesses
20a	Tiroir de sélection

### 4.3 La composition de circuit électrique :

Le distributeur hydraulique contient plusieurs électrovannes électriques est basé sur la conversion d'un signal électrique en une action mécanique. Ces électrovannes sont généralement des dispositifs électromécaniques composés d'un solénoïde et d'une vanne.

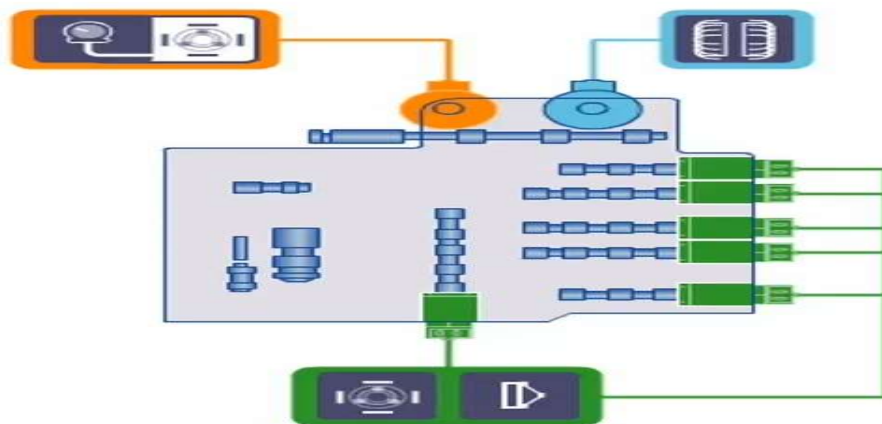


Figure 20: les différentes électrovannes (8)

- Les électrovannes de séquence : assurent la distribution de la pression de ligne pour effectuer les changements de vitesse en actionnant les embrayages et les freins.
- Les électrovannes de modulation de pression de ligne : ajustent la pression hydraulique principale en fonction du rapport engagé et du couple à transmettre.
- Les électrovannes de progressivité : coordonnent le passage d'un rapport à l'autre en contrôlant la pression de ligne pour assurer un fonctionnement fluide.
- L'électrovanne de pontage du convertisseur : permet de shunter la transmission hydraulique du couple dans certaines conditions, offrant des avantages en termes de consommation de carburant, de frein moteur et de réduction de la température de l'huile.
- une électrovanne de pilotage de débit échangeur (EPDE) : permet de moduler le débit d'huile dans l'échangeur thermique pour optimiser la température de la boîte de vitesses. Cette électrovanne est pilotée par le calculateur de la boîte de vitesses en fonction de la température de l'huile et du régime moteur.

Toutes ces électrovannes utilisées pour contrôler et réguler le débit d'huile hydraulique qui actionne les différents éléments de la boîte de vitesses.

### 4.4 Principe de fonctionnement de circuit électrique :

Lorsque le conducteur effectue une action sur les commandes de changement de vitesse (comme déplacer le levier de vitesse ou utiliser les palettes de changement de vitesses au volant), un signal électrique est envoyé à l'électrovanne correspondante dans la boîte de vitesses. Ce signal



électrique provient généralement d'un module de commande électronique qui détecte les entrées du conducteur et envoie les signaux appropriés aux électrovannes.

Le solénoïde à l'intérieur de l'électrovanne reçoit le signal électrique et génère un champ magnétique. Ce champ magnétique agit sur une tige ou un noyau mobile à l'intérieur de la vanne, provoquant son déplacement. Le déplacement de la vanne modifie le passage de l'huile hydraulique à travers les canaux et les passages de la boîte de vitesses.

En fonction du signal électrique reçu, l'électrovanne peut ouvrir ou fermer certains canaux hydrauliques, permettant ainsi le passage de l'huile vers les embrayages, les freins et les autres éléments de commande de la boîte de vitesses. Cela entraîne le changement de rapport de vitesses et le fonctionnement global de la transmission.

Les électrovannes électriques offrent une grande précision et une réponse rapide dans le contrôle de la pression et du débit d'huile hydraulique, ce qui permet des changements de vitesses fluides et rapides dans les boîtes de vitesses automatiques des engins lourds. Leur utilisation permet d'automatiser efficacement les changements de vitesses et d'optimiser les performances de conduite en fonction des conditions routières et des préférences du conducteur. En résumé, les électrovannes électriques sont des composants essentiels des boîtes de vitesses automatiques. Elles convertissent les signaux électriques provenant du module de commande en mouvements mécaniques, permettant ainsi le contrôle précis du débit d'huile hydraulique et le changement des rapports de vitesses d'où fonctionnement optimale de véhicule .

## **5 Le calculateur : le cerveau de la commande automatique :**

### **5.1 Les fonctions du calculateur dans la boîte de vitesse automatique :**

- Gestion des changements de rapport : Le calculateur est responsable de la sélection et de l'exécution des changements de rapport en fonction de différents paramètres tels que le régime moteur, la vitesse du véhicule, la charge du moteur, la position du levier de vitesse et d'autres données provenant de capteurs. Il analyse ces informations pour déterminer le moment optimal pour effectuer un changement de vitesse en engageant les embrayages et les freins appropriés.
- Contrôle du convertisseur de couple : Le calculateur pilote l'électrovanne de pontage du convertisseur de couple, qui permet de shunter la transmission hydraulique du couple dans certaines conditions. Le calculateur décide du moment d'engager ou de désengager le pontage du convertisseur en fonction de facteurs tels que la charge du moteur, la vitesse du véhicule et les demandes de performance du conducteur.
- Régulation de la pression hydraulique : Le calculateur contrôle les électrovannes de modulation de pression de ligne pour ajuster la pression hydraulique principale en fonction du

rapport engagé et du couple à transmettre. Cela permet d'optimiser le fonctionnement de la transmission et d'assurer des changements de vitesse fluides.

- Gestion des modes de conduite : Le calculateur offre différents modes de fonctionnement de la transmission, tels que le mode normal, le mode sport, le mode neige, etc. Ces modes ajustent les caractéristiques de changement de rapport, la réactivité de l'accélérateur et d'autres paramètres pour s'adapter aux préférences du conducteur et aux conditions de conduite.
- Diagnostic et gestion des erreurs : Le calculateur surveille en permanence le fonctionnement de la transmission et détecte les éventuels problèmes ou dysfonctionnements. Il enregistre les codes d'erreur et peut activer des témoins d'avertissement sur le tableau de bord pour informer le conducteur. De plus, le calculateur peut prendre des mesures correctives pour protéger la transmission en cas de situations anormales.

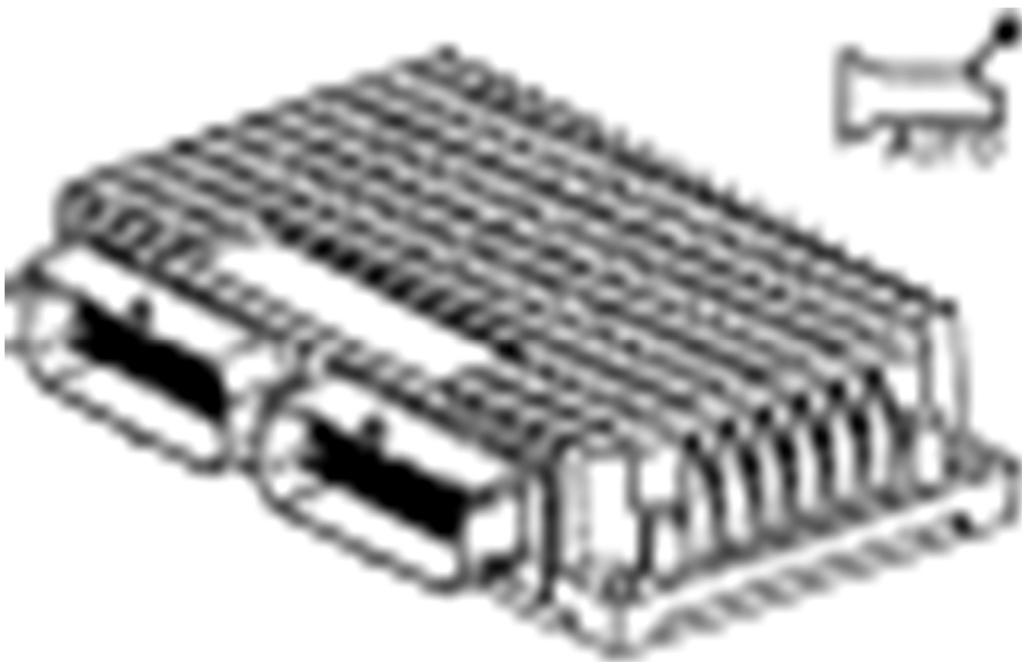


Figure 21:un calculateur de BVA (9)

## 5.2 Les voies reliant au calculateur :

Tableau 7:les voies reliant au calculateur

Voies reliées au calculateur	Description
Capteurs de pression	Mesurent la pression dans le système hydraulique, le système de freinage, le système de lubrification, fournissant des informations pour le contrôle et la régulation.
Capteurs de position de la boîte de vitesses	Mesurent la position du levier de vitesses ou détectent les changements de vitesses, permettant au calculateur de contrôler les embrayages et les engrenages de la boîte de vitesses automatique.
Capteurs de charge	Mesurent la charge sur l'engin, fournissant des informations sur la charge utile ou le poids transporté.
Capteurs de niveau de carburant	Mesurent le niveau de carburant dans le réservoir, permettant d'afficher l'indicateur de carburant et d'effectuer des calculs de consommation.
Capteurs de niveau d'huile	Mesurent le niveau d'huile dans le moteur et la transmission, permettant de détecter les fuites ou les niveaux bas.
Capteurs de position du système de freinage	Mesurent la position de la pédale de frein et détectent les freinages, permettant au calculateur de contrôler le système de freinage.
Capteurs de pression des pneus	Mesurent la pression des pneus, permettant de surveiller la pression et d'alerter le conducteur en cas de variation anormale.
Capteurs de vitesse	Mesurent la vitesse de rotation des roues et de l'arbre de transmission, fournissant des informations sur la vitesse du véhicule.
Capteurs de position de l'accélérateur	Mesurent la position de la pédale d'accélérateur, permettant au calculateur de contrôler la puissance du moteur en fonction de la demande du conducteur.
Capteurs de température	Mesurent la température de différents composants tels que le moteur, le liquide de refroidissement, l'huile de transmission, permettant de surveiller et de réguler la température.

Toutes les composants indispensables dans le fonctionnement de boîte de vitesses automatique peuvent manifestent plusieurs pannes qui entraine la perturbation du fonctionnement de véhicule

## **6 . Analyse AMDEC (9)**

L'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) est avant tout une méthode d'analyse de systèmes s'appuyant sur un raisonnement inductif (causes conséquences), pour l'étude organisée des causes, des effets des défaillances et de leur criticité.

### **6.1 Définition AFNOR :**

Selon la définition AFNOR, AMDEC (l'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur Criticité) est une méthode d'analyse de la fiabilité qui permet de recenser les défaillances dont les conséquences affectent le fonctionnement du système dans le cadre d'une application donnée (de sureté de fonctionnement (sdf) et de gestion de la qualité).

### **6.2 Buts de l'AMDEC :**

L'AMDEC est une technique qui vise à :

- ✓ Evaluer et garantir la sureté de fonctionnement (sécurité, fiabilité, maintenabilité, et disponibilité)
- ✓ Obtenir au meilleur cout le rendement global maximum des équipements de production.
- ✓ Définir les actions à entreprendre pour éliminer ces défaillances, réduire leurs effets et pour en empêcher ou en détecter les causes.
- ✓ Prioriser les interventions d'amélioration continue.
- ✓ Réduire les risques les plus grandes
- ✓ Elaborer des plans d'actions et allouer les ressources de façon rationnelle.
- ✓ Déterminer les points faibles d'un système et apporter des remèdes.
- ✓ Prévenir les pannes
- ✓ Réduire le temps d'indisponibilité après défaillance.

### **6.3 Méthodologie de l'AMDEC Machine (véhicule) :**

#### **○ Etape 1 : Initialisation**

Elle consiste à poser clairement Elle consiste à poser clairement le problème, définir l'équipe puis le contenu et les limites de l'étude a mener et a réunir tous les documents et informations nécessaires a son bon déroulement .

#### **○ Etape 2 : décomposition fonctionnelle**

Permet d'identifier clairement les éléments à étudier et les fonctions à assurer. C'est une étape indispensable car il est nécessaire de bien connaître les fonctions de la machine pour en analyser ensuite les risques de dysfonctionnement. Elle facilite l'étape ultérieure d'analyse des défaillances. Elle peut être menée de manière plus ou moins détaillée selon les besoins.

○ **Etape 3 : Analyse AMDEC**

L'analyse AMDEC proprement dite consiste à identifier les dysfonctionnements potentiels ou déjà constatés d'une machine, à mettre en évidence les points critiques et à proposer des actions correctives pour y remédier.

○ **Etape 4 : Synthèse**

But : Cette étape consiste à effectuer un bilan de l'étude et à fournir les éléments permettant de définir et lancer, en toute connaissance de la cause, les actions à effectuer. Ce bilan est essentiel pour tirer vraiment parti de l'analyse

❖ Méthodes :

- Hiérarchisation des pannes à partir de l'indice de criticité en ordre décroissant
- Liste des points critiques
- Liste des recommandations

Le produit (fréquences) \*(gravité)\* (probabilité de non détection) donne la criticité

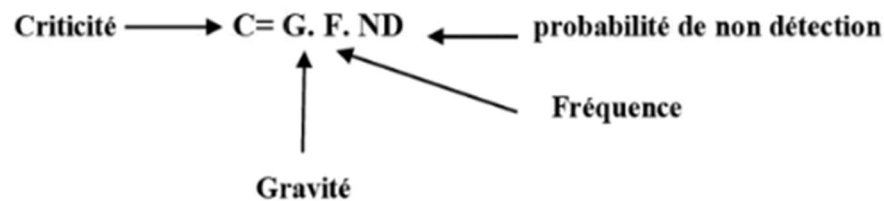


Figure 22: criticité

- Criticité C : elle permet de discriminer les actions à entreprendre et de les calculer à partir de la cavité, les fréquences et l défaillance de non détection

Tableau 8:Niveaux de criticité et leurs définitions

Niveau de criticité	Définition
<b><math>1 \leq C &lt; 10</math></b> criticité négligeable	Aucune modification Maintenance corrective
<b><math>10 \leq C &lt; 18</math></b> criticité moyenne	Amélioration Maintenance préventive systématique
<b><math>18 \leq C &lt; 27</math></b> criticité élevée	Surveillance particulière Maintenance préventive conditionnelle
<b><math>27 \leq C &lt; 64</math></b> criticité interdite	Remise en cause complète de l'équipement

- Cavité G : c'est la gravite des effets de la défaillance

Tableau 9: niveaux de gravité et leurs définitions

Niveau de gravité	Indice	Définition
Gravite très faible	1	Sous influence Pas d'arrêt de la production
Gravite faible	2	Peut critique Arrêt $\leq 1$ heure
Gravite moyenne	3	Critique 1 heure $\leq$ arrêt $\leq 1$ jour
Gravite catastrophique	4	Très critique Arrêt $> 1$ jour

- **Fréquences d'apparition F ou Occurrence O :**

C'est la fréquence d'apparition d'une défaillance due à une cause particulière.

Tableau 10:Niveaux de fréquences et leurs définitions

Niveau de fréquence	Indice	Définition
Fréquence très faible	1	Défaillance rare : 1 défaillance maxi par an
Fréquence faible	2	Défaillance possible : 1 défaillance maxi par trimestre
Fréquence moyenne	3	Défaillance fréquente : 1 défaillance maxi par mois
Fréquence forte	4	Défaillance très fréquente : 1 défaillance maxi par semaine

- D ou Non détection N : probabilité de non détection d'une défaillance avant qu'il n'atteigne l'utilisateur

Tableau 11:niveaux de probabilité non détection et leurs définitions

Niveau de probabilité de non détection	Indice	Définition
Détection évidente	1	Visite par opérateur
Détection possible	2	Détection aisée par un agent de maintenance
Détection improbable	3	Détection difficile
Détection impossible	4	Indécelable

#### 6.4 Processus de l'AMDEC :

Le processus de l'AMDEC se résume comme suit

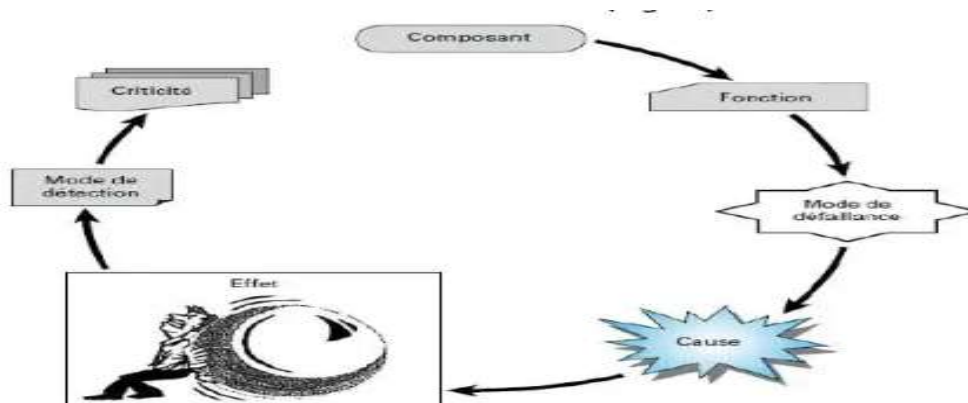


Figure 23:processus de l'AMDEC(9)

## 7 Analyse AMDEC de boîte de vitesse automatique

### 7.1 AMDEC Partie mécanique :

Tableau 12: AMDEC Partie mécanique

Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Criticité			
					F2	G	D	C
Convertisseur de couple	Désaccoupler moteur / roue	Dégradation fonction pivot	Convertisseur défectueux	Glissement excessif, perte de puissance, mauvaise transmission des vitesses		2	2	8
	Transmettre le couple	Rupture des éléments de transmission	Dysfonctionnement de l'embrayage / la chaîne n'est plus entraînée	Difficulté de changer les vitesses	1	3	2	6
d'engrenages / synchronisations	Entrainer un sens de rotation pour changer de vitesse	Usure	Manque de lubrification	Blocage des rapports  Mauvais fonctionnement	2	3	2	12



## 7.2 AMDEC partie hydraulique :

Tableau 13: AMDEC partie hydraulique

Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Criticité			
					F	G	D	C
Electrovannes	commander la distribution d'huile aux embrayages	Bouchage	Poussière	Arrêt de vérin hydraulique	5	2	3	30
		Grillage du contacteur	Surtension					
		fuite d'huile	Défaillance électrique	Mauvais fonctionnement des embrayages et des freins				
Vérin hydraulique	Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique	Blocage	Débit insuffisant Grippage	Arrêt véhicule	2	2	3	12
		Détérioration des joints internes	Usure	Rendement insuffisant				
Pompe	Débiter le lubrifiant sous pression	Pas de débit	Pompe défectueuse	Fuite	3	3	2	18
		Débit insuffisante	Usure prématuré des composants	diminution de la durée de vie du système de transmission				

Filtre hydraulique	Assurer la propreté de fluide aspire et refoulée (obstacle pour les particules)	Colmatage  Mauvais filtrage	Lubrifiant non conforme	Dysfonctionnement De tout circuit hydraulique	2	5	2	20
--------------------	---	-----------------------------------	-------------------------	---	---	---	---	----

### 7.3 AMDEC Partie électronique et électrique :

Tableau 14:AMDEC Partie électronique et électrique

Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effets de défaillance	Criticité			
					F	G	D	C
Le calculateur UCE	Commande le circuit électrique de la transmission	Calculateur inactif (défectueuse)  Connexion défectueux	Pas d'alimentation  mauvais communication entre les différents composants	Arrêt de commande et perte de fonctionnement	4	5	3	60
Les capteurs	Détecter et afficher les valeurs demandes	Capteurs Défectueux	Fonctionnement mauvais d'UCE	Erreurs de lecture, Mauvais gestion de changement des vitesses s	3	4	3	36
Fils électriques	Transporter l'alimentation (électrique) Aux éléments concerner	Interruption de fils	Court – circuit Foudre électrique Arcs électriques	Arrêt véhicule	5	3	2	30

Levier de commande	changement de vitesse commande manuelle	Blocage	Sous-alimentation de courant continue (moins de 24 v CC)	Mauvais commande de véhicule Perturbation dans le système de transmission	3	4	2	24
fusibles Relais	Conserver la transmission	Problèmes avec le système de gestion de l'alimentation électrique	Fusibles grilles Relais défectueux	une perte totale de puissance du système de transmission	3	2	2	12
Batterie d'alimentation	Alimenter les circuits de commande de l'électricité	Perte d'alimentation Electrique	Coupure de l'alimentation Fusibles défectueux	Perte de contrôle du système de commande	2	4	2	16

On classe les éléments selon leur criticité en ordre décroissant :

Tableau 15:Les criticités des éléments électriques de la boîte de vitesse automatique

Eléments	Criticité
Le calculateur UCE	60
Contacteurs	54
Les capteurs	36
Fils électriques / Electrovanes	30
Levier de commande	24
Filtre hydraulique	20
Pompe	18
Batterie d'alimentation	16
Convertisseur de couple	14
Train d'engrenages	12
Vérin hydraulique	12
Fusibles et relais	12

D'après le responsable maintenance et les techniciens de boîte de vitesse toutes les pannes qui ont une valeur de criticité inférieure ou égale à 12 L'entreprise peut les surmonter, les pannes

qui ont une criticité supérieur à 12 doivent faire d'actions correctives le plutôt possible afin d'empêcher la réapparition des pannes les plus critiques, les pannes mécaniques et les pannes électriques représentent les nombres les plus élevés de criticité qui peut entraîner sans doute la rupture de le véhicule et donc le arrêt de fonctionnement.

#### **7.4 Les actions préventives :**

Les actions pour Pannes mécaniques :

- Patinage de convertisseur
  - ✓ Réparer ou remplacer le convertisseur de couple
  - ✓ Remplacer les roulements défectueux
  - ✓ Réparer ou remplacer les composants endommagés
  - ✓ Vérifier et ajuster le système hydraulique
- Usure des engrenages :
  - ✓ Effectuer un entretien régulier et un remplacement périodique des engrenages usés.
  - ✓ Assurer un alignement adéquat des engrenages lors de l'installation.
  - ✓ Effectuer des inspections régulières de la boîte de vitesse pour détecter les signes d'usure ou de dommages.
- Fuites d'huile :
  - ✓ Vérifier et remplacer les joints défectueux.
  - ✓ Effectuer un entretien régulier des joints et des raccords.
  - ✓ Surveiller et réparer toute fuite d'huile dès qu'elle est détectée.

Les actions pour Pannes électriques :

- Problèmes de commande électronique :
  - ✓ Vérifier les connexions électriques et les réparer si nécessaire.
  - ✓ Remplacer le calculateur défectueux.
  - ✓ Mettre à jour le logiciel de commande si des mises à jour sont disponibles.
- Capteurs défectueux :
  - ✓ Vérifier et remplacer les capteurs défectueux.
  - ✓ Assurer une connexion électrique stable et sécurisée pour les capteurs.
  - ✓ Étalonner les capteurs correctement après leur remplacement.
- Problèmes avec les électrovannes :
  - ✓ Vérifier les connexions électriques des électrovannes et les réparer si nécessaire.
  - ✓ Remplacer les électrovannes défectueuses.

- ✓ Vérifier les joints d'étanchéité et les remplacer si nécessaire.
- ✓ Vérifier et entretenir les connexions électriques.
- ✓ Remplacer les solénoïdes défectueux dès leur détection

## **8 Bande d'essai :**

### **8.1 Définition et fonctionnement :**

Les bancs de test mesurent les performances des produits à l'aide d'instruments de mesure. Ils peuvent être semi-automatiques, guidant un opérateur, ou automatiques, pilotant les instruments directement. Les instruments industriels sont généralement télécommandables. Un logiciel enchaîne les scénarios de test, relève les résultats, effectue des calculs et génère un fichier de résultat. Le développement du logiciel peut être classique ou spécifique aux bancs de tests. Les grandes entreprises utilisent des bancs de test dans une stratégie de test déployée pour plusieurs produits et stades de développement, en interne ou chez des sous-traitants.

### **8.2 Typologie de bancs d'essais :**

Les bancs d'essai sont des équipements utilisés pour évaluer les performances et la fiabilité de divers systèmes, produits ou composants. Voici cinq types courants de bancs d'essai :

**Bancs d'essai mécaniques :** Ils permettent de tester la résistance, la durabilité et les propriétés mécaniques des matériaux, des structures ou des dispositifs mécaniques tels que les moteurs, les freins, les suspensions, etc.

**Bancs d'essai électriques :** Ils sont utilisés pour tester les performances électriques des équipements tels que les composants électroniques, les circuits, les générateurs, les moteurs électriques, etc. Ils peuvent mesurer des paramètres tels que la tension, le courant, la puissance, la résistance, etc.

**Bancs d'essai thermiques :** Ils permettent de simuler des conditions thermiques spécifiques pour tester la résistance et le comportement des matériaux et des systèmes à des températures élevées, basses ou variables. Ils sont utilisés pour évaluer la performance des radiateurs, des systèmes de refroidissement, des isolants, etc.

**Bancs d'essai environnementaux :** Ils reproduisent des conditions environnementales spécifiques telles que l'humidité, les vibrations, les chocs, les rayonnements, etc., afin de tester la résistance et la durabilité des produits et des composants dans des environnements réels ou extrêmes.

**Bancs d'essai de performance :** Ils sont utilisés pour évaluer les performances globales d'un système ou d'un produit. Par exemple, les bancs d'essai de véhicules simulent des conditions de conduite réelles pour évaluer la puissance, la consommation de carburant, les émissions, etc.

Ces différents types de bancs d'essai sont essentiels pour garantir la qualité, la sécurité et la conformité des produits et des systèmes dans de nombreux domaines tels que l'aérospatiale, l'électronique, l'énergie, etc.

## **9 Problématique et présentation de projet :**

La dégradation de le mécanisme de transmission intègres deux systèmes important tels que le mécanique et le électrique, la véritable difficulté de service maintenance est l'incapacité de détecter la localisation précis de élément défaillant

Notre étude consiste de concevoir un circuit électrique de boîte de vitesse automatique sur banc d'essai a fin de réduire le zone de défaillance seulement sur le partie mécanique s'il ils produisant a la but de minimiser le temps d'arrêt de véhicule

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, on faite une recherche bibliographique a profonde sur le mécanisme de transmission ainsi que le fonctionnement de boîte vitesse automatique qui renferme les circuits électriques indispensable au commande ce boîte, aussi bien on focalise une analyse AMDEC sur les pannes de boîte automatiques sans oublier la brève définition sur le banc d'essai qui a la moyen de besoin pour le service maintenance

Dans ce qui suit on va présenter une analyse détaillée du besoin de ce système

## **Chapitre III : Analyse fonctionnelle de système**



## Introduction

Dans le cas d'enrichissement notre étude bibliographique sur les bancs d'essai, nous avons effectué une recherche sur les différents bancs d'essai existants. L'objectif était de classer notre propre banc parmi les autres bancs identifiés, d'identifier les points les plus importants du banc et les études nécessaires à réaliser. De plus, nous avons réalisé une analyse fonctionnelle pour positionner la solution recherchée dans son environnement de travail.

### 1. Analyse fonctionnelle du besoin de banc d'essai

Lors de cette analyse, il faut considérer le produit comme une « boîte noire » qui doit satisfaire le besoin de l'utilisateur. Nous définirons son utilité, les services qu'il doit rendre, les performances recherchées ainsi que les contraintes auxquelles sera soumise.

#### 1.1. Modélisation du système

La fonction globale du produit à concevoir est définie par l'Actigramme suivant :

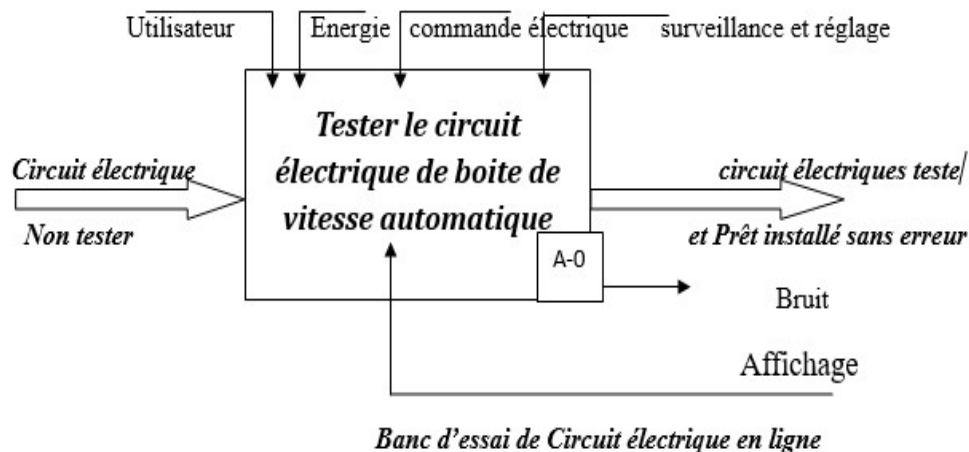


Figure 24: Modélisation de système

#### 1.2.Saisie du besoin

Le lancement d'un nouveau produit sur le marché est souvent motivé par une insatisfaction liée à un produit existant. Afin de garantir la satisfaction de l'utilisateur, il est essentiel de définir clairement le besoin au préalable. En analysant la méthode de travail classique dans l'atelier moteur lors de la révision des sous-ensembles, nous avons identifié certains problèmes :

- ❖ Il n'est pas possible de confirmer les performances du circuit électrique une fois monté sur la machine.
- ❖ Perte de temps lors de l'assemblage et du désassemblage.

- ❖ Difficulté de remplacement du circuit électrique sur le banc d'essai moteur ou sur le chantier en cas d'absence d'éléments de base (par exemple, moteur thermique) nécessaires au bon fonctionnement du mécanisme.

### **1.3.Énoncer le besoin**

Pour formuler le besoin dans la phase d'utilisation et de conception du cycle de vie d'un produit, il suffit de répondre aux trois questions suivantes :

- À qui ou à quoi le produit rend-il service ? : les techniciens électriques des poids lourds et l'atelier central de reconditionnement des engins de transport et de chargement (DMM).
- Sur quoi agit-il ? Le produit agit sur le circuit électrique (hydraulique) de commande électronique.
- Dans quel but ? Le but est de tester les performances du circuit électrique en ligne, détecter plus précisément la localisation des pannes et les éliminer avant le montage final sur le véhicule.

Pour le cas de notre système nous pouvons dresser le diagramme Bête à cornes suivant

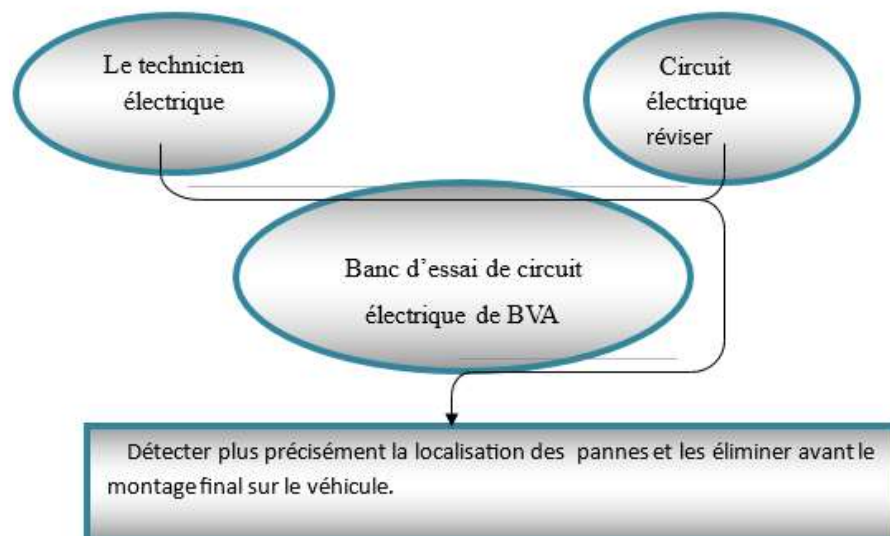


Figure 25: Diagramme Bête à corne

## **2. Valider le besoin**

Après avoir identifié le besoin à satisfaire, il est important de démontrer son intérêt sur le marché en répondant aux trois questions suivantes :

### **Pourquoi le besoin existe-t-il ?**

- Le besoin existe afin de tester les performances du circuit électrique.
- Il vise à valider la conformité du circuit électrique avant son installation définitive sur le véhicule.

### Qu'est-ce qui pourrait expliquer l'émergence de ce besoin ?

- L'émergence de nouvelles technologies de test.
- L'apparition de ce type spécifique de circuit électrique en ligne

**Pensez-vous que les risques de voir ce besoin disparaître ou évoluer sont réels dans un avenir proche ?**

- Non, car il existe actuellement une dizaine d'engins qui fonctionnent avec ce type de circuit électrique (hydraulique) de commande électronique, ce qui indique une demande continue pour la validation des performances et la conformité du circuit électrique.
- Identification des fonctions de service (Diagramme pieuvre du système)

### 3. Diagramme de pieuvre

Les fonctions de service doivent être recensées en mettant le système dans son environnement d'utilisation et en recherchant les composants extérieurs qui influent sur le système à l'aide de l'outil du diagramme de pieuvre.

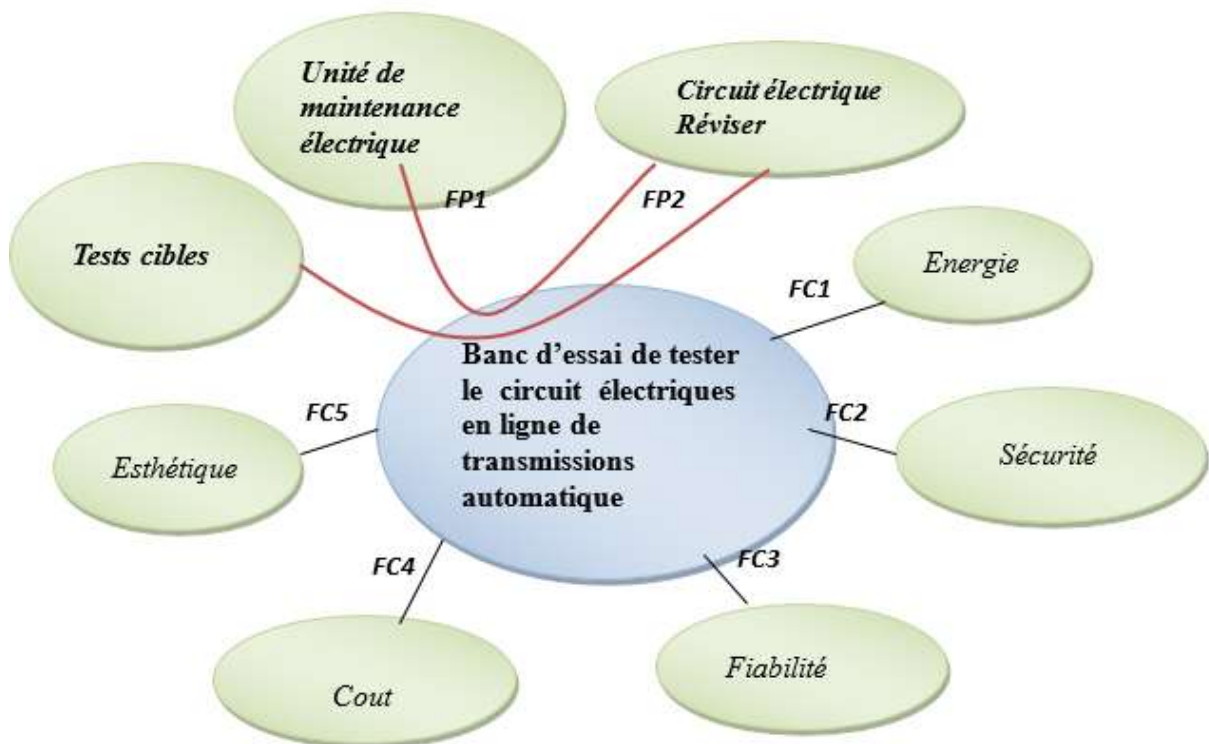


Figure 26: Diagramme pieuvre du système

#### 4. Modélisation formulation les fonctions de service

Tableau 16:caracteristiques des fonctions de service

<b>FP1</b>	Permettre à l'unité de maintenance électrique de tester les performances du circuit électrique avant montage finale sur machine
<b>FP2</b>	L'application des nombreuse tests cibles pour détecter la localisation l des pannes (test de continuité ; test résistance .....)
<b>FC1</b>	S'adapter aux spécifications de l'énergie existante
<b>FC2</b>	Assure la sécurité des personnes et du matériel
<b>FC3</b>	Etre fiable
<b>FC4</b>	Avoir un Cout convenable
<b>FC5</b>	Plaire à l'œil

##### 4.1. : tri –croise

Le principe de cet outil est de comparer les fonctions de service une à une à l'aide d'une matrice et d'attribuer une note en supérieure de 0 à 3.

0. pas de supériorité

1. légèrement supériorité

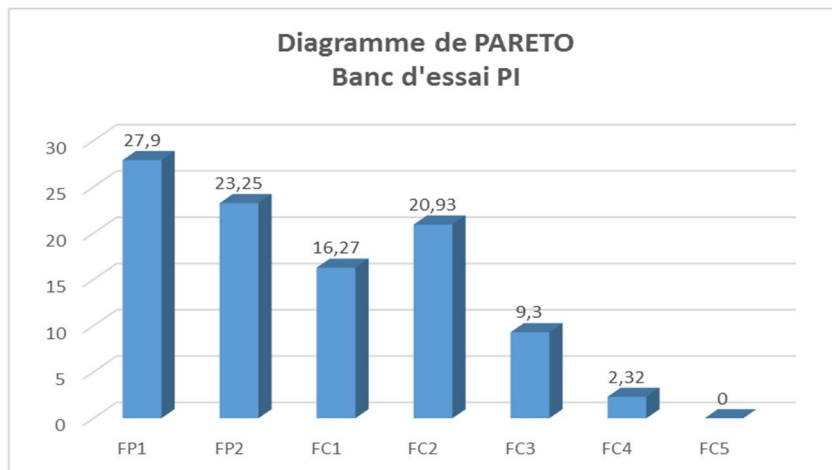
2. moyennement supériorité

3. Nettement supériorité

4.	<b>FP2</b>	<b>FC1</b>	<b>FC2</b>	<b>FC3</b>	<b>FC4</b>	<b>FC5</b>	<b>Point</b>	<b>%</b>
<b>FP1</b>	FP1 1	FP1 2	FP1 2	FP1 2	FP1 2	FP1 3	12	27.9 %
	<b>FP2</b>	FP2 2	FP2 2	FP2 1	FP2 2	FP2 3	10	23.25%
		<b>FC1</b>	FC2 1	FC1 2	FC1 2	FC1 3	7	16.27 %
			<b>FC2</b>	FC2 2	FC2 3	FC2 3	9	20.93 %
				<b>FC3</b>	FC3 2	FC3 2	4	9.3 %
					<b>FC4</b>	FC4 1	1	2.32 %
						<b>FC5</b>	0	0 %
						<b>Total</b>	43	100 %

Figure 27: Méthode de tri-croisé

## 5. Histogramme des fonctions de service (Diagramme de PARETO)



Fonction	%
FP1	30,9
FP2	23,25
FC1	16,27
FC2	20,93
FC3	9,3
FC4	2,32
FC5	0

Figure 28: Diagramme de PARETO

D'après l'histogramme de la figure précédente, nous avons vu que les fonctions principales FP1, FP2 les plus importantes dans notre étude.

## **6. Cahier de charge fonctionnel de : EP1**

### **Les fonctions principales de Techniciens de service maintenance :**

*Tableau 17: cahier de charge pour les techniciens de service maintenance*

Fonctions	Description
Contrôle des paramètres électriques	Mesure de la tension, du courant et de la résistance dans le circuit électrique de la boîte de vitesse Vérification de la continuité électrique Détection des court-circuits ou des mauvaises connexions
Simulation des conditions de fonctionnement	Réglage des paramètres de vitesse, de charge et de température pour simuler les conditions réelles de fonctionnements Evaluation des performances électriques dans les différentes situations Détection des défaillances ou des problèmes spécifiques à certaines conditions
Tests de fonctionnalité	Vérification du bon fonctionnement des actionneurs électriques Evaluation de la précision et de la réactivité des composants électriques Vérification de la communication entre les composants électriques
Tests de fiabilité	Exécution de tests de charge pour évaluer la résistance du circuit électriques Test de résistance aux vibrations et aux chocs Vérifications de la stabilité et de la durabilité du circuit électrique
Acquisition de données et rapports	Collecte et enregistrements des données de test Analyse des tendances et des anomalies Stockage des données pour référence future et traçabilité
Sécurité des opérations	Intégration de dispositifs de sécurité pour la protection des opérateurs Surveillance en temps réel des paramètres de sécurité Arrêt d'urgence pour les situations dangereuses Conformité aux normes de sécurité applicables

## **7. Les différents tests cibles (EP2)**

- ✓ Test de démarrage : vérifié le bon fonctionnement du circuit électrique lors de démarrage du moteur de l'engin
- ✓ Test de passage de vitesses : vérifie le bon fonctionnement du système de commande de la boîte de vitesses automatiques, en stimulant les passages de vitesses dans différentes conditions
- ✓ Test de verrouillage du convertisseur de couple : vérifier le bon fonctionnement du mécanisme de verrouillage du convertisseur de couple, qui permet de transmettre efficacement la puissance du moteur aux roues
- ✓ Test de contrôle de la pression d'huile : vérifie-la capacité du circuit électrique à contrôler la pression d'huile de la boîte de vitesses automatique, assurant ainsi une lubrification adéquate et un fonctionnement optimal.
- ✓ Test de fonctionnement des électrovannes : vérifie le bon fonctionnement des électrovannes électriques qui contrôlent l'ouverture et la fermeture des passages de fluide, assurant ainsi le bon changement de vitesses.
- ✓ Test de communications entre les modules électroniques : vérifié la capacité du système de diagnostic à détecter et a enregistré les codes d'erreur émis par les modules électroniques, facilitant ainsi l'identification et la résolution des problèmes
- ✓ Test de résistance aux vibrations et aux chocs : vérifier la résistance du circuit électrique aux vibrations et aux chocs, qui sont courants d'utilisation
- ✓ Test de résistance à la température : vérifier la capacité du circuit électrique à fonctionner de manière fiable dans la plage de température spécifiée, en simulant des conditions de températures extrêmes.
- ✓ Test d'étanchéité : vérifie l'étanchéité du circuit électrique pour s'assurer qu'il est protégé contre l'infiltration d'eau, de poussière ou d'autres contaminants

## 8. les exigences des paramètres nécessaires de banc d'essai

Tableau 18:les exigences des paramètres indispensables dans le banc d'essai

Composants	Exigences
Alimentation électrique	Tension d'alimentation : 220V/ 50 HZ
Circuit de contrôle	<ul style="list-style-type: none"><li>•Interface utilisateur conviviale pour contrôler les essais</li><li>•Fonctionnalités de démarrage, arrêt, et réutilisation</li><li>•Sélecteur des modes de test (automatique / manuel / pas à pas)</li></ul>
Capteurs et instrumentation	<ul style="list-style-type: none"><li>•Capteurs pour mesurer les paramètres électriques (tension, courant, résistance, continuité, etc.)</li><li>•Instruments de mesure précis et calibres</li><li>•Interface pour l'acquisition de données</li><li>•Capteurs pour mesurer les paramètres de la boîte de vitesse, température, pression, etc.)</li><li>•Communication avec le système de contrôle pour l'affichage de données</li></ul>
Système de test automatique	<ul style="list-style-type: none"><li>•Scenarios de test programmes pour la boîte de vitesse</li><li>•Capacité à simuler des charges et des conditions de fonctionnement réalisées</li><li>•Séquence de test automatisées pour détecter les défauts</li><li>•Capacité à enregistrer les résultats des tests et à générer des rapports</li></ul>
Sécurité	<ul style="list-style-type: none"><li>•Dispositifs de protection pour les surcharges, les courts – circuits et les surchauffes</li><li>•Système d'arrêt d'urgence pour assurer la sécurité des opérateurs</li><li>•Isolation électrique appropriée pour prévenir les risques</li></ul>

## Conclusion

Au cours de ce chapitre, je fais l'analyse fonctionnelle de notre système en focalisant principalement sur les tâches qui doivent être accordées par le service maintenance ainsi que les différents tests appliqués, sans oublier les paramètres d'exigences qui peuvent viser afin de réaliser un banc d'essai fonctionnel de détecter précisément la localisation de pannes.



**Chapitre IV :  
Mise en place du banc d'essai &  
Choix de solutions**

## **Introduction**

Ce banc d'essai électrique joue un rôle important dans la correction finale de toute panne électrique lies des ensembles de ces composants (sélecteur de vitesse, faisceaux électrique, bloc solénoïde, relais, batterie ...) afin détecter plus précisément l'élément défectueuse afin d'éliminer la possibilité de Réapparaitre en hors de montage final de véhicule.

### **1. Architecture générale des bancs d'essais et leur environnement**

Les bancs d'essais boîte de vitesses sont des installations lourdes, c'est-à-dire représentant un investissement important. Il faut donc constamment rechercher leur engagement maximal, c'est pourquoi l'architecture et l'organisation des bancs et de leur environnement sont adaptées à cette nécessité.

Autrefois, les composants électriques de boîte vitesse étaient installés directement sur la plateforme de la cellule, l'équipement et la mise en ligne avec le bloc solénoïdes étaient réalisés sur place, immobilisant ainsi le banc pendant plusieurs jours.

Actuellement, le circuit électrique est préparé à l'extérieur du banc, sur un chariot ou une palette transportable où il reçoit tout son équipement (câblage, durites, etc.) et est aligné, par rapport à l'axe de l'élément de mise en charge, sur un gabarit. Il peut, le cas échéant, être mis en marche de certains composants afin de tester l'autre organe et de vérifier sa fonctionnalité ou être rodé sur un banc simple de façon à ne pas occuper une cellule spécifique par des essais sans rapport avec son équipement.

L'installation dans la cellule est alors réalisée très rapidement (environ 30 mn à 1 h).

La règle de l'engagement maximal conduit également à travailler 24 h sur 24, soit en assurant une présence humaine permanente, soit, et c'est ce qui devient la règle actuellement grâce aux développements de l'informatique, en automatisant au maximum toutes les fonctions de pilotage, d'acquisition et de sécurité.

Le taux d'utilisation du banc est en moyenne de l'ordre de 50 à 60 % et peut atteindre 85 à 90 % ponctuellement en endurance

#### **1.1. Le but de réalisation**

Le but des essais boîte de vitesse est de valider les tenues électriques de différentes pièces composant de circuit électrique

À chaque étape du développement d'un nouveau circuit électrique (ou d'une nouvelle version de circuit électrique déjà existant), les essais d'endurance renseignent l'homme d'essais sur le niveau de fiabilité de la pièce ou de la fonction concernée.

La validation finale du produit regroupe à la fois les différents essais réalisés par fonction sur bancs tout au long du développement et les essais sur circuit électrique complets représentatifs

réalisés sur bancs et sur véhicules, l'ensemble de ces essais étant inscrit dans un plan d'expérience, établi au départ, et assurant l'optimisation du nombre d'essais à réaliser pour un niveau de confiance souhaité. Les essais ont deux caractéristiques principales :

- ❖ Leur durée : en général, un circuit électrique subit un test d'une durée de 2 à 4h.
- ❖ Leur nature : ce sont des essais réalisés à partir d'un cycle de base défini par plusieurs paramètres (tension, couple moteur, câblage électrique,) et répétés jusqu'à obtenir l'objectif préalablement fixé : détection efficacement de la localisation précise de l'élément défectueuse de Circuit électrique qui entraine une perturbation excessive dans le mécanisme de transmission.



Figure 29: Vue de branche de circuit électrique de boîte de vitesse automatique de DUMPER BH85-1 au sein du DMM

## **1.2. Les éléments électriques intégrés dans le banc d'essai**

Tableau 19: Les éléments électriques intégrés dans le banc d'essai

Composant	Description
Batterie (source d'alimentation)	Fournit l'alimentation électrique nécessaire pour les circuits de la boîte de vitesse automatique
Sélecteur de vitesse	Le sélecteur de vitesse envoie des signaux électriques ou électroniques sous forme des impulsions, pour changer la vitesse.
Contrôleur de commande	Permet de simuler les signaux de commande du système de boîte de vitesse automatique, tels que les signaux de changements de vitesse, les signaux de capteurs, etc., il est utile pour tester la réponse du circuit électrique à différentes commandes.
Unité de contrôle électronique (UCE)	Représenter le module de commande électronique spécifique à la boîte de vitesses automatiques du dumper, cela permet de tester le fonctionnement du module de commande et de vérifier les signaux de communication entre l'UCE et les autres composants
Tableau de contrôle et d'affichage	Permet de surveiller et de contrôler les différents paramètres du banc d'essai, tels que la tension, le courant, les signaux de commande, etc., Il peut également afficher les résultats des tests et les informations de diagnostic.
Ensemble de capteurs	Comprend les capteurs nécessaires pour mesurer les signaux électriques et électroniques importants du circuit de la boîte de vitesse automatique. Cela peut inclure des capteurs de position, des capteurs de température etc. ....
Charge fictive	Utilisée pour simuler différentes charges électriques du circuit de la boîte de vitesses automatiques Elle permet de tester la capacité du circuit à alimenter et à contrôler ces charges
Système de diagnostic	Permet de lire les codes d'erreur, d'effectuer des tests de sortie et d'enregistrer les données de diagnostic du circuit électrique de boîte de vitesse automatique

	il peut être connecté à l'UCE ou à d'autres composants du circuit.
Câblage et connecteurs	Comprend tous les câbles, faisceaux et connecteurs nécessaires pour relier les différents composants placés dans le banc d'essai, ils doivent être de haute qualité pour assurer des connexions fiables et éviter les interférences électriques.
Bloc solénoïdes	Recevoir les signaux électriques envoyés par le UCE, Ces signaux actionner à leur tour les vannes hydrauliques pour effectuer les changements de vitesse.

### **1.3.Choix des solutions et la mesure nécessaire**

Les différentes solutions nécessaires pour effectuer un test Actif au chaque composant du circuit électrique sont :

Tableau 20 : les différentes solutions de base de chaque élément électrique

Composant du circuit électrique	Tests requis	Méthode de test
Capteur de vitesse	Vérifier la sortie de signal et le comparer avec la valeur de référence	Utiliser un multimètre pour mesurer la tension
Actionneurs de changement de vitesse (Lever /pédale d'accélération / Pédale de freinage)	Surveillance et Vérifier le fonctionnement de l'actionneur  Contrôler le flux de tension d'entrées pour chaque composant	Effectuer un test de commande pour vérifier le changement de vitesse  Mesurer la tension à l'aide d'un testeur de tension
Relais de commande	Vérifier l'alimentation et le fonctionnement du relais	Utiliser un multimètre pour vérifier la continuité et tester le relais

Connecteurs électriques	Vérifier la continuité et l'absence de corrosion	Inspecter visuellement les connecteurs et utiliser un multimètre pour tester la continuité
Module de commande électronique	Vérifier le fonctionnement du module de commande	Utiliser un scanner de diagnostic pour lire les codes d'erreurs et effectuer des tests de sortie
Les électrovannes (Bloc solénoïde)	Vérifier et contrôles leurs résistances et comparer avec la référence	Utiliser le un testeur de résistance
Câblage	Vérifier la continuité et l'intégration des câbles	Utiliser un multimètre pour tester la continuité et inspecter visuellement l'état de câbles

Toutes ces solutions a pour but de déterminer la localisation précise de l'élément défaillant au cas où il ya une manque de compatibilité entre les mesures de test et les mesures de références de le véhicule, cela peut aider le service de maintenance (unité électrique) de concentrer seulement sur l'élément défectueux afin de le éliminer la cause de réapparition de défaillance et garantir un fonctionnement optimal de véhicule.

## **Conclusion**

Au cours de ce chapitre nous prendrons en considération les différents éléments fonctionnelles dans le banc d'essai , ainsi que la recommandation des tests spécifiques pour chaque élément de circuit électrique de boîte de vitesse automatique qui sont doit appliquer pour contrôler les tenue de ce circuit et confirme sa fiabilité .

**Chapitre V :  
Conception de schéma électrique de  
transmission automatique**

## Introduction

Le présent chapitre occupe une place vitale dans notre étude c'est la prendre en considération toutes les éléments électriques indispensables à la réalisation entraînent la commande automatique parfaitement en accord avec notre objectif. Cela confère une grande importance à l'utilisation de logiciel solid Works electrical pour la conception des schémas électriques.

### 1. Définition

Ce schéma électrique procure une valeur vitale dans la transmission automatique de mouvement de puissance de moteur au roues motrices il comprend plusieurs composants électriques clés, tels que le sélecteur de vitesse, la carte CPGA (Commande de la Pression de la Gestion Automatique), le tachymètre le bloc de solénoïdes (les électrovannes électriques) qui interviennent pour assurer un bon changement de vitesse.

### 2. Conception du circuit électrique : commande électrique de transmission de DUMPER BH85- 1(SWE)

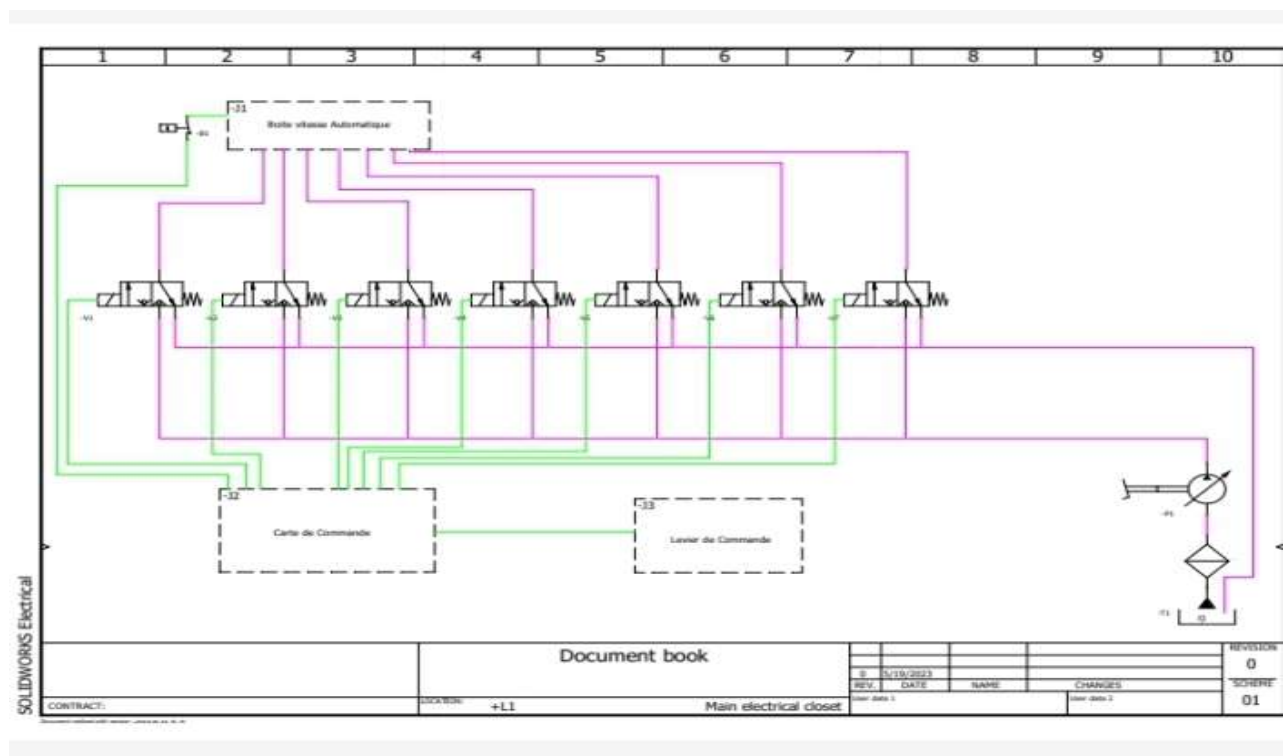


Figure 30: schéma du circuit électrique de transmission automatique DUMPER 85-1 (SWE)

### 3. Les éléments de commande automatique dans le schéma électrique

#### 3.1. Commande électrique (lignes en vert)

- ✓ Sélecteur de vitesse : Le sélecteur de vitesse est une interface utilisateur qui permet au conducteur de choisir le mode de fonctionnement de la boîte de vitesses. Il comporte généralement différentes positions, telles que P (Parking), R (Marche arrière), N (Point



mort), D (Conduite automatique) et d'autres positions de vitesse spécifiques. En fonction de la position sélectionnée, le sélecteur envoie des signaux électriques correspondants à la carte CPGA.

- ✓ Carte CPGA : La carte CPGA est un module de commande électronique qui reçoit les signaux du sélecteur de vitesse et effectue les calculs nécessaires pour contrôler les actionneurs de la boîte de vitesses. Elle surveille également d'autres capteurs tels que les capteurs de vitesse d'entrée et de sortie de la boîte de vitesses pour prendre des décisions appropriées en termes de changement de vitesse.

### **3.2. Commande hydraulique (lignes en mauve)**

- ✓ Bloc de solénoïdes : Le bloc de solénoïdes comprend plusieurs solénoïdes électromagnétiques qui contrôlent l'activation des embrayages et des freins hydrauliques de la boîte de vitesses. Chaque solénoïde est responsable de l'ouverture ou de la fermeture des circuits hydrauliques pour engager ou désengager les composants mécaniques de la boîte de vitesses. La carte CPGA envoie des signaux aux solénoïdes pour contrôler leur activation et permettre les changements de vitesse souhaités.
- ✓ Circuits de commande hydraulique: Ces circuits hydrauliques sont activés par les solénoïdes pour contrôler les embrayages et les freins de la boîte de vitesses. Ils acheminent l'huile hydraulique sous pression vers les composants appropriés pour les engager ou les désengager. Les circuits sont conçus pour s'assurer que les changements de vitesse se déroulent en douceur et sans à-coups.

## **4. L'objectif de La synoptique entre les deux circuits**

En fait la commande électrique, à travers le sélecteur de vitesse, les capteurs et le calculateur de commande, envoie des signaux électriques au bloc de solénoïdes hydrauliques. Ce bloc contrôle les circuits hydrauliques, qui à leur tour activent les actionneurs hydrauliques tels que les embrayages et les freins. Ces actions permettent d'engager ou de désengager les rapports de la boîte de vitesses, assurant ainsi le changement de vitesse souhaité dans l'engin lourd. La combinaison de la commande électrique et de la commande hydraulique garantit un fonctionnement fluide et efficace de la boîte de vitesses automatique.

## **Conclusion**

Ce chapitre a été consacré pour la partie de conception de circuit électrique de boîte de vitesse de dumper BH- 85 ,par le logiciel SOLID WORKS ELECTRICAL , qui nous permis de schématiser notre circuit préfère de banc d'essai , en outre , à l'aide de ce logiciel nous avons aussi génère les différents éléments intervenants ainsi que l'objectif de combinaison entre les deux commandes ( électriques et hydrauliques ) indispensables au bonne fonctionnement de mécanisme de transmission automatique .

## **Conclusion générale**

En résumé, tout au long de ce travail, nous avons fourni un maximum d'informations sur le mécanisme de transmission, la boîte de vitesse automatique et les fonctionnements de différents circuits de commande, mettant l'accent sur le circuit électrique qui présente de véritables problèmes dans le service maintenance dans la détection précise de l'élément défectueuse.

Je proposé un banc d'essai comme moyen de tester les performances du circuit électrique et de détecter bien précisément la localisation de l'élément défaillante s'il présente soient d'origine électrique ou mécanique. Cela permet d'aider le service de maintenance à prendre les précautions nécessaires et les ensembles solutions objectifs pour Éliminer la réapparition de la défaillance

Je également proposé un schéma électrique de différents éléments de basse commandes la transmission automatique en noter la synoptique entre la commande hydraulique et la commande électrique dans la variation de vitesse dans la boîte de vitesse

En conclusion, je commencé par présenter la transmission, boîte de vitesse automatique, commande de circuit électrique dans le changement de vitesses je cite ensuite les différentes pannes peuvent attaquer la commande de boîte de vitesse automatique. enfin l'introduction de banc d'essai comme solution effectif de notre projet , aussi bien que l'analyse fonctionnelle me aide de engager les solutions exactes permettre de réalise les tels convenable pour milieux tirer les pannes électriques ; enfin la conception de schéma électrique adéquate de notre système de commande .

## Références bibliographiques

- (1) <https://www.capcar.fr>
- (2) <http://www.fiches-auto.fr>
- (3) Bernard Derreumaux, "Les transmissions", Edition E.T.A.I., 1991
- (4) <https://www.avatacar.com>
- (5) <https://www.skoda.fr>
- (6) <https://fr.scribd.com>
- (7) <https://docplayer.fr>
- (8) [https://youtube Autodayed](https://youtube.com/Autodayed)
- (9) <https://fr.scribd.com>

### **Résumé**

Ce modeste travail de fin d'études vise à aider le service de maintenance à détecter précisément les emplacements des défaillances dans un circuit électrique de boîte de vitesses automatique (dumper BH85-1), afin d'assurer les fonctions de maintenance préventive et corrective pour éliminer autant de pannes que possible et éviter les temps d'arrêt prolongés, ce qui est indésirable, surtout dans les grandes zones de production où chaque arrêt entraîne des coûts élevés.

### **Abstract**

This modest end-of-study work is intended as a means to assist the maintenance department in precisely detecting the locations of faults in an electrical circuit of an automatic gearbox (dumper BH85-1). This helps in determining the necessary maintenance type and eliminating as many breakdowns as possible to prevent their reoccurrence and avoid prolonged downtime, which is undesirable, especially in large production areas where each instance of downtime incurs high costs.

### **ملخص**

يهدف هذا العمل المتواضع في نهاية الدراسة إلى مساعدة قسم الصيانة في الكشف بدقة عن أماكن الأعطال في الدائرة الكهربائية من أجل ضمان وظائف الصيانة الوقائية والتصحيحية للقضاء على أكبر عدد ممكن من الأعطال لصندوق التروس التلقائي وتجنب توقف العمل المطول، مما يعتبر غير مرغوب فيه، خاصة في المجالات الإنتاجية الكبيرة حيث يترتب على كل فترة توقف تكاليف عالية.