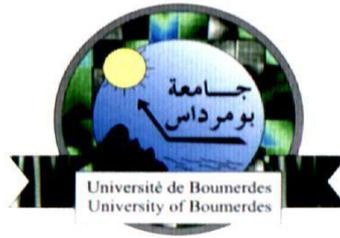


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté de Technologie
Département Génie Mécanique

Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER** en : **ELECTROMECHANIQUE**

Filière : électromécanique

Spécialité : électromécanique

THEME

Étude d'une boîte de vitesse hydrodynamique de l'Autorail CAF
et modification au niveau de circuit électrique et hydraulique

Présenté par :

- BOUDALI Wassim
- MEZRED Youcef

Promoteur :

- Dr. SIGUERDJIDJENE Hakim

Promotion :

Année universitaire : 2022/2023

Résume :

Notre travail consiste à résoudre le problème du chevauchement de la traction et du freinage de l'Autorail CAF lors de l'essai de passage des vitesses, par la boîte à vitesse hydrodynamique ce qui provoque la panne de ce dernier. A cet effet nous avons procédé à analyse des organes de cette boîte à vitesse et de chercher les causes qui provoquent ce phénomène. En commençant d'abord notre travail par l'étude des composants de l'autorail CAF, puis nous abordons le système de traction et de son freinage hydraulique, en plus nous étudions le principe et le fonctionnement de transmission hydrodynamique de la boîte à vitesse **Voith** et de ses composantes.

Les résultats de cette recherche ont abouti à résoudre le problème qui persiste par intégration d'une capture de présence d'huile dans le circuit hydraulique du frein hydrodynamique de transmission ce qui à éliminer le la panne et résolu le problème posé.

Mots clés : Autorail CAF ; Boîte à vitesse **Voith** ; Freinage hydraulique ; Capteur d'huile. Signal PWM.

Abstract:

Our work consists of solving the problem of the overlapping of the traction and braking of the CAF railcar during the gear shifting test, by the hydrodynamic gearbox, which causes the failure of the latter. To this end, we analysed the gearbox components and looked for the causes of this phenomenon.

Our work began with a study of the components of the CAF railcar, followed by a look at the traction system and its hydraulic braking, and a study of the principle and operation of the hydrodynamic transmission of the Voith gearbox and its components.

The results of this research led to a solution to the problem that persists by integrating a capture of the presence of oil in the hydraulic circuit of the hydrodynamic transmission brake, which eliminated the fault and solved the problem.

Key words:

CAF railway; Voith gearbox; Hydraulic braking; Oil sensor. PWM signal.

ملخص

أثناء اختبار نقل السرعات، بواسطة علبة التروس الهيدرو ديناميكية Autorail CAF يتمثل عملنا في حل مشكلة تداخل الجر والكبح في وديناميكية التي تسبب انهيار الأخير. تحقيقاً لهذه الغاية، قمنا بتحليل مكونات علبة التروس هذه وبحثنا عن الأسباب التي تسبب هذه الظاهرة.

، ثم نقترح من نظام الجر والفرملة الهيدروليكية، بالإضافة CAF من خلال بدء عملنا أولاً بدراسة مكونات عربة السكك الحديدية ومكوناته Voith إلى ذلك ندرس مبدأ وتشغيل ناقل الحركة الهيدروديناميكي لعلبة تروس أدت نتائج هذا البحث إلى حل المشكلة المستمرة من خلال دمج التقاط وجود الزيت في الدائرة الهيدروليكية لفرامل ناقل الحركة

الكلمات الرئيسية:

PWM الكبح الهيدروليكي مستشعر الزيت. إشارة Voith علبة التروس. CAF عربة السكك الحديدية

REMERCIEMENTS

Nous remercions **ALLAH** le tout puissant d'avoir nous donner le courage, la volonté et la patience pour mener à terme le présent travail.

Nous tenons à remercier notre promoteur **Dr. Hakim SIGUERDJIDJENE** pour son soutien, ses conseils judicieux et son grande bien vaillance durant l'élaboration de ce travail.

Nous adressons mes sincères remerciements à tous les enseignant, intervenants et toutes les personnes qui par leurs conseils et leurs critiques ont guide nos réflexions et ont accepté de nous rencontrer et de répondre à nos questions durant nos recherches notre encadreur **Mr. AZIB Islam** et tout l'équipe de **SNTF**.

Enfin, nous remercions les honorables membres du jury qui nous font l'honneur d'examiner notre travail.



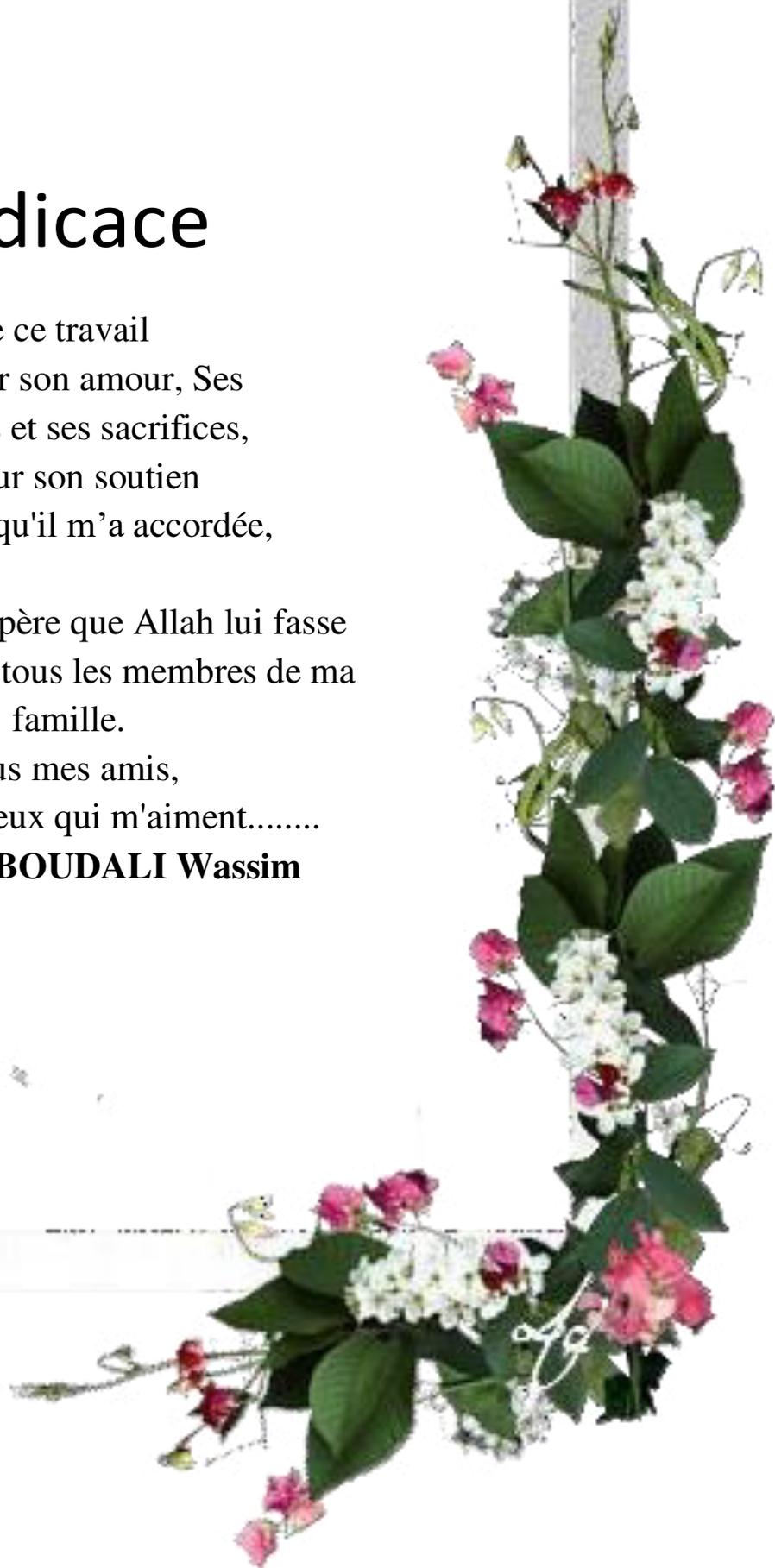
Dédicace

Je dédie ce travail
À ma mère pour son amour, Ses
encouragements et ses sacrifices,
À mon père, Pour son soutien
Et la confiance qu'il m'a accordée,
A mes sœurs.

À mon grand-père que Allah lui fasse
miséricorde et tous les membres de ma
famille.

À tous mes amis,
Et tous ceux qui m'aiment.....

BOUDALI Wassim



Dédicace

Je tiens à dédier ce travail à :
A ma très chère mère Assia.

A Mon chère père
Mohamed.

A MES GRANDS PARENTS : Titi et Djedi
Boualem je leurs souhait un bon rétablissement

A Mes FRERES : Mehdi, Wassim, Ilias

A MES TANTES : Nora, Nassima, Soraya,
Karima.

A MES ONCLES : Khali Tahar, Farid,
Noureddine, Hakim et Yacine

MES COUSINS ET COUSINES

A mes meilleurs amis :
Tous ceux qui m'aiment et qui j'aime...

MEZRED YUCEF



Table des matières

Introduction générale.....	7
1. Environnement et transport.....	8
2. Transport ferroviaire	8
3. Conclusion	9
Chapitre I : Présentation de l'entreprise SNTF	10
Mission de la SNTF.....	11
I.1. Organisation de la SNTF.....	12
I.1.1. Les régions	12
I.1.2 Les directions	12
I.1.3. Les filiales	13
I.1.4. Les ateliers directeurs	13
I.1.5. Les dépôts.....	14
I.2. Dépôt d'Alger (unité d'intervention)	16
I.2.1. Rôle et attributions du dépôt d'Alger	18
I.2.2. Dépôt d'Alger est composée de deux (02) départements	18
I.2.2.2. Le département maintenance et production.....	19
Chapitre II Présentation des types de train.....	22
II.1 Les types de train	23
II.1.1 Automotrice Alstom Coradia	23
II.1.2 Rame Stadler Flirt	24
II.1.3 Autorail CAF ZZ 22	25
II.1.4 Locomotives diesel-électrique GM-EMD	26
II.2 Description d'un autorail CAF.....	26
II.3 Compositions des équipements d'autorail	28
II.3.2 Compositions des Équipements sur le Toit	29
II.3.3 Composition des Équipements Sous le Châssis	31
II.3.4 Composition Intérieure des Équipements.....	33
II.4 Description du système de traction et frein hydrodynamique des autorails.....	35
II.4.2 Tractions	36
II.4.3 Système de frein hydrodynamique	38
II.4.4 Unité de Contrôle SICAS.....	39
II.4.4.1 Les trois objectifs fondamentaux du système SICAS sont.....	39
II.4.5 Moteurs diesel.....	40

Chapitre III : Boite de vitesse Hydrodynamique	43
III.1. Principe et fonctionnement	44
III.2. Historique des coupleurs hydrodynamiques	46
III.3. Données hydrauliques	47
III.3.1. Principes	47
III.3.2. Les trois "agrégats Föttinger"	48
III.3.3. Coupleur	50
III.3.4. Frein hydrodynamique (ralentisseur)	51
Chapitre IV : Boite Voith T 211re.4 + KB190	52
IV.1. Introduction.....	53
IV.1. Connaissance théorique et basique de la transmission	53
IV.2.1.1. Caractéristiques particulières	58
IV.2.1.2. Commande de la transmission.....	59
IV.2.1.3. Diagnostic et saisie des données d'exploitation	59
IV.2.1.4. Système de désengagement de la transmission	60
IV.2.1.5. Frein hydrodynamique	60
IV.2.1.6. Pilotage du groupe de refroidissement	60
IV.2.2. Schémas de raccordement	61
IV.6. Commande électronique de la transmission VTIC	72
IV.6.1 Vitesse de marche.....	72
IV.6.2. Arrêt moteur	72
IV.6.3.3. Moteur en service	73
IV.6.4. Branchement pendant la marche.....	73
IV.6.5. Désengrènement rapide de la Transmission en cas de glissement	73
IV.6.6. Branchement et débranchement du frein hydrodynamique	74
IV.6.7. Commande électronique VTIC	74
Chapitre V: Analyse de la problématique et proposition des méthodes de solution	77
V.1. Introduction :	78
V. 2 Objectif de la modification :	80
V. 3 Plan de travail :	80
V.4 Définition des éléments intégrer.....	80
V.4.2 Relais électrique	81
V.4.3 Une diode de blocage	82
V.4.4 Un disjoncteur	82
V.5 Illustration de la modification	83
V.6 Conclusion.....	85

Maintenance	86
1. Introduction.....	87
2. Généralités sur la maintenance	87
2.2. Les objectifs de maintenance	87
2.3. Différents types de maintenance	88
2.3.2. La maintenance corrective.....	88
2.4. Les opérations de la maintenance.....	88
2.5. Organigramme de la maintenance	89
3. Politiques d’entretien en vigueur à la SNTF.....	89
3.2. Entretien curatif	90
3.3. Entretien correctif	90
4. Plan de Maintenance préventive	91
4.2. Manuel de maintenance préventive	92
5. Dossier technique	93
6. Dossier historique.....	94
6.2. Documentation historique	94
Conclusion générale	95

Listes des figures

Figure I.1 : Organigramme de la SNTF.....	15
Figure I.2 : Organigramme du dépôt d'Alger.....	17
Figure II.1: Train Alstom Coradia.....	23
Figure II.2 : Train Stadler FLIRT.....	24
Figure II.3 : Autorail CAF ZZ 22.....	25
Figure II.4 : Locomotives diesel-électrique GM-EMD.....	26
Figure II.5 : Les autorails CAF.....	27
Figure II.6 : Composition extérieure des équipements.....	29
Figure II.7 : Composition des équipements sur le toit.....	30
Figure II.8: Disposition des équipements sous le châssis.....	32
Figure II.9 : Composition intérieure des équipements.....	34
Figure II .10 : Schéma Simplifie génération de signal PWM.....	35
Figure II.11 : Schéma système de traction.....	37
Figure II.12 : Schéma de système frein hydrodynamique.....	38
Figure II.13 : Moteur Diesel principal.....	41
Figure III.1 : Principe d'une boite de vitesse hydrodynamique.....	44
Figure III .2 : Principe d'un coupleur.....	44
Figure III .3 : Adaptation de la forme de puissance.....	46
Figure III.4 : Les agrégats Föttinger.....	47
Figure III.5 : Le principe de base de la transmission hydraulique de puissance.....	48
Figure III.6 : Convertisseur « Föttinger » (convertisseur de couple hydrodynamique).....	49
Figure III.7 : Courbes caractéristiques et allure de l'écoulement pour différents stades de marche.....	49
Figure III.8 : Courbes caractéristiques.....	50
Figure III.9 : Coupleur hydrodynamique.....	50
Figure III.10 : Courbes caractéristiques d'un coupleur.....	51
Figure III.11 : Frein hydrodynamique (HD).....	51
FigureIV.1 : Coupe longitudinale simplifiée de la transmission.....	55
FigureIV.2. : Schéma de la denture.....	56

Figure IV.3 Disposition des différents engrenages	57
FigureIV.4 : Position neutre.....	61
FigureIV.5 : Position convertisseur de couple (Vitesse I).....	62
Figure IV.6. : Changement de vitesse	63
Figure IV.7. : Position coupleur (vitesse II)	64
Figure IV.8. : Position freinage dynamique.....	65
FigureIV.9 : Godet filtre fin	67
Figure IV.10: Soupape de vidange	67
Figure IV.11Filtre fin & reniflard	68
Figure IV.12: Filtre d'aspiration & refoulement.....	68
Figure IV.13: Remplissage & contrôle de niveau.....	68
Figure IV.14: Boîte à bornes.....	69
Figure IV.15: Capteur de vitesse.....	70
Figure IV.16 Capteurs de sens de marche & vitesse.....	70
Figure IV.17: Capteur de pression HD.....	70
FigureIV.18 Capteur de température.....	70
Figure IV.19: Capteur de température HD	70
Figure IV.20: Schéma de câblage des électrovannes	71
Figure IV.21: Vanne proportionnelle	72
Figure IV.22: Câblage du véhicule	74
Figure IV.23: Conception de commande VTIC.....	74
Figure IV.24: Vue de câblage	75
Figure IV.25: Connections électriques VTIC.....	75
FigureIV.26 : Gateway	75
Figure IV.27: Circuit de câblage VTIC.....	76
Figure V.1 : capteur présence d'huile	80
Figure V.2 : schéma électrique simplifié d'un relais électrique.....	81
Figure V.3: relais électrique.....	82
Figure V.4 : diode de blocage.....	82
Figure V.5 : schéma électrique simplifié de la modification.....	84

Figure VI.1 : Organigramme de la maintenance.....	89
Figure VI.2: Bon de travail.....	91
Figure VI.3: Dossier technique.....	93

Listes des photos

Photo I.1: Locomotives EMD & Autorail CAF.....	16
Photo IV.1 : Boite Voith T211re.4+KB190.....	52
Photo IV.2 : Vue arrière de la transmission.....	53
PhotoIV.3 : Vue frontale de la transmission.....	54
Photos IV.4 : Vue frontale du groupes constructifs	66
PhotosIV.5 : Vue arrière du groupe constructif	66
Photo V.1 : Electrovanne de frein hydrodynamique 715 avant panne.....	78
Photo V.2 : Electrovanne de frein hydrodynamique 715 après panne.....	79
Photo V.3 : l'Usure des turbines du convertisseur de couple et du coupleur hydrodynamique ...	79
Photo V.4 : Capteur de pression frein hydrodynamique 761.....	79

Listes des tableaux

Tableau II.3.1: composition extérieure des équipements	28
Tableau II.3.2 : composition des équipements sur le toit	29
Tableau II.3.3: composition des équipements sous le châssis	31
Tableau II.3.4 : composition intérieure des équipements.....	33
Tableau IV.1 : désignation T211re.4+KB190.....	56
Tableau IV.2. : Turbo transmission caractéristiques techniques.....	56
Tableau IV.4: Intervalles de maintenance	67
TABLEAU VI.1 : Opérations de maintenance	91
TABLEAU VI.02 : Plan de maintenance	92
Tableau VI.3: Listes des pannes.....	93

Introduction générale

1. Environnement et transport

Les déplacements de l'homme se sont notoirement accrus depuis 100 ans. En 1910, au niveau mondial, la distance moyenne quotidienne parcourue par un individu était de 4,5 km, aujourd'hui, elle est de plus de 18 km. En France métropolitaine, cette distance atteint même 25 km par jour ouvré pour les déplacements locaux. En 2010, au sein des 27 pays de l'Union européenne, sur les 12 869 km parcourus par personne et par an en moyenne (c'est-à-dire 35km par jour), le mode routier représente 83,5 % des déplacements, contre 7,7 % pour les modes ferroviaires (train, tram, métro) et 8,2 % pour l'avion, d'après Commission 2012.

Jusqu'à présent, cette augmentation de la mobilité des biens et des personnes s'est traduite par un important développement économique mais également par un fort impact des déplacements sur l'environnement. L'énergie consommée pour le transport (essentiellement d'origine fossile) ne cesse d'augmenter à la fois en valeur absolue et en valeur relative par rapport aux autres secteurs économiques. Elle représente aujourd'hui 32 % de l'énergie finale consommée en France.

Cette situation crée une tension sur les prix entraînant une augmentation du budget transport des ménages et une pression sur l'environnement. Cette dernière est non seulement locale avec la dégradation de la qualité de l'air en milieu urbain par exemple, mais également mondiale avec le réchauffement climatique.

Pour conserver sa mobilité à long terme et limiter son impact sur l'environnement, l'homme doit modifier son système de transport. Il dispose pour cela de trois leviers principaux : l'amélioration de chacun des modes de transport, le report des modes les moins vertueux sur les plus vertueux (ce que l'on appelle le report modal) et la diminution de la demande de transport.

2. Transport ferroviaire

Dans le contexte de la raréfaction des énergies, de l'augmentation de leurs coûts et de l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES), le transport ferroviaire présente un fort intérêt. Il permet notamment de réduire la consommation d'énergie et les émissions de GES, de limiter les nuisances sonores et de transporter, sur une largeur donnée, un nombre de voyageurs plus important que les autres modes de transport.

3. Conclusion

Dans le contexte de raréfaction des énergies, de l'augmentation de leurs coûts et de la pression des émissions sur l'environnement, le ferroviaire a de nombreux avantages comparativement à ses concurrents (avion et voiture principalement).

C'est pourquoi de nombreux investissements dans le domaine ferroviaire sont réalisés au niveau mondial. Ce mode de transport exige une infrastructure conséquente qui, une fois construite, n'est pas aisément modifiable. Les lignes nouvelles et tous les autres programmes d'investissements que SNTF entreprend devront optimiser leurs dépenses en énergie et leurs émissions en GES tout au long de leur cycle de vie.

Cet objectif doit se décliner au cours des différentes phases : Construction et usage. Aujourd'hui, les référentiels LGV n'incluent pas l'objectif d'économie d'énergie, notamment grâce à la conception géométrique.

Seules les contraintes de confort voyageur et sécurité sont données.

Chapitre I

Présentation de l'entreprise

SNTF

Dénomination : SNTF : Société National des Transports Ferroviaires.

Création : La SNTF (Société Nationale des Transports Ferroviaires) a été créé par ordonnance n° 76-28 du 25 mars 1976 après dissolution de la Société Nationale des Chemins de Fer Algériens (SNCF). (SNCF).

Statut : Avec la promulgation du décret exécutif n° 90-391 du 1er décembre 1990, la SNTF est transformée en établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) personne morale et de droit public.

Capital social : 20 701 000 000,00 DA.

Adresse siège social : 21,23 Boulevard Mohamed V - Alger 16000

Tél : 213 21 71 15 10

Fax : 213 21 63 32 98 & 213 21 63 39 34

Site web : www.sntf.dz.

Mission de la SNTF :

La Société Nationale des Transports Ferroviaires SNTF est chargée de l'exploitation, l'entretien et de l'extension du réseau des chemins de fer algérien. La SNTF est une entreprise ayant un statut d'établissement public à caractère industriel et commercial, placée sous la tutelle du ministère des transports. Elle remplit pour le compte de l'état des missions de service public. La convention de juin 1988 définit et régit les relations entre l'état et la SNTF, notamment celles relatives aux subventions concernant les infrastructures et compensations de service public. La SNTF est organisée par fonctions et par régions ferroviaires. Ces dernières jouissent d'une autonomie de gestion dans le cadre d'un budget propre et objectif annuels de gestion et de plan de transport.

Les fonctions principales sont au nombre de quatre :

1. La fonction "Exploitation" chargée de la gestion du mouvement des circulations et du commercial.
2. La fonction "Matériel" chargée de la maintenance du matériel roulant et de la traction.

3. La fonction "Infrastructures" chargée de l'entretien et de la construction de voies, d'ouvrages d'art, de bâtiments, d'installations de télécommunications, de signalisation et de traction électrique.

4. La fonction "administration" chargée de la gestion du personnel, de la comptabilité, des finances et des études.

I.1. Organisation de la SNTF :

La SNTF a une organisation décentralisée comprenant les structures nationales et régionales suivantes :

I.1.1. Les régions :

Les régions ferroviaires sont au nombre de quatre régions :

1. La région d'ANNABA qui comprend la ligne Annaba-Tébessa-Djebel el Onk avec des prolongements vers la frontière tunisienne et vers Guelma.

2. La région de CONSTANTINE qui comprend les lignes reliant Constantine aux ports d'Annaba, Skikda et Jijel, ainsi que vers Touggourt et Bordj Bou Arreridj.

3. La région d'Alger qui comprend la partie de la cocarde nord de Bordj Bou Arreridj jusqu'à Chlef avec prolongations desservant Bejaia, Tizi Ouzou ainsi que la ligne Blida-Djelfa.

4. La région d'Oran qui comprend la partie de la rocade nord de Chlef à la frontière marocaine avec les prolongations desservant Mostaganem, Beni Saf, Ghazaouet, Redjem Demouche ainsi que Mohammadia-Bechar.

I.1.2 Les directions :

Le siège de l'entreprise comporte les directions suivantes :

1. La direction générale (DG).

2. La direction du matériel et de la traction (XMT).

3. La direction des approvisionnements (XA).

4. La direction de la clientèle (XC).

5. La direction de l'infrastructure (XV).

6. La direction du contrôle de gestion et participation (XCGP).
7. La direction finance et comptabilité (XFC).
8. La direction des ressources humaines (XRH).
9. La direction des systèmes d'information (XSI).
10. La direction de l'audit (XAUD).
11. La direction protection du patrimoine (XCPP).
12. La direction de la déléguée à la sécurité des circulation ferroviaires (XSCIF).
13. La direction d'inspection de la sécurité ferroviaires (XISF).

I.1.3. Les filiales :

1. **Rail Express** : transport de détail (petits colliers).
2. **Rail Transit** : transit, dédouanement, assurance, achat pour compte stockage et entreposage marchandises et conteneurs.
3. **Restau Rail**.
4. **STIM** : société de Transport Intermodal de Marchandises.
5. **Infra Rail** : EPE de réalisation d'Infrastructures Ferroviaire.
6. **ESTEL** : EPE/SPA Engineering Signalisation Télécommunication et Electricité.
7. **STPE** : société de transport des produits énergétiques avec NAFTAL 50%.
8. **STG** : société de transport des grains avec OAIC 50%.

I.1.4. Les ateliers directeurs :

Les gros travaux de maintenance du matériel roulant incombent à cinq ateliers directeurs :

- 1) **SIDI-MABROUK** : L'entretien du matériel moteur G.E. et des grues Caillard de la région Est ainsi que les Autorails.
- 2) **BPML ROUÏBA** : L'entretien du matériel moteur G.M. (grande puissance) et des grues Caillard des régions centre et ouest.
- 3) **MOHAMMADIA** : L'entretien du matériel moteur pour voie étroite, des engins de (petite puissance) manoeuvre, du matériel à marchandise VN et VE et des grues PPM VE.
- 4) **SIDI-BEL-ABBES** : L'entretien du matériel à voyageurs.

5) **CAROUBIER** : atelier de maintenance remisage et nettoyage des automotrices électrique STADLER

I.1.5. Les dépôts :

La SNTF possède quatre dépôts régionaux et deux dépôts annexes :

- 1) Alger (El Hamma).
- 2) Oran avec dépôt annexe de Mohammadia de la voie étroite.
- 3) Constantine.
- 4) Souk-Ahras (Dépôt Principal)

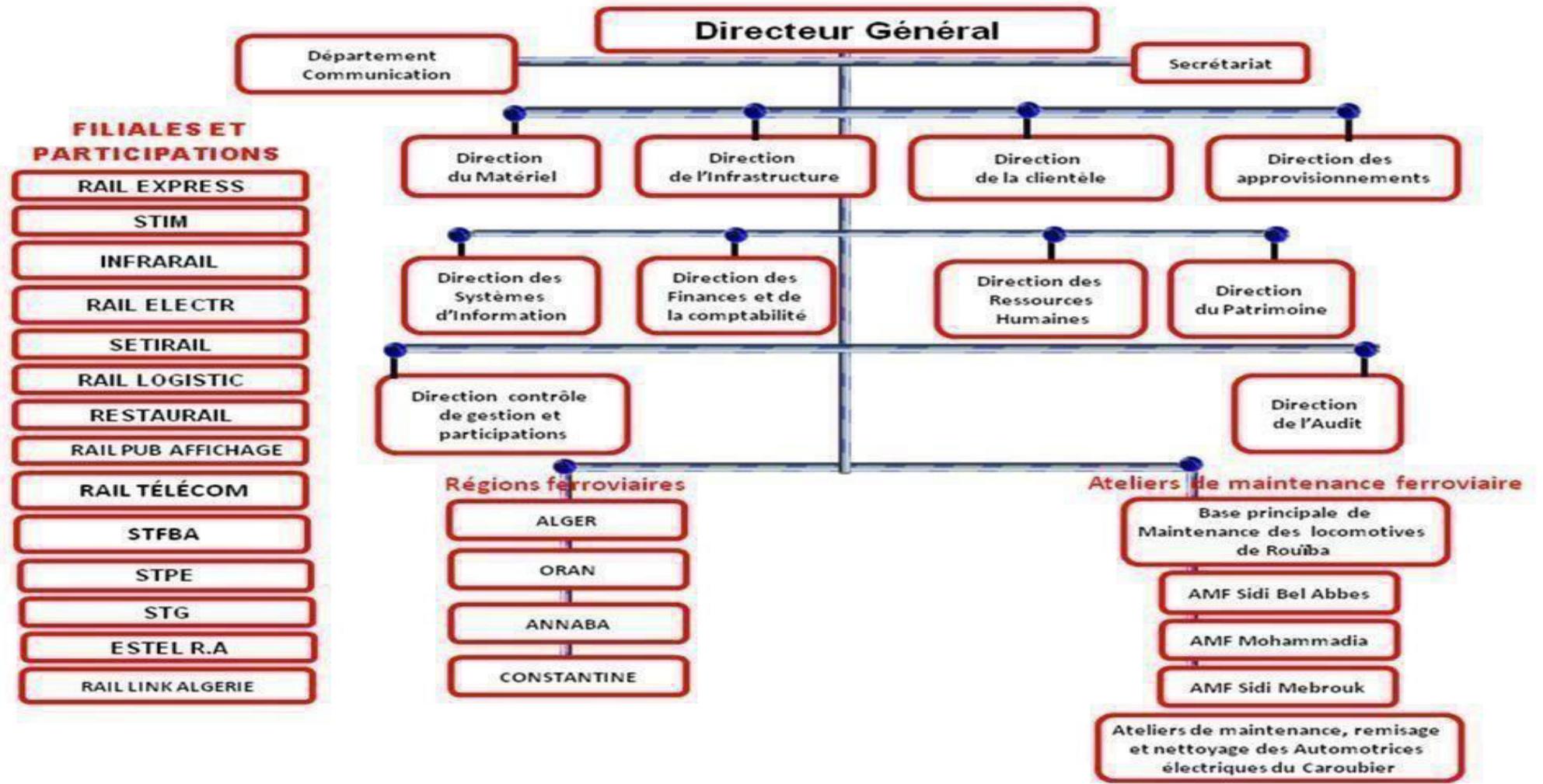


Figure I.1 : Organigramme de la SNTF

I.2. Dépôt d'Alger (unité d'intervention) :

Description de l'établissement :

Le dépôt régional d'Alger d'une superficie de 8600 m² est implanté sur le territoire de la commune de SIDI M'Hamed, sis 179 rue Hassiba Ben Bouali et contourné par la rue de L'ALN. Ce dépôt a été construit en 1960 ; Il est exploité par la société nationale des transports ferroviaires

Mission :

Ce dépôt assure deux missions principales :

1. Donner une formation performante aux mécaniciens (conducteurs d'autorail et locomotive)
2. Fournir des machines performante (locomotive et autorail) au service exploitation



photo I.1: Locomotives EMD & Autorail CAF

Caractéristique général et particuliers :

Le dépôt régional d'Alger, est composé de plusieurs bâtisses à savoir :

- Le laboratoire.
- Poste ATR situé à proximité de l'entrée principale du site est composé d'un rez- de-chaussée abritant le foyer, salle d'habillement et une entrée indépendante à l'infirmierie et au premier étage servant de dortoir pour les conducteurs de train.
- Magasin local.
- Magasin abritant les produits stratégiques.
- Entrepôt de gasoil.
- Garage auto.
- Moyens généraux.
- Locaux abritant les bureaux de l'administration.
- Stock d'huile.
- Parc de pièces de rechange
- Atelier autorail CAF.
- Atelier GM.
- Atelier DDA.
- Atelier chaudronnerie.
- Centre de formation SAFFI (filiale SNTF).
- Logement d'astreinte.

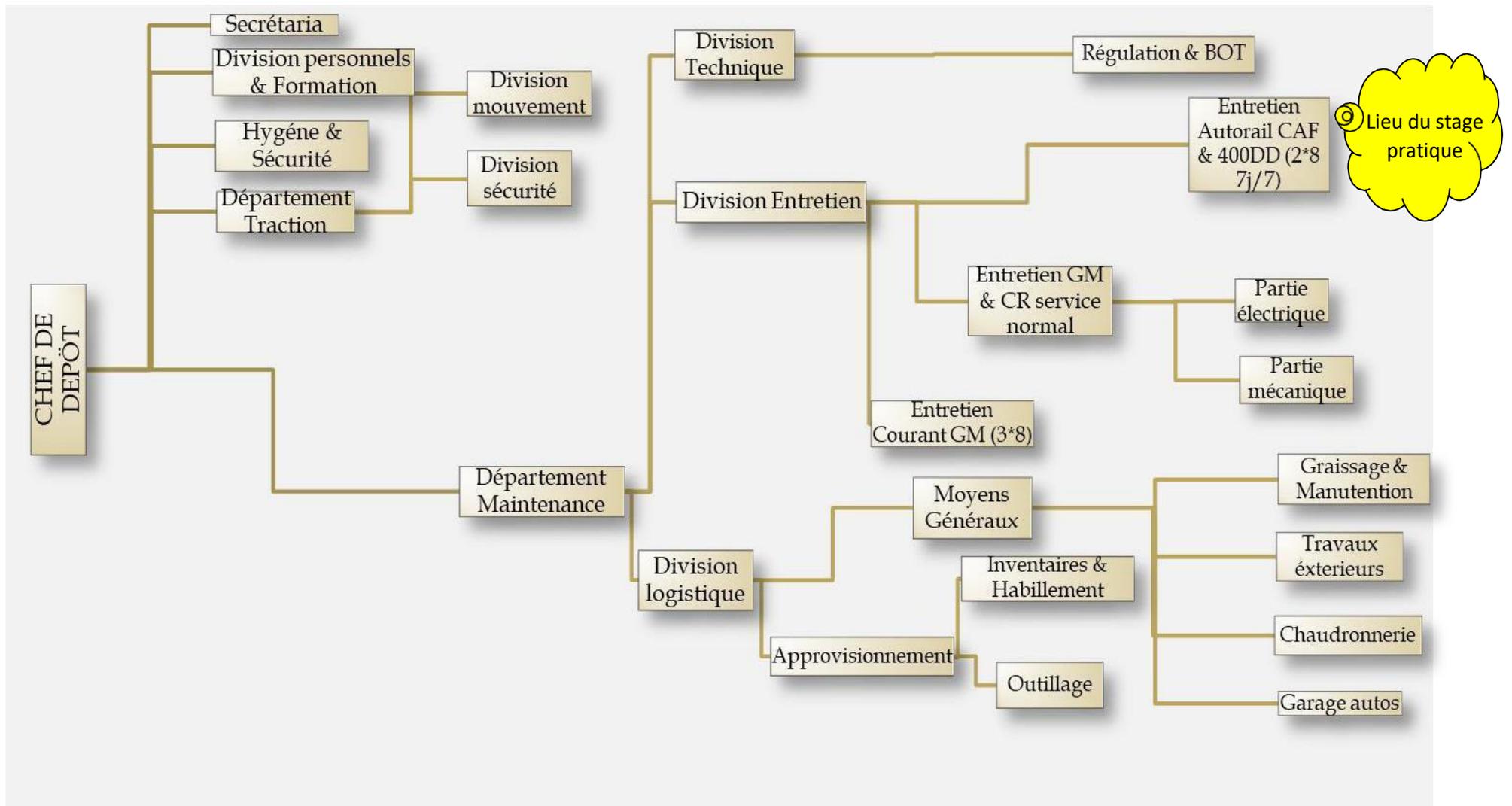


Figure 1.2 : Organigramme du dépôt d'Alger

I.2.1. Rôle et attributions du dépôt d'Alger

- Il veille à la mise en œuvre du programme de maintenance du matériel roulant
- Il contrôle l'application et le respect des règles d'entretien, et des programmes mensuels, annuels et pluriannuels de réparation
- Il assure le suivi de la qualité de la maintenance du parc affecté
- Il contribue à l'élaboration des spécifications techniques de maintenance
- Il assure l'équipement des trains en personnel de traction
- Il veille à la répartition du matériel moteur selon les besoins des activités de transport
- Il fournit les éléments d'information de l'évaluation de l'activité à la direction du matériel et de la traction.

I.2.2. Dépôt d'Alger est composée de deux (02) départements :

I.2.2.1. Département Traction

Est chargé de :

- Assure la gestion des engins de traction affectés à la région
- Répartir le matériel moteur selon les besoins des activités du transport
- Elaborer le plan de roulement des engins
- Suivre le programme de maintenance du matériel moteur
- Assurer la gestion du personnel roulant du dépôt et des annexes
- Optimiser l'utilisation du personnel des trains
- Gérer le mouvement des machines
- Assurer le suivi des formations du personnel des trains
- Elaborer des statistiques des incidents.

Le département traction est composé de deux (02) divisions

Division mouvement :

Est chargé de :

- Elaboration des rapports incidents
- Rapport de détresses 3145
- Rapport 387/388 : déraillements, marche lente, rupture d'attelage etc.
- Correspondances internes et externes
- Elaboration des roulements du personnel de conduite
- Elaboration des roulements engins de traction
- Contrôle l'enregistrement des événements : Quntum, Wabtec, Hasler
- Divers

Division sécurité :

- Lancement des campagnes de sécurité
- Traitement des rapports d'incidents et détermination des mesures conséquentes

- Assure le recyclage et la formation du personnel roulant dépôt et annexes
- Suivi du personnel de conduite Dépôt et annexes
- Contrôle des trains en ligne
- Assure les accompagnements des trains et le suivi du personnel de conduite dépôt et annexes
- Journée du mécanicien (interrogations annuelles)
- Connaissance lignes et engins
- Fiches A et B
- Exploitation rapports d'accompagnement 3146
- La gestion des PC traction et CTRA dépôt en collaboration avec la division mouvement.

I.2.2.2. Le département maintenance et production

Le département est composé de trois (03) divisions :

Division maintenance a pour missions de :

- Exécuter les opérations périodiques de maintenance des locomotives EMD (VM-VT-VT2-VA)
- Exécuter les opérations périodiques de maintenance des Autorails CAF (VS, CN, IB, IM1, IM2, IM3)
- Assurer les visites périodiques et l'entretien courant des locomotives EMD (VS)
- Assurer les révisions accidentelles de moindre importance (RA)
- Assurer le relevage du matériels roulant (déraillement).

Division technique

- Elabore le plan de maintenance
- Suivi des opérations de modification

Division Logistique est chargé de :

- Élaborer et proposer le budget annuel de maintenance ;
- Étudier et résoudre les problèmes techniques des matériels et organes dont l'atelier est responsable ;
- Coordonner et suivre les études, l'élaboration, la rectification et la mise à jour des spécifications de maintenance ;
- La mise à jour de la nomenclature générale NG (modification, suppression) ;
- Élaboration des états de création
- Définir les spécifications d'achat et les spécifications techniques pour la symbolisation des articles.

Il prend en charge également :

- La préparation du plan de charge ;
- Le suivi du programme de maintenance du matériels traction ;
- La gestion des approvisionnements ;

- Le suivi des inventaires
- La création des pièces
- La coordination avec les autres services
- Mettre à disposition des utilisateurs en temps opportun les fournitures qui leur sont nécessaires.

Prendre en charge la gestion des approvisionnement :

- Pièces magasins des locomotives, Grue 80T ;
- Organes parc des locomotives, Grue 80T ;
- Démarches, prospections et achats locaux
- Commande et suivi des consommations des produits stratégiques (lubrifiants, semelles de freins et carburant...);
- Assurer les réceptions et le contrôle qualitatif et quantitatif des livraisons ;
- Procéder aux inventaires, procéder aux achats locaux des fournitures et pièces de rechange.

Dépôt d'Alger permet de diminuer le temps d'immobilisation des locomotives en remplaçant par voie d'échange et sans facture au moyen d'organes en bon état les organes avariés ou usés que leur envoient les ateliers BPML.

Les organes avariés après avoir été réparés par l'atelier BPML seront rendus au dépôt d'Alger pour qu'ils puissent être mis en cases dans le but de servir à d'autres échanges ou bien ils seront expédiés à l'établissement demandeur.

▪ Inventaire du dépôt d'Alger :

Contrairement à ce qui a lieu au magasin GM ou Autorail le stock varie au fur et à mesure des réceptions et des livraisons à l'atelier BPML ou SMK, le nombre des organes parc à l'inventaire (aujourd'hui le parc comprend 711 comptes), une fois déterminé, il reste invariable puisque chaque organe sorti du parc y est immédiatement remplacé par l'organe réparé par les sections de l'atelier BPML ou SMK.

Ainsi le parc principal d'Alger doit toujours avoir, soit en case, soit en réparation ou en route pour échange, le nombre d'organes fixé par la dotation qu'on peut trouver dans le registre de nomenclature générale.

▪ Relations du dépôt d'Alger avec les ateliers et dépôts du réseau :

Chaque dépôt est muni d'une unité annexe de pièces de rechanges, à chaque fois que le dépôt a besoin d'une pièce opérationnelle il va puiser dans son unité annexe si sa dotation le permet si la pièce est disponible en case. En satisfaisant le dépôt, l'unité annexe va se retrouver avec des pièces avariées, il va alors adresser au parc principal d'Alger (si sa dotation en ce qui concerne cette pièce le permet) une demande d'échange (modèle 3065). Dans le cas où la pièce n'est ni symbolisée ni prévue dans l'inventaire du parc principal d'Alger alors le dépôt va adresser

aux ateliers d'Alger une demande de réparation (modèle 7021).

Les différents ateliers du réseau qui ont leurs propres parcs principaux satisfont les parcs annexes avec lesquels ils sont en relation et se retrouvent après échange de pièces avec des pièces avariées. Ces dernières sont soit réparées dans ces ateliers soit adressées au parc principal d'Alger avec une demande d'échange, demande de réparation directe, ou un 7021 (selon dotation du parc par ce type de pièce) élevé. Elles sont également dotées de caractéristiques telles que des fonctions de verrouillage manuel pour une conduite plus sportive ou une meilleure économie de carburant.

En résumé, Voith propose des boîtes de vitesses spécifiquement conçues pour les trains, offrant un fonctionnement hydrodynamique, une transition en douceur entre les vitesses et des performances adaptées aux exigences du transport ferroviaire.

Chapitre II

Présentation des types de train

II.1 Les types de train

Les trains sont des matériels roulant ferroviaire assurant le transport de personnes ou de marchandises sur une ligne de chemin de fer. La SNTF (Société nationale des transports ferroviaires) dispose d'une grande variété de matériels roulants il existe principalement quatre type de train

II.1.1 Automotrice Alstom Coradia :

La famille Coradia du constructeur Alstom est une famille de matériel roulant ferroviaire développée, commercialisée et construite par Alstom couvrant un panel de trains régionaux, interrégionaux pour des longues distances.

Ce sont des automotrices qui se déplaçant par ses propres moyens. Il peut fonctionner à une vitesse maximale de 160 km/h (99 mph) en mode électrique ou bi-mode à des tensions de 25 kV et 1,5 kV ; une version transfrontalière capable de fonctionner à une tension de 15 kV. Le plancher bas intégré des voitures offre une meilleure accessibilité et un haut niveau de visibilité aux passagers. Pour limiter les vibrations et les niveaux de bruit, des bogies motorisés sont placés aux deux extrémités de chaque chariot.



Figure II.1: train Alstom Coradia

II.1.2 Rame Stadler Flirt :

Le FLIRT traduit en anglais (Fast Light Innovative Regional Train) est une rame automotrice innovante agile et légère pour trafics régionaux avec une motorisation électrique conçue et construite par l'entreprise Suisse Stadler Rail.

La FLIRT est une rame articulée composée de deux à six voitures La puissance est normalement de 500 kW par essieu moteur. La vitesse maximale du FLIRT160 est de 160 km/h et de 200 km/h pour la version FLIRT200. Les rames disposent d'attelages automatiques pour former des unités multiples.

En 2006, l'entreprise ferroviaire algérienne SNTF commande 64 rames pour le réseau de banlieue d'Alger. Les premières sont livrées en 2008



Figure II.2 : Train Stadler FLIRT

II.1.3 Autorail CAF ZZ 22 :

Un autorail ou automotrice thermique est un type d'automotrice comportant un moteur à combustion interne (MCI) qui sert directement à la propulsion du véhicule (transmission mécanique, hydraulique) ou qui sert à entrainer un groupe électrogène produisant de l'électricité pour alimenter des moteurs de traction électriques (transmission électrique).

Assuré par le train CAF ZZ 22, Ils peuvent être couplés jusqu'à 3 unités (9 voitures) par des accouplements automatiques.

Ils sont destinés à la qualité du trafic régional et disposent de la climatisation et d'un système d'information voyageur.

Chaque unité possède quatre moteurs 338 kW et la vitesse maximale est de 160 km / h.



Figure II.3 : Autorail CAF ZZ 22

II.1.4 Locomotives diesel-électrique GM-EMD :

Assurés par les locomotives diesel-électrique GM-EMD (General Motors Electro-Motive Division), et des voitures DEV INOX.

Les trains sont robustes d'une puissance considérable pour assurer les trajets de longues distances aller-retour. Le moteur diesel de la locomotive diesel-électrique fait démarrer une génératrice, et celle-ci transmet l'énergie électrique nécessaire pour mouvoir les moteurs sur chacun des essieux. Ces locomotives s'avèrent plus économiques que celles qui fonctionnent à vapeur.



Figure II.4 : Locomotives diesel-électrique GM-EMD

II.2 Description d'un autorail CAF :

Le train Automoteur diesel pour la Société Nationale des Transports Ferroviaires (SNTF) est une unité diesel pour des lignes dont la largeur de voie est de 1435 mm.

La composition minimum autonome est composée par deux voitures motrices et par une voiture remorque, M1-R-M2, accouplées pneumatiquement et mécaniquement par l'intermédiaire d'attelages semi-permanents et électriquement à travers des prises placées dans chaque traverse. La composition maximum est de trois unités de train, soit neuf voitures.

Chaque unité dispose d'un poste de conduite à chacune de ses extrémités avec deux portes d'accès extérieures, une de chaque côté. À l'autre extrémité des voitures M1 et M2 et aux Deux extrémités de la voiture R, il a été prévu un couloir d'intercirculation qui permet aux Voyageurs d'accéder aux voitures à travers une porte d'intercommunication.

Le train est propulsé par l'intermédiaire de quatre moteurs diesel, deux dans chaque voiture Motrice.



Figure II.5 : les Autorails CAF

II.3 Compositions des équipements d'autorail :

II.3.1 Composition Extérieure des Équipements :

Tableau II.3.1: Composition extérieure des équipements

Elément	Description	M1	R	M2
1	Attelage automatique	X		X
2	Attelage semi-permanent	X	X	X
3	Couloir d'Intercirculation	X	X	X
4	Porte extérieure d'accès au poste de Conduite	X		X
5	Bogie moteur (côté poste de conduite)	X		X
6	Bogie moteur (côté opposé au poste de conduite)	X		X
7	Bogie remorque		X	
8	Porte d'accès	X	X	X
9	Chasse-bœufs	X		X
10	Fenêtre fixe	X	X	X
11	Fenêtre rabattable	X	X	X
12	Fenêtre de secours	X	X	X
13	Indicateur de destination frontal	X		X
14	Indicateur de destination latéral	X	X	X
15	Phare supérieur (feux de croisement et feux longue portée)	X		X
16	Feu à LED blanc et rouge	X		X

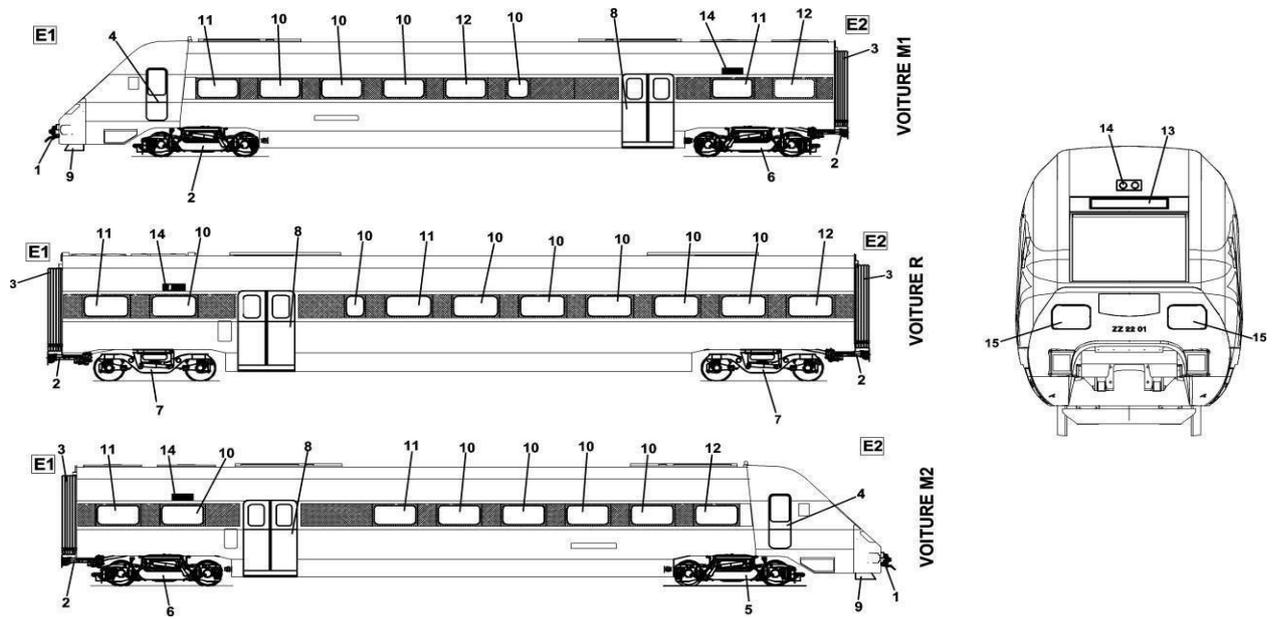


Figure II.6 : Composition extérieure des équipements

II.3.2 Compositions des Équipements sur le Toit :

Tableau II.3.2 : Composition des équipements sur le toit

Élément	Description	M1	R	M2
1	Équipement de refroidissement des moteurs	X	X	X
2	Système de climatisation du compartiment voyageurs	X	X	X
3	Système de climatisation du poste de conduite	X		X
4	Antenne Train-Terre	X		X

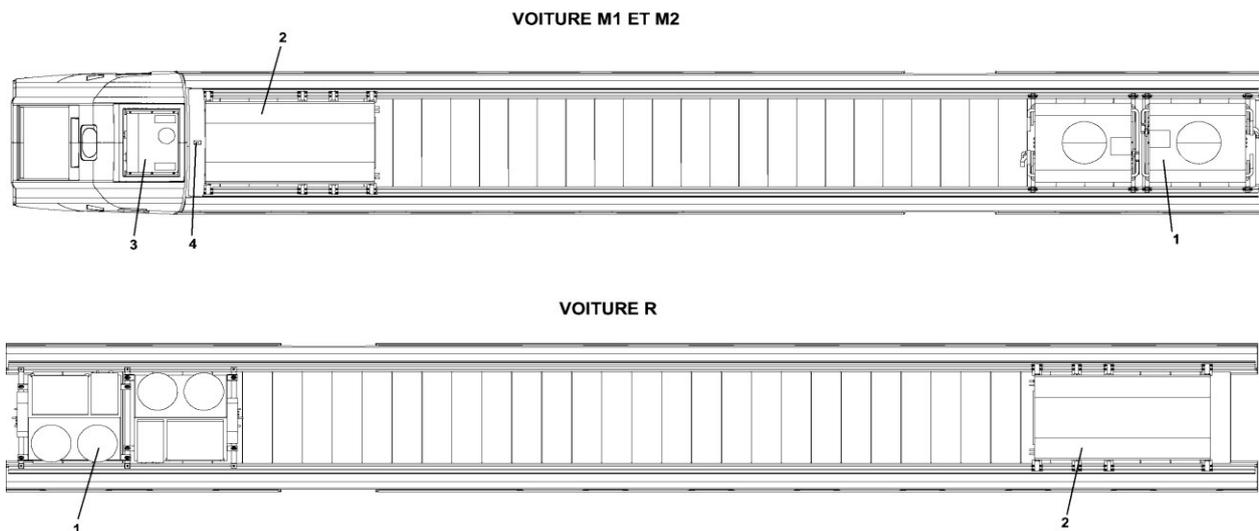


Figure II.7 : composition des équipements sur le toit

II.3.3 Composition des Équipements Sous le Châssis :

Tableau II.3.3: composition des équipements sous le châssis

Élément	Description	M1	R	M2
1	Indicateur triple de frein	X	X	X
2	Électrovalve antiblocage	X	X	X
3	Valve de pression moyenne	X	X	X
4	Klaxon A-10	X		X
5	Klaxon D-31	X		X
6	Réservoir 25 litres	X	X	X
7	Panneau auxiliaire II	X		X
8	Moteur diesel traction	X		X
9	Turbo transmission hydraulique	X		X
10	Axe cardan	X		X
11	Moteur auxiliaire		X	
12	Alternateur		X	
13	Échangeur de chaleur	X	X	X
14	Échangeur d'huile	X		X
15	Réservoir huile	X		X
16	Réservoir combustible	X	X	X
17	Réservoir eaux usées	X		X
18	Bloc de production d'air		X	
19	Coffre EDC	X	X	X
20	Module pneumatique de frein	X	X	X
21	Module électrique	X	X	X
22	Coffret courant alternatif		X	

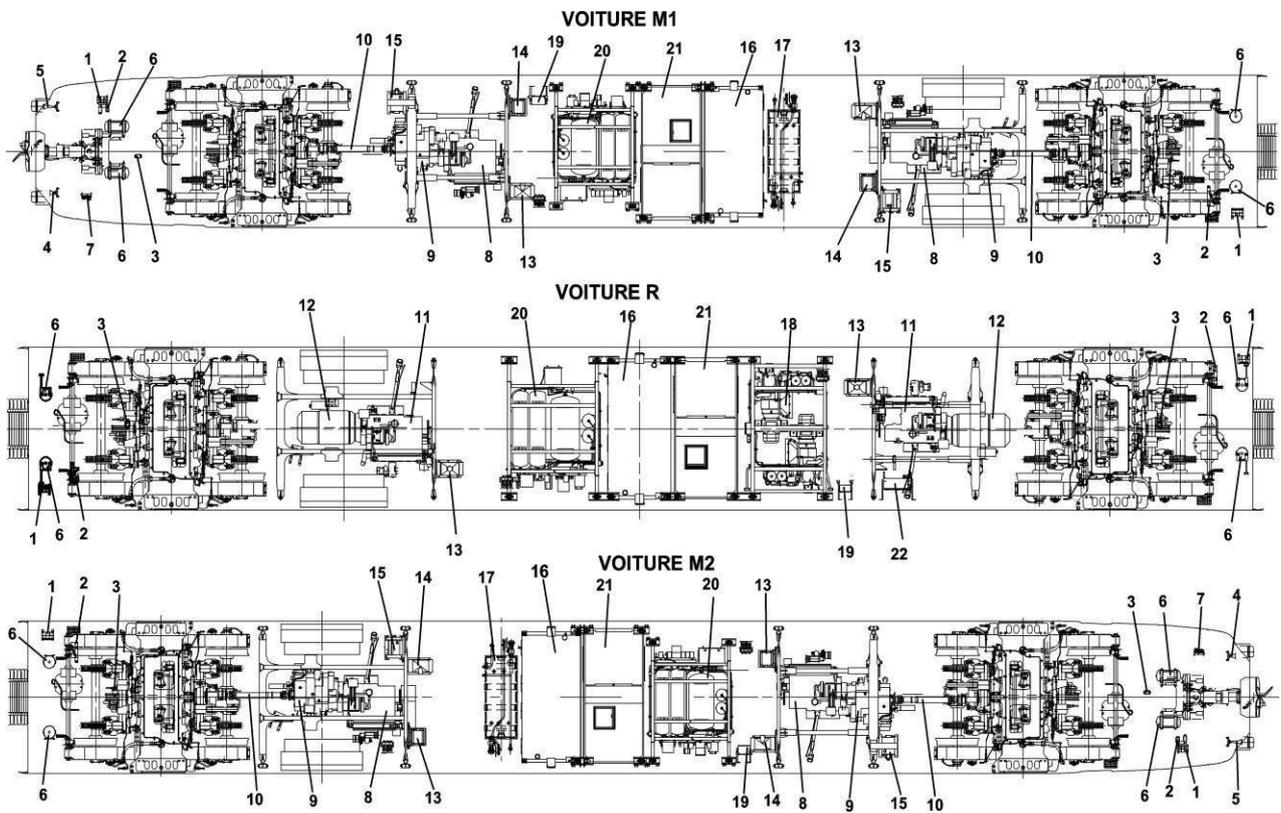


Figure II.8 : Disposition des équipements sous le châssis

II.3.4 Composition Intérieure des Équipements :

Tableau II.3.4 : composition intérieure des équipements

Élément	Description	M1	R	M2
1	Pupitre de conduite	X		X
2	Armoire C1	X		X
3	Armoire C2	X		X
4	Armoire P1	X	X	X
5	Armoire P2	X	X	X
6	Armoire P3	X	X	X
7	Armoire P4		X	
8	Sièges	X	X	X
9	Zone PMR	X		
10	Tables	X	X	X
11	Module toilettes normales			X
12	Module toilettes PMR	X		
13	Porte intérieure du poste de conduite	X		X
14	Porte intercommunication voitures	X	X	X
15	Tirettes d'alarme	X	X	X
16	Marteau brise-vitre	X	X	X
17	Extincteur	X	X	X
18	Civière		X	
19	Cales blocage des roues		X	

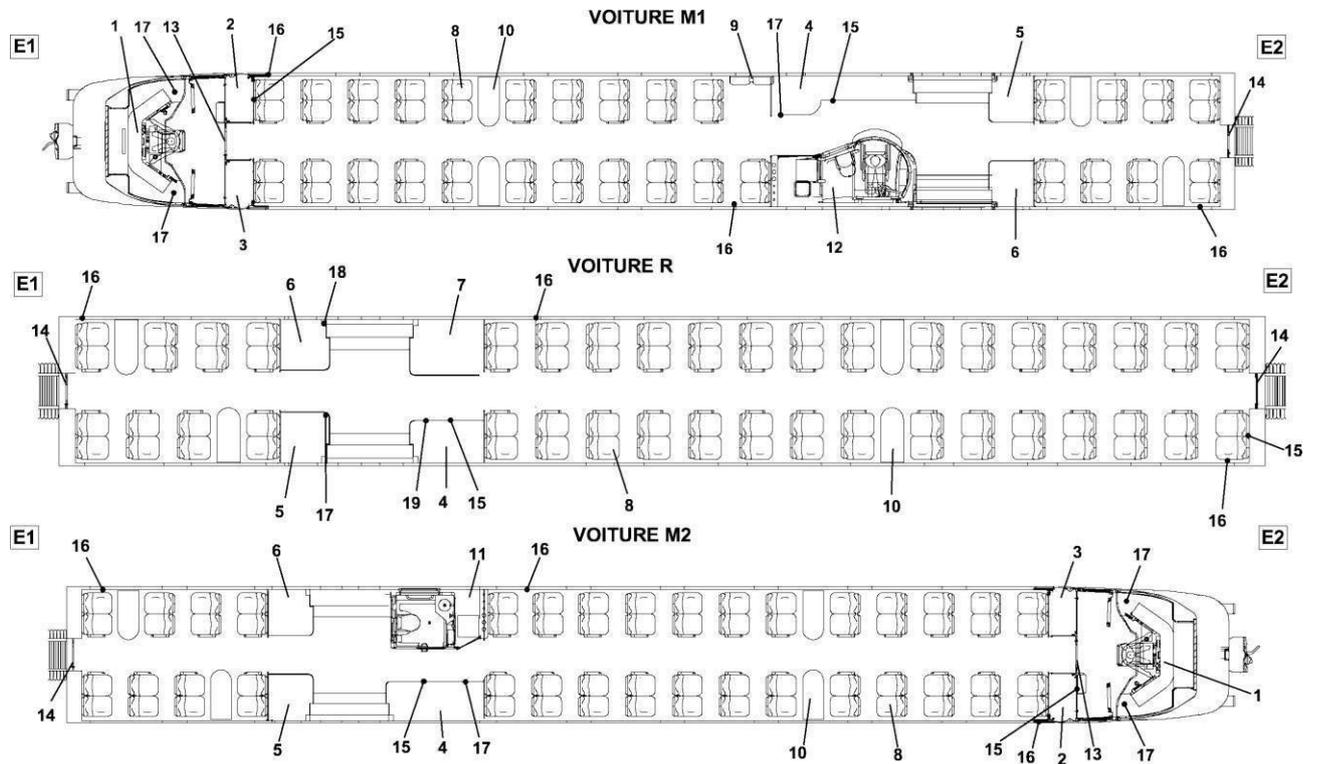


Figure II.9 : Composition intérieure des équipements.

II.4 Description du système de traction et frein hydrodynamique des autorails :

II.4.1 Génération de signal PWM :

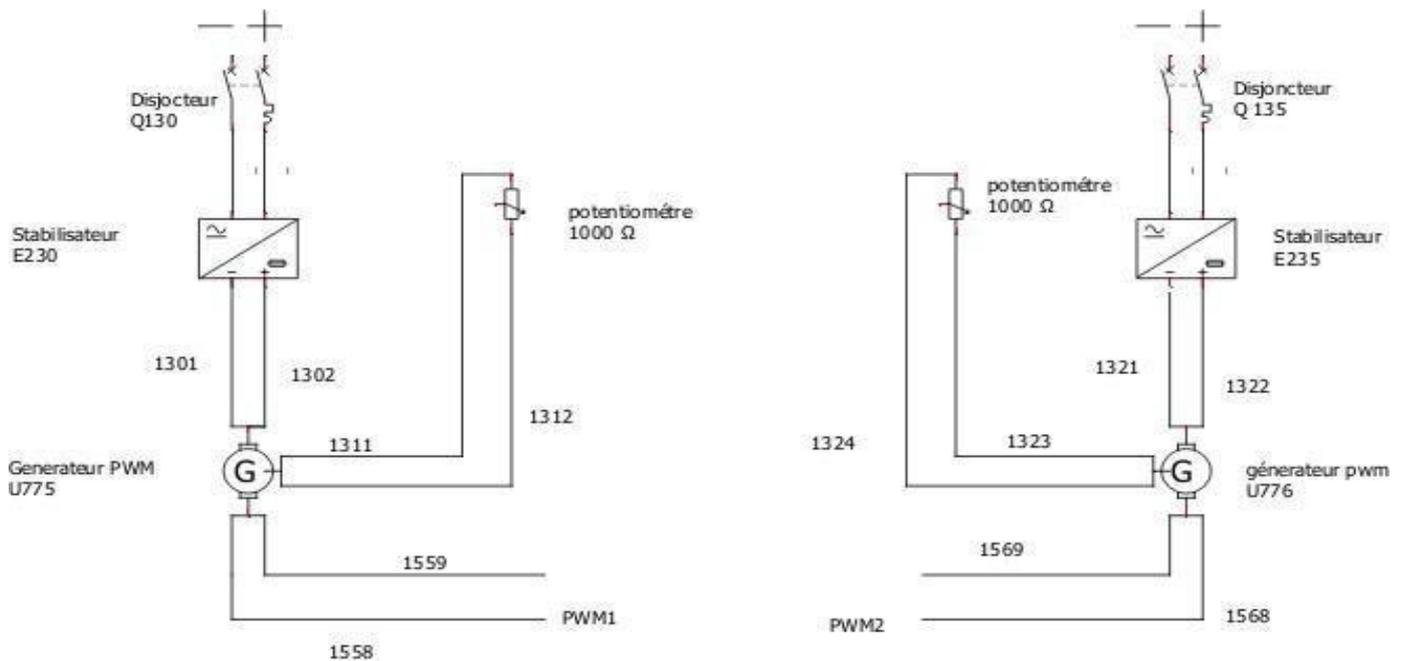


Figure II.10 : schéma simplifié génération de signal PWM

A partir de deux sources d'alimentation stables E230 et E235, nous alimentons avec une tension stable 24v DC les panneaux générateurs de PWM (U775 et 1 -U776) la commande de largeurs d'impulsion effectuer par deux potentiomètres qui se trouve dans le manipulateur traction et frein.

Avec ce signal PWM on commande la traction et le frein de tout le train de façon expliqué dans l'équation suivante :

$$\text{Traction} > 50 \% \text{ de PWM} > \text{frein}$$

II.4.2 Tractions :

Le train est propulsé par l'intermédiaire de quatre moteurs diesel, deux dans chaque voiture motrice. Il s'agit de moteurs quatre temps avec six cylindres en ligne, placés horizontalement dans les modules moteurs en dessous du châssis de la caisse.

L'injection du combustible est à type direct avec un seul réservoir de combustible pour les deux moteurs d'une même voiture. L'injection est commandée par l'intermédiaire d'un système électronique EDC selon de nombreuses variables et selon la demande du conducteur. Ce système électronique est en contact avec l'unité de contrôle SICAS pour réaliser le démarrage, le contrôle et l'arrêt des moteurs.

Le circuit de lubrification par huile est un circuit intérieur et fermé. La pression de l'huile est contrôlée par l'intermédiaire d'un détecteur.

Le refroidissement est un refroidissement par eau. L'appareil de refroidissement est installé sur le toit des voitures motrices, et dispose de détecteurs qui détectent le niveau minimum et la température de l'eau.

La transmission de puissance du moteur à l'essieu monté du bogie s'effectue par l'intermédiaire de la turbo transmission, dirigée et contrôlée par son propre système électronique (VTIC). Cette boîte à deux vitesses de fonctionnement automatique selon la vitesse du train.

La motorisation de l'unité Algérie comprend le moteur diesel et l'ensemble des transmissions :

- Moteur Diesel principal ;
- Turbo transmission hydraulique ;
- Couplage élastique de torsion ;
- Réducteur ;
- Arbre de transmission ;
- Arbre d'entraînement.

Quand le signal PWM est supérieur à 50 %, l'unité contrôle train (sicas + contrôle traction) crée un signal de validation traction et la combinaison de 3 signaux en fonction des cronts utilisés (il existe 8 cronts), qui vont vers le Gateway qui a travers un bus de communication transmet le signal vert VTIC et EDC ainsi le VTIC ordonne d'excité les électrovanne et EDC fait tourner RPM.

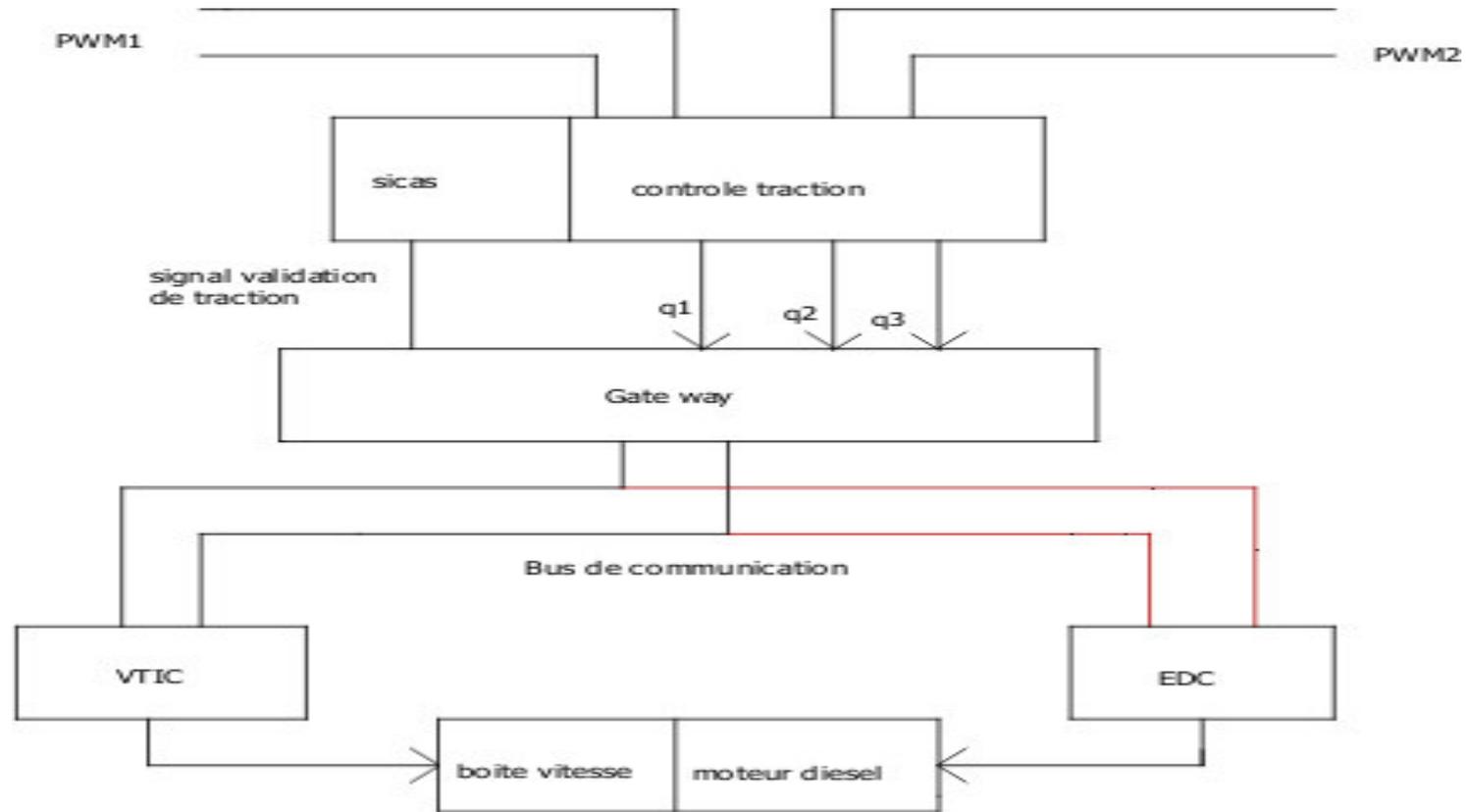


Figure II.11: Schéma système de traction

II.4.3 Système de frein hydrodynamique :

Le frein hydrodynamique est activé Quand le signal PWM est inférieur à 50 % et les deux moteurs sont présent et la vitesse du train est plus de 30 km/ heure.

L'ordre de freinage commence au niveau du manipulateur de traction/frein lorsqu'il est placé en un point quelconque de freinage. Cet ordre consiste en un signal de type PWM dont la largeur d'impulsion est inférieure à 50 %. Par sécurité, un deuxième signal PWM, devant être identique au premier à chaque instant, est généré. Le système de contrôle SICAS vérifie cette situation et, en cas de différence, il informe le conducteur. Ce signal arrive à l'électronique de surveillance et de contrôle de frein (BCU) où il crée un signal appelle demande frein hydrodynamique (DFHD) qui va vers GATEWAY qui a travers un bus de communication transmet le signal vert VTIC et EDC ainsi le VTIC ordonne d'écarter les électrovanne et EDC fait tourner le moteur d'une RPM de (1600 tour/minute) et le capteur de frein situé dans la boîte de vitesse crée un signal appelle signal réponse frein hydrodynamique qui revient dans BCU.

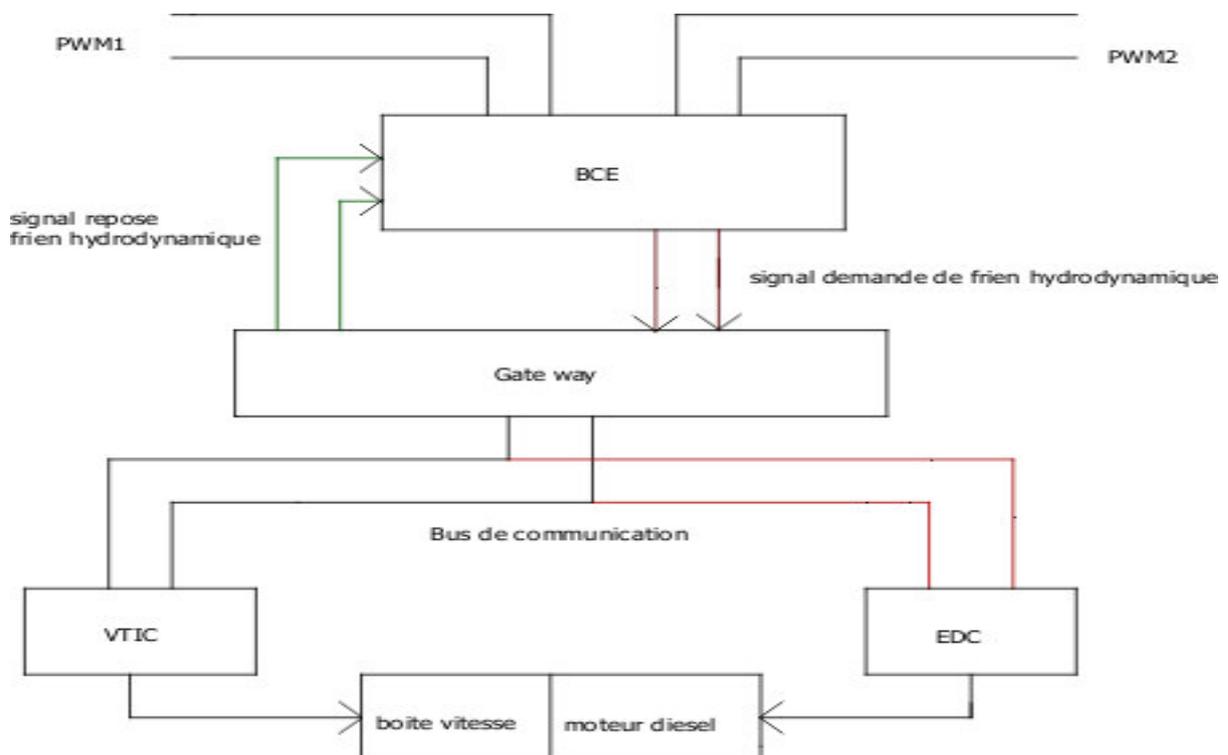


Figure II.12 : schéma de système frein hydrodynamique

II.4.4 Unité de Contrôle SICAS

Le train dispose d'une unité de contrôle SICAS formée par trois modules installés dans l'armoire C1 des voitures motrices et dans l'armoire P3 de la voiture remorque. Cette unité contrôle le fonctionnement du train en envoyant et en recevant des signaux des équipements auxiliaires et indique au conducteur tous les paramètres du train ainsi que les pannes par l'intermédiaire du terminal du poste de conduite. Ce terminal du poste de conduite est commun avec le système d'information et d'interphonie IRIS.

L'équipement SICAS est le système de contrôle et de diagnostic qui permet une communication facile et fiable entre le conducteur ou le personnel technique et les différents systèmes du train ou entre ces systèmes. Cet équipement réalise le réglage et le contrôle des paramètres des équipements de motorisation, des services auxiliaires et la supervision du diagnostic des données.

Le tableau 5 contient la liste des équipements qui forment le système ainsi que leur répartition dans les voitures



Figure II.12 : Equipement SICAS

II.4.4.1 Les trois objectifs fondamentaux du système SICAS sont :

- Réaliser la commande et le contrôle complets des équipements auxiliaires du train par l'intermédiaire de la gestion des sorties numériques et par communications.

- Prêter une aide à la conduite par l'intermédiaire de la monétarisation de l'état des équipements du train et la présentation sous forme visuelle au conducteur des alarmes et des événements (sur le Terminal du Poste de Conduite) éventuellement créés par l'application PLC à partir de l'analyse des signaux reçus directement ou par communications.
- Apporter une aide importante dans le diagnostic des pannes ainsi que dans les opérations de maintenance par l'intermédiaire de l'analyse dans un PC du fichier chronologique des événements et des alarmes.

II.4.5 Moteurs diesel :

Essentiellement, le fonctionnement du moteur à quatre temps consiste à mettre une massed'air dans une situation de pression et de température appropriées pour permettre la combustion d'une quantité de combustible. La combustion de ce mélange d'air et de combustible génère une augmentation de la pression et de la température qui sera récupérée dans l'unité d'Algérie, à travers diverses transformations, pour entraîner les essieux moteurs de chaque bogie.

L'apport d'énergie se fait pendant un bref laps de temps et à l'extérieur du moteur, à travers le moteur de démarrage, qui entraîne le vilebrequin et provoque l'initialisation du cycle de travail du moteur Diesel avec le déplacement à l'intérieur du cylindre de la séquence vilebrequin-bielle-piston.

La structure du vilebrequin et de la bielle définit l'excentricité nécessaire pour compléter à chaque tour du vilebrequin deux déplacements linéaires, ou courses du piston à l'intérieur du cylindre ; du point mort supérieur au point mort inférieur, PMS et PMI respectivement. Le cycle du moteur Diesel à quatre temps se complète par deux tours du vilebrequin et quatre temps ou courses du piston.

L'arbre à cames est le mécanisme qui régule le régime de rotation du vilebrequin avec l'entrée et la sortie d'air et des gaz d'échappement ou produits de la combustion à l'intérieur du cylindre. Tous les éléments qui composent le moteur s'installent sur une carcasse ou bloc moteur. Le mouvement des éléments en contact crée un réchauffement par friction qu'il faut diminuer pour allonger la vie utile du moteur. Partant du même raisonnement, il faudra réduire la température générée pendant la combustion, dans une plage, pour éviter que les parties mobiles fondent ou se "grippent" et éviter ainsi leur remplacement. Ces deux problèmes peuvent être résolus en créant des conduits intérieurs dans le bloc moteur où circulent, sans se mélanger, l'huile et les éléments de refroidissement.

Bien que tous les éléments du moteur soient plus ou moins en rapport, chacun de ces éléments remplit une fonction spécifique dans le fonctionnement.

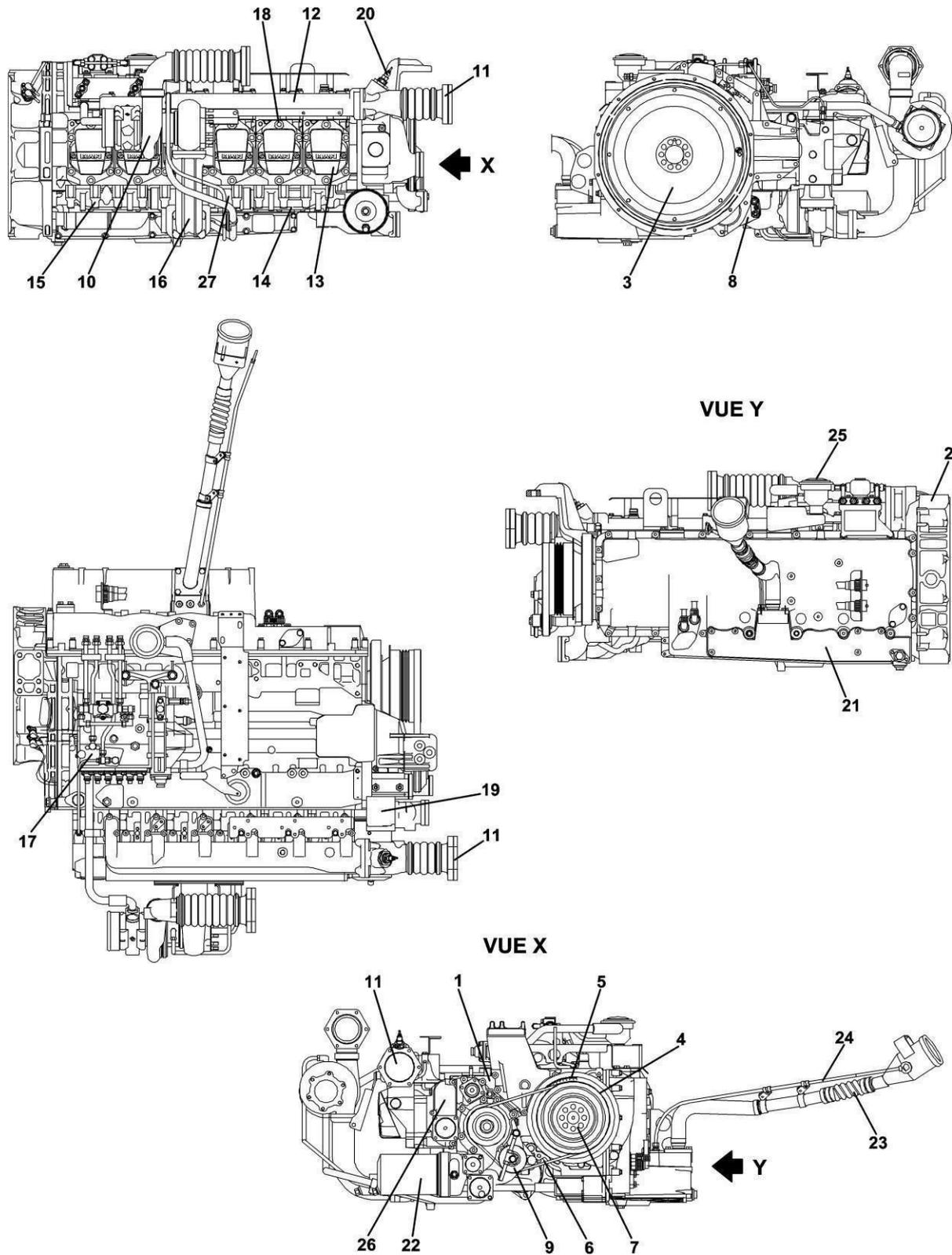


Figure II.13 : Moteur Diesel principal

Système d'entraînement mécanique ou chaîne cinématique de la Distribution :

- Un bloc moteur (1)
- Un couvercle de distribution (2).
- Un volant d'inertie (3).
- Un damper 4 avec une échelle graduée (5).
- Une poulie de courroie trapézoïdale (6).
- Un couplage devant (7).
- Une poulie de tension (9).

Système d'admission :

- Un turbocompresseur (10).
- Un coude d'admission (11).
- Un collecteur d'admission (12).
- Six culasses (13) **Système d'échappement :**
- Un collecteur d'échappement court (14) ou collecteur d'échappement avant (14)
- Un collecteur d'échappement long (15) ou collecteur d'échappement arrière (15)
- Un coude du collecteur d'échappement (16)
- Un collecteur d'échappement central (27)
- Un turbocompresseur (10) **Système d'alimentation de combustible :**
- Une pompe à injection (17).
- Six injecteurs (18).
- Une soupape électromagnétique (19).
- Une bougie à incandescence (20).

Système de lubrification :

- Un carter d'huile (21).
- Un radiateur d'huile avec filtre à huile (22).
- Un tube de remplissage d'huile (23).
- Une jauge du niveau d'huile (24).
- Une soupape séparatrice d'huile (25).

Système de refroidissement :

- Une pompe à eau (26).

Système de démarrage :

- Un moteur de démarrage (8)

Chapitre III

Boite de vitesse hydrodynamique

III.1. Principe et fonctionnement

Son principe de fonctionnement est basé sur des ailettes tournant dans de l'huile, un peu à la façon de deux ventilateurs face à face. Mais en fait le moteur serait un ventilateur branché qui donne de la puissance et en face un ventilateur débranché qui recevrait la force coté boite.

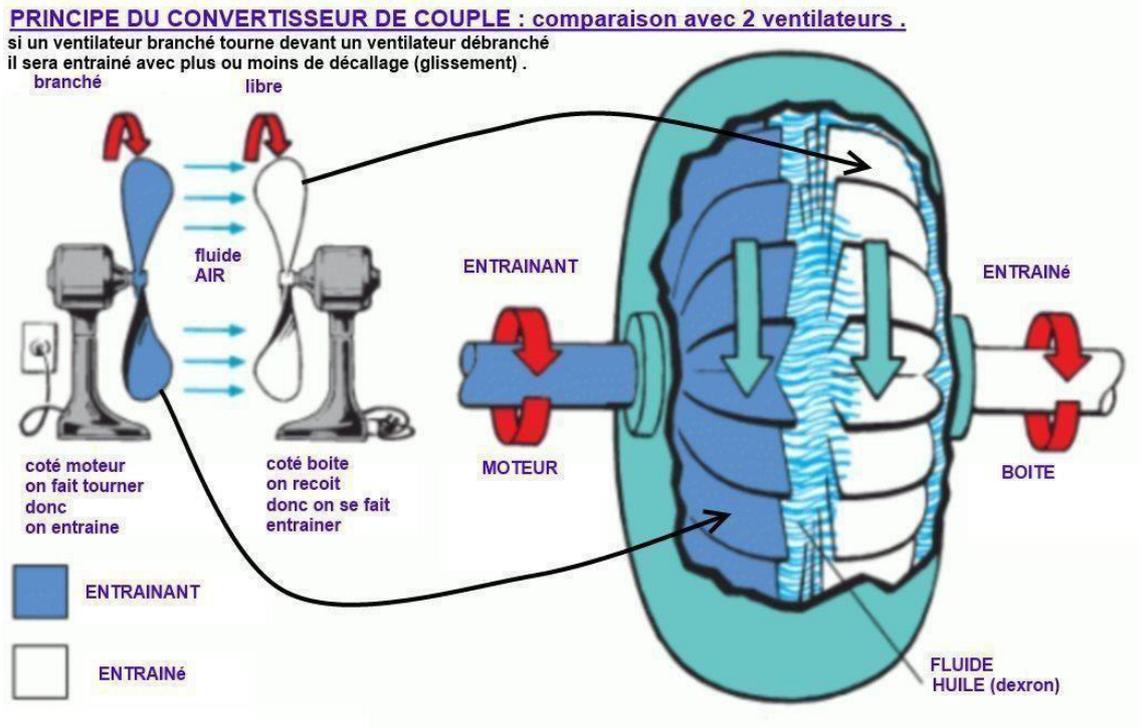


Figure III.1: Principe d'une boite de vitesse hydrodynamique

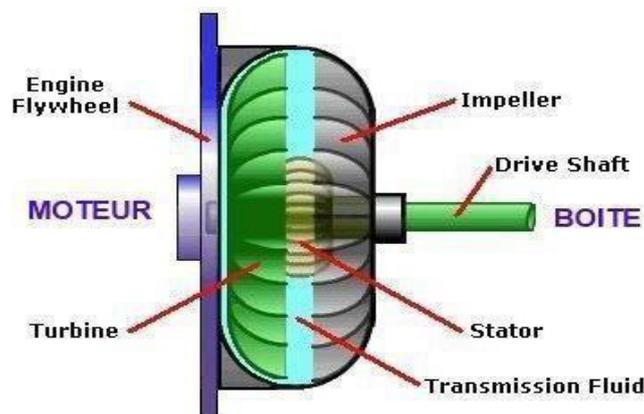


Figure III .2: Principe d'un coupleur

Les coupleurs sont utilisés comme composants de transmission hydrodynamique, pour transmettre les couples dans les systèmes d'entraînement en rotation. D'après la classification des coupleurs, les modèles hydrodynamiques font partie des turbomachines et doivent être

affectés aux coupleurs entraînés par adhérence. Le couple est transmis, entre l'entrée et la sortie, grâce à la transformation en énergie cinétique du fluide de fonctionnement mis en rotation entre les deux roues à aubages du coupleur. Les types, les modes de fonctionnement et les concepts liés aux coupleurs hydrodynamiques sont définis dans la directive VDI 2153 « Transmissions hydrodynamiques ». En se basant sur les principes fondamentaux connus, des informations complémentaires d'ordre applicatif doivent être fournies sur le fonctionnement des coupleurs à développer en fonction de spécifications précises relatives à l'utilisation ainsi que les paramètres concernant les modes de commande interne et extérieure au coupleur.

Le développement des trois machines hydrodynamiques de base que sont le convertisseur de couple, le turbo coupleur et le ralentisseur hydrodynamique, a été rendu possible grâce aux travaux de recherche fondamentale réalisés par Hermann Föttinger en 1905. La caractéristique de ces trois machines est que l'énergie mécanique de l'arbre primaire d'entraînement est entièrement convertie en énergie cinétique du fluide de fonctionnement mis en rotation par une roue pompe (roue primaire). Les principes de la dynamique des fluides permettent de décrire la capacité de transmission des coupleurs hydrodynamiques.

La définition théorique de la transmission du couple dans les coupleurs hydrodynamiques est fournie à partir de la loi fondamentale de Newton relative au moment cinétique de la masse de fluide en rotation et de l'équation d'Euler pour les turbines.

Dans la pratique, le comportement de transmission du coupleur est généralement décrit par une modélisation dérivée de l'équation pour les turbines. Dans ce modèle, toutes les côtes du profilé sont rapportées au diamètre du profilé de la pompe, et toutes les vitesses sont rapportées à la vitesse angulaire de la pompe. Les facteurs résultants de cette convention sont résumés dans le coefficient de puissance h .

Cette modélisation permet d'extrapoler aisément un coupleur défini dans sa forme et ses dimensions vers d'autres vitesses d'entraînement et fluides de fonctionnement ; ainsi d'autres tailles peuvent aussi être construites, avec des courbes caractéristiques de fonctionnement identiques.

Le coefficient de puissance comprend, outre les facteurs géométriques et le débit massique en fonction du différentiel de vitesses entre pompe et turbine, d'autres paramètres.

III.2. Historique des coupleurs hydrodynamiques

Les coupleurs hydrodynamiques sont souvent affectés à un groupe qui leur est propre dans les recherches de classification des accouplements. Ceci se justifie par le principe de fonctionnement particulier de la transmission hydrodynamique de puissance. La transformation entre la forme d'énergie mécanique et hydraulique offre diverses possibilités de faire varier la transmission de puissance suivant des lois précises. Les coupleurs hydrodynamiques peuvent donc être utilisés dans différentes applications de transmission pour des installations fixes ou mobiles.

Le développement du coupleur hydrodynamique remonte à un brevet déposé par le jeune ingénieur électricien, Hermann Föttinger, en 1905. Employé dans un chantier naval (Stettiner Vulkan), il a été confronté au problème d'adaptation et d'optimisation de la liaison entre la turbine à vapeur à vitesse rapide, employée dans la construction navale et l'hélice de propulsion à rotation lente. La transmission, la conversion et l'influence du flux de puissance constituent encore aujourd'hui les fonctions principales des composants d'une chaîne cinématique.

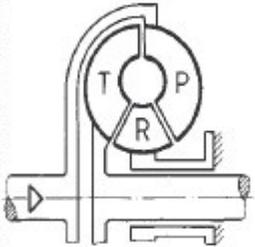
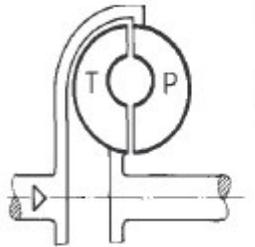
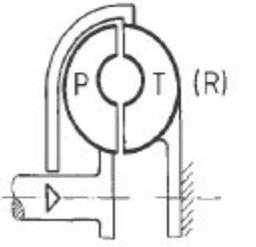
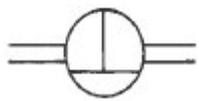
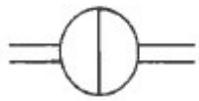
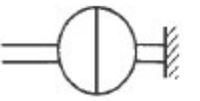
Convertisseur	Coupleur	Frein	Représentation schématique
			
			Symbole VDI 2153
$M_p + M_T + M_R = 0$ $\omega_{Tmin} < \omega_p < \omega_{Tmax}$ Aubages courbés	$ M_p = M_T $ $\omega_p > \omega_T$ Aubages droits	$ M_p = M_{T(R)} $ $\omega_{T(R)} = 0$ Aubages obliques	Merkmale

Figure III .3: Adaptation de la forme de puissance

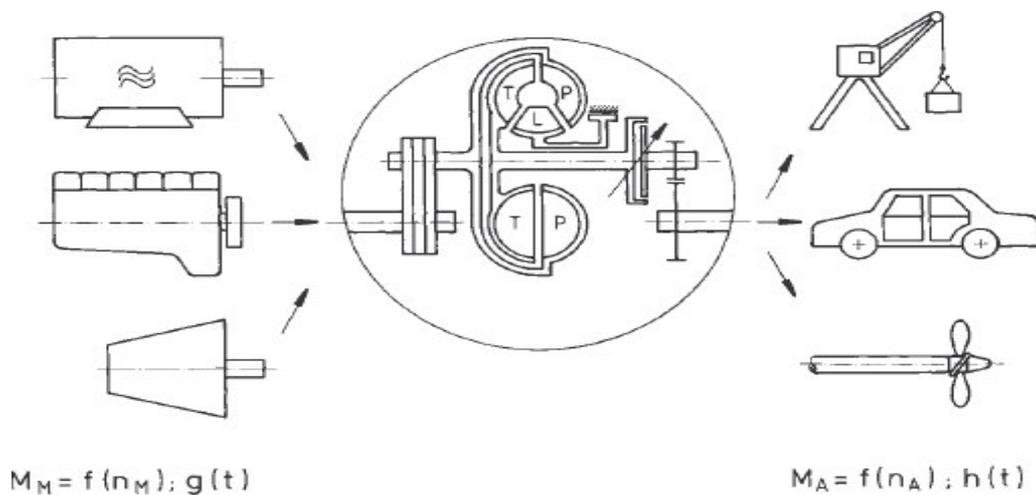


Figure III.4 : Les agrégats Föttinger

Le coupleur hydrodynamique représente, de même que le frein hydrodynamique, un cas particulier du convertisseur de Föttinger. Les concepts, les désignations, les types de construction, les modes de fonctionnement et les bases de calcul sont regroupés dans la directive VDI 2153.

III.3. Données hydrauliques

Dans les coupleurs hydrodynamiques, la puissance mécanique engendrée est transmise à un fluide en rotation, qui la transporte (sous forme d'énergie spécifique) entre un générateur (partie primaire) et un récepteur (partie secondaire). Le générateur et le récepteur sont des machines hydrauliques (pompe centrifuge et turbine). En conséquence, les principes de la dynamique des fluides permettent de décrire la capacité de transmission des coupleurs hydrodynamiques.

III.3.1. Principes

Le principe de base de la transmission hydraulique de puissance peut être représenté par le schéma simplifié (figure III.5).

Si l'on considère le débit du fluide en rotation de la pompe vers la turbine, la puissance contenue se calcule à partir de la quantité en mouvement et de l'énergie spécifique Y qui lui est imprimée. Pour les machines hydrauliques, Y est désignée aussi comme le travail spécifique. Pour l'écoulement tubulaire, les relations peuvent être dérivées des principes élaborés par Bernoulli. La machine hydrostatique ou hydrodynamique, utilisée pour la conversion de puissance mécanique en hydraulique du côté primaire sous forme de pompe ou de générateur, détermine

la forme d'énergie dominante dans l'écoulement du fluide. La composante d'énergie potentielle, toujours présente dans la transmission hydraulique de puissance peut être négligée dans la technique d'entraînement.

Convertisseurs de couple hydrodynamiques

Mode d'action

Utilisation de l'énergie cinétique d'un liquide en mouvement.

Le courant d'huile engendré par la pompe entraîne la turbine.

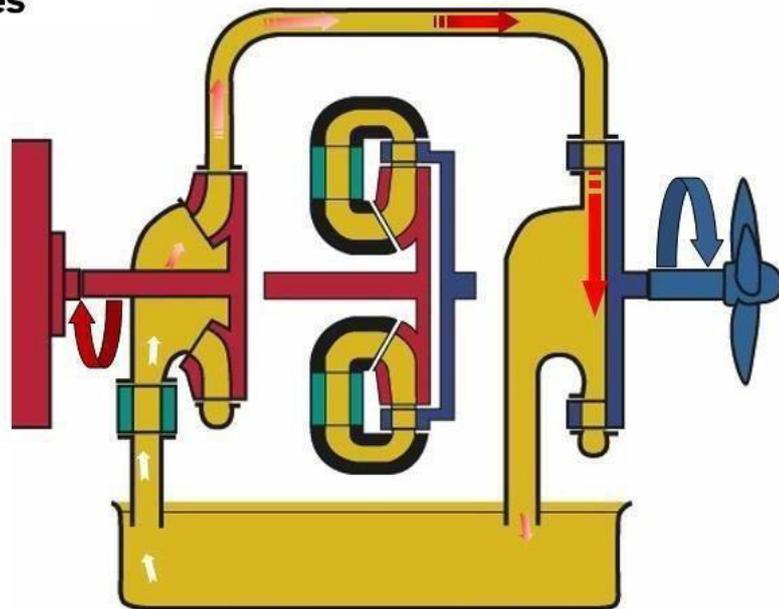


Figure III.5: Le principe de base de la transmission hydraulique de puissance

III.3.2. Les trois "agrégats Föttinger"

La solution proposée par Föttinger en transmission hydrodynamique de la puissance a conduit au développement de ce qu'il a lui-même appelé les trois "agrégats Föttinger", à savoir le convertisseur, le coupleur hydrodynamique et le frein hydrodynamique.

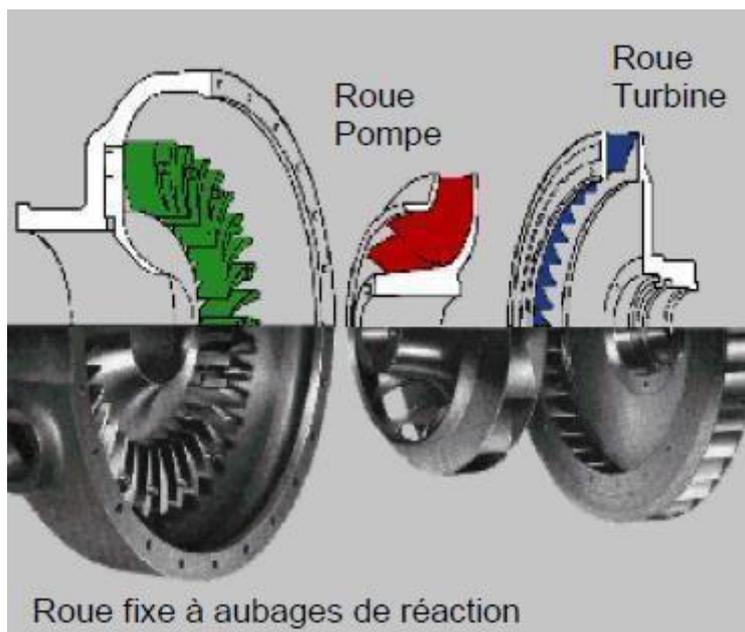


Figure III.6: Convertisseur « Föttinger » (convertisseur de couple hydrodynamique)

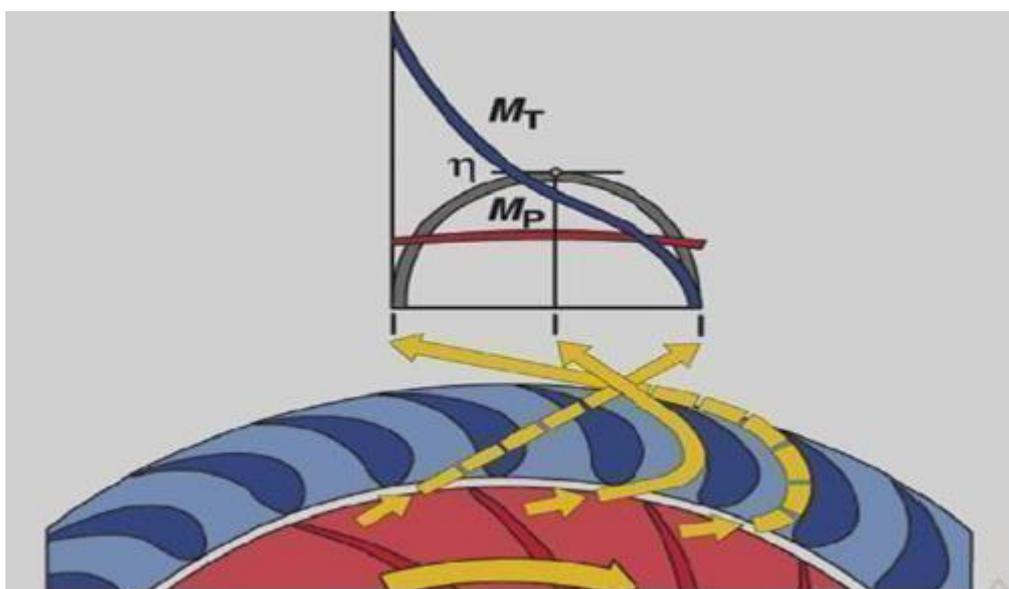


Figure III.7 : Courbes caractéristiques et allure de l'écoulement pour différents stades de marche

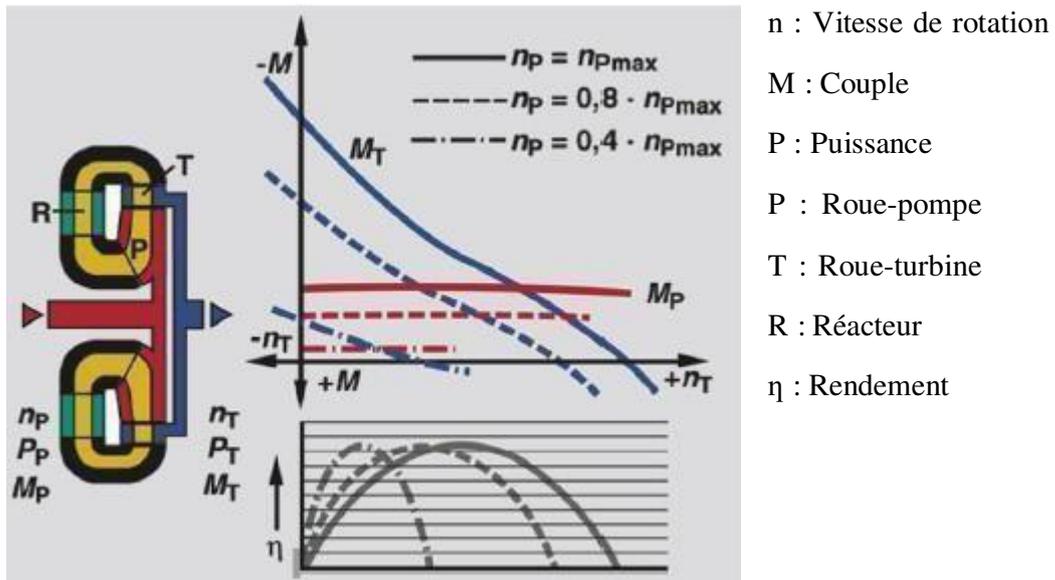


Figure III.8 : courbes caractéristiques

III.3.3. Coupleur

Coupleur « Föttinger » (Turbo coupleur)

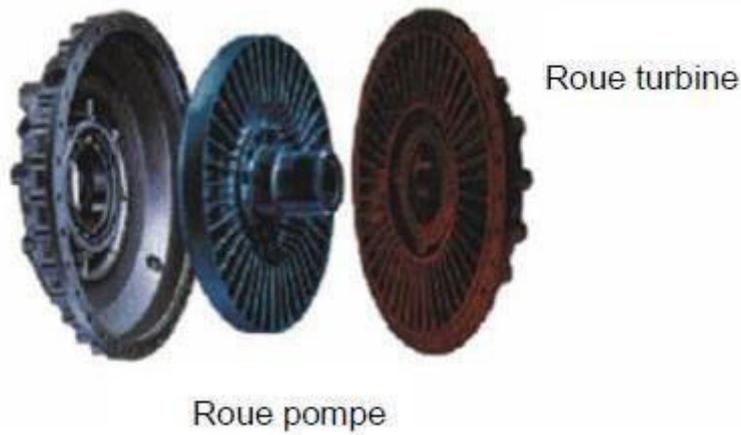


Figure III.9: Coupleur hydrodynamique

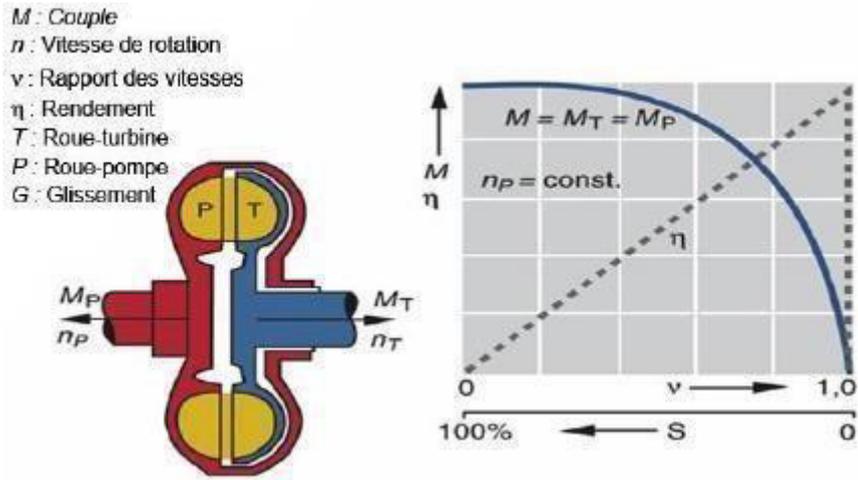


Figure III.10 : courbes caractéristiques d'un coupleur

III.3.4. Frein hydrodynamique (ralentisseur)

Frein hydrodynamique (ralentisseur)

Courbes caractéristiques

- 1 Rotor
- 2 Stator

- B Effort de freinage
- V Vitesse du véhicule

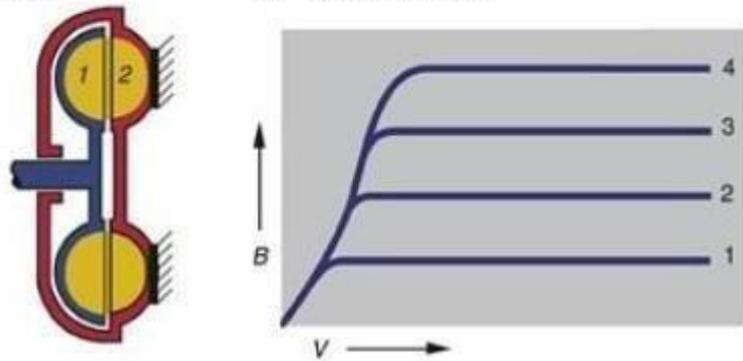


Figure III.11 : Frein hydrodynamique (HD)

Chapitre IV

Boite Voith T 211re.4 + KB190



PhotoIV.1 : Boite Voith T211re.4+KB190

IV.1. Introduction

Pour utilisation dans les autorails diesel et véhicules spéciaux avec montage sous le châssis, en mono moteur et en traction multiple et en option : Frein hydrodynamique KB 190 et réducteur auxiliaire côté primaire.

Puissance maximum à l'entrée de la transmission est de 350 kW

IV.1. Connaissance théorique et basique de la transmission

IV.2.1 Fonctionnement et description des principales parties

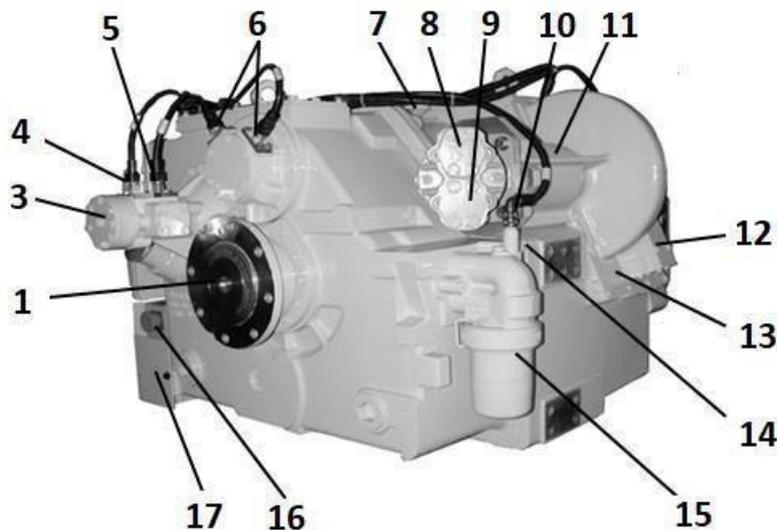
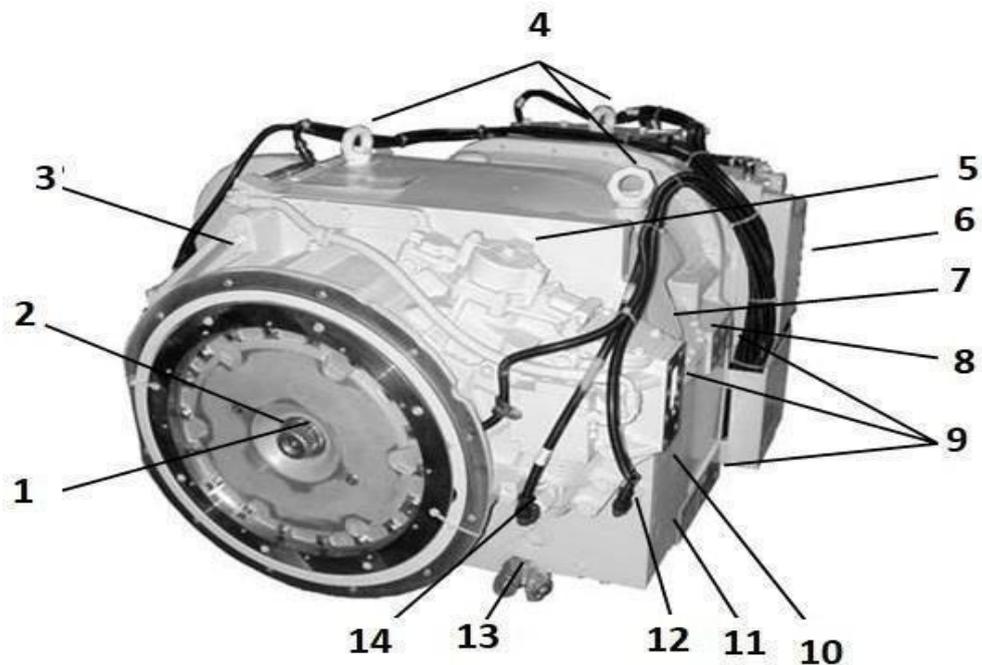


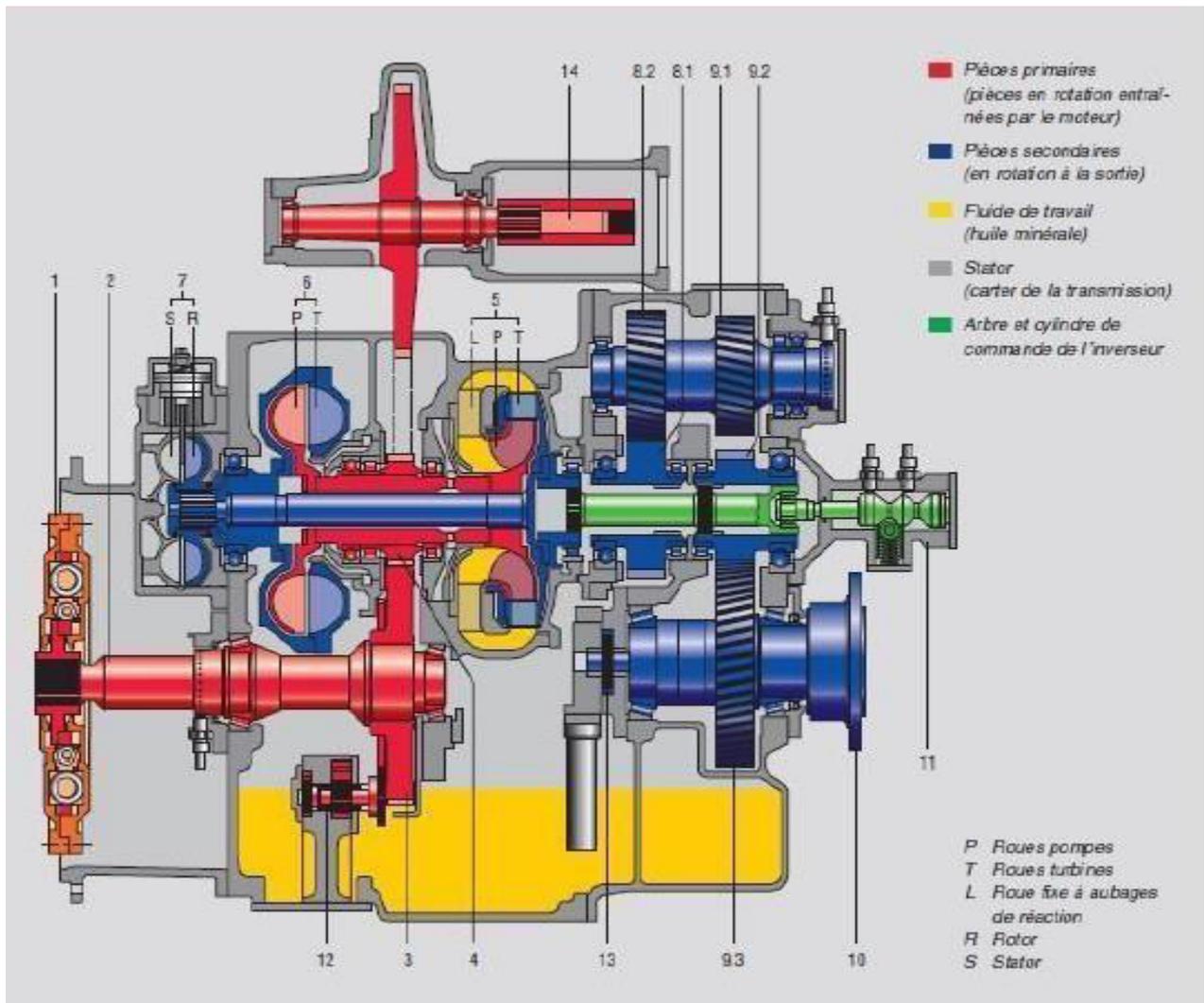
Photo IV.2 : Vue arrière de la transmission

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1. Axe sortie | 2. Entrée d'huile |
| 3. Actuateur d'inversion | 4. Capteur proximité B |
| 5. Capteur proximité A | 6. Capteur révolutions sortie |
| 7. Reniflard | 8. Entrée pompe auxiliaire |
| 9. Sortie pompe auxiliaire | 10. Différentiel de pression |
| 11. Prise auxiliaire avec pompe hydrostatique | |
| 12. Soupape de régulation de la pression pompe de remplissage | |
| 13. Pompe de remplissage, contrôle- commande primaire et pompe de lubrification | |
| 14. Vanne principale | 15. Filtre fin Pal |
| 16. Branchement électrique des capteurs | 17. Boîte à bornes |



PhotoIV.3 : Vue frontale de la transmission

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. Capteur révolutions entrée | 2. Axe d'entrée |
| 3. Carcasse frein | 4. Anneaux de suspension |
| 5. Commande clapets | 6. Électrovannes |
| 7. Vanne principale | 8. Groupe de distribution |
| 9. Suspension pour la transmission | 10. Raccord « vers » l'échangeur |
| 11. Raccord « de » l'échangeur | 12. Capteur température huile transmission |
| 13. Soupape de vidange huile | 14. Capteur de température ralentisseur |



FigureIV.1 : Coupe longitudinale simplifiée de la transmission

Désignation :

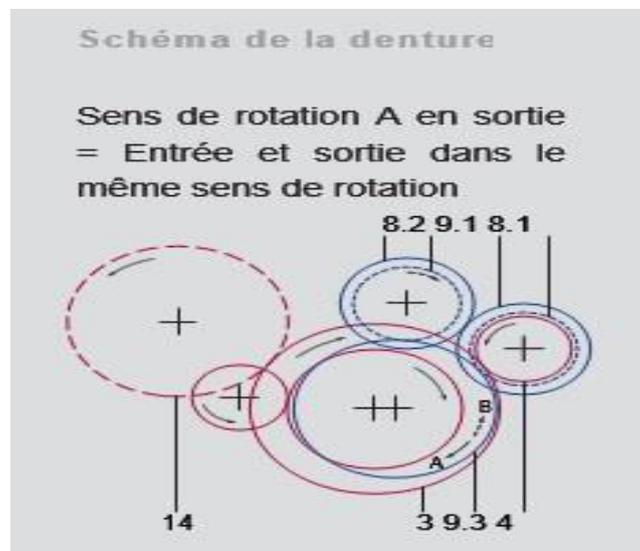
- | | |
|--|--|
| 1. Accouplement élastique (HTSD 400) | |
| 2. Arbre d'entrée | 3. Roue de surmultipliée |
| 4. Pignon de surmultipliée | 5. Convertisseur de couple, étage 1 |
| 6. Coupleur hydrodynamique, étage 2 | 7. Frein hydrodynamique KB 190 (en option) |
| 8. Roues d'inversion | 9. Roues de sortie |
| 10. Sortie | 11. Cylindre d'inverseur |
| 12. Pompe combinée d'alimentation et de distribution | |
| 13. Pompe de graissage secondaire | 14. Prise de force auxiliaire (en option) |

Tableau IV.1 : désignation T211re.4+KB190

T	=>	Turbotransmission pour Autorail Diesel
2	=>	Taille des circuits hydrodynamiques
1	=>	Nombre de convertisseurs de couple à l'intérieur de la transmission
1	=>	Nombre de coupleurs à l'intérieur de la transmission
R	=>	Avec inversion mécanique
E	=>	Avec commande électronique
.4	=>	Renforcée ; 4ième generation
+ KB	=>	Ralentisseur hydrodynamique (bridé sur le carter)
190/	=>	Diamètre du ralentisseur hydrodynamique [mm]

Tableau IV.2. : Turbo transmission caractéristiques techniques

Turbo transmission caractéristiques techniques	
Type de transmission	T 211 re.4 + KB 190
Puissance maximale à l'entrée	P = 312 kW
Vitesse maximale à l'entrée	2000 tr/min
Vitesse maximale à la sortie	2754 tr/min
Vitesse maximale du véhicule	vy = 167,8 km/h
Plein d'huile sans l'échangeur de chaleur	Environ 75 l



FigureIV.2. : Schéma de la denture

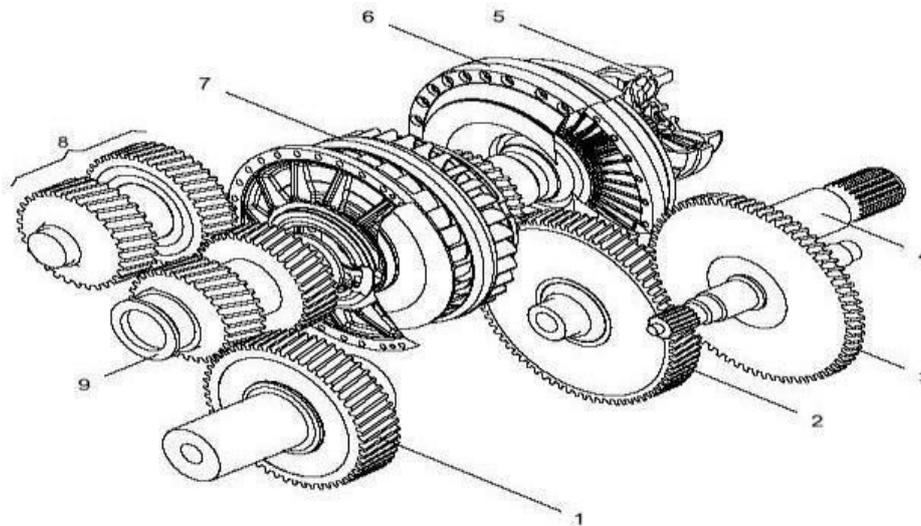


Figure IV.3 Disposition des différents engrenages

- | | |
|---------------------------------------|---------------------|
| 1. Sortie | 2. Multiplicateur |
| 3. Prise auxiliaire | 4. Entrée |
| 5. Frein hydrodynamique | 6. Accouplement |
| 7. Convertisseur | 8. Partie mécanique |
| 9. Axe « vers » actuateur d'inversion | |

La turbo transmission est flasquée directement sur le moteur diesel. Le moteur diesel entraîne, par l'intermédiaire d'un accouplement élastique (1), l'arbre d'entrée (2) de la turbo transmission. La roue de multiplication (3) est disposée sur cet arbre, et elle entraîne par le pignon d'entrée (4) l'arbre primaire et les roues pompes (P) des deux circuits hydrodynamiques.

Il est possible d'installer une prise de force auxiliaire en entrée (14) pour entraîner les auxiliaires.

Les roues pompes transmettent aux roues turbines, sous l'effet de l'énergie cinétique emmagasinée par le fluide de travail, le couple moteur absorbé. Les aubages du convertisseur de couple et du coupleur sont conçus de manière à travailler avec un bon rendement sur deux plages de vitesses qui se suivent, même si la démultiplication mécanique est la même.

Un effet de roue libre permettant d'économiser le carburant pendant la marche peut être obtenu grâce à la vidange du circuit rempli. Le remplissage des circuits et la reprise du moteur se font facilement à toutes les vitesses.

Le cylindre d'inversion (11), situé dans la partie mécanique de la transmission permet d'inverser le sens de la marche lorsque le véhicule est immobilisé. Il met en prise le baladeur à crabots, selon le sens de la marche, dans la roue d'inversion (8.1) ou la roue de sortie (9.2). Les forces sont transmises soit via les roues d'inversion (8.1) et (8.2) aux roues de sortie (9.1) et (9.3), soit via les roues de sortie (9.2) et (9.3).

La bride de sortie (10) est reliée au pont moteur par un arbre à cardan. L'entrée et la sortie sont pratiquement dans le prolongement l'une de l'autre.

La pompe combinée de remplissage et de distribution (12) alimente le convertisseur et le coupleur en huile de transmission et assure la lubrification des roulements et de la denture. Si un élément est mis hors circuit dans le cadre d'une traction multiple, ou si le véhicule est remorqué, la pompe secondaire de graissage (13) veille à la lubrification des roulements et de la denture.

La transmission peut être équipée du frein hydrodynamique KB 190 (7), qui permet de décélérer sans usure le véhicule à partir d'une vitesse élevée et de maintenir une vitesse constante dans les parcours en pente. Le ralentisseur hydrodynamique travaille avec l'huile de la turbo transmission. L'énergie de freinage est transformée en chaleur, et amenée via un échangeur de chaleur au circuit de refroidissement du moteur. La puissance de freinage maximale possible en cas de freinage hydrodynamique en marche à régime établi dépend du dimensionnement du groupe de refroidissement

IV.2.1.1. Caractéristiques particulières

- Autoadaptation en continu et en douceur de l'effort de traction à la résistance respective à l'avancement
- Efficacité de transmission de 93% en vitesse de croisière (dans la gamme d'utilisation du coupleur)
- Aucune interruption de l'effort de traction en cas de changement de vitesse
- Filtration des oscillations de torsion entre le moteur et les roues du véhicule
- Démarrage souple, sans usure
- Insensibilité aux contraintes thermiques ou mécaniques de courte durée
- Insensibilité aux agents atmosphériques
- Commande électronique de transmission VTDC avec contrôle, diagnostic et saisie des données d'exploitation.
- La commande VTDC est directement flasquée sur la transmission
- Capteurs spécialement conçus pour les applications ferroviaires
- Logiciel de commande EN 50128

➤ Option :

Frein hydrodynamique avec forces de freinage et puissances de freinage élevées

– Possibilité de blending (présent sur nos Autorails, frein conjugué pneumatique et hydrodynamique sur les essieux moteurs)

- Frais réduits de maintenance et d'entretien
- LCC (Life Cycle Costing) réduit
- Longue durée de vie (selon les conditions d'exploitation, intervalles entre les révisions jusqu'à 1,2 million de km)

IV.2.1.2. Commande de la transmission

La commande du véhicule envoie les signaux du manipulateur de traction/ freinage et du commutateur de direction via le Bus Can à VTDC. Les informations transmises par les capteurs de transmission permettent à VTDC de calculer le point d'exploitation le plus favorable et de piloter la transmission par l'intermédiaire des électrovannes.

Fonctions

- Mise en place du sens de la marche
- Activation du circuit hydrodynamique pour la transmission de l'effort moteur
- Régulation de la force de freinage du frein hydrodynamique
- Mise en prise rapide de la transmission
- Mise en prise rapide du ralentisseur
- Marche au ralenti

Contrôle

VTDC surveille la transmission à l'aide des capteurs installés sur la transmission et en cas de dysfonctionnements éventuels, elle n'autorise que certaines fonctions de la transmission selon les répercussions du dysfonctionnement. Par exemple en cas de dépassement de la température d'huile maximale autorisée, la VTDC vidange les circuits hydrodynamiques et commande la mise au ralenti du moteur. La commande du véhicule signale seulement au conducteur la conséquence du dysfonctionnement.

IV.2.1.3. Diagnostic et saisie des données d'exploitation

VTDC est en mesure de saisir continuellement les données de diagnostic et d'exploitation, et de les mémoriser en permanence. Le programme de diagnostic VTBSwin permet d'accéder aux résultats du diagnostic et de saisir les données d'exploitation.

IV.2.1.4. Système de désengagement de la transmission

En cas de patinage des roues, l'effort de traction doit être réduit aussi vite que possible. Le désengagement rapide des turbo-transmission Voith répond à cette exigence de manière optimale. Le dispositif anti-patinage du véhicule active, en quelques fractions de secondes, le désengagement rapide de la transmission. Parallèlement à cela, la puissance du moteur est réduite. Ces deux mesures réduisent le couple en sortie de la turbo-transmission, de sorte que les processus d'emballage disparaissent rapidement.

IV.2.1.5. Frein hydrodynamique

VTDC régule l'effort de freinage du freinage hydrodynamique selon la valeur théorique prescrite pour le manipulateur de traction / freinage ou du système de conjugaison.

Le désengagement rapide du ralentisseur permet, lors des processus d'enrayage, de diminuer très rapidement l'effort de freinage, via un signal de réduction.

➤ Options :

- ✓ Commande du moteur via CAN SAE J1939

VTDC peut communiquer avec la commande du moteur via un bus CAN distinct. Les ordres sont transmis à la commande du moteur via cette interface. Les données d'exploitation et les messages d'erreur peuvent ainsi être lus

IV.2.1.6. Pilotage du groupe de refroidissement

VTDC régule la vitesse des ventilateurs en fonction de plusieurs températures. Ces températures sont lues par l'intermédiaire de capteurs, installés sur le groupe de refroidissement et sur la transmission. Diagnostic : VTDC contrôle, à l'aide de capteurs, les fonctions du groupe de refroidissement et intervient en cas de dysfonctionnements. Le diagnostic et la saisie des données d'exploitation sont réalisés de la même façon que pour la transmission.

Commande auxiliaire hydrostatique

Les sorties librement utilisables de VTDC peuvent être utilisées pour la régulation des entraînements hydrostatiques, qui entraînent par exemple un générateur ou un compresseur

IV.2.2. Schémas de raccordement

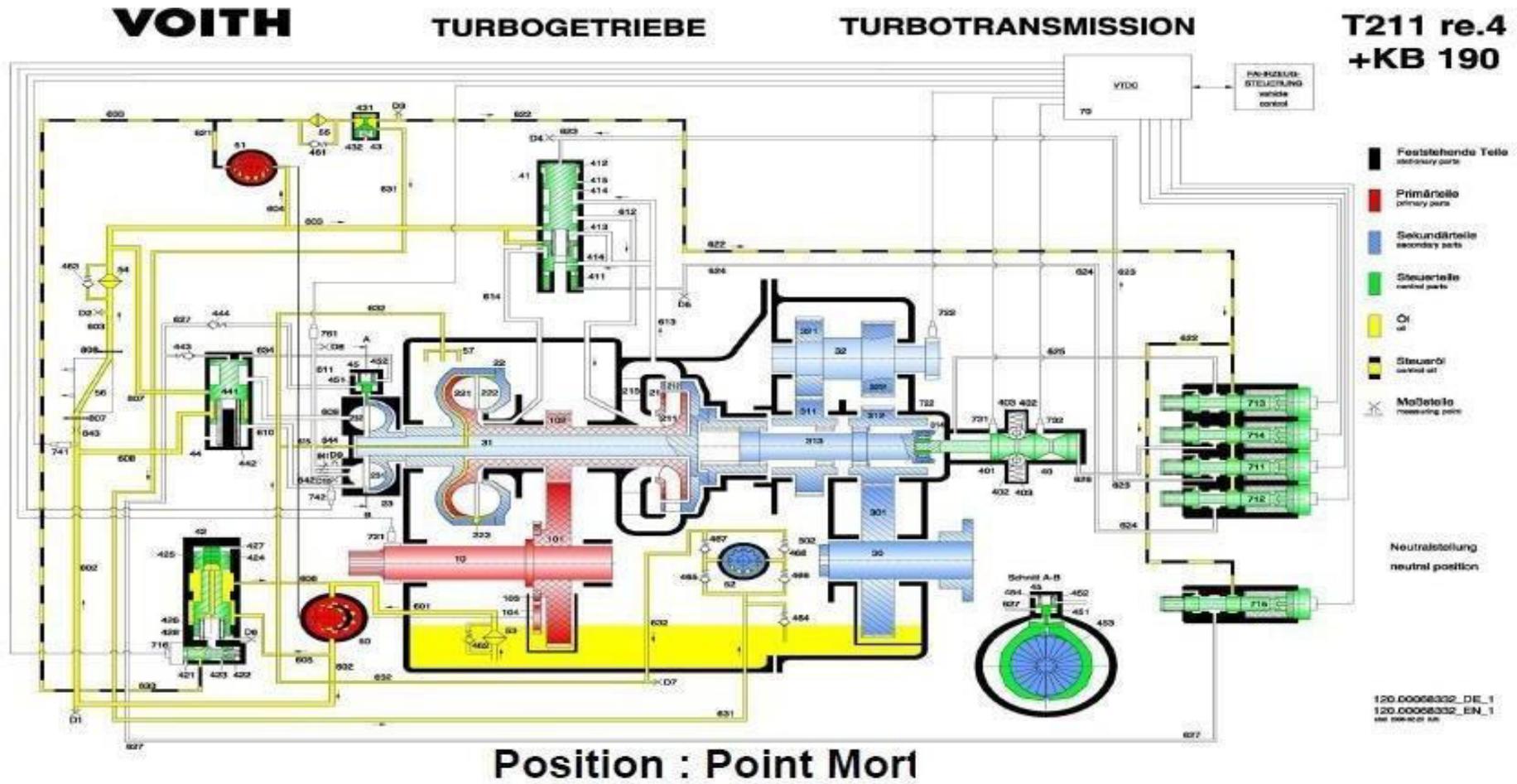


Figure IV.4 : Position neutre

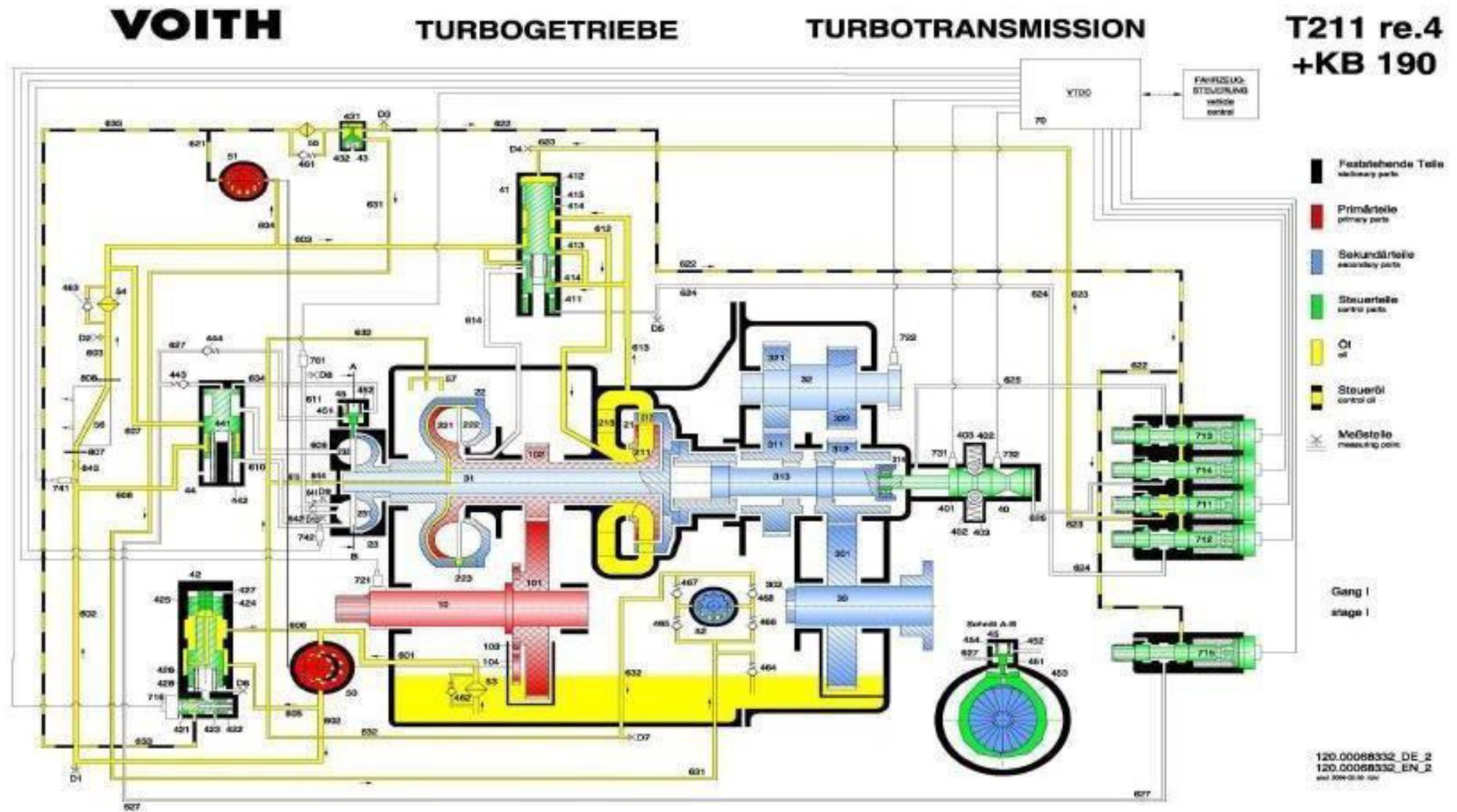


Figure IV.5 : Position convertisseur de couple (Vitesse I)

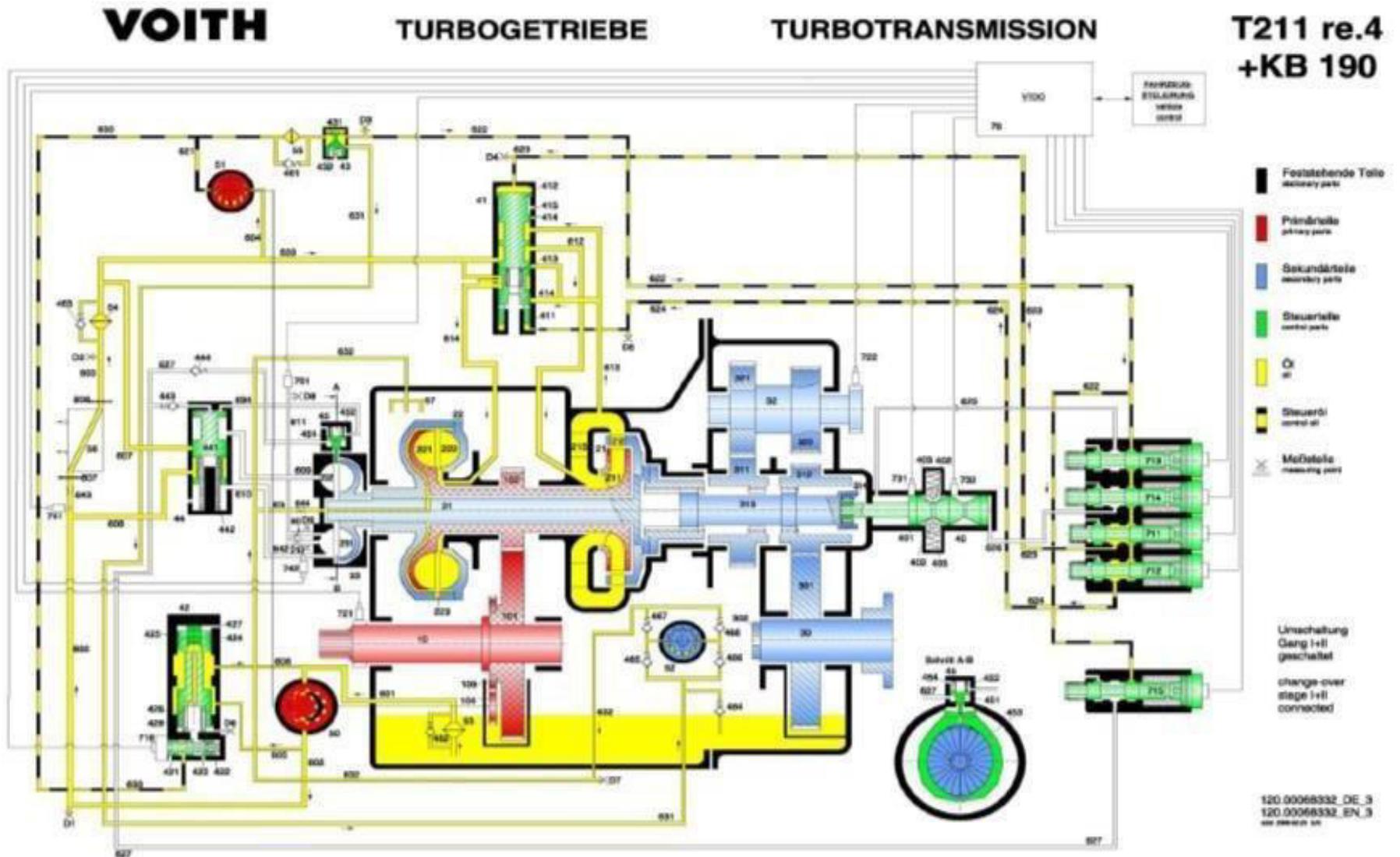


Figure IV.6. : Changement de vitesse

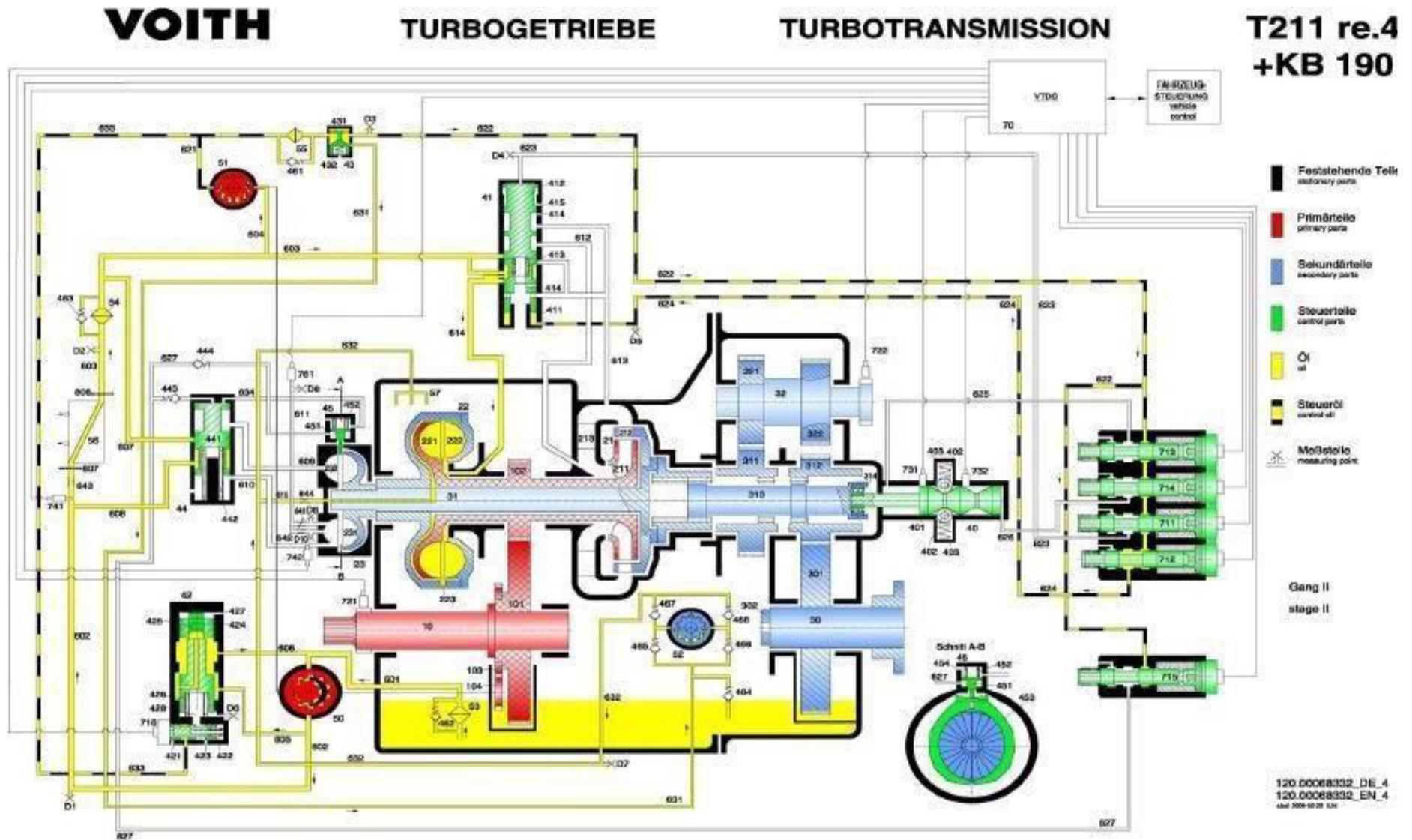


Figure IV.7. : Position coupleur (vitesse II)

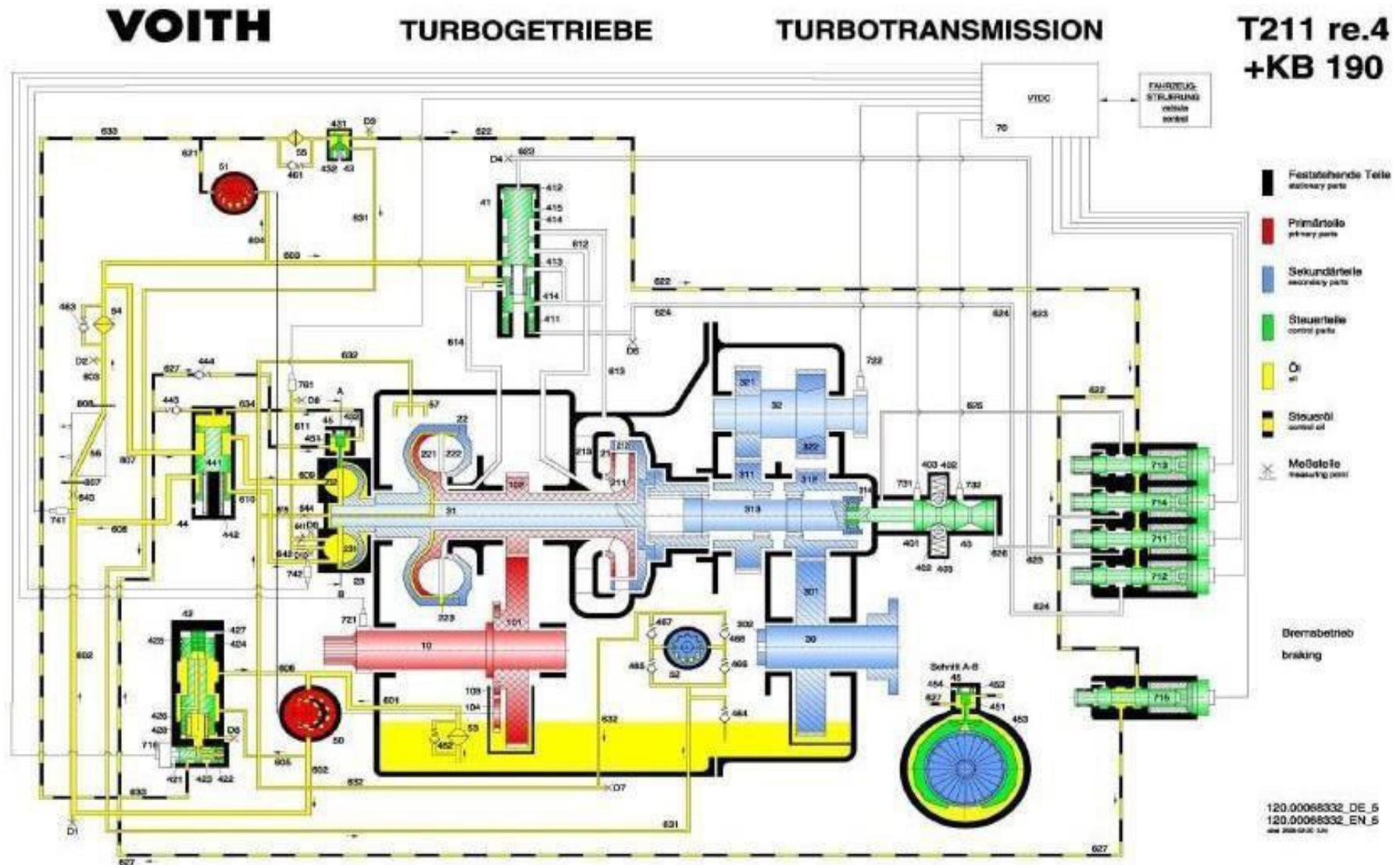


Figure IV.8. : Position freinage dynamique

IV.3. Usage de la documentation

IV.3.1. Dépiècements



Groupes constructifs

010 Unité hydrodynamique

060 Groupe de distribution

070 Électrovannes

300 Frein hydrodynamique

330 Entraînement clapets

360 Commande frein

371 Pièces de fermetur

Photos IV.4 : Vue frontale du groupes constructifs



010 Unité hydrodynamique

040 Pompe de remplissage

043 Soupape de régulation de la pression

140 Dispositif de commande

500 Unité mécanique

501 Bride de sortie

640 Boîte à bornes

PhotosIV.5 : Vue arrière du groupe constructif

IV.4. Intervalles de maintenance

Tableau IV.4: Intervalles de maintenance

Intervalles de maintenance		
Niveau	Intervalles	Tâches
W1	Au bout de 20 000km ou de 500 heures de marche après : - La mise en marche - La réalisation des niveaux de maintenance H1, H2 et H3	Changement du filtre fin PAL
W2	Au bout de 300 000 km ou de 5000 heures de travail	-Changement de l'huile et filtres -Vérification visuelle
H1, H2,H3	Au bout de 1 200 000 km ou de 20 000 heures de fonctionnement	Révision générale

A intervalles prudents, si possible tous les jours, il est conseillé de surveiller le niveau d'huile. S'il faut en rajouter, utiliser la même huile.

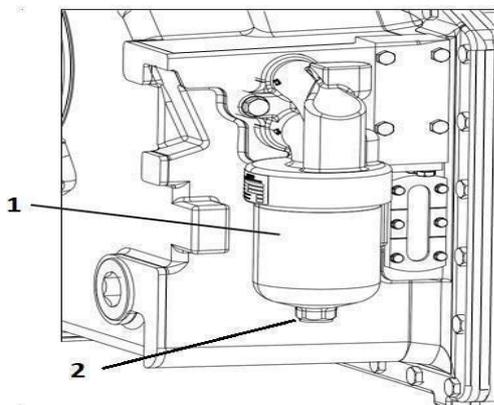


Figure IV.9 : Godet filtre fin

Niveau de maintenance W1 : Changement filtre fin

1. Extraire le godet (1) avec une clé de 27 (2)
2. Changer l'élément filtrant
3. Serrer à fond le godet avec la clé de 27
4. Faire ressortir un peu le godet en tournant la clé de 45°

Niveau de maintenance W2 : Changement des filtres et de l'huile

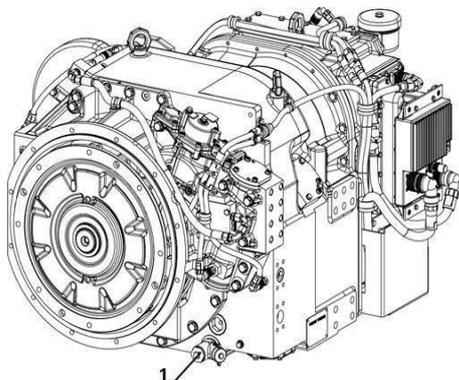


Figure IV.10: Soupape de vidange

Première étape :

Vidange de l'huile :

Vidanger l'huile à travers la soupape de vidange (1).
Si possible avec l'huile chaude.

Vidanger l'huile dans l'échangeur et la tuyauterie
(voir instruction du constructeur du véhicule)

Deuxième étape :

Echanger l'élément filtrant du filtre fin (3) (voir W1).

Echanger l'élément filtrant et le joint torique du reniflard (4).

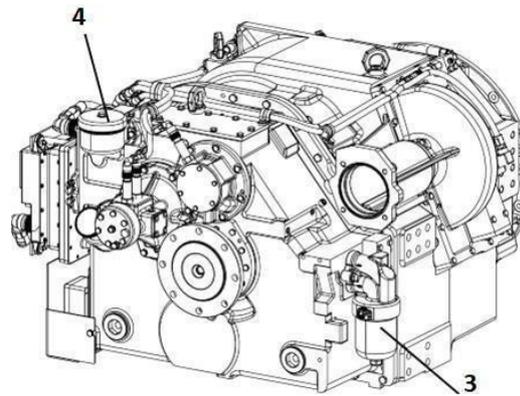


Figure IV.11 Filtre fin & reniflard

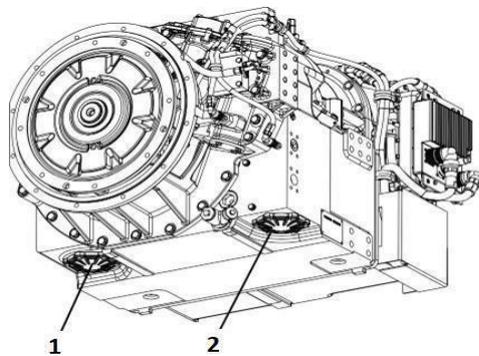


Figure IV.12: Filtre d'aspiration & refoulement

Troisième étape :

Changement filtre d'aspiration (1) et de pression (2)

1. Déposer les couvercles des filtres (clé de 13)
2. Remplacer les filtres et les joints.
3. Remonter les couvercles

Niveau de maintenance W2 : Remplissage d'huile

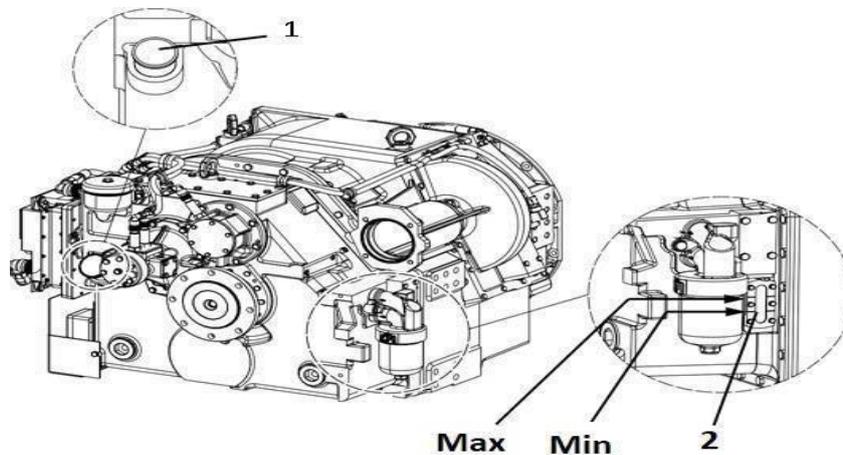


Figure IV.13: Remplissage & contrôle de niveau

Quatrième étape : remplissage d'huile

1. Ouvrir le bouchon de remplissage (1)
2. Ajouter de l'huile jusqu'à atteindre le niveau maximum sur le voyant (2).

3. Refermer le bouchon de remplissage et démarrer le moteur diesel.
4. Laisser le moteur tourner environ 3 minutes au ralenti pour que se remplissent l'échangeur et la tuyauterie.
5. Arrêter le moteur et, au bout de deux minutes, revérifier le niveau et rajouter de l'huile si nécessaire

Niveau de maintenance W2 : Vérification visuelle.

Cinquième étape : Vérification visuelle

Vérification visuelle de :

1. L'encrassement
2. Des dommages extérieurs
3. Des pièces détachées (câblage, connexions, couvercles...)

Niveau de maintenance H1 : Révision générale

Révision générale (tous les 1 200 000 km), L'étendue des prestations d'une révision générale exécutée conformément au standard Voith, il s'agit de démonter la transmission pour la soumettre à une révision générale qui comporte les changements suivants :

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. Jeu de filtres | 2. Jeu de joints |
| 3. Jeu de roulements | 4. Jeu de ressorts |

Toutes les pièces ayant été endommagées.

- Nettoyage de la turbotransmission
- Désassemblage et nettoyage des éléments
- Contrôle approfondi de la turbotransmission pour vérifier qu'elle ne présente pas de détériorations ni d'usure
- Echange des éléments détériorés
- Echange des pièces d'usure
- Assemblage soigné
- Marche d'essai sous charge et contrôle de fonctionnement avec certificat de contrôle
- Nouvelle peinture

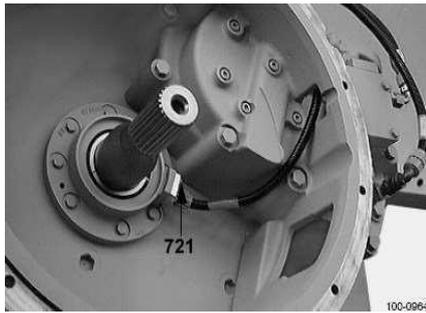
IV.5. Connaissance théorique pratique de la transmission

Capteurs / Électrovannes



813 Boîte à bornes (tous les capteurs sont raccordés à cette boîte)

Figure IV.14: Boîte à bornes



721 Capteur de vitesse d'entrée

Figure IV.15: Capteur de vitesse

722 Capteur de vitesse secondaire

722 Capteur de vitesse secondaire

731 Capteur de position final inversion sens de marche B

732 Capteur de position final inversion sens de marche A

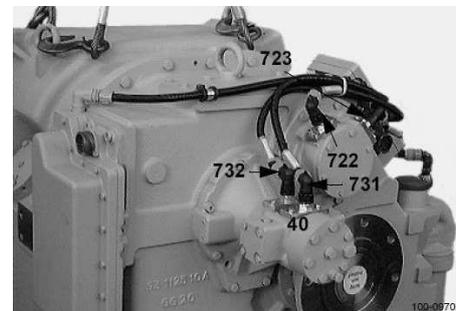
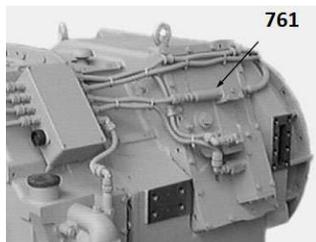


Figure IV.16 Capteurs de sens de marche & vitesse



761 Capteur de pression frein hydrodynamique

Figure IV.17: Capteur de pression HD

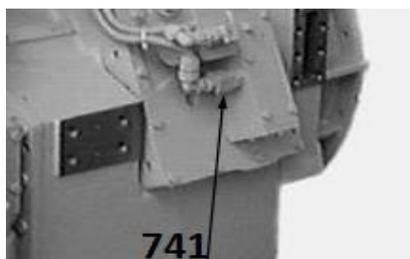


Figure IV.18 Capteur de température



Figure IV.19: Capteur de température HD

- 741 Capteur de température

- 742 Capteur de température du frein hydrodynamique

- 716 Vanne proportionnelle

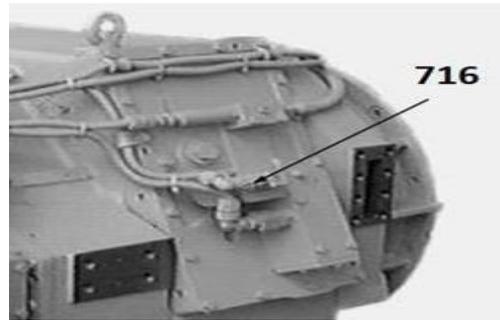


Figure IV.21: Vanne proportionnelle

IV.6. Commande électronique de la transmission VTIC

La commande électronique de la transmission, VTIC, traite les ordres du contrôle du véhicule et les signaux des détecteurs de la transmission et connecte, suivant l'état de service, les éléments d'action de la turbo transmission. Ces éléments contrôlent le remplissage des circuits hydrodynamiques et le mécanisme d'inversion de marche mécanique.

D'autre part, la commande de la transmission VTIC mémorise les défaillances de fonctionnement, qui peuvent être visualisées au moyen du programme de diagnostic VTBS.

Les LEDS situés dans les plaques frontales de la commande de la transmission indiquent l'état des entrées et des sorties électriques. Voir section 8.6.7 pour plus de détail

IV.6.1 Vitesse de marche

Des gammes de vitesse sont assignées au convertisseur de couple comme marche I et au couplage hydrodynamique comme marche II.

La vitesse qui offre la transmission de force la plus adaptée se connecte toujours automatiquement. Celle-ci est indépendante de la vitesse de marche et de la position du coupleur, c'est-à-dire, du nombre de révolutions du moteur.

Le démarrage ainsi que la commutation entre les circuits hydrauliques est léger et sans à-coups, et sans interruption de la force de traction. Tous les engrenages sont engrainés en permanence.

IV.6.2 Arrêt moteur

Avec le moteur arrêté, les circuits sont vides et toutes les tuyauteries d'huile n'ont pas de pression. Tous les pistons de commande dans les soupapes, sont poussés par la force du ressort vers leur position de repos.

Position neutre de la turbo transmission (Moteur en marche sans charge)

Voir Figure IV.6

IV.6.3.3. Moteur en service

Pour brancher la turbo transmission il faudra avoir les conditions suivantes :

- La commande de transmission branchée.
- Aucun signal de glissement.
- Le commutateur d'inversion dans la position finale attribuée.

Les pièces importantes du système de commande de la transmission pour le service de traction en parfait état

IV.6.4. Branchement pendant la marche

Pendant la marche l'ordre de traction de n'importe quelle gamme de vitesse pourra être donné. Le circuit hydrodynamique correspondant (convertisseur de couple ou coupleur) se connecte en fonction de la vitesse voire figure IV.7 & IV.9

IV.6.5. Désengrènement rapide de la Transmission en cas de glissement

Le dispositif électronique anti-glissement (ABS) monté dans le train reconnaît une situation de glissement et envoie un signal au contrôle du véhicule ou de la transmission. Dans des situations de glissement il est possible de distinguer un glissement léger et un glissement grave.

6.5.1. Glissement léger

La commande de la transmission connecte un bloc de marche rapide, pour éviter de commuter les circuits hydrodynamiques pendant une situation de glissement.

La valeur nominale de charge du moteur baisse linéairement à 50% très vite, et il est possible d'optimiser la mise en marche dynamique.

6.5.2. Glissement grave

Le bloc de marche rapide reste actif tant que le signal de glissement sera actif. La valeur nominale de charge du moteur baisse linéairement à 0% très vite.

Le désengrènement rapide de la transmission s'active

IV.6.6. Branchement et débranchement du frein hydrodynamique

Voir figure IV.8

Pour connecter le frein hydrodynamique il faudra avoir les conditions suivantes :

- La commande de la transmission branchée.
- Il n'y a pas de glissement signalé.
- Le contrôle du train ne donne aucun ordre de traction. Il y a une valeur nominale de freinage supérieure à 5 mA. Si les ordres de traction et de freinage sont donnés simultanément, il se produit une défaillance.
- Le moteur fonctionne et la vitesse du train est supérieure à 25 km/h.
- Le nombre de révolutions du moteur est supérieur à 1.600 RPM.
- Les pièces du système de commande de la transmission importantes pour le service du frein hydrodynamique sont en parfait état

IV.6.7. Commande électronique VTIC

Conception de commande électronique VTIC

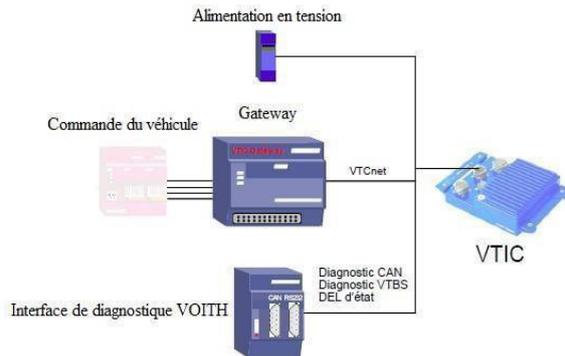


Figure IV.23: Conception de commande VTIC

Vue d'ensemble du câblage

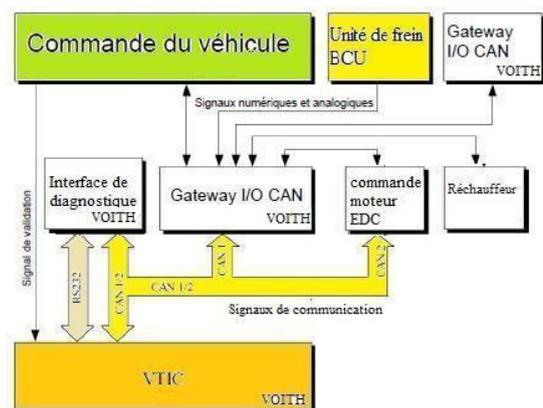


Figure IV.22: Câblage du véhicule

- Plage de fonctionnement du Gateway : de 16,8 V à 30 V
- Entrées et sorties numériques : respectivement (16)
- Entrées et sorties analogiques : respectivement (2)

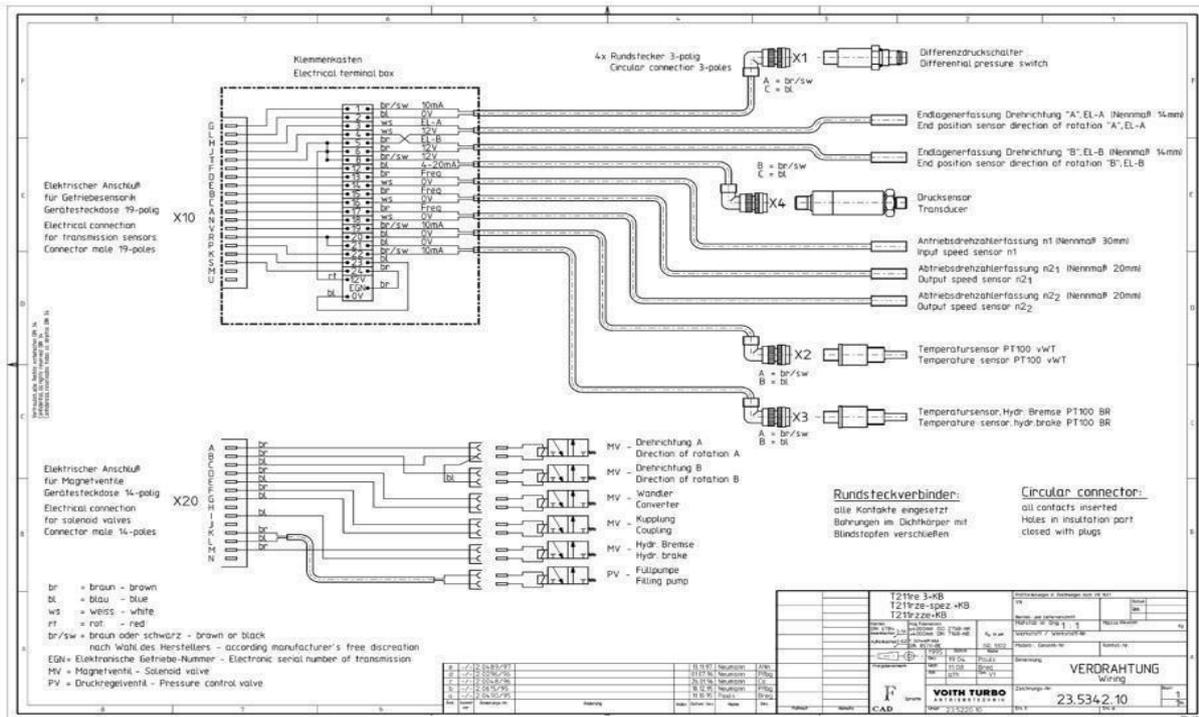


Figure IV.27: Circuit de câblage VTIC

Chapitre V

*Analyse de la problématique
et proposition des méthodes
de solution*

V.1. Introduction :

La boîte de vitesses hydrodynamique (Voith) peut fonctionner, soit en mode de traction, ou en mode freinage. Par suite d'une panne de l'électrovanne de frein hydrodynamique 715 au niveau du ressort de rappelle qui est défaillant (figure V.1)et (figure V.2) Le circuit de frein hydrodynamique reste activé dans le modes traction ainsi on trouve deux force différent de traction et frein qui implique l'usure des turbine du convertisseur de couple et le coupleur hydrodynamique (figure V.3)réduisant ainsi l'effort de traction et la vitesse du train, et augmentant considérablement la température et la surchauffe de l'huileet réduisant ainsi le graissage de la boîte de vitesses, ce qui entraîne sa détérioration. à cause de l'effort de torseur. Malgré qu'il existe un Capteur de pression frein hydrodynamique 761 (figure V.4) qui transmet le signal réponse frein hydrodynamique à travers un bus de communication au VTIC qui ne s'implique pas il renvoie directement le signal à la BCU qui ignore ce signal.

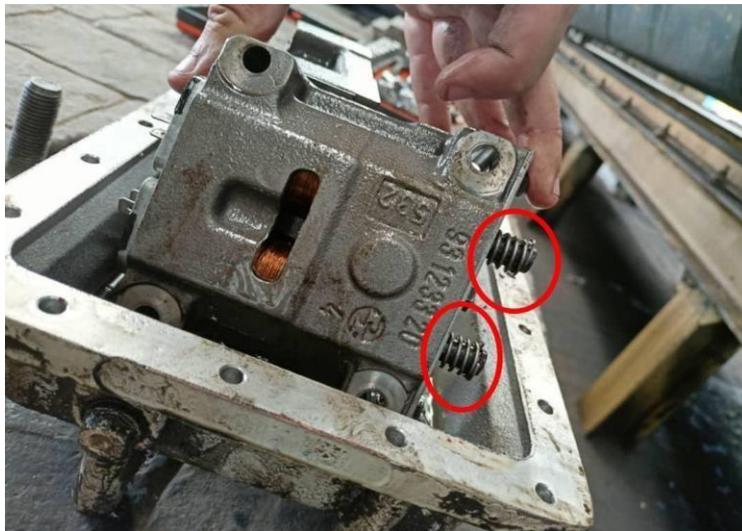


Photo V.1 : électrovanne de frein hydrodynamique 715 avant panne



Photo V.2 : électrovanne de frein hydrodynamique 715 après panne



Photo V.3 : l'usure des turbines du convertisseur de couple et du coupleur hydrodynamique

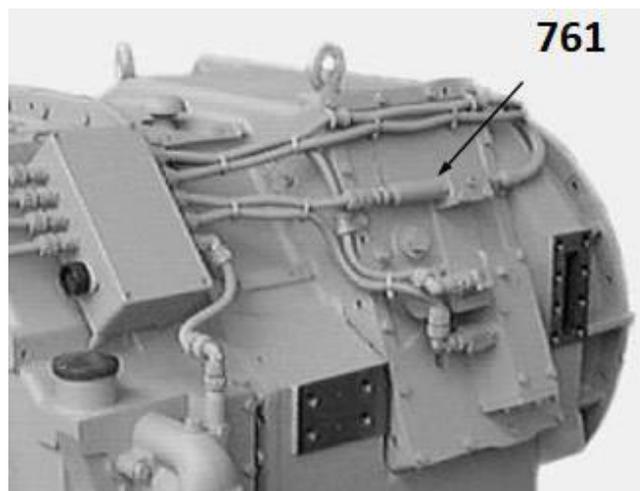


Photo V.4 : Capteur de pression frein hydrodynamique 761

V. 2 objectif de la modification :

Corrigé le défaut de l'électrovanne de frein hydrodynamique avec verrouillage électrique avec un capteur intégrer dans un circuit hydraulique

V. 3 plan de travail :

Modification dans le circuit hydraulique et électrique on va intégrer un capteur présence d'huile au niveau du Capteur de pression frein hydrodynamique 761 (figure V.4) et on va intégrer deux relais et une lampe(figure) et une diode de blocage un disjoncteur

V.4 Définition des éléments intégrer :

V.4.1 Capteur présence d'huile :

Couples de serrage : 25Nm

Tension d'alimentation : 12-24 v

Courant de sortie : 1A

Retard de réaction : 7s

Etablir la tension d'alimentation 24 v au borne positive et négative la sortie S doit être raccordée a la borne positive

Lorsque le niveau d'huile descendant en dessous de la valeur limite, le capter commute sur 0 avec un retard de réaction de 7 seconde



Figure V.1 : capteur présence d'huile

V.4.2 Relais électrique :

Un relais est constitué d'un circuit de commande et d'un circuit de puissance le circuit de commande comprend un Électroaimant commandé par un interrupteur le circuit de puissance comprend un contacteur maintenu ouvert par un ressort.

Quand on ferme un interrupteur du circuit de commande le courant circule dans la bobine, ainsi la bobine devient un électro aimant attire le contacteur pour le fermer.

Le système de commutation peut être composé d'un ou plusieurs interrupteurs simple effet appelés contacts normalement ouverts (NO) ou normalement fermés (NF), d'un ou plusieurs contacts. Ces commutateurs sont adaptés aux courants et à la gamme de tensions utilisés dans la partie puissance.

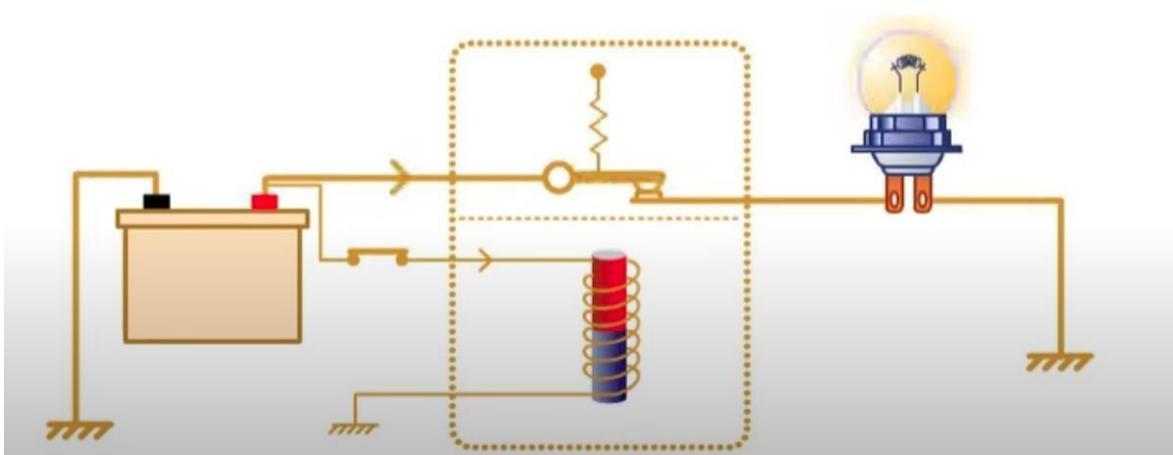


Figure V.2 : schéma électrique simplifié d'un relais électrique



Figure V.3: relais électrique

V.4.3 Une diode de blocage :

Une diode est un appareil semi-conducteur qui agit principalement comme commutateur à sens unique de courant. Elle permet au courant de circuler facilement dans une direction, mais restreint fortement le courant de circuler dans la direction opposée.



Figure V.4 : diode de blocage

V.4.4 Un disjoncteur :

Le disjoncteur électrique est un dispositif électromécanique ou encore électronique qui permet d'interrompre le courant électrique en cas de surcharge ou de court-circuit. Il est installé dans le tableau électrique et se déclenche automatiquement ou peut être actionné manuellement.

V.5 Illustration de la modification :

On va alimenter le capteur présence d'huile avec un positive et une négative, le disjoncteur Q1 sert à protéger le circuit.

Quand le capteur détecte la présence d'huile il va exciter le relais RL1 ainsi le contact (21,22) de RL1 va s'ouvrir et interrompt le signal validation traction (moteur sans traction)

Ce signal de validation traction passe à travers une diode de blocage qui excite relais RL2 qui ferme le contact (13,14) de RL2

Ainsi La lampe de défaut s'allume dans le pupitre du conducteur et signal un défaut au niveau de la boîte de vitesse

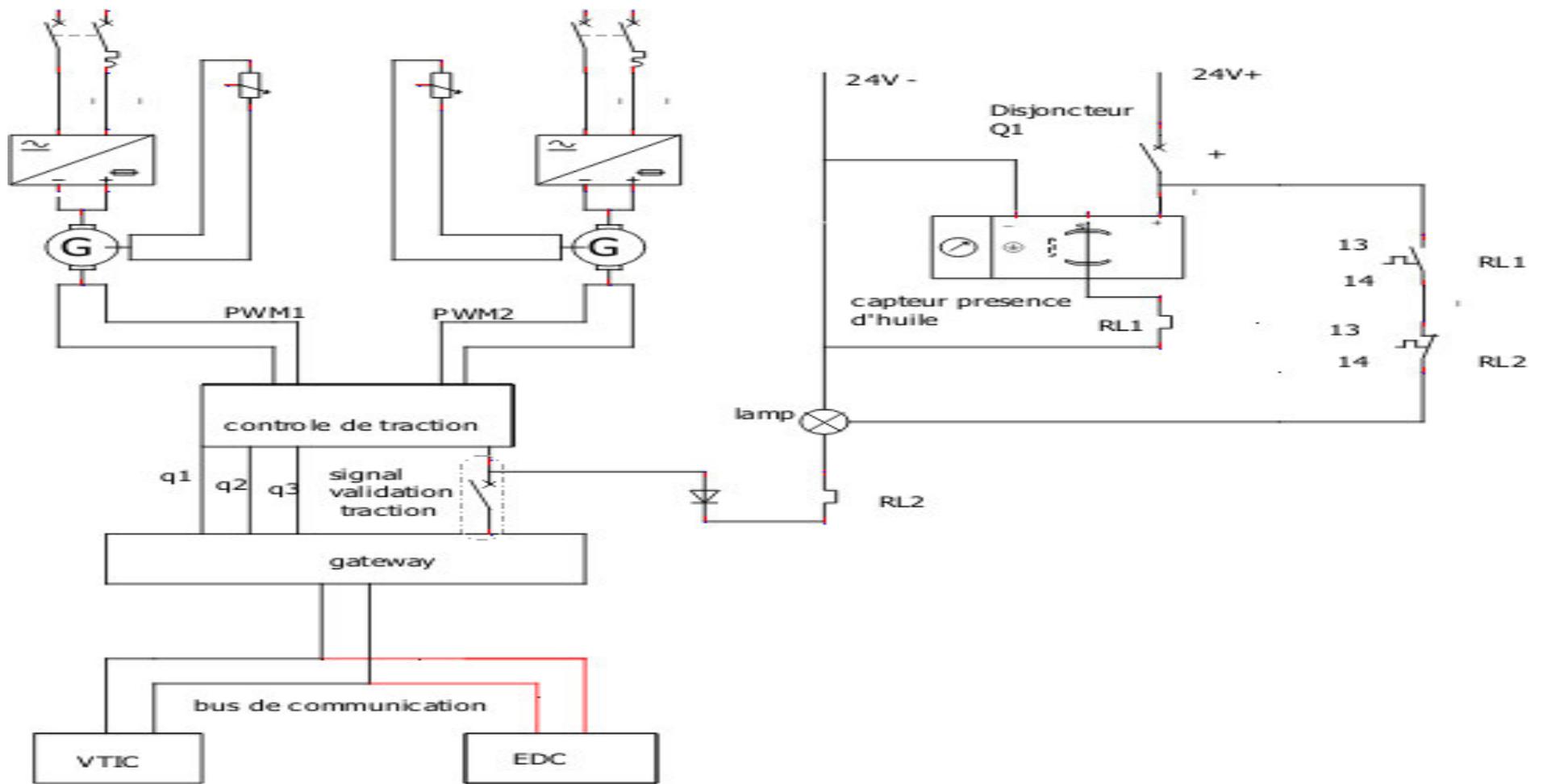


Figure V.5 : schéma électrique simplifié de la modification

V.6 Conclusion :

cette modification nous a permis d'informer le conducteur quand il y a traction et frein au même temps quand il y a une panne dans l'électrovanne de frein hydrodynamique 715 c'est ce qui entraînait l'usure des turbine du convertisseur de couple et coupleur hydrodynamique , elle nous a permis aussi d'apporter une amélioration dans le rendement de la boites de vitesse en optimisant la puissance du moteur diesel nécessaire pour l'entraînement de la boite Voith , et la protection de l'environnement en réduisant l'intervalle des vidanges d'huile surchauffés.

Maintenance

1. Introduction

La maintenance est l'aptitude de maintenir à moindre cout un équipement pour assurer un fonctionnement sans incidents pendant une période donnée et dans des conditions de sécurité données.

Pour être conforme à cette définition, il faut assurer une maintenabilité engins ferroviaire ou autres en suivant des politiques d'entretien appropriées étudiée en fonction de la conjoncture économique du moment.

De ce qui précède, Il en résulte que :

- La maintenance est évolutive.
- Quelle ne doit pas être pénalisante économiquement.
- Quel doit préserver une durabilité optimale du matériel.
- Quel doit permettre le compromis entre la disponibilité, la maintenabilité, la durabilité et l'optimisation des couts.

Un paramètre sans ce dernier point est très difficile à réaliser, car on ne peut modifier influencer sur l'autre. Cela est d'autant plus vrai pour un parc hétérogène important.

2. Généralités sur la maintenance :

2.1. Définition de la maintenance :

L'association française de la normalisation (AFNOR) donne à la maintenance la définition suivante (...c'est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé...)

Maintenir : contient la notion de (prévention) Rétablir : contient la notion de (correction)

2.2. Les objectifs de maintenance :

La fonction maintenance joue un rôle central dans l'entreprise. Elle contribue à augmenter la productivité et à diminuer les couts engendrés par les arrêts de production causés par les pannes; assurer un bon état des équipements et des installations, elle tend à occuper une place prépondérante dans l'entreprise grâce à ses objectifs qui sont :

- Contribuer à assurer la production prévue.
- Contribuer à maintenir la qualité des produits fabriqués.
- Contribue à respecter les délais.
- Rechercher les objectifs humains : condition de travail et de sécurité.
- Recherche les couts optimaux.

- Préserver l'environnement.

2.3. Différents types de maintenance :

2.3.1. La maintenance préventive :

La maintenance préventive est une maintenance effectuée selon des critères prè s déterminée, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu. (AFNOR).

La maintenance préventive consiste donc à intervenir sur un équipement avant qu'il ne soit en panne, cette intervention peut prendre la forme d'une inspection, d'un contrôle, d'une visite et inclure certains travaux de type réglages ou remplacement des pièces.

La maintenance préventive peut-être :

- Systématique.
- Conditionnelles.

2.3.2. La maintenance corrective :

C'est une opération de maintenance effectuée après détection d'une défaillance, la maintenance corrective devra s'appliquer automatiquement aux défaillances compètes et soudains dites (catalectique) comme la rupture brusque d'une pièce mécanique ou le court- circuit d'un système électrique, ce type de maintenance seras réservé à un matériel peu couteux, non stratégique pour la production et dont la panne aurait peu d'influence sur la sécurité.

2.4. Les opérations de la maintenance :

Le dépannage : C'est une action ou opération de maintenance corrective sur un organe ou une partie d'organe en panne en vue de la remettre en état de fonctionnement.

Cette action de dépannage peut s'accommoder des résultats provisoires et des conditions de la réalisation hors règle procédure, de cout et de qualité, et dans ce cas sera suivie de la réparation.

Les inspections : Ce sont des activités de surveillance consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des règles simples ne nécessitant pas outillage spécifique ni l'immobilisation de véhicule.

La réparation : C'est une intervention définitive et limitée une maintenance corrective après panne ou défaillance. L'équipement réparé doit assumer les performances pour lesquelles il été conçu.

Maintenance

Les visites : Ce sont des opérations de surveillances qui dans le cadre de la maintenance préventive systématique.

Ces interventions correspondent à une liste d'opération définie au préalable qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du véhicule.

2.5. Organigramme de la maintenance

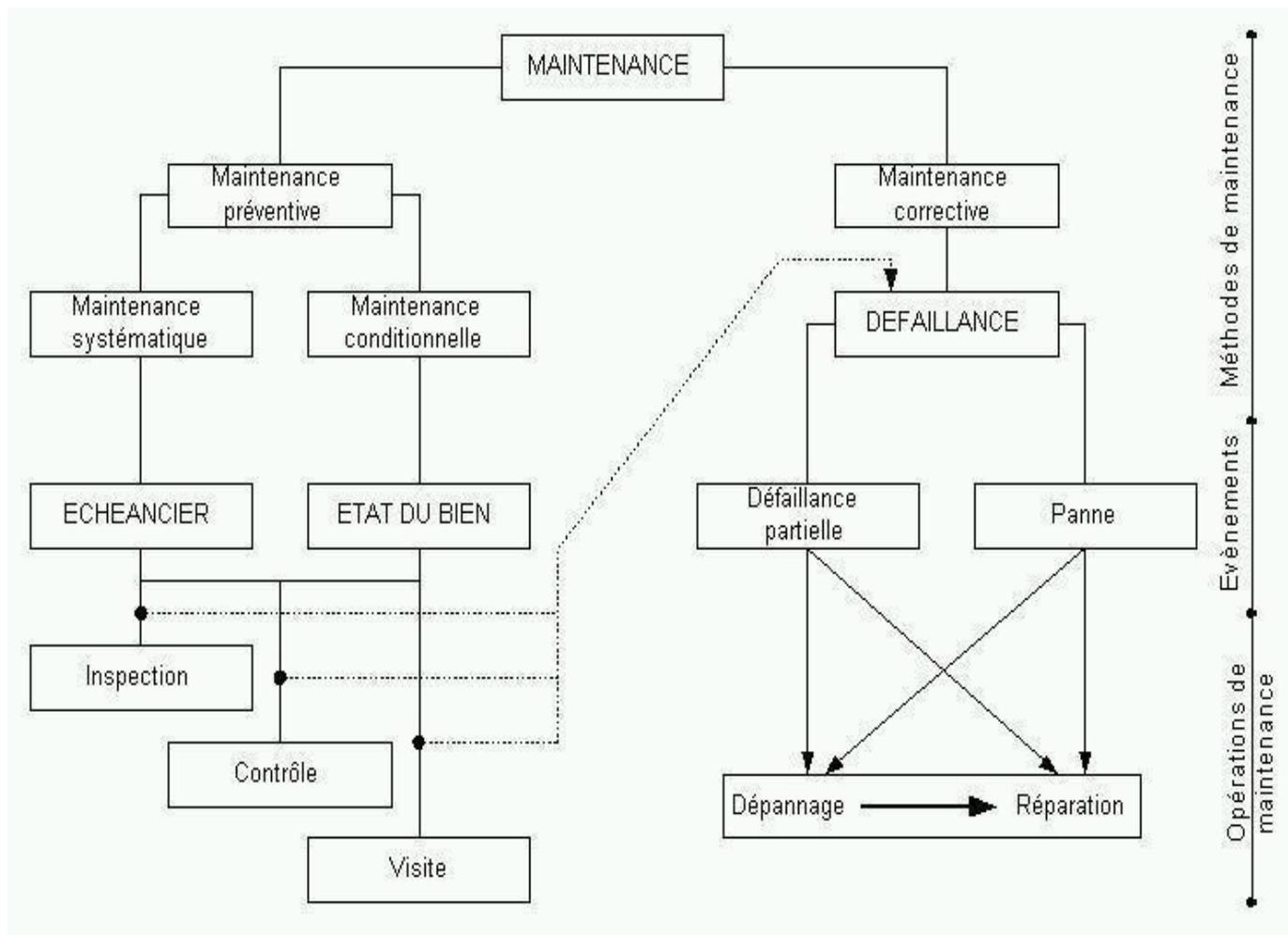


Figure VI.1 : Organigramme de la maintenance

3. Politiques d'entretien en vigueur à la SNTF

3.1. Entretien préventif

Cette méthode est basée sur la prévention de la panne par la programmation des autorails en inspection et visite suivant un cycle périodique (4) ans.

1. Inspection de maintenance N°4 (IM4) tous les 4 ans.
2. Inspection de maintenance N°5 (IM5) tous les 8 ans.

Maintenance

Ces interventions sont réalisées par l'atelier directeur (Constantine SMK) Ce cycle d'entretien est complété par des visites au niveau des dépôts.

1. Inspection de maintenance N°3 (IM3) tous les 2 ans.
2. Inspection de maintenance N°2 (IM2) chaque année.
3. Inspection de maintenance N°1 (IM1) chaque six mois
4. Inspection basique (IB) tous les mois.
5. Contrôle de niveau (CN) chaque semaine.
6. Visite sommaire (VS) chaque jour.

3.2. Entretien curatif

C'est la méthode d'entretien la plus répandue, elle est basée sur l'intervention palliative Réparation accidentelle importante (RAI et RA) réalisée par les ateliers directeurs en générale elles nécessitent des travaux très importants, des immobilisations très longues et des outillages spécialisés (tamponnement, déraillements, incendies etc...)

Réparation par suite d'incidents en ligne réalisées par les dépôts, en générale ce sont des interventions de courte durée (n'excédant pas 1 journée)

Entretien systématique et entretien de routine :

Ces interventions contrairement au préventif, dépendent du nombre d'heure ou kilométrage réalisé et non d'un cycle ou d'une durée déterminée (pour déplacer un engin), on doit obligatoirement faire le plein de gasoil, d'huile, d'eau remplacement des semelles de frein etc...

3.3. Entretien correctif

L'entretien correctif, permet d'ajuster et de corriger les anomalies qui peuvent survenir sur le matériel, par suite d'une mauvaise utilisation, à des conditions d'exploitation sévères à un mauvais entretien et à des défauts de fabrication.

A. Demande de travail :

En cours de la route, le conducteur signale toutes les déficiences ou anomalies sur le carnet de bord, ce carnet de et remis au service maintenance.

B. Bon de travail :

Le brigadier (chef de groupe) consulte le carnet de bord et s'assure des déficiences signalées par le conducteur et donne un bon de travail aux agents de maintenance pour procéder aux réparations nécessaires

Bon de travail				
				
DECLARATION DE PANNE EN VOIE/AVARIES				
DPV :		N° BON :		DATE : 11/11/2008
UNITE	KMS	HEURE	LIEU	
ZZ 22 04	36487		DEPOT D'ALGER	
DESCRIPTION DE LA PANNE				
Avarie de la carte mère de la BCU de la M1 par intermittence.				
CAUSES ET ACTIONS				
OBSERVATIONS				
OPERATEUR :			CHEF EQUIPE SNTF :	
SIGNATURE :			BENCHABANE.M	
			SIGNATURE :	

Figure VI.2: Bon de travail

C. Travail effectué :

Le service maintenance mentionne sur la cartouche réservée dans le carnet de bord, toutes les réparations effectuées, signalé précédemment par le conducteur.

4. Plan de Maintenance préventive

4.1. Fréquences prévues pour les opérations de maintenance.

TABLEAU VI.1 : Opérations de maintenance

CYCLE (KM)	OPÉRATION							
	VS	CN	IB	IM1	IM2	IM3	IM4	IM5
Minimum	1.000	4.750	20.000	40.000	135.000	270.000	560.000	1.120.000
Moyen		6.250	25.000	50.000	150.000	300.000	600.000	1.200.000
Maximum	2.000	7.750	30.000	60.000	165.000	330.000	640.000	1.280.000
Temps	Journalier	7 jours	Chaque mois	6 mois	1 an	2 Ans	4 Ans	8 Ans

4.2. Manual de maintenance préventive

TABLEAU VI.02 : Plan de maintenance

AD	DESCRIPTION DES OPÉRATIONS À EFFECTUER	CN	IB	IM1	IM2	IM3	IM4	IM5	OBSERVATIONS	RÉFÉRENCE AD
AD.07.17	Arbre de Transmission									
	Vérifier et graisser les roulements du croisillon et les pièces coulissantes.			X	X	X	X	X	1ère lubrification au montage 2ème au bout d'un mois (ou à 12 000 km)	2.1.2
	Remplacer croisillons en fonction de leur état.							X		
	Contrôler le déplacement des marques de peinture sur la visserie des brides. En cas de besoin, vérifier l'usure des brides et changer les vis par d'autres.				X	X	X	X	Du fait qu'elles soient autobloquantes, ces vis n'admettent pas de resserrage	2.1.1
	Vérifier la présence de rayures à la surface dans la zone de compensation de longueur dues à l'entrée de saleté. Remplacer le joint de nettoyage, si nécessaire.				X	X	X	X		2.1.1
	Vérifier manuellement que le jeu des roulements et de la zone de compensation de longueur n'est pas excessif (selon le critère de celui qui s'occupe de l'entretien). Remplacer l'arbre de transmission, si nécessaire.				X	X	X	X		2.1.1
	Équilibrage							X		
AD.07.18	Turbo-transmission Hydraulique									
	Remplacer les roulements. Équilibrage de l'arbre.							X		2.3.2.1
	Vérifier le niveau d'huile. Remplir si nécessaire.	X	X	X	X					2.1.1 et 2.2.5
	Changer l'huile et remplacer le filtre d'aspiration côté admission et le filtre de criblage en étoile côté pression.					X	X	X		2.1.2 et 2.1.4
	Remplacer la cartouche du filtre fin, le connecteur de pression différentiel et le support de mémoire des erreurs.					X	X	X		2.1.3
	Vérifier visuellement l'étanchéité de la turbo-transmission et éliminer les éventuelles causes de fuites.	X	X	X	X	X	X	X		2.1.1
	Inspecter visuellement l'état de la turbo-transmission. Lire les données de service et de diagnostic et vérifier qu'elles sont admissibles. D'autre part, vérifier la vitesse de ralenti du moteur.						X	X		Section 3
	Révision générale et changement du kit spécial.							X		2.3
	Vérifier visuellement l'état des connecteurs et du câblage du moteur diesel et de la turbo-transmission.		X	X	X	X	X	X		

Listage des pannes usuelle

Tableau VI.3: Listes des pannes

Anomalie	Cause	Remède
Température de la boîte Voith trop élevé	Défaut de commande	Changer l'unité de contrôle de frein (BCU).
Une usure excessive des engrenages	L'huile surchauffé	Changer l'huile de graissage
Le circuit de frein reste activé dans le mode de traction	Panne de l'électrovanne de frein hydrodynamique	Changé l'électrovanne Intègre un capture présence d'huile au niveau de circuit hydraulique

5. Dossier technique :

SNTF	Dossier technique	Codification
Désignation de l'UI : Boite hydrodynamique Voith		
Nom et adresse du constructeur : Gottfried-Linke-Strasse 205, 38239 Salzgitter Germany		
Caractéristique principale : Group : Motorisation Vitesse max de service : 160 km/h Entrainer par moteur diesel Année de mise service : 2008		
Croquis de délimitation 		
Codification de nom type : T211re.4 KB 190.		

Figure VI.3: Dossier technique

6. Dossier historique :

6.1. Définition :

C'est une sorte de santé de chaque unité d'intervention, et il contient tout le renseignement de tous les travaux effectués sur l'équipement.

Le contenu de dossier historique dont procède chaque équipement (U, I) résume toutes les interventions effectuées sur ce dernier, et il sera consulté à chaque préparation d'une intervention.

Les rapports d'expertise antérieure renseignent sur l'état des orages et des pièces d'usure aux précédentes interventions.

Le résumé du dossier historique permettra d'améliorer le mode opératoire de l'intervention par l'examen des observations de la maîtrise d'exécution sur les difficultés rencontrée.

Il pourra être consulté systématiquement :

- ✓ Pour éviter et résoudre dans la mesure du possible, défaillance momentanées ou répétitives sur la fiche historique.
- ✓ Pour analyser les couts qui conduisent à l'étude d'amélioration.
- ✓ Pour l'amélioration de la gestion des stocks
- ✓ Pour l'amélioration de la gestion en général (gestion de l'entreprise)

6.2. Documentation historique :

C'est un résumé de la vie de la machine, donc chaque machine doit avoir son dossier historique et il permet :

- ✓ L'évaluation des méthodes de la maintenance.
- ✓ L'application d'une maintenance préventive ou en adoptant fréquences de visites au besoin de la machine.
- ✓ L'amélioration de gestion de stocks.

Document de l'historique :

- ✓ Carnet de bord : Chaque train dispose d'un carnet de bord qui suit son état, et il est considéré comme un carnet d'historique.

Conclusion générale

Conclusion générale

A l'issue de notre stage pratique chez SNTF, les résultats de nos recherches ont abouti sur la réalisation de ce mémoire. Durant ce parcours haletant, des réponses ont pu être apportées à la problématique majeure qui consiste à la suite d'une panne de l'électrovanne de frein hydrodynamique 715 au niveau du ressort de rappel défaillant et du circuit de freinage hydrodynamique qui reste activé dans le mode traction ainsi on trouve deux forces différentes de traction et de freinage qui implique l'usure des turbines du convertisseur de couple et le coupleur hydrodynamique.

Le premier chapitre de ce mémoire est consacré à la présentation de l'entreprise SNTF. Nous avons présenté les fonctions, les régions, les directions, les filiales et les dépôts de l'entreprise SNTF.

Dans le second chapitre, nous avons mis l'accent sur les types de train et la Description d'un autorail CAF. Dans un premier temps, nous avons étudié Compositions des équipements d'autorail. Dans un second temps, nous avons étudié le système de traction et frein hydrodynamique des autorails.

Le troisième chapitre est consacré à la boîte de vitesse hydrodynamique en générale qui nous a permis de comprendre le fonctionnement et les composants de la boîte de vitesse hydrodynamique

Le quatrième chapitre, nous a permis d'effectuer une étude approfondie sur la Boîte Voith T 211re.4 + KB190. Nous avons étudié Fonctionnement et description des principales parties et nous avons étudié Boîte Voith T 211re.4 + KB190 en position point mort, Position convertisseur de couple (Vitesse I), Changement de vitesse, Position coupleur (vitesse II), Position freinage dynamique, Et les capteurs et électrovannes présents dans notre boîte vitesse

Le dernier chapitre, est consacré à l'étude de la problématique et proposition des méthodes de solution nous avons corrigé le défaut de l'électrovanne de frein hydrodynamique nous avons intégré un capteur présence d'huile au niveau du Capteur de pression frein hydrodynamique 761 et nous avons intégré deux relais et une lampe et une diode de blocage un disjoncteur.

En outre, Notre stage pratique au sein de la SNTF nous a permis d'acquérir une expérience professionnelle fondamentale et très bénéfique, une relation directe avec les agents de maintenance, ayant un sens de responsabilité et beaucoup d'expérience dans le domaine de la maintenance industrielle.

Abréviation

(Gaz à effet de serre) GES

(Société Nationale des Transports Ferroviaires) SNTF

(General Motors Electro-Motive Division) GM-EMD

(Voith Turbo Integrated Control) VTIC

(Entrée numérique de contrôle) EDC

(Entrées par la modulation de l'impulsion large) PWM

(Unité de contrôle) SICAS

(Pression) p

Bibliographie

- [1] R. Bosquet, A. Jullien, P-O. Vandanjon, M. Dauvergne, and F. Sanchez., «Eco-design model of a railway,» December 2014..
- [2] Romain Bosquet, Pierre-Olivier Vandanjon, Alex Coiret, and Tristan Lorino., «Model of High-Speed Train,» June 2013..
- [3] J. Armoogum., «La mobilité des Français,» 2010..
- [4] F. Papon, «Mobility transition : From walking to personal automobile.,» 2004.
- [5] E. Commission., «EU, Transport in figures, Statistical pocketbook.,» 2010.
- [6] M. Cugny-Seguin., «Transports et environnement : comparaisons européennes.,» 2009.
- [7] S. d. l. e. d. s. -. SOeS, «Commissariat général au développement durable.,» 2014.
- [8] R. Arthaut., «Le budget transports des ménages depuis 40 ans,» INSEE Première, 2005.
- [9] Hydrodynamic power transmission; definitions, designs, mode of action, VDI MANUALS, 1994-04.
- [10] Service entretien des Autorails, «Hors service des boites de vitesses Voith,» 2015.
- [11] SNTF : Société National des Transports Ferroviaires, 2014. [En ligne]. Available: <http://www.sntf.dz>. [Accès le 2021].
- [12] CAF, Document SNTF fournie par CAF, 2008.
- [13] SNTF, Archives SNTF, 1976.
- [14] CAF Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles, S.A, Présentation de la société CAF, 2008.
- [15] Voith Turbo GmbH & Co. KG, 100 years of fascination and innovation. Hydrodynamic solutions from Voith Turbo, 2005.
- [16] Voith Turbo GmbH & Co. KG, T211re.4+KB190, 2007.
- [17] Hakim SIGUERDJIDJENE. Polycopie Traction ferroviaire. Université M'Hamed Bougera ,Boumerdes, Umbb.2016