



MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

Diplôme de Licence Sciences et Techniques

Spécialité : Conception et Analyse Mécanique

Etude des anomalies du Bâti réducteur de vitesse E-1350

Présenté par :

EL FAZAZI Mohammed

OUKASSOU Abdlmalek

Encadré par :

- SEDDOUKI Abbas, Professeur département Génie Mécanique, FST Fès

- ESSOUSI Khalid, Encadrant de l'ONCF

Effectué à : FST de Fés

Soutenu le :13-06-2013

Le jury :

- **M.SEDDOUKI Abbas, FST de Fés**
- **Mr.EL Hakimi Abdelhadi, Etablissement**

Année Universitaire : 2012-2014

REMERCIEMENTS

Avant d'aborder ce rapport on tient à remercier vivement Monsieur **ESSOUSI Khalid** chef de service maintenance de nous avoir prodigué les conseils nécessaires pendant la réalisation de ce travail avec une disponibilité jamais démentie.

Nos sincères remerciements sont distingué à Messieurs, **A.EL ZARWALI**, **EL SAHRAWI** et **CHAHID** les responsables de l'unité de production « LEVAGE », qui n'ont pas cessé de nous prodiguer leurs soutiens et conseils lors de la période du stage.

On adresse également nos remerciements à Messieurs **A. HAMOUSA** pour ses conseils au cours du déroulement de notre travail, à l'équipe d'unité des roulements et à tous les agents de l'établissement EMIC.

Nos remerciements vont également aux professeurs et enseignants du Département **Génie Mécanique** qui ont contribué à notre formation pendant ces trois années.

Enfin, nous somme trouvé dans l'obligation de remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Sommaire

Introduction GENERAL

<i>Chapitre 1</i> Présentation de ONCF / EMIC	6
I. Présentation de l'ONCF	7
1. Statut et missions	7
2. ONCF : Etablissement Public, depuis 1963	7
3. Organisation générale de ONCF	8
4. La carte ferroviaire.....	9
5. Les 5 valeurs de l'ONCF.....	9
I. Présentation de l'EMIC	9
1. Informations générales :.....	10
2. Moyens humains de l'établissement :	10
3. Organigramme EMIC.....	10
4. Historique de l'EMIC	11
5. Attributions des différentes unités du Support Technique	11
6. Service Production	12
II. Activités de l'établissement EMIC	14
1. Politique de maintenance de l'EMIC.....	14
2. Types des locomotives électriques existantes à l'EMIC :	14
3. Parc roulant des locos électriques :	15
<i>Chapitre 2: Présentation technique</i>	17
<i>Locomotive E1350</i>	17
I. Généralités.....	18
1. La locomotive E1350.....	18
2. Fiche technique de la locomotive	18
3. Le bogie de la locomotive	19
a) Description :	19
b) Composition :	19
c) Schéma explicatif :	20
<i>Chapitre 3 : Analyse des avaries des réducteurs</i>	21
I. Etude technique :	22
1. Description :	22
a) Caractéristiques :	22
b) Composition :	22

Rapport dstage licence

c) Dessin technique descriptif :	23
2. Fonctionnement :	24
3. Schéma cinématique du réducteur :	24
4. Système de graissage :	25
Généralités :	25
<i>Interprétation</i>	28
II. Etude statistique des anomalies :	29
Analyse des problèmes :	29
Historique des anomalies pour les années 2009 à 2012 :	29
1. Analyse par l'outil PARETO	33
a) Le principe de l'outil Pareto	33
b) Tableau de classement des valeurs cumulées	33
c) Détermination des facteurs principaux (80-20).....	33
d) Tracé du diagramme de Pareto :	34
2. Analyse par la méthode AMDEC :	34
a) Démarche pratique de l'AMDEC pour les réducteurs des locomotives E1350:	36
b) Tableau AMDEC :	37
ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ.....	38
c) Plan d'action :	40

[conclusion](#)

INTRODUCTION GENERALE

Les entreprises sont de plus en plus sensibles à l'importance des coûts induits par les défaillances accidentelles des systèmes de production et elles sont de plus en plus conscientes que la maintenance contribue d'une manière significative à leurs performances globales, qu'elle permet une disponibilité satisfaisante des équipements et qu'elle assure également la sécurité des personnes et des biens.

Cependant, l'absence de données fiables et d'outils efficaces de traitement de ces données réduit parfois la fonction maintenance à des tâches de dépannage, et par le fait même, à une fonction dont les coûts ne cessent d'augmenter et dont la contribution à la performance de l'entreprise n'est pas évidente.

Le transport ferroviaire demeure un élément capital dans le maillon du développement industriel, économique, structurel et socio-éducatif du Maroc. Ceci dit, l'ONCF en étant le seul transporteur ferroviaire du pays, est devant l'obligation de suivre perpétuellement les différentes mutations que le royaume connaît chaque jour.

Notre travail au sein de l'établissement de maintenance industrielle de Casablanca (EMIC), consiste à étudier le Bâti réducteur de transmission de la locomotive E 1350, ses anomalies leurs causes et leurs effets en utilisant des méthode de maintenance à savoir PARETO et AMDEC, afin de pouvoir élaborer des outils de maintenance plus efficaces.

Chapitre 1: Présentation de ONCF / EMIC

A travers cette partie, nous présenterons l'organisation de l'ONCF et ses missions principales ainsi que notre établissement, EMIC, son historique d'évolution, les différentes activités qui lui sont allouées au sein des ateliers le

I. Présentation de l'ONCF

1. Statut et missions

Les chemins de fer au Maroc ont fait leur apparition sous le Protectorat français à partir de 1911, 3 compagnies concessionnaires françaises se partageaient, à l'époque, l'exploitation du chemin de fer marocain : la Compagnie des Chemins de Fer Marocains (CFM) sur le réseau de Marrakech à Oujda, le Tanger-Fès (TF) concernant la ligne du même nom et la Compagnie du Maroc Oriental (CMO) pour la ligne Oujda-Bouaarfa.

Après l'indépendance, l'Etat a racheté ces trois compagnies et a institué par le Dahir du 05 août 1963 l'Office National des Chemins de Fer Marocain (ONCFM).



2. ONCF : Etablissement Public, depuis 1963



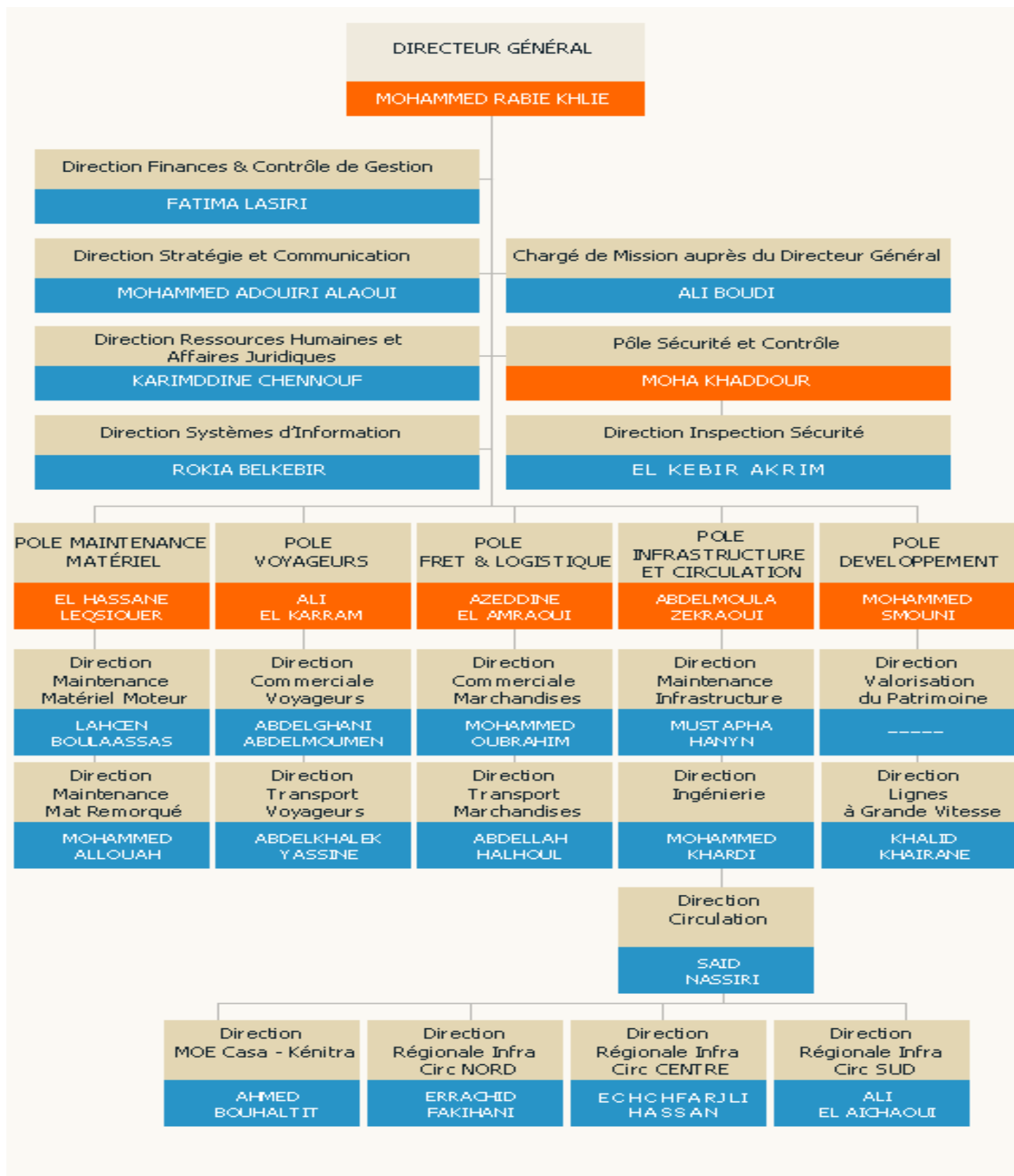
[Logos ONCF](#)

L'Office National des Chemins Ferriques a été créé par dahir n°225 du 5 août 1963 en tant qu'établissement public à caractère industriel et commercial doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière. Le réseau ferroviaire national est constitué d'une dorsale Marrakech Oujda avec des antennes desservant les ports et les gisements miniers. L'office est mené à accomplir trois missions essentielles :

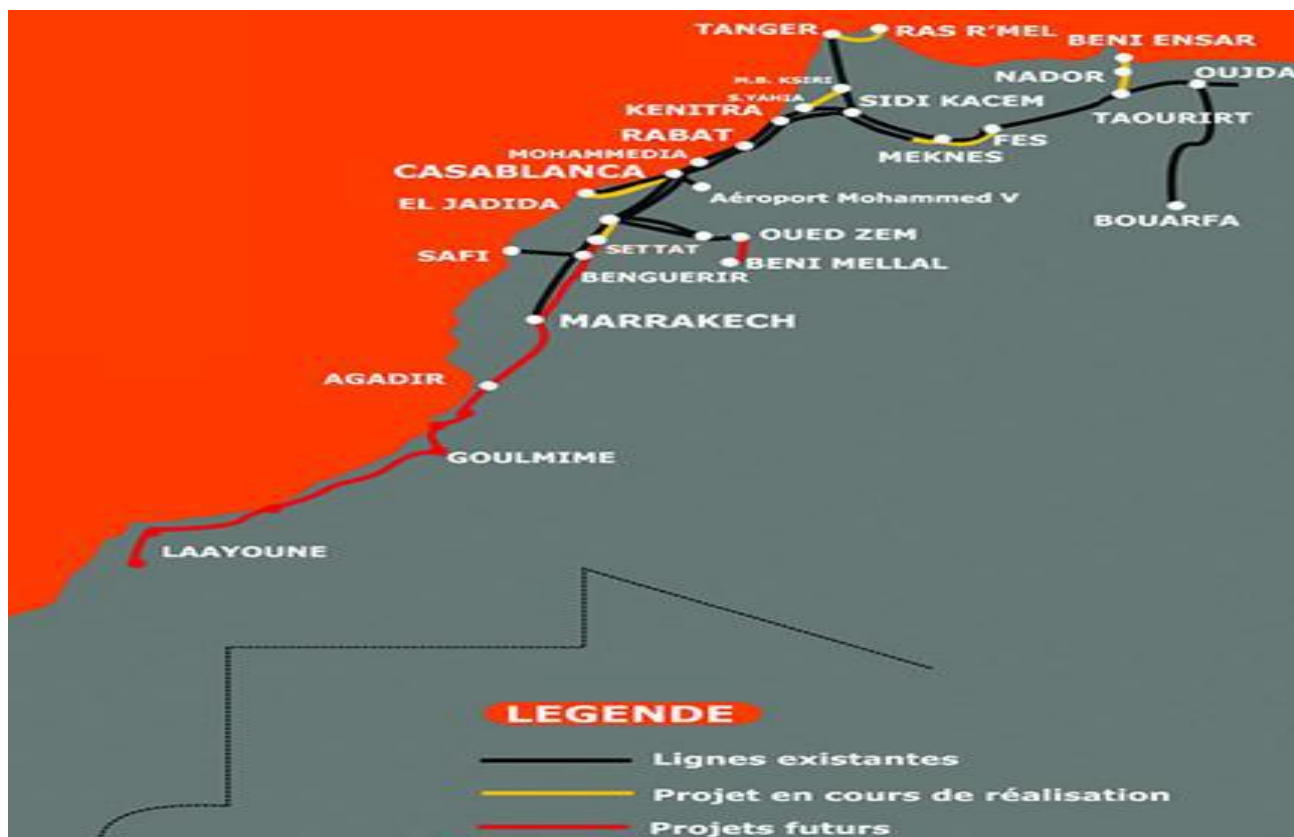
- Le transport des voyageurs.
- Le transport des marchandises diverses (Fret).
- Le transport des phosphates.

Pour accompagner le développement socio-économique du pays, l'ONCF s'accorde à moderniser ses méthodes de management et de gestion à travers la multiplication de ses métiers à savoir le marketing, la maintenance de l'infrastructure, l'ingénierie la comptabilité et la finance et les ressources humaines.

3. Organisation générale de ONCF



4. La carte ferroviaire



5. Les 5 valeurs de l'ONCF

5 valeurs constituent la charte de réussite de notre projet d'Entreprise :

- **La Sécurité** : Respect des normes et règles de la sécurité des circulations ferroviaires, en vue de préserver les personnes et les biens, pour instaurer un climat de confiance interne et externe notamment vis-à-vis de nos clients ;
- **L'Excellence** : Recherche en permanence de l'amélioration continue des performances en vue de dépasser les objectifs arrêtés ;
- **La Rigueur** : Favoriser les comportements professionnels conformément aux règlements, procédures et discipline du travail et aux engagements ;
- **La Transparence** : Communication libre, naturelle, directe en vue de créer un climat de confiance et de compréhension, vis-à-vis des clients externes et internes de l'entreprise ;
- **L'Engagement** : Adhésion et l'implication de l'ensemble des collaborateurs pour la réalisation des objectifs tracés avec le souci majeur de satisfaction des clients.

I. Présentation de l'EMIC

L'Établissement de Maintenance Industriel de Casablanca est un établissement ferroviaire de l'ONCF, au sein de la direction centrale activité, on va donc présenter l'ONCF en premier lieu et l'EMIC en second lieu.

1. Informations générales :

Adresse	Rue Jaâfar El Barmaki, Hay Mohammadi – Aïn Sebaâ, Casablanca
Téléphone	(0522) 62 -06-57
Superficie	4 hectares dont 1,5 hectare couvert
Puissance installée	1665 KVA

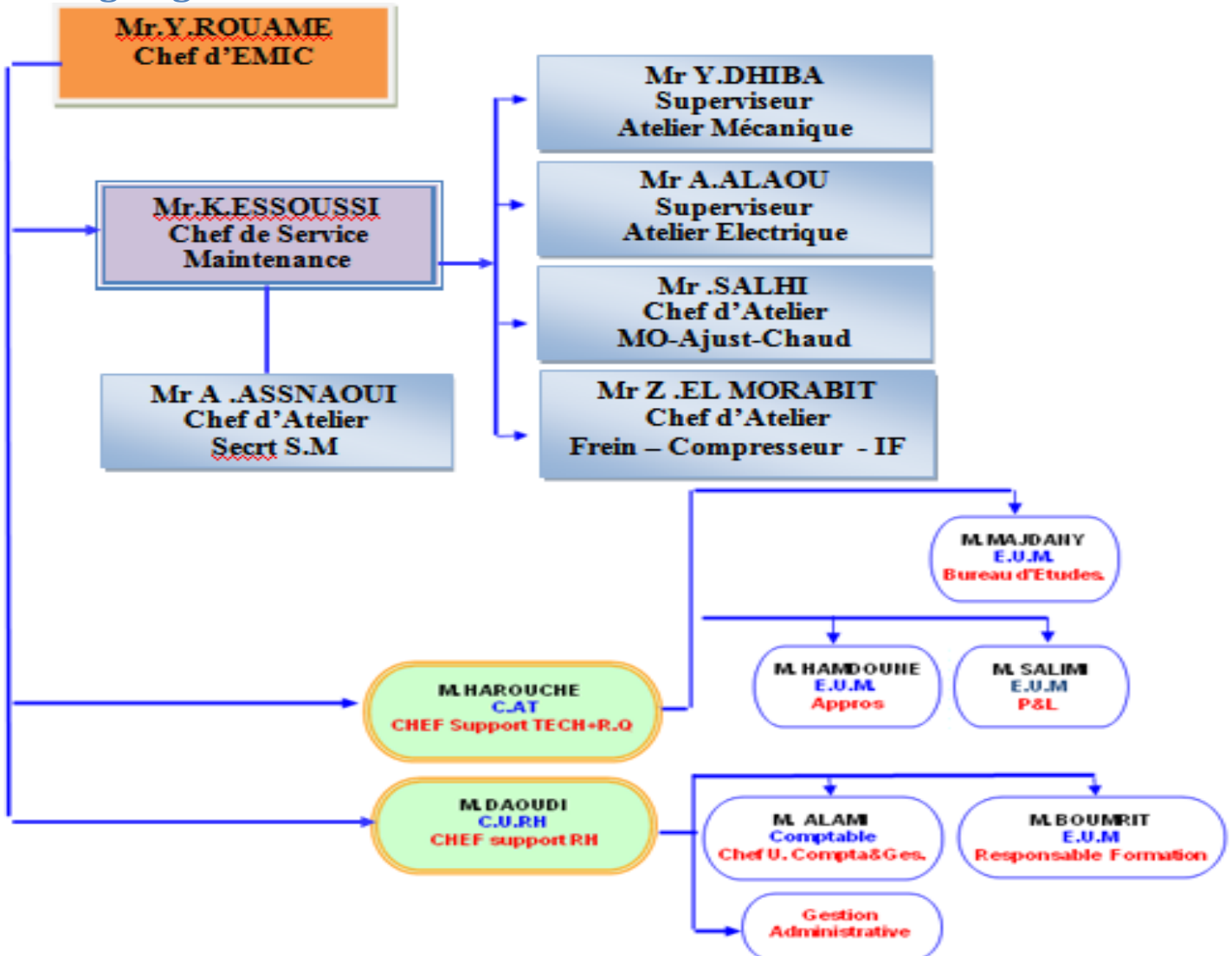
2. Moyens humains de l'établissement :

Pour servir ses clients s'appuie sur une organisation décentralisée répartie en quatre ateliers et un support technique et un bureau ressources humaines.

L'effectif de l'établissement est de 172 personnes réparties comme suit :

Manager	1
Cadres	10
Agents de maîtrise	31
Agents d'exécution	130
Total	172

3. Organigramme EMIC



4. Historique de l'EMIC

L'EMIC a reconnu plusieurs évolutions au niveau de l'appellation :

✎ Avant Septembre 1999: l'établissement s'appelait Les Ateliers Electrique de Casa (AEC), il était chargé de la maintenance des locomotives électriques.

✎ A partir du mois d'Octobre 1999: l'établissement regroupait désormais sous le nom des Ateliers de Casa (AC), les établissements ci-après:

- AEC : Ateliers Electriques de Casablanca.
- AMRC: Ateliers du Matériel Remorqué de Casablanca.
- EMRC: Entretien du Matériel Remorqué de Casablanca.

✎ Depuis Juillet 2002: la nouvelle structure de l'ONCF a fait que l'établissement soit appelé les Ateliers Gros Entretien de Casablanca (AGEC)

✎ Depuis Juillet 2009: la dernière restructuration de l'ONCF a encore une fois changé le nom de l'établissement en Atelier des Locomotives Electriques de Casa (ALEC).

✎ Depuis Octobre 2010: la direction du pôle maintenance matériel a choisi de donner à l'établissement un caractère plus large relevant du domaine industriel. Ainsi, l'établissement a désormais le nom d'établissement de maintenance industrielle de Casa (EMIC).

5. Attributions des différentes unités du Support Technique

Le Support Technique est chargé de l'étude, de la planification et la fourniture de la documentation et la matière nécessaire à la production. Il se compose des unités suivantes :

✎ **Unité Groupe d'étude :**

Le groupe d'étude (GE) a pour rôle d'assurer la gestion documentaire de l'EMIC dont la distribution, l'archivage, la mise à jour, la codification et la destruction des documents. Il est chargé aussi de la définition des pas de révisions de chaque série de locomotive, préparer les rapports trimestriels et le rapport global.

✎ **Unité Bureau d'étude :**

Le bureau d'étude (BE) s'occupe de la fourniture des dessins utiles pour la production et la spécification des dessins techniques étrangers (les convertir au langage commun fourni par la norme française AFNOR) et il fait le suivi des projets de modification sur les locomotives existantes.

✎ **Unité Planification et Lancement :**

Comme son nom l'indique, l'unité planification et lancement (PL) établit les plannings de révision et de réalisation de l'année A+1 pour le service maintenance et elle se charge du lancement des travaux en fournissant les ordres de travail nécessaires.

En outre, la PL assure la mise à jour des historiques des locomotives, la préparation des ordres de sortie et l'écoute client, et aussi le suivi de la réalisation des charges prédéfinis dans les contrats programme avec les autres établissements du réseau.

✎ **Unité Approvisionnement :**

Cette unité a comme responsabilité la gestion de la matière (pièces de rechange, équipement et outillage), dont la prévision de matière à consommer, la commande et la réception.

✎ **Unité Métrologie :**

Elle assure la fonction de suivi d'étalonnage des Dispositifs de Mesure et de Surveillance (DMS).

6. Service Production

Le Service Production constitue le service maintenance pour l'établissement, il se compose de quatre ateliers principaux:

↻ **Atelier électrique (A1)**

Cet atelier est chargé de la maintenance de la partie électrique de la locomotive. Il comprend trois unités de production (UP) qui partagent le travail entre elles :

Unité Groupes Tournants:

Assure la maintenance des groupes tournants. En particulier, elle assure:

La révision des moteurs de traction, et de tous les groupes tournants (le moteur de ventilation à titre d'exemple).

Les essais électriques sur les moteurs de traction.

Unité Bobinage:

Cette unité assure le bobinage des moteurs. S'il s'agit d'un moteur de traction ou bien d'un moteur auxiliaire. Quoique le bobinage de la partie moteurs de traction est quasiment totalement sous-traité suite à un marché cadre, l'activité de cette unité est en perpétuel développement surtout lorsqu'il s'agit des selfs et des moteurs auxiliaires.

Unité Caisse et Appareillage:

Contacteurs, disjoncteurs, inverseurs, manipulateurs ou relais électromagnétiques, etc. Ce sont l'ensemble des appareillages électriques de la caisse sujets de réparation et de maintenance au niveau de cette unité. En particulier, cette unité a les missions suivantes:

- Démontage et remontage des organes des caisses révisées par les autres ateliers.
- Les travaux électriques dans les deux postes de conduite.
- Révision et réparation des caisses des locomotives électriques.
- S'occuper des différents circuits électriques de la locomotive : circuit de puissance, circuit de commande et de contrôle, circuit auxiliaire.

↻ **Atelier Bogie – Essieux (A2)**

Il s'occupe de la maintenance des essieux et les pièces qu'ils supportent et qui sont des organes ayant une incidence directe sur la sécurité, ainsi que les bogies (partie inférieure de la locomotive), les trois unités de production constituant cet atelier sont :

Unité Essieux-roues :

Cette unité travaille suivant un circuit des opérations bien déterminé, à savoir :

- Calage et décalage des roues.
- Calage et décalage de pièces autres que les roues (couronne, disque de frein).
- Contrôle non destructif de l'essieu axe (l'arbre).
- Tour parallèle pour contrôler le diamètre du faux rond, un ovale hors tolérance implique le rejet de l'essieu axe, sinon on passe à l'usinage de l'essieu axe.
- Usinage des centres des roues par le tour vertical.

Unité Roulements :

Elle a pour rôle :

- Démontage et montage des boîtes d'essieux.
- Décalage et calage des roulements, en plus du graissage par pompe.
- Démontage et remontage des arbres creux.
- Nettoyage + expertise des roulements, pour décider de les garder ou les rejeter.

Unité de production Bogie :

Cette dernière s'occupe de la maintenance de la partie inférieure de la machine, à savoir le bogie

elle consiste à :

- La Révision et réparation des bogies de locomotives électriques et automotrices.
- La Réparation et mutation d'organes des bogies accidentels.

Cette unité s'occupe également du levage, sous entendu, la séparation de la caisse aux bogies :

- Le montage et le démontage des moteurs de traction
- Le montage et le démontage des essieux.
- La distribution des organes du bogie démontés aux sections concernées.

✎ **Atelier Chaudronnerie, Machine – Outils, Ajustage (A3)**

Les travaux de chaudronnerie, d'ajustage et les opérations d'usinage que nécessitent certaines activités de l'établissement lui sont confiées, dont quatre unités de production :

Unité Machine-outil :

Cette unité réalise des travaux pour tous les autres ateliers et qui sont :

- Travaux d'usinage par machines outils.
- Travaux de perçage, tour et fraisage
- Elle fait aussi le profilage des roues en tour en fosse.

Unité Ajustage :

Elle à la charge de la réparation et la révision des organes suivant :

Les pantographes

- Les sièges
- Portes de la machine
- Les palonniers (pour la série ZM)
- Les attelages
- Les couronnes...

Unité Chaudronnerie :

Travaux de chaudronnerie et de soudure, des pièces et des organes de la locomotive électrique et automotrice.

Traçage et découpage des tôles en acier pour confectionner, plusieurs pièces de locomotive, (cadre supérieur de pantographe, des filtres,...).

Unité Menuiserie :

Elle est chargée de la réalisation des travaux de menuiserie et de peinture pour les autres ateliers.

✎ **Ateliers Frein Compresseurs (A4)**

L'atelier Frein compresseurs Cet atelier comprend trois unités de production. L'ensemble des différentes tâches accordées a chaque partie sont les suivantes :

Unité Frein :

Cette unité traite les organes de frein de tout le parc ONCF. Elle a pour mission :

- Montage des boyaux demi accouplement
- Révision des régleurs DRV et PB, plus un graissage.
- Révision des relais/valves.
- Révision des distributeurs
- Révision du robinet mécanicien.

Unité Compresseur :

Cette unité a pour tâche :

Révision et réparation des compresseurs des locomotives électriques et automotrices, à savoir Démontage et montage de bloc frein, en plus de leur graissage.

Unité Installations Fixes :

Elle est chargée de :

Entretien des installations fixes de l'établissement c'est à dire le matériel utilisé pour la production tel que les ponts de levage, les machines outils, les presses hydrauliques et toutes installations électriques.

II. Activités de l'établissement EMIC

1. Politique de maintenance de l'EMIC

La politique de maintenance adoptée par l'EMIC se divise en deux catégories :

- ☞ Maintenance curative : en cas de pannes imprévues.
- ☞ Maintenance préventive : réglemantée par des ordres de services et des visites périodiques effectuées par le personnel dans les ateliers d'entretien.

Durant les travaux de la maintenance les moteurs de traction subissent un démontage complet de leurs constituons, une vérification détaillée de chaque élément et le changement de tout organe défectueux qui peut immobiliser le moteur.

Ainsi, l'établissement maintenance industriel Casablanca est chargé des activités de maintenance suivantes :

- ☞ La réhabilitation des locomotives électriques et rames automotrices.
- ☞ La révision générale et limitée des locomotives électriques et rames automotrices.
- ☞ Les grandes réparations des accidentelles.
- ☞ Révision et réparation des organes de frein, les groupes tournants et des tachymètres pour l'ensemble des engins du parc de l'EMIC.
- ☞ Elaboration et mise en œuvre du plan de maintenance en tenant compte de la politique de maintenance défini au niveau du service.
- ☞ Maintenance du département ingénierie matériel et gros entretiens.

2. Types des locomotives électriques existantes à l'EMIC :

L'EMIC assure la maintenance de toutes les séries des locomotives électriques. Le tableau ci-dessous indique la composition du parc roulant :

SERIE	NOMBRE LOCOMOTIVES	DATE DE LIVRAISON
E1100	22	1977
E1200	08	1982
E1250	12	1984
E1300	18	1992
E1350	09	1999
E1400	20	2009
ZM	14	1984-1994
Z2M	24	2006

3. Parc roulant des locos électriques :

E 1100 :

- **Constructeur :** HITACHI Japon
- **Parc :** 22
- **Puissance :** 2850kw
- **Vitesse :** 100km/h
- **Nombre de moteur de traction :** 6
- **Affectation :** phosphate et fret
- **Date de mise en service :** 23/01/1976



E 1200:

- **Constructeur :** HITACHI Japon
- **Parc :** 8
- **Puissance :** 2850kw
- **Vitesse :** 100km/h
- **Nombre de moteur de traction :** 6
- **Affectation :** fret
- **Date de mise en service :** 11/10/1982



E 1250 :

- **Constructeur :** HITACHI Japon
- **Parc :** 12
- **Puissance :** 3900kw
- **Vitesse :** 160km/h
- **Nombre de moteur de traction :** 6
- **Affectation :** voyageurs
- **Date de mise en service :** 1984



E1300 :

- **Constructeur :** ALSTOM France / SCIF Maroc
- **Parc :** 18
- **Puissance :** 4000kw
- **Vitesse :** 160km/h
- **Nombre de moteur de traction :** 2
- **Affectation :** voyageurs
- **Date de mise en service :** 1992



E1350 :

- **Constructeur :** ALSTOM France
- **Parc :** 9
- **Puissance :** 4500kw
- **Vitesse :** 120km/h
- **Nombre de moteur de traction :** 2
- **Affectation :** phosphate
- **Date de mise en service :** 1999



ZM :

- **Constructeur :** ACEC Belgique
- **Parc :** 14
- **Puissance :** 1416kw
- **Vitesse :** 160km/h
- **Nombre de moteur de traction :** 4
- **Affectation :** voyageurs
- **Date de mise en service :** aout en 1984



L'établissement joue un rôle primordial dans la maintenance des locomotives, en particulier les groupes tournants : Moteurs de traction et les auxiliaires.

Chapitre2 :Présentation technique Locomotive E1350

I. Généralités

Une locomotive électrique est une locomotive mue par des moteurs électriques. Ceux-ci sont alimentés soit, cas le plus général, par une ligne de contact aérienne, soit par un troisième rail (notamment dans les métros), ou parfois par des accumulateurs de bord. Une locomotive électrique peut être mono courant (alimentée par un seul type de courant) ou bien polycourant, c'est-à-dire apte à utiliser plusieurs types de courant (le plus souvent bi- ou tricourant).

La première locomotive électrique connue, alimentée par des piles électriques, fut construite par un Écossais, Robert Davidson à Aberdeen en 1837.

Les locomotives électriques reçoivent leur énergie de l'extérieur sous forme de courant électrique, soit d'une caténaire au-dessus de la voie, soit d'un troisième rail au sol.

Les avantages de la traction électrique sont nombreux : coût d'entretien plus réduit que pour les locomotives diesel, accélération importante, freinage régénératif (freinage rhéostatique). Ils sont vivement appréciés pour le transport de voyageurs dans les zones d'habitation dense. Et ils sont systématiquement utilisés pour les trains à grande vitesse comme le TGV, Thalys, Eurostar, ICE ou Shinkansen, parce que les moteurs de forte puissance massive qui leur sont nécessaires sont faciles à embarquer à l'intérieur du train.

Tous les systèmes ferroviaires récents utilisent une source de courant alternatif à fréquence industrielle. Cependant, l'office national des chemins de fer utilise une alimentation en courant continu 3000 volt sur tout le réseau ferroviaire.

1. La locomotive E1350

La locomotive E1350, grâce à sa conception, est destinée à transporter des marchandises lourdes (phosphate), de type bi-cabines à caisse autoportante et lanterneaux amovibles.

2. Fiche technique de la locomotive

Série	E1350
Origine	ALSTOM
Valeur d'acquisition nette	29 MDH
Parc	9
Date de mise en service	1999



CARACTERISTIQUES

Puissance	4500 KW	Masse	88 T	Masse freinée	80T
Courant nominal	1650 A	Vitesse	120 km/h	Longueur	17480
Tension auxiliaire	72 V	Trans C - B	barre de traction	Largeur	3029
Effort traction	33 T	Suspension sec	plot élastiques	Hauteur	4260
Réserve d'aire	1000 L	Suspension Prim	ressorts et amortisseurs		
Bloc Frein	SAB BF2	Suspension MT	bogies mono moteur entièrement suspendu		
Distributeur	C3W	Commande frein	PEL3		
		Type de train	rchandises lour		

3. Le bogie de la locomotive

a) Description :

Chaque bogie a deux essieux est une construction en acier soudé, consistant en deux plaques latérales et deux traverses centrales et extrêmes servant à la fixation du moteur de traction (MT), du réducteur de vitesse et de différents organes mécaniques.

Les ensembles bogies avant et arrière sont du type monomoteur. Ils sont interchangeables, exception faite du repositionnement du mécanisme de frein à main et de transmetteur de vitesse.



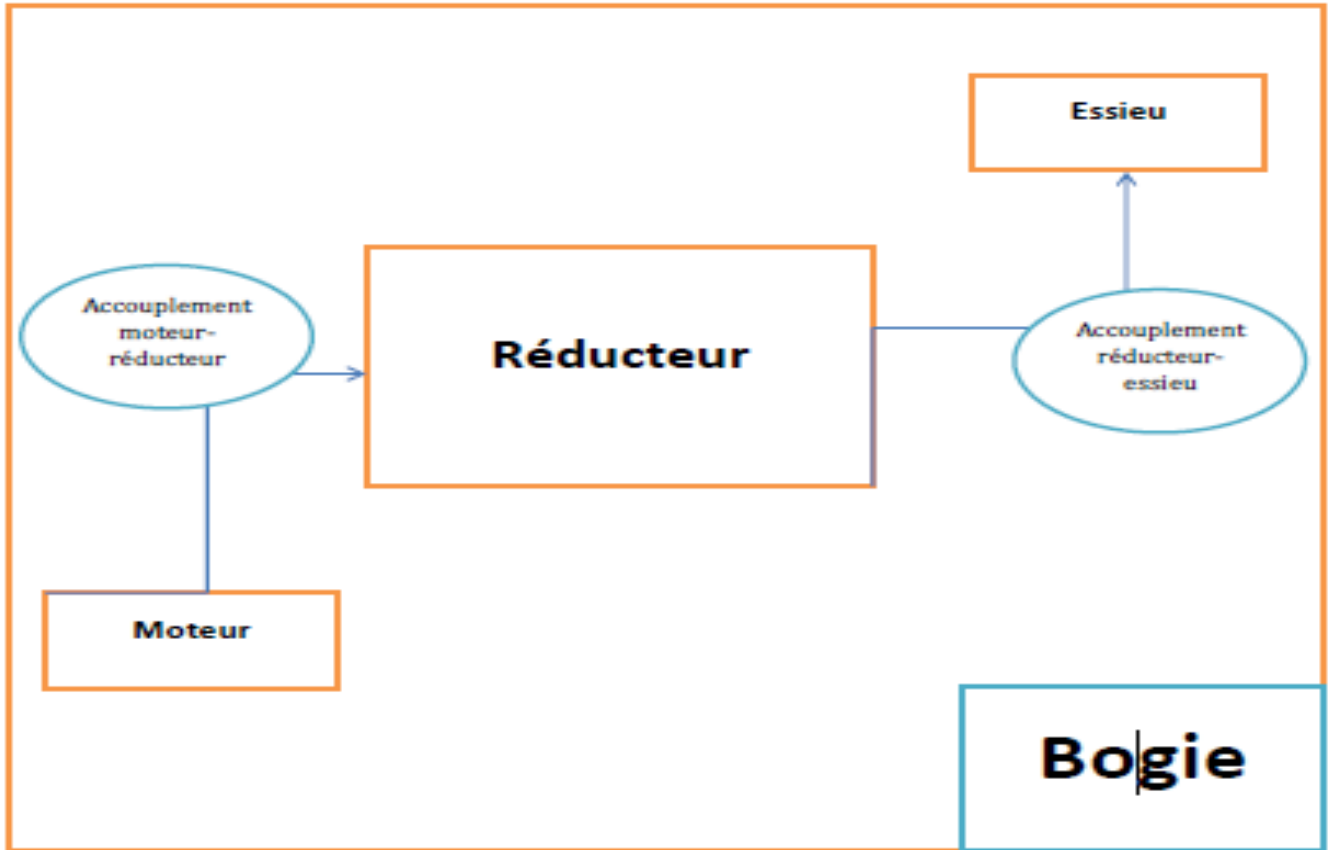
Bogies E 1350

b) Composition :

L'ensemble bogie se compose essentiellement :

- ∞ d'un châssis de bogie entretoisant les essieux et répartissant la masse de la caisse sur chacun d'eux.
- ∞ de deux essieux équipés de boîtes à roulements, d'une roue dentée principale, d'un système de transmission et d'un arbre creux.
- ∞ de deux étages de suspension comprenant :
 - une suspension secondaire constituée d'appuis élastiques.
 - une suspension primaire indépendante.
- ∞ d'un moteur de traction entraînant les deux essieux par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse,
- ∞ d'un dispositif de traction basse assurant les efforts d'entraînement et de freinage,
- ∞ d'un dispositif de freinage pneumatique, avec frein d'immobilisation, comportant quatre blocs de freinage.
- ∞ de dispositifs d'anti-patinage des roues et de graissage des boudins de roues (amortisseurs : réducteurs de chocs).

c) Schéma explicatif :



Chapitre3: Analyse des avaries des réducteurs de transmission de la locomotive E-1350

Au cours de ce chapitre on va s'intéresser au bâti réducteur de transmission qui représente l'une des principales composantes de la locomotive électrique E 1350, qui lors de son fonctionnement subit à plusieurs défaillances.

I. Etude technique :

1. Description :

Le bâti réducteur est système réducteur de vitesse, en transmettant l'effort de traction du moteur aux deux essieux avec un rapport de réduction de $73/33 = 2,212$.

Il est fixé sur le châssis de bogie avec une liaison centrale (accouplement moteur Citroën) et une liaison sur les deux essieux par l'intermédiaire des flasques paliers

a) Caractéristiques :

Masse: 2464kg

Encombrement Bâti :

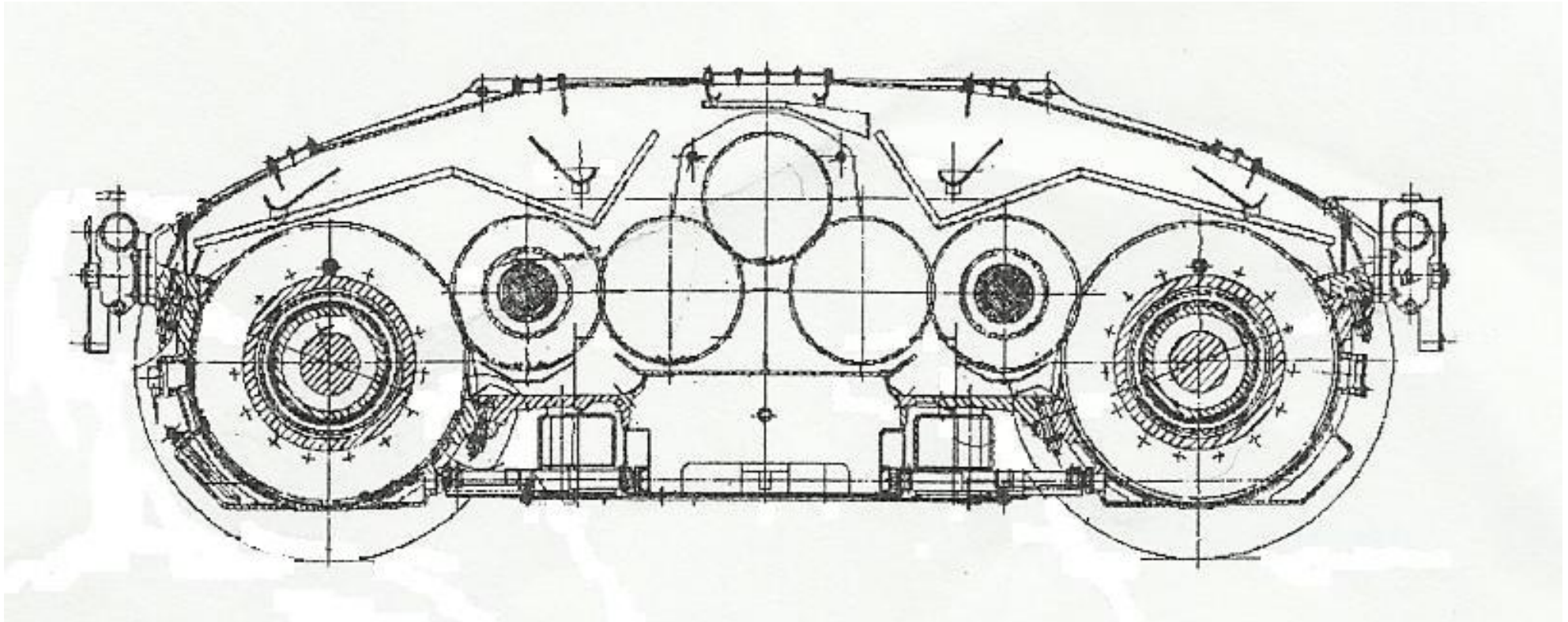
- Longueur: 3960mm
- Largeur: 680mm
- Hauteur: 1318mm

b) Composition :

Le réducteur comprend essentiellement un bâti en construction mécano soudée contenant :

- ∞ Les paliers des boîtards du pignon moteur et des roues intermédiaires.
- ∞ Les augets d'alimentation par l'huile des paliers des roues dentées principales.
- ∞ La partie inférieure centrale du bâti de transmission forme un réservoir d'huile et est reliée aux deux carters des roues dentées principales des essieux par deux tuyauteries d'équilibre.
- ∞ Les extrémités du bâti de transmission portent les plaques de fixation des Silentbloks servant à la liaison avec le châssis.
- ∞ Le bâti de transmission doit avoir des tolérances d'usinage très strictes pour :
 - Permettre le jeu de fonctionnement des engrenages ;
 - L'alignement des alésages recevant les boîtards des roulements ;
 - La position et l'alignement des axes des arbres tournant ;
 - Les goulottes de récupération de l'huile permettant la lubrification des organes tournants roulements, engrenages
 - Permettre la fixation de bouchons aimants pouvant récupérer des particules métalliques polluant l'huile ;
 - Maintenir l'huile en circuit fermé.
- ∞ Équipement du bâti de transmission :
 - Un pignon moteur
 - Deux roues intermédiaires de 37 dents dont une roue intermédiaire équipée de pompe de graissage
 - Deux roues intermédiaires de 39 dents
 - Le système de graissage d'ensemble

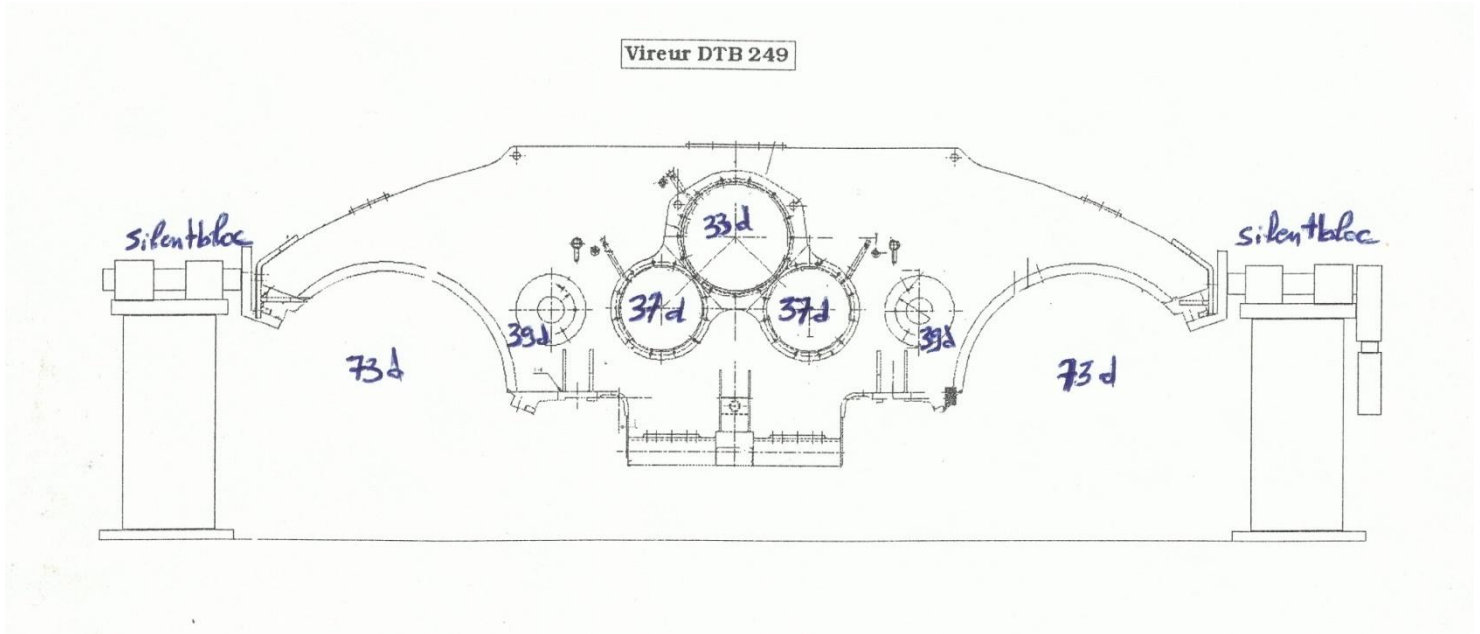
c) Dessin technique descriptif :



Bâti réducteur de transmission de la locomotive E-1350

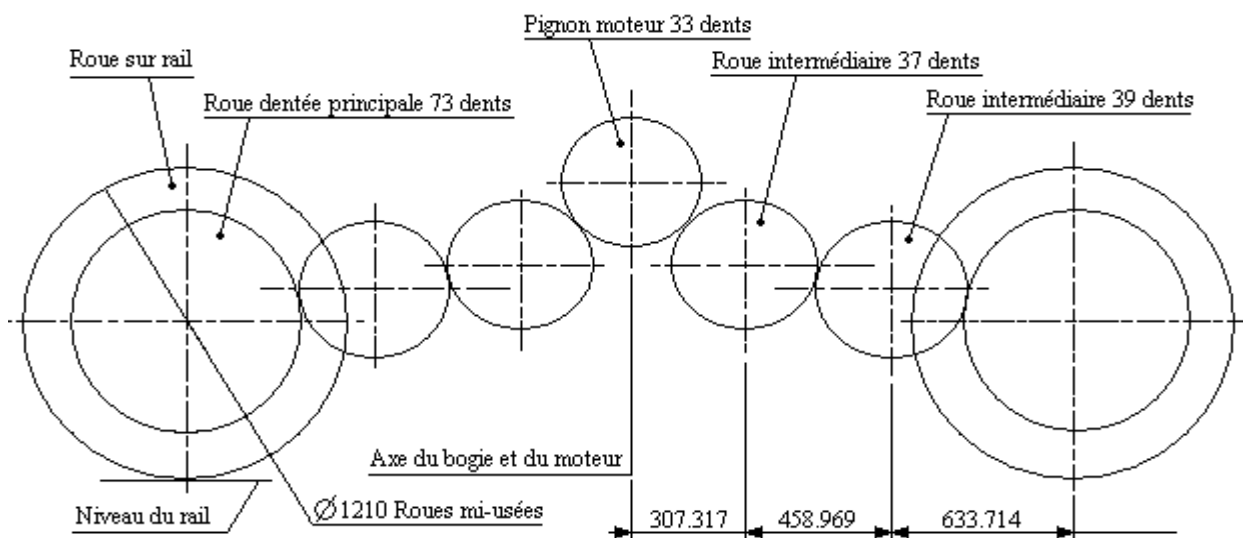
2. Fonctionnement :

Le mouvement et l'effort de l'arbre sont transmis par un accouplement CITROËN au pignon moteur 33 dents placé au centre du réducteur qui entraîne en rotation deux roues intermédiaires 37 dents qui entraînent à leur tour deux roues intermédiaires 39 dents qui engrenent enfin avec les roues principales 73 dents calées sur les essieux.



Support du bâti réducteur

3. Schéma cinématique du réducteur :



Diamètres primitifs de fonctionnement :

- De la roue intermédiaire 37 dents :
 - Avec le pignon de 33 dents : 448.228
 - Avec la roue intermédiaire de 39 dents : 446.921
- De la roue intermédiaire 39 dents :
 - Avec la roue intermédiaire de 37 dents : 471.079
 - Avec la roue dentée principale de 73 dents : 446.607mm

4. Système de graissage :

Généralités :

Importance de lubrification :

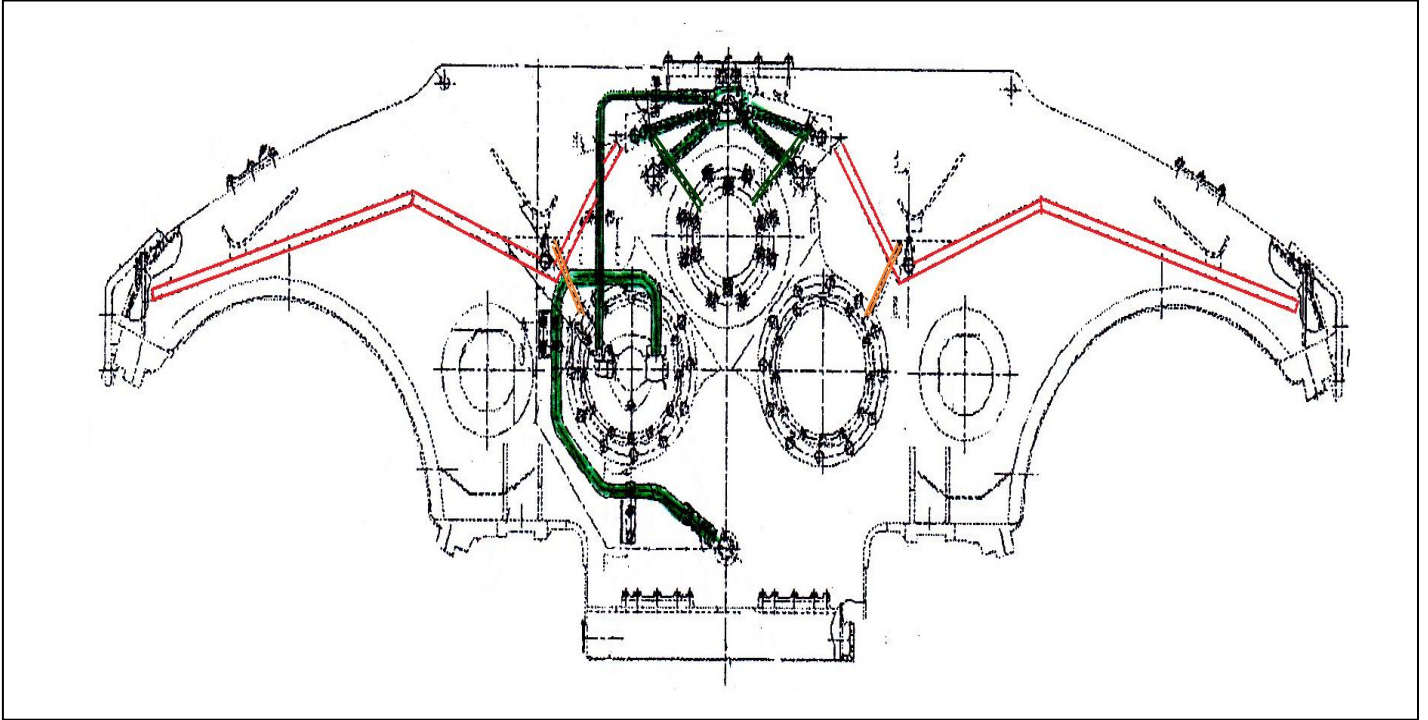
Un lubrifiant réduit les frottements. Il évite aussi l'usure et la corrosion et protège de la pollution solide et liquide.

Le lubrifiant forme un film d'huile entre les surfaces de roulement et de glissement d'un roulement, de sorte qu'il ne se produit pas de contact métallique même sous forte charge.

Pour cela, les roulements convenablement lubrifiés ont le plus de chance d'atteindre leur durée de service maximale.

La lubrification peut être effectuée par la graisse ou par l'huile, cette dernière est appropriée lorsque la chaleur doit être éliminée du roulement, elle est souvent utilisée par ce qu'elle est nécessaire pour d'autres composants, par exemple engrenages, coussinets lisses, joints, etc.... comme s'est notre cas du réducteur de vitesse.

a) Procédure de lubrification pour les organes du réducteur :



Système de graissage du Bâti réducteur

Tous les roulements et engrenages sont lubrifiés à l'huile. Cette dernière est acheminée vers les points à graisser de deux manières :

☞ Premièrement, par barbotage pour graisser les dentures, les roulements des roues dentées principales et les roues intermédiaires et un système d'augets recueille l'huile centrifugée par les dentures en rotation.

☞ Deuxièmement, à l'aide d'une pompe entraînée par une des roues intermédiaires de 37 dents aspire l'huile à la base du bâti de transmission au travers d'un filtre à mailles combiné avec un filtre magnétique et arrose la denture du pignon moteur et ses roulements.

La réserve d'huile de 40litres est constituée par les flasques paliers et la partie centrale du bâti de transmission. Ces trois capacités sont reliées par deux tuyauteries d'équilibre.

Les tuyauteries d'équilibre permettent de maintenir un niveau d'huile constant entre la partie centrale basse du bâti de transmission et les deux flasques paliers.

b) Choix d'une huile de lubrification :

Le choix dépend de la plage de température, de la vitesse de rotation de l'environnement et des autres conditions de fonctionnement. L'huile est choisie sur la base de la viscosité qui dépend aussi de la température, elle décroît quand la température augmente. Donc, plus la variation de température est grande, plus il est important que la viscosité soit élevée.

Rapport dstage licence

Première méthode :

Pour les huiles minérales, la viscosité requise à la température de fonctionnement v_1 peut être déterminée à partir du diagramme (figure 1).

Application :

Le diagramme représente une ligne inclinée sur laquelle on met les valeurs de la fréquence de rotation (n). L'axe des ordonnées du diagramme représente les valeurs de viscosité en (mm^2/s) ou bien le cSt (centistoke), son axe horizontal mentionne le diamètre moyen des roulements en millimètres.

Pour le cas du réducteur, on va considérer le roulement le plus encombrant pour être à la situation la plus sécuritaire.

- Roulement choisi : Roulement à rouleaux cylindriques type NU de référence (NU 238 E), monté sur l'arbre du pignon arbré à côté moteur.
- Dimensions du roulement :
 - Diamètre extérieur : $D = 340\text{mm}$
 - Diamètre intérieur : $d = 190\text{mm}$
 - Epaisseur : 55mm

Détermination du diamètre moyen du roulement en utilisant la relation : $d_m = (d+D)/2$:

Application numérique :

$$d_m = (190+340)/2 \Rightarrow d_m =$$

La vitesse de rotation du pignon arbre : **1300tr/minute.**

Méthode :

On trace la verticale qui correspond au diamètre moyen calculé, jusqu'à l'intersection avec la diagonale représentant la valeur de vitesse 1300tr /min. Ensuite lire la valeur de viscosité appropriée (voir figure , traçage en bleu).

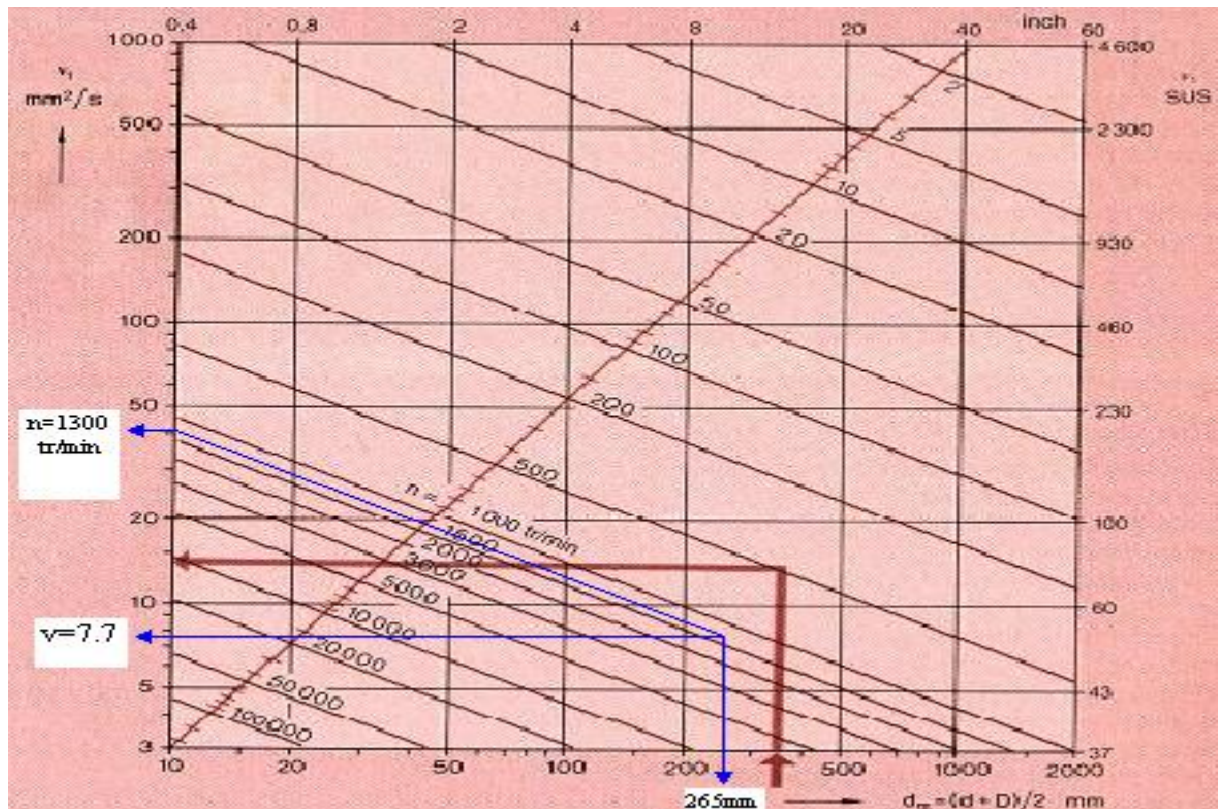


Figure 1: diagramme viscosité - diamètre moyen des roulements

Le diagramme représente une ligne inclinée sur laquelle on met les valeurs de la fréquence de rotation (n). L'axe des ordonnées du diagramme représente les valeurs de viscosité en (mm^2/s) ou bien le cst (centistoke), son axe horizontal mentionne le diamètre moyen des roulements en millimètres.

Deuxième méthode :

Si la température de fonctionnement est connue par expérience ou peut être déterminée, la viscosité correspondante à la température de référence, c'est-à-dire la viscosité requise pour l'huile qu'on va acheter peut être tirée du diagramme (Figure 2). Pour notre cas, la température maximale que peut atteindre le réducteur ne dépasse pas 60°C .

Quant à ce diagramme, il représente des pentes de diagonale en fonction de la viscosité et de température. On trace au point correspondant à la température de fonctionnement réelle 60°C , une verticale vers la partie supérieure du diagramme. Après, on tire de l'axe des ordonnées une ligne horizontale correspondante à la valeur déterminée précédemment : $7.7\text{mm}^2/\text{s}$ qui vient couper la droite de température. En suivant la pente la plus proche, on coupe la verticale qui représente la température de base (40°C), ce qui détermine la viscosité de l'huile à utiliser.

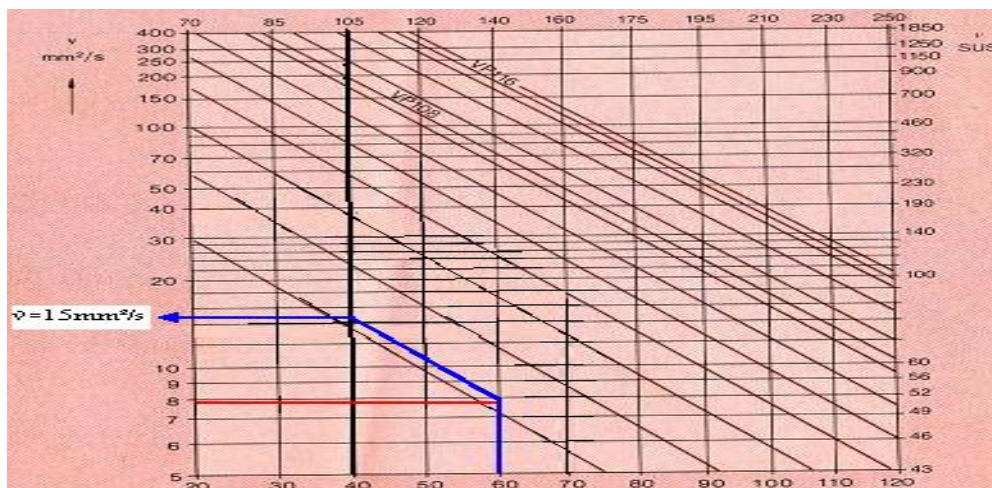


Figure 2 : diagramme viscosité température

Figure 1: Diagramme viscosité température

Interprétation :

À une température de fonctionnement 60°C , la viscosité de l'huile à utiliser doit être au moins $15\text{mm}^2/\text{s}$.

II. Etude statistique des anomalies :

L'ONCF a enregistré plusieurs pannes sur les réducteurs. Ces pannes empêchent les trains de fonctionner correctement. Afin d'améliorer la fiabilité de ses réducteurs, une étude PARETO-AMDEC est effectuée pour :

- Analyse des différentes pannes des réducteurs.
 - Réduire le nombre des défaillances.
 - Prévention des pannes.
 - Améliorer la maintenance préventive.
 - Réduire les temps d'indisponibilité parés défaillance.
 - Prise en compte des défaillances des réducteurs dès la conception.
 - Améliorer la maintenance corrective.

Analyse des problèmes :

Le réducteur de vitesse pour la série des locomotives E1350, présente diverses anomalies plus ou moins fréquentes. Le tableau ci-dessous résume le comportement du réducteur sous forme d'historique depuis l'année 2009 jusqu'à l'année 2012.

Historique des anomalies pour les années 2009 à 2012 :

N° de la Machine	N° des bogies	Dates d'entrées	Dates de sorties	Anomalies constatées
				2009
E1356	B1363/1358	03/01/2009	05/01/2009	Fissurations carter réservoir B1 & B2
E 1359	B1362/1355	08/01/2009	09/01/2009	Fissurations au carter réservoir B2
E 1352	B1367/1356	10/01/2009	13/01/2009	Bruit anormal au bâti réducteur B2
E 1355	B13571/1366	24/01/2009	24/01/2009	Dépose des bogies pour réparation après bruit constaté à l'essai en ligne
E 1357	B1365/1364	05/05/2009	25/08/2009	Bruit anormal au réducteur B1
E 1352	B1355/1362	07/05/2009	11/05/2009	Bruit anormal au bâti réducteur B2 Fuite d'huile des carters réducteurs
E 1351	B1357/1366	05/08/2009	08/08/2009	Vérification du réducteur B1 suite à un dérangement de fumée
E 1353	B1353/1360	22/08/2009	25/08/2009	Bruit anormal au réducteur B2
E 1357	B1367/1356	07/09/2009	08/09/2009	Carter réducteur B2 fissuré
E 1357	B1367/1356	28/09/2009	29/09/2009	Fissurations carter réducteur B2
E 1351	B1357/1366	06/10/2009	06/10/2009	Fissurations carter réducteur B2
E 1352	B1355/1364	06/10/2009	19/10/2009	Bruit anormal au bâti réducteur B2
E 1357	B1367/1356	27/10/2009	27/10/2009	Carter bâti réducteur B2 fissuré
E 1357	B1367/1356	07/11/2009	07/11/2009	Echauffement bâti réducteur B1 Fuite d'huile suite à fissurations Fuite bâti réducteur B2
E 1352	B1355/1364	02/12/2009	03/02/2009	Fuite d'huile au bâti réducteur B1
				2010
E1352	B1355/1364	18/01/2010	20/01/2010	Bruit anormal B1 Echauffement réducteur Huile carbonisée Carter réducteur B1 fissuré
E 1354	B1351/1352	24/01/2009	24/01/2009	Carter bâti réducteur B1 fissuré
E 1352	B1367/1356	23/02/2009	24/02/2009	Carter bâti réducteur B2 fissuré

Rapport dstage licence

E 1352	B1367/1356	14/03/2009	16/03/2009	Vérification du bâti réducteur B2 suite au bruit anormal constaté
E 1352	B1367/1356	31/03/2009	08/04/2009	Bruit anormal au bâti réducteur B2
E1356	B1365/1368	3/11//2010	9/11/2010	Bruit anormal B1. Début de chauffage B2 CONSTATATION : Bâti B1 : denture de pignon cassée E1 et E2 dentures cassées Roulements NU et NUP de l'E2 endommagés
E 1354	B1351/1352	24/01/2009	24/01/2009	Carter bâti réducteur B1 fissuré
E 1352	B1367/1356	23/02/2009	24/02/2009	Carter bâti réducteur B2 fissuré
E 1352	B1367/1356	14/03/2009	16/03/2009	Vérification du bâti réducteur B2 suite au bruit anormal constaté
E 1352	B1367/1356	31/03/2009	08/04/2009	Bruit anormal au bâti réducteur B2
E1356	B1365/1368	3/11//2010	9/11/2010	Bruit anormal B1. Début de chauffage B2 CONSTATATION : Bâti B1 : denture de pignon cassée E1 et E2 dentures cassées Roulements endommagés
E1352	B1367/1358	17/12/2010	17/12/2010	Bruit anormale au bâti réducteur du B2 à partir de 40 km/h. Début du chauffage B2
E1352	B1355/1364	18/01/2010	20/01/2010	Bruit anormal B1 Echauffement réducteur-Huile carbonisé Carter réducteur B1 fissuré
E1352	B1355/1364	13/02/2010	20/02/2010	Bruit anormal B1-Début de chauffage CONSTATATION Jeux exagéré aux roulements Coniques 39dents Ecaillage aux dentures des pignons moteurs
E1358	B1359/1354	4/02/2010	8/02/2010	Augets fissurés Fuite d'huile importante du bâti réducteur B1
E1351	B1357/1366	2/03/2010	5/3/2010	Bruit anormal B2 Roulements conique du PA du bâti B1 grippés
E1352	B1355/1364	2/05/2010	5/05/2010	Bruit anormal B1 Fuites des Carters réducteurs
E1357	B1357/1366	02/07/2010	6/07/2010	Fuite d'huile Augets fissurés
				2011
E 1357	B1367/1356/1357/1358	10/01/2011	10/01/2011	Bruit anormal au Bâti réducteur B2

Rapport dstage licence

E 1353	B1363/1358	31/01/2011	01/02/2011	Corps E2, E3 et E4 battent sur les flasques des bâtis Fuite d'huile au bâtis B1 et B2
E 1358	B1359/B1354	05/03/2011	06/03/2011	Fuites d'huile au niveau du bâti réducteur B1 Echauffement des roulements
E 1355	B1351/1352	29/03/2011	29/03/2011	Fuites importante d'huile au niveau du bâti réducteur B 2
E 1355	B1351/1352	12/04/2011	12/04/2011	Fuites importante d'huile au niveau du bâti réducteur B1
E 1357	B1367/1356	22/04/2011	22/04/2011	Fuite exagérée au niveau de carter bogie 2 Fixation du réducteur desserrée
E 1351	B1357/1366	04/05/2011	04/05/2011	Fuite d'huile du flasque E2 Jeu au flasque E3
E 1356	B1356/1365/1368	06/06/2011	06/06/2011	Fuite d'huile des flasque E1, E3 et E4 du bâti réducteur
E 1358	B1359/1354	26/06/2011	26/06/2011	Fuite d'huile du réservoir bâti réducteur B1
E 1357	B1367/1356	21/07/2011	21/07/2011	Fuite d'huile importante au carter B2
E 1358	B1359/1354	09/08/2011	12/08/2011	Fuite d'huile carter bogie 2
E 1352	B1355/1364	19/08/2011	10/09/2011	Bâti réducteur B2 avarié
E 1357	B1367/1356	07/09/2011	12/09/2011	Fuite d'huile bâti réducteur B2 Fuite d'huile au réservoir du bâti réducteur B2
E 1357	B1367/1356	06/10/2011	10/10/2011	Bruit au bogie 2
E 1356	B1365/1368	10/10/2011	11/10/2011	Bâtis et réservoir fissurés
E 1357	B1367/1356	31/10/2011	01/11/2011	Fuite d'huile au bâti réducteur B2
E 1356	B1365/1368	10/11/2011	10/11/2011	Fuite d'huile du bâti B2 au niveau du flasque E3
				2012
E1354	B1353/1360	20/1/2012	20/1/2012	Fuite d'huile au carter du réducteur B2 Vérifier réducteur b1
E1352	B1357/1366	26/1/2012	26/1/2012	Fuite d'huile au carter réducteur bogie 2 Fissure déjà soudée Vérifié l'étanchéité du réducteur bogie 1
E1356	B1367/1358	12/03/2012	12/03/2012	Fuite d'huile au carter réducteur B2 Fuite d'huile à la pompe B2 Fuite d'huile au niveau flasque E3 Fuite d'huile au carter réducteur B1
E1355	B1351/1352	1/04/2012	2/04/2012	Fissure du carter du bâti B2 Echauffement bâti B1
E1358	B1367/1358	3/5/2012	7/5/2012	Dentures cassés E1, E2 et E4 Fuite des carters réducteurs B2 Fuite aux flasques du réducteur B1

Rapport dstage licence

E1356	B1358/1354	17/6/2012	19/6/2012	Fuite d'huile au carter B2 Echauffement des roulements Augets de conduite d'huile B1 et B2 fissurés
E1356	B1365/1368	22/7/2012	25/7/2012	Fissuration du réservoir d'huile Carbonisation d'huile avec bruit anormal
E1357	B1356/1367	29/8/2012	30/8/2012	Bruit anormal B2 Denture cassée E3
E1352	B1367/1358	17/9/2012	17/9/2012	Carbonisation d'huile avec bruit anormal au B2. Echauffement du roulement avec décalage de la bague de la roue denté.
E1352	B1367/1358	17/10/2012	17/10/2012	Fuite d'huile du bâti réducteur B1 Fissure du carter du bâti B2 Augets de conduite d'huile B1 et B2 fissurés

1. Analyse par l'outil PARETO

a) Le principe de l'outil Pareto

Le principe de l'outil Pareto, aussi appelé principe des 80/20 est le nom donné à un phénomène empirique constaté dans certains domaines : environ 80 % des effets sont le produit de 20 % des causes. Ce fait a été décrit par l'économiste Wilfredo Pareto à propos de la distribution des richesses. Aujourd'hui cet outil s'applique en contrôle de qualité.

Et dont les buts sont :

- Mettre en évidence l'aspect principal d'un problème.
- Aider à choisir les éléments ou causes spécifiques à étudier en vue d'apporter des améliorations.
- Permet de comprendre au premier temps les problèmes et leur gravité respective
- Mettre en ordre l'importance et les effets des facteurs dans une expérience planifiée.

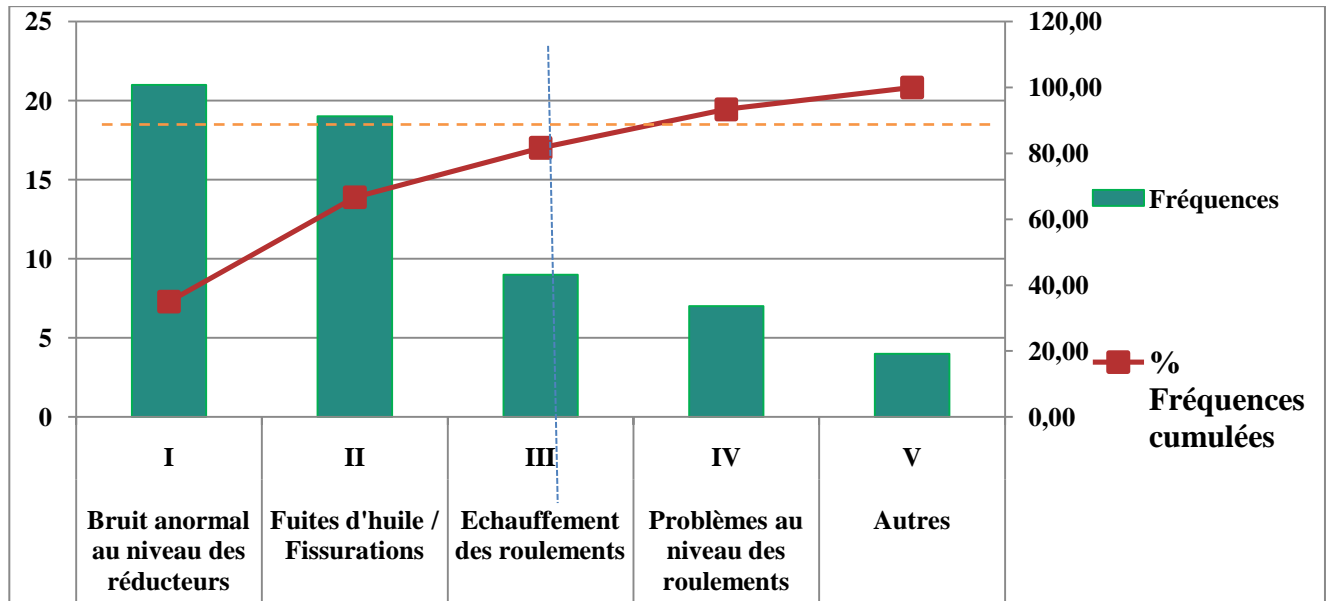
b) Tableau de classement des valeurs cumulées

Anomalies	Référence	Fréquences	Fréquences cumulées	% Fréquences cumulées
Bruit anormal au niveau des réducteurs	I	21	21	35
Fuites d'huile / Fissurations	II	19	40	67
Echauffement des roulements	III	9	49	82
Problèmes au niveau des roulements	IV	7	56	93
Autres	V	4	60	100

c) Détermination des facteurs principaux (80-20)

- On trace une ligne horizontale qui coupe l'axe verticale en 80 % de fréquences cumulées
- On détermine le point d'intersection de la ligne horizontale avec la courbe de fréquences cumulées
- En ce point, on baisse une verticale, pour définir 80 % des problèmes qu'on va résoudre. Ainsi par cet outil les priorités d'action sont donc rapidement visualisées.

d) Tracé du diagramme de Pareto :



***D'après Pareto :** on constate que 80% des anomalies sont de référence I, II et III pour ceci on va utiliser la méthode AMDEC afin de pouvoir donner des solutions adéquates.*

2. Analyse par la méthode AMDEC :

L'**AMDEC** (**A**nalyse des **M**odes de **D**éfaillance, de leurs **E**ffets et leur **C**riticité) est une méthode d'analyse de la fiabilité qui permet de recenser les défaillances dont les conséquences affectent le fonctionnement du système.

Cette méthode consiste à identifier les risques de mauvais fonctionnement d'une machine ou d'un organe puis à en chercher les effets et les conséquences. Elle fait ressortir les points faibles d'un équipement et permet de poser des actions correctives justifiées.

Le but premier de L'AMDEC est de maîtriser les défaillances, ce qui permet par la suite de garantir une fiabilité, une disponibilité et une sécurité convenable.

✓ **Systeme étudié :**

Le système étudié est un bâti réducteur de transmission de la locomotive électriques E 1350, ce dernier présente plusieurs anomalies pouvant influencer le bon fonctionnement et un coût de maintenance élevé.

✓ **Formation du groupe d'étude :**

Le groupe d'étude est constitué du responsable maintenance et 3 étudiants universitaires.

✓ **Calcul de la criticité :**

On élabore pour cela des grilles de cotation des critères O, D et G. Ces grilles peuvent être génériques ou spécifiques aux types de systèmes analysés.

➤ Pour effectuer l'évaluation de ces grilles, on s'appuie sur:

- Les connaissances des membres du groupe AMDEC.
- Les données disponibles de fiabilité, historiques de défaillance, retours

Rapport dstage licence

d'expérience etc...

- On évalue la criticité des défaillances identifiées auparavant en se basant sur:
 - La fréquence d'occurrence O.
 - La gravité du mode de défaillance G.
 - La probabilité de non détection du mode de défaillance D

$$C = F \cdot G \cdot D$$

<p>◆ Analyse des défaillances</p> <p><i>L'étude détaillée des bons de travail consécutifs au dysfonctionnement a permis de recenser 2 modes de défaillance avec leurs effets et causes associées. (voir tableau ci-dessous)</i></p>	FREQUENCE : F	
	1	1 défaillance maxi par an
<p>◆ Calcul des criticité</p> <p><i>Avec les valeurs retenues pour F, D et G, il est possible de calculer la criticité à affecter à chaque défaillance.</i></p>	2	1 défaillance maxi par trimestre
	3	1 défaillance maxi par mois
	4	1 défaillance maxi par semaine
	NON DETECTION : D	
	1	Visite par opérateur
	2	Détection aisée par un agent de mainten
	3	Détection difficile
	4	Indécelable
	GRAVITE (INDISPONIBILITE) : G	
	1	Pas d'arrêt de la production
	2	Arrêt ≤ 1 heure
	3	1 heure < arrêt ≤ 1 jour
	4	Arrêt > 1 jour

a) Démarche pratique de l'AMDEC pour les réducteurs des locomotives E1350:

Après la mise en exploitation des locomotives E1350 sur le réseau ONCF, plusieurs anomalies ont été repérées sur les réducteurs, à savoir :

➤ Anomalie 1 : Fissurations des carters

C'est le plus grand nombre d'anomalie qui a été relevé sur le dysfonctionnement des réducteurs, il s'agit de l'apparition des fissurations au niveau du réservoir d'huile.

Cette anomalie est généralement dû suite a :

- La corrosion.
- Les vibrations.
- La Mauvaise qualité de la voie ferroviaire.
- L'inefficacité des suspensions primaires.
- La fatigue des silentblocs.

Propagation de la fissure le long de la soudure



➤ Anomalie 2 : Cassure des pignons de transmission

Plusieurs cas ont été relevé sur les réducteurs, il s'agit des cassures des dents des engrenages, qu'il soit au niveau de la couronne denté des essieux moteurs ou soit à travers les pignons d'entraînement à l'intérieur du réducteur.

D'autres anomalies ont été repérées par la suite, il s'agit :

- D'avarie des roulements internes des réducteurs
- D'avarie du système de transmission de puissance MT/réducteur appelé aussi accouplement.
- Des fuites d'huiles des réducteurs.



➤ Anomalie 3 : Fuite importante d'huile

Des pertes d'huile importantes ont été remarquées sur les réducteurs, ce qui nous a obligés à déterminer les causes de ces fuites et y remédier.

Ces fuites sont causé par :

- Avarie du système d'échappement de pression (Reniflard) ;
- Mauvaise étanchéité entre les 2 parties du réducteur ;
- Blocage du bouchon de remplissage d'huile à cause de la poussière ;
- Cassure du bouchon de remplissage d'huile suite à choc avec un corps étrangers ;

➤ Anomalie 5 : Avaries des roulements internes ou externes des réducteurs

Il s'agit d'un chauffage excessif des roulements externes ou désemparèrent des vis de fixation de ces mêmes roulements.

Les avaries de roulements internes ou externes sont dû à :

- Usure anormale des dentures de cloche de pignon moteur ;
- Cassure de la bague de fixation de l'arbre intermédiaire ;
- Cassure du l'écrou frein de la fixation de l'arbre du pignon moteur ;
- Cassure des segments de la bride ;



b) Tableau AMDEC :

Rapport dstage licence

Date de l'analyse: <small>7 Mai 2013 au 05 Juin 2013</small>	ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Nom : <i>AMDEC MACHINE</i>				
	Système : <i>Locomotive E1350</i>	Sous - Ensemble : <i>Bâti réducteur de transmission</i>								
Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Actions Correctives
						F	G	N	C	
Réservoir d'huile	Stockage d'huile	Fuite d'huile suite aux fissurations ou relâchement de la soudure	Corrosion Vibrations à cause des chocs Mauvaise qualité de la voie ferroviaire de transport du phosphate (Fret)... Khouribga, Safi	Fuite importante au niveau de lubrifiant ce qui cause la cassure des dents des roues dentées et grippage des roulements	Détection aisée par un agent de maintenance (Visuelle & auditive)	2	4	2	16	<p>Changement des silentblochs (élément de liaison entre le réducteur et le Bogie) à en cas de fatigue.</p> <p>Renforcer le réservoir par des tôles épaisses le plus possible pour renforcer la résistance du matériau.</p> <p>Changer ce réservoir par un autre réalisé par le procédé de pliage pour l'obtention d'une forme oblique.</p>

Rapport dstage licence

Roulements	Positionnement et transmission des efforts de rotation des engrenages	Echauffement Cassures	Mauvaise circulation et non respect des intervalles de lubrifiant (GVG : Grande Visite Générale) Mal positionnement des roulements lors de réparation	Blocage du système et arrêt de la machine Perte matérielle et coût élevé de maintenance	Détection aisée par un agent de maintenance	2	1	2	4	Expertise des roulements et changement de ceux qui ont dépassés leurs durées de vie Filtrage du lubrifiant Vérifier le niveau d'huile et complément si nécessaire Mise en place d'un système de contrôle pour la supervision du niveau d'huile et ce de la température
Réducteurs	Transmission d'effort de traction du Moteur de Traction aux deux essieux avec une réduction de vitesse	Bruit anormal	Jeu au niveau des paliers des boîtards du pignon moteur Mal positionnement des composantes Pénétration des corps étrangers de dans	Risque de cassure au niveau des composantes du réducteur	Détection aisée par un agent de maintenance	2	3	2	12	Vérifier les intervalles de graissage Améliorer le système d'étanchéité Vérification régulière des filtres

c) Plan d'action :

D'après l'analyse AMDEC, une mise en place d'une maintenance préventive est nécessaire pour anticiper toutes défaillances du système « Réducteurs des locomotives E-1350 ». Le programme d'entretien préventif suivant doit être respecté pour minimiser l'indice de criticité :

Type d'actions	Action corrective
Maintenance préventive par le personnel	<ul style="list-style-type: none">• Respect des normes de montage et démontage lors des actions de maintenances
Maintenance Préventive Hebdomadaire	<ul style="list-style-type: none">• Contrôle du niveau d'huile• Lubrification des engrenages• Les conditions de fonctionnement dans lesquelles travail le réducteur sont difficiles (tonnage à remorquer est très élevé, environnement encrasse...)
Maintenance Préventive Mensuelle	<ul style="list-style-type: none">• Vérification du graissage de l'accouplement moteur-réducteur
Modification à effectuer chaque 2 ou 3 ans	<ul style="list-style-type: none">• Vérification de la voie ferroviaire et changement si nécessaire
Modifications à apporter	<ul style="list-style-type: none">• Remplacer les chemins d'huile par d'autres plus robustes
Pièces des rechanges	<ul style="list-style-type: none">• Roulements• Joints• Bagues• Visserie• Silentblocs• Eléments de suspensions

CONCLUSION

Notre stage de fin d'études, concernant l'étude et l'analyse des défaillances des réducteurs pour les locomotives E-1350, était un sujet très enrichissant. En effet, les réducteurs sont les systèmes les plus importants de la chaîne de transmission dans un premier lieu, dans un deuxième temps, ce sont les parties les plus sensibles aux influences d'environnement.

De ce fait, pour mieux cerner le comportement des réducteurs, les agents de maintenance et les responsables doivent donner leurs meilleurs et combiner leurs efforts, en suivant le plan d'action qu'on a proposé.

On garde du stage un excellent souvenir, il constitue désormais une expérience professionnelle valorisante et encourageante pour notre avenir.

On pense que cette expérience nous a offert une bonne préparation à notre insertion professionnelle car elle fut pour nous une expérience enrichissante qui conforte notre désir d'exercer notre future profession dans le domaine de l'industrie mécanique.

Enfin, on tient à exprimer nos satisfactions d'avoir pu travailler dans de bonnes conditions matérielles et un environnement agréable.

BIBLIOGRAPHIE:

- *Manuels d'entretien d'ALSTO: NOTICE DESCRIPTIVE DE FONCTIONNEMENT ET D'ENTRETIEN REDUCTEUR ENSEMBLE.*
- *Cours de la gestion de maintenance assuré par Mr.Blyaali.*
- *Cours de gestion de production assuré par Mr.Elhakimi.*
- *Cours de la gestion de Qualité assuré par Mr.Abouchita.*
- *www.wikipedia.com*
- *www.oncf.ma*