



+

**INFRARAIL /Spa**  
Filiale S.N.T.F



**République**

**Algérienne Démocratique et Populaire**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche  
scientifique**

**Université M'hamed Bougara Boumerdes**

**Faculté de la Technologie**

**Département de Génie Mécanique**

**MEMOIRE**

**Présenté pour l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**Spécialité : Génie Industriel**

Réalisé par :

- **Boulakakez Aboubaker El Saddik.**
- **Benaziza Yassine.**

**Thème**

---

**Management et Maintenance de la voie ferrée**

---

**Encadreurs :**

- **Mr. Boubenia, Ahmed.**

**Lieu du stage: INFRARAIL/SPA, Filiale SNTF.**

Département de maintenance de Rouïba.

**Année Universitaire 2020-2021**

## *Remerciements*

---

*Nous remercions Dieu de nous avoir permis d'atteindre et d'avoir réussi nos études.*

*Nous exprimons toute notre gratitude à notre promoteur, Professeur Boubnia Ahmed qui nous a encadrés avec patience, rigueur et compétence. Nous le remercions pour son inépuisable disponibilité, ces critiques, son soutien et encouragements.*

*Nous voudrions étendre cette gratitude à Madame Sasiya pour son accueil et suivie au sein de l'entreprise Infrarail.*

*Nous inscrivons aussi dans ces lignes notre reconnaissance envers Monsieur Oumari pour son aide, conseils et orientations.*

*Nous remercions également notre président de jury ainsi que les examinateurs pour avoir accepté de juger et de valoriser notre travail.*

*Nous exprimons notre reconnaissance à notre famille de nous avoir accompagné et supporté durant ce travail.*

*Enfin, nous tenons à remercier sincèrement toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

## *Dédicaces*

---

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A ma mère, qui sans elle, je ne serai pas ici  
aujourd'hui.*

*Et elle est un magnifique modèle de labeur et de  
persévérance.*

*Mon père qui a toujours été là pour nous.*

*Mes frère ; Mohamed, Abdelkrim et Youcef  
Et à Toutes ma Famille.*

*A Tous mes amis qui  
M'ont aidé de près ou de loin.*

*Yassine.*

## *Dédicaces*

---

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A mon père, qui m'a donné un magnifique modèle de  
Labeur et de persévérance.*

*Ma mère qui a toujours été là pour moi*

*À mon frère Hamza à qui je dois beaucoup.*

*ET tous mes amis qui m'ont aidé de près  
ou de loin.*

*Aboubaker E Sadik.*

## **Résumé :**

L'Algérie dispose actuellement d'un réseau ferroviaire de 4.200 km linéaires, et de nombreux projets d'investissement sont en cours en vue de la modernisation du secteur avec une prévision d'atteindre les 6.300 km linéaires en 2022, puis 12.500 km à l'horizon 2030.

En relation directe avec ce secteur stratégique, notre travail consiste à décrire l'importance de la fonction maintenance au sein de la société INFRARAIL, en faisant apparaître le rendement de la machine Bourreuse dans la maintenance des voies ferrées, évitant toute déviation indésirable.

**Mots clés :** rails, voie ferrée, Maintenance, bourrage, dressage, nivellement, panne, Bourreuse.

## **Abstract :**

Algeria currently has a rail network of 4,200 linear km, and many investment projects are underway to modernize the sector with a forecast to reach 6,300 linear km in 2022, and 12,500 km by the year of 2030.

In direct relation with this strategic sector, our job is to describe the importance of the maintenance function within the INFRARAIL company, by showing the performance of the Tamper machine (Bourreuse) in the maintenance of the tracks, avoiding any undesirable deviation.

**Keywords:** rails, railway, Maintenance, tamping, dressing, leveling, Damage, Bourreuse.

## **ملخص**

تمتلك الجزائر حاليا شبكة للسكك الحديدية تبلغ 4 200 كيلومتر طولي، ويجري تنفيذ العديد من المشاريع الاستثمارية لتحديث هذا القطاع مع توقع أن يبلغ 6 300 كيلومتر طولي في عام 2022، ثم 12 500 كيلومتر بحلول عام 2030

أردنا من خلال هذا العمل في هذا القطاع الاستراتيجي ، وصف أهمية وظيفة الصيانة داخل الشركة، Infrarail وذلك بإظهار أداء آلة في صيانة المسارات، وتجنب أي انحراف غير مرغوب فيه  
**كلمات المفتاحية** سكة، السكك الحديدية، الصيانة، الحشو، تعديل، التسوية، Bourruse.

# Table de matière

---

Remercîments

Résumé

Notations

Table de matière

Liste des figures

Liste des tableaux

---

Introduction générale.....01

## Chapitre 1 : Présentation de la société Infra rail

I.1. Introduction..... 05

I.2. Présentation de l'entrepris ..... 05

    I.2.1. Historique de la société Infra rail / SPA ..... 06

    I.2.2. Historique de la société Infra rail / SPA ..... 06

    I.2.3. Historique de la machine bourreuse ..... 06

I.3. Domaine d'activité d'Infrarail..... 07

I.4. Organisation de la Société Infrarail ..... 08

    I.4.1. Organigramme d'infrarail ..... 08

    I.4.2. Organisation interne..... 08

I.5. La Stratégie d'Infra rail..... 09

    I.5.1. Le Plan de relance..... 09

    I.5.2. La Promotion de la maintenance..... 10

    I.5.3. La réalisation des activités opérationnelles ..... 10

    I.5.4. Le développement des DAS (Domaine d'Activité stratégique)..... 10

    I.5.5. La segmentation marketing ..... 11

    I.5.6. Le mode de management..... 12

    I.5.7. Les normes de certification ..... 13

## Chapitre 02 : Généralités sur la maintenance industrielle

II.1. Introduction ..... 16

II.2. Définition..... 16

II.3. Les types de maintenance ..... 17

    II.3.1. Maintenance préventive ..... 17

        a. La Maintenance préventive systématique..... 18

        b. La Maintenance préventive conditionnelle ..... 18

c.	La Maintenance préventive prévisionnelle .....	18
d.	Les objectifs visés par la maintenance préventive.....	18
d.1	Améliorer la fiabilité du matériel .....	18
d.2	Améliorer l'ordonnancement des travaux .....	18
d.3	Assurer la sécurité humaine .....	19
II.3.2	La maintenance corrective .....	19
a.	La maintenance palliative .....	19
b.	La maintenance curative .....	19
II.4.	Comparaison schématique entre les différents types de maintenance .....	20
II.5.	Les niveaux de maintenance .....	20
II.6.	Rôle & mission de la maintenance .....	22
II.6.1.	Rôle de la Maintenance.....	22
II.6.2.	Mission de la maintenance.....	22
II.7.	Le Domaine pratique de la maintenance .....	23
II.7.1.	Les indicateurs de performances .....	23
II.7.2.	Quel sont les indicateurs de défaillance qui doivent être suivie ? .....	23
a.	Le temps moyen avant la première défaillance (MTTF) .....	24
b.	Temps moyen de réparation (MTTR) .....	24
c.	Temps moyen entre deux défaillances (MTBF) .....	24
II.8.	Méthodes pratiques .....	25
II.8.1.	Méthode ABC & Diagramme de Pareto .....	25
II.8.2.	Méthode KAIZEN_ L'Arbre des Causes .....	26
II.8.3.	Choix par l'abaque de NOIRET .....	28
II.9.	Gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO) .....	32
II.9.1.	Définition .....	32
II.9.2.	L'importance des données fiable .....	33
II.9.3.	Les démarches pour la mise en place d'une GMAO .....	33
a.	Réalisation du cahier des charges (surtout définir le besoin) .....	33
b.	Choix du logiciel .....	34
c.	Mise en place du logiciel .....	35
d.	Formation du personnel.....	35
e.	Utilisation / Exploitation de la GMAO au préalable.....	35

## **Chapitre 03 : Présentation de la machine Bourreuse\_Dresseuse\_Nivleuse**

III.1.	Introduction .....	38
--------	--------------------	----

<b>III.2. l'entretien et la réparation des voies ferrées .....</b>	<b>38</b>
<b>III.2.1. Le bourrage du ballast .....</b>	<b>38</b>
<b>III.3. La machine bourreuse .....</b>	<b>39</b>
<b>III.3.1 Définitions.....</b>	<b>39</b>
<b>III.3.2 Rôle de la machine bourreuse.....</b>	<b>40</b>
<b>III.3.3 Les fonctions de la machine Bourreuse .....</b>	<b>41</b>
<b>a. Le Bourrage .....</b>	<b>41</b>
<b>a1. Les étapes du processus de bourrage .....</b>	<b>42</b>
<b>b. Le nivellement.....</b>	<b>43</b>
<b>b1. Définition .....</b>	<b>43</b>
<b>b2. Principe de fonctionnement .....</b>	<b>43</b>
<b>b3. Les méthodes de travail du nivellement .....</b>	<b>44</b>
<b>c. Dressage.....</b>	<b>44</b>
<b>c1. Définition .....</b>	<b>44</b>
<b>c2. Les méthodes de travail du dressage .....</b>	<b>45</b>
<b>III.4. Unité de levage et d'alignement .....</b>	<b>45</b>
<b>III.5. Les Type de machines de bourrage.....</b>	<b>47</b>
<b>III.5.1 Machines de bourrage universelles .....</b>	<b>47</b>
<b>III.5.2 Machines de bourrage à voie simple .....</b>	<b>48</b>
<b>III.5.3 Machines de bourrage à voie lisse .....</b>	<b>48</b>
<b>III.6 Les Système de mesures .....</b>	<b>49</b>
<b>III.6.1 Le principe de levage .....</b>	<b>50</b>
<b>III.6.2 Les équipements optiques .....</b>	<b>50</b>
 <b>Chapitre IV : Application de la maintenance sur la machine bourreuse</b>	
<b>IV.1. Introduction .....</b>	<b>53</b>
<b>IV.2. Analyse des données de la bourreuse- dresseuse- niveleuse.....</b>	<b>54</b>
<b>IV.2.1. Collecte des données .....</b>	<b>54</b>
<b>IV.2.2. Les inconvénients rencontrés .....</b>	<b>54</b>
<b>IV.2.3. Représentation des données .....</b>	<b>54</b>
<b>a. Etape 1 .....</b>	<b>54</b>
<b>b. Etape 2 .....</b>	<b>55</b>
<b>IV.2.4. Les pannes constatées .....</b>	<b>57</b>
<b>a. Problème de chariot de mesures .....</b>	<b>57</b>
<b>b. Problème de flexible .....</b>	<b>58</b>
<b>c. Problème de vérin .....</b>	<b>60</b>

d. Problème de boîte de transfert .....	61
IV.2.5. Analyse des pannes et de leurs causes .....	62
a. problème de chariot de mesure .....	63
a.1 Introduction .....	63
a.2 causes du problème .....	63
a.3 l'arbre des causes .....	64
b. problème de flexible .....	65
b.1 introduction .....	65
b.2 causes du problème .....	65
b.3 l'arbre des causes .....	66
c. problème de vérin .....	67
c.1 introduction.....	67
c.2 causes du problème.....	67
c.3 l'arbre des causes.....	68
d. problème de boîte de transfert .....	69
d.1 introduction .....	69
d.2 causes du problème .....	69
d.3 l'arbre des causes .....	70
IV.3. Amélioration du rendement de la Bourreuse en application de la maintenance ...	71
IV.3.1. Utilisation de l'Abaque de Noiret .....	71
IV.3.2. Le plan de maintenance proposé .....	71
IV.3.3. Tableau des actions prioritaires .....	72
IV.3.4. Solutions des problèmes relevés .....	74
a. Solution du problème du chariot de mesures .....	74
b. Solution du problème de flexible .....	74
c. Solution du problème du vérin solution de la boîte de transfert.....	74
d. solution de la boîte de transfert.....	76
Conclusion Générale .....	78
Référence Bibliographique .....	80

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau II.1: Les roucourees nécessaires pour chaque niveau de maintenance.....</b>	<b>21</b>
<b>Tableau II.2: L' âge de L'équipement l'équipement.....</b>	<b>29</b>
<b>Tableau II.3: Interdépendance de l'équipement.....</b>	<b>29</b>
<b>Tableau II.4: Complexité et accessibilité de l'équipement.....</b>	<b>29</b>
<b>Tableau II.5: Complexité et accessibilité de l'équipement.....</b>	<b>30</b>
<b>Tableau II.6: La robustesse et la précision de l'équipement.....</b>	<b>30</b>
<b>Tableau II.7: L'origine de l'équipement.....</b>	<b>31</b>
<b>Tableau II.8: L'utilisation de l'équipement dans le temps.....</b>	<b>31</b>
<b>Tableau II.9: Conséquences de ses défaillances sur le produit.....</b>	<b>31</b>
<b>Tableau II.10: Les délais de production.....</b>	<b>32</b>
<b>Tableau II.11: Les indices de criticité.....</b>	<b>32</b>
<b>Tableau IV.1: Les défaillances les plus récurrentes.....</b>	<b>55</b>
<b>Tableau IV.2: Les classes ABC du problème du chariot .....</b>	<b>55</b>
<b>Tableau IV.3: Les classes ABC du problème du Flexible.....</b>	<b>57</b>
<b>Tableau IV.4: Les classes ABC du problème du Vérin.....</b>	<b>59</b>
<b>Tableau IV.5: Les classes ABC du problème du Boit de transfert.....</b>	<b>60</b>
<b>Tableau IV.6: Les interventions par priorité.....</b>	<b>72</b>
<b>Tableau IV.7: Les niveaux d'intervention.....</b>	<b>73</b>

## **LISTE DES FIGURES**

<b>Figure I.1: Organigramme d'INFRA RAIL.....</b>	<b>08</b>
<b>Figure II.1: Les différents types de maintenance.....</b>	<b>17</b>
<b>Figure II.2: Comparaison entre les différents types de maintenance.....</b>	<b>20</b>
<b>Figure III.1: Bourreuse Dresseuse Niveleuse 08-32-C.....</b>	<b>39</b>
<b>Figure III.2: Composants de travail de la bourreuse.....</b>	<b>41</b>
<b>Figure III.3. Description du processus de bourrage.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure III.4: Principe de fonctionnement du nivellement, [10].....</b>	<b>43</b>
<b>Figure III.5: Principe de fonctionnement de dressage.....</b>	<b>44</b>
<b>Figure III.6: Emplacement des composants de l'unité de levage (Machine de bourrage universelle.....</b>	<b>46</b>
<b>Figure III.7: Unité de levage et d'alignement spécialisée présente sur les machines de bourrage universelles.....</b>	<b>46</b>
<b>Figure III.8: Bourreuse universelle DYNA-CAT.....</b>	<b>47</b>
<b>Figure III.9: Une unité typique de levage et d'alignement trouvée sur des machines de bourrage sur une voie.....</b>	<b>48</b>
<b>Figure III.10: VUE D'ENSEMBLE LATÉRALE DE LA MACHINE .....</b>	<b>49</b>
<b>Figure III.11: Emplacement des composants du système de mesure.....</b>	<b>50</b>
<b>Figure III.12:Le principe de levage.....</b>	<b>50</b>
<b>Figure III.13: Utilisation d'un équipement optique (tel qu'illustré) ou laser.....</b>	<b>51</b>
<b>Figure IV.1: Classe ABC du problème de chariot de mesure.....</b>	<b>58</b>
<b>Figure IV.2: Classe ABC du problème de Flexible.....</b>	<b>60</b>
<b>Figure IV.3: Classe ABC du problème de Vérin. ....</b>	<b>61</b>
<b>Figure IV.4: Classe ABC du problème de Boit de transfert.....</b>	<b>62</b>

# Notations

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>AFNOR</b>	<b>Association française de normalization</b>
<b>L.D.R</b>	<b>Lecture de dévers realize.</b>
<b>K.R.T</b>	<b>la réalisation du tracé.</b>
<b>C.A.N</b>	<b>Correcteur auto Nivellement.</b>
<b>C.A.D</b>	<b>Correcteur auto Dressage.</b>
<b>Λ</b>	<b>Taux de panne.</b>
<b>MTTR</b>	<b>(Temps moyen de reparation.</b>
<b>MTBF</b>	<b>Temps moyen entre deux défaillances.</b>

## Glossaire :

<b>Ballast</b>	<b>Ces empilements de cailloux servent en réalité à stabiliser le sol ainsi que les voies et à leur éviter des déformations dues au poids des trains ; à ralentir l'invasion de la végétation entre les voies.</b>
----------------	--

# Introduction générale

---

## Introduction générale

Le chemin de fer est un système de transport guidé, servant notamment :

- À la conduite des trains.
- Au transport de marchandises et leurs acheminements vers leurs destinations.
- Au transport des personnes en leur assurant confort et sécurité

Toutefois, si l'exercice de l'activité principale du transport est du ressort de la société mère en l'occurrence la SNTF, il n'en demeure pas moins que les activités secondaires nécessaires à son fonctionnement permanent dépendent d'autres entités structurées en filiales et parmi elles, la filiale infra rail qui a pour rôle, le maintien en bon état d'usage des voies ferrées et ce grâce en partie à sa structure de maintenance.

Aussi et outre l'importance de l'activité des autres départements organiques dépendants de la filiale Infra rail / SPA, telles que la production, les services et la logistique, la structure maintenance joue un rôle primordial dans le domaine de la rénovation de la voie ferrée et ce grâce entre autres, au suivi et au maintien en état de fonctionnement de son équipement et de ses machines.

En effet, le département maintenance, objet de notre présent rapport, est étroitement lié à des travaux multiples permettant une sécurisation et une maintenance permanentes des voies ferrées et notamment :

- Travaux posés sur des traverses,
- Travaux et posés d'appareils de voies, passages à niveau, de signalisation
- Installations de traction électrique.
- Travaux de maintenance

Il y a lieu de signaler que la fonction maintenance prend une proportion importante au sein de la société Infra Rail et le maintien des machines en mode opérationnel est un enjeu clé, aussi bien pour la qualité des travaux effectués sur la voie ferrée que pour le volet industriel qui demeure un défi permanent à relever, impliquant la nécessité de la mise à niveau périodique de ses structures actuelles, la formation d'un personnel qualifié, et la promotion de méthodes adaptées à la nature nouvelle du matériel utilisé.

## INTRODUCTION GENERALE

---

Notre rapport de stage pratique de fin d'études en Master II, ayant pour thème « management & maintenance de la voie ferrée » s'est déroulé au sein de l'unité régionale centre de Rouïba dépendante de la filiale INFRARAIL/SPA dont son activité principale demeure la construction et la réparation des voies ferrées, dont les travaux accomplis, aboutissent grâce en grande partie au rôle que joue le département de la maintenance.

En effet, et parmi le matériel sophistiqué et les nombreuses machines utilisées par Infra rail pour entreprendre leurs travaux et qui nécessitent une maintenance régulière, nous nous sommes intéressés à une machine dénommée la bourreuse, que nous allons la décrire dans le présent rapport et mettre en exergue ses caractéristiques techniques, son rôle et son importance au sein du département maintenance, et de conclure avec des propositions, en vue de répondre en partie, aux souhaits et doléances du chef de département de maintenance, en vue de rendre sa structure plus efficiente, afin de mieux répondre aux missions et tâches qui lui sont dévolues .

Le présent rapport a été effectué comme ci-après désigné :

Le premier chapitre sera entamé par un flash-back rapide de la société mère en l'occurrence la SNTF dont son activité principale demeure le transport ferroviaire des personnes et des marchandises, ensuite par une présentation détaillée de la filiale Infra rail /SPA et notamment sa direction régionale Centre Est de Rouïba, lieu où nous avons réalisé notre mémoire ; en faisant connaître ses structures techniques, son organisation, son activité, sa stratégie de développement et ses perspectives futures.

Le deuxième chapitre sera été complètement consacré aux généralités sur la maintenance industrielle ,d'abord en la définissant et ensuite en donnant un aperçu sur les types préventif & correctif, ses différents niveaux, son rôle et importance dans la détermination des indicateurs techniques de performances et de défaillances du matériel et des machines utilisés par la société INFRARAIL pour ses opérations de maintenance des voies ferrées, tout en soulignant l'apport de gestion de la maintenance par système ordinateur..

Le troisième chapitre sera entamé par une description pratique autour de la réparation et la rénovation des voies ferrées, avant d'enclencher en détail sur la machine bourreuse, sur ses

## INTRODUCTION GENERALE

---

types et leurs fonctions et enfin sur les quatre niveaux de machines existants et leurs systèmes de mesures y afférents.

Le quatrième et dernier chapitre est d'ordre pratique entamé d'abord par la collecte des données et de représentation des résultats dans des tableaux, relatifs aux pannes constatées du matériel défaillant, analyses couronnées par des constats basés sur des méthodes pratiques aux données relevées, et par l'élaboration d'un tableau de bord et d'un plan de maintenance opérationnel basé sur certaines méthodes et outils de gestion aidant à une bonne maintenance de la machine bourreuse objet de nos travaux.

Enfin nos travaux seront achevés par une étude critique du système de gestion existant, assortie de quelques propositions et de solutions issues de l'application de certaines méthodes d'ordre pratique des analyses suite aux pannes constatées. Suivi de recommandations et de solutions destinées à la structure maintenance

Notre rapport sera terminé par une conclusion générale, récapitulant les points essentiels entourant la maintenance des voies ferrées, tout en soulignant les difficultés et les inconvénients d'ordre pratique rencontrés, en souhaitant que les recommandations soulevées et les solutions proposées soient prises en considération par la structure maintenance d'Infrarail.

# **CHAPITRE I**

## **Présentation de la société INFRA RAIL**

---

## **I.1. Introduction**

A travers les mutations économiques mondiales accrues et une technologique moderne ascendante, les sociétés de services et particulièrement le secteur du transport ferroviaire, tombent de nos jours sous l'effet direct d'une concurrence acharnée des sociétés multinationales riches et développées, proposant de meilleurs services de confort, de gain de temps et de promotions alléchantes en qualité / prix, envers une clientèle de plus en plus exigeante.

En Algérie, le secteur du transport ferroviaire est public et son domaine suscite de gros efforts d'investissement et matelas financiers.

Dans ce cadre, et outre les efforts fournis par la société mère et l'ensemble de ses filiales et notamment la société INFRARAIL, l'intervention de l'Etat demeure nécessaire pour maintenir ce secteur névralgique en bon état de fonctionnement en vue de demeurer dans le diapason mondial du domaine de transport.

Dans ce premier chapitre, nous allons mettre en exergue l'importance de la filiale infra rail, dans le domaine du secteur ferroviaire, en commençant naturellement nos travaux par la présentation de l'entreprise Infra rail, depuis sa création à ce jour, de son capital social, de son évolution historique, de ses multiples activités industrielles, de ses principaux de ses partenaires et de ses objectifs, ainsi que de son organisation et de son nouveau plan de relance stratégie.

## **I.2. Présentation de l'entreprise**

INFRARAIL / SPA est une Société par Actions, à capitaux publics, filiale à 100% de la SNTF, dont le siège social se trouve au 15, Rue Colonel Amirouche- Rouïba

Le capital social est fixé à la somme de Trois Milliards Huit Cent Dix Millions de dinars (3.810.000.000) Il est divisé en Vingt Cinq Mille Quatre Cent actions de Cent, soit une part de cent Cinquante mille dinars (150.000 DA) chacune, attribuées à la SNTF seul et unique actionnaire en rémunération de son rapport en nature.,[01]

### **I.2.1. Historique de la société Infra rail / SPA**

Infra rail est l'opérateur logistique pour l'approvisionnement des chantiers ferroviaires en Algérie

Selon ses responsables, Infra rail détient, 70% des parts du marché des travaux ferroviaires et 30% de celui de la préfabrication et la production de béton et agrégats. Elle connaît une ascension fulgurante grâce notamment au programme de relance économique qui fait la part belle à la modernisation du secteur de transport ferroviaire.

Cette dernière constituait à l'origine trois filiales régionales distinctes de la SNTF :

- La filiale de la SNTF <INFRRAIL Ouest>
- La filiale de la SNTF <INFRRAIL Centre>
- La filiale de la SNTF <INFRRAIL Est>

Avant que l'entreprise mère la SNTF ne procède en 1997 à la fusion des trois filiales pour qu'elles ne forment désormais plus qu'une seule filiale nationale.

### **I.2.2. Historique de la voie ferrée**

Le terme de voie ferrée apparaît à partir du XVI siècle en Angleterre et désigne à l'époque l'agencement de deux rails de bois parallèles sur lesquels un cheval tracte une cargaison, ce qui augmente la vitesse du transport.

En effet, les rails sont plats contrairement aux routes à l'époque cabossées, et le problème des virages et intersections ne se pose plus puisque le cheval et la cargaison suivent toujours le même chemin.

La voie ferrée ne sert à ses débuts qu'au transport de fret (de marchandises), et c'est à partir de 1820 que les voies ferrées commencent à servir au transport de voyageurs, avec la construction des rails en Fer et la disparition peu à peu de l'infrastructure du bois, à l'exception des traverses.

### **I.2.3 Historique de la machine bourreuse**

**1945** : Essai d'une première bourreuse par compression, pas de levage ni de dressage de voie, [01].

**1960** : Première bourreuse auto-niveleuse, avec groupe de bourrage double et levage de voie, Possibilité de dressage.

**1963** : Naissance des bourreuses dresseuses.

**Vers 1975** : les machines peuvent être équipées de dispositifs d'enregistrements des 4 paramètres géométriques et de calculateur tels que les correcteurs de nivellement ou de dressage (C.A.N.et C.A.D.).

**1979 /80** : 3 dispositifs supplémentaires, K.A.R., K.R.T., L.D.R.

**1983** : possibilité d'utiliser un stabilisateur dynamique.

- ✓ L'intégration successive des fonctions préalablement assurées soit manuellement soit par engins autonomes séparés qui a trouvé son achèvement sur la 109, s'est traduite par des économies de main-d'œuvre considérables.
- ✓ A titre d'exemple, en 1955 la 01 exigeait, pour un avancement moyen journalier de 400 ml, obtenu en 5 heures de périodes brutes cumulées, un effectif global d'environ 20 agents, par comparaison la 109 ne mobilise au total que 5 agents pour rendement plus que décuplé.
- ✓ L'intégration successive des fonctions préalablement assurées soit manuellement soit par engins autonomes séparés qui a trouvé son achèvement sur la 109, s'est traduite par des économies de main-d'œuvre considérables.
- ✓ A titre d'exemple, en 1955 la 01 exigeait, pour un avancement moyen journalier de 400 ml, obtenu en 5 heures de périodes brutes cumulées, un effectif global d'environ 20 agents, par comparaison la 109 ne mobilise au total que 5 agents pour rendement plus que décuplé.

### **I.3. Domaine d'activité d'Infra rail**

La société a pour activités essentielles ce qui suit :

- Le montage et la réalisation d'infrastructures ferroviaires et routières.
- Les travaux de viabilisation et de terrassement des sites.
- La réalisation d'ouvrages d'arts ferroviaires et routiers.
- Les travaux d'entretien de la voie ferrée.
- Les travaux d'infrastructures de signalisation et de télécommunication.
- Les travaux d'infrastructures hydrauliques.

En pratique, l'essentiel des activités de l'entreprise est orienté vers les travaux de superstructures ferroviaires et la production de béton préfabriqué et d'agrégats.

## I.4. Organisation de la Société INFRA RAIL

### I.4.1. Organigramme d'INFRA RAIL

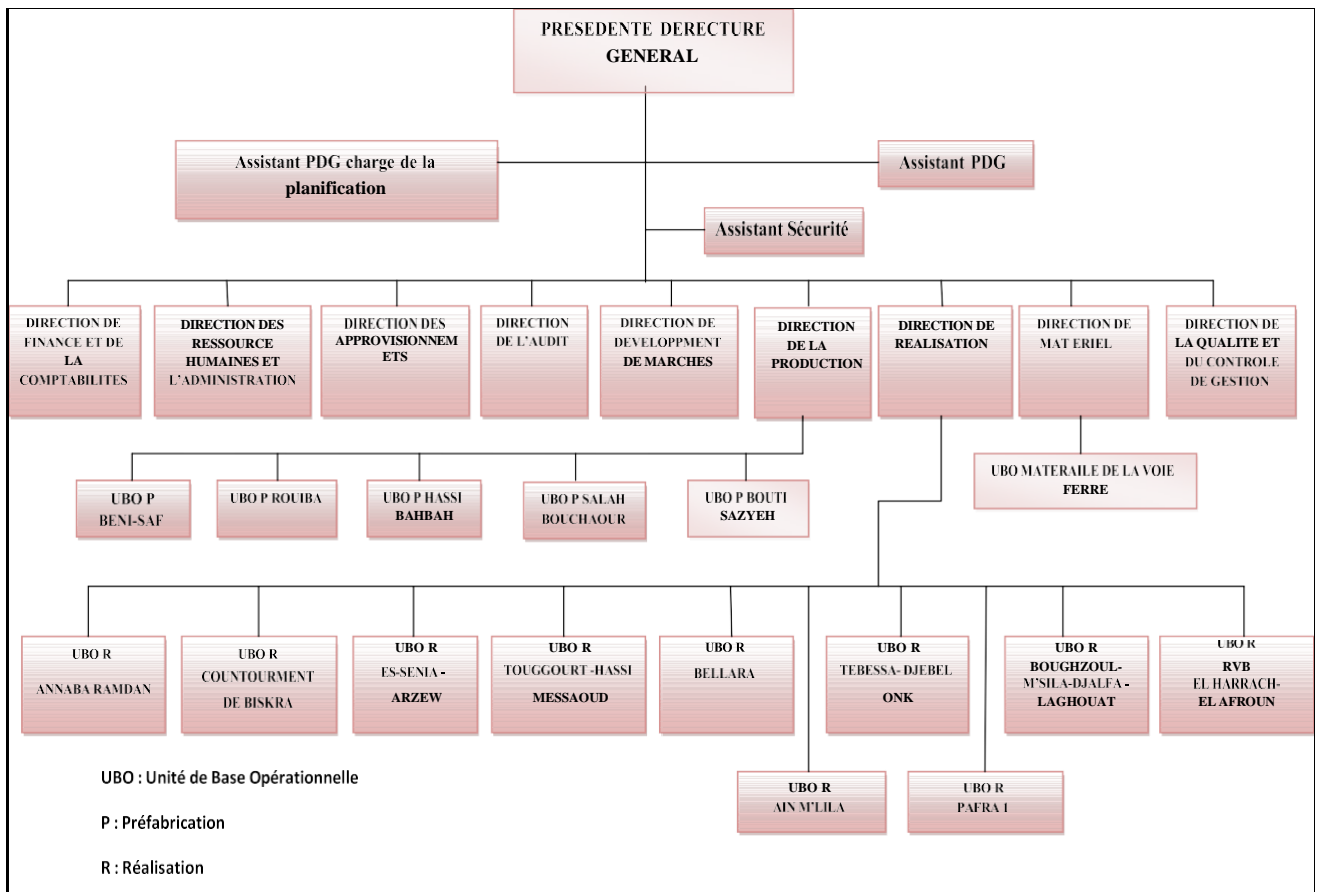


Figure I.1 : Organigramme d'INFRA RAIL, [01].

### I.4.2. Organisation interne

L'entreprise dispose d'une organisation interne particulière, en effet les pouvoirs généralement détenus par l'actionnaire sont exercés par la personne morale SNTF, érigée en Entreprise Publique à caractère Industriel et Commercial (EPIC).

L'organisation interne de la société repose sur une décentralisation effective des pouvoirs de décisions et surtout de gestion de ses structures régionales, notamment en matière de gestion de projet. Elle est fondée sur une organisation sous forme d'Unité de Base Opérationnelle (UBO).

La contribution de ces entités (UBO) ainsi que celle des structures centrales de la Direction Générale en ce qui concerne le processus contractuel sont décrites dans le présent règlement cadre.

**I.5. La Stratégie d'Infra rail**

Les mutations économiques sont au cœur des grands débats qui agitent notre pays. Les nouvelles technologies et les mutations sociales suscitent inquiétude et espoir.

Sous l'effet des technologies nouvelles, des nouvelles normes et outils adoptés dans les nouvelles approches systémiques " au plus juste ", INFRARAIL se trouve obligée d'adopter un nouveau profil : la réalisation des travaux d'infrastructures ferroviaires qui répondent aux exigences des pouvoirs publics et des usagers implique la mobilisation de concepteurs, de fournisseurs, de producteurs, de partenaires et des sous-traitants intégrés dans un même réseau où se pratiquent le management de l'environnement et la qualité totale.

Ce sont autant d'opportunités qui s'offrent à l'entreprise qu'elle se doit de saisir et d'éliminer les menaces à saisir les opportunités qui s'offrent à l'entreprise.

**I.5.1. Le Plan de relance**

L'absence de projets durant la décennie noire dans le secteur ferroviaire a quelque peu freiné cette entreprise dans son élan et ce pendant une dizaine d'années. »

Mais le premier plan de relance économique de l'exercice 2006 décidé par le gouvernement ainsi que le programme de consolidation de la croissance économique a consacré une enveloppe conséquente d'environ 7 à 8 milliards de dollars au secteur ferroviaire.

L'embellie s'est traduite par l'obtention de plusieurs marchés importants en association avec des entreprises internationales.

Le développement de cette filiale de la SNTF reste aujourd'hui tributaire à d'autres plans et aides de l'état et un besoin accru de ressources financières, véritables catalyseurs pour permettre à Infra rail d'envisager son avenir sous de meilleurs auspices.

Ainsi une nouvelle orientation stratégique a été retenue :

**I.5.2. La Promotion de la maintenance**

Les achats sont relativement maîtrisés. Cependant, il est nécessaire d'améliorer la gestion des stocks et de maîtriser les coûts d'approvisionnements. C'est pour quoi en matière d'achats, deux orientations stratégiques sont retenues :

- Maîtriser les approvisionnements en termes de coûts de délais et de disponibilité.
- Veiller au renouvellement des investissements.

**I.5.3. La réalisation des activités opérationnelles**

La satisfaction des clients demeure le seul corollaire viable en matière de préfabrication et d'exécution des projets.

- Développer le portefeuille client.
- Assurer la disponibilité des produits préfabriqués.
- Veiller à l'exécution des projets.
- Maîtriser les coûts et les délais dans le cadre de la préfabrication et de l'exécution des projets.

**I.5.4. Le développement des DAS (Domaine d'Activité stratégique)**

Sachant qu'INFRARAIL opère sur un ou plusieurs marchés ou secteurs d'activité, mais que chacun de ses DAS ne peut adopter qu'une seule stratégie générique, on comprend l'importance pour INFRARAIL de savoir combien de DAS elle comporte et de délimiter clairement leur périmètre.

- Ce découpage en DAS constitue donc une étape primordiale dans la démarche de la stratégie d'entreprise : c'est en effet le préalable indispensable à toute allocation de ressources (financières, humaines, technologiques, .....etc.).
- Sur le plan structurel, chaque DAS doit normalement correspondre à une subdivision organisationnelle prenant en compte les technologies utilisées, les produits ou les services fournis.

Actuellement INFRARAIL a identifié cinq domaines d'activités stratégiques. :

- La Production d'agrégats.

- La Production d'éléments préfabriqués destinés aux infrastructures ferroviaires.
- La Réalisation des ouvrages génie civil.
- La Maintenance des voies.
- La Pose de voies nouvelles.

L'amélioration du mode de management et du management des ressources impliquent :

- La disponibilité et l'exploitation des informations en temps réel.
- Le partage du savoir-faire et le développement de relations mutuellement avantageuses avec les parties intéressées.

Il est donc nécessaire de retenir deux nouvelles options stratégiques :

- Intégrer les nouvelles technologies de l'information et de la communication.
- Développer un partenariat gagnant / gagnant.

#### **I.5.5. La segmentation marketing**

La segmentation stratégique des activités en DAS doit être complétée par la segmentation marketing : celle-ci consiste à segmenter non plus les activités, mais les marchés qui correspondent aux DAS prédéfinis par la réflexion stratégique.

La segmentation marketing vise l'identification des segments de ces marchés.

Un DAS est une activité ou un sous-ensemble d'activités qui réunit les caractéristiques suivantes :

- Des clients spécifiques
- Des marchés spécifiques
- Des réseaux de distribution spécifiques (non applicables pour INFRARAIL).
- Des concurrents spécifiques ;
- Des technologies spécifiques ;

- Des compétences spécifiques ;
- Une structure de coûts spécifique ;

Le DAS est pour une organisation ou une entreprise un sous-ensemble d'activités :

- Qui correspond à une combinaison spécifique de facteurs clés de succès.

### **I.5.6. Le mode de management**

Le processus de management des ressources humaines d'infra rail, doit contribuer de manière efficiente aux résultats de l'entreprise, et ne doit plus être uniquement un centre de coût.

Ainsi, en matière de management des ressources humaines, des actions de maîtrise de développement doivent être entreprises.

Pour se faire, trois orientations stratégiques fortes sont retenues :

- Développer la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences
- Assurer la disponibilité des ressources humaines conformément aux exigences de l'entreprise
- Assurer l'implication du personnel.

Les premiers résultats attendus devraient être :

- Dresser l'état des lieux des emplois et des qualifications
- Analyser les perspectives d'évolution de l'entreprise et identifier ses besoins
- Développer les outils nécessaires pour l'évaluation et le développement des compétences.
- Mettre en place les actions nécessaires : recrutement, formation, mobilité, organisation du travail, etc...
- Revoir les fiches d'emploi et définir des objectifs individuels.
- Optimiser les ressources actuelles.
- Assurer l'égalité et l'équité en termes de rémunération et de promotion.

L'amélioration du mode de management et du management des ressources impliquent :

- La disponibilité et l'exploitation des informations en temps réel.

- Le partage du savoir-faire et le développement de relations mutuellement avantageuses avec les parties intéressées.

Il est donc nécessaire de retenir deux nouvelles options stratégiques

- Intégrer les nouvelles technologies de l'information et de la communication.
- Développer un partenariat gagnant / gagnant.

A ce titre, le modèle d'excellence fournit des outils et spécifie des critères qu'il est vital de respecter. Dans ce cadre et compte tenu des forces, des faiblesses, des menaces et des opportunités, trois orientations stratégiques sont retenues :

- Améliorer le fonctionnement et le déploiement des processus de l'entreprise.
- Améliorer ses résultats et ses performances.
- Améliorer la communication de l'entreprise.

#### **I.5.7. Les normes de certification**

Par ailleurs, la publication des nouvelles normes de certification constitue également une opportunité qu'INFRARAIL se doit de saisir, compte tenu de l'avance acquise par rapport à ses concurrents en matière de formalisation du contexte de l'entreprise et d'identification des enjeux interne et externe à travers la formalisation de sa stratégie.

Dans ce cadre, elle se doit de réduire considérablement une des faiblesses de l'entreprise en matière d'analyse des risques des parties prenantes. Une autre orientation stratégique sera donc :

- Se conformer aux nouveaux référentiels en matière de management QHSE.

Compte tenu de cette orientation, trois objectifs stratégiques sont fixés à l'entreprise :

- Veiller à l'obtention et au maintien de la certification des systèmes de management selon les nouveaux référentiels.
- Veiller à accroître la maturité des processus.
- Prévenir les risques liés à toutes les parties prenantes.

La concrétisation de ses orientations stratégiques repose sur la nécessité de définir en terme décisionnel, les responsabilités et les autorités, en prenant en compte les nouvelles exigences de l'entreprise en matière de BENCHMARKING, de veille concurrentielle, ainsi que les interfaces entre les différentes fonctions de l'entreprise. Ce qui implique une autre

Orientation stratégique.

**Chapitre II**  
**Généralités sur la**  
**maintenance**  
**industrielle**

---

## II.1. Introduction

On comparant le comportement d'une machine durant sa vie à celui d'un être vivant, nous pouvons avancer que la maintenance est la médecine des machines et des équipements.

L'objectif principal de la société, est de définir un plan de maintenance adapté au métier de l'entreprise infra rail, afin d'obtenir et de maintenir un système d'exploitation fiable.

En d'autres termes, la maintenance industrielle a pour objectif primordial d'assurer le bon fonctionnement des outils de production et ou de services, afin de satisfaire la demande en qualité et en quantité, tout en respectant les délais et les coûts.

En effet, le département maintenance au sein de la filiale infra rail, doit veiller d'abord à faire prévaloir les bienfaits de la maintenance préventive à celle de la maintenance corrective en usant et en appliquant à la lettre, les conseils et les directives contenues dans les diverses méthodes pratiques, au lieu et place de la maintenance corrective dont cette dernière demeure nécessaire en cas de panne de la machine, mais porteuse de coûts supplémentaires pour la société, car la maintenance commence bien avant le jour de la première défaillance.

## II.2. Définition

La maintenance est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management entreprises durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise » [2].

On note que :

- "maintenir" contient la notion de prévention sur un système en fonctionnement,
- "rétablir" contient la notion corrective consécutive à une perte de fonctionnement,
- Et enfin "état spécifié" ou "service déterminé" implique la prédétermination d'objectifs à atteindre, avec quantification des niveaux caractéristiques.

Pour associer l'aspect économique à cela nous pouvons y ajouter que :

- Bien maintenir c'est assurer ces opérations au coût global optimal.

Car la maintenance commence bien avant le jour de la première défaillance.

En fait, la maintenance commence dès la conception d'un équipement en déterminant sa :

- Maintenabilité.
- Fiabilité.
- Disponibilité.
- Durabilité.

### II.3. Les types de maintenance

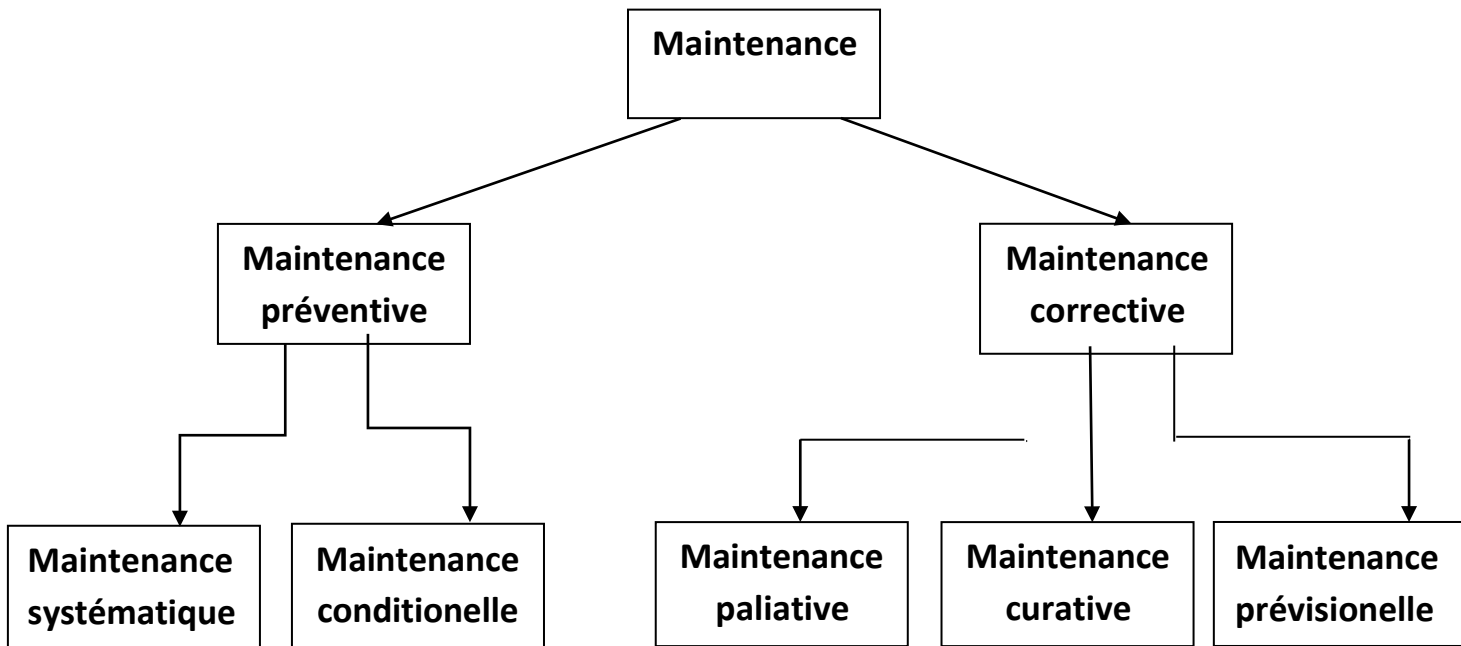


Figure II.1 : Les différents types de maintenance.

#### II.3.1. Maintenance préventive

La maintenance a pour objet la réduction de la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu, [03].

De ce fait, la maintenance préventive permet de réduire les risques et probabilités de dysfonctionnement des systèmes de production. Elle consiste à suivre l'évolution de l'état d'un ensemble de manière à prévoir une intervention dans un délai raisonnable, elle peut être :

- Systématique.
- Conditionnelle.
- Prévisionnelle.

**a. La Maintenance préventive systématique**

La maintenance préventive systématique permet d'effectuer des opérations de maintenance, afin d'éliminer ou de diminuer les risques de dysfonctionnement des systèmes de production, elle s'effectue suivant un échéancier prévu et établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage du bien, cette unité d'usage caractérise l'exploitation du bien, cette méthode de maintenance s'applique à des équipements :

- Soumis à une réglementation sécuritaire (ponts roulants, matériels d'incendie, installation sous pression...etc.).
- Présentant des coûts de défaillance très élevés (système avec processus de production continu, lignes de fabrication automatisées...etc.).[03]

**b. Maintenance préventive conditionnelle**

Maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent.

**c. Maintenance préventive prévisionnelle**

Maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien.

**d. Les objectifs visés par la maintenance préventive**

**d.1 Amélioration de la fiabilité du matériel**

La mise en œuvre de la maintenance préventive nécessite des analyses techniques sur le comportement du matériel de fonctionnement. Cela permet à la fois de pratiquer une maintenance préventive optimale et de supprimer complètement certaines défaillances.

**d.2 Amélioration de l'ordonnement des travaux**

La planification des interventions de la maintenance préventive, correspond au planning d'arrêt de la machine, programme à faire valider par la structure production de faciliter la tâche de la maintenance.

Les techniciens de maintenance sont souvent mécontents lorsque le responsable de fabrication ne permet pas l'arrêt de l'installation alors qu'il a reçu un bon de travail pour l'intervention. Une bonne coordination prévoit un arrêt selon un planning défini à l'avance et prend en compte les impossibilités en fonction des impératifs de production.

### **d.3 Assurer la sécurité humaine**

La préparation des interventions de maintenance préventive ne consiste pas seulement à respecter le planning. Elle doit tenir compte des critères de sécurité pour éviter les imprévus dangereux. Par ailleurs, le programme de maintenance doit aussi tenir compte des visites réglementaires.

## **II.3.2. La maintenance corrective**

Il existe deux types de maintenance corrective :

### **a. La maintenance palliative :**

Cette forme de maintenance constitue l'ensemble des activités réalisées de façon provisoire après la défaillance constatée d'un bien, et ou la dégradation de sa fonction.

Ces activités comportent notamment :

- La localisation de la défaillance
- Son diagnostic
- Sa remise en état avec ou sans modification
- Et enfin le contrôle de son bon fonctionnement.

### **b. La maintenance curative**

- Ce type de maintenance permet de remettre à nouveau le système en état fonctionnement après une réparation durable et définitive de ses équipements défaillants et qui peut être décidée soit :
  - Immédiatement à la suite d'une défaillance.
  - Ou après un dépannage. Elle provoque donc une indisponibilité du système.

## II.4. Comparaison schématique entre les différents types de maintenance

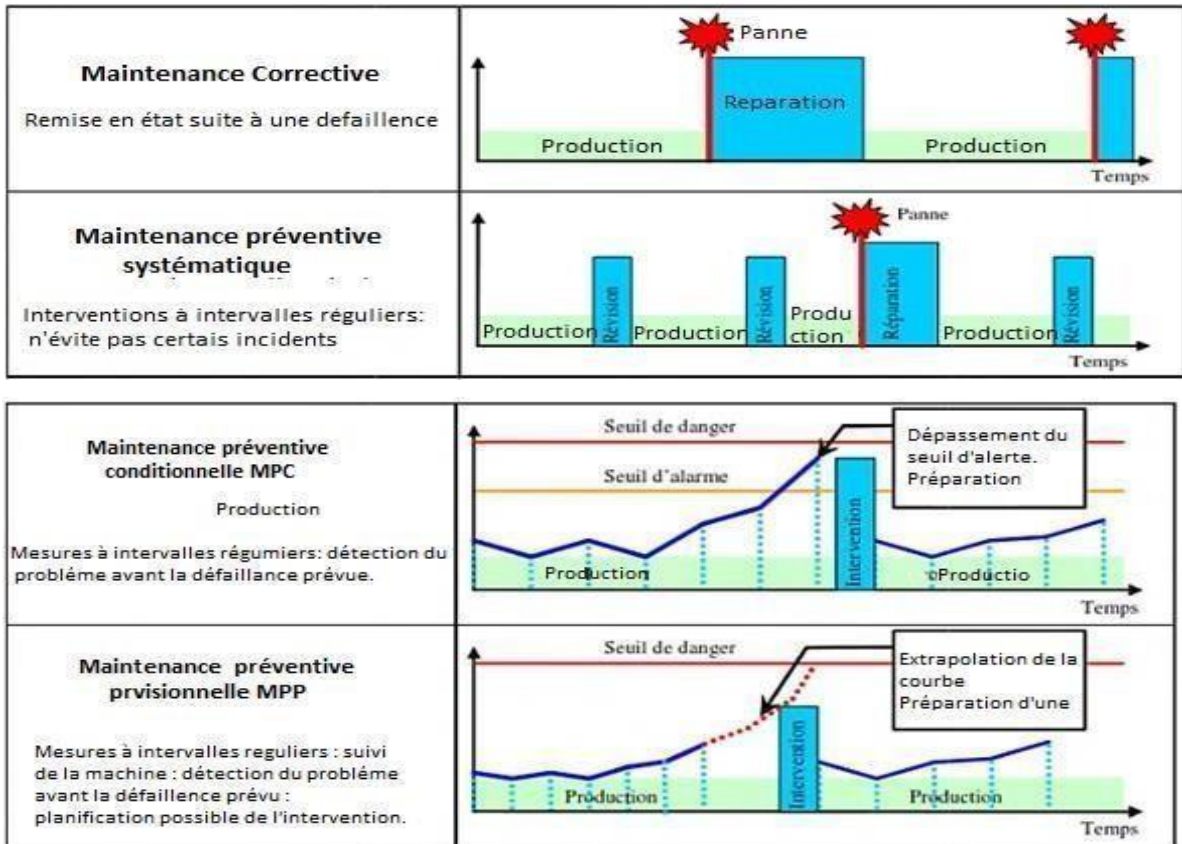


Figure II.2: Comparaison entre les différents types de maintenance, [04].

## II.5. Les niveaux de maintenance

La réussite d'un système de maintenance dépend des spécifications des niveaux de ce dernier. Suivant la norme NF X60-010.

Il existe cinq niveaux de maintenance qui classent les opérations à réaliser selon leur complexité :

**Niveau I** : Réglage simple prévu par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage d'équipement ou échange d'éléments accessibles en toute sécurité.

**Niveau II** : Dépannage par échange standard d'éléments prévus à cet effet ou opérations mineures de maintenance préventive.

**Niveau III** : Identification et diagnostic de pannes, réparation par échange de composants fonctionnels, réparations mécaniques mineures.

**Niveau IV** : Travaux importants de maintenance corrective ou préventive.

**Niveau V** : Travaux de rénovation, de reconstruction ou de réparations importantes confiées à un atelier central

En attribuant à chaque niveau des ressources humaines et des moyennes spécifiques à l'accomplissement d'une tâche (voir Tableau) ; cela permet de préciser et de limiter la responsabilité.

Niveau	Personnel d'intervention	Moyens
I	Exploitant sur place	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation
II	Technicien habilité sur place	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation, plus pièces de rechange trouvées à proximité sans délai
III	Technicien spécialisé sur place ou en locale de maintenance	Outillage prévu plus appareils de mesure, banc d'essai de contrôle, etc.
IV	Equipe encadrée par un technicien spécialisé, en atelier central.	Outillage générale plus spécialisé, matériel d'essai, de contrôle, etc.
V	Equipe complète, polyvalente en atelier central.	Moyens proches de la fabrication par le constructeur.

**Tableau II.1:** Les ressources nécessaires pour chaque niveau de maintenance, [03].

## **II.6. Rôle de la maintenance et du dépannage des équipements dans l'industrie**

### **II.6.1. Rôle de la maintenance**

- Le rôle de la maintenance, au sein de la structure utilisatrice, commence par un conseil à la conception, Il est souhaitable que la maintenance participe ensuite à l'installation et à la mise en route de l'équipement. Ainsi, au premier jour de mise en service -donc de panne potentielle s'il s'agit d'une machine-, le service connaît déjà l'équipement, en possède le dossier et le programme de maintenance,[05].
- Le dernier rôle à jouer par la maintenance est de déterminer le moment économique de cessation du soin à apporter à cet équipement, et de participer au choix de son remplacement ; car un équipement Meurt inexorablement et l'acharnement thérapeutique, même technique coûte cher. La maintenance et sa gestion constituent donc finalement des éléments clés pour arriver à des coûts réduits de production et à des rendements satisfaisants.

### **II.6.2. Mission de la maintenance**

- Sa mission est ensuite triple :
  - Surveillance permanente ou périodique →avec saisie, mise en mémoire
  - Dépannage et réparations → puis traitement des informations
  - Actions préventives → opérationnelles recueillis
- La connaissance du matériel, de ses faiblesses, dégradations et dérives, complétée jour après jour, permet des corrections, des améliorations sur le plan économique, des optimisations ayant pour objet de rendre minimal le ratio suivant :

**Dépenses de maintenance + Coûts des arrêts fortuits**  
**service rendu**

- Les éléments maintenus constituent des outils pouvant assurer diverses fonctions (production, fabrication, activités commerciales, services, etc...). Ces fonctions ne peuvent perdurer que grâce à une maintenance régulière, et dont le rendement doit être optimum, dans ce cadre, la fonction maintenance est responsable :

- Du diagnostic permanent des équipements et installations, en apportant des remèdes aux dégradations constatées.
  - De la réparation et de la remise en état de l'élément lorsqu'elles se révèlent nécessaires.
  - De la réalisation des travaux neufs d'installation ou d'aménagement jugés opportuns.

### **Remarque**

On constate que la maintenance, notamment corrective et préventive, est actuellement le maillon faible au niveau de l'entreprise INFRARAIL

## **II.7. Le domaine pratique de la maintenance**

### **II.7.1. Les indicateurs de performances**

Il existe une multitude d'indicateurs de maintenance, mais pas d'indicateurs à tout faire.

Le choix de l'indicateur dépend de l'utilisation à bon escient des informations que l'on possède, et il appartient à chaque responsable du service Maintenance, de vérifier :

- L'atteinte des objectifs.
- Le bon fonctionnement du processus.

Voici les indicateurs que nous allons utiliser dans notre étude technique de premier plan :

- **$\lambda$  (Taux de panne).**
- **MTTR (Temps moyen de réparation).**
- **MTBF (Temps moyen entre deux défaillances).**

### **II.7.2. Quel sont les indicateurs de défaillance qui doivent être suivie ?**

Dans tous les secteurs et applications, nous avons constaté que ce sont MTTR, MTBF et  $\lambda$ , Nous discuterons de la signification de chacun de ces acronymes et de la manière dont vous pouvez les utiliser pour améliorer vos Operations.

**a. Taux de panne (taux de défaillance)**

Il calcule la fiabilité des équipements et de chacun de leurs composants.

Lorsque le risque de défaillance augmente avec le temps, cela indique un phénomène d'usure. Lorsque le risque de défaillance diminue avec le temps, on parle de « mortalité infantile » : les systèmes ayant des « défauts de jeunesse » ont des défaillances précoces, les systèmes qui « survivent » sont intrinsèquement robustes. Cela peut aussi décrire une situation de rodage. Lorsque le taux de défaillance est constant, cela signifie que le risque de panne est totalement aléatoire. C'est souvent le cas des systèmes électroniques.

**b. Temps moyen de réparation (MTTR)**

- « Mean Time To Repair » (MTTR) est une mesure de base de la maintenabilité des biens réparables. Il représente le temps nécessaire pour réparer un composant ou un système défaillant.
- Pour calculer le MTTR, il faut diviser le temps total de maintenance par le nombre total d'actions de maintenance sur une période donnée.

**c. Temps moyen entre deux défaillances (MTBF)**

- « Mean Time Before Failure » (MTBF) est le temps écoulé entre les défaillances inhérentes à un système pendant son fonctionnement (Jones, 2006). Le MTBF peut être calculé comme le temps moyen arithmétique entre les défaillances d'un système. Le MTBF fait généralement partie d'un modèle qui suppose que le système défaillant est immédiatement réparé (temps moyen de réparation, ou MTTR), dans le cadre du processus de renouvellement.
- Pour calculer MTBF en utilisant la somme du temps de fonctionnement divisé par le nombre de pannes.

## II.8. Méthodes pratiques

### II.8.1. Méthode ABC et Diagramme de PARETO

Un économiste italien, Vilfredo Pareto, en étudiant la répartition des impôts aux États-Unis constata que 20% des contribuables payaient 80% de la recette de ces impôts. D'autres répartitions analogiques ont pu être constatées ; ce qui a permis d'en tirer la loi des 20-80 ou la loi de Pareto. Cette loi peut s'appliquer à beaucoup de problèmes. C'est un outil efficace pour le choix et l'aide à la décision.

❖ **La méthode ABC :**

Permet de distinguer les valeurs critiques, majeures et mineures en les séparant en trois zones : A, B et C.

Elle est souvent associée à la méthode des 80 / 20 ; la zone A correspondant généralement aux 80% des valeurs mesurées.

❖ **Le Diagramme de Pareto :**

Permet de classer sur un graphique, des éléments par ordre décroissant, Il est représenté soit sous forme de courbe, soit sous forme d'histogramme (exemples ci-dessous).

Par exemple dans les répartitions appliquées à la maintenance :

- **20%** des équipements représentent **80%** des pannes.
- **20%** des interventions représentent **80%** des coûts de maintenance.
- **20%** des composants représentent **80%** de la valeur des stocks.

Objectif de cette méthode :

L'exploitation de cette loi permet de déterminer les principales causes de pertes à partir d'un historique (pannes, pertes matières, consommation de pièces, réclamations consommateurs, incidents de sécurité etc....). Il s'agit d'un outil de prise de décision qui permet de suggérer objectivement un choix d'éléments classés par ordre d'importance.

Les résultats peuvent être présentés sous deux formes :

- Une courbe croissante appelée courbe ABC.
- Un histogramme dégressif qui permet également de distinguer les zones A, B et C.

**Remarque :**

Il ne faut pas chercher de manière systématique à distinguer un 80 / 20 dans le classement des pertes. La répartition des pertes selon les zones A, B et C doit être logique et regrouper des valeurs selon 3 familles en retenant les critères suivants :

**Zone A :** Pertes devant engendrer des actions prioritaires.

**Zone B :** Pertes à prendre en compte si solutions peu coûteuses

**Zone C :** Pertes ne justifiant pas d'action.

**II.8.2. Méthode KAIZEN\_ L'Arbre des Causes**

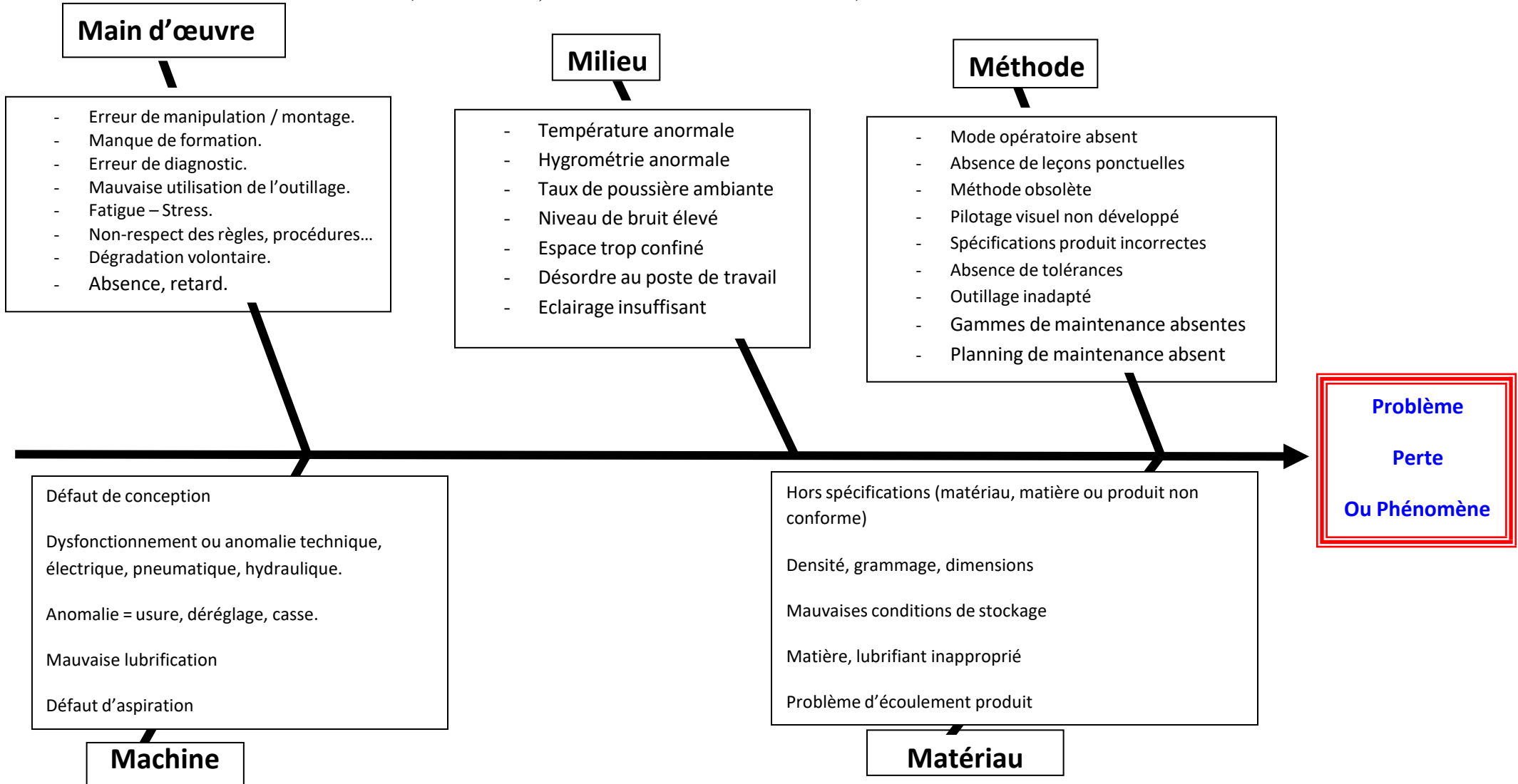
L'arbre des causes est un outil très simple à utiliser qui permet rapidement d'identifier les différentes sources potentielles d'un problème.

L'Arbre des Causes doit être utilisé en préliminaire ou en complément d'un autre outil (PM, Pourquoi, AMDEC...), L'arbre est composé de 5 "familles" de causes : les 5M.

Les 5M sont : Main d'œuvre, Milieu, Machine, Méthode et Matière.

- Le travail d'une équipe pluridisciplinaire doit permettre en une seule réunion "brainstorming" d'identifier l'ensemble des causes d'un phénomène. Le résultat doit ensuite être affiché sur le tableau d'activité afin que d'autres personnes puissent y apporter des commentaires ou identifier d'autres sources de perte

❖ L'Arbre des Causes (Méthode 5M, Arrête de Poisson ou Ischikawa)



**II.8.3. Choix par l'abaque de NOIRET**

L'abaque de Noiret est un outil d'aide à la décision qui fournit des recommandations, quant à

La pertinence, ou non, d'une politique de maintenance préventive sur un équipement de production ;

Et il permet d'orienter le choix de la politique de maintenance en fonction de [07] :

-Des caractéristiques de l'équipement

-De son utilisation

• **Les résultats offrent trois options possibles :**

- Préventif recommandé.
- Préventif possible.
- Préventif non nécessaire.

Le principe de cet abaque est basé sur les critères suivant :

- a) l'âge de l'équipement.
- b) Son interdépendance : dans quelle mesure est-il vital pour la production.
- c) Son coût.
- d) Sa complexité et son accessibilité.
- e) Sa robustesse et sa précision.
- f) Son origine.
- g) Son utilisation dans le temps.
- h) Les conséquences de ses défaillances sur le produit.
- i) Les délais de production.

Chaque critère se décline en plusieurs options, à son tour il correspond à un certain nombre de points, à la fin les points obtenus sont additionnés.

**a. L'âge de l'équipement :**

<b>Age (ans)</b>	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	0
<b>Points</b>	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	90

**Tableau II.2 :** L'âge de l'équipement, [07].**b. Son interdépendance :** dans quelle mesure est-il vital pour la production :

<b>Critère</b>	<b>Points</b>
Matériel essentiel et marche continue	70
Matériel essentiel et marche semi discontinue	60
Matériel essentiel et marche discontinue	50
Matériel sans tampon aval ou amont	40
Matériel semi indépendant	30
Matériel indépendant	20
Matériel double (ou plus)	10

**Tableau II.3 :** Interdépendance de l'équipement, [07].**C- Son coût :**

<b>Critère en €</b>	<b>Points</b>
Moins de 3000	5
[3000 à 15000[	15
[15000 à 30000[	25
[30000 à 45000[	35
[45000 à 150000[	45
150000 ou plus	55

**Tableau II.4 :** Complexité et accessibilité de l'équipement, [07].

**D- Sa complexité et son accessibilité**

<b>Critter</b>	<b>Points</b>
Matériel peu complexe et accessible	5
Matériel très complexe et accessible	25
Matériel peu complexe et inaccessible	35
Matériel très complexe et inaccessible	45

**Tableau II.5:** Complexité et accessibilité de l'équipement, [07].**E- Sa robustesse et sa précision**

<b>Critère</b>	<b>Points</b>
Robuste	5
Courant	10
Robuste et de precision	15
Peu robuste (délicat)	20
Travail en surcharge	25
Délicat et de precision	30

**Tableau II.6:** La robustesse et la précision de l'équipement, [07].

**F- Son origine :**

<b>Critère</b>	<b>Points</b>
Français de Grande series	20
Français de petite series	40
Etranger avec SAV en France	50
Etranger sans SAV en France	70
Stranger sans service technique	90

**Tableau II.7 :** L'origine de l'équipement, [07].**G- Son utilisation dans le temps**

<b>Critère</b>	<b>Points</b>
Marche à 1 poste de travail	75
Marche à 2 postes de travail	175
Marche à 3 postes de travail	250

**Tableau II.8 :** L'utilisation de l'équipement dans le temps, [07].**H- Les conséquences de ses défaillances sur le produit :**

<b>Critère</b>	<b>Points</b>
Produits vendables	10
Produits à reprendre	35
Produits perdus	55

**Tableau II.9 :** Conséquences de ses défaillances sur le produit,[07].

**I - Les délais de production :**

<b>Critère</b>	<b>Points</b>
Délai libre (constitution de stock)	25
Délai serré	100
Délai impératif (risque de pénalités de retard)	150
Délai impératif (risque de pénalités de perte client)	225

**Tableau II.10:** Les délais de production, [07].**❖ Son utilisation :**

Les points de chaque critère son additionné pour aboutir a un total.

<b>Domain</b>	<b>Recommandation</b>
<b>0 à 510</b>	<b>Preventive non necessaries</b>
<b>511 à 559</b>	<b>Preventive possible</b>
<b>559 à 910</b>	<b>Preventive recommends</b>

**Tableau II.11:** Les indices de criticité [07].**II.9. Gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO)****II.9.1. Définition :**

La Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur est constituée d'une base de données (historique) alimentée par le personnel de maintenance grâce au formulaire utilisé par l'équipe de maintenance. Des pannes sont mises en mémoire pour certains équipements (date, temps passé, intervenant, matériel remplacé, etc.).

La base de l'historique est l'inventaire des équipements appelée découpage fonctionnel.

Chaque GMAO est personnalisée selon les besoins spécifiques d'exploitation de l'histoire ou le fonctionnement d'un site [06].

### II.9.2 L'importance des données fiables

- Mais avant cela, nous devons discuter d'une chose qui est souvent négligée : l'importance de disposer de données fiables derrière vos indicateurs de défaillance.
- Afin d'apporter des améliorations basées sur les données en cas de défaillance des équipements, il est important de collecter les données exactes.
- Les statistiques de défaillance de haut niveau nécessitent une quantité importante de données significatives. Comme nous le montrerons dans les calculs des indicateurs de maintenance ci-dessous ; les entrées suivantes doivent être collectées dans le cadre de votre historique de maintenance :
  - ✓ Heures de travail consacrées à la maintenance.
  - ✓ Nombre de pannes.
  - ✓ Temps de fonctionnement.

L'enregistrement des chiffres des opérations de maintenance déjà effectuées ; demeure un élément essentiel pour améliorer la suite des autres opérations de maintenance. Ce processus peut prendre beaucoup de temps lorsqu'il est effectué manuellement, mais il est simplifié grâce à une GMAO ou grâce à l'industrie 4.0. qui nous permet d'enregistrer rapidement et facilement des données fiables pour les heures de travail et les temps d'arrêt sur votre téléphone ou un écran dédié pendant que nous effectuons des tâches de maintenance.

### II.9.3 Les démarches pour la mise en place d'une GMAO

#### a. Réalisation du cahier des charges (surtout définir le besoin)

- Volume de l'inventaire Matériels à maintenir et documents des équipements à informatiser.
- Degré de sophistication du logiciel (plus il est performant plus il est complexe à utiliser)

- Statistiques : calculs à réaliser, niveau de diagnostic souhaité, exportation des fichiers vers Excel par exemple, etc.
- Personnes qui sont appelées à l'utiliser : situation géographique, niveau en informatique, service de rattachement.
- Définir les éditions que l'on souhaite réaliser.
- Niveau de complexité de l'environnement industriel : simple ou multisite, un ou plusieurs magasins, etc.
- Mise en réseau souhaitée.
- Définir le budget à allouer (hard –matériel- et soft –logiciel-, formation, maintenance).
- Définir le temps alloué à la mise en place (installation, formation, soutien extérieur)
- Définir le, préventif à suivre (plan de maintenance).
- Définir le suivi Magasin à réaliser.
- Définir les documents (et leurs contenus) utiles au déroulement du processus de maintenance y compris sécurité (permis de feu, consignations CO2, etc.).
- Recenser les outils en place (GMAO existante, saisie papier ou Excel des interventions), définir s'il faut les exploiter.
- Définir le suivi informatique pour la bonne exploitation du logiciel (mise en place, maintenance hard et soft).
- Définir les moyens de sauvegarde et d'archivage.

#### **b. Choix du logiciel**

- Développement d'un logiciel spécifique en interne par les ingénieurs informatiques de la société et ou choisir un prestataire de services informatiques s'il n'existe pas de compétences informatiques en interne.

- Achat d'un logiciel utilisable. (Prés- établi)
- Orientation vers un logiciel ou un ensemble de logiciels (GMAO, graissage, gestion stock) avec les interfaces nécessaires.

**c. Mise en place du logiciel**

- Mise en place d'une équipe de pilotage composée de techniciens de la maintenance et d'informaticiens pour le suivi et la mise en marche du logiciel
- Installation du hardware et du software par informaticiens en présence des techniciens de la maintenance.
- Procédés aux Essais et test jusqu'à sa mise en marche fictive.

**d. Formation du personnel**

Dans le but d'une meilleure exploitation du logiciel par le service utilisateur, les formations à prendre en compte sont les suivantes :

- Formation générale à l'informatique (système d'exploitation Windows par exemple).
- Formation spécifique au logiciel
- Remise d'un cours à chaque personne.
  - Veiller à ce que les personnes exploitent leurs nouvelles connaissances très rapidement après la formation, prévoir période d'accompagnement.

**e. Utilisation / Exploitation de la GMAO Au préalable**

- Saisie de l'inventaire COMPLET du matériel Utilisation de la GMAO.
- Saisie des Demandes d'Intervention et des Ordres de Travaux.
- Saisie des comptes rendus d'intervention et de clôture.
- Saisie des alarmes pour les interventions préventives.

- Autres saisies • Réalisation / éditions des statistiques (indicateurs, Pareto, etc....).
- Archivages/sauvegardes.

**Chapitre III**  
**Présentation de**  
**la Bourreuse**  
**Dresseuse Niveleuse**

---

### **III.1. Introduction**

L'évolution des machines « voies ferrées » s'est faite au cours du XXème siècle sur des bases essentiellement empiriques.

Les voies ferrées ont une durée de vie limitée et subissent plusieurs conditions (les conditions climatiques, la circulation, fréquence, tonnage, vitesse), tous les éléments qui composent l'infrastructure sont soumis à une usure naturelle.

L'acier qui compose les rails, le bois ou le béton des traverses ou le granulat du ballast, nécessitent donc une surveillance accrue et des travaux de maintenance réguliers, pour garantir sa fiabilité.

### **III.2. L'entretien et la réparation des voies ferrées**

De nombreux travaux sont réalisés, et pour se faire, on utilise plusieurs machines appelés dans le jargon professionnel un train de travaux, [10]

#### **III.2.1. Le train de travaux**

Il sert à l'entretien courant ou lourd, et à la réparation d'une voie ferrée, comme dans les opérations de Renouvellement de la Voie Ballast, il peut être composé de plusieurs types de véhicules :

- Les dégarnisseuses et/ou les cribleuses, pour enlever et/ou trier le ballast usagé, la partie saine étant remise sur la voie, celle usée étant évacuée dans des wagons.
- Les régaleuses : servent à régaler le ballast.
- Le train de substitution (« train de coupe ») : il permet le renouvellement en continu des traverses et des rails.
- Les bourreuses : elles servent à bourrer le ballast.
- Les excavatrices rail-route : elles servent à creuser, à déposer et ou à enlever les traverses et le ballast.
- Les grues : servent à soulever les diverses charges.
- Les véhicules (camionnettes, voitures) tout-terrain : servent à l'entretien et à la surveillance.

- Les wagons de ballast pour transporter et déverser le ballast neuf (wagons trémies) et les wagons pour transporter le ballast usagé.
- Le train de finition transportant du ballast usagé, du sable neuf, et récupérant les déchets de voie.
- Les wagons ateliers.
- Les wagons cantines pour les ouvriers.

### III.3. La machine bourreuse



**Figure III.1:** Bourreuse Dresseuse Niveleuse 08-32-C, [01].

#### III.3.1. Définition

Une machine bourreuse est un engin de travaux ferroviaires servant au positionnement de la voie et au compactage du ballast sous les traverses. [11].

Une bourreuse (le terme exact est bourreuse-dresseuse-auto niveleuse), car les machines modernes remplissent ces trois fonctions, ce qui n'était pas le cas des premières machines), Le principe du bourrage mécanique des voies a été inventé par Auguste Scheuchzer.

- La machine agit par l'intermédiaire de pioches métalliques vibrantes, les bourroirs, qui sont plongées de chaque côté des traverses et qui compriment la

couche de ballast par serrage mécanique. La double action vibratoire et compressive constitue le bourrage

- L'opération est réalisée en même temps qu'une rectification du tracé, du nivellement longitudinal et transversal (dévers) de la voie. Cette rectification intervient en relevant le niveau de chaque file rail puisqu'il est impossible de l'abaisser.

### **III.3.2. Rôle de la machine bourreuse**

La géométrie de la voie doit être mesurée régulièrement ou au moins, la voie doit être tassée à intervalles réguliers pour s'assurer que les trains peuvent circuler en toute sécurité à la vitesse normale de la ligne.

Lors de l'utilisation de machines de qualité inférieure ou d'autres méthodes de bourrage manuel, la géométrie est corrigée à l'aide de crics de chenille et du jugement visuel du Track Master. Ces méthodes ne sont pas en mesure de fournir la qualité ou la durabilité requises pour une ligne ferroviaire moderne. Sur tous les chemins de fer modernes d'aujourd'hui, des machines de bourrage avec levage automatisé, revêtement et bourrage synchronisé sur voie ouverte, aiguillages, sections de rail contrôlées, joints d'épissure, etc. sont essentielles pour maintenir la voie aux normes requises.

La sélection de la bonne machine pour la voie particulière en ce qui concerne :

- Le trafic,
- La longueur,
- La charge par essieu,
- Le nombre d'aiguillages,
- Les sections de rail vérifiées,
- Les joints d'épices,
- La voie restreinte, etc.

Est devenue une science. Pour se faire, il est nécessaire de bien comprendre les types de machines disponibles, leurs composants et leurs fonctions afin de sélectionner la solution la plus rentable.

Parmi ces trains de travaux, la machine bourreuse joue un rôle essentiel dans l'entretien de la voie ferrée car elle est multifonctionnelle,

### III.3.3. Les fonctions de la machine Bourreuse

Pour faire connaître la bourreuse, nous allons vous présenter ces composants, et ces fonctions, les principaux composants fonctionnels d'une bourreuse sont illustrés à la figure III.2.

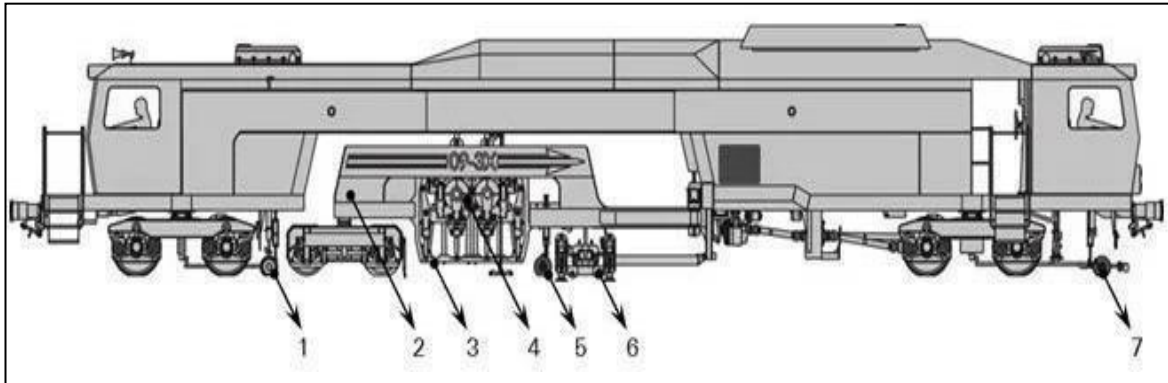


Figure III.2 : Composants de travail de la bourreuse, [11].

- |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1 - Chariot de mesure arrière      | 5 - Chariot de mesure central      |
| 2 - Satellite (action continue)    | 6 - Unité de levage et de doublure |
| 3 - Châssis de l'unité de bourrage | 7 - Chariot de mesure avant        |
- - Unité de bourrage / s.

On distingue 3 fonctions de la bourreuse

- Bourrage.
- Nivellement.
- Dressage.

#### a. Le Bourrage :

Le bourrage mécanique consiste en la confection d'une assise souple sous les travers préalablement mise à la hauteur, par vibration et serrage d'éléments de ballast, [11].

- Sous un chargement répété du trafic, la voie se déplace progressivement, provoquant des écarts par rapport à l'alignement vertical et horizontal souhaité. Le bourrage du ballast est le processus qui consiste à restaurer la géométrie et à réarranger le ballast sous la traverse pour maintenir la voie en place et lui fournir un lit de ballast homogène.

- Voici la figure III.3 qui nous fournit une illustration schématique du processus de bourrage dans les étapes simplifiées de 4.

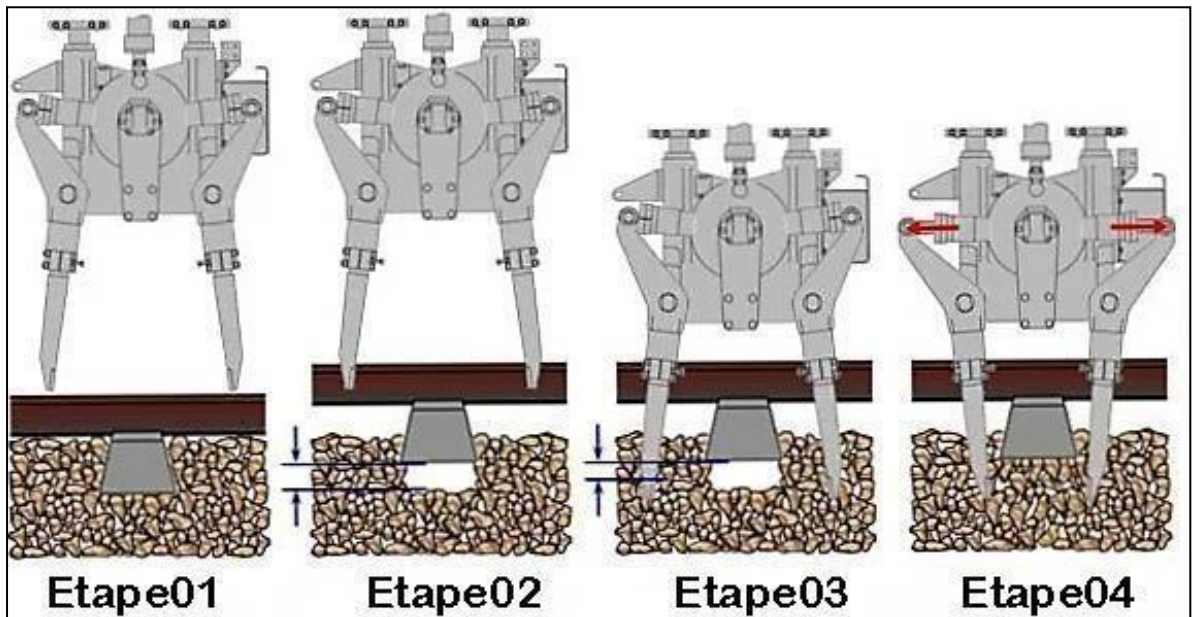


Figure III.3 : Description du processus de bourrage, [11].

#### a1. Les étapes de processus de Bourrage :

**Étape 1** : Une bourreuse de base indexe en avant et qui s'immobilise avec les dents de l'unité de bourrage chevauchant la traverse à tasser des deux côtés.

**Étape 2** : L'unité de levage et d'alignement fonctionne conjointement avec le système de mesure et saisit le rail sous la couronne, soulève la voie à une hauteur prédéterminée tout en corrigeant les défauts d'alignement vertical de la voie et oriente en même temps la voie pour corriger l'alignement horizontal (nivellement et alignement simultanés).

**Étape 3** : Les unités de bourrage sont abaissées. Les dents vibrantes pénètrent dans le ballast et s'arrêtent à une profondeur prédéterminée. Les dents vibrent afin de fluidifier la pierre de l'est pour lui permettre de se réarranger et de se déposer dans une matrice dense. Les vibrations contrôlées réduisent considérablement la force requise pour pénétrer les dents de bourrage dans le ballast sans endommager ou écraser la pierre de ballast.

**Étape 4** : L'ensemble du cylindre exerce une force sur les bras porte-dents qui effectuent un mouvement de compression des dents. Les dents compactent le ballast sous la traverse dans le vide créé par le processus de levage. La machine de bourrage avance vers le

dormeur suivant et le processus se répète. Derrière la bourreuse, la voie est laissée à la norme géométrique requise sur un lit de ballast homogène à l'élasticité restaurée.

**b. Le nivellement :**

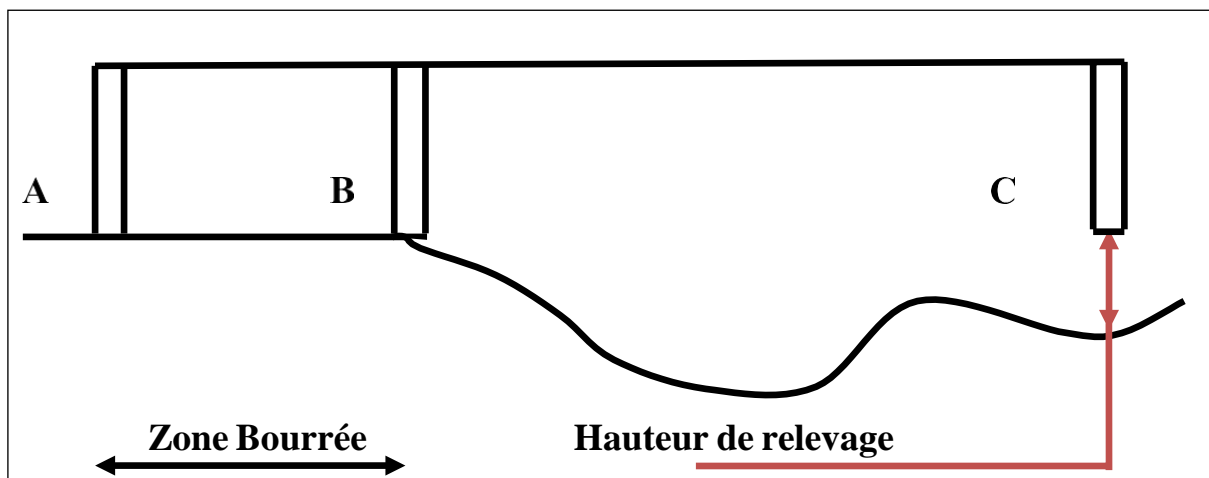
**b1. Définition :**

Le nivellement consiste en une régulation du profil en long d'une file de rails, appelée file de référence, l'autre étant réglée au dévers voulu, [1]

**b2. Principe de fonctionnement**

Le principe du nivellement longitudinal d'une file de rail est basé sur l'alignement de 3 points :

- en deux points, passe une droite (droite AC).
- le but est d'amener un troisième point sur cette droite (ici. le point B).



**Figure III.4 :** Principe de fonctionnement du nivellement, [1].

**Remarque :**

- A et C sont des chariots de mesure
- B représente les bourroirs

Travail sur la file de référence :

- petit rayon en courbe.
- file qui demande le moins à être relevée en  $\infty$ .

### b3. Les méthodes de travail du nivellement

Trois méthodes de travail de nivellements peuvent être utilisées :

- **La méthode en base relative**

Utilisée pour le bourrage d'entretien (en dehors des points obligés). Le profil en long réalisé au groupe de bourrage reproduit les défauts existant à l'extrémité avant de la base en les réduisant, [1]

Le "rapport de réduction du défaut" dépend de la longueur de base de la machine et de la longueur d'onde du défaut.

- **La méthode N.A.O. (Nivellement assisté par ordinateur)**

L'extrémité avant de la base est relevée d'une hauteur calculée par la machine à partir d'un enregistrement préalable, [1].

(Méthode de travail "intermédiaire" entre la base relative et la base absolue).

- **La méthode en base absolue**

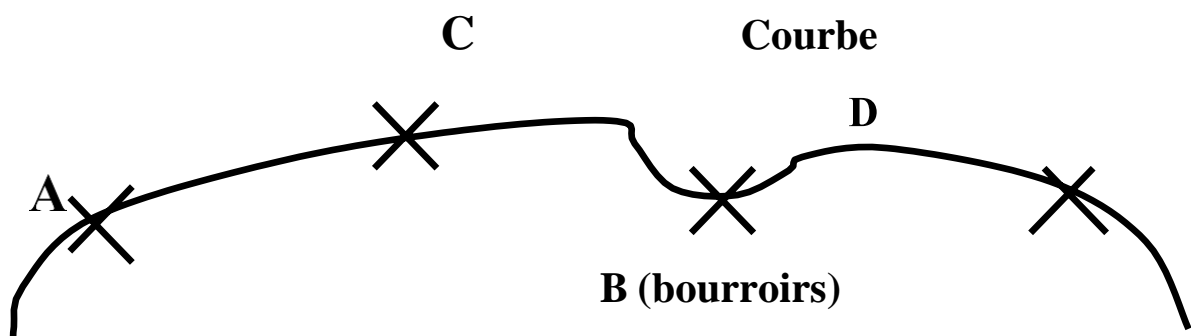
Utilisée pour les raccords sur points obligés notamment, le profil en long réalisé entre points hauts successifs est une droite, ainsi aucun défaut résiduel ne subsiste, [1].

### c. Le Dressage

#### c1. Définition

Le dressage consiste en une régularisation des flèches d'une file de rails, appelée file de référence, l'autre file suivant les variations d'écartement, [1].

- En trois points, passe un cercle (cercle ADC).
- Le but est d'amener un quatrième point sur ce cercle (point b).



**Figure III.5** : Principe de fonctionnement de dressage, [1].

- A, C et D sont des chariots de mesure
- B représente les bourroirs (point ou la voie sera ripée)
- Travail sur la file de référence :
  - Grand rayon en courbe.
  - La file la moins perturbée en alignement.

## **c2.Les méthodes de travail du dressage**

Trois méthodes de travail peuvent être utilisées :

- **La méthode en base relative (sans référence au piquetage) :**

Elle réduit les défauts par rapport à la base de longueur de la machine et la longueur d'onde des défauts. (Méthode utilisée pour le dressage d'entretien en dehors des points particuliers). Cette méthode permet un lissage de la courbe (par 3 points passent un cercle...). Aucun affichage n'est réalisé en machine.

- **La méthode D.A.O. (dressage assisté par ordinateur)**

A partir de mesures préalables de flèches effectuées par la machine, une étude de courbe est réalisée par le calculateur.

- **La méthode avec référence (au piquetage)**

Utilisée pour les défauts de longueur d'onde >20m, les défauts d'amplitude importante, les points obligés ou courbe éloignée de sa position d'origine...

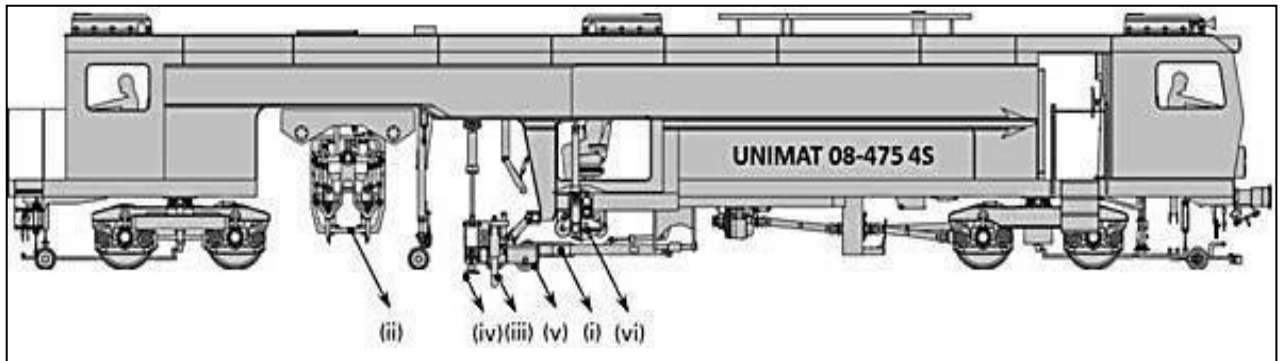
La méthode avec référence peut être appliquée en alignement (Guidage par visée optique, ...).

Cette méthode permet de dresser la voie par rapport aux bornes ; elle nécessite donc de vérifier le piquetage.

Un marquage préalable (valeur et sens du ripage) est effectué pour réaliser la mise aux bornes, [1].

## **III.4. Unité de levage et d'alignement**

Les bourreuses sont équipées d'une unité combinée de levage et d'alignement (i) montée devant les unités de bourrage (ii) entre les bogies (voir **figure III.6**). Il existe différentes conceptions en fonction du type de machine, mais elles peuvent généralement être réparties entre les unités de levage et d'alignement pour les bourreuses universelles et celles pour les bourreuses à voie lisse.



**Figure III.6 :** Emplacement des composants de l'unité de levage (Machine de bourrage universelle Unimat 08-475 4S illustrée), [11].

Les unités de levage et d'alignement sur les bourreuses universelles (**Figure III.7**) comme l'Unimat présentent des caractéristiques spéciales telles que :

- Des crochets de levage (**iii**) qui saisissent le rail sous le sommet ou la base pour le levage dans des voies restreintes telles que des aiguillages, des rails contrôlés, des joints d'épissure, etc.
- Des pinces à rouleaux (**iv**) pour le levage à grande vitesse lors du compactage sur voie ordinaire ; et Un ou deux rouleaux à brides (**v**) qui passent sur la tête du rail pour transférer la force latérale sur la voie pour un alignement horizontal.



**Figure III.7 :** Unité de levage et d'alignement spécialisée présente sur les machines de bourrage universelles, [11].

### III.5. Les Types de machines de bourrage



**Figure III.8 :** Bourreuse universelle DYNA-CAT, [1].

Dans les paragraphes précédents, il a été fait référence aux composants et caractéristiques de la machine de bourrage suivants :

#### III.5.1. Machines de bourrage universelle

Dans les aiguillages, les croisements, les joints d'épissure, les sections de rail contrôlées et autres voies restreintes, certaines dents peuvent être obstruées par les rails d'aiguillage, la lame d'aiguillage, etc. Les bourreuses d'aiguillage doivent donc avoir des unités de bourrage spécialisées capables de travailler dans ces zones restreintes, des unités de levage capable de soulever la voie avec un espace restreint, des dispositifs de levage de troisième rail pour soulever les longues traverses, des cadres d'unité de bourrage qui peuvent pivoter latéralement pour centrer l'unité de bourrage sur des rails divergents, etc.

Les machines de bourrage universelle, telles que le DYNA-CAT illustré à la figure III.8, sont également capables de tasser des voies simples à des vitesses de bourrage similaires à celles des machines de bourrage à voies simples de la même taille

### III.5.2. Machines de bourrage à voie simple

Les bourreuses à voie simple sont conçues pour le bourrage à haute production sur voie tangente sur des lignes très fréquentées où le nombre maximum de traverses doit être bourré dans les courtes fenêtres de maintenance disponibles. Ils utilisent des technologies telles que le bourrage à action continue et le bourrage jusqu'à 4 traverses par insertion.

Cependant, il existe de nombreux modèles de bourreuse à voie simple et tous ne sont pas axés sur la production maximale, car les conditions varient d'un chemin de fer à l'autre et même entre les sections d'une même voie.

### III.5.3. Machines de bourrage à voie lisse

Les bourreuses à voie lisse sont équipées d'une unité de levage et d'alignement avec des pinces à double rouleau pour saisir le rail sous la couronne pour un levage à grande vitesse et deux rouleaux à bride qui courent sur la couronne du rail pour transférer la force latérale à la voie pour l'alignement (Voir la figure III.9).

Le positionnement de deux pinces à rouleaux par rail permet de sécuriser automatiquement l'application même sur les joints à poissons. L'opération de levage et d'alignement est contrôlée automatiquement par les systèmes de mesure. Dès que les valeurs cibles sont atteintes, les opérations de levage et d'alignement sont automatiquement interrompues pendant que le rail est maintenu dans la bonne position.



**Figure III.9 :** Une unité typique de levage et d'alignement trouvée sur des machines de bourrage sur une voie, [11].

### III.6. Les Système de mesures



**Figure III.10** : VUE D'ENSEMBLE LATÉRALE DE LA MACHINE, [1].

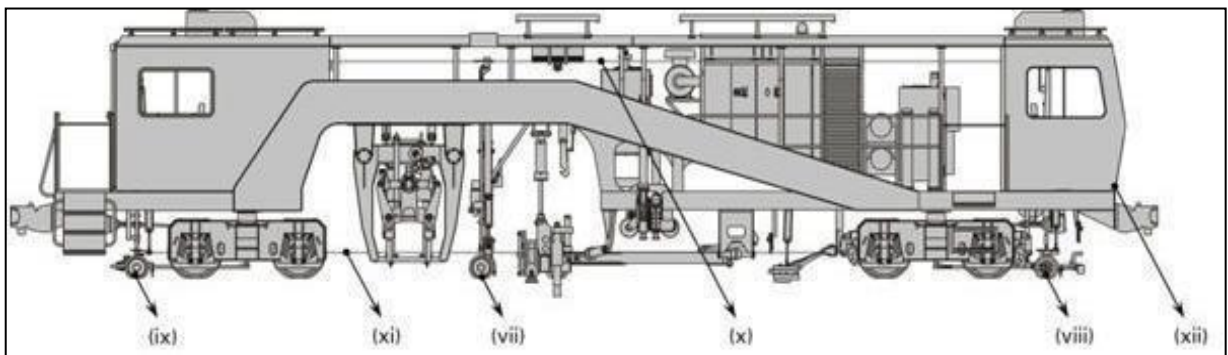
La machine est constituée de deux véhicules :

1 = Véhicule 1 : Module de bourrage avec les organes d'entraînement et de bourrage

2 = Véhicule 2 : Wagon intégré de mesure

Un système de mesure entièrement automatique (Figure III.10) détermine la différence relative entre les positions verticale et horizontale de la voie au niveau d'un chariot de mesure central qui est le point d'enregistrement (vii) entre deux points de référence, l'avant (viii) et l'arrière (ix) chariots de mesure. L'utilisation de ce système s'appelle la méthode de compensation.

L'alignement vertical relatif est établi à l'aide d'un câble en acier au-dessus de chaque rail(x sur la figure 10), étendu de l'arrière vers les chariots de mesure avant. La ligne de référence pour l'alignement horizontal relatif est une corde d'acier (xi sur la figure 10), prolongée le long du centre de la piste.

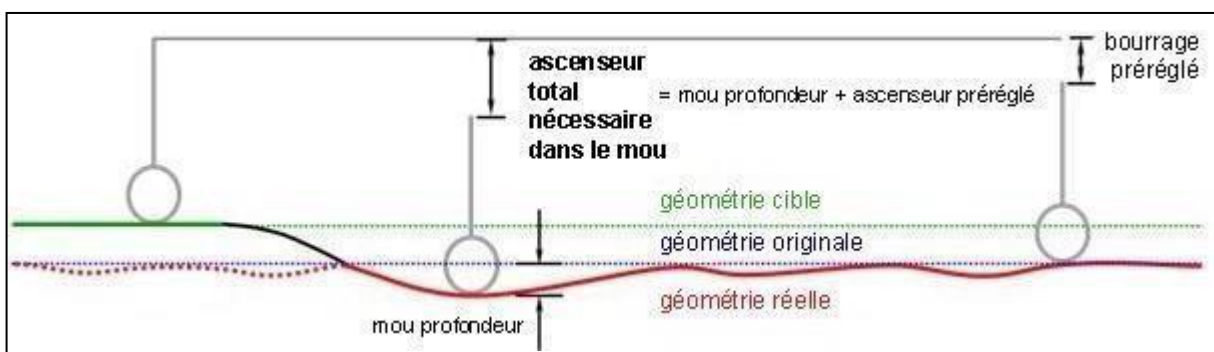


**Figure III.11** : Emplacement des composants du système de mesure, [11].

### III.6.1. Le principe de levage :

L'unité de levage et d'alignement, associée au système de mesure, élève le rail à une hauteur uniforme, éliminant ainsi les défauts verticaux du processus, et oriente simultanément le rail pour corriger les éventuels défauts horizontaux.

Pour assurer une portance résiduelle après le bourrage, des recherches ont montré que la portance minimale doit être d'environ 20 mm pour fournir suffisamment d'espace sous les traverses pour réarranger les pierres de lest. Cela dépendra cependant de la taille du ballast; plus l'enveloppe de ballast est grande, plus la portance minimale sera élevée. Lorsqu'un défaut d'alignement vertical est rencontré, le système de mesure détecte la différence verticale relative de hauteur et soulève la piste de la hauteur prédéfinie ainsi que de la profondeur du défaut d'alignement vertical (également appelé mou). (Voir figure III.12).

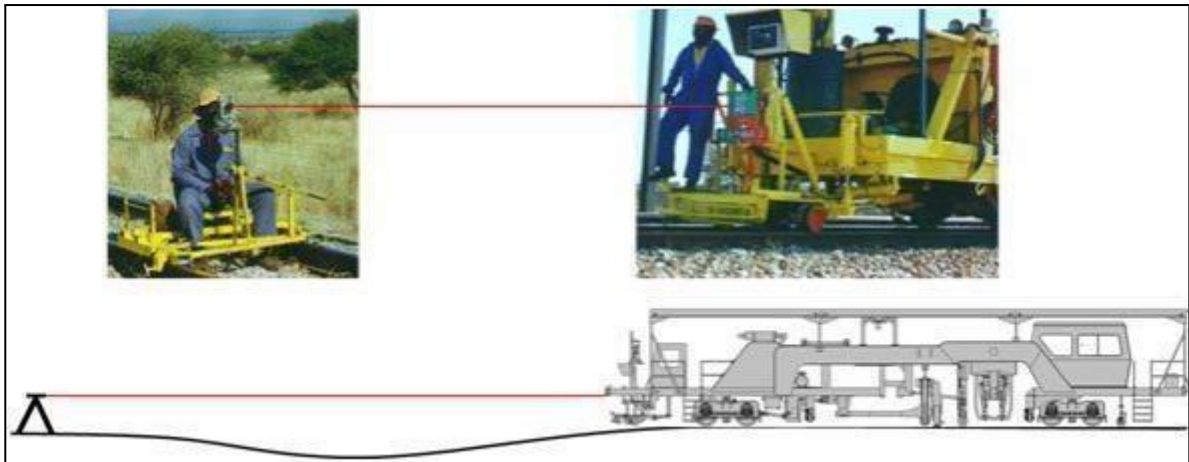


**Figure III.12** : Le principe de levage, [11].

### III.6.2. Les équipements optiques :

Toutefois, les défauts plus courts que la longueur de la corde entre les chariots de mesure avant et arrière de la bourreuse peuvent être corrigés avec succès, mais si les défauts sont plus longs que la longueur de la corde, la machine suivra ces défauts sans la supprimer.

Les bourreuses de haute qualité utilisent donc des équipements optiques (figure III.13) ou laser montés sur un chariot mobile qui est déplacé de 100 à 150 mètres en avant de la bourreuse, selon la géographie et d'autres conditions. La machine de bourrage est guidée par une ligne droite qui vise une plaque cible sur le chariot de mesure avant [voir la figure III.11 (xii)]. Lorsque la machine avance, les fils de levage et d'alignement sont réglés via la télécommande (ou automatiquement avec des systèmes laser) de sorte que le réticule du viseur soit aligné avec les marques sur la carte cible.



**Figure III.13** : Utilisation d'un équipement optique (tel qu'illustré) ou laser, [11].

Ceci allonge efficacement la longueur de corde à la distance entre le chariot de mesure arrière de la machine et la position du chariot mobile. Ceci fournit la plus grande précision dans l'alignement vertical et horizontal de la voie tangente (droite) et est appelé méthode de précision.

Le système de mesure peut être complété par un système informatisé (par exemple le système WIN-ALC) qui peut être utilisé pour mesurer la voie et pour des calculs automatiques et / ou le réglage des décalages dans les courbes. En particulier dans les courbes, l'ALC évite la mesure manuelle et potentiellement inexacte de la courbe. Il évite également les erreurs d'alignement résultantes associées à la mesure manuelle des courbes et au réglage manuel des valeurs de correction sur la machine.

# **Chapitre IV**

## **Application de la maintenance sur la machine bourreuse**

---

## **Chapitre IV : Application de la maintenance sur la machine Bourreuse**

### **IV.1. Introduction :**

Avant d'entamer ce chapitre, on tient à préciser que le dernier historique fiable et complet de la machine Bourreuse remonte à l'année 2017, Avant cela c'était le black-out total.

Alors, on a essayé, au mieux, d'interpréter et d'analyser les données que nous avons à notre disposition, pour cerner, au mieux, le problème des arrêts fréquents, donc Le quatrième et dernier chapitre a été divisé en deux grands titres.

le premier titres (Analyse des données de la Bourreuse\_Dresseuse\_Niveleuse) a été consacré au constat et au diagnostic du matériel servant au fonctionnement de la machine, à cet égard, et après la collecte de l'ensemble des données , nous avons procédé à leurs analyses, tout en soulignant à la fin, les difficultés techniques rencontrées et les inconvénients existants tels que le manque d'informations pluriannuelles nécessaires à critique complète de la problématique .

Toutefois, nous sommes arrivés à la fin de ce premier titre, à finaliser nos travaux par quelques représentations schématiques sous forme de tableaux, relatives aux données techniques en appliquant les méthodes pratiques sur la maintenance, travail ayant abouti au constat de certaines pièces de matériel dédommagées assorties de la cause de leurs défaillances.

Le second titres et non moins important, a été consacré entièrement aux bienfaits de la maintenance, en appliquant certaines méthodes pratiques telle que **l'abaque de Noiret**, méthode aidant à l'amélioration du rendement de la machine, tout en proposant un choix de diminution des couts et charges y afférents.

Nous avons enfin proposé certaines solutions et autres recommandations, en vue de maintenir les équipements et autres matériels composant la machine bourreuse, et établi un plan de maintenance à toutes fins utiles, destiné au département maintenance d'infra rai.

## **Chapitre IV : Application de la maintenance sur la machine Bourreuse**

### **IV.2. Analyse des données de la Bourreuse\_Dresseuse\_Niveleuse**

#### **IV.2.1. Collecte de données**

Le recueillement des données concernant la Bourreuse, nous ont été fournies en data brut ; ce qui nous a permis de filtrer les données selon le besoin de notre étude comme suite :

- L'historique des arrêts des années précédentes.
- Les taches effectuées durant les opérations préventives et correctives.

Ces données, nous ont permis de :

- Déduire les défaillances les plus fréquentes.
- Estimer les  $\lambda$ , MTBF, MTTR.

#### **IV.2.2. Les inconvénients rencontrés**

Lors de l'analyse de ces données, on a constaté que le service de la maintenance n'a pas un bon historique sur la machine ajouter à cela, notre étude s'est faite sur une période d'une trois année car l'historique ne remonte pas plus loin que ça.

#### **IV.2.3. Représentation des données**

Les défaillances les plus récurrentes d'après l'historique des pannes qui ont été enregistré sur le tableau de commande de la Bourreuse, on a classé les défaillances les plus fréquentes par ordre Croissant suivant leurs temps d'arrêts, en utilisant la méthode Pareto, et en passant par deux étapes.

##### **a. Etape 1 : constat des défaillances récurrentes**

<b>Défaillance</b>	<b>Temps moyen d'arrêts</b>	<b>Cumule des panes</b>	<b>Fréquence cumulé</b>	<b>Classes ABC</b>
<b>Chariot</b>	<b>63</b>	<b>63</b>	<b>26,92%</b>	<b>A</b>
<b>Flexible</b>	<b>55,5</b>	<b>118,5</b>	<b>50,64%</b>	<b>A</b>

## Chapitre IV : Application de la maintenance sur la machine Bourreuse

Vérin	32	150,5	64,32%	A
Boit de Trains	25,5	176	75%	A
Transmetteur	25	201	86%	B
Graissage	18	219	94%	B
AIC	8,5	227,5	97%	C
Bourroirs	4,5	232	99%	C
L'huile hydraulique	2	234	100%	C

**Tableau IV.1 : Les défaillances les plus récurrentes.**

**Remarque :** On remarque que 80% des pannes sont dans la classe A, cela veut dire se sont les panne qui cause plus de problème.

### **b. Etape 02 : Application de la méthode Pareto**

Cette étape consiste à analyser les 80% des pannes avec la méthode Pareto pour pouvoir construire diagramme des causes effets d'Ishikawa (5 M).

### **IV.2.4. Les pannes constatées**

On a quatre pannes :

#### **a. Problème de Chariot :**

Défaillance	Temps h	cumule des temps	fréquence cumuli	Les Classes
• Démontage du chariot de mesure et mise en état de ce dernier	35	35	47%	A
• ·Réglage de chariot avant de mesure	8	43	58%	A
• ·Réglage du chariot avant	8	51	68%	A
• ·Changement câble de dressage et les 04 tiges de chariot avant	8	59	79%	A
• ·Remontage du pendule sur le chariot avant et la table de dressage	5	64	86%	B

## Chapitre IV : Application de la maintenance sur la machine Bourreuse

• ·Démontage des articulations sur le chariot de mesure pour confection	4	68	91%	B
• ·Démontage d'une bague en bronze sur la tige de guidage de chariot arrière comme model et mise en état d'une porte du compartiment moteur DEUTZ	3	71	95%	C
• ·Démontage et montage de pendule	1,5	72,5	97%	C
• ·Changement de fin de course de chariot de mesure « C »	1	73,5	99%	C
• ·Changement fourchette du chariot central	1	74,5	100%	C
Totale	74,5	611,5		
MTTR	10,5	–	–	–
MTBF	949,5	–	–	–
$\Lambda$	$1 \cdot 10^{-2}$	–	–	–

**Tableau IV.2 : les classes ABC du problème du chariot.**

## Chapitre IV : Application de la maintenance sur la machine Bourreuse

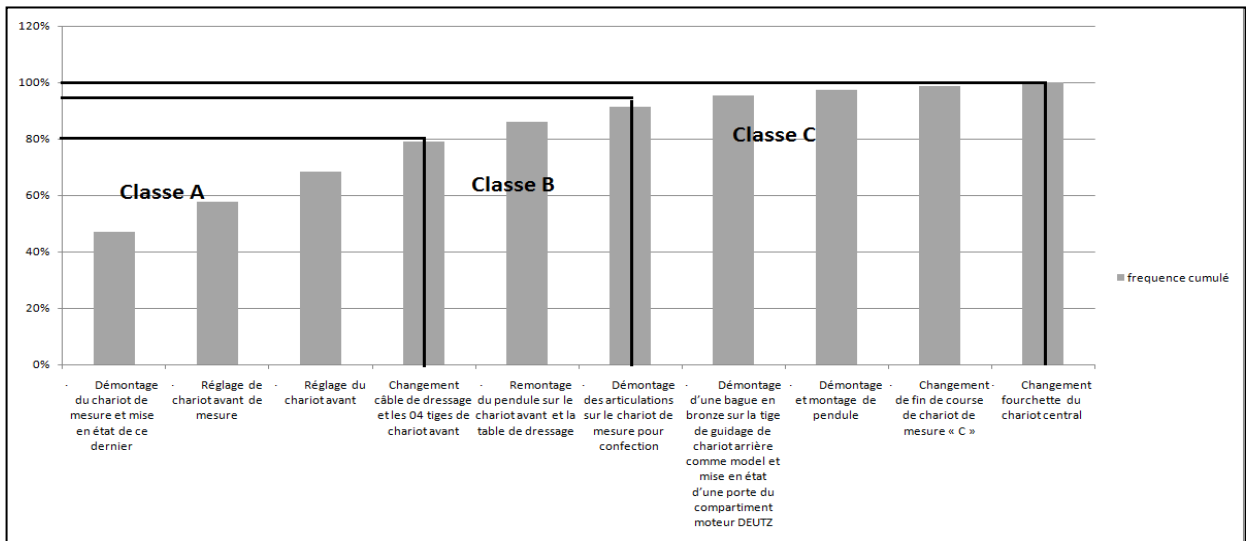


Figure IV.1 : Classe ABC du problème de chariot de mesure.

### b. Problème de Flexible :

Reference	Temps h	cmule des temps	frequence cumulé	Les Classes
• Complément l'huile moteur	30	30	33%	A
• Fuite d'huile hydraulique au niveau de flexible d'avancement et vérin de suspension	8	38	42%	A
• Fuite au niveau de carter (moteur)	8	46	51%	A
• Serrage du raccord de flexible	5,5	51,5	57%	A
• Flexible de moteur de vibration fissuré	5	56,5	63%	A
• Montage des flexibles hydraulique et compris les flexibles confectionné	5	61,5	68%	A
• changement des flexibles hydr,	5	66,5	74%	A
• Fuite au niveau de flexible de marche HLP.Travail	3	69,5	77%	A
• Démontage des trois (03) flexibles hydraulique de la bourreuse,	3	72,5	81%	B

## Chapitre IV : Application de la maintenance sur la machine Bourreuse

• Changement raccord de compresseur +flexible	2,5	75	83%	B
• Soupape et régulateur de pression (TRA)+flexible au niveau de groupe de bourrage	2	77	86%	B
• Eclatement flexible pneumatique groupe de bourrage	2	79	88%	B
• Démontage et montage de flexible	2	81	90%	B
• Remplacement du flexible d'air du groupe coté gauche + nettoyage	2	83	92%	B
• Changement 02 flexibles pneumatique	2	85	94%	B
• Fuite de flexible de la pompe	2	87	97%	C
• Remplacement un flexible de compresseur	1	88	98%	C
• Remplacement de flexible du groupe de bourrage	1	89	99%	C
• Fuite d'huile du flexible de la pompe	1	90	100%	C
MTTR	2,77	–	–	–
MTBF	285,22	–	–	–
$\Lambda$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	–	–	–

**Tableau IV.3:** Les classes ABC du problème du Flexible.

## Chapitre IV : Application de la maintenance sur la machine Bourreuse

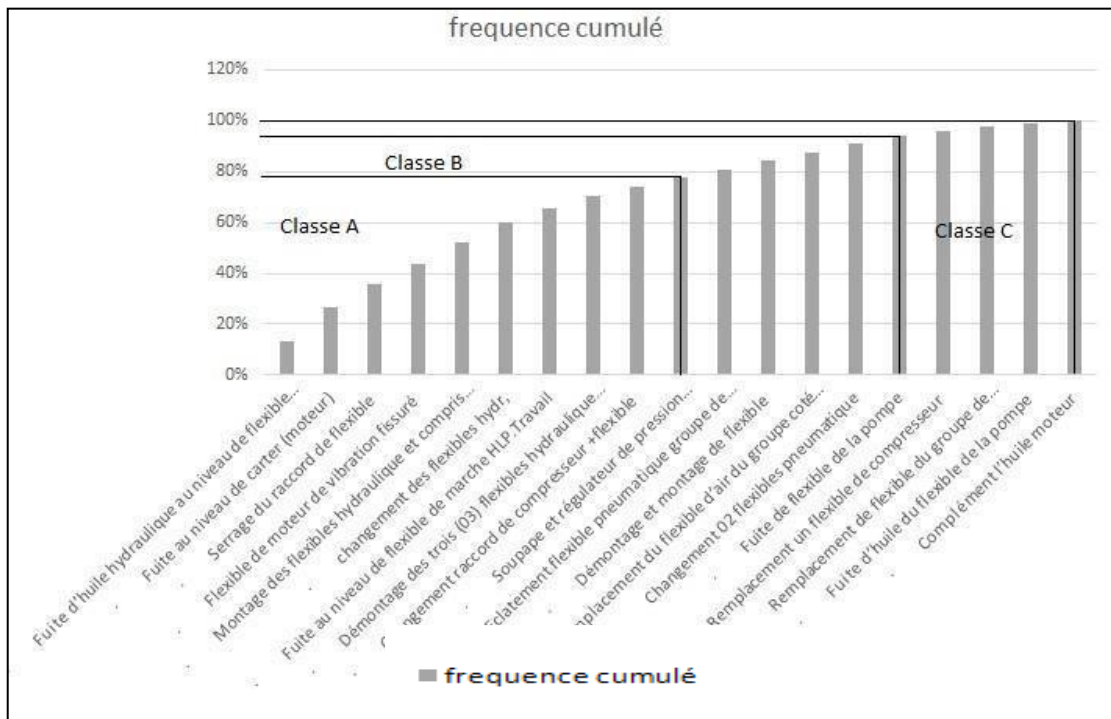


Figure IV.2: Classe ABC du problème de Flexible.

### c. Problème de vérin :

Reference	Temps h	cumule des temps	fréquence cumulé	Les Classes
• Fuite d'huile au niveau de vérin de serrage coté cabine de travail.	8	8	25%	A
• Fuite d'huile au niveau de vérin suspension de la cabine travail	8	16	50%	A
• Fuite au niveau de vérin de suspension cabine travail	8	24	75%	A
• Fuite d'huile au niveau de vérin de suspension	8	32	100%	C
MTTR	8	–	–	–
MTBF	1432	–	–	–
$\Lambda$	$6,9 \cdot 10^{-4}$	–	–	–

Tableau IV.4 : Les classes ABC du problème du Vérin.

## Chapitre IV : Application de la maintenance sur la machine Bourreuse

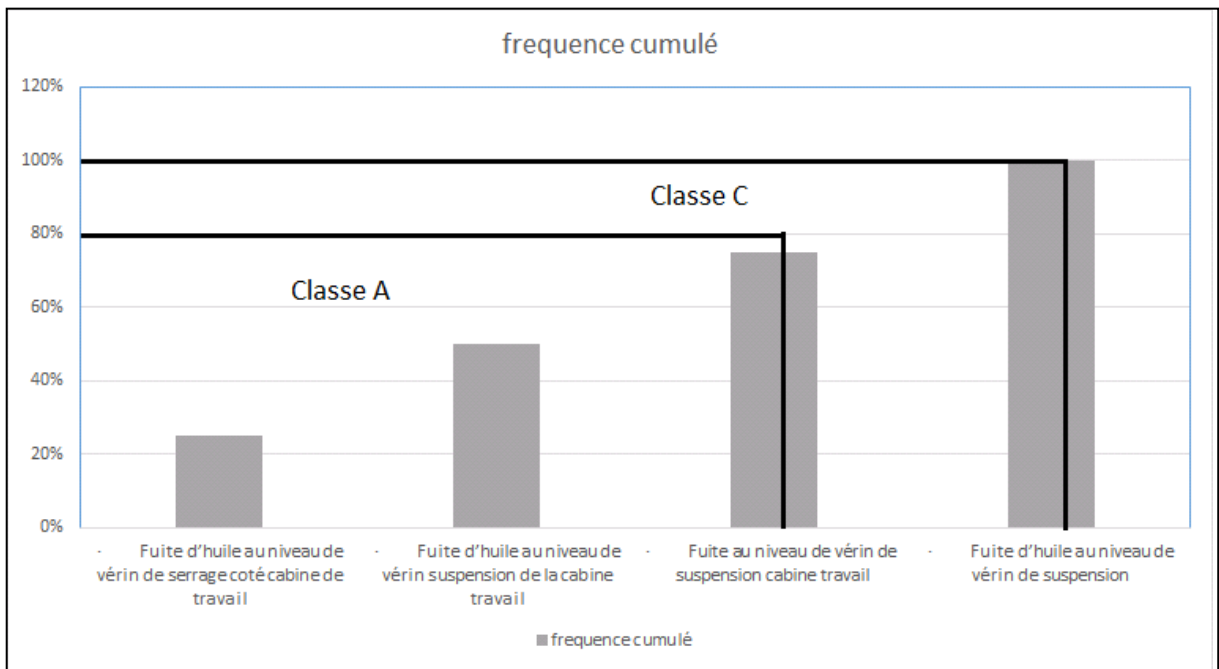


Figure IV.3: Classe ABC du problème de Vérin.

### d. Problème de Boite de transfert :

Reference	Temps h	Cumule des temps	Fréquence cumulé	Les Classes
• vidange huile hydraulique et démontage de la boite de transfert, cardan, pompe et filtres d'aspiration	10	10	31%	A
• Démontage de la boite transfert et accessoires	10	20	62%	A
• Démontage de cardan moteur + serrage les boulons de la boite de transfert (avec un point de soudage)	6	26	80%	A
• Montage une nouvelle boite transfert, cardan et flasque ainsi les pompes	5	31	96%	C
• Complément l'huile pour la boite de transfert	0,66	31,66	98%	C
• Vidange l'huile moteur et boite de transfert	0,5	32,16	100%	C

## Chapitre IV : Application de la maintenance sur la machine Bourreuse

MTTR	6,37	-	-	-
MTBF	1433,6	-	-	-
$\Lambda$	$6,9 \cdot 10^{-4}$	-	-	-

Tableau IV.5 : Les classes ABC du problème du Boit de transfert.

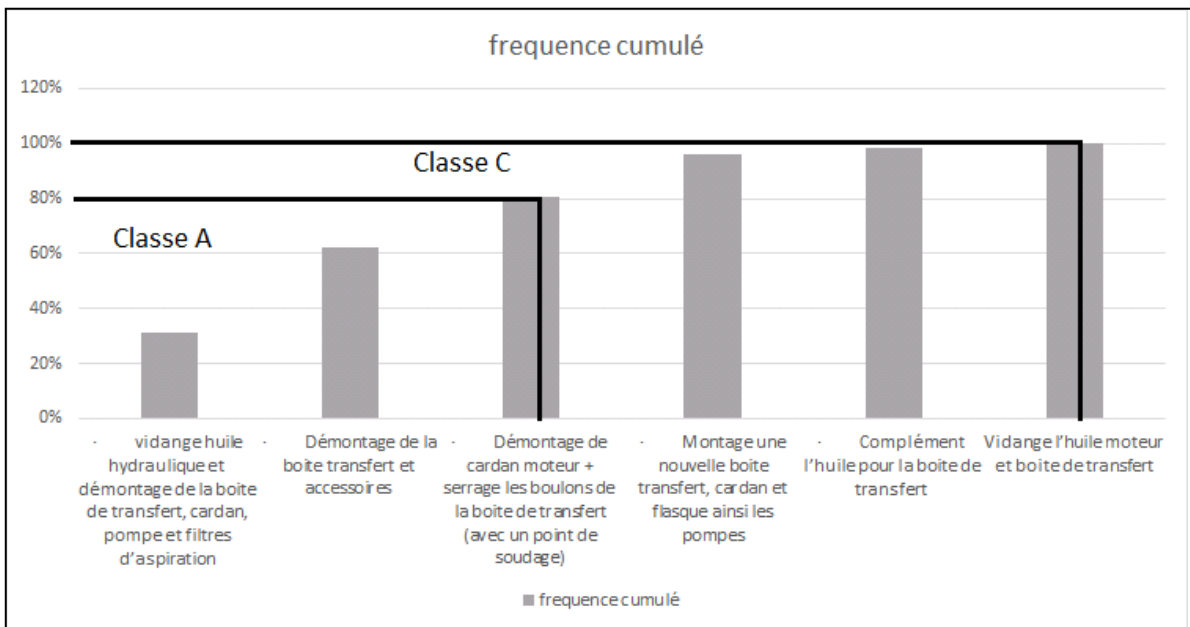


Figure IV.4: Classe ABC du problème de Boit de transfert.

### IV.2.5. Analyse des pannes et des causes

Analyse d'un ensemble de facteurs ou de symptômes, visant à établir l'état d'un élément ou les causes d'un éventuel désordre constaté, afin de choisir les mesures à prendre pour y remédier.

## **Chapitre IV : Application de la maintenance sur la machine Bourreuse**

### **a. Problème de chariot de mesure**

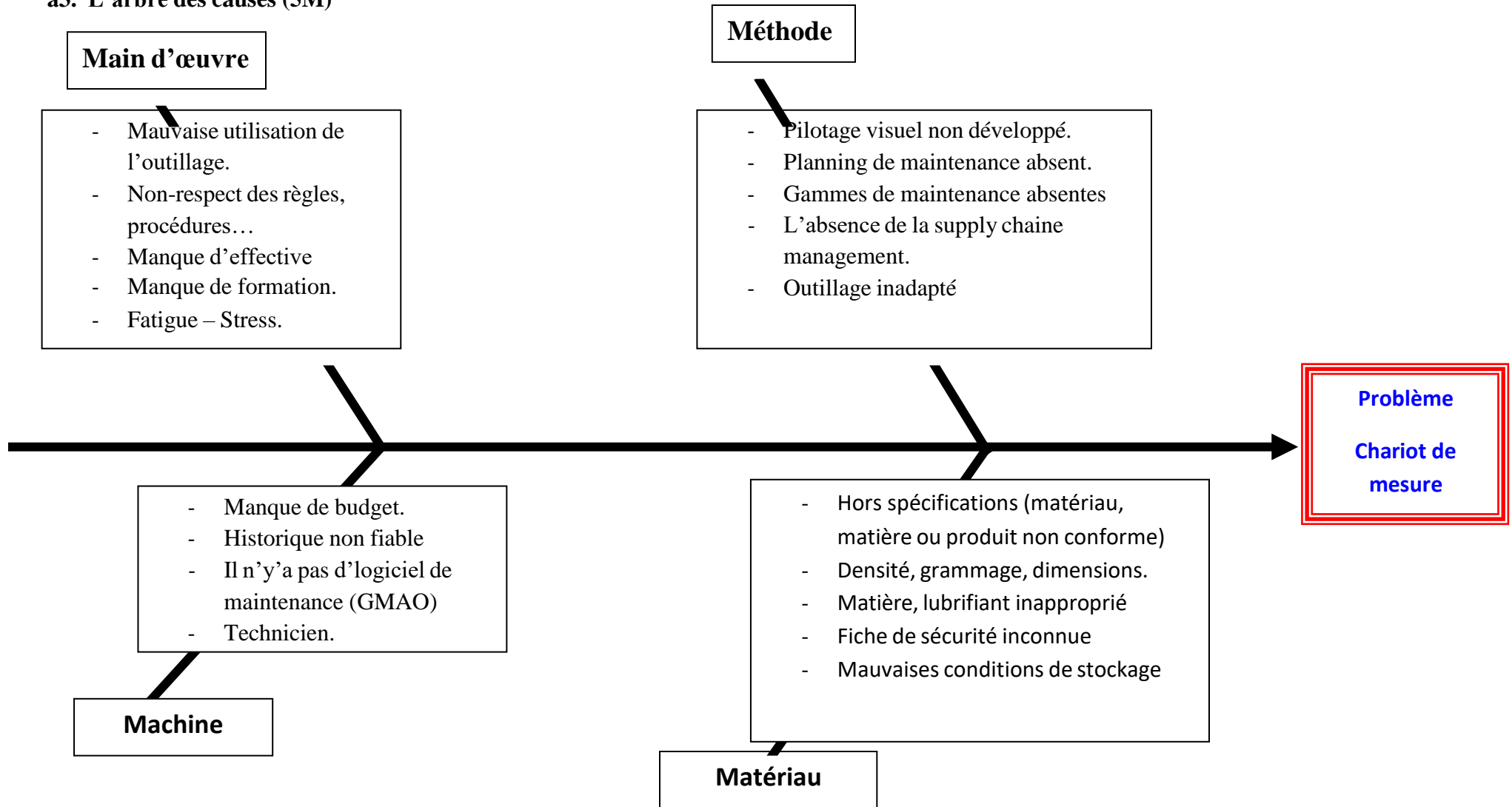
#### **a1. Introduction**

Le chariot de mesure est utilisé comme base d'enregistrement et d'inspection des installations ferroviaires. Conçu comme un complément aux véhicules de mesure de voies, il permet de déterminer en un seul passage les paramètres significatifs de géométrie de voie ferrées, soit l'écartement, l'alignement, les devers absolu et relatifs, les écarts de nivellement longitudinal, les défauts de dressage et de gauche, les relevé de flèches, etc., les pannes de chariot de mesure, pratiquement sont les même.

#### **a2. Les causes du problème**

- Le potentiomètre
- Roulement du transmetteur.
- Roue de chariot et blocage de roulement à l'usure mécanique due à la force de pal page contre le rail de référence.
- Rupture du câble du transmetteur

a3. L'arbre des causes (5M)



### **IV.4.2. Problème de Flexible :**

#### **IV.4.2.1 Introduction :**

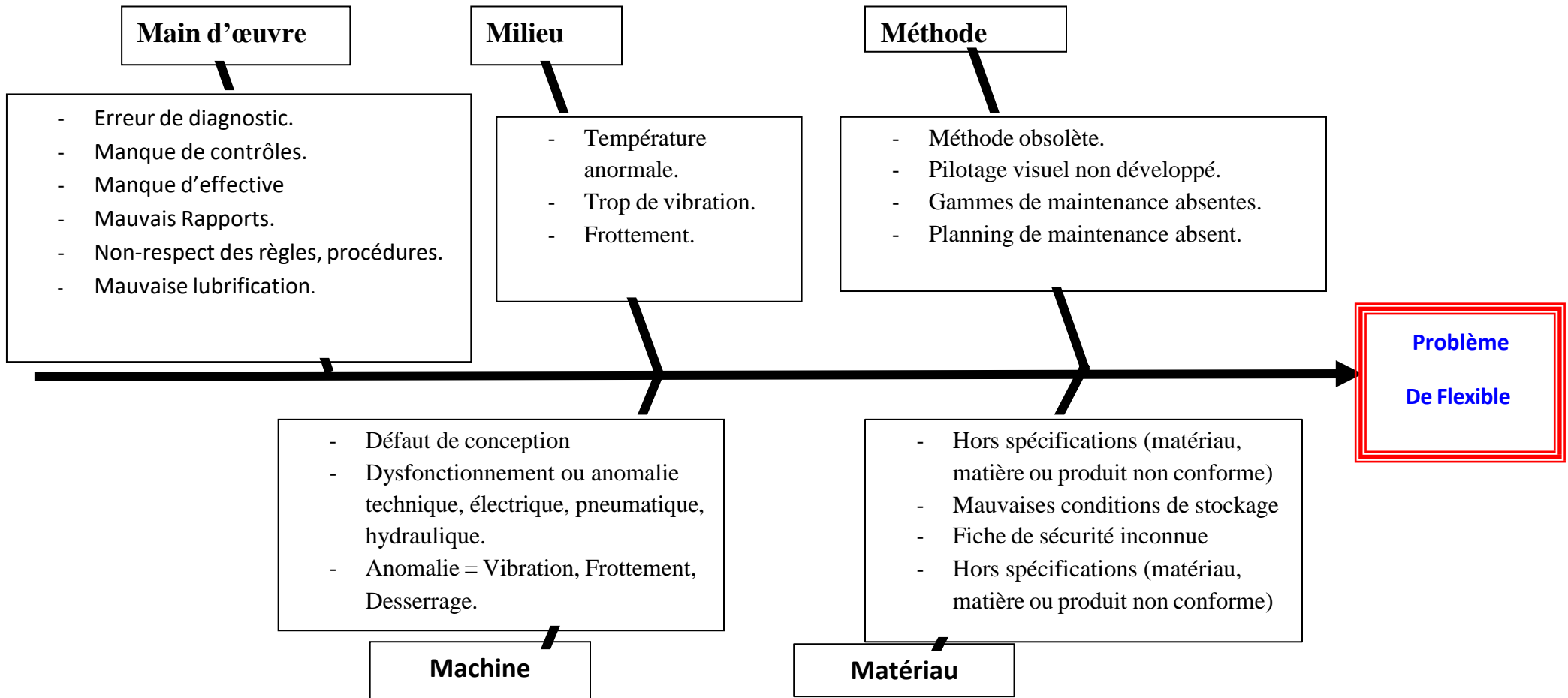
Aujourd'hui, les compartiments moteurs sont plus étroits et les tuyaux existent dans toutes sortes de formes et de tailles pour répondre à des applications spécifiques dans des espaces très restreints. Ces tuyaux acheminent le liquide de refroidissement vers de nombreux équipements.

Bien que la conception des flexibles soit restée relativement inchangée au cours des années, les matériaux qui les composent ont été considérablement améliorés. Les flexibles présentent donc désormais une durée de vie supérieure. L'environnement contraignant dans lequel ils se trouvent finit cependant par les altérer et, avec le temps, même les meilleurs flexibles s'usent et doivent être remplacés.

#### **IV.4.2.2 Les causes du problème :**

- Serrage insuffisant du collier
- ou détérioration du flexible
- ou détérioration du connecteur.

### IV.4.2.3 L'arbre des causes (5 M)



### **IV.4.3. Problème de vérin :**

#### **IV.4.3.1 Introduction :**

La panne la plus courante sur les vérins hydrauliques, est la fuite de liquide. La perte de fluide entraîne rapidement une perte de puissance dans le vérin. Celle-ci peut avoir plusieurs causes et peut être :

- **Interne ou externe.**

**La fuite externe** c'est la plus simple à détecter, **mais la fuite interne** est beaucoup plus difficile à détecter, Elle désigne le fait que le fluide sort de la chambre sous pression pour s'écouler de l'autre côté du piston. Elle se manifeste surtout par une perte de puissance du vérin mais reste invisible à l'œil nu.

#### **IV.4.3.2 Les causes des fuites**

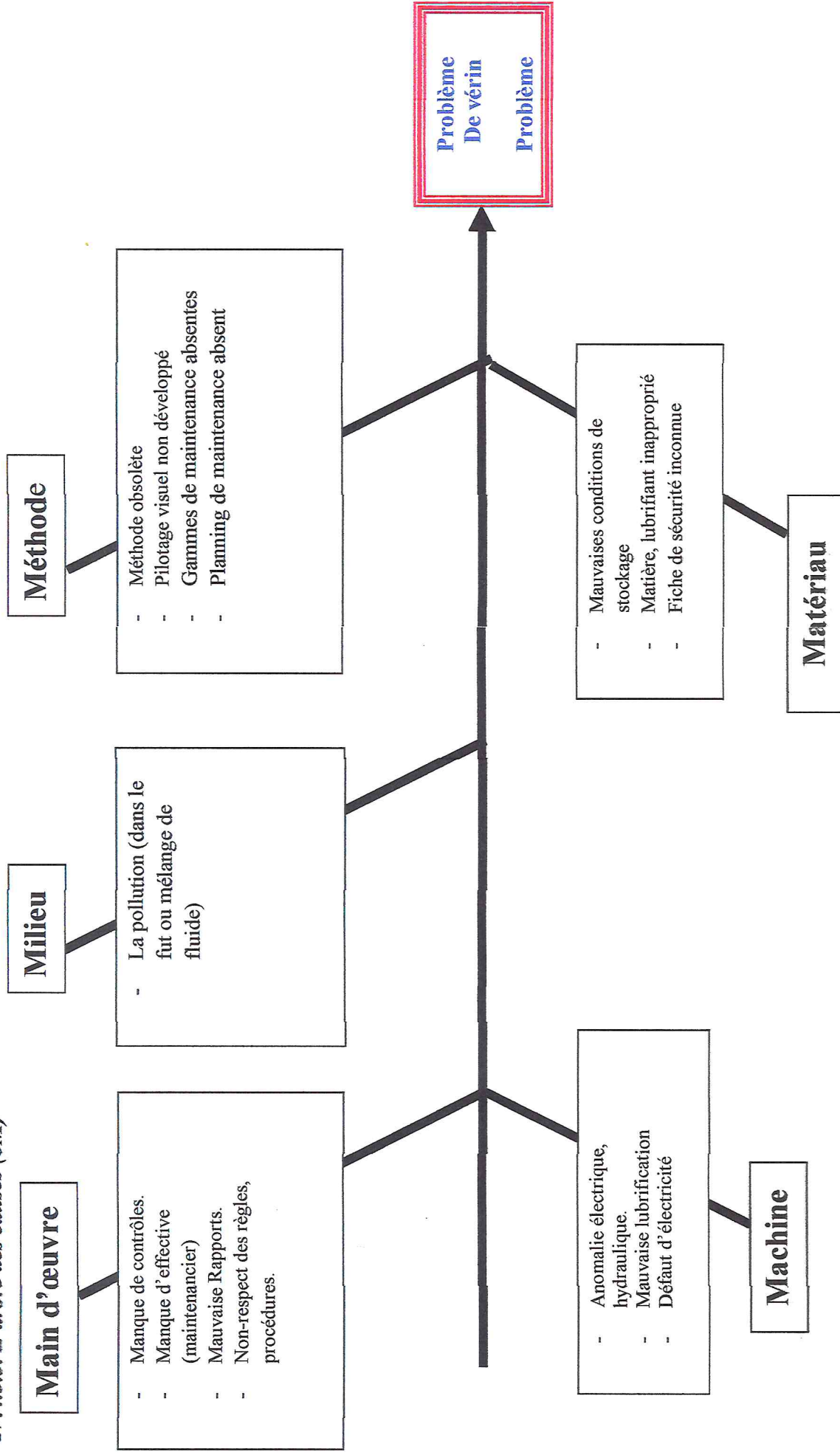
**Les fuites de fluide ont quatre principales causes :**

- Une usure des joints qui ne jouent alors plus leur rôle au niveau de la bague de guidage appelée aussi bague de fermeture ou du piston et laissent échapper le liquide
- Un choc ou une rayure au niveau de la tige qui ne permet plus d'assurer l'étanchéité des joints de la bague de fermeture.
- Un défaut similaire au niveau du fut qui ne permet alors plus d'assurer l'étanchéité des joints du piston
- De la pollution dans le fut où mélangée au fluide.

Il est important de noter qu'il faut réagir rapidement en cas de constatation d'un défaut de fuite car les joints sont des éléments fragiles lorsqu'ils ne sont pas utilisés dans des bonnes conditions. A l'utilisation, ce défaut va donc s'accroître rapidement.

Dans tous les cas, un démontage du vérin sera nécessaire pour analyser et réparer la ou les causes de la fuite. Au remontage, il est indispensable de procéder à une purge du vérin hydraulique.

IV.4.3.3. L'arbre des causes (5M)



### **IV.4.4. Problème de boîte de transfert**

#### **IV.4.4.1. Introduction**

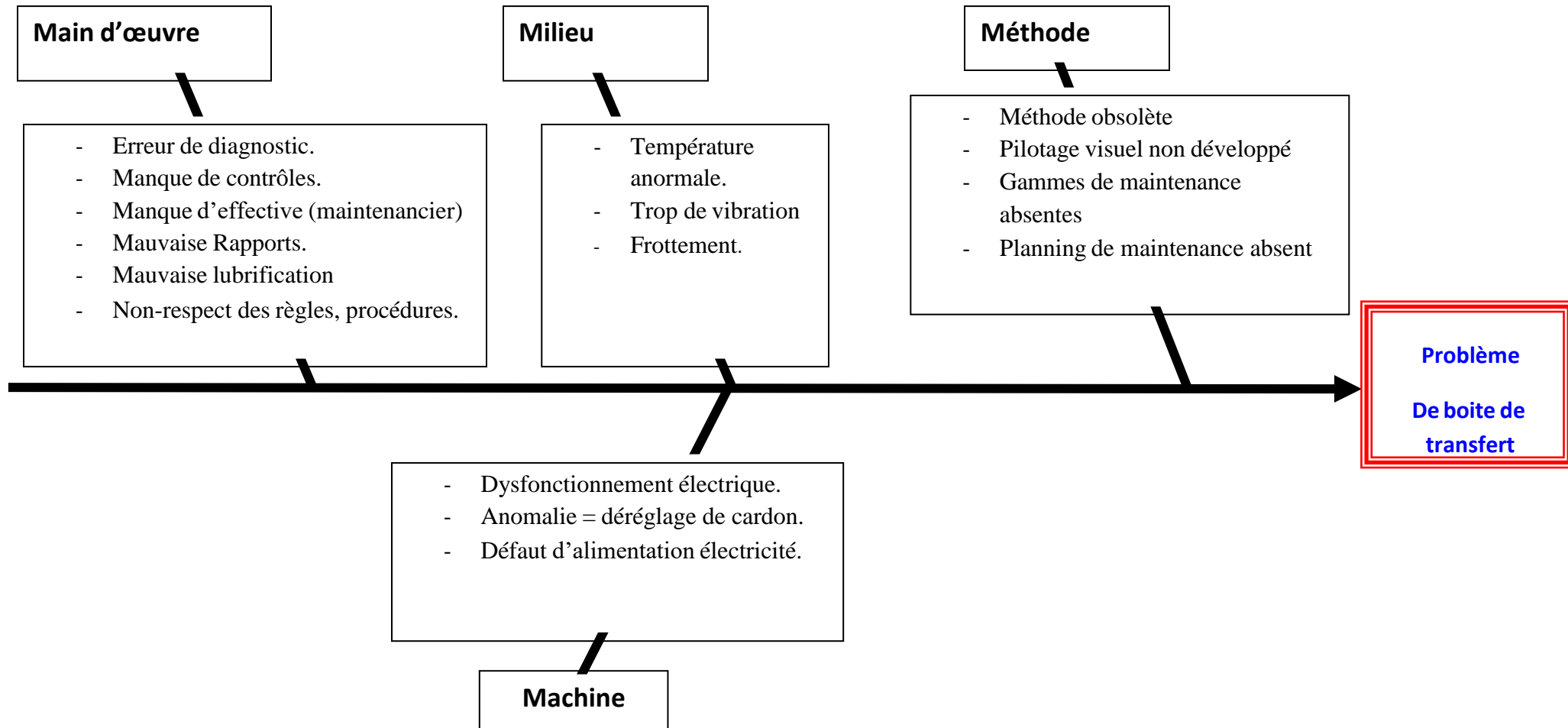
La boîte de transfert permet de répartir la puissance du moteur à l'ensemble des roues sur une Bourreuse fonctionnant avec une transmission intégrale, fonctionne avec un carter qui assure la bonne lubrification des pièces.

#### **IV.4.4.2 Les causes du problème**

- Un autre signe révélateur d'un problème dans la Bourreuse est la présence de bruits étranges qui n'existaient pas auparavant. Les bruits anormaux peuvent être critiques, et ils indiquent presque toujours que de plus gros problèmes.
- Le problème boîte de transfert, pourrait se manifester par une fuite d'huile Cela signifierait que la boîte de transfert n'est plus correctement lubrifiée.

Il arrive par exemple qu'une odeur de brûlé se fasse sentir dans l'habitacle.

### IV.4.4.3 L'arbre des causes (5M)



### **IV.3. Amélioration du rendement de la machine en application de la maintenance**

#### **IV.3.1 Utilisation de l'abaque de Noiret**

On a utilisé l'abaque de Noiret pour définir le type de politique de maintenance à suivre pour l'équipement :

- Matériel de 15 ans (Bourreuse année 2005) : 30pts.
- Matériel Indépendants : 20pts.
- Coût plus 150000 euros : 55pts.
- Matériel très complexe et accessible : 25pts.
- Matériel délicat et précision : 30pts
- Origine L'Autriche grands série : 50pts.
- Marche à trois postes : 175pts.
- Produit perdu : 35 pts.
- Délai série impératif (risque de pénalités de retard) : 150pts.
- Total=570pts.

**Constatation** : selon l'abaque, l'équipement nécessite une maintenance préventive recommandée

#### **IV.3.2 Le plan de maintenance proposé**

Pour terminer nos travaux dans les normes, et à titre facultatif, on a proposé un plan de maintenance préventif et cela en se basant sur les recommandations du constructeur. Vu que certaines tâches préventives ne sont jamais prescrites sur la machine et cela cause parfois des arrêts dont on pourrait s'en passer, s'il y avait la consigne préliminaire munis avec la machine.

En outre, et après qu'on a estimé le temps d'intervention préventif de chaque tâche, et si nous suivons le tableau des actions (voir tableau ci-dessus), Donc nous aurons une optimisation des couts et du temps.

## Chapitre IV : Application de la maintenance sur la machine Bourreuse

### IV.3.3 Tableau des actions prioritaires

	Action	Responsable	Suivi	Fréquence	Priorité
Main d'ouvre	Formation du personnel	DRH	Responsable de la maintenance	Une fois par Ans	1
	Recrutement selon le besoin (Ingénieure, Ts qualifié dans la maintenance).	Direction Générale	Responsable de la maintenance	Selon les besoins.	2
	Sanction (l'intolérance sur la mythologie du travail).	Directeur de la maintenance	DRH pour exécution	En permanence	1
	Motivation de l'effectif (Voyages, Cadeaux et double primes).	Chef département maintenance/ sous couvert directeur	Direction des œuvres sociales	par trimestre et ou par année.	2
Milieu	L'entreposage / la manutention	Chef d'équipe	Chef d'atelier	Au besoin des travaux ( Journalier et à chaque arrivage )	2
	La poussiere ( engarre non propre).	Directeur de l'Hygien et Sécurité et Envirenement (HSE)	Responsable de la HSE		2
Methods	Logicielle de Maintenance <b>GMAO.</b>	Responsable maintenance	Structure informatique	Mise à jour de logicielle chaque 6Mois	1
	Logicielle de gestion des stocks.				
	Suivi de la méthode SCOR (supply chaine opération	Responsable maintenance	Responsable management et	-	1

## Chapitre IV : Application de la maintenance sur la machine Bourreuse

	référence).		commercial		
	Utilisation de la maintenance préventive conditionnelle.	Responsable de la section maintenance préventive	Département maintenance		1
	Diagnostic et contrôle.	Directeur maintenance	Techniciens et ingénieurs de la structure maintenance	Une fois par semaine	1
Matériau	• Hors spécifications (matériau, matière ou produit non conforme)	Directeur du Mangement	Management du qualité.		3
	• Matière, lubrifiant inapproprié	Directeur du Mangement	Responsable d'achat et approvisionnement	–	3
Machine	• Remplacement du système d'électricité.	Directeur maintenance	Responsable de la maintenance	–	1
	• Enregistrer tout les panes, intervention pris sur la Bourreuse(Historique fiable).	Directeur maintenance	Bureau de method	Après chaque intervention	1
	• Augmenter le budget	Directeur de Financement	Responsable de Financement	–	2

**Tableau IV.6 :** Les interventions par priorité.

Priorité	Intervention
1	Court terme
2	Moyen terme
3	Long terme

**Tableau IV.7 :** Les niveaux d'intervention.

### **IV.3.4. Les solutions des problèmes**

#### **a. Solution du problème de chariot de mesure**

On a constaté que le problème de chariot de mesure se manifeste d'une façon que l'on peut éviter à cause de la répétition de ces pannes, donc pour palier et éviter ces pannes qui peuvent inattendues :

- Il faut vérifier le bon fonctionnement des organes régulièrement (par exemple chaque semaines / ou mois).
- Une vérification visuelle et fonctionnelle.

#### **b. Solution du problème de Flexible**

- Resserrez les colliers ajustables après une courte période de rodage.
- Une solution alternative consiste à utiliser des colliers à tension constante qui s'ajustent automatiquement en fonction du réchauffement ou du refroidissement du système.
- Un raccord à bourrelet présente de meilleures propriétés d'étanchéité et de rétention. Avec le temps, les raccords en laiton et en fonte adhèrent aux composés classiques de caoutchouc, ce qui réduit la probabilité de fuites, à l'instar de l'utilisation d'enduits d'étanchéité et de gels épais.
- Procédez au remplacement en utilisant le flexible Gates préconisé. Gates utilise des composés qui offrent une meilleure résistance aux effets néfastes de la déformation par compression.

#### **c. Solution du problème de Vérin**

Lorsqu'une panne se manifeste, voici comment on se charge de la réparation du vérin hydraulique :

- **Démontage, rectification et remise en état des éléments**

Après une inspection externe du vérin, il faut procéder à son démontage pour vérifier chaque élément individuellement et contrôler l'état de l'intérieur du fût.

## **Chapitre IV : Application de la maintenance sur la machine Bourreuse**

Ce démontage permet de nettoyer chaque pièce (piston, cylindre, tige, rotule...) et de les observer afin d'analyser précisément là où sont les causes du problème.

### **➤ Remplacement des joints**

Cette étape est quasiment systématique, car les joints hydrauliques s'usent avec le temps et il y a des risques d'endommagement dans le cadre de l'opération de démontage. Il est d'ailleurs recommandé de procéder à un entretien régulier du vérin hydraulique pour remplacer ses joints.

### **➤ Vérification des soudures**

Parfois, ce sont les soudures qui, dégradées, produisent des fuites. En fonction de la forme du défaut et de la pièce concernée, nous essayons de réaliser un meulage de la soudure pour refaire une soudure étanche.

### **Constatation :**

Il est indispensable de démonter le vérin avant de réaliser la soudure car il y aurait de gros risques d'endommagement du vérin en cas de soudure sans démontage.

### **➤ Rodage du fut**

Si le fut du cylindre est concerné par des rayures, afin d'éviter un remplacement complet on réalisera un rodage sur une machine spécifique pour éliminer les rayures et ainsi assurer l'étanchéité de votre vérin hydraulique.

### **➤ Remontage et passage au banc de test hydraulique**

Une fois l'ensemble des interventions réalisées, nous remonterons le vérin avec une nouvelle monte de joints à l'identique et en assurant les couples de serrage des différents composants.

Après remontage et afin de garantir le bon fonctionnement du vérin, nous réalisons systématiquement un contrôle hydraulique, si l'application le nécessite.

## **Chapitre IV : Application de la maintenance sur la machine Bourreuse**

Lors de cette opération, il faut réalisée plusieurs mouvements d'entrée sortie du vérin avec des maintiens sous pression dans différentes positions. Si le service le souhaite, l'enregistrement de l'essai hydraulique peut lui être fourni.

### **d. Solution du problème de Boite de transfert**

Il n'existe aucune solution universelle, il sera indispensable de solliciter une réparation lorsque on est malade, le médecin procède à un diagnostic avant de nous prescrire un traitement. C'est exactement la même chose pour la BT de la bourreuse, ce qui explique l'inexistence d'une solution universelle, en revanche nous pouvons assurer que de nombreuses pannes peuvent être prévenues grâce à un bon entretien.

La lubrification mérite une attention particulière dans la mesure où elle joue un rôle prépondérant dans l'efficacité des différentes pièces mécaniques, Lorsque les engrenages sont mal lubrifiés, mal réglés ou encore en état d'usure plus ou moins avancé la première chose à faire sera donc :

- De remplacer régulièrement le lubrifiant. D'un point de vue purement théorique.
- Les pièces devront alors être retirées dans un ordre très précis pour éviter de les endommager mais aussi pour assurer la sécurité de l'homme.
- Pendant que l'huile boite transfert s'écoule, il faudra procéder à des vérifications rigoureuses, comme contrôler l'état des éléments qui assurent l'étanchéité de la Boite Transfert.
- Il faut aussi savoir que la périodicité de cet entretien basique dépend de la qualité et du modèle de la Bourreuse, Chaque constructeur émet ses propres recommandations, informations que l'on devrait retrouver dans le carnet d'entretien.
- En plus de devoir choisir le bon timing pour la vidange boite transfert il est primordial de choisir le lubrifiant adéquat, il ne faut pas occasionner des dégâts au lieu d'optimiser les performances de la Bourreuse.
- Il faudra assurer l'efficacité de l'opération de la vidange et la pérennité des effets de l'entretien.
- Assuré le serrage des boulons.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

En dépit du développement vertigineux de la technologie mondiale, touchant l'ensemble des domaines, le monde industriel ne pouvait rester en marge à ses mutations d'où les notions de réactivité, de coût et de qualité de travail ont de plus en plus d'importance au sein d'une entreprise économique à but lucratif.

En Algérie, et à l'instar des autres secteurs économiques et ou de services, le secteur du transport et son impact direct sur une clientèle exigeante demeure nécessaire.

A cet égard et pour revenir à notre sujet traité, nous pouvons affirmer que la filiale infra rail qui s'est vue confiée certes un rôle complémentaire, l'impliquant indirectement dans le fonctionnement permanent des trains, a son importance dans le fonctionnement du secteur du transport, et ce à travers le maintien performant et en état d'usage des voies ferrées, et ce défi ne pouvait être relevé par la société que grâce à un savoir-faire émanant d'un personnel hautement qualifié et par un système de maintenance performant ..

Aussi et à travers nos travaux, et nonobstant les difficultés rencontrées et notamment le manque d'informations statistiques sur les le matériel défaillant et les machines ayant subies antérieurement des dommages, nous avons toutefois réussi avec les moyens de bord, de faire un diagnostic complet et des propositions sérieuses, basées sur une approche technique & scientifique à travers les outils et méthodes pratiques utilisées dans le domaine de la maintenance.

En effet, et après notre description exhaustive sur la machine bourreuse, et notre analyse complète sur le matériel composant la machine, qui a abouti au constat de certaines pièces et équipements défaillants, et pour y remédier, nous nous sommes déployés à étudier la cause de ces défaillances, en donnant certaines solutions et autres propositions, augmentées par des méthodes scientifiques.

Toutefois, notre cas pratique choisi sur le fonctionnement de la machine bourreuse et son importance au sein du département maintenance d'infra rail, nous a permis de relever certaines insuffisances d'ordre organisationnel et de moyens matériels et humains telles que :

- Le manque de personnel qualifié (à recruter technicien et ingénieurs)

- Le matériel informatique obsolète (renouveler)
- Le manque d'informations techniques sur les pièces défectueuses et leurs causes, sur les différentes pannes survenues antérieurement (la création d'une banque de données est souhaitable)
- L'absence d'un plan préventif de maintenance (à titre d'exemple, le programme des arrêts préventifs hebdomadaires est effectué juste pour quelques tâches ordinaires, telles que le remplissage de lubrifiant des parties visibles de la soufflante)
- Mettre en œuvre, une. Politique du « Run to Failure » nécessaire aux grandes révisions périodiques des équipements et machines.

En outre, nous avons attiré l'attention de la structure maintenance sur la façon d'obtenir une diminution des défaillances de la maintenance préventive, en leur proposant certaines méthodes pratiques à observer et le type de politique à suivre pour les interventions préventives, tel que l'abaque de Kelly, en choisissant les actions à entreprendre par priorité d'interventions en vue d'améliorer les résultats.

Eu égard à notre courte expérience passée au sein de l'unité de maintenance de Rouiba, couronné par le modeste travail que nous avons voulu vous présenter, nous sommes convaincu que la mise en place urgente d'un plan de maintenance préventif, demeure nécessaire à plus d'un titre car son utilisation permet de prévenir et d'éviter toute déviation indésirable qui peut provoquer l'interruption totale ou partielle de la chaîne opératoire des voies ferrées, et par voie de conséquence à l'arrêt des trains.

Enfin et pour terminer nos travaux, nous avons proposé un plan de maintenance qui englobera toutes les tâches préventives essentielles, ainsi que leurs périodicités optimales, dont l'objectif est de minimiser les arrêts fortuits et de diminuer les fréquences de la maintenance préventive, et donc maximiser le rendement de la soufflante.

## **Bibliographie**

- [1] Document de la Société Infrarail «Systra\_ bourage mecanique lourd ».
- [02] Afnor<<Terminologie de maintenance >>.2001
- [03] L.BENALI «maintenance industrielle» 5eme année d'ingénieurs en génie mécanique, office des publications universitaires 09-2006
- [04] Makhloufi, Atmani « Diminution des fréquences de la maintenance préventive d'une souffleuse SBO6 (Cevital) » mémoire de Master en Maintenance Industriel, université de Bejaia, 2016/2017.
- [05] JEAN HENG << Pratique de la maintenance préventive>>. Dunod.paris, 2002.
- [06] Document de ingexpert « management-maintenance-industrielle-conseil-formation », Mai 2013.
- [07] Article de CTRA «MAINTENANCE L'abaque de NOIRET ».
- [08] Article sur la méthode ABC «<http://tpmattitude.fr/abc.html> », 1/08/2011.
- [09] Article sur la méthode Kaizen « <http://tpmattitude.fr/arbre.html> », 1/08/2011.
- [10] Article « [fr.constructionreviewonline.com](http://fr.constructionreviewonline.com) bourreuse-caractéristiques-de-la-machine-composants-et-fonctions. », 24/05/2021.
- [11] Article « train travaux », 18 juin 2021.
- [12] « [fr.scribd\\_document\\_une\\_bourreuse](http://fr.scribd.com/document/une_bourreuse) », 27/01/2018.
- [13] Modélisation et Évaluation des Stratégies de Maintenance Complexes sur des Systèmes Multi-Composants. PhD thesis, Université de Technologie de Troyes, 2009.
- [14] [https://www.memoireonline.com/07/15/9203/m\\_Mise-en-place-des-procedures-de-maintenance-en-vue-de-l-elaboration-d-un-plan-de-maintenance-des-20.html](https://www.memoireonline.com/07/15/9203/m_Mise-en-place-des-procedures-de-maintenance-en-vue-de-l-elaboration-d-un-plan-de-maintenance-des-20.html) (Plan de maintenance)
- [15] <https://www.sntf.dz/index.php> »

[16] AKLIL, TIFAOUI « Étude et élaboration d'un plan de maintenance d'une machine Banderoleuse au sein de l'unité de conditionnement des huiles (Cevital) » mémoire de Master en Electromécanique, université de Bejaia 2014/2015.

[17] « Extrait INFRARAIL PDF », 03/02/2021.