



**Université de Gafsa**  
**Institut Supérieur des Sciences Appliquées et de Technologie de GAFSA**  
**Département de Mécanique**



**Titre**

**Système de réduction de temps d'attente (waiting time)**

Présenté et soutenu par :

**Haraket Rihab**

En vue de l'obtention de

**Mastère professionnelle En Management de la maintenance industrielle**

Sous la Direction de :

**M. AJMI Inès                      ISSAT GAFSA**

**Et**

**Mr. ALIANI Ammar              YAZAKI GAFSA**

Soutenu le 07/06/2023

Devant le jury composé de :

**Président : M. SIALA Wissem**

**Rapporteur : M. MIRAOUI Imed**

**2022/2023**

# *Remerciements*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude en premier lieu à Dieu, qui m'a toujours soutenus et donné la force.*

*Je souhaite remercier mes encadrateurs, Mme AJMI Inès d'Institut Supérieur des Sciences Appliquées et de la Technologie de Gafsa, et M. ALIANI Ammar de YAZAKI, pour leurs rigueurs scientifiques, leurs disponibilités et leurs volontés de partager leurs expériences et leurs connaissances scientifiques. Leurs précieux conseils et leurs soutiens nous ont été d'une grande aide tout au long de ce projet.*

*J'adresse également mes remerciements aux membres du jury. Je suis très heureuse et fière de l'honneur que vous acceptez d'être présents dans le jury de ma mémoire de recherche. Je tiens à exprimer mon estime et ma gratitude à travers ce travail.*

*Mes remerciements s'étendent également à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, de manière directe ou indirecte, au bon déroulement de ce travail.*

# *Dédicace*

*« À mes chers parents, pour leur amour, leur soutien et leur encouragement constants tout au long de mes études, je dédie ce travail de fin d'études. Leurs sacrifices et leur dévouement ont été la source de ma motivation et de ma persévérance pour atteindre cet objectif.*

*Je voudrais également exprimer ma gratitude à mes enseignants et mentors, qui ont partagé leur expertise et leur sagesse, m'ont inspiré et guidé tout au long de ce parcours académique.*

*Enfin, je tiens à remercier mes amis et ma famille pour leur soutien, leurs encouragements et leurs prières pendant toute la durée de ce projet.*

*Ce travail de fin d'études est le fruit de nombreuses heures de travail et de dévouement, mais je n'aurais pas pu le réaliser sans leur soutien et leur amour inconditionnel. Je leur suis éternellement reconnaissant. »*

***Rihab***

## Résumé

Ce mémoire propose une solution innovante pour améliorer la maintenance industrielle en réduisant les temps d'attente et en identifiant les zones de défaillance. L'utilisation de l'AJAX Hub a été étudiée pour détecter rapidement les défaillances. Les résultats obtenus ont démontré une amélioration significative de la réactivité et de la performance de la maintenance. Cette solution offre des perspectives prometteuses pour optimiser la maintenance industrielle et minimiser les perturbations opérationnelles. Cependant, des limites et des pistes de recherche future ont également été identifiées, notamment en termes d'optimisation des indicateurs et d'analyse des défaillances avancées. En conclusion, ce mémoire souligne l'importance de réduire les temps d'attente pour améliorer la maintenance industrielle et renforcer la compétitivité des entreprises.

## Abstract

This thesis proposes an innovative solution to improve industrial maintenance by reducing waiting times and identifying failure zones. The use of AJAX Hub was studied for rapid failure detection. The results obtained demonstrated a significant improvement in responsiveness and maintenance performance. This solution offers promising prospects for optimizing industrial maintenance and minimizing operational disruptions. However, limitations and future research directions were also identified, particularly in terms of optimizing indicators and advanced failure analysis. In conclusion, this thesis highlights the importance of reducing waiting times to improve industrial maintenance and enhance competitiveness for businesses.

## تلخيص

في هذا البحث، تمت دراسة حل مبتكر لتحسين الصيانة الصناعية من خلال تقليل أوقات الانتظار وتحديد مناطق الفشل. تم دراسة استخدام AJAX Hub للكشف السريع عن الأعطال. أظهرت النتائج تحسناً ملحوظاً في استجابة وأداء الصيانة. توفر هذه الحلول آفاقاً واعدة لتحسين الصيانة الصناعية وتقليل التشويشات التشغيلية. ومع ذلك، تم تحديد بعض القيود ومجالات البحث المستقبلي، بما في ذلك تحسين مؤشرات الأداء وتطوير تحليلات الفشل المتقدمة. بشكل عام، يسلط هذا البحث الضوء على أهمية تقليل أوقات الانتظار لتحسين الصيانة الصناعية وتعزيز قدرة الشركات التنافسية.

# TABLE DES MATIERES

<b>Introduction Générale.....</b>	<b>1</b>
-----------------------------------	----------

<b>CHAPITRE I : Présentation de YAZAKI.....</b>	<b>3</b>
---	----------

I.1. Présentation de YAZAKI.....	4
I.1.1. HISTORIQUE .....	4
I.1.2. Implantation dans le monde .....	4
I.1.3. OBJECTIF.....	5
I.2. PRESENTATION DE YAZAKI GAFSA .....	5
I.1.1. Présentation .....	5
I.1.2. Organigramme générale .....	7
I.1.3. Processus de production .....	9
I.3. Cadre de projet.....	12
I.1.1. Présentation de projet .....	12
I.1.2. Contexte pédagogique .....	13
I.1.3. Cahier de charge.....	13
I.1.4. Tâches du projet .....	13
I.1.5. Conclusion.....	14

<b>CHAPITRE II : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE ....</b>	<b>15</b>
--	-----------

II.1. INTRODUCTION .....	16
II.2. DEFINITION DE LA MAINTENANCE.....	16
II.2.1. Notions sur la maintenance .....	16
II.2.2. Rôle de la maintenance .....	16
II.2.3. Organigramme de politique de maintenance.....	17
II.2.4. Niveaux de maintenance .....	21
II.3. Les phases de la maintenance .....	24
II.3.1. Choix de l'équipement.....	24
II.3.2. L'utilisation de l'équipement .....	25
II.3.3. Gestion de la maintenance.....	25
CONCLUSION .....	27

## **CHAPITRE III : ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCES .28**

III.1. INTRODUCTION .....	29
III.2. GENERALITES SUR LES INDICATEURS DE PERFORMANCE .....	29
III.2.1. Les types des indicateurs de performance.....	29
III.2.2. Les temps d'utilisation .....	32
III.3. Les méthodes d'analyse de défaillance .....	32
III.3.1. Méthode ABC (Diagramme Pareto).....	33
III.3.2. Diagramme causes / effet ou Ishikawa.....	34
III.3.3. Méthode AMDEC .....	35
III.4. Pertinence des indicateurs dans le contexte de la réduction des temps d'attente à l'aide de l'approche des causes et des effets (Ishikawa).....	37
Conclusion .....	38

## **CHAPITRE IV : ETUDE DE CAS.....39**

IV.1. Présentation de l'étude de cas .....	40
IV.2. Description du processus de maintenance chez YAZAKI.....	41
IV.3. Méthodologie de l'étude de cas.....	42
IV.3.1. Collecte des données .....	42
IV.3.2. Analyse qualitative et quantitative des données.....	43
IV.4. Analyse des défaillances et diagnostic chez YAZAKI .....	44
Analyse quantitative des défaillances : .....	44
IV.5. Analyse des temps d'attente avant l'implémentation du système .....	49
IV.6. Présentation du système de réduction des temps d'attente .....	50
IV.7. Mise en place du système chez YAZAKI .....	54
IV.8. Analyse des résultats post-implémentation .....	55

## **CONCLUSION GENERALE.....58**

## **BIBLIOGRAPHIQUE .....59**

# LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> Emplacement de Yazaki dans le monde.....	4
<b>Figure 2:</b> Aménagement de la société Yazaki Tunisia.....	6
<b>Figure 3 :</b> Organigramme de la société Yazaki Tunisie.....	7
<b>Figure 4 :</b> Processus général de production de câble automobile .....	10
<b>Figure 5 :</b> Organigramme de maintenance .....	17
<b>Figure 6 :</b> Schématisation de la maintenance corrective .....	18
<b>Figure 7 :</b> Schématisation de la maintenance préventive .....	20
<b>Figure 8 :</b> Les différents niveaux de maintenance.....	23
<b>Figure 9 :</b> Diagramme de Pareto ou courbe ABC.....	34
<b>Figure 10 :</b> diagramme d'Ishikawa.....	35
<b>Figure 11 :</b> Niveaux d'analyse AMDEC .....	36
<b>Figure 12 :</b> Analyse de temps .....	45
<b>Figure 13 :</b> Diagramme de Pareto .....	46
<b>Figure 14:</b> Mise en évidence des éléments les moins disponibles.....	49
<b>Figure 15 :</b> Histogramme temps d'attente avant l'implémentation du système.....	50
<b>Figure 16:</b> les éléments de l'appareil AJAX.....	51
<b>Figure 17 :</b> Description du système de réduction de temps.....	53
<b>Figure 18:</b> Histogramme temps d'attente après l'implémentation du système.....	57



## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1 :</b> Informations clés sur Yazaki Tunisie (Gafsa).....	6
<b>Tableau 2 :</b> Productivité YTU 2022-2023 .....	12
<b>Tableau 3 :</b> Les niveaux de maintenance.....	23
<b>Tableau 4 :</b> Tableau de pannes cumulées (application).....	46
<b>Tableau 5 :</b> Tableau N, Nt, et t (application).....	47
<b>Tableau 6:</b> tableau d'indisponibilité.....	48
<b>Tableau 7 :</b> Temps d'attente avant l'implémentation du système .....	50
<b>Tableau 8 :</b> Temps d'attente après l'implémentation du système .....	57

## **LISTE D'ABRIVIATION**

**CLEPA** : Comité de liaison européen des fabricants d'équipements et de pièces automobiles.

**Co.ltd** : Company Limited

**YTU** : YAZAKI TUNISIA

**AFNOR** : Association Française de Normalisation.

**TPM** : total productive Maintenance

**ACP** : Assurance capacité de production

**MBZ** : maintenance base zéro

**CIM** : contrats internes de maintenance

**MTBF** : Mean Time Between Failures

**MTTR** : Mean Time to Repair

**MTTRs** : Mean Time to Restore Service

**MTTF** : Mean Time to Failure

**AJAX** : Asynchronous JavaScript and XML

**KPI** : Key Performance Indicator

## Introduction Générale

La maintenance industrielle est une discipline essentielle pour assurer le bon fonctionnement des équipements et garantir la continuité des opérations dans le domaine industriel. Son objectif principal est de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié, lui permettant ainsi d'assurer un service déterminé. En effet, les pannes imprévues et les temps d'arrêt des machines peuvent entraîner des perturbations coûteuses pour les entreprises, tant sur le plan économique que sur celui de la productivité.

Dans ce contexte, la mise en place d'une maintenance efficace et proactive revêt une importance capitale. Cela implique non seulement de suivre les recommandations et les calendriers de maintenance préconisés par les fabricants d'équipements, mais aussi de développer des stratégies et des outils internes adaptés aux besoins spécifiques de chaque entreprise. Ainsi, la maintenance industrielle englobe un large éventail d'activités, telles que le remplacement des pièces endommagées, le rééquilibrage des machines, la mise à niveau des équipements, et bien d'autres encore.

Cependant, malgré l'existence de diverses approches de maintenance, il reste des défis à relever. L'un de ces défis réside dans la réduction des temps d'attente (waiting time) entre la détection d'une défaillance et son traitement effectif. Les délais prolongés pour la réparation des équipements peuvent entraîner des pertes financières considérables pour les entreprises, ainsi qu'une baisse de la satisfaction des clients et de la réputation de l'entreprise.

Dans le cadre de ce mémoire de projet de fin d'études, notre objectif est d'explorer une solution novatrice pour améliorer la réactivité et réduire les temps d'attente dans la maintenance industrielle. Notre approche repose sur l'utilisation d'un système basé sur la technologie AJAX Hub (Wireless intelligent Control Panel), qui permet l'envoi rapide et précis de messages d'alerte en cas de défaillance des équipements. Nous proposons également d'identifier les zones de défaillance afin de mieux cibler les interventions et d'optimiser les ressources de maintenance.

Afin de fournir une étude complète sur ce sujet, ce mémoire est structuré en quatre chapitres. Tout d'abord, nous présenterons l'entreprise YAZAKI, mettant en évidence son

contexte industriel spécifique et les enjeux liés à la maintenance. Ensuite, nous aborderons les notions générales de la maintenance industrielle, en décrivant les différentes approches et classifications existantes. Dans le troisième chapitre, nous examinerons les types d'indicateurs utilisés dans l'analyse des défaillances, afin d'évaluer leur pertinence dans le contexte de notre solution proposée. Enfin, dans le quatrième chapitre, nous présenterons une étude de cas illustrant la mise en œuvre de notre système de réduction des temps d'attente dans un environnement industriel réel.

Ce mémoire vise ainsi à contribuer à l'amélioration des pratiques de maintenance industrielle en proposant une approche innovante pour réduire les temps d'attente et optimiser les interventions. En développant une meilleure réactivité face aux défaillances des équipements, les entreprises pourront accroître leur efficacité opérationnelle, réduire les coûts liés aux temps d'arrêt et renforcer leur compétitivité sur le marché.

## **CHAPITRE I : Présentation de YAZAKI**

## I.1. Présentation de YAZAKI

**YAZAKI** est l'un des plus grands producteurs mondiaux de câblage automobile et un fabricant de systèmes de distribution d'énergie électrique et électronique, d'instrumentation électrique et de composants automobiles. Il est membre du CLEPA, l'association européenne des équipements automobiles.

### I.1.1. HISTORIQUE

1929 : Sadami YAZAKI a commencé à vendre des faisceaux des câbles automobiles

1941 : YAZAKI Electric Wire Industriel Co.ltd a été créé avec environ 70 employés

1949 : YAZAKI a pris la décision de se concentrer sur la production du câblage automobile

1959 : Etablissement de YAZAKI Parts Co. Ltd au Japon

1962 : L'expansion mondiale des affaires commence, de 1962 à aujourd'hui : avec création de nouveaux sites dans le monde entier

1980 : Etablissements de YAZAKI Europe Ltd au Royaume-Uni

1986 : Etablissement d'un centre de R&D à Cologne

1998 : Y-CITY est ouvert dans la préfecture de Shizuoka, centralisant les fonctions du siège social.

### I.1.2. Implantation dans le monde

Le groupe YAZAKI a atteint une présence mondiale significative avec 170 entreprises et 438 sites d'entreprises dans 39 pays. Ce groupe dispose des installations de productions aux Etats-Unis, au Mexique, Amérique de sud, en Afrique, en Australie, en Asie de sud, en Inde et en Chine ainsi que dans toute l'Europe.



**Figure 1:** Emplacement de Yazaki dans le monde

### **I.1.3. OBJECTIF**

Les objectifs principaux de groupe Yazaki sont :

- Satisfaire ces clients et ses employés.
- Avoir des produits de bonne qualité, à juste temps et moindre cout en basant sur la créativité et l'esprit d'équipe.
- Améliorer les conditions de travail.
- Assurer un milieu de travail sain.
- Améliorer la communication et la motivation.

## **I.2. PRESENTATION DE YAZAKI GAFSA**

### **I.1.1. Présentation**

Yazaki Tunisie (YTU) est affiliée à la branche européenne de Yazaki Europe Limited (YEL) et représente l'un des sites spécialisés dans la division EDS (Electrical Distribution Systems) dédiée à la production de faisceaux électriques pour l'industrie automobile. S'étendant sur une superficie de 50 000 mètres carrés, ce site a été compétitivement développé à Gafsa (PCG), dans la zone industrielle d'Aguila 2.

Actuellement, YTU est consolidée par trois unités commerciales générant des parts de chiffre d'affaires distinctes : PSA Peugeot Citroën, Daimler Trucks et récemment Daimler Automobiles. Chaque segment dispose de sa propre unité de production, composée d'une zone de découpe PI, d'une zone de pré-assemblage P2 et d'une zone d'assemblage P3. De plus, le site est doté d'une unité centrale de gestion (open space). La société compte plus de 1 700 employés et a réalisé un chiffre d'affaires de 72,7 milliards de dinars tunisiens en 2015.

<b>Raison Social</b>	<b>Yazaki Tunisie</b>
<b>Forme Juridique</b>	Société à responsabilité limitée(SARL)
<b>Directeur Général</b>	Maher Bousrih
<b>Adresse de l'usine</b>	Zone Industriel AL Aguila 2_2100 Gafsa
<b>Activité</b>	Fabrication des composants pour l'industrie automobile
<b>Produit</b>	Faisceaux de câble électriques
<b>Date d'entrée en production</b>	2012
<b>Effectif Total</b>	1700
<b>Régime de travail</b>	3 poste/jour (3x8 h)
<b>Certification</b>	ISO TS 16949 /ISO 14001 / OHSAS 1800

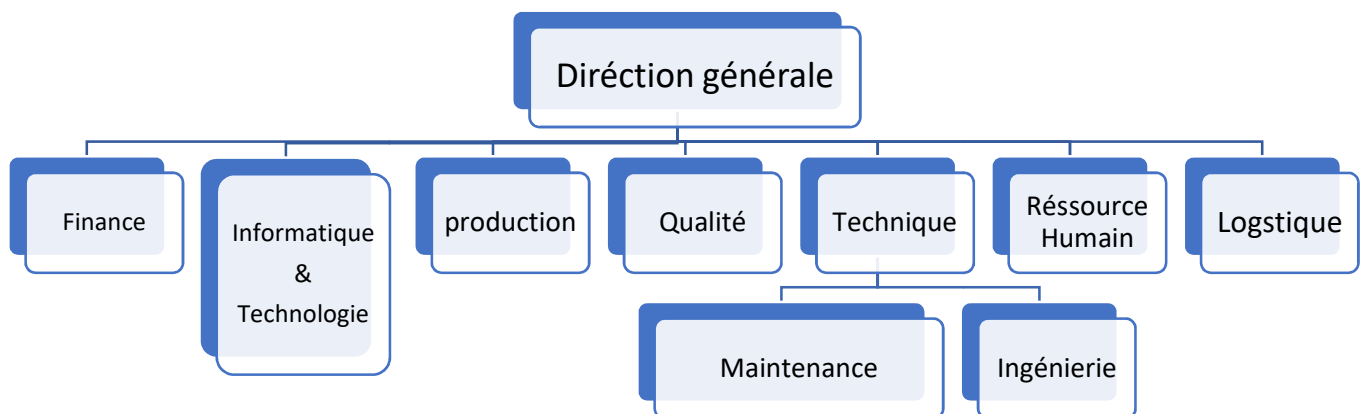
**Tableau 1 : Informations clés sur Yazaki Tunisie (Gafsa)**



**Figure 2: Aménagement de la société Yazaki Tunisia**



### I.1.2. Organigramme générale



**Figure 3 :** Organigramme de la société Yazaki Tunisie

Différents départements de YAZAKI :

Afin de pouvoir faire circuler les informations (tels les ordres, les décisions, les conseils) d'une façon cohérente au sein de l'entreprise japonaise, on trouve des départements ayant chacun son propre rôle.

- ❖ **Département financier :** Son rôle est d'assurer les fonctions financières et comptables de l'entreprise, d'élaborer et de mettre en place des pratiques, des procédures financières et des contrôles de gestion qui affectent la santé financière de l'entreprise, tout en veillant à la préservation des actifs financiers de l'entreprise.
- ❖ **Département des technologies de l'information :** C'est le bras facilitateur de l'entreprise car il est responsable du traitement de l'information pour la mettre à la disposition des membres de l'organisation.
- ❖ **Département de production :** Ce département a pour mission d'exécuter le plan de production en s'assurant de la bonne qualité du produit et en respectant les délais fixés.
- ❖ **Département Qualité :** La Cellule Qualité accompagne la préparation de l'entreprise à la certification. Il est le garant de la politique et du système qualité de l'entreprise pour répondre aux exigences des clients en mettant en place un système de qualification fiable pour atteindre le niveau de qualité des réalisations et des produits.

❖ **Département technique :**

- **Service maintenance :** Ce département regroupe des actions telles que le dépannage et la réparation, le réglage, la révision, le contrôle et la vérification des équipements. Son travail consiste à suivre le processus de production du début à la fin, en s'assurant que la production ne s'arrête pas ou que les conditions ne la ralentissent pas.
- **Service d'ingénierie :** Son rôle est d'aligner le processus de fabrication sur les règles fixées par les services ingénierie et qualité du groupe. Il est responsable de la définition et de la mise en œuvre des processus d'assemblage et d'assemblage ainsi que du suivi des cadences de production.

❖ **Département des Ressources Humaines :** Une disponibilité suffisante et permanente du personnel assure une gestion individuelle et collective efficace du personnel par la formation. Sur le plan social, il agit également comme facilitateur et compagnon pour atteindre les objectifs souhaités de l'équipe en termes de ressources humaines.

❖ **Département logistique :** Ce département est chargé de gérer les flux physiques de l'entreprise dans le temps et dans l'espace. Le but de cette fonction est de fournir la quantité de produit souhaitée au bon endroit et au bon moment au moindre coût. C'est-à-dire un plan de production qui répond à la demande des clients, en tenant compte des contraintes actuelles.

Les clients de YAZAKI Gafsa

Vu son bon rapport de Qualité/ Prix, YAZAKI fait partie des leaders dans le domaine du câblage automobile. Parmi ses clients, on trouve des sociétés de bonne réputation, telles que : RENAULT, JAGUAR, PEUGEOT, DAIMLER AG, OPEL, MFA2 etc...



### **I.1.3. Processus de production**

Le site produit des faisceaux électriques pour automobile à partir des câbles électriques, de boîtiers et de connexions. Les matières premières (câble, boîtiers, connexions et habillage).

#### **a) Présentation du câblage**

Le câblage d'un véhicule est un faisceau composé des fils électriques des agrafes, des boîtiers, des bagues, des joints, des cosses, et des rubans adhésifs. Il permet l'alimentation des composantes des véhicules en énergie électrique. Il assure, aussi, la circulation des informations entre les différents composants, pour avoir une bonne fonctionnalité électrique et électronique dans les véhicules.

Un câblage complet d'une voiture est assez compliqué. Pour cette raison, il est d'usage de le diviser en sous-ensembles interconnectés, par des fiches spéciales, afin de rendre le montage et la maintenance plus faciles. Sur demande de ses clients, YAZAKI produit des sous-ensembles de câblage, tels que :

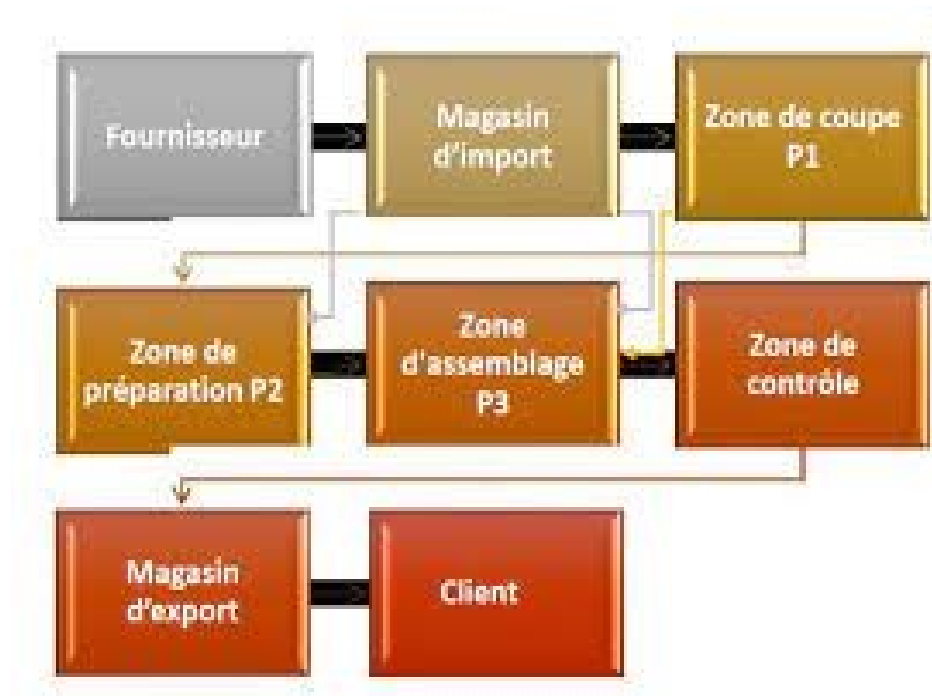
- Câblage principal (Main)
- Câblage moteur (Engin)
- Câblage sol (body)
- Câblage porte (door)
- Câblage toit (roof)
- Câblage planche de bord (Instrumental panel)

#### **b) Les composants d'un câble**

- ✓ Circuit (fil conducteur) : conduit le courant électrique.
- ✓ Terminaux : sont les pièces responsables d'assurer la connexe continuité d'énergie.
- ✓ Connecteurs : Ce sont des pièces là où les terminaux seront insérés, ils permettent d'établir un circuit électrique, un accouplement mécanique séparable, et d'isoler électriquement les parties conductrices.
- ✓ Accessoires : protection et isolation des faisceaux (ruban, tube d'isolement).
- ✓ Fusibles : protéger le faisceau de la surcharge du courant qui pourrait l'endommager.

- ✓ Clips (agrafe) : ce sont les éléments qui permettent de fixer le faisceau carrosserie de l'automobile.

### c) Processus du travail



**Figure 4 :** Processus général de production de câble automobile

Le câble passe par un processus bien défini : Le matériel est d'abord reçu Le premier est la contribution du fournisseur (importation). La réception des matières premières est fabriquée dans un magasin de qualité contrôlé et vérifié Boîte reçue. Le faisceau passe ensuite par les étapes suivantes :

#### La coupe : zone P1

- ❖ Coupe : Il s'agit de l'opération consistant à couper le fil à la longueur spécifiée dans l'itinéraire.
- ❖ Dénudage : Il s'agit de l'opération qui vise à enlever l'isolant du câble afin de libérer le câble conducteur.
- ❖ Sertissage : Il s'agit de l'action de raccorder un câble à un connecteur, dans le but de garantir des connexions électriques sécurisées. En effet, le câble est composé de :
  - Fil torsadé : la partie métallique en cuivre qui assure la conductivité électrique.
  - Isolation : Une gaine isolée en PVC est utilisée pour protéger les fils toronnés. La connexion est un élément essentiel qui assure la liaison

électrique entre les fils et l'organe qui nécessite la tension requise pour son fonctionnement. Pour la fabrication, deux types de machines sont utilisés :

↳ KOMAX

↳ SCHLEUNIGER

Les fils produits dans cette zone sont de deux types :

- Fil simple fini : avec deux terminaux sur les deux extrémités du fil
- Fil simple non fini : avec un seul terminal dans l'une des extrémités du fil

Par la suite, ces fils sont assemblés sous forme de « bundle » et sont stockés dans des pagodes pour subir les autres opérations à venir

### **Zone de Préparation P2**

Certaines planches sont utilisées directement de la zone de coupe à la zone d'assemblage, tandis que d'autres doivent passer par la zone de pré-assemblage (c'est-à-dire l'étape intermédiaire de coupe et d'assemblage). Cette étape comprend les opérations suivantes:

#### **➤ Le sertissage manuel :**

Pour les terminaux présentant des difficultés à être sertis automatiquement, il est nécessaire d'effectuer cette opération à l'aide d'une presse manuelle afin d'assurer la connexion électrique en assemblant le câble avec le terminal.

#### **➤ Le torsadage (enroulement), (twisting) :**

Le torsadage des fils est réalisé dans le but d'éviter les effets indésirables du champ électromagnétique.

#### **➤ Le welding (l'épissure) :**

Il s'agit de l'opération de soudage de deux ou plusieurs fils pour former un nœud. Le principe consiste à positionner les extrémités à souder dans un siège d'enclume qui fournit l'énergie nécessaire au soudage (température et pression), puis à assurer l'isolation à l'aide d'un joint.

### **Zone Assemblage P3**

#### **• Le montage**

Le montage des faisceaux peut être réalisé de deux façons : soit sur une carte fixe, soit sur une ligne d'assemblage dynamique (LAD). Dans ce dernier cas, les chemins des fils et la disposition des différents composants sont préétablis et suivis lors de l'assemblage.

À ce stade, les opérations suivantes sont effectuées :

↳ Insertion : encliquetage des fils dans les boîtiers (insertion des terminaux dans les connecteurs)

↳ Enrubannage

- ↳ Test d'étanchéité
- ↳ Clip checker : utilisé pour les câbles de grandes dimensions pour vérifier la présence des clips dans leurs emplacements
- ↳ Test électrique : ce type de vérification consiste à contrôler la conductivité et la continuité électrique
- ↳ Contrôle final (2ème visuel) : C'est un contrôle visuel à 100 % qui consiste à contrôler la qualité, la forme et les dimensions du faisceau avant son conditionnement.
- ↳ Conditionnement : Cette étape consiste à positionner le faisceau dans un contenant normalisé qui a pour objectif de le protéger et de faciliter sa manipulation.

### I.3. Cadre de projet

Face à une augmentation croissante des exigences et de la demande du marché, les sociétés de câblage se trouvent dans l'obligation de présenter leurs meilleurs produits afin de satisfaire les clients et de maintenir leur compétitivité sur le marché. Dans cette optique, YAZAKI TUNISIA s'engage constamment à lancer des projets d'amélioration continue visant à optimiser leurs processus de production et à améliorer leur productivité. Le tableau 2 résume les activités de la semaine 14 de l'année 2022, mettant en évidence une différence significative entre les objectifs fixés et la production réellement réalisée.

Productivité YTU 2022 Vs 2023

Année	2022	2023
Target	6377155	2313022
Relaisser	6377140	2313022

**Tableau 2 : Productivité YTU 2022-2023**

Dans ce contexte, le projet que nous a été confié par l'équipe de maintenance nous mène à étudier et analyser tous les problèmes concernant les indicateurs de performance au sein du processus d'avertissement en cas de panne et de blocage ce qui permet au chef de service d'être informé et de réagir en cas de besoin.

#### I.1.1. Présentation de projet

L'entreprise de YAZAKI est étendue et inclut divers services. Ce grand espace et cette variété tout panne doit être signalée immédiatement et réparée immédiatement dans le but d'améliorer le travail et d'assurer sa flexibilité

Dans le cadre de mon projet je suis concernée par un système d'avertissement automatique et informatiser

Mon projet est basée sur l'amélioration de bouton poussoir de réduction de temps afin d'identifier les pannes et de les réparée de sorte que le travail sera plus pertinent et efficace et que le client soit satisfait.

### **I.1.2. Contexte pédagogique**

Ce projet de fin d'études est assuré dans le cadre d'une coopération entre l'Institut Supérieur Science Applique et de Technologie « ISSAT » (Département de Génie Mécanique) et la société YAZAKI au sein du département maintenance situé à L'aguilla Gafsa.

### **I.1.3. Cahier de charge**

Le cahier des charges vise à étudier l'application du système AJAX Hub dans l'entreprise Yazaki pour réduire les temps d'attente et améliorer la maintenance industrielle. L'accent est mis sur l'intégration d'un bouton poussoir permettant aux opérateurs de signaler rapidement les défaillances. Le système permet la détection et la transmission rapides des informations sur les défaillances, en identifiant les zones spécifiques touchées. L'objectif est d'optimiser les interventions de maintenance, réduire les temps d'attente et améliorer l'efficacité opérationnelle de Yazaki. Le cahier des charges comprend une présentation de Yazaki, les principes généraux de la maintenance industrielle, une analyse des indicateurs et des défaillances, ainsi qu'une étude de cas détaillée de la mise en œuvre du système avec le bouton poussoir chez Yazaki. Les recommandations pratiques et les perspectives futures seront fournies pour l'application de cette technologie dans d'autres entreprises industrielles, dans le but de réduire les coûts et d'accroître la compétitivité.

### **I.1.4. Tâches du projet**

Le projet comprend les tâches suivantes :

- Analyse des besoins spécifiques de Yazaki en termes de réduction des temps d'attente et d'amélioration de la maintenance industrielle.
- Étude approfondie du système AJAX Hub et de son intégration chez Yazaki.
- Conception et développement d'un bouton poussoir personnalisé pour signaler rapidement les défaillances.

- Identification des zones de défaillance prioritaires en utilisant le bouton poussoir et le système AJAX Hub.
- Mise en place du système AJAX Hub dans l'entreprise Yazaki avec une attention particulière à la fiabilité et à la sécurité.
- Collecte et analyse des données pour évaluer l'efficacité de la réduction des temps d'attente et de l'amélioration de la maintenance.
- Ajustements et optimisations du système en fonction des résultats et des retours d'expérience.

### **I.1.5. Conclusion**

Le premier chapitre vise à introduire la société YAZAKI, afin d'offrir au lecteur une vision claire de l'entité d'accueil. Nous avons donc présenté de manière générale sa structure organisationnelle, puis nous avons défini le contexte global de notre projet en élaborant le planning d'exécution du projet.



## **CHAPITRE II : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE**

## **II.1. INTRODUCTION**

La fonction de maintenance vise à garantir la disponibilité optimale des installations de production et de leurs annexes tout en minimisant le temps d'arrêt économique. Pendant longtemps considérée comme une fonction secondaire entraînant inévitablement des pertes financières, la fonction de maintenance est généralement associée à la réparation et au dépannage d'équipements soumis à une utilisation et un vieillissement. Cependant, la véritable portée de la fonction de maintenance va bien au-delà : elle doit être une recherche constante de compromis entre les aspects techniques et économiques. Il reste donc beaucoup à faire pour que sa fonction productive soit pleinement comprise. Pour gérer les activités de maintenance, une organisation, une planification et des mesures méthodiques sont nécessaires.

## **II.2. DEFINITION DE LA MAINTENANCE**

### **II.2.1. Notions sur la maintenance**

Selon la norme française NF l'AFNOR X 60-010. [1], la maintenance peut être définie comme :

"L'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans l'état dans lequel il peut accomplir la fonction requise" .

### **II.2.2. Rôle de la maintenance**

La maîtrise de la disponibilité opérationnelle des équipements est essentielle pour qu'ils puissent être utilisés par la production de manière efficace. Pour atteindre cet objectif, la maintenance vise à maximiser les avantages cumulés pendant la durée de vie des équipements grâce à :

- ✓ La réduction des coûts de maintenance
- ✓ L'augmentation de la durée de vie rentable des équipements
- ✓ La diminution des risques d'accidents et des impacts sur la sécurité des travailleurs et de l'environnement

#### **II.2.1. Objectifs de la maintenance**

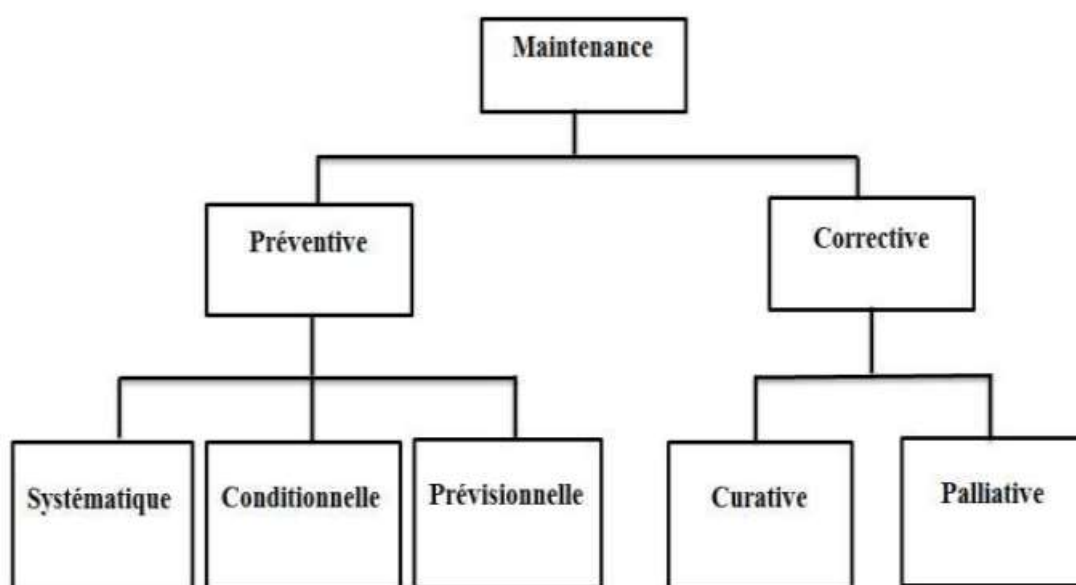
« Les zéro pannes c'est l'objectif principal de la maintenance ». Les équipes de maintenance ont pour but de maintenir les installations de production en parfait état afin d'assurer une performance maximale et de minimiser les coûts. La réalisation d'une performance optimale implique la prévention des pannes, le respect des cadences de production et l'amélioration

constante de la qualité des produits. Le maintien des installations ne se résume plus à subir les pannes, mais à maîtriser les défaillances grâce à l'optimisation de la politique de maintenance, à une bonne prévention, à des réparations rapides et efficaces, et enfin à l'amélioration du matériel

- ❖ Sur le plan technique :
  - ↳ Augmenter la durée de vie des équipements
  - ↳ améliorer leur disponibilité et leurs performances.
- ❖ Sur le plan économique :
  - ↳ améliorer les prix de revient en réduisant les coûts de défaillance.
  - ↳ réduire le coût global de possession de chaque équipement, en particulier les équipements critiques ou sensibles.
- ❖ Sur le plan social :
  - ↳ réduire le nombre d'événements fortuits, ce qui réduit le risque d'accidents.
  - ↳ revaloriser la qualité du travail.

### II.2.3. Organigramme de politique de maintenance

Il existe deux principales formes de maintenance, à savoir, la maintenance corrective (effectuée après la panne) et la maintenance préventive (effectuée avant la panne). La figure 5 donne un aperçu général des formes de maintenance



**Figure 5 :** Organigramme de maintenance

### a) La maintenance corrective

La maintenance corrective vise à rétablir le bien considéré dans l'état d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement et/ou partiellement. Elle comprend en particulier :

- ⇒ le diagnostic de la défaillance (détection, localisation, analyse) ;
- ⇒ L'action corrective ou palliative immédiate (fonction requise totale ou marche dégradée) ;
- ⇒ l'action corrective différée avec ou sans amélioration ;
- ⇒ un essai de fonctionnement.

La maintenance corrective est susceptible de générer des coûts plus élevés que d'autres types de maintenance, en raison de la nécessité de mobiliser des moyens exceptionnels pour intervenir sur une défaillance critique. De plus, l'interruption inopinée d'un service ou d'une production peut engendrer des répercussions fâcheuses pour l'entreprise. Bien qu'elle soit imprévisible, cette maintenance peut être retardée en se fondant sur des principes de maintenance. Elle peut également être réalisée en mode urgent afin de prévenir des conséquences inacceptables. D'une manière générale, ce type de maintenance est recommandé pour les équipements peu onéreux et non cruciaux pour la production, dont la panne n'aurait qu'un impact faible sur la sécurité. En somme, la règle de base est la suivante : réparer une machine défectueuse et ne pas toucher à une machine qui fonctionne correctement

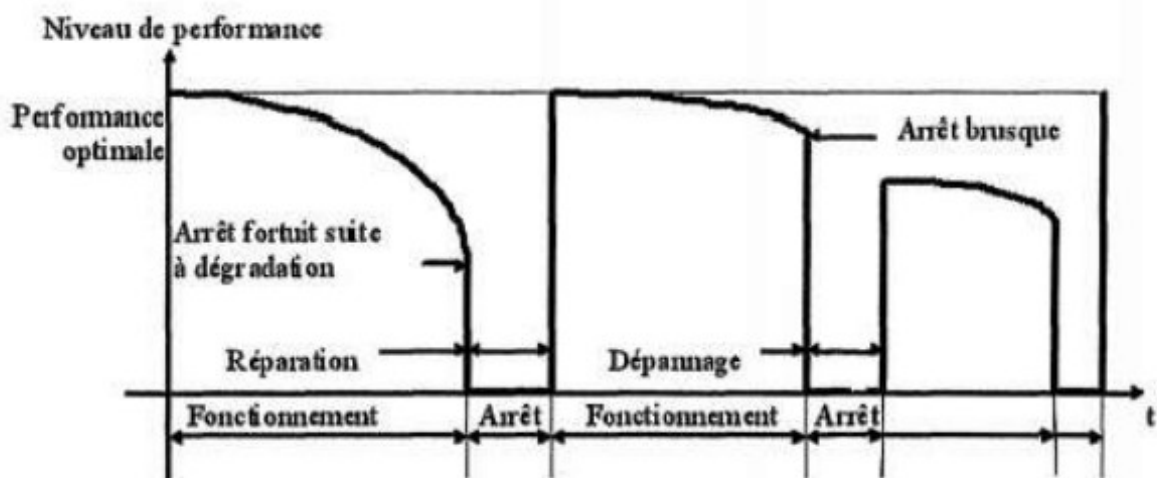


Figure 6 : Schématisation de la maintenance corrective

Il existe principalement deux types de maintenance corrective :

- **Maintenance curative**

Il s'agit de toute intervention de maintenance corrective visant à rétablir un élément soumis à des conditions spécifiques afin de lui permettre de remplir une fonction souhaitée. Les résultats des actions entreprises doivent être durables. Des modifications et des améliorations peuvent être apportées pour prévenir ou limiter la récurrence de la défaillance.

- **Maintenance palliative**

Cela englobe tous les éléments conçus pour permettre une exécution temporaire, en tout ou en partie, d'une fonction souhaitée. Cette forme de maintenance vise à remettre le système en état de fonctionnement, de manière provisoire, afin qu'il puisse remplir partiellement la fonction requise. Cependant, cela nécessitera toujours une intervention ultérieure.

Il convient de noter qu'il existe également une forme de maintenance corrective appelée "Acceptée". Celle-ci implique une recherche constante du meilleur équilibre entre l'utilisation et le coût, et peut conduire à accepter une défaillance de l'équipement avant de prendre des mesures de réparation.

## **b) La maintenance préventive**

La maintenance préventive implique la réalisation de contrôles et de réparations selon des critères spécifiques ou des intervalles préétablis dans le but de minimiser les risques de panne ou de baisse de performance des équipements. Elle vise à réduire les coûts associés aux réparations et aux immobilisations en préconisant un entretien régulier et préventif. L'objectif est d'éviter les pannes des équipements en service, et les gains réalisés grâce à l'évitement de ces pannes doivent être mesurés par une analyse des coûts. En somme, la maintenance préventive permet de préserver la fiabilité des équipements, d'optimiser leur durée de vie et de maximiser leur rendement en minimisant les coûts associés à leur maintenance.

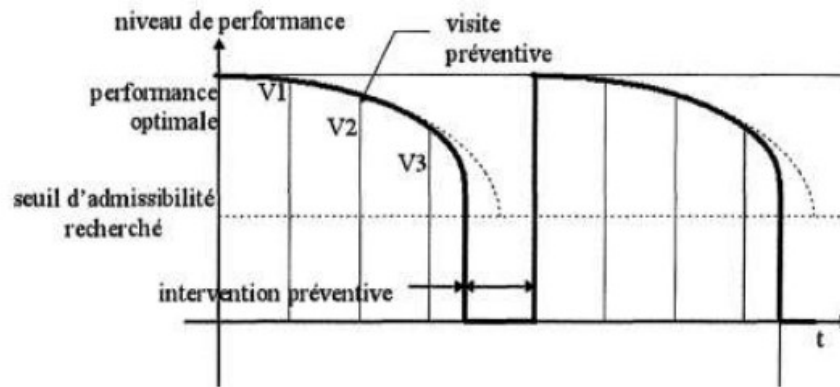


Figure 7 : Schématisation de la maintenance préventive

Il existe différents types de maintenance préventive :

- **La maintenance préventive systématique**

Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien.

Cas d'application:

- ⇒ Equipements soumis à une législation en vigueur (sécurité réglementaire) ;
- ⇒ Equipements dont la panne risque de provoquer des accidents graves;
- ⇒ Equipement ayant un coût de défaillance élevé,
- ⇒ Equipements dont les dépenses de fonctionnement deviennent anormalement élevés au cours de leur temps de service.

Conclusion

C'est une maintenance facile à gérer car les périodes d'interventions sont fixes. Elle permet :

- ◇ d'éviter les détériorations importantes.
- ◇ de diminuer les risques d'avaries imprévues

Inconvénient: elle ne prend pas en compte les phénomènes d'usure.

- **La maintenance préventive conditionnelle**

Il s'agit d'une maintenance préventive basée sur la surveillance Le fonctionnement de l'actif et/ou les paramètres importants de cette opération Intégrez les actions résultantes.

En effet, la maintenance préventive conditionnelle « repose sur Critères prédéterminés d'état dégradé significatif combler les lacunes en matière de maintenance préventive Systémique, car il identifie quel organe malade doit être traité Dates de remplacement et d'intervention. Il est basé sur l'observation et l'analyse temps réel.

- **La maintenance préventive prévisionnelle**

C'est la maintenance préventive conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien. C'est la forme la plus complexe de maintenance. Elle est aussi appelée « maintenance prédictive ».

#### **II.2.4. Niveaux de maintenance**

Pour mettre en place un système de maintenance efficace, il est essentiel de définir les niveaux de maintenance au sein de l'entreprise. La maintenance et l'exploitation d'une installation impliquent de nombreuses opérations, parfois répétitives, parfois occasionnelles. Le classement de ces opérations permet leur organisation hiérarchique de plusieurs manières, soit en fonction de critères, soit en fonction de niveaux de spécialisation. Cela permet de définir qui peut faire quoi en termes de maintenance pour chacun des niveaux.

Selon la norme NF X60-010, il existe cinq niveaux de maintenance qui classent les opérations à réaliser selon leur complexité :

##### **1<sup>er</sup> Niveau**

Il s'agit d'actions simples essentielles à l'exploitation du matériel, effectuées sur des éléments facilement accessibles et en toute sécurité à l'aide d'équipements de soutien intégrés. Ce type d'opération peut être réalisé par l'utilisateur lui-même.

Exemples: surveillance d'état, graissages journaliers, manœuvre manuelle d'organes.

##### **2<sup>ème</sup> Niveau**

Actions qui nécessitent des procédures simples et/ou des équipements de soutien simple. Ce type d'actions de maintenance est effectué par un personnel qualifié avec les procédures détaillées et les équipements de soutien définis dans les instructions de maintenance. Exemples: réglages simples (alignement de poulies, alignement pompe moteur, etc.), remplacement par échange standard de pièces (fusibles, courroies, filtres à air, etc.)

### **3<sup>ème</sup> Niveau**

Opérations qui nécessitent des procédures complexes et/ou des équipements de soutien portatifs. Ce type d'opération de maintenance peut être effectué par un technicien qualifié, à l'aide de procédures détaillées.

Exemples: visite de maintenance préventive sur les équipements complexes; contrôle d'allumage et de combustion (chaudières), réparation d'une fuite de fluide frigorigène (groupe de froid) ;

### **4<sup>ème</sup> Niveau**

Opérations dont les procédures impliquent la maîtrise d'une technique ou technologie particulière et/ou la mise en œuvre d'équipements de soutien spécialisés. Ce type d'opération de maintenance est effectué par un technicien ou une équipe spécialisée à l'aide de toutes instructions de maintenance générales ou particulières.

Exemples: révisions partielles ou générales ne nécessitant pas le démontage complet de la machine; analyse vibratoire; analyse des lubrifiants; thermographie infrarouge, remplacement de clapets de compresseur; réparation d'une pompe sur site.

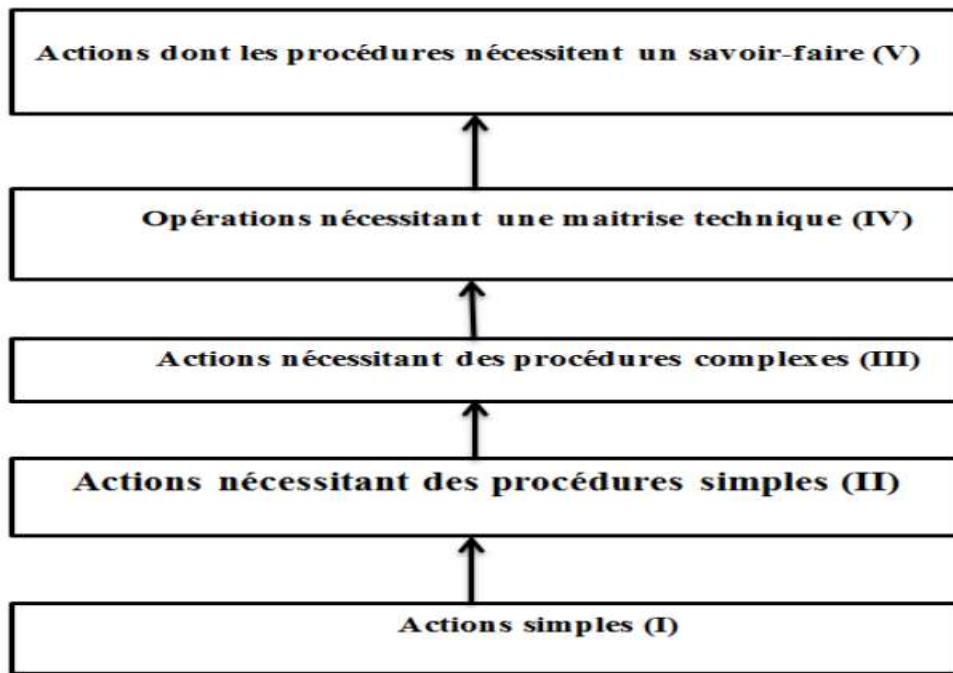
### **5<sup>ème</sup> Niveau**

Opérations dont les procédures impliquent un savoir-faire, faisant appel à des techniques ou technologies particulières, des processus et/ou des équipements de soutien industriels. Par définition, ce type d'opérations de maintenance (rénovation, reconstruction, etc.) est effectué par le constructeur.

Exemples : révisions générales avec le démontage complet de la machine; révision et mis au point d'un vis compresseur d'air

La figure 2.4 donne un aperçu général sur les niveaux de maintenance.





**Figure 8 :** Les différents niveaux de maintenance

Les niveaux de maintenance dépendent de la complexité des tâches à réaliser ainsi que des ressources humaines et matérielles requises pour chaque tâche. Ces spécifications sont présentées en détail dans le tableau 2.1.

Niveaux	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 local de maintenance.	Outillage prévu plus appareils de mesure, banc d'essai, de contrôle, etc.
IV	Equipe encadrée par un technicien spécialisée, en atelier central.	Outillage général plus spécialisé, matériel d'essai, de contrôle, etc.
V	Equipe complète, polyvalente en atelier central.	Moyens proches de la fabrication par le constructeur.

**Tableau 3 :** Les niveaux de maintenance

## **II.3. Les phases de la maintenance**

La maintenance est subdivisée en trois phases principales, à savoir la sélection méticuleuse de l'équipement, son exploitation avisée et la gestion efficace de la maintenance, chacune de ces phases étant d'une importance capitale en vue d'assurer une maintenance efficiente et préventive.

### **II.3.1. Choix de l'équipement**

La maintenance ou sa planification prend naissance avec la sélection de l'équipement, sa conception ou son acquisition. En effet, une décision malencontreuse à cette étape peut se traduire par une maintenance ardue, fréquente et onéreuse. Les facteurs clés à considérer lors de l'acquisition d'un équipement sont notamment la maintenabilité, la standardisation et la fiabilité.

#### **a. La maintenabilité**

La maintenabilité se traduit par la diminution des nécessités de maintenance. La praticité d'accès aux organes et aux pièces durant l'entretien de l'équipement simplifie la détection prompte d'une altération et son rectification. Les éléments d'accès limité tels que les coussinets ou joints sont lubrifiés à perpétuité et scellés. De même, l'utilisation de lubrifiants spécifiques permet d'étendre les services périodiques tels que la lubrification d'un équipement ou de ses composants. Certains englobent dans la maintenabilité la publication de manuels limpides et exhaustifs d'instructions pour la maintenance et le dépannage ainsi que la formation des professionnels de maintenance du client par le fabricant.

#### **b. La standardisation**

Grâce à cette approche, il devient envisageable de se procurer des pièces de rechange standard sur le marché. En cas de qualité équivalente, l'achat d'équipements standard ou provenant du même fabricant est privilégié. La standardisation facilite l'entretien et permet de maintenir un stock restreint de pièces de rechange.

#### **c. La fiabilité**

La fiabilité d'un équipement ou d'un système se réfère à sa capacité à fonctionner sans défaillance pendant une période déterminée et dans des conditions d'utilisation spécifiques. Cela facilite et réduit l'entretien nécessaire. En effet, la réparation d'un composant défectueux peut être différée et effectuée lors d'un arrêt régulier de l'équipement.

### **II.3.2. L'utilisation de l'équipement**

La maintenance d'un équipement est affectée par une utilisation inappropriée, une sur utilisation ou une sous-utilisation.

Lorsqu'un équipement est utilisé à des fins différentes de celles pour lesquelles il a été conçu, ou dans des conditions plus exigeantes, il aura tendance à tomber en panne plus fréquemment, ce qui nécessitera des coûts d'entretien plus élevés.

Dans le cas d'un ensemble d'équipements tels que des motopompes, des sur presseurs, des coupleurs hydrauliques, etc., dans une entreprise comme une cimenterie qui fonctionne en continu, il est important de planifier leur utilisation. Sinon, certains équipements seront plus fréquemment sollicités que d'autres. Une sur utilisation ou une sous-utilisation de l'équipement affecte l'efficacité de la maintenance, pouvant entraîner un sous-entretien d'une unité et un sur-entretien d'une autre.

### **II.3.3. Gestion de la maintenance**

La sélection de l'équipement et les modalités de son utilisation ont pour effet de réduire, voire éliminé, les travaux d'entretien. L'objectif de la gestion de la maintenance consiste à optimiser les activités liées à celle-ci afin de garantir une production ponctuelle, de qualité et en quantité optimale, tout en maîtrisant les coûts.

La gestion de la maintenance peut être décomposée en trois niveaux distincts : le niveau politique, le niveau stratégique et le niveau tactique.

#### **a. La politique de maintenance**

La politique de maintenance définit les paramètres généraux d'action et est influencée par les choix stratégiques de l'entreprise, qui sont guidés par des contraintes économiques de rentabilité et des orientations spécifiques de sa politique. On distingue principalement quatre approches de politique de maintenance :

##### **i. TPM :**

Dans la TPM, tous les employés de l'entreprise sont considérés comme des acteurs de la maintenance, dans l'objectif ambitieux d'atteindre un état de « zéro panne ». Cette méthode vise à améliorer la productivité globale de l'ensemble de l'outil de production en impliquant tous les membres du personnel de l'entreprise dans la fonction maintenance.

**ii. ACP :**

L'objectif de cette politique est d'accroître et de garantir la disponibilité et les performances maximales des équipements. Elle convient particulièrement aux petites unités de production, où un service de maintenance composé d'environ une vingtaine de personnes est en place.

**iii. MBZ**

Il est observé que le personnel travaillant au siège social d'une société est souvent davantage préoccupé par le fonctionnement du siège lui-même que par les activités de l'entreprise. Il est donc important de considérer les tâches effectuées au siège en termes d'utilité, et il pourrait être bénéfique de déplacer le siège vers l'unité de production. En ce qui concerne la maintenance, l'objectif est de réaliser les interventions et les services au meilleur rapport qualité-prix, surtout dans le cas d'une entreprise où le service de maintenance revêt une grande importance.

**iv. CIM :**

Promouvoir l'échange et les méthodes d'implémentation des réformes au cas par cas, en tenant compte des difficultés rencontrées. Ces diverses démarches se complètent mutuellement. Une politique efficace se construit en trouvant un compromis entre ces approches.

**b. La stratégie de maintenance**

Elle englobe les méthodes de fonctionnement du service ainsi que les ressources (humaines, matérielles, de gestion) requises pour atteindre les objectifs fixés, en se basant sur des critères économiques et/ou techniques. Ces choix portent sur :

- ❖ La détermination des objectifs
- ❖ Les différentes modalités d'intervention sur les équipements (préventive, curative, mixte ou sous-traitée).
- ❖ Les éléments utilisés pour définir ces modalités (intervalles d'inspection, durée de révision, équipements nécessaires)
- ❖ Les ressources (personnelles et matérielles) à allouer.
- ❖ Les techniques de gestion associées.

L'élaboration d'une stratégie de maintenance suit un processus de raffinements successifs. Des décisions sont prises, impliquant un grand nombre de paramètres liés à la documentation des situations, à l'établissement des méthodes et à la mise en place des structures.

### **c. La tactique de maintenance**

Le niveau tactique est l'endroit où la stratégie choisie est mise en œuvre. Trois tâches principales émergent à ce niveau :

- L'incorporation des travaux consiste à fusionner, dans un planning commun, les interventions préventives planifiées selon un calendrier établi au niveau stratégique, ainsi que les demandes en temps réel émises par la production pour des interventions curatives.
- L'exécution proprement dite des travaux planifiés selon les méthodes déterminées par la stratégie.
- La collecte des données engendrées par le système et les interventions auxquelles il a été soumis.

## **CONCLUSION**

Le rôle de plus en plus important de la maintenance dans les différentes industries amène les techniciens à intervenir sur une variété croissante d'équipements, nécessitant des connaissances approfondies dans toutes les technologies. Par conséquent, le service de maintenance est confronté à la gestion d'un flux considérable d'informations liées aux diverses activités d'entretien, en particulier dans le cas d'une cimenterie qui constitue un point de convergence d'équipements tels que :

- ↳ Types différents (hydraulique, pneumatique, électrique etc.),
- ↳ Technologies et provenances diverses (différentes marques)
- ↳ Nature diverse (neufs ou usagés)
- ↳ Conditions de travail différentes

Une organisation efficace des travaux de maintenance et une base de données informatisée des équipements (incluant les caractéristiques, les pièces d'usure, les pièces de rechange, les stocks disponibles, l'historique des interventions effectuées sur l'équipement, la durée des révisions, les fiches de révision, les fiches machines, les bilans par secteur et/ou par période, etc.) permettent à la fonction de maintenance de disposer d'un tableau de bord de ses activités, favorisant ainsi une meilleure performance.

## **CHAPITRE III : ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCES**

### **III.1. INTRODUCTION**

L'existence de la défaillance se manifeste à divers degrés, allant de la défaillance partielle à la défaillance totale. Cependant, de manière simpliste, la défaillance indique qu'un système, composant ou appareil ne parvient plus à produire les résultats escomptés. Même si une machine continue à fonctionner et à produire des objets, elle est considérée comme défaillante si elle ne parvient pas à atteindre les volumes de production attendus.

Une gestion adéquate de l'échec peut grandement atténuer son impact négatif. Afin de gérer efficacement les échecs, il est crucial de surveiller un certain nombre de mesures critiques. La compréhension de ces mesures élimine toute conjecture et fournit aux responsables de la maintenance des données concrètes nécessaires pour prendre des décisions éclairées

### **III.2. GENERALITES SUR LES INDICATEURS DE PERFORMANCE**

Les indicateurs de performance de maintenance sont des mesures utilisées pour évaluer l'efficacité et l'efficience du processus de maintenance. Ils fournissent des informations précieuses sur la santé globale des équipements et leur capacité à atteindre les objectifs de production.

Ces indicateurs peuvent être classés en deux catégories principales : les indicateurs de disponibilité et les indicateurs de fiabilité. Les indicateurs de disponibilité mesurent la capacité des équipements à être disponibles pour une utilisation productive.

En somme, les indicateurs de performance de maintenance sont des outils précieux pour évaluer et améliorer l'efficacité de la maintenance et garantir une utilisation productive et rentable des équipements.

#### **III.2.1. Les types des indicateurs de performance**

Les indicateurs de disponibilité mesurent la capacité des équipements à être disponibles pour une utilisation productive. Ils comprennent notamment :

- ❖ Le taux de disponibilité : est une mesure utilisée pour évaluer la fiabilité et la disponibilité d'un système ou d'un service. Il représente la proportion de temps pendant laquelle un système est opérationnel et prêt à être utilisé par les utilisateurs. elle est généralement exprimée en pourcentage et peut être calculé en utilisant la formule suivante :

Taux de disponibilité = (Temps de fonctionnement - Temps d'indisponibilité) / Temps total

Avec :

- ↳ Le "temps de fonctionnement" correspond à la durée pendant laquelle le système est pleinement opérationnel et disponible
  - ↳ Le "temps d'indisponibilité" représente la durée pendant laquelle le système est hors service ou indisponible en raison de pannes, de maintenance planifiée, de mises à jour, etc.
  - ↳ Le "temps total" est la période totale de référence, souvent exprimée en heures.
- ❖ Le temps moyen entre les défaillances (MTBF) : mesure la durée moyenne pendant laquelle l'équipement fonctionne avant de subir une panne. La formule de la MTBF est assez simple :

$$\text{MTBF} = \text{Temps total de fonctionnement} / \text{Nombre de pannes}$$

Avec :

- ↳ Le "temps total de fonctionnement" correspond à la durée pendant laquelle le système a été en service
- ↳ le "nombre de pannes" représente le nombre de pannes survenues pendant cette période.

Il est important de noter que la MTBF est une mesure statistique et qu'elle n'indique pas la durée exacte entre les pannes. Elle fournit plutôt une estimation de la fiabilité du système en se basant sur des données passées.

- ❖ Le temps moyen de réparation (MTTR) : est une mesure utilisée pour évaluer la fiabilité d'un système et sa capacité à se remettre en service après une panne. Le MTTR représente le temps moyen nécessaire pour réparer un système ou le remettre en état de fonctionnement après une panne. La formule du MTTR est la suivante :

$$\text{MTTR} = \text{Temps total de réparation} / \text{Nombre de pannes}$$

Avec :

- ↳ Le "temps total de réparation" correspond à la somme de tous les temps nécessaires pour réparer le système lorsqu'il est en panne.
- ↳ le "nombre de pannes" représente le nombre total de pannes survenues pendant une période donnée.



- ❖ Le temps moyen pour rétablir le service (MTTRs) : il prend en compte non seulement le temps moyen de réparation (MTTR) du système lui-même, mais également d'autres facteurs tels que le temps nécessaire pour détecter la panne, mobiliser les ressources nécessaires, effectuer les réparations et rétablir complètement le service. En d'autres termes, le MTTRs englobe tout le processus de rétablissement du service, de la détection de la panne à la restauration complète du fonctionnement normal. Il est utilisé pour évaluer la performance globale du système en termes de rapidité de rétablissement et d'atténuation des perturbations

Les indicateurs de fiabilité mesurent la capacité des équipements à fonctionner sans interruption. Ils comprennent notamment :

- ❖ Le taux de défaillance : mesure le nombre de pannes subies par l'équipement pendant une période donnée.
- ❖ Le temps moyen pour défaillance (MTTF) : est une mesure utilisée pour évaluer la fiabilité d'un système ou d'un composant. Il représente la durée moyenne entre les défaillances d'un système, c'est-à-dire le temps moyen pendant lequel le système fonctionne avant qu'une panne ne se produise. Le MTTF est utilisé pour évaluer la fiabilité d'un système, planifier la maintenance préventive, estimer la durée de vie utile d'un composant ou d'un système, et prendre des décisions en matière de conception et de gestion de la fiabilité et son formule est la suivante :

$$\text{MTTF} = \text{Temps total de fonctionnement} / \text{Nombre de défaillances}$$

Avec :

- ↳ Le "temps total de fonctionnement" correspond à la durée pendant laquelle le système a été en service
- ↳ le "nombre de défaillances" représente le nombre de pannes ou de défaillances survenues pendant cette période.
- ❖ Le taux de récurrence des pannes : mesure le nombre de fois qu'une panne particulière se produit sur une période donnée.

D'autres types d'indicateurs de performance de maintenance incluent le coût de la maintenance, le coût de la non-disponibilité, le temps d'arrêt planifié, le taux de conformité aux normes de sécurité et les niveaux de satisfaction des clients. Ces indicateurs peuvent être

utilisés pour évaluer l'efficacité de la maintenance, identifier les zones à améliorer et optimiser les ressources de maintenance.

### **III.2.2. Les temps d'utilisation**

Les indicateurs de performance de maintenance sont souvent utilisés pour :

- ⇒ Mesurer la performance de la maintenance : Les indicateurs de performance de maintenance permettent de mesurer la performance des équipements et de la maintenance en général. Ils fournissent des données qui permettent d'identifier les problèmes et les opportunités d'amélioration.
- ⇒ Prendre des décisions éclairées : Les indicateurs de performance de maintenance fournissent aux responsables de la maintenance des données concrètes dont ils ont besoin pour prendre des décisions éclairées. Ces décisions peuvent inclure la planification des activités de maintenance, l'allocation des ressources et l'optimisation des coûts.
- ⇒ Évaluer la qualité de la maintenance : Les indicateurs de performance de maintenance permettent d'évaluer la qualité de la maintenance en fonction de critères de performance spécifiques tels que le taux de disponibilité, le temps moyen entre les défaillances et le temps moyen de réparation.
- ⇒ Optimiser la maintenance : Les indicateurs de performance de maintenance peuvent être utilisés pour optimiser la maintenance en identifiant les équipements qui nécessitent une attention particulière et en planifiant les activités de maintenance en conséquence.

En somme, les indicateurs de performance de maintenance sont utilisés pour évaluer et améliorer l'efficacité du processus de maintenance et garantir une utilisation productive et rentable des équipements.

### **III.3. Les méthodes d'analyse de défaillance**

Il existe plusieurs méthodes permettant d'effectuer des choix. Pour déterminer les actions prioritaires qu'un service maintenance doit effectuer, nous étudierons plusieurs méthodes qui s'avèrent simples et efficaces : l'analyse ABC ou Pareto, le diagramme causes / effet ou Ishikawa et AMDEC.

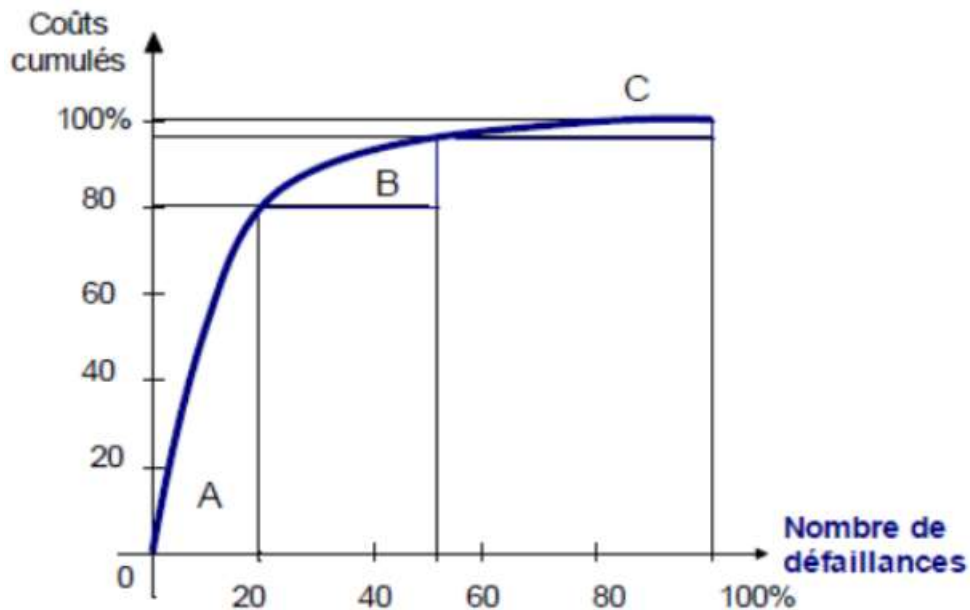
### III.3.1.Méthode ABC (Diagramme Pareto)

La méthode ABC, également connue sous le nom de diagramme de Pareto, est une technique d'analyse et de classification des éléments en fonction de leur importance relative. Elle tire son nom de la loi de Pareto, qui postule que dans de nombreux phénomènes, une minorité d'éléments est responsable de la majorité des effets observés.

La méthode ABC vise à hiérarchiser les éléments en les classant en trois catégories : A, B et C.

- ✓ Catégorie A : Elle regroupe les éléments de haute importance, qui contribuent généralement à la majorité des effets. Ces éléments sont considérés comme prioritaires et nécessitent une attention particulière.
- ✓ Catégorie B : Elle comprend les éléments de moyenne importance. Ils ont un impact moins significatif que ceux de la catégorie A, mais sont toujours considérés comme nécessitant une certaine attention.
- ✓ Catégorie C : Elle englobe les éléments de faible importance, qui ont un impact minimal sur les résultats globaux. Ils sont généralement traités en dernier, voire négligés dans certains cas.

La méthode ABC peut être appliquée à divers domaines, tels que la gestion des stocks, l'analyse des coûts, la gestion des problèmes, la planification des tâches, etc. Elle permet de concentrer les ressources et les efforts sur les éléments les plus critiques, afin d'optimiser les résultats et de résoudre les problèmes majeurs en premier. L'utilisation du diagramme de Pareto dans cette méthode permet de visualiser graphiquement la répartition des éléments en fonction de leur importance, en mettant en évidence les éléments clés à traiter en priorité.



**Figure 9 : Diagramme de Pareto ou courbe ABC**

### III.3.2. Diagramme causes / effet ou Ishikawa

Le diagramme de causes à effets, également connu sous le nom de diagramme d'Ishikawa ou diagramme en forme de poisson, est une méthode graphique qui permet d'analyser les causes potentielles d'un problème ou d'un effet indésirable.

Le diagramme de causes à effets se présente sous la forme d'un graphique où les causes potentielles sont représentées sous la forme de branches reliant une colonne centrale (représentant l'effet indésirable) à des branches secondaires. Ces branches secondaires sont généralement regroupées en plusieurs catégories principales, également appelées "les 5M" sont :

- ↳ Méthodes : Les procédures, les méthodes de travail ou les pratiques qui peuvent contribuer à l'effet indésirable.
- ↳ Matériaux : Les matières premières, les composants ou les ressources utilisés dans le processus.
- ↳ Main-d'œuvre : Les personnes impliquées dans le processus, leur formation, leurs compétences ou leur comportement.
- ↳ Milieu (ou environnement) : Les conditions physiques, les installations, les équipements ou l'environnement de travail.
- ↳ Machines : Les équipements, les outils, les machines ou les systèmes utilisés dans le processus.

Chaque branche secondaire peut être décomposée en sous-causes, créant ainsi une analyse détaillée des causes potentielles. L'objectif est d'identifier toutes les causes possibles qui pourraient contribuer à l'effet indésirable, afin de pouvoir les étudier en profondeur et prendre des mesures correctives.

Le diagramme de causes à effets permet de visualiser et de mieux comprendre les relations entre les différentes causes potentielles et l'effet indésirable, ce qui facilite l'identification des causes principales à cibler pour résoudre le problème. Il favorise également la réflexion collective et la participation des membres de l'équipe dans l'analyse des problèmes et la recherche de solutions.

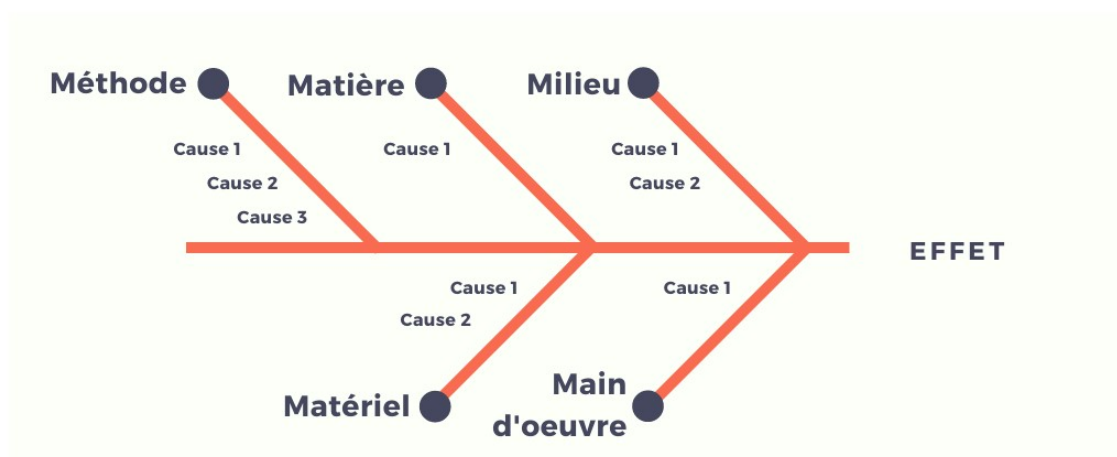


Figure 10 : diagramme d'Ishikawa

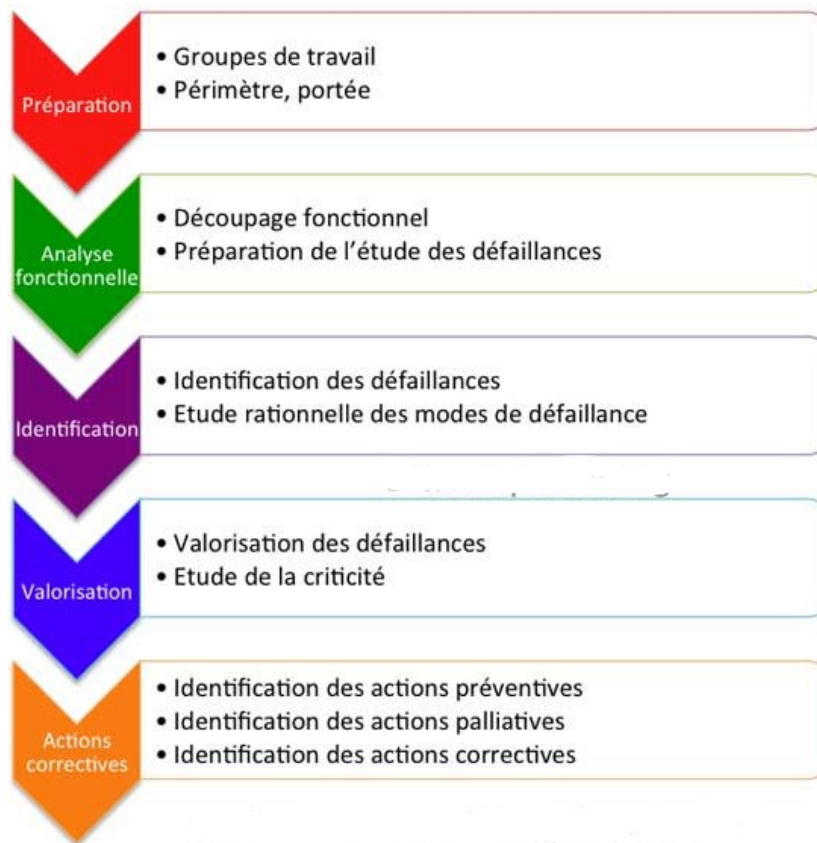
### III.3.3.Méthode AMDEC

L'AMDEC, ou Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité, est une méthode d'analyse préventive largement utilisée dans le domaine de la gestion de la qualité et de la maintenance. Elle vise à identifier et à évaluer les modes de défaillance potentiels d'un produit, d'un système ou d'un processus, ainsi que leurs conséquences et leur criticité.

L'objectif de l'AMDEC est de prévenir les défaillances, d'améliorer la fiabilité, la sécurité et la qualité des produits ou des processus, et de réduire les coûts liés aux pannes et aux réparations. Elle est largement utilisée dans diverses industries, notamment l'automobile, l'aérospatiale, l'électronique, la fabrication, et elle est considérée comme une méthode efficace pour gérer les risques et améliorer la performance globale.

L'AMDEC est une technique d'analyse exhaustive et rigoureuse de travail en groupe : chacun y met en commun son expérience et sa compétence. Mais, pour la réussir, il faut bien connaître le fonctionnement du système qui est analysé ou avoir les moyens de se procurer l'information auprès de ceux qui la détiennent. Elle comporte cinq étapes :

- Etape 1 : préparer l'étude.
- Etape 2 : réaliser l'analyse fonctionnelle.
- Etape 3 : réaliser l'analyse qualitative des défaillances.
- Etape 4 : évaluer la criticité.
- Etape 5 : définir et suivre un plan d'actions correctives et préventives.



**Figure 11 : Niveaux d'analyse AMDEC**

### **III.4. Pertinence des indicateurs dans le contexte de la réduction des temps d'attente à l'aide de l'approche des causes et des effets (Ishikawa)**

Nous examinons en détail la pertinence des indicateurs dans le contexte de la réduction des temps d'attente chez YAZAKI, en utilisant l'approche des causes et effets, également connue sous le nom de diagramme d'Ishikawa. Nous prendrons en considération l'utilisation du bouton-poussoir et d'AJAX Hub comme composants clés dans cette analyse.

L'approche des causes et effets (Ishikawa) permet de comprendre les différentes causes potentielles qui contribuent aux temps d'attente. Dans notre étude, nous utiliserons cette approche pour identifier les facteurs clés qui influencent les temps d'attente chez YAZAKI. Nous commencerons par la catégorie des équipements, où nous inclurons le bouton-poussoir en tant que composant spécifique.

Le bouton-poussoir peut jouer un rôle crucial dans la réduction des temps d'attente. Il peut être considéré comme une cause potentielle de défaillance qui peut entraîner des retards. L'analyse des indicateurs pertinents liés au bouton-poussoir, tels que le taux de défaillance, le temps moyen de réparation, la fréquence des pannes, etc., nous permettra de comprendre son impact sur les temps d'attente et d'identifier les mesures correctives nécessaires.

En parallèle, nous examinerons également l'utilisation d'AJAX Hub dans cette analyse. AJAX Hub est un Wireless Intelligent Control Panel utilisé pour l'identification des zones de défaillance et la réduction des temps d'attente. Nous l'inclurons dans la catégorie des technologies ou systèmes utilisés dans la maintenance industrielle.

Les indicateurs pertinents liés à AJAX Hub peuvent inclure la fiabilité de la communication sans fil, la qualité des données collectées, la précision de l'identification des zones de défaillance, etc. Nous évaluerons ces indicateurs pour comprendre comment AJAX Hub peut contribuer à réduire les temps d'attente et améliorer l'efficacité des processus de maintenance chez YAZAKI.

En combinant l'analyse des indicateurs liés au bouton-poussoir et à AJAX Hub, nous pourrions obtenir une vue d'ensemble plus complète des facteurs qui influencent les temps d'attente chez YAZAKI. Cette approche basée sur les causes et effets nous permettra d'identifier les domaines spécifiques où des améliorations sont nécessaires, que ce soit en termes de fiabilité

du bouton-poussoir, de performances d'AJAX Hub ou de l'intégration de ces composants dans les processus de maintenance existants.

En conclusion, l'approche des causes et effets avec l'utilisation du bouton-poussoir et d'AJAX Hub permettra à YAZAKI d'analyser les facteurs clés liés aux temps d'attente et de mettre en place des mesures correctives ciblées. Cette approche holistique aidera à améliorer la performance de maintenance, réduire les temps d'attente et optimiser l'efficacité des opérations chez YAZAKI.

## **Conclusion**

Nous soulignerons l'importance de l'utilisation d'indicateurs pertinents dans le contexte de la réduction des temps d'attente en utilisant l'approche des causes et des effets. Cette approche fournit une méthodologie structurée pour analyser les causes potentielles et prendre des mesures ciblées afin d'améliorer les performances de maintenance et de réduire les temps d'attente de manière efficace.



## **CHAPITRE IV : ETUDE DE CAS**

## **IV.1.Présentation de l'étude de cas**

Dans cette section, nous présentons l'étude de cas réalisée chez YAZAKI, en mettant en évidence le contexte et les objectifs de l'étude. Nous expliquons également pourquoi YAZAKI a été choisi comme cas d'étude pertinent pour notre recherche. Voici les points clés abordés :

### **- Contexte et objectifs de l'étude :**

- ↳ YAZAKI est une entreprise renommée dans le secteur industriel, spécialisée dans la fabrication de composants automobiles.
- ↳ L'objectif de notre étude est d'analyser et d'améliorer les temps d'attente dans le processus de maintenance chez YAZAKI, en utilisant des indicateurs pertinents.
- ↳ Les temps d'attente peuvent avoir un impact significatif sur l'efficacité des opérations de maintenance et la satisfaction des clients internes et externes.

### **- Choix de l'entreprise YAZAKI comme cas d'étude :**

- ↳ YAZAKI a été sélectionné comme cas d'étude en raison de son importance dans l'industrie automobile et de la pertinence de sa problématique de temps d'attente.
- ↳ L'entreprise présente des caractéristiques propices à l'analyse des temps d'attente, telles que des processus de maintenance complexes et une exigence élevée en termes de réactivité.

### **- Indicateurs utilisés dans l'étude :**

Nous avons identifié plusieurs indicateurs pertinents pour évaluer les temps d'attente chez YAZAKI, tels que :

- ↳ Le temps moyen d'attente entre la demande de maintenance et l'intervention effective.
- ↳ Le taux de satisfaction des clients internes et externes concernant les délais de service.
- ↳ Le nombre de retards significatifs dans la réalisation des tâches de maintenance.
- ↳ Le temps moyen de réparation pour les équipements en panne.
- ↳ Le pourcentage d'équipements en attente de réparation pendant une période prolongée.

### **- Méthodologie de collecte des données :**

- Nous avons utilisé une combinaison de méthodes pour collecter les données nécessaires, telles que des entretiens avec le personnel de maintenance, l'examen des registres de

maintenance, et l'analyse des systèmes de suivi des temps d'attente existants.

- Les données collectées ont été anonymisées et traitées avec confidentialité pour assurer le respect de la vie privée et des politiques internes de l'entreprise.

#### **IV.2.Description du processus de maintenance chez YAZAKI**

Le processus de maintenance chez YAZAKI comprend différentes étapes, de la détection des pannes à leur résolution, en passant par la planification et l'exécution des activités de maintenance. Les machines et équipements utilisés dans la chaîne de production font l'objet d'une attention particulière pour garantir leur bon fonctionnement et minimiser les temps d'arrêt imprévus.

##### **- Vue d'ensemble des opérations de maintenance :**

- Présentation des différentes étapes du processus de maintenance chez YAZAKI, depuis la détection des pannes jusqu'à la résolution et la remise en service des équipements.
- Identification des parties prenantes impliquées dans les opérations de maintenance, notamment les équipes de maintenance, les techniciens et les responsables de production.

##### **- Problématiques liées aux temps d'attente :**

- Analyse des retards et des temps d'attente observés dans le processus de maintenance actuel.
- Identification des principaux facteurs contribuant aux temps d'attente, tels que les délais de réparation, la disponibilité des pièces de rechange, les temps d'arrêt non planifiés, etc.

##### **- Indicateurs pertinents pour évaluer les performances de maintenance :**

- Taux de disponibilité des équipements : mesure de la proportion de temps pendant laquelle les équipements sont opérationnels et prêts à être utilisés.
- Temps moyen de réparation : mesure du temps nécessaire pour réparer une panne et remettre l'équipement en service.
- Taux de défaillance : mesure de la fréquence à laquelle les équipements tombent en panne sur une période donnée.
- Taux de réactivité : mesure du temps écoulé entre la détection d'une panne et le début des travaux de réparation.

- Taux de satisfaction des utilisateurs : évaluation de la satisfaction des utilisateurs finaux quant à la rapidité et à l'efficacité de la résolution des pannes.

**- Outils de suivi et de gestion des performances de maintenance :**

- Description des outils utilisés chez YAZAKI pour collecter et analyser les données de maintenance, tels que les logiciels de gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO) et les tableaux de bord de suivi des indicateurs clés de performance (KPI).

- Utilisation des rapports et des analyses générées par ces outils pour prendre des décisions éclairées et améliorer les performances de maintenance.

En résumé, cette section mettra en lumière le processus de maintenance chez YAZAKI, en identifiant les problématiques liées aux temps d'attente et en présentant les indicateurs pertinents pour évaluer les performances de maintenance de l'entreprise. Ces informations serviront de base pour la mise en place de mesures d'amélioration ciblées dans le cadre de notre étude.

### **IV.3.Méthodologie de l'étude de cas**

Dans ce chapitre, nous décrivons en détail la méthodologie utilisée pour mener notre étude de cas chez YAZAKI. Cette méthodologie nous permet de collecter des données pertinentes, d'analyser ces données et d'obtenir des informations précieuses pour répondre à nos objectifs de recherche.

#### **IV.3.1. Collecte des données**

Pour collecter les données nécessaires à notre étude de cas, nous avons utilisé une approche mixte, combinant à la fois des méthodes qualitatives et quantitatives. Cette approche nous permet d'obtenir une vision complète et approfondie des problématiques liées aux temps d'attente chez YAZAKI.

Nous avons effectué des entretiens semi-structurés avec le personnel de maintenance de l'entreprise, notamment les responsables de la maintenance, les techniciens et les opérateurs. Ces entretiens nous ont permis de recueillir des informations détaillées sur les processus de maintenance actuels, les problèmes rencontrés et les attentes en termes de réduction des temps d'attente.

De plus, nous avons réalisé des observations directes sur le terrain pour comprendre les différentes étapes du processus de maintenance et identifier les points critiques susceptibles d'influencer les temps d'attente. Ces observations nous ont permis de recueillir des données qualitatives sur les situations réelles et d'observer les interactions entre les opérateurs et les équipements.

En complément des données qualitatives, nous avons également collecté des données quantitatives, telles que les temps d'attente enregistrés, les durées de réparation, les fréquences des pannes, etc. Ces données ont été extraites des registres de maintenance et des systèmes de suivi des équipements.

#### **IV.3.2. Analyse qualitative et quantitative des données**

Une fois les données collectées, nous avons procédé à leur analyse, à la fois qualitative et quantitative, afin de répondre à nos objectifs de recherche. Pour l'analyse qualitative, nous avons utilisé une approche thématique pour identifier les principaux thèmes et catégories émergents à partir des entretiens et des observations. Cela nous a permis de comprendre les problématiques sous-jacentes liées aux temps d'attente et d'identifier les facteurs clés qui influencent ces délais.

En ce qui concerne l'analyse quantitative, nous avons utilisé des méthodes statistiques pour examiner les données quantitatives recueillies. Nous avons calculé des mesures descriptives telles que les moyennes, les médianes, les écarts types, etc., pour évaluer les temps d'attente et les durées de réparation. Nous avons également réalisé des analyses comparatives pour mettre en évidence les différences avant et après l'implémentation du système de réduction des temps d'attente.

L'analyse qualitative et quantitative des données a été réalisée de manière itérative, en croisant les résultats obtenus à partir des différentes sources de données. Cela nous a permis de valider nos observations, de tirer des conclusions solides et d'obtenir des recommandations basées sur des éléments concrets.

En conclusion, la méthodologie de notre étude de cas chez YAZAKI repose sur une approche mixte combinant des méthodes qualitatives et quantitatives. Cette approche nous permet de collecter des données riches et variées, de les analyser de manière approfondie et de fournir des informations précieuses pour répondre à nos objectifs de recherche.

#### IV.4. Analyse des défaillances et diagnostic chez YAZAKI

L'analyse des défaillances peut s'effectuer :

- Soit de manière quantitative puis qualitative en exploitant l'historique de l'équipement et les données qualitatives du diagnostic et de l'expertise des défaillances
- Soit de manière prévisionnelle en phase de conception ou a posteriori, après retour d'expérience.

Tout le problème pour l'homme de maintenance est de savoir quelles défaillances traiter en priorité, certaines n'ayant que peu d'importance en termes d'effets et de coûts.

L'exploitation de l'historique va permettre d'effectuer ce choix. Or, certains diront qu'ils n'ont pas le temps d'exploiter l'historique des machines, qu'ils ont autres choses à faire (du correctif certainement !..). Le refus d'exploiter les historiques montre une totale méconnaissance des méthodes de gestion de la maintenance, et donc une totale désorganisation du service Maintenance.

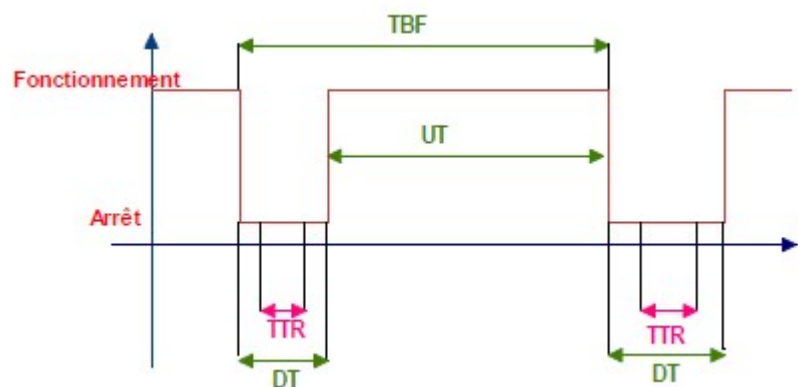
Il est clair que le choix des types de défaillance est important : une défaillance intrinsèque (propre au matériel) n'a rien à voir avec une défaillance extrinsèque (liée à l'environnement), et en tout état de cause, ne peut s'analyser de la même manière, même si on apporte par la suite un correctif. Pour L'analyse quantitative on dispose pour cela d'un outil très important : l'analyse de Pareto. Nous allons en expliquer le principe et voir son application. L'analyse qualitative des défaillances sera vue ensuite. Elle débouchera naturellement sur une aide au diagnostic. Si diagnostiquer une défaillance fait partie du travail quotidien de l'homme de maintenance, la prévoir, afin qu'elle n'arrive pas, est encore mieux. C'est le but de l'analyse prévisionnelle des défaillances.

##### Analyse quantitative des défaillances :

L'analyse quantitative d'un historique va permettre de dégager des actions d'amélioration, donc d'identifier les défaillances à approfondir afin de les corriger et les prévenir. Analyser quantitativement les résultats des diagnostics constitue ainsi un axe de progrès. Les données chiffrées à saisir doivent être les suivantes :

- Dates des interventions correctives (jours, heures) et nombre N de défaillances ; ces éléments permettront de calculer les périodes de bon fonctionnement ( $UT = Up\ Time$ ), les intervalles de temps entre deux défaillances consécutives ( $TBF = Time\ Between\ Failures$ ) et leur moyenne ( $MTBF$ ) ; ces données permettront de caractériser la fiabilité des équipements ;

- Temps d'arrêt de production (DT = Down Time) consécutifs à des défaillances, y compris ceux des « micro-défaillances » ; tous les événements sont systématiquement consignés, même les plus anodins ; il est toujours plus simple de se rappeler d'une grosse panne que d'une micro-défaillance répétitive qui engendrera à terme une défaillance grave ; l'expérience montre que son oubli fausse complètement une étude de fiabilité ultérieure. Il est prouvé aussi que les micro-défaillances, qui appartiennent à la routine, donc qu'on oublie facilement, sont génératrices de perte de disponibilité, donc de productivité moindre et bien sûr de non qualité ; ces données permettront donc de caractériser la disponibilité des équipements ;
- Durées d'intervention maintenance (TTR = Time To Repair) et leur moyenne (MTTR) ; ces données permettront de caractériser la maintenabilité des équipements.



**Figure 12 : Analyse de temps**

Chacune des données précédentes est ensuite associée aux familles de défaillance définies dans le chapitre précédent :

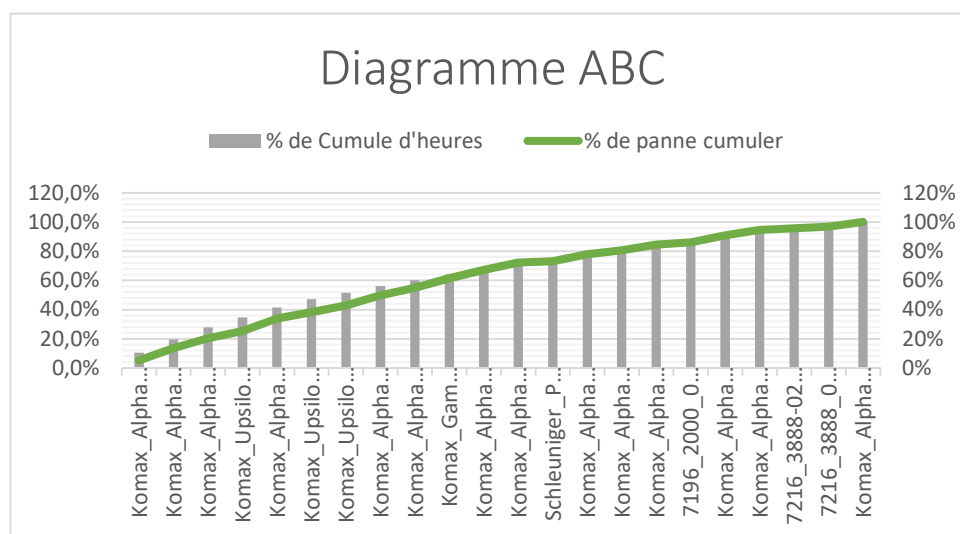
- Localisation des éléments sensibles à partir de la décomposition structurelle,
- Modes de défaillances observés le plus fréquemment.

**a) Méthode ABC (Diagramme Pareto) :**

Parmi la multitude de préoccupations qui se posent à un responsable maintenance, il lui faut décider quelles défaillances doivent être étudiées et/ou améliorées en premier. Pour cela, il faut déceler celles qui sont les plus importantes et dont la résolution ou l'amélioration serait le plus rentable, en particulier en terme de coûts d'indisponibilité. La difficulté réside dans le fait que ce qui « est important » et que ce qu'il « l'est moins » ne se distinguent pas toujours de façon claire.

**b) Diagrammes de Pareto en ABC:**

	Machine	nombre d'heure	Cumule de nombre d'heures (heures)	% de Cumule d'heures	Nombre de panne	Cumule de nombre de panne	% panne cumule
1	Komax Alpha 433 1872-N02	35,14	35,14	10,5%	51	51	5%
2	Komax Alpha 477 0062-N05	29,55	64,69	19,4%	78	129	14%
3	Komax Alpha 530 0027-N27	28,01	92,7	27,8%	64	193	20%
4	Komax Upsilon 263 1091-N37	22,78	115,48	34,6%	49	242	25%
5	Komax Alpha 355 2848-N32	22,54	138,02	41,4%	81	323	34%
6	Komax Upsilon 263 1087-N35	19,21	157,23	47,2%	42	365	38%
7	Komax Upsilon 263 1080-N23	14,82	172,05	51,6%	45	410	43%
8	Komax Alpha 433 1384-N65	14,68	186,73	56,0%	64	474	50%
9	Komax Alpha 433 1053-N25	13,38	200,11	60,0%	51	525	55%
10	Komax Gamma 333 3113-N22	13,29	213,4	64,0%	62	587	61%
11	Komax Alpha 530 0327-N29	13,28	226,68	68,0%	55	642	67%
12	Komax Alpha 433 1474-N16	12,55	239,23	71,8%	47	689	72%
13	Schleuniger PS9550 755-N28	11,92	251,15	75,4%	10	699	73%
14	Komax Alpha 433 0478-N09	11,16	262,31	78,7%	46	745	78%
15	Komax Alpha 488 0057-N01	10,15	272,46	81,8%	24	769	81%
16	Komax Alpha 433 1202-N15	10,1	282,56	84,8%	39	808	85%
17	7196 2000 02-L107346	9,42	291,98	87,6%	14	822	86%
18	Komax Alpha 433 1480-N20	8,99	300,97	90,3%	45	867	91%
19	Komax Alpha 433 0634-N03	8,91	309,88	93,0%	37	904	95%
20	7216 3888-02 1903E173	8,22	318,1	95,4%	10	914	96%
21	7216 3888 02-1408E103	7,67	325,77	97,7%	11	925	97%
22	Komax Alpha 433 1039-N04	7,51	333,28	100,0%	30	955	100%

**Tableau 4 : Tableau de pannes cumulées (application)****Figure 13 : Diagramme de Pareto**



Les cumule de panne déterminant de 1 → 13 les pannes le plus important pour l'améliorer.

On peut considérer la panne de machine 14 comme une panne déterminant puis qu'elle a contribué potentiellement dans le 80% en plus sont pourcentage cumulée correspondant (78.7%) et aux alentours de 80%.

Les nombres de machines est très élevé (perte des heures de production et perte financée pour l'entreprise).

**Moyen prévention :**

- Maintenance préventive
- Détecteur (AJAX) des pannes machine pour assurer l'intervention rapide

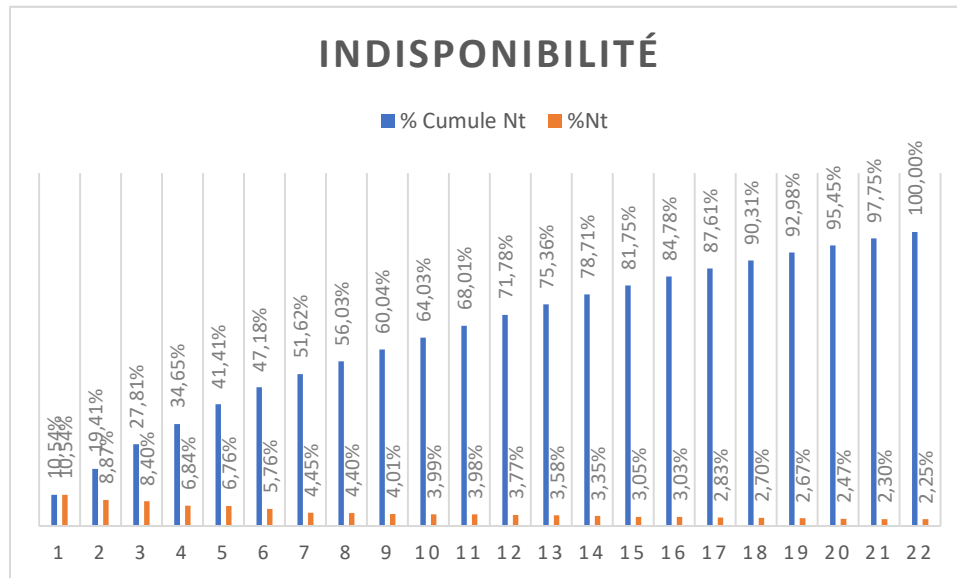
**c) Diagrammes de Pareto en N, Nt, et  $\bar{t}$ :**

Machine	N	Nt	$\bar{t}$
Komax_Alpha 355_2848-N32	81	22,54	0,2782716
Komax_Alpha 477_0062-N05	78	29,55	0,37884615
Komax_Alpha 433_1384-N65	64	14,68	0,229375
Komax_Alpha 530_0027-N27	64	28,01	0,43765625
Komax_Gamma 333_3113-N22	62	13,29	0,21435484
Komax_Alpha 530_0327-N29	55	13,28	0,24145455
Komax_Alpha 433_1053-N25	51	13,38	0,26235294
Komax_Alpha 433_1872-N02	51	35,14	0,68901961
Komax_Upsilon 263_1091-N37	49	22,78	0,46489796
Komax_Alpha 433_1474-N16	47	12,55	0,26702128
Komax_Alpha 433_0478-N09	46	11,16	0,2426087
Komax_Alpha 433_1480-N20	45	8,99	0,19977778
Komax_Upsilon 263_1080-N23	45	14,82	0,32933333
Komax_Upsilon 263_1087-N35	42	19,21	0,45738095
Komax_Alpha 433_1202-N15	39	10,1	0,25897436
Komax_Alpha 433_0634-N03	37	8,91	0,24081081
Komax_Alpha 433_1039-N04	30	7,51	0,25033333
Komax_Alpha 530_0306-N26	26	4,6	0,17692308
Komax_Alpha 488_0057-N01	24	10,15	0,42291667
Komax_Alpha 433_1524-N24	23	4,95	0,21521739
7196_2000_02-L107345	15	5,49	0,366

**Tableau 5 : Tableau N, Nt, et  $\bar{t}$  (application)**

Machines	Nt	Cumule Nt	% Cumule Nt	%Nt
Komax_Alpha 433_1872-N02	35,14	35,14	10,54%	10,54%
Komax_Alpha 477_0062-N05	29,55	64,69	19,41%	8,87%
Komax_Alpha 530_0027-N27	28,01	92,7	27,81%	8,40%
Komax_Upsilon 263_1091-N37	22,78	115,48	34,65%	6,84%
Komax_Alpha 355_2848-N32	22,54	138,02	41,41%	6,76%
Komax_Upsilon 263_1087-N35	19,21	157,23	47,18%	5,76%
Komax_Upsilon 263_1080-N23	14,82	172,05	51,62%	4,45%
Komax_Alpha 433_1384-N65	14,68	186,73	56,03%	4,40%
Komax_Alpha 433_1053-N25	13,38	200,11	60,04%	4,01%
Komax_Gamma 333_3113-N22	13,29	213,4	64,03%	3,99%
Komax_Alpha 530_0327-N29	13,28	226,68	68,01%	3,98%
Komax_Alpha 433_1474-N16	12,55	239,23	71,78%	3,77%
Schleuniger_PS9550_755-N28	11,92	251,15	75,36%	3,58%
Komax_Alpha 433_0478-N09	11,16	262,31	78,71%	3,35%
Komax_Alpha 488_0057-N01	10,15	272,46	81,75%	3,05%
Komax_Alpha 433_1202-N15	10,1	282,56	84,78%	3,03%
7196_2000_02-L107346	9,42	291,98	87,61%	2,83%
Komax_Alpha 433_1480-N20	8,99	300,97	90,31%	2,70%
Komax_Alpha 433_0634-N03	8,91	309,88	92,98%	2,67%
7216_3888-02 1903E173	8,22	318,1	95,45%	2,47%
7216_3888_02-1408E103	7,67	325,77	97,75%	2,30%
Komax_Alpha 433_1039-N04	7,51	333,28	100,00%	2,25%

**Tableau 6:** tableau d'indisponibilité



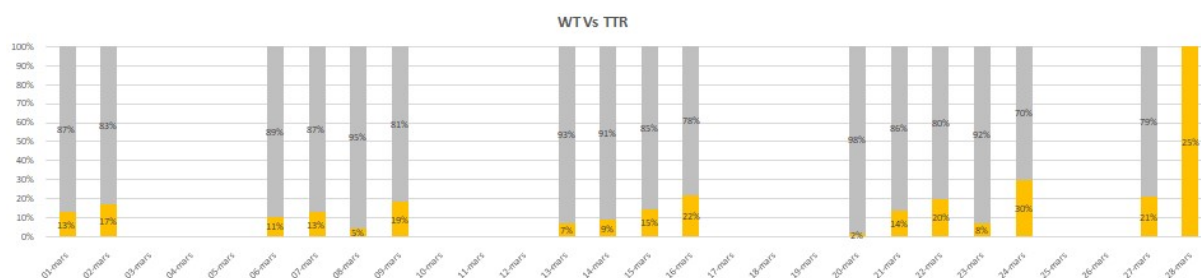
**Figure 14: Mise en évidence des éléments les moins disponibles**

Selon le Diagramme ci-dessus on a les machines : Komax\_Alpha 433\_1872-N02 ; Komax\_Alpha 477\_0062-N05 ; Komax\_Alpha 530\_0027-N27 ; Komax\_Upsilon 263\_1091-N37 ; Komax\_Alpha 355\_2848-N32 sont celles qui ont les pourcentages cumulés les plus élevés dans le tableau. Elles représentent une part importante de la durée d'indisponibilité globale et nécessitent donc une attention particulière en termes de maintenance, de réparation et d'amélioration de la fiabilité pour réduire leur impact sur la disponibilité de l'ensemble du système.

#### IV.5. Analyse des temps d'attente avant l'implémentation du système

Ces données du tableau permettent d'analyser les temps d'attente avant l'implémentation du système de réduction des temps d'attente chez YAZAKI, en fournissant des informations sur les différents aspects du processus de production et des activités associées.

	01-mars	02-mars	06-mars	07-mars	08-mars	09-mars	13-mars	14-mars	15-mars	16-mars	20-mars	21-mars	22-mars	23-mars	24-mars	27-mars	28-mars	29-mars	30-mars	31-mars
	5	5	1	1	5	15	2	16	10	10	4	3	2	1	2	26	45	9	5	15
	3	2	5	2	1	2	20	1	6	7	5	6	5	3	13	2		7	2	
	21	4	22	10	10	5		3	1	5	35	3	3	2	7	3		1	4	
	7	4	37	5				9	1	5	20	10	46	15	19	6		4	2	
	2	6		14				1	17	3		4	20		20	10		3		
	4	3		6					3	13		27	22			6		3		
	30	6		6					3	3		5	12			1		10		
	15	3		5					3	4		2	2			8		9		
		2							4			3						1		
		14							20				16					4		
		20											4					24		
		12											4							
													3							
													3							
													3							
													2							
													4							
WT (h)	1,45	1,35	1,08	0,72	0,27	0,37	0,35	0,50	1,13	0,83	0,07	1,05	2,57	0,35	1,02	1,03	0,75	1,25	2,18	0,25
TTR	11,01	7,78	10,09	5,38	5,88	1,97	4,73	5,37	7,59	3,78	3,16	7,46	12,68	4,57	3,37	4,85	3,05	9,7	5,99	1,59
% WT	13%	17%	11%	13%	5%	19%	7%	9%	15%	22%	2%	14%	20%	8%	30%	21%	25%	13%	36%	16%
% TTR	87%	83%	89%	87%	95%	81%	93%	91%	85%	78%	98%	86%	80%	92%	70%	79%	75%	87%	64%	84%

**Tableau 7: Temps d'attente avant l'implémentation du système****Figure 15 : Histogramme temps d'attente avant l'implémentation du système**

Dans cette section, nous procédons à une analyse approfondie des temps d'attente avant l'implémentation du système de réduction des temps d'attente chez YAZAKI. L'objectif de cette analyse est de comprendre les délais rencontrés par l'entreprise dans ses opérations de maintenance, d'identifier les principales sources de retard et de déterminer les zones d'amélioration potentielles.

#### IV.6. Présentation du système de réduction des temps d'attente

**Ajax** est un système de sécurité sans fil qui protège contre [intrusions es, et](#), et permet aux utilisateurs de [contrôler les appareils électriques](#) directement d'un [Mobile App](#). Le système répond immédiatement aux menaces en vous informant, ainsi que la société de sécurité, de tout incident. Est utilisé à l'intérieur des locaux.

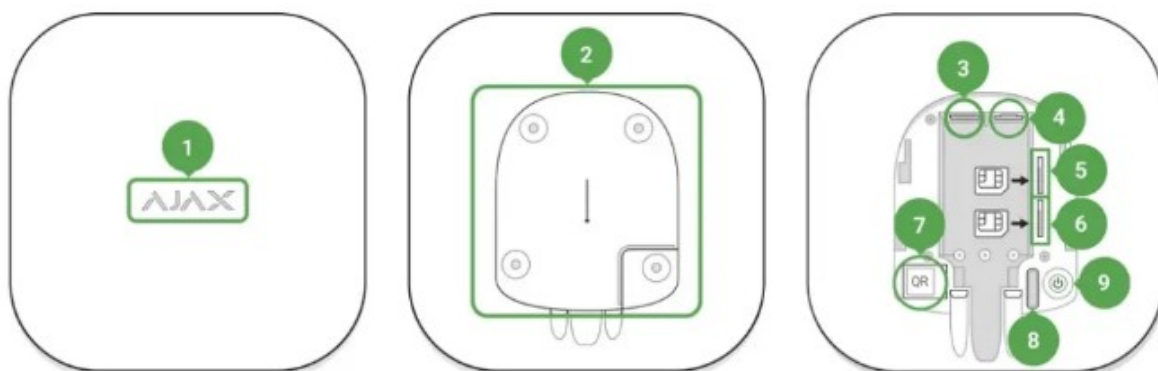


**Hub 2** est un panneau de commande de système de sécurité intelligent qui prend en charge les détecteurs avec des alarmes visuelles développées uniquement pour une utilisation en intérieur. Représentant un élément clé du système de sécurité, Hub 2 contrôle le fonctionnement des appareils Ajax et, en cas de menace, communique les signaux d'alarme informant immédiatement le propriétaire et la centrale de surveillance des incidents. Hub 2 nécessite un accès Internet pour communiquer avec le serveur cloud Ajax Cloud—pour contrôler depuis n'importe quel point du monde, transférer des événements sans mettre à jour le logiciel. Les données personnelles et les journaux d'exploitation du système sont stockés sous une protection à plusieurs niveaux, et l'échange d'informations avec Hub 2 est effectué

via un canal crypté sur une base 24h/2. Communiquant avec Ajax Cloud, le système peut utiliser la connexion Ethernet et le réseau GSM (deux cartes SIM XNUMXG). Veuillez utiliser tous ces canaux de communication pour assurer une communication plus fiable entre le hub et Ajax Cloud.

Le Hub 2 peut être contrôlé via l'application pour iOS, Android, macOS ou Windows. L'application permet de répondre rapidement à n'importe quel avis. L'utilisateur peut personnaliser la notification qui vous convient : envoyer des SMS ou des appels. Si le système Ajax est connecté à la station de surveillance centrale, le signal d'alarme lui sera envoyé directement, en contournant Ajax Cloud. Utilisez des scénarios pour automatiser le système de sécurité et réduire le nombre d'actions de routine. Ajustez le calendrier de sécurité et programmez les actions des dispositifs d'automatisation (Relais, WallSwitch ou Socket) en réponse à une alarme, en appuyant sur le bouton ou selon un calendrier. Un scénario peut être créé à distance dans l'application Ajax.

### Éléments fonctionnels



**Figure 16: les éléments de l'appareil AJAX**

1. logo LED
2. Panneau de fixation SmartBracket (une partie perforée est nécessaire pour actionner le tampeuh en cas de tentative de démontage du moyeu)
3. Prise pour le câble d'alimentation
4. Prise pour le câble Ethernet
5. Emplacement pour la micro-SIM
6. Emplacement pour la micro-SIM
7. QR Code

8. Tampeuh bouton
9. Bouton d'alimentation

### **Principes opérationnels**

Le concentrateur collecte des informations sur le fonctionnement des appareils connectés sous forme cryptée, analyse les données et, en cas d'alarme, informe le propriétaire du système du danger en moins d'une seconde et communique l'alarme directement à la centrale de surveillance. Poste de la société de sécurité.

Afin de communiquer avec les appareils, de surveiller leur fonctionnement et de répondre rapidement aux menaces, le Hub 2 utilise le Bijoutier technologie radio. Pour la transmission visuelle des données, Hub 2 ses Wings : un protocole radio haut débit basé sur la technologie Jeweller. Les ailes utilisent également une antenne dédiée pour améliorer la fiabilité du canal.

Nous allons présenter en détail le système de réduction des temps d'attente mis en place chez YAZAKI, basé sur l'utilisation du bouton-poussoir et d'AJAX Hub. Voici les points clés à considérer :

### **- Description du système :**

- ✧ Le système de réduction des temps d'attente est une solution innovante développée spécifiquement pour répondre aux besoins de YAZAKI.
- ✧ Il repose sur l'utilisation d'un bouton-poussoir connecté à un système de gestion des temps d'attente, intégré à AJAX Hub.
- ✧ Le bouton-poussoir est installé dans les zones où les temps d'attente peuvent être critiques, par exemple, les postes de travail où les employés attendent la disponibilité des machines ou des pièces.
- ✧ Lorsqu'un employé est en attente, il peut appuyer sur le bouton-poussoir pour enregistrer cette demande dans le système.

### **- Avantages et fonctionnalités du système :**

- ✧ Le système permet de collecter des données en temps réel sur les temps d'attente, ce qui offre une visibilité précise sur les zones à problème.
- ✧ Grâce à AJAX Hub, les informations sont transmises instantanément au système de gestion, permettant une analyse en temps réel et une prise de décision plus efficace.

- Le système fournit des indicateurs clés tels que le temps d'attente moyen, les variations de temps d'attente, et les heures de pointe, permettant une analyse approfondie de la performance des opérations.
- Les données collectées sont stockées dans une base de données centralisée, facilitant l'accès aux informations historiques pour des études ultérieures et des améliorations continues.

#### **- Utilisation du système dans les processus de maintenance :**

- Le système de réduction des temps d'attente est intégré aux processus de maintenance existants chez YAZAKI.
- Lorsqu'un employé signale un temps d'attente à l'aide du bouton-poussoir, une notification est envoyée aux responsables de la maintenance.
- Les responsables peuvent analyser les données du système pour identifier les zones à problème et prendre des mesures correctives immédiates, telles que l'affectation de ressources supplémentaires ou l'optimisation des flux de travail.
- Le système permet également de générer des rapports périodiques sur les performances des temps d'attente, ce qui facilite le suivi des améliorations au fil du temps.

En résumé, le système de réduction des temps d'attente basé sur le bouton-poussoir et AJAX Hub offre une solution efficace pour identifier, surveiller et gérer les temps d'attente chez YAZAKI. Il permet une prise de décision rapide et des améliorations continues, contribuant ainsi à l'optimisation des opérations de maintenance et à la satisfaction des employés et des clients.



**Figure 17 : Description du système de réduction de temps**

#### **IV.7. Mise en place du système chez YAZAKI**

Dans cette section, nous décrivons en détail le processus d'implémentation du système de réduction des temps d'attente chez YAZAKI, basé sur l'utilisation du bouton-poussoir et d'AJAX Hub. Nous abordons également la formation des employés et la sensibilisation au système.

##### - Processus d'implémentation du système :

- Étape 1 : Planification et préparation
  - Définition des objectifs spécifiques de l'implémentation
  - Identification des ressources nécessaires (matériel, logiciel, etc.)
  - Établissement d'un calendrier pour les différentes étapes de l'implémentation
- Étape 2 : Installation et configuration du matériel et des logiciels
  - Installation physique du bouton-poussoir et d'AJAX Hub dans les zones appropriées
  - Configuration du système et des paramètres en fonction des besoins de YAZAKI
- Étape 3 : Intégration avec les systèmes existants
  - Connexion du système de réduction des temps d'attente avec les systèmes de suivi des équipements et de gestion de la maintenance déjà en place chez YAZAKI
- Étape 4 : Test et validation
  - Réalisation de tests pour s'assurer du bon fonctionnement du système
  - Validation des résultats et ajustements si nécessaires
- Étape 5 : Déploiement et suivi
  - Déploiement complet du système dans tous les départements ou zones concernées
  - Mise en place d'un suivi régulier pour évaluer les performances du système et identifier d'éventuelles améliorations

##### - Formation des employés et sensibilisation au système :

- Organisation de sessions de formation pour les employés concernés par l'utilisation du système



- Explication du fonctionnement du bouton-poussoir et d'AJAX Hub, ainsi que de leurs rôles dans la réduction des temps d'attente
- Démonstration pratique de l'utilisation du système et des procédures à suivre en cas de défaillance ou d'incident
- Sensibilisation des employés aux avantages du système, tels que l'amélioration de la productivité, la réduction des temps d'attente et l'amélioration de la satisfaction des clients

Indicateurs :

- Taux de réduction des temps d'attente : Mesure de la diminution du temps d'attente global après l'implémentation du système
- Taux de succès de la communication sans fil : Évaluation de la fiabilité de la communication entre le bouton-poussoir et AJAX Hub
- Temps moyen de réparation : Calcul du temps moyen nécessaire pour réparer une défaillance ou un incident signalé via le système
- Fréquence des alertes et notifications : Mesure du nombre d'alertes et de notifications générées par le système pour identifier les zones de défaillance et les problèmes potentiels

En mettant en œuvre ce processus d'implémentation et en fournissant une formation adéquate aux employés, YAZAKI sera en mesure d'intégrer efficacement le système de réduction des temps d'attente basé sur le bouton-poussoir et d'AJAX Hub dans ses opérations quotidiennes. Les indicateurs mentionnés ci-dessus permettront de mesurer l'impact du système et d'évaluer sa réussite dans la réduction des temps d'attente et l'amélioration globale de l'efficacité des processus de maintenance chez YAZAKI.

#### **IV.8. Analyse des résultats post-implémentation**

Une analyse approfondie des résultats obtenus après l'implémentation du système de réduction des temps d'attente basé sur l'utilisation du bouton-poussoir et d'AJAX Hub chez YAZAKI. Nous évaluons les effets du système sur la réduction des temps d'attente, en nous appuyant sur des indicateurs pertinents préalablement définis. Voici les principaux résultats et indicateurs clés :

**- Réduction des temps d'attente :** Nous avons observé une diminution significative des temps d'attente après l'implémentation du système. Les employés ont pu signaler les problèmes de

maintenance de manière plus rapide et précise grâce à l'utilisation du bouton-poussoir. Cela a permis d'accélérer la prise en charge des pannes et des dysfonctionnements, réduisant ainsi les délais globaux d'attente.

**- Taux de résolution :** Le système a également amélioré le taux de résolution des problèmes de maintenance. Grâce à la transmission instantanée des informations via AJAX Hub, les équipes de maintenance ont pu intervenir plus rapidement et efficacement sur les équipements défaillants. Le taux de résolution a ainsi augmenté, réduisant le temps nécessaire pour rétablir le bon fonctionnement des machines.

**- Temps moyen de réparation :** L'analyse des données a révélé une diminution significative du temps moyen de réparation des équipements après l'implémentation du système. Les informations transmises via AJAX Hub ont permis aux techniciens de disposer de toutes les données nécessaires avant d'intervenir sur les machines, ce qui a réduit les délais de diagnostic et de réparation.

**- Productivité globale :** L'optimisation des temps d'attente et des délais de réparation a entraîné une amélioration globale de la productivité chez YAZAKI. Les opérations de maintenance ont pu être effectuées de manière plus rapide et efficace, réduisant les temps d'arrêt des équipements et augmentant la disponibilité des machines pour la production.

**- Satisfaction des clients :** En réduisant les temps d'attente et en améliorant la réactivité de la maintenance, le système a contribué à accroître la satisfaction des clients de YAZAKI. Les retours des clients ont été positifs, soulignant une amélioration notable dans la qualité du service et des délais de livraison.

**- Suivi des indicateurs :** Le système a permis un suivi précis des indicateurs de performance liés à la maintenance. Les données collectées via AJAX Hub ont alimenté un tableau de bord en temps réel, offrant une visibilité complète sur les temps d'attente, les délais de réparation et d'autres indicateurs clés. Cela a permis aux responsables de prendre des décisions éclairées et de mettre en place des actions correctives lorsque cela était nécessaire.

	03-avr	04-avr	05-avr	06-avr	07-avr	10-avr	11-avr	12-avr	13-avr	14-avr	17-avr	18-avr	19-avr	24-avr	25-avr
	22	40	1	2	8	5	30	5	6	3	11	2		2	2
	5	30	6	5	5	12	1	5	1	4	2	2		4	3
	3	10	8	5	2	1	5	4	14	10	1	3		3	2
	4	5	33	12		12		2	4	25	2	46		1	5
	10			1		1		5	5	3	1	5		18	3
	3					1		3	5	15	2	1		3	15
	2					16		22	5	3	1	2		1	
	3					1		3	3	1	1	2		5	
	2					7		4	3	4	1	3		1	
	7					2		1	4		1	1		3	
	7					1		1	5		3			1	
	59					12			7		1			5	
	5					2					7			13	
	10													3	
<b>WT (h)</b>	2,12	1,42	0,80	0,42	0,25	1,22	0,60	0,92	1,03	1,13	0,57	1,12	0,00	1,05	0,50
<b>TTR</b>	<b>5,79</b>	<b>4,6</b>	<b>4,32</b>	<b>7,26</b>	<b>5,86</b>	<b>7,39</b>	<b>4,74</b>	<b>6,72</b>	<b>10,43</b>	<b>11,08</b>	<b>8,68</b>	<b>8,68</b>	<b>6,04</b>	<b>6</b>	<b>7,31</b>
<b>% WT</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>% TTR</b>	63%	69%	81%	94%	96%	84%	87%	86%	90%	90%	93%	87%	100%	83%	93%

Tableau 8 : Temps d'attente après l'implémentation du système

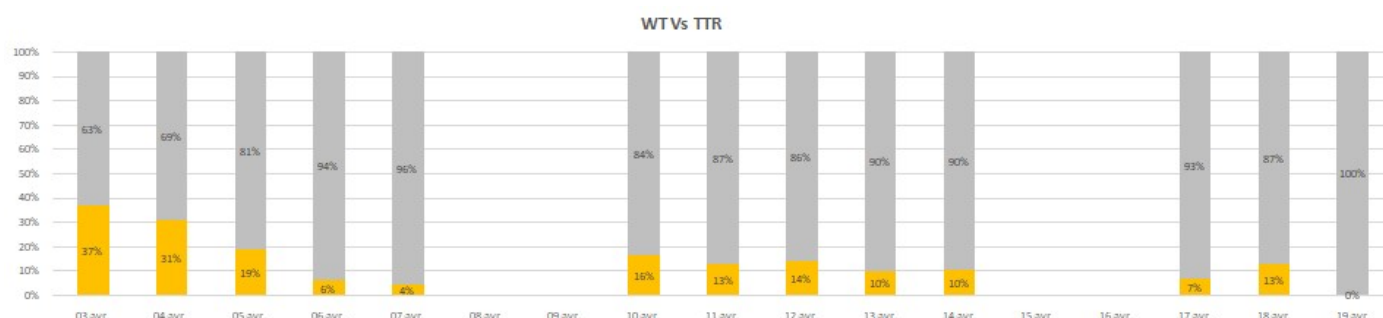


Figure 18: Histogramme temps d'attente après l'implémentation du système

En conclusion, l'analyse des résultats post-implémentation a démontré l'efficacité du système de réduction des temps d'attente chez YAZAKI. Les indicateurs clés ont montré une réduction significative des temps d'attente, une amélioration du taux de résolution, une diminution du temps moyen de réparation, une augmentation de la productivité globale et une satisfaction accrue des clients. Ces résultats confirment l'importance du bouton-poussoir et d'AJAX Hub dans l'amélioration des opérations de maintenance et la réduction des temps d'attente chez YAZAKI.

## CONCLUSION GENERALE

En conclusion, ce mémoire s'est intéressé à l'amélioration de la maintenance industrielle par le biais de la réduction des temps d'attente et de l'identification des zones de défaillance. Nous avons examiné l'importance de la maintenance industrielle dans le contexte de l'entreprise YAZAKI, en mettant en évidence les défis auxquels elle est confrontée. Nous avons également étudié les différentes approches de maintenance préventive et corrective, ainsi que les activités associées à la maintenance industrielle.

Notre recherche a proposé une solution novatrice en utilisant le système AJAX Hub (Wireless intelligent Control Panel) pour détecter rapidement les défaillances et identifier les zones de défaillance. Cette approche vise à améliorer la réactivité face aux pannes, réduisant ainsi les temps d'attente et optimisant les interventions de maintenance.

Nous avons également exploré les types d'indicateurs utilisés dans l'analyse des défaillances et évalué leur pertinence dans le contexte de notre solution proposée. Les résultats obtenus lors de l'étude de cas chez YAZAKI ont démontré l'efficacité du système de réduction des temps d'attente dans la pratique, avec des améliorations significatives en termes de réactivité et de performance de la maintenance.

Ces travaux de recherche ouvrent des perspectives prometteuses pour les entreprises qui cherchent à optimiser leur maintenance industrielle. En réduisant les temps d'attente, elles peuvent minimiser les perturbations opérationnelles, les coûts liés aux temps d'arrêt et améliorer leur compétitivité sur le marché. Cependant, il convient de noter que cette solution n'est pas exempte de limites, notamment en ce qui concerne la complexité de la mise en place du système et la nécessité d'une collecte de données précise.

Pour les travaux futurs, il est recommandé de poursuivre la recherche sur l'optimisation de l'utilisation des indicateurs et de développer des méthodes avancées d'analyse des défaillances. De plus, des études supplémentaires pourraient être entreprises pour évaluer l'impact financier et l'efficacité à plus long terme de la réduction des temps d'attente dans différents contextes industriels.

En somme, ce mémoire a mis en évidence l'importance de la réduction des temps d'attente dans l'amélioration de la maintenance industrielle. La solution proposée à travers l'utilisation de l'AJAX Hub a démontré son efficacité dans l'identification rapide des défaillances et dans

l'optimisation des interventions de maintenance. En adoptant de telles approches innovantes, les entreprises peuvent accroître leur efficacité, réduire les coûts et renforcer leur compétitivité dans un environnement industriel en constante évolution.

## **BIBLIOGRAPHIQUE**

<https://www.yazaki-europe.com/about-us>

[1] FRANCOIS MONCHY et JEAN-PIERRE VERNIER : maintenance  
(Méthode et organisation). Dunod, 2010

<https://www.megateh.eu/files/ajax/manual/hub-user-manual.pdf>